

Adviesraad voor het
Wetenschaps- en **T**echnologiebeleid



Achtergrondstudie

14

Ruimte voor vernieuwing

Ervaringen binnen de technische en natuurwetenschappen

Dr. V.C.M. Timmerhuis

augustus 1999

Javastraat 42
2585 AP Den Haag
tel 070 - 363 9922
fax 070 - 360 8992
e-mail: secretariaat@AWT.nl
<http://www.awt.nl/>

Inhoud

1. Inleiding	5
2. Interviews	
- Prof.dr.ir. H.E.A. van den Akker	15
- Prof.dr. J. Feijen	23
- Prof.dr. H.J. van den Herik	31
- Prof.dr. A. Lagendijk	43
- Prof.dr. C. Mariani	51
- Prof.dr. R.A. van Santen	63
- Prof.dr. R.A. Schilperoort	73
- Prof.dr.ir. C.A. Vissers	83
- Prof.dr. D. de Wied	91

Achtergrond

Deze bundel met interviews over vernieuwing in wetenschappelijk onderzoek verschijnt als achtergrondstudie bij het advies van de Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid (AWT) over de toekomst van de natuur- en technische wetenschappen.¹ In een dergelijke toekomstbeschouwing kan aandacht voor mogelijkheden voor vernieuwing niet ontbreken. Vernieuwing in de natuur- en technische wetenschappen is niet alleen van groot belang voor de toekomstige vooruitgang van deze wetenschapsgebieden zelf; het biedt ook bij uitstek grote potentiële toepassings- en gebruiksmogelijkheden, van belang voor de toekomst van onze Nederlandse maatschappij in het algemeen en de (industriële) bedrijvigheid in het bijzonder.

In het kader van het advies over de toekomst van de natuur- en technische wetenschappen hebben we niet zozeer willen kijken naar de inhoudelijke velden waarop interessante of belangwekkende vernieuwingen in de toekomst te verwachten zijn. Andere studies, zoals de OCV-verkenningen², of de door het ministerie van Economische Zaken uitgebrachte *TechnologieRadar*³, richten zich hier op. In plaats van een dergelijke inhoudelijke benadering van vernieuwing, besteden we in deze achtergrondstudie in meer algemene zin aandacht aan mogelijkheden voor en moeilijkheden bij vernieuwing. Centrale vragen zijn: is er in het huidige Nederlandse wetenschapsbestel een gezonde voedingsbodem voor vernieuwing, kunnen vernieuwende ideeën of benaderingen ook kiem schieten? Wat zijn hierbij bevorderende en belemmerende factoren?

Onder vernieuwing verstaan we hier zowel vernieuwing aan het front van bestaande wetenschapsgebieden, alsook vernieuwing in de zin van ontwikkeling van nieuwe, vaak interdisciplinaire kennis- en toepassingsgebieden. Ter illustratie van het belang van deze tweede soort vernieuwing: opvallend gegeven uit de *TechnologieRadar* van EZ is dat de daar genoemde gebieden met veel toekomstperspectief, veelal combinaties betreffen van twee of drie (bestaande) wetenschapsgebieden. Innovaties in de wetenschap en technologie komen heden ten dage blijkbaar vooral voort uit nieuwe combinaties van kennis, alsmede het met een andere disciplinaire bril bekijken van bepaalde vraagstukken.

¹ *Vitaliteit en kritische massa. Strategie voor de natuur- en technische wetenschappen*. AWT-advies nr. 41. Den Haag, augustus 1999.

² Voor een overzicht van de door de OCV (Overlegcommissie Verkenningen) uitgevoerde verkenningen, zie *Een vitaal kennisstelsel. Nederlands onderzoek in toekomstig perspectief*. OCV, 1996.

³ *TechnologieRadar*, ministerie van Economische Zaken. Den Haag, maart 1998.

Aanpak

Om inzicht te krijgen in de belemmerende en bevorderende factoren rond vernieuwing is een aantal gesprekken gevoerd met wetenschappers die in het verleden buiten de toen gebaande paden zijn getreden en – met aantoonbaar succes – vernieuwingen tot stand hebben gebracht. Daarnaast zijn enkele gesprekken gevoerd met onderzoekers die nu nieuwe wegen inslaan en waarbij de geschiedenis nog minder als scheidsrechter zijn werk heeft kunnen doen.

Opzet van de gesprekken is telkens geweest het persoonlijke verhaal rond vernieuwing te achterhalen: wat heeft positief bijgedragen aan zijn of haar vernieuwend werk, wat heeft juist tegengewerkt? De idee is dat aan de hand van de rode draden uit die verschillende, persoonlijke verhalen de ‘geur’ van vernieuwing naar boven komt. Met deze nadruk op het persoonlijke verhaal hebben we – te – algemene en daarmee soms gratuite opmerkingen over (on)mogelijkheden voor vernieuwing willen voorkomen.

Het betreft hier nadrukkelijk vernieuwing in een universitaire context. Het zijn persoonlijke verhalen van wetenschappers die werkzaam zijn (geweest) in universiteiten en te maken hebben (gehad) met de randvoorwaarden en werkwijzen binnen universiteiten. De (on)mogelijkheden voor vernieuwing in publieke (para-universitaire) onderzoeksinstituten en in private R&D-laboratoria komen in deze bundel slechts zijdelings ter sprake, alleen voorzover de gesprekspartners vanuit hun eigen ervaring een vergelijking tussen de diverse onderzoekscontexten maken.

Een interessante vraag is hoe we aan de namen van de gesprekspartners zijn gekomen; de keuze van ‘vernieuwers’ om mee te spreken heeft immers een duidelijke positieve connotatie die blijkbaar op sommigen van toepassing is. We zijn hierbij pragmatisch te werk gegaan door zowel op eigen inschattingen af te gaan als een aantal relevante spelers in het wetenschapsveld te consulteren. Uit de *long list* van aangedragen namen is uiteindelijk een selectie gemaakt, rekening houdend met een spreiding van vernieuwende bijdragen in heden en verleden, spreiding over verschillende β -wetenschappen, spreiding over vernieuwing in bestaande gebieden versus het starten van nieuwe gebieden, en tenslotte een spreiding van met veel weerstand gepaard gaande vernieuwing versus van bovenaf, door bestuurders gepushte of aangemoedigde vernieuwing.

Het mag duidelijk zijn dat met een beperkt aantal gesprekken nooit een dekkend beeld verkregen kan worden over al deze spreidingsfactoren. Dat is ook niet onze opzet. Het ging ons nadrukkelijk om gevoel te krijgen voor hoe vernieuwingen in onderzoek tot stand (kunnen) komen. We hebben de ‘geur’ van vernieuwing opgesnoven, een blik kunnen werpen in de keukens (of beter gezegd: de laboratoria) van vernieuwers. Deze achtergrondstudie is bedoeld om die indrukken te delen met een breder publiek. Hetgeen de geïnterviewden te melden hebben, is een bredere belangstelling zeker waard.

Wellicht ten overvloede: uiteraard zijn er – buiten het zeer beperkte groepje door ons geïnterviewden – vele andere wetenschappers die vernieuwend onderzoek doen. Dat zij niet in deze bundel aan het woord komen, zegt niets over hun vernieuwende kwaliteiten. Evenmin is het zo dat wij, door opname van de interviews in deze bundel, een keurmerk voor het verrichten van vernieuwend onderzoek uitdelen aan de geïnterviewden. Doelstelling van de

interviews is immers niet het bepalen van wat nu vernieuwend onderzoek is (geweest), maar het bespreken van factoren van belang bij vernieuwing in onderzoek.

Beeld uit de interviews: enkele rode draden
De interviews zijn de – persoonlijke – verhalen over vernieuwing, elk verhaal dient en verdient het om afzonderlijk gelezen te worden. Dit neemt niet weg dat een aantal rode draden uit het geheel aan interviews benoemd kan worden, punten die bij meerdere geïnterviewden een rol spelen of hebben gespeeld bij het bevorderen of juist belemmeren van vernieuwing.

Persoonsgebonden punten

De meeste vernieuwers die we hebben gesproken zijn mensen met visionaire kwaliteiten: ze bezitten het vermogen om buiten gangbare kaders te treden door in hun onderzoek ongewone wegen in te slaan; het vermogen ook om de blik op de langere termijn te hebben en te houden en te ‘zien’ wat de toekomstige potentie (soms ook in toepassingsgerichte zin) is van hun vernieuwend idee. Overdrachtelijk gesproken: welke mooie bloem kan voortspruiten uit hun ‘kiem’. Sommige vernieuwers zijn daarbij voldoende dwars en eigenzinnig (geweest) om hun eigen onderzoeklijnen en interesses door te zetten – en daar financiering voor te vinden –, ook als hun omgeving vindt dat ze maar beter wat anders zouden kunnen gaan doen. Kenmerkend voor de gesprekspartners is verder dat ze allemaal een groot doorzettingsvermogen hebben; ook als het tegenzit of lang duurt kunnen ze het opbrengen om toch door te gaan in de lijn van hun vernieuwend onderzoek. Niet onbelangrijk is tevens dat de geïnterviewden veelal bijzonder enthousiasmerende mensen zijn, hetgeen ook tijdens de gesprekken tot uiting kwam. Uit hetgeen ze aan inhoudelijke punten naar voren brachten en ook de manier waarop ze hun verhaal deden, komt naar voren dat ze in hun directe omgeving een sterk vibrerend en inspirerend onderzoeksklimaat weten te scheppen waarmee ze andere mensen (uit binnen- en buitenland) naar zich toe trekken. Kwaliteit trekt kwaliteit aan, en daarmee additionele middelen.

Basisplek

Wat maakt nu dat vernieuwers – soms tegen de verdrukking in – hun onderzoek kunnen voortzetten? Uit meerdere verhalen wordt duidelijk dat dit alleen maar heeft gekund omdat men een basisplek had en ruimte kreeg in de universiteit, binnen de eerste geldstroom. Die zekerheid heeft gezorgd voor continuïteit in hun onderzoeklijn, een continuïteit die lastig te verkrijgen is via de tweede en derde geldstroom. Bij een beroep op deze geldstromen moet het onderzoek passen binnen bepaalde programma’s, waardoor het onderzoek versnipperd kan raken en het doorwerken aan eigen onderzoeklijnen wordt bemoeilijkt.

Lange adem

Echte vernieuwing tot stand brengen vergt verder een lange adem. Tien tot twintig jaar voordat men een oorspronkelijk ‘gek’ idee uiteindelijk bewezen heeft, is niet uitzonderlijk. Dergelijke lange termijnen zijn vaak teveel en te ver voor de industrie. Meerdere gesprekspartners vinden regie of sturing van-

uit het bedrijfsleven dan ook een gevaarlijke zaak, het draagt het risico in zich van sturing op kortetermijnbelangen of -vragen. Vanwege de langere termijnen die nu eenmaal met vernieuwing zijn gemoeid, wijzen verschillende gesprekspartners er op dat het ook niet zoveel zin heeft om iemand slechts voor een beperkt aantal jaren de vrijheid te geven of om één aio-plaats te financieren. Ook in dat opzicht is langere-termijndenken nodig. Dat wil niet zeggen dat men onderzoekers maar rustig tien tot twintig jaar in een hoekje hun gang moet laten gaan. De geïnterviewden geven aan dat het heel goed mogelijk is om via tussentijdse publicaties op deelaspecten te laten zien wat de vorderingen zijn. Op die manier kan de voortgang wel degelijk gewaardeerd worden.

Andere bronnen naast eerste geldstroom

Opvallend is overigens dat vrijwel alle vernieuwers met wie we hebben gesproken er in geslaagd zijn c.q. slagen om, naast de eerste geldstroom, ook flinke hoeveelheden geld te verkrijgen uit andere bronnen (industrie, overheid, en dergelijke). Meerdere geïnterviewden stellen dat je een duidelijke basis in de universiteit nodig hebt (een basis fee, waar je bijvoorbeeld een aantal echt vrije aio-plaatsen uit kunt financieren; niet onderhevig aan *peer reviews*, maar geheel ter eigen discretie), maar dat je zelf vervolgens maar moet zorgen voor additionele financiering. Of zoals één geïnterviewde het formuleerde: de eerste geldstroom moet in wezen werken als een *multiplier*, je gebruikt de eerste geldstroom als zaadje waarmee je de oogst aan tweede- en derdegeldstroomprojecten kunt binnenhalen. Die eerste geldstroom wordt dus gezien als essentieel voor vernieuwing, maar – zoals meerdere geïnterviewden opmerkten – in Nederland moet men nu niet terugvallen in de fout dat de eerste geldstroom 100% van de financiering moet zijn.

Uitstekende wetenschappers

Belangrijk gemeenschappelijk punt uit de interviews is verder dat de gesprekspartners niet slechts één – al dan niet ‘dwars’ – vernieuwend idee hebben; nee het zijn überhaupt uitstekende wetenschappers, met een (zeer) goede staat van dienst. Ze hebben veelal ook naam gemaakt op onderzoeksthematicen die meer in de *mainstream* liggen. Dit leidt bij meerdere geïnterviewde vernieuwers tot een pleidooi voor het toekennen van vrije onderzoeksruimte aan bepaalde mensen op basis van *past performance*. Geef mensen die bewezen hebben goede wetenschappers te zijn gewoon de ruimte om hun eigen ideeën na te volgen, zonder daarvoor gedetailleerde plannen te moeten indienen; reputatie zou moeten volstaan. Hun argument daarbij is dat universiteiten – idealiter na zorgvuldige procedures – hoogleraren aanstellen; geef hen dan ook het vertrouwen dat ze – naar eigen inzicht – goede dingen doen.

Geen volledige vrijheid geven

Ruimte geven op basis van reputatie is overigens geen pleidooi voor een volledige vrijheid. De vernieuwers vinden het allemaal zeer vanzelfsprekend dat er gekeken wordt naar wat iemand dan presteert. Het zou bijvoorbeeld goed zijn om de tien jaar een harde toets of beoordeling in te bouwen. Enkele gesprekspartners wijzen erop dat het benoemen van werk dat onder de maat is – en ook wat boven de maat is – in Nederland echter niet gebruikelijk is. Hoe dan ook, geen van de vernieuwers verzet zich tegen *accountability*: integendeel,

men vindt het niet meer dan vanzelfsprekend dat je voor de basisfinanciering een zekere verantwoording moet afleggen en prestaties moet kunnen laten zien.

Minimaal benodigde formatie

Een volgende factor van belang voor vernieuwing betreft een zekere minimaal benodigde formatie voor een onderzoeksgroep. Zo'n kritische massa is in sommige wetenschapsgebieden alleen al nodig om substantieel vooruitgang te kunnen boeken met het onderzoek, zo gaven enkele geïnterviewden aan. Voor enkele anderen geldt deze behoefte aan enige schaalgrootte niet als zodanig; hun onderzoek kan op zich goed alleen of met een beperkt groepje mensen verricht worden. Nog afgezien van de behoefte of noodzaak aan enige groepsomvang vanuit de wetenschap zelf, geldt meer in het algemeen dat een zekere kritische massa gunstig is voor de mogelijkheden tot vernieuwing. Wil men binnen universitaire groepen ruimte voor 'vrij' onderzoek verschaffen – dat wil zeggen onderzoek dat niet eerst goedgekeurd hoeft te worden door *peers* en niet gebonden is aan programmering vanuit onder andere onderzoeksscholen – dan is een zekere groepsomvang nodig. In grotere groepen is het eenvoudigweg gemakkelijker expliciet vrije ruimte te creëren; het betreft dan slechts een beperkt deel van het totale budget.

Vernieuwingen op het snijvlak van meerdere (sub)disciplines

Kenmerkend voor veel van de onderzoekers met wie we hebben gesproken, is dat hun vernieuwende activiteiten zich afspelen op tussengebieden, op het snijvlak van meerdere (sub)disciplines. Dit soort interdisciplinair – vernieuwend – onderzoek krijgt bij NWO moeilijk voet aan de grond. NWO richt zich – zo stellen de geïnterviewden – vooral op de *mainstream* in een bepaald wetenschapsgebied. Consequentie is dat onderzoeksvoorstellen op het snijvlak van meerdere disciplines bij NWO moeten concurreren met voorstellen die volledig binnen het werkkterrein van de bestaande werkgemeenschappen vallen. Juist vanwege de per definitie schaarste aan middelen, willen de *peers* het geld dan vaak liever toekennen aan onderzoek in de *core* van het betreffende vakgebied. Om dan toch te 'scoren' met interdisciplinaire projecten, moeten deze voorstellen duidelijk beter zijn dan die voor monodisciplinaire projecten. Hier komt nog bij dat vernieuwers op tussengebieden vaak van het kastje naar de muur worden gestuurd: ze zouden wel financiering uit andere werkgemeenschappen kunnen krijgen. Dat klopt op zich, maar elders worden ze op vergelijkbare gronden teruggewezen.

Nog afgezien van deze problemen met financiering, leidt interdisciplinariteit tot een aantal additionele lastige punten. De enige manier om goed te kunnen concurreren met monodisciplinaire onderzoeken, is om erg goed te zijn in alle aanleverende disciplines die men gebruikt. Men behoort op alle disciplinegebieden waarop een onderzoekslijn steunt, mee te kunnen doen met de top. "Zo hoort het ook", stellen de meeste vernieuwers expliciet. Je mag je niet verschuilen achter interdisciplinariteit als argument om lagere kwaliteit te leveren op deelgebieden. Sommigen geven overigens aan dat door interdisciplinair onderzoek het bij tijd en wijle lastig is om wetenschappelijke erkenning te verkrijgen, bijvoorbeeld voor wat betreft aantallen publicaties en citatiescores. Interdisciplinair werkende onderzoekers publiceren vaak in een brede range van tijdschriften, passend bij de verschillende disciplines waarvan

ze gebruik maken. Doordat veelal scores worden bijgehouden naar monodisciplinaire gebieden, wordt telkens een flink deel van hun publicaties en citaties over het hoofd gezien.

Vernieuwing via NWO weinig kans; wanneer financiering – dan van korte duur

Uit de gesprekken komt ook in bredere zin – niet alleen het interdisciplinair onderzoek betreffend – luid en duidelijk naar voren dat vernieuwing via NWO-financiering weinig kans krijgt. Gezien de huidige manieren van en criteria bij beoordeling valt dat ook niet te verwachten, zo geven de geïnterviewden aan. Een belangrijke richtlijn bijvoorbeeld bij het honoreren van NWO-voorstellen is dat de aanvrager al flink gepubliceerd moet hebben over het onderwerp. Dan gaat het per definitie al niet meer om sterk vernieuwend onderzoek. En doordat er sterk wordt gekeken naar status, is het lastig voor jonge onderzoekers met vernieuwende of ‘wilde’ ideeën er tussen te komen. Stellingname van meerdere geïnterviewden is dat NWO behoudend en weinig risicovol opereert: pas als eigenlijk al wel duidelijk is dat er wel wat uitkomt, worden voorstellen gehonoreerd. Deze werkwijze wordt op zich niet veroordeeld: het (beperkte) geld wordt op deze manier zo goed mogelijk besteed, i.c. de meeste resultaten worden bereikt. Een en ander verhoudt zich echter slecht met streven naar vernieuwing in onderzoek.

Een ander inherent nadeel van de huidige werkwijze van NWO dat de gesprekspartners noemen, is dat de NWO-financiering maar van beperkte duur is. Een oio-plaats is voor vier jaar, daarna is het afwachten of NWO de financiering van een onderzoekslijn verder doorzet. En wat betreft de NWO-onderzoeksprogramma's geldt eveneens dat deze over het algemeen te kort duren. Nadeel of risico hierbij is dat onderzoekers – willen ze in aanmerking komen voor NWO-financiering – bij voortduring andere onderzoekslijnen moeten starten of hun bestaande lijnen moeten proberen onder te brengen in vigerende programma's. Dit komt de continuïteit van onderzoek niet ten goede.

Open cultuur

Heel belangrijk voor vernieuwing is een open en stimulerende cultuur in de onderzoeksgroep en onderzoeksomgeving. Zo'n cultuur moet bewust gecreëerd worden en komt tot uiting in verschillende zaken, zo geven de geïnterviewden aan.

- Stimuleer creativiteit door ‘kruisbestuiving’ tussen vakgebieden te bevorderen. Dit kan door van medewerkers te vragen dat ze, bijvoorbeeld na hun promotie, gaan werken op een aanpalend gebied in plaats van precies in het verlengde van hun eerdere onderzoek.
- Geef creativiteit expliciet een kans, door te stimuleren dat medewerkers goede ‘dwarse’ vragen stellen en hen te leren kritisch naar hun eigen en andermans werk te kijken. Dit dient wel in een positieve cultuur gevat te zijn: mensen niet meteen afbranden, maar juist de ruimte geven zodat ze fouten kunnen en durven te maken. Het gaat om het accepteren van het feit dat men zonder fouten nooit tot wat nieuws zal komen. Er is natuurlijk wel een verschil tussen domme, verwijtbare fouten en complexe, onvoorziene, onverwachte fouten.
- Creëer een dynamische werkomgeving waar veel gebeurt, waar mensen nieuwe dingen horen, waar ook een sterke betrokkenheid is bij wat colle-

ga's in de eigen groep doen, waar met elkaar wordt meegeleefd en meege-dacht. Dit betekent ook dat fysieke nabijheid van belang is: bij elkaar kunnen binnenlopen, samen koffie drinken, etc.

- Stimuleer gerichtheid naar buiten. Dit vergt veel en een open communicatie met anderen in binnen- en buitenland, te bewerkstelligen onder andere door het bezoeken van congressen en het houden van presentaties.
- En als laatste: een ban op interne, gesloten benoemingen; bij vacatures behoren altijd mensen van buiten betrokken te worden. Interne opvolging is de dood in de pot, zo is meerdere malen gesteld.

Nederland versus buitenland

Aan de geïnterviewde vernieuwers hebben we ten slotte ook de vraag voorgelegd hoe de Nederlandse situatie zich laat vergelijken met die in het buitenland. Wat gaat elders beter, wat gaat hier verhoudingsgewijs goed qua stimulering van vernieuwing? Als belangrijkste positief punt in de Nederlandse situatie is meermalen genoemd: de relatief grote basisfinanciering uit de eerste geldstroom en de zekerheid c.q. continuïteit die dit met zich meebrengt. In bijvoorbeeld de VS ontberen wetenschappers een dergelijke basisfinanciering en -zekerheid. In de VS moet men veel meer knokken voor middelen, het onderzoeksklimaat is veel sterker competitief.

Als negatieve punten in de Nederlandse situatie zijn genoemd:

- het gebrek aan 'vrije' middelen. Het probleem is niet zozeer dat er te weinig geld is, maar het gemis aan vrijheid van besteding. In de Nederlandse universitaire situatie moet alles door verschillende gremia worden goedgekeurd. Dit leidt tot vertragingen en werkt bovendien – deels onterechte – verdelende rechtvaardigheid in de hand;
- een zekere overprogrammering van onderzoek. Al het onderzoek moet tegenwoordig in programma's die ook nog eens wisselen om de zoveel tijd. De geïnterviewden zijn op zich niet tegen programmering van onderzoek, men waarschuwt echter voor het doorslaan van de slinger met nadelige effecten voor vernieuwing in onderzoek;
- de huidige tendensen tot professionalisering van bestuur, onder andere als gevolg van de MUB (wet Modernisering Universitaire Bestuursstructuur). Sommigen zijn hierover uitgesproken negatief, en stellen dat professionalisering leidt tot nadelige en ongewenste sturingsneigingen.

Véronique Timmerhuis

Interviews

2

- Prof.dr.ir. H.E.A. van den Akker	15
- Prof.dr. J. Feijen	23
- Prof.dr. H.J. van den Herik	31
- Prof.dr. A. Lagendijk	43
- Prof.dr. C. Mariani	51
- Prof.dr. R.A. van Santen	63
- Prof.dr. R.A. Schilperoort	73
- Prof.dr.ir. C.A. Vissers	83
- Prof.dr. D. de Wied	91

Prof.dr.ir. H.E.A. van den Akker

Harrie van den Akker

Hoogleraar fysische transportverschijnselen, vakgroep Transportverschijnselen, faculteit Technische Natuurwetenschappen TU Delft.

Chemische procestechnologie gestudeerd in Eindhoven (1968-74).

Promotie in Eindhoven (1978).

Werkzaam geweest bij Shell research te Amsterdam (KSLA) (1977-1988).

Vanaf 1988 hoogleraar fysische transportverschijnselen aan de TU Delft, tevens directeur van het Kramers Laboratorium voor Fysische Technologie.

Aard van de vernieuwende bijdragen:
verwetenschappelijking van het onderzoeksveld

We willen graag met u spreken over de mogelijkheden en belemmeringen voor vernieuwing in de wetenschap die u in uw eigen werk ervaart en heeft ervaren. Dat praat lastig zonder inzicht – in grote lijnen – waarop uw onderzoek betrekking heeft. Wat is in uw eigen visie het vernieuwende van uw werk, wat zijn vernieuwende elementen waarmee u bezig bent geweest?

Voordat ik die vraag inhoudelijk beantwoord, wil ik duidelijk stellen dat het zaken betreft waar ik naar mijn eigen opvatting vernieuwend bezig ben. Het is nog niet gezegd dat de buitenwacht er exact zo over denkt, bijvoorbeeld over de impact van de vernieuwing die mede door mij tot stand is gebracht.

Het gebied waarin ik altijd heb gewerkt is *chemical engineering*. Op dat gebied wordt in Nederland heel veel gedaan, je hebt immers de grote bedrijven Shell, Unilever, DSM, Akzo, die zich op dit terrein bewegen. Begin tachtiger jaren echter zag het er naar uit dat de kennisontwikkeling in dit gebied enigszins aan het aflopen was. Ik durf wel te claimen dat ik mijn steentje heb bijgedragen aan het geven van een nieuwe stimulans aan het gebied in Nederland. Het gaat dan met name om de verwetenschappelijking van het onderzoeksveld, zowel in experimentele zin als door middel van simulaties.

In de experimentele sfeer zijn we andersoortige onderzoeken gaan doen dan voorheen. Het nieuwe zat vooral in het gaan werken met betere meettechnieken; er is sprake van een miniaturisering van meettechnieken, mogelijk gemaakt door grotere en snellere computers. We kunnen nu veel preciezer en gedetailleerder processen bestuderen dan voorheen. Bijvoorbeeld bij katalyse

(overigens niet mijn specialiteit) is het mogelijk geworden te bekijken hoe dat proces nu precies verloopt, het gaat erom de moleculen alleen dát te laten doen wat jij wilt. Voorheen was het meer een kwestie van stoffen bij elkaar voegen en afwachten wat het resultaat is. Ook in mijn vakgebied: – fysische transportverschijnselen inclusief stromingsleer – heeft de miniaturisering van meettechnieken geleid tot aanzienlijke vernieuwing.

De voortschrijdende ontwikkelingen op ICT-vlak hebben ook veel meer mogelijk gemaakt op het vlak van simulaties. In het verleden moest modelbouw nog met de rekenliniaal gebeuren en waren het dus noodzakelijkerwijs eenvoudigere modellen, die aan elkaar knopen, vervolgens een apparaat ingaan en kijken wat eruit komt. Ook in de modelbouw kijken we nu veel gedetailleerder wat er in het proces of apparaat zelf gebeurt.

Belangrijk aandachtspunt bij dit alles is de vraag naar opschaling: hoe kan wat op kleine schaal gebeurt, gerealiseerd worden op grotere schaal?

De veranderingen die met behulp van genoemde nieuwe technieken zijn doorgevoerd, dat is vernieuwend. Ik denk dat ik daar een bijdrage aan heb geleverd, maar anderen natuurlijk ook. Kern is die verwetenschappelijking van het vak *chemical engineering*. En omdat je over meerdere schalen praat, gaat het al snel over verschillende disciplines: over chemie maar ook over stromingsleer en transportverschijnselen. Ik probeer nu dat multidisciplinair werken goed te structureren, de onderzoeksprojecten die hier uitgevoerd worden ook expliciet multidisciplinair aan te pakken. Van de natuurkunde-studenten die in het Kramers Laboratorium willen afstuderen, eis ik bijvoorbeeld dat ze vakken stromingsleer hebben gevolgd. En van de aio's die ik hier aanstel, verwacht ik een brede achtergrond, met kennis uit verschillende disciplines. Aio's uit eigen kweek hebben overigens mijn voorkeur, dan weet je zeker dat ze de gewenste achtergrond al hebben en een vliegende start kunnen maken.

Kunt u kort de ontwikkelingen in de tijd plaatsen, wanneer bent u gaan werken aan die verwetenschappelijking van chemical engineering?

Ik ben hier in Delft in 1988 als hoogleraar benoemd, in twee faculteiten: technische natuurkunde en scheikundige technologie. Fysische transportverschijnselen speelt zich immers af op het raakvlak van natuurkunde en scheikunde. Daarvoor heb ik bij Shell in de research gewerkt, bij het KSLA. Ik was bij Shell ook al wel bezig met soortgelijke onderzoekslijnen, maar ik heb het veel bewuster aangezet vanaf het moment dat ik hier eigen baas werd en voor een eigen club kwam te staan. De nieuwe rekenmethodieken waarmee ik ben gaan werken werden wel al gebruikt in de auto- en vliegtuigindustrie, in die branches was men er verder mee. In de chemie echter werden die rekenmethodieken nog nauwelijks gebruikt, alleen enkele grote bedrijven waaronder Shell deden er wat aan. Voor de universitaire wereld in Nederland was de benutting van die rekenmethodieken in de chemie behoorlijk nieuw. Je kunt stellen dat de vernieuwing, in ieder geval voor wat betreft stromingssimulaties, deels is geïnitieerd vanuit de industrie. De vernieuwing in meettechnieken is meer vanuit hier, de universitaire wereld, ontwikkeld.

Dat ik uit de industrie afkomstig ben, is – zo reconstruerend – wel belangrijk geweest om aan bepaalde vraagstellingen te gaan werken. Het is niet zozeer dat ik vanuit mijn Shell-periode al kant en klare kennis rond die verwe-

tenschappelijking van het vakgebied heb meegenomen. Maar de invalshoeken, de vraagstellingen zijn wel duidelijk geïnspireerd door mijn Shell-ervaringen. Mijn vraagstellingen komen uit de praktijk, ik vertaal die praktijkvragen vervolgens naar fundamentele vragen: de *science* component. Op het eind ga ik dan weer terug en kijk ik of de praktijkvragen afdoende beantwoord zijn en wat we ermee opgeschoten zijn. Natuurlijk werkt het twee kanten op. Ook vanuit onze meer fundamentele projecten komen vraagstellingen en invalshoeken naar voren die voor de praktijk zeer relevant zijn, punten waaraan men in de bedrijven nog niet heeft gedacht.

Bottom up of top down vernieuwing

Waar we ook in geïnteresseerd zijn is het verschil tussen 'bottom up' en 'top down' aanzetten tot vernieuwing. Met 'bottom up' bedoelen we dan vernieuwing die puur van onderzoekers zelf komt, uit wetenschappelijke gedrevenheid. Bij 'top down' vernieuwing zijn er bepaalde bestuurders die aanzetten en stimulansen geven om een bepaald gebied te gaan ontwikkelen; het besef bestaat dat een bepaald gebied belangrijk is en vervolgens worden er mensen bij gezocht om dat te gaan uitwerken. Hoe plaatst u de vernieuwing die u heeft doorgevoerd in zo'n spectrum?

Dat is natuurlijk lastig om zelf te beantwoorden, zeker zo achteraf. Ik weet wel dat we momenteel binnen de Technische Natuurkunde in Delft proberen om vernieuwing in vakgebieden expliciet te bevorderen. Dat kun je aanmerken als een vorm van *top down*; proberen vernieuwing tot stand te brengen. Ik kan me goed voorstellen dat een soortgelijke aanpak of benadering bij mijn aanstelling ook is gevolgd. De leerstoel waarop ik ben benoemd in 1988 bestond toen al, maar het was expliciet de bedoeling om er wat anders van te gaan maken. Met mijn aanstelling heeft de benoemingscommissie juist gemikt op het uitwerken van de verwetenschappelijking die ik zoëven heb beschreven. De manier van het vak beoefenen moest veranderen, anders zou het ten dode opgeschreven raken; er kwamen geen nieuwe dingen meer uit. Dat gold niet alleen in Delft, maar overal. De profielbeschrijving voor de leerstoel was op vernieuwing en verandering gericht. Dat heb ik toen natuurlijk gelezen, het sprak me zeer aan. Er was een goede match met de plannen en ideeën waaraan ik wilde gaan werken. Ik had destijds ook in Eindhoven bij de TU een aanstelling kunnen verkrijgen. Daar werd echter veel minder de nadruk gelegd op een dergelijke vernieuwing in het vakgebied, het ging daar meer om de bestaande technieken toepassen op een ander veld. Ook belangrijk, maar daar had ik niet zo'n trek in.

Wat ik erbij moet vertellen is dat ik van Shell een half miljoen gulden kreeg voor de aanschaf van computerfaciliteiten. Dat was hier in Delft niet goed verzorgd, die boot had men hier gemist. Het was in te halen hoor, dat is gebeurd; maar in 1988 waren die faciliteiten er niet. Shell stopte dat geld erin om vernieuwing in het vakgebied te ondersteunen. Men vond dat het vakgebied wel een duw kon gebruiken. Door nieuwe paden in te slaan, gaan anderen op een gegeven moment wel volgen en meedoen. Als in een sneeuwbaaleffect treedt er dan verbreding op, en daar wordt iedereen beter van, inclusief Shell. Overigens paste de Shell-bijdrage ook in de traditie van het Kramers laboratorium. Dit lab is na de oorlog met Shell-geld neergezet, er was dus een soort peetvaderschap met Shell.

Als u het zo vertelt, dan heeft u een redelijk vliegende start gemaakt. Er was een hoogleraarpositie, de wil om te vernieuwen in de faculteit, er werden faciliteiten beschikbaar gesteld.

Het was meer dan alleen geld wat mij werd toebedeeld, zeker zo belangrijk was het vertrouwen dat vanuit Shell en ook vanuit de universiteit in me werd gesteld. Kennelijk werd het trekken van vernieuwing in het vakgebied me toevertrouwd, dat heeft ook andere deuren geopend, de drempel voor andere geldschietters is dan lager.

Weerstand tegen het inslaan van nieuwe wegen

Heeft u toen u in 1988 in Delft begon wat gemerkt van spanningen rond het inslaan van die nieuwe wegen, of tegenwerking gekregen vanuit andere groepen?

Vanuit mijn eigen groep in ieder geval niet. Sterker nog: ik moest en kon helemaal opnieuw beginnen. Alle staf uit de oude groep was weg, ze waren vooral vertrokken naar het bedrijfsleven. Midden jaren tachtig trok de chemische industrie sterk aan en de expertise van de mensen die hier werkten was erg gewild. Standaard bij deze leerstoel hoorden drie vaste stafplaatsen, waarvoor ik nu zelf mensen kon aannemen. Alhoewel door het gebrek aan staf de werkdruk in het begin enorm was, is die nieuwe start uiteindelijk een groot voordeel geweest. Niet gehinderd door geschiedenissen heb ik aan de slag kunnen gaan en mijn eigen weg kunnen bepalen. De opbouw van mijn groep heb ik langzaam aan gedaan, ik heb de tijd genomen om goede mensen te zoeken.

De relaties met andere groepen in de faculteit waren vrij los. Wel hebben we in zekere mate tegenwerking gekregen van hoogleraren in aanpalende wetenschapsgebieden in andere faculteiten en andere universiteiten; enkelen vonden dat ik me teveel op hun gebieden ging begeven. Dat is me niet in dank afgenomen. Mijn streven naar verwetenschappelijking, zoals gezegd het gebruik maken van nieuwe meettechnieken om de processen zelf gedetailleerder te bestuderen, hield in dat ik me op allerlei aanpalende terreinen ben gaan begeven. Daarbij moet je dan denken aan mijn eigen vakgebied transportverschijnselen, maar ook aan het bredere veld van de chemie, *high performance computing* en stromingsleer, waaronder turbulentie en meerfasenstromingen. Ik ben uit mijn hokje gebroken en ben vakgebieden gaan combineren op een manier die daarvoor niet gebeurde. Mensen die van huis uit bijvoorbeeld stromingsleer of *high performance computing* deden, de traditionele specialisten op dat gebied, vonden dat dit eigenlijk helemaal niet mocht en niet kon. Ik afficheer me niet als een stromingsleerdeskundige, maar ik doe er nu wel veel aan. Ik doe zeker niet onder in kennis voor een hoogleraar stromingsleer. Ik concurrer in die zin wel degelijk met de eigenlijke specialisten. Daarop ben ik wel teruggefloten, ik moest terug in mijn hok.

De grensoverschrijdingen die ik voorstond en voorstelde hebben me ook negatieve commentaren op NWO-onderzoeksvorstellen opgeleverd. Dat geldt vooral voor FOM, waar tot voor kort de monodisciplinaire benadering sterk voorop stond. Ik heb bij FOM tot dusver nog geen promovendi kunnen verkrijgen, wel bij STW en SON. Daar komt bij dat bewezen verdienste bij NWO een zeer grote rol speelt. Als je een erkend wetenschapper bent, kun je alles

voorstellen. Het voorstel doet er inhoudelijk minder toe, dan degene die het voorstelt. Ik kwam bij Shell vandaan en had betrekkelijk weinig gepubliceerd, waardoor ik in de wetenschappelijke wereld niet voor vol werd aangezien. Het duurt een tijd voordat je reputatie opbouwt. Natuurlijk is het goed dat er waarde wordt gehecht aan reputatie, dat geeft zeker garanties voor kwaliteit. Maar voor beginnende, multidisciplinaire vakgebieden en voor mensen die van elders komen, is het lastig om er doorheen te komen. Er wordt dan al snel gezegd: “Wat kan die persoon nou helemaal op ons vakgebied, wat heeft hij al laten zien? Van dat voorstel zal wel niks terechtkomen.” Je moet je dan eerst bewijzen, een aantal hoogwaardige publicaties kunnen inbrengen. Om dat voor elkaar te krijgen moet je dan maar middelen uit andere fondsen of geldstromen zien te verwerven. Overigens lijkt het er nu op dat ik inmiddels een zekere positieve naam heb opgebouwd, zodat nu hopelijk meer geld van de tweede geldstroom mijn kant opkomt.

Al met al denk ik dat nieuwkomers in de wetenschappelijke wereld het moeilijk hebben. Vernieuwing in thematieken, los van bestaande onderzoeksvelden met het hele netwerk daaromheen is een lastige zaak. Daarmee is natuurlijk niet gezegd dat vernieuwing alleen uit nieuwe, interdisciplinaire velden kan komen. Doorbraken op een monodisciplinair vakgebied zijn uiteraard ook mogelijk.

Ik wil echter zeker niet zuur over NWO doen, het is geen klaagzang. Het gemis aan tweedegeldstroomprojecten was niet dramatisch voor mijn groep. Zeker begin jaren negentig kon ik vrij gemakkelijk een flink aantal aio's aanstellen vanuit de twee onderzoeksscholen waarin ik deelneem: het Burgerscentrum voor stromingsleer en de onderzoeksschool Procestechnologie. Via de onderzoeksscholen en het TUD-vernieuwingsfonds heb ik ook miljoenen kunnen investeren in nieuwe faciliteiten, nodig voor mijn onderzoek. Gelukkig was er hier al een traditie van experimenteren, en was het gebouw daarop ingericht. De verwetenschappelijking die ik voorsta vraagt echter voor een flink deel om andersoortige opstellingen dan wat er al was. Ik werk bijvoorbeeld veel met lasers, apparatuur die er destijds nog helemaal niet was. Voor het soort onderzoek dat ik doe, heb je echt die apparatuur nodig. Het gaat mij om het opschalen van processen. Je hebt een miniatuur-proces, bedacht door een chemicus. Vraag is hoe je dat in het groot ook kunt laten verlopen. Dan spelen toch weer heel andere zaken, om dat te onderzoeken heb je grote opstellingen nodig. Het soort experimentele faciliteiten die wij nu hier hebben, is er nauwelijks meer in Twente en Eindhoven. Het inzetten van laser- en stralingsdiagnostiek voor procestechnologisch onderzoek betekent mijns inziens een vernieuwing van het vakgebied in Nederland.

Zorg over ontwikkelingen in private R&D

Heeft u – na de initiële steun vanuit Shell bij uw aanstelling – verdere financiële ondersteuning vanuit bedrijven gekregen, hoe belangrijk is de derde geldstroom voor uw groep? De derde geldstroom is eigenlijk niet zo verschrikkelijk belangrijk, althans in omvang van geldstromen. Ik kan niet zeggen dat ik nou zoveel extra's binnen heb gehaald vanuit bedrijven. Het gaat meestal om beperkte bedragen, soms in de vorm van donaties, andere keren om beperkte projecten waaraan studen-

ten werken. Wel heb ik zeer regelmatig contacten met mensen uit de industriële R&D, ik heb altijd goed overweg gekund met mensen uit het bedrijfsleven. Ik kom er zelf vandaan en spreek de taal.

Meer in het algemeen baren de ontwikkelingen in industriële R&D me zorgen. Ik moet constateren dat het de laatste tijd duidelijk moeilijker is geworden financiering uit het bedrijfsleven te krijgen. Dat heeft te maken met het feit dat de multinationals door grote reorganisaties zijn gegaan en hebben bezuinigd op hun research. Ze roepen dan wel dat ze daarom extra geld sluisen naar de universiteiten, maar in realiteit doen ze dat niet. Binnen de bedrijven durft niemand meer zijn nek uit te steken voor de research, daar maak je je niet geliefd mee. De bedrijven zijn nu zoveel sterker *business oriented*, alle activiteiten moeten liefst morgen geld opleveren. En wetenschappelijk onderzoek werkt nu eenmaal niet zo, een aio heeft vier jaar nodig om een project af te ronden. Die tijdshorizon is veel te lang voor de bedrijven, er is bijvoorbeeld geen mens meer bij het Shell-lab die durft te tekenen voor iets dat misschien over vier jaar wat concreets zal opleveren. Een bedrijf als Shell moet zijn winstcijfers verdubbelen. Dan is alle R&D die je doet een kostenpost. Shell en ook Philips waren in het verleden halve universiteiten, er komen ook veel hoogleraren vandaan. Maar dat kostte meer dan het opbracht, zo wordt gesteld. Vanwege de nadruk op winstcijfers kan dat nu niet meer. Men moet geld verdienen, desnoods met de verkoop van koffie in de Shell-shops, toch een branchevreemde activiteit.

Bijkomend nadelig punt van deze ontwikkeling weg van de research is dat de bedrijven de expertise aan hun kant kwijt raken, er zijn geen mensen meer die nieuwe ontwikkelingen aan de wetenschapskant kunnen beoordelen en als goede sparringpartners kunnen dienen. Die ontwikkeling bij bedrijven maakt vernieuwing – wat inherent onzeker is en nu eenmaal langetermijndenken vergt – een moeilijk punt.

In de wetenschappelijke wereld heeft men het idee dat Shell nog wel van terugkomt van deze trend. Het bedrijf zal wel merken wat het belang is van research, niet nu maar over een jaar of vijf. Je moet toch een keer een ander proces op de markt zetten, je kunt niet blijven sleutelen aan processen van vijftig, zestig jaar geleden. De eisen veranderen immers, wat duurzaamheid betreft, en milieu, hinder, etc. Alternatief is om ergens anders helemaal opnieuw te beginnen: Pernis sluiten bijvoorbeeld, maar dat is voor Nederland niet wenselijk.

Positieve factoren van belang bij vernieuwing

Wat heeft in uw situatie in positieve zin bijgedragen aan het kunnen realiseren van de nieuwe paden die u wilde inslaan?

De bekostiging van het onderzoek is natuurlijk belangrijk, maar daar hebben we het al over gehad. Op dat punt heb ik behoorlijk de wind in de zeilen gehad. Verder is denk ik een aantal meer persoonsgebonden zaken belangrijk. Je moet wel een beetje een olifantshuid hebben en de dwarsheid om je eigen ideeën door te zetten. Toen bijvoorbeeld het Burgerscentrum werd ingesteld – dat was rond 1989 toen ik hier net een jaar werkte – kreeg ik te horen: “Wat jij allemaal wilt, dat moet je zo niet doen. Dat is veel te breed opgezet. Laat eerst maar eens zien dat je dit onderdeel kunt, dan zien we later wel verder”.

Dat advies heb ik naast me neergelegd. Dan had ik niet op deze leerstoel moeten gaan zitten. Een zekere eigenwijsheid moet je dus wel hebben. Ik had natuurlijk wel het grote voordeel dat ik hier opnieuw kon beginnen, met een staf die ik zelf kon aanstellen. Ik kón dus ook de paden inslaan die ik belangrijk vond.

Wat er zeker toe heeft bijgedragen dat ik die eigenwijsheid heb kunnen doorzetten en mijn eigen gang heb kunnen gaan, is dat ik hier in een eigen gebouw zit, een laboratorium buiten de twee faculteiten waarin ik aangesteld ben. Dat lab stond er al, maar ik heb het lab een eigen naam kunnen geven, een eigen klimaat of cultuur kunnen scheppen, eigen regelingen kunnen bedenken. Ik ben zelf beheerder en in die zin eigen baas. Met zo'n eigen gebouw kun je je veel makkelijker profileren en niet onbelangrijk: ik was baas over al het personeel hier, ook direct over de ondersteunende staf. Ik heb daarin kunnen saneren en dat heb ik ook gedaan. Er liepen hier vijftien niet-wetenschappelijke medewerkers toen ik in 1988 kwam, dat is nu teruggebracht tot de helft. Als ik in het grote gebouw van de faculteit had gezeten, was ik daarin niet eigen baas geweest. Misschien kan het zonder zo'n eigen gebouw en eigen profilering ook wel, maar in mijn beleving is het belangrijk. Collega's hebben groepen, maar ik heb een (eigen) laboratorium met een eigenstandige naam: het Kramers lab.

Vergelijking met het buitenland

Tot slot: Als we nu een vergelijking maken met het buitenland, wat zijn voor u dan opvallende of belangrijke verschillen voor wat betreft de ruimte voor vernieuwing in Nederland en in andere landen?

Ik haal mijn voorbeelden vooral uit de Verenigde Staten. In de VS is men met simulatietechnieken net wat verder dan wij hier. Dat geldt overigens niet voor het experimentele werk, waarvoor men in de VS van oudsher al minder belangstelling heeft. Dat verschil in benaderingswijzen heeft volgens mij te maken met het technisch onderwijs dat in de VS op een wat lager peil staat. Ze hebben daar geen systeem van lagere, middelbare en hogere technische scholen zoals in Nederland. Daar staat tegenover dat Amerikaanse studenten – in de *chemical engineering* – meer wiskunde krijgen dan de Nederlandse. Dat maakt dat simulatietechnieken door *chemical engineers* in de VS wat makkelijker opgepikt en benut worden dan hier; de stap is minder groot. Dit geeft al aan dat de onderwijs traditie heel bepalend is voor de richtingen in het onderzoek, waar je als groep of land sterk in bent en kunt zijn. Dat maakt samenwerking binnen Europa ook zo lastig, omdat de verschillen tussen de landen zo groot zijn qua onderwijsstelsels en resultaat van de opleidingen. *Chemical engineering* krijgt in het ene land een heel andere invulling en benadering dan in het andere. Wat dat betreft sluit de manier waarop men in Amerika met het vak omgaat het best aan bij de manier waarop wij het benaderen. In Duitsland bijvoorbeeld zit het vak *chemical engineering* veel dichterbij werktuigbouwkunde aan; chemie en *engineering* staan daar verder uit elkaar. Dat is een extra reden voor ons om vooral naar de VS te kijken.

Ik heb verder het idee dat in de VS strategischer wordt gedacht: waar, op welke terreinen willen we vernieuwing stimuleren, welke mensen moeten we daarvoor aantrekken. Zijn die keuzes eenmaal gemaakt, dan mag het ook geld kosten. Dat soort keuzes maken gaat in de VS gemakkelijker dan in Nederland. Op zich al omdat er van oudsher veel nadrukkelijker onderscheid wordt gemaakt tussen universiteiten. Traditioneel gezien is het in Nederland veel moeilijker om excellentie te bevorderen. We zijn hier toch meer voor het gelijkheidsprincipe, iedereen krijgt zoveel mogelijk hetzelfde. In de VS wordt gemakkelijker met het creëren van verschillen omgegaan. Als MIT een goed iemand wil hebben, dan trekken ze de beurs open. Dat kan hier niet, dat is *not done*. Hier in Nederland zitten mensen elkaar ook veel meer in de weg, er is veel kinnesinde en kleinburgerlijkheid, ook in de wetenschap. Dat in Nederland alles gelijkelijk over 13 universiteiten moet worden verdeeld, maakt de spoeling dun. In het begin van deze eeuw, toen Nederlandse wetenschappers een aantal malen de Nobelprijs hebben gewonnen, had je de universiteit in Leiden, punt. Dat gaf concentratie van talent en geld. Nu is het versnipperd en men schreeuwt moord en brand als de een wat meer krijgt dan de ander.

Jan Feijen

Hoogleraar biomedische materiaalkunde, vakgroep Polymeerchemie en Biomaterialen, faculteit Chemische Technologie, Universiteit Twente.

Organische chemie gestudeerd, vanaf 1970 werkzaam bij de faculteit Chemische Technologie in Twente. Sinds 1976 hoogleraar aldaar.

Rond 1972 een jaar gewerkt aan de universiteit van Salt Lake City, bij een specialist op het terrein van biomaterialen.

Vanaf 1976 deeltijdhoogleraar aan deze universiteit.

Wetenschappelijk directeur van het BMTI (Biomedisch Technologisch Instituut) van de UT en

wetenschappelijk directeur van de landelijke KNAW-erkende onderzoeksschool iBME (integrated Biomedical Engineering for restoration of human function).

Inhoudelijke beschrijving vernieuwende bijdragen

Kunt u om te beginnen, als achtergrond voor het bespreken van de mogelijkheden en belemmeringen voor vernieuwing, kort iets vertellen over de aard van uw onderzoeken?

Ik zal wat voorbeelden noemen van onderzoek waarmee we in het BMTI bezig zijn of zijn geweest. Een terrein waarop we behoorlijk wat fundamenten hebben gelegd, is heparinisatie van materiaaloppervlakken om die meer bloedvriendelijk te maken. We hebben o.a. baanbrekend werk gedaan op het gebied van het modificeren van materiaaloppervlakken met gasplasmatechnologie. We zijn in staat om via een adsorptiestap met oppervlakte actieve verbindingen en nabehandeling met gasplasma, functionele groepen op een niet functioneel oppervlak te zetten. Die gehechte functionele groepen kunnen negatieve weefselreacties verminderen of voorkomen, zoals het afstoten van een implantaat.

Verder zijn we gestart met onderzoek naar de interactie tussen bacteriën en materiaaloppervlakken. Dat onderzoekswerk heeft geleid tot betere inzichten in het ontstaan van implantaat-gerelateerde infecties. We hebben het gedrag bekeken van verschillende typen bacteriën aan grensvlakken, de hechting, migratie en groei. Dat heeft interessante bevindingen opgeleverd; de artikelen die we hierover hebben gepubliceerd zijn inmiddels basisartikelen geworden, ze worden heel vaak geciteerd.

Daarnaast hebben we interessante bijdragen geleverd op het gebied van polymeersystemen ten behoeve van farmaceutische applicaties; dat begint ook veel aandacht te krijgen. Dit onderzoek richt zich op de gecontroleerde afgifte

van geneesmiddelen. Denk bijvoorbeeld aan de covalente koppeling van geneesmiddelen aan polymere dragersystemen.

Een laatste voorbeeld van ons onderzoek betreft onze bijdragen aan de endothelialisatie van materiaaloppervlakken. Endotheelcellen, de natuurlijke bekleding van bloedvaten, kunnen geïsoleerd worden; we laten die cellen vervolgens in het lab uitgroeien en proberen ze te zaaien op een oppervlak. Het gedrag van die endotheelcellen op verschillende typen oppervlakken hebben we bestudeerd met als doelstelling om uiteindelijk hybridesystemen te maken: een combinatie van een bloedvatprothese en endotheelcellen. Dit is vooral interessant voor kleine diameter bloedvatprothesen. Daar zijn grote problemen mee bij de toepassing, ze slibben altijd dicht. Deze combinatie zou er wel eens toe kunnen leiden dat we een stap verder komen met de ontwikkeling van functionerende kleine diameter bloedvatprothesen.

Dit zijn zo een paar onderwerpen waarmee we bezig zijn. Laat ik het filteren van bloed niet vergeten. We hebben de processen voor de verwijdering van leukocyten uit bloedconcentraten beschreven en er een model voor gemaakt. Dat heeft tot behoorlijk wat inzicht geleid voor de ontwikkeling van nieuwe filtratiesystemen. Eén van de industrieën heeft dat systeem toegepast, het concept wordt dus gebruikt.

Het meest kenmerkend voor de vernieuwende bijdragen die we hier leveren, is dat het combinaties betreft van verschillende velden: polymeerchemie, poly-meertechnologie en biomedische toepassingen. Die breedte van ons gezichtspunt, het werken vanuit meerdere disciplines, heeft als belangrijk voordeel dat we regelmatig en eerder dan anderen interessante, vernieuwende onderzoekslijnen bedenken. Binnen mijn groep stimuleer ik heel bewust het ontwikkelen van zo'n brede kijk op zaken. Zo vinden promoties vaak vanuit meerdere faculteiten plaats. En binnen het onderzoeksinstituut hebben we iedere maandagochtend presentaties van promovendi. Je brengt zo mensen bij elkaar die vanuit verschillende disciplines aan deels soortgelijke projecten werken. Iedereen weet zo van elkaars werk en benadering. Daarnaast hebben we per jaar zo'n tien presentaties door gastsprekers van buiten, die eveneens vaak vanuit een ander vakgebied wat vertellen. Uiteraard gaan we ook veel naar congressen, dat is goed voor de contacten en netwerken. Dit alles om de combinatie van inzichten en benaderingen te stimuleren, teneinde te komen tot nieuwe onderzoeksideeën. Resultaat is dat we zeker geen gebrek hebben aan ideeën voor vernieuwend onderzoek, eerder teveel.

Ondervonden weerstand rond het vernieuwende onderzoek

In hoeverre heeft u te maken (gehad) met onbegrip voor of weerstand tegen uw onderzoek? Heeft u moeite gehad om voet aan de grond te krijgen in de wetenschappelijke gemeenschap?

Ik kan niet zeggen dat ik te maken heb gehad met weerstand als zodanig, zeker niet in de wetenschappelijke gemeenschap. Met onze publicaties in vooraanstaande tijdschriften is de wetenschappelijke erkenning vanzelf gekomen. Publiceren over ons interdisciplinair onderzoek is ook nooit een probleem geweest. We publiceren zowel in de meer monodisciplinaire vaktijd-

schriften, zoals polymeerchemische of (bio)medische tijdschriften, alsook in de specialistische tijdschriften op het tussengebied van biomaterialen. Ik zit geloof ik in zeven *editorial boards* van tijdschriften. Met het gepubliceerd krijgen van onze onderzoeken op zich hebben we helemaal geen problemen. Onze brede benadering leidt wel tot wat lastige punten bij onderzoeksevaluaties, als gekeken wordt naar publicatie- en citatiescores. We vallen deels buiten het gezichtsveld per discipline, bij ons moet je altijd naar de combinatie van velden kijken. In een evaluatie van polymeerchemie waarbij alleen de publicatie- en citatiescores in polymeerchemische tijdschriften in beschouwing wordt genomen, blijft een belangrijk deel van onze inspanningen buiten beeld. De helft van onze publicaties staan immers in biomedische of medische tijdschriften. In reactie op zo'n evaluatie heb ik eens apart een citatieanalyse laten maken waarbij wel breed is gekeken. Het bleek dat wij dan ook heel goed scoren; zo'n 1500 citaties over de afgelopen tien jaar, met een gemiddelde score van tien per publicatie.

Afgezien hiervan heb ik geen echte problemen of weerstand ondervonden om het gebied verder te ontwikkelen. Niet vanuit de wetenschappelijke gemeenschap in het algemeen en al helemaal niet vanuit de faculteit zelf. Ik heb altijd de ruimte gekregen. Het vakgebied biomedische technologie is hier in Twente ook min of meer geïnstitutionaliseerd in het onderwijs, er worden aparte vakken in gegeven. Dat maakt het ook makkelijker, zowel in de acceptatie van onderzoek als bij het aantrekken van promovendi.

Ook binnen de universiteit kunnen we rekenen op de nodige ondersteuning voor ons onderzoek. Zo heeft het BMTI laatst een speerpuntsubsidie vanuit de universiteit toegewezen gekregen van 1 miljoen gulden per jaar voor de komende vijf jaar. Daarmee kunnen we onze onderzoekslijnen goed uitbouwen. Het werkt in ons voordeel dat het instituut goed past in de profileringswens van de UT om biomedische wetenschappen binnen de universiteit te versterken. Verwachting is dat binnen de biomedische wetenschappen de komende jaren grote doorbraken gaan plaatsvinden. De UT wil hierin voorop gaan.

Van weerstand of tegenwerking vanuit de industrie is ook geen sprake, zij het dat er betrekkelijk weinig aandacht is voor ons soort onderzoeksprojecten. Er is niet zo'n grote industriële markt voor in Nederland. De puur polymeerchemisch gerichte industrie heeft er geen feeling voor, ze zien het niet als hun *core business*. De chemische industrie zou zich daarop moeten beraden naar mijn idee, het wordt langzamerhand tijd meer activiteiten te gaan ontplooiën op het vlak van biomedische producten. De toegevoegde waarde van deze producten is enorm hoog. Als je kijkt waar bijvoorbeeld bij Akzo het merendeel van hun verdienste vandaan komt, dan is dat niet meer uit de vezels, maar uit de farmaceutische activiteit. In Duitsland zijn er vergelijkbare industrieën die zich langzamerhand steeds meer richten op de life sciences. Er zijn dus wel degelijk mogelijkheden.

Financieringsbronnen en hun betekenis voor sturing van onderzoek

U vertelt dat uw instituut een speerpuntsubsidie van de universiteit heeft gekregen. Hoe staat het verder met de bekostiging van het onderzoek, biedt dat voldoende ruimte voor vernieuwing?

Laten we bij de eerstegeldstroomgelden beginnen. Daarvan betalen we de aanstellingen van de op zich kleine vaste staf en de facilitaire dienstverlening hier binnen de universiteit. Werkwijze binnen de UT is dat faculteiten de benodigde faciliteiten beschikbaar stellen die door ons kunnen worden gehuurd. Het gaat dan om ruimte, administratieve en technische ondersteuning. Van het overblijvend geld uit de eerste geldstroom kunnen we dan nog mondjesmaat apparatuur aanschaffen en – als we zuinig doen – nog hooguit één promovendus aanstellen. Dat terwijl we gemiddeld zo'n vijftien promovendi in huis hebben. Ik durf de stelling wel aan dat je vernieuwing, puur en alleen op basis van de eerste geldstroom, zo ongeveer kunt vergeten. De vaste stafleden komen zelf niet aan experimenteel werk toe. Naast hun onderwijs- en bestuurlijke taken hebben zij hun handen vol aan de begeleiding van promovendi; ieder staflid heeft er zo'n vijf te begeleiden. De doctoraalstudenten worden op hun beurt ingedeeld bij de promovendi. Wat kun je dan aan vrij onderzoek doen? Die ene promovendus kan geheel naar eigen ideeën ingezet worden; voor verder fundamenteel en vernieuwend onderzoek moeten we aanvragen indienen bij NWO.

Het probleem bij NWO is echter dat we tussen een aantal gebieden vallen; dat bemoeilijkt de toekenning van onze projecten aanzienlijk. We hebben altijd al moeten knokken voor NWO-financiering en er veel tijd in moeten steken. Met de reorganisatie van NWO is dat alleen maar sterker geworden. Voorheen waren er binnen het gebied medische wetenschappen aparte groepen voor biomedische technologie, zoals voor biomechanica, voor biomaterialen. Bij de reorganisatie van NWO zijn die aparte groepen weer uit beeld verdwenen. Dat betekent dat we altijd de competitie moeten aangaan met wetenschappers die puur vanuit een medische hoek projecten indienen. We zijn over het algemeen een vreemde eend in de bijt, dat maakt dat we het altijd moeilijker hebben. De beoordelingsgroep – die op zich tot objectieve oordelen komt, daarover hoor je mij niet klagen – is over het algemeen zo samengesteld dat bij gelijke kwaliteit de voorkeur vaak wordt gegeven aan medische projecten. Dat betekent dat onze voorstellen eigenlijk altijd een stapje beter moeten zijn dan de andere. En dan formuleer ik het nog heel voorzichtig. Dit mechanisme wordt nog versterkt door de beperkte beschikbare middelen, de scoringspercentages bij NWO zijn toch al laag. Dat maakt dat we vaak informeel, in de wandelgangen te horen krijgen: "Jullie voorstel wordt niet toegekend vanuit dit gebiedsbestuur, jullie hebben elders ook mogelijkheden om subsidies aan te vragen; ga maar naar STW of SON". Als we echter aanvragen indienen bij SON (Scheikundig Onderzoek in Nederland, nu het wetenschapsgebied Chemische Wetenschappen binnen NWO) dan worden we ook daar weer geconfronteerd met het gegeven dat we werken op een gecombineerd gebied. Ook voor de scheikundigen zitten we aan de rand van hun vakgebied. We vallen dus vaak tussen wal en schip, en worden van het kastje naar de muur gestuurd.

Ik moet daarbij vermelden dat STW een uitzondering is, vanuit STW zijn er wel degelijk mogelijkheden om ons soort onderzoek te financieren. Eis bij STW is echter dat het onderzoek een duidelijke toepassingscomponent heeft. Bij STW moet je al laten zien dat het idee perspectieven heeft, de toegepaste kanten moeten duidelijk zijn. Voor meer fundamenteel onderzoek biedt STW derhalve ook geen soelaas.

Al met al zitten we in een wat lastige positie. Vanwege de beperkte mogelijkheden in de eerste geldstroom, zijn we voor de lancering van nieuwe ideeën grotendeels aangewezen op NWO-gelden. Met onze brede, interdisciplinaire aanpak vallen we daar echter tussen bestaande hokjes. Dat wordt nog eens versterkt door de neiging binnen NWO om in toenemende mate programmatische te werken. In de laatste vergadering van het gebied Chemische Wetenschappen heb ik daarom – met anderen – gepleit voor behoud van de mogelijkheid tot vrije aanvragen voor promotieprojecten. We moeten ons niet laten verleiden ook nog eens allerlei programma's te maken binnen het gebied Chemische Wetenschappen. Geef daar niet teveel geld aan uit, tast het budget voor vernieuwend onderzoek binnen het eigen veld niet teveel aan.

Een heel ander punt van discussie, dat nu overigens ook speelt binnen het NWO-gebiedsbestuur, is in hoeverre toekenning van projecten versterkende effecten met zich mee brengt. Door toekenning van projecten wordt een bepaalde groep immers groter, ze krijgen kritische massa en als het goed is ook meer reputatie. Dat maakt dat ze in een volgende ronde met meer gezag weer meer projecten kunnen indienen. Dit soort versterkende effecten werken in het voordeel van het bestaande, voor nieuwe groepen is het lastig er tussen te komen.

Dan hebben we natuurlijk nog de derde geldstroom. Ons instituut is betrokken bij het DPI, het *Dutch Polymer Institute*. Dat is een van de technologische topinstituten (tti's). Binnen het DPI is sprake van een duidelijke afstemming met de industrie, hiertoe hanteert het DPI *Industrial Research Councils*. Die IRC's bekijken of het onderzoek aansluit bij de behoefte vanuit de industrie. Met een dergelijke werkwijze denk ik dat we tot op zekere hoogte kunnen komen tot de keuze van onderwerpen die wij als wetenschappers zelf ook interessant vinden; onderzoeksthema's die in onze filosofie passen. Maar naar mijn mening moeten we wel voorzichtig zijn met die sturing vanuit de industrie. Daar zit natuurlijk een gigantische hoeveelheid geld, er is veel mogelijk om uitbreiding van staf en promovendi te krijgen. Je kunt daarbij niet alleen denken aan rechtstreekse financiering vanuit de industrie, maar ook aan STW-gelden, de IOP's, de speciale programma's vanuit EZ (bijvoorbeeld rond materialen) en nu ook de tti's. Er wordt veel geld, extra geld, gestoken in dit soort meer toegepast onderzoek, maar wat is de flexibiliteit bij het besteden van het geld? Inhoudelijke flexibiliteit is maar tot op zekere hoogte aanwezig. Basisvraag voor universiteiten is of we wel deze kant op moeten. Risico is dat vrijwel alles richting afstemming met de industrie gaat. Dreigt de vernieuwing dan juist niet in gevaar te komen? De wilde ideeën die wellicht pas over tien jaar of nog langer leiden tot interessante, nieuwe bedrijvigheid, worden nu op kortere termijn beoordeeld.

De praktijk is nu dat we bij de beschrijving van projecten proberen het onderzoek op een zodanige manier op papier te zetten dat de industrie toch

wel enigszins tevreden is en er perspectief in ziet. Maar je komt al in een schemerzone. Je wilt voor jezelf dat er vernieuwing in het onderzoek zit. Als we echter praten met mensen uit de industrie, dan zijn hun ideeën sterk gerelateerd aan zaken waarmee ze nu bezig zijn. Van ons verwachten ze dat we al in een te vroeg stadium schetsen wat het onderzoek kan opleveren, dat is vaak heel moeilijk. Op zich is hun benadering niet verwonderlijk; we praten nu met mensen die veelal gelieerd zijn aan business units. Dan krijg je meer een nadruk op de kortere termijn. De echt langetermijnprojecten die in het verleden wel gebeurden in de industrie, zijn grotendeels verdwenen. Vanuit de universiteit proberen wij toch verder vooruit te kijken. Daar probeer je een compromis in te vinden. Ik wil het trouwens niet helemaal negatief schetsen, uit contacten met de industrie kunnen zeker interessante vragen naar voren komen. Maar het blijft al met al toch een beetje onderling touwtrekken.

Naast de deelname aan DPI zijn er binnen het instituut ook rechtstreekse bijdragen vanuit de industrie. Zelfs voor die projecten kijken we heel nauwkeurig of er voor ons voldoende vernieuwing in het project zit en of medewerkers op de resultaten kunnen promoveren. Echte industriële, toegepaste research doen we niet. We zijn ook niet geïnteresseerd in bedrijven die voor kortere termijn, bijvoorbeeld één jaar onderzoek willen laten uitvoeren. Alleen het wat meer langetermijnonderzoek is voor ons echt interessant, onderzoek met een meer fundamentele achtergrond waarbij je echt iets kunt opbouwen voor een bedrijf op een gebied waarop ze bezig zijn. Zoals ik hiervoor al even aangaf, hebben we trouwens niet zo heel veel projecten direct vanuit de industrie. De markt voor biomedisch (materiaal)onderzoek is in Nederland nu eenmaal niet zo groot; de bedrijvigheid op dit terrein in Nederland is niet te vergelijken met die in de bredere chemische sector.

Vasthouden 'rode draad' in onderzoek, benodigde tijdshorizon

Bij de schets die u geeft van de financieringsbronnen, geeft u aan dat het al dan niet passen in bepaalde 'hokjes' een rol speelt. In hoeverre is de noodzaak om te passen binnen hokjes van invloed op de richting van het onderzoek?

Voor een deel is dat zeker het geval, maar het is niet zo problematisch of verwerpelijk als het klinkt. Zoals ik al aangaf, hebben we een aantal subsidies verkregen van SON en STW, o.a. op het gebied van biomaterialen. De voorstellen voor SON zijn bewust meer in de richting van puur polymeerchemie geschreven. Op zich is dat geen punt, het past in de lijn die we toch willen ontwikkelen. We hebben immers basisonderzoek nodig om meer inzicht te verkrijgen in nieuwe materialen, hun structureigenschappenrelatie, de mogelijkheden voor verwerking en de eigenschappen van het eindproduct. Die basiskennis is van essentieel belang om het bredere biomaterialenonderzoek goed te kunnen doen; voor het gecombineerde onderzoek heb je constant nieuwe basiselementen of bouwstenen nodig. Het onderzoek naar die nieuwe basisbouwstenen kan zonder problemen puur polymeerchemisch opgetuigd worden.

Voor ons is het verrichten van dit soort fundamenteel onderzoek van groot belang, het vormt de kern van de onderzoeksfilosofie. Er kunnen best projecten plaatsvinden die meer toegepast zijn, maar alleen als ze gebaseerd zijn op

en gebruik maken van die kern van bevindingen uit het fundamentele onderzoek. Daarnaast zijn we niet te beroerd om nieuwe onderwerpen op te pakken, waarvoor maatschappelijk belangstelling bestaat. Denk bijvoorbeeld aan de IOP's, de Innovatiegerichte Onderzoek Programma's, waarbij in grote lijnen de richting van het onderzoek is vastgelegd. Als je meedoet met een IOP kun je niet iets totaal anders gaan doen. We maken dan wel eens switches in het onderzoek, we staan hier niet stil.

Uiteraard blijft het altijd een afweging hoever je meegaat en mee wilt gaan met financiers en hun invalshoeken. Je hebt een aantal kernen in het eigen onderzoeksprogramma waarvan je niet te gek veel vanaf kunt gaan wijken; doe je dat wel dan verlies je je focus. Binnen het BMTI hebben we drie onderzoekslijnen benoemd: moleculaire en cellulaire weefseltechnologie (*tissue engineering*), biomechanica en non-invasieve diagnostische technieken. Het bepalen van de grote lijnen, van de brede kaders met richtinggevende ideeën, doen we als staf gezamenlijk. We hebben frequent vergaderingen waar de onderzoeksideeën worden besproken. De meeste projecten koppelen we expliciet aan die drie grote lijnen. We hebben nauwelijks projecten die niet in de algemene strategie passen.

De drie strategische lijnen zijn overigens nog redelijk omvangrijk, binnen elk gebied is er ruimte om accenten te verleggen. Ik hou er niet van om, net als sommige collega's in Duitsland, alles te weten van één onderwerp en rond dat onderwerp te blijven onderzoeken en publiceren. Dat is niet onze stijl. Ons streven is om doorbraken van de grond te krijgen, dat wil zeggen op een bepaald terrein een meer fundamentele bijdrage te leveren waarmee allerlei nieuwe toepassingen gerealiseerd kunnen worden. Met de UT-speerpuntsubsidie die we hebben verkregen, lukt het heel aardig om vast te houden aan het werken in die drie strategische lijnen. Het geeft ons de ruimte om eigen ideeën na te volgen, ideeën die een langere tijdshorizon nodig hebben.

Een voorbeeld van een onderzoeksthema met een lange tijdshorizon betreft het uitwerken van ideeën rond cellulaire en weefseltechnologie. Het zou ideaal zijn als het mogelijk is om een heel klein kunstcelletje opgetuigd met sensoren door het lichaam te laten lopen. Zo'n thema of idee moet je in apart onderzoekbare componenten uiteen leggen. Een eis is onder andere dat zo'n celletje nergens mag blijven steken. Met dat aspect beginnen we eerst maar eens. Daarna willen we kijken of we dat celletje precies in een bepaald gebied kunnen leiden via het aanplakken van receptoren. Een vervolgstap is het onderzoeken of we ook nog een of andere sensor in zo'n celletje kunnen inbouwen. Het geheel is een waanzinnig complex idee, maar we beginnen er wel aan. We ontrafelen het in componenten en definiëren die componenten als aparte problemen. Met zo'n afgezonderd deel gaat een promovendus aan de slag. Of we het grote probleem over twintig jaar opgelost hebben of niet, interesseert ons op dit moment niet. Doel van het onderzoek is om per component van het grote onderzoeksplan zoveel mogelijk op te steken en er fundamentele inzichten uit te halen.

In hoeverre is er voor medewerkers in uw instituut sprake van een spanning tussen de mogelijkheden tot vernieuwing en het (moeten) werken in de drie vastgestelde grote onderzoekslijnen?

We gaan daar in principe heel flexibel mee om. Het is trouwens vaak meer een punt om mensen binnen te krijgen met vernieuwende ideeën dan dat er mensen beklemd raken in de geformuleerde onderzoekslijnen. De mensen met vernieuwende ideeën haal je graag binnen. Als je denkt dat iemand de persoonlijke kwaliteiten heeft om het project te laten slagen, of dat er althans een goed stuk onderzoek uitkomt, dan krijgt zo iemand wel de ruimte. Het nieuwe idee, de nieuwe onderzoekslijn moet dan wel voldoende body hebben; het dient perspectief te bieden voor het ontwikkelen van een nieuwe, samenhangende lijn in het onderzoek, zodat er in latere fasen meerdere mensen bij ingeschakeld kunnen worden. Uiteraard dient het nieuwe onderzoeksthema wel te maken te hebben met biomaterialen of met dat deel van de polymerenchemie waarmee wij hier bezig zijn. Iemand die iets wil doen in het hart van de polymerenchemie, is hier niet aan het goede adres. Er zitten dus inhoudelijke grenzen aan, het moet binnen onze brede profilering passen. Maar uiteindelijk kijken we vooral naar persoonlijke kwaliteiten, de cijfers, en wat hier ook belangrijk is: of mensen communicatief vaardig zijn. Ze moeten tenslotte ook met promovendi kunnen werken en hen aansturen, ze moeten kunnen samenwerken met mensen uit andere disciplines.

Mijn stelling is dat de eigen onderzoeksprogrammering niet zo beklemd werkt in de praktijk. We hebben in het verleden laten zien niet te beroerd te zijn om geheel nieuwe en complexe zaken op te pakken en om daar de ruimte voor te geven. Wie waagt het bijvoorbeeld om te beginnen met een thematiek als de interactie tussen bacteriën en materiaaloppervlakken? De start van deze onderzoekslijn lag bij een paar interessante publicaties rond de notie dat infecties ook gerelateerd zouden kunnen zijn aan lichaamsvreemde materialen. Wij zijn toen meer fundamenteel naar deze materie gaan kijken. Dan moet je je o.a. verdiepen in het hele probleem van infecties en kunnen samenwerken met een groep die veel kennis heeft van de microbiologie. Wij hebben die nieuwe lijn ingezet, gewoon door een promovendus aan de slag te laten gaan. Daarna zijn er meerderen gevolgd in die lijn. Gewoon een kwestie van een visie of een idee hebben en dan beginnen.

Jaap van den Herik

Hoogleraar Informatica, faculteit der Algemene Wetenschappen, vakgroep Informatica, Universiteit Maastricht.

Bijzonder hoogleraar Juridische Informatica, faculteit der Rechtsgeleerdheid, Universiteit Leiden.

Wiskunde gestudeerd aan de Vrije Universiteit Amsterdam.

Vanaf 1975 werkzaam bij de faculteit Wiskunde & Informatica, TU Delft, aldaar gepromoveerd in 1983.

Vanaf 1987 hoogleraar Informatica aan de Universiteit Maastricht, vanaf 1988 tevens hoogleraar Juridische Informatica aan de Universiteit Leiden (in deeltijd).

Aard van de vernieuwende bijdragen

Kunt u allereerst een schets geven van de gebieden of onderwerpen waarop u zelf werkzaam bent en bent geweest, en welke vernieuwende ideeën u daarbij heeft gevolgd?

Tijdens mijn wiskundestudie raakte ik geboeid door het fenomeen computer. Tot dan toe was mijn belangstelling altijd uitgegaan naar het oplossen van puzzels en problemen. De kennismaking met de computer riep bij mij de vraag op: zou die computer ook zelfstandig kunnen denken of zelfstandig beslissingen kunnen nemen? Ik begon daar van alles over te lezen en probeerde die vraag concreet in te vullen. Daar ligt, denk ik, het begin van de vernieuwing: een moeilijke vraag terugbrengen tot een concreet onderzoeksdomein.

Het woord vernieuwend heeft voor mij overigens twee betekenissen die in zekere zin samenvallen. Allereerst betekent vernieuwend: ‘wetenschappelijk iets nieuws bijdragen’, maar ten tweede ook: ‘een andere mening uitdragen dan de heersende mening op dat moment’. Het laatste betekent dat het moeilijk is om je werk en je ideeën geaccepteerd te krijgen. Dat heb ik aan den lijve ondervonden.

Als ik mijn werk moet karakteriseren naar onderwerpen waarop ik vernieuwend bezig ben geweest dan kom ik tot drie gebieden. Na de wiskundestudie richtte mijn eerste serieuze onderzoek zich op de thematiek van denkende machines op het gebied van computerschaak. Dat was op zichzelf al vernieuwend omdat in Nederland computerschaak destijds nog niet als regulier onderdeel van het wetenschappelijk onderzoek werd erkend. Het werd gezien als een spelletje, aardig, maar meer niet. Mijn bijdrage bevond zich op het

gebied van kennisrepresentatie en eindspelen. Immers een intelligente schaakcomputer zou in mijn gedachten van toen over dezelfde kennis als mensen moeten beschikken om tot dezelfde beslissingen te kunnen komen.

Naar aanleiding van mijn werk op het gebied van computerschaak, kreeg ik vanuit Leiden de vraag voorgelegd: "Als je het denken van een schaakgrootmeester kunt modelleren met een computerprogramma, kun je dan ook het denken van een rechter modelleren?" Na enkele gesprekken met de decaan van de juridische faculteit ben ik toen die uitdaging aangegaan. In mijn inaugurele rede in Leiden heb ik de vraag behandeld "kunnen computers rechtspreken?" Mijn antwoord daarop was "ja", hetgeen destijds grote beroering wekte in Nederland.

De voorpagina's van de belangrijkste dagbladen hadden ook ineens een mening over dit onderwerp. De reacties varieerden van "dit kan toch niet" tot "hij wil ons ons beroep ontnemen". Na de rede moest ik aan het werk. Met een team van enthousiaste en geïnspireerde mensen heb ik vervolgens laten zien hoe je de wet in een computertaal kunt formuleren, hoe je daarbij vage begrippen (b.v. passende arbeid of verwijtbaar werkeloos) kunt representeren in een computer. Daarna volgde het redeneren met deze kennis en het ontwikkelen van normframes. Een belangrijke ontwikkeling is verder het zogeheten *case-based reasoning*. Deze methode biedt een geweldige ondersteuning van rechters, bijvoorbeeld bij straftoemeting. Het komt de rechtsgelijkheid en rechtszekerheid ten goede. Op dit moment zijn we bezig met het begrijpen van situaties (*situation semantics*). De doorbraak is dus hier gelegen in een opeenstapeling van technieken om computers te laten rechtspreken.

De derde vernieuwende onderzoekslijn waarmee ik nu in Maastricht bezig ben, is of computers betere kunstkenneren zijn dan mensen. Hoe goed kan een computer bijvoorbeeld *De Zonnebloemen* van Van Gogh identificeren en authentifieren als een echte Van Gogh?

Bij de aanpak van dit vraagstuk maken wij gebruik van neurale netwerken. De doorbraak ligt hier opnieuw op het gebied van de kennisrepresentatie. Waar moeten we op letten, wat is belangrijk? Het grote verschil tussen mensen (kunstkenneren) en computers is dat mensen globaal kijken en dan een oordeel geven; computers kijken (overall!) lokaal en geven dan een oordeel. Voor mij is duidelijk dat overal lokaal kijken veel nauwkeuriger is dan globaal kijken en dat bij de gestaag voortgaande ontwikkeling van de technieken binnen afzienbare tijd (zeg vijftig jaar) computers veel betere beoordelaars van kunst zullen zijn dan kunstkenneren.

Als ik mijn loopbaan op een inhoudelijke manier karakteriseer dan zijn de kernvragen en de daarbij behorende antwoorden:

1. Kunnen computers schaken? Het antwoord daarop is ja.
2. Kunnen computers rechtspreken? Het antwoord is eveneens ja, op deelgebieden is dat nu al het geval, maar in mijn visie zal het ook in zijn totaliteit na verloop van tijd het geval zijn.

3. Kunnen computers optreden als kunstkenner en beter kunst authentiseren dan mensen? Mijn antwoord daarop is vooralsnog ook ja, maar daar werken we nog aan.

De gemeenschappelijke invalshoek die ten grondslag ligt aan deze drie onderzoeksgebieden is het geïnteresseerd zijn in het oplossen van puzzels door het op de juiste wijze representeren van relevante kennis. Ik zie de drie onderzoeksvragen allemaal als puzzels. Schaakspelen is een relatief eenvoudig puzzeltje. Rechtspreken is al een veel moeilijkere puzzel omdat het gaat om het oplossen van casusproblemen. Het karakteriseren van kunst is nog veel moeilijker, kunst kun je niet gemakkelijk definiëren als zodanig. De gemeenschappelijke techniek die ik gebruik in deze drie onderzoeksgebieden is het op adequate wijze ordenen van de gerepresenteerde kennis. Ik dacht vroeger dat het hier om menselijke kennis gaat, maar ik heb leren inzien dat kennis waarover mensen niet beschikken vaak nog veel belangrijker is voor het oplossen van een probleem. De vraag is natuurlijk hoe komen we aan die kennis? Mijn antwoord is: door zelflerende programma's. Voor computerprogramma's die betere prestaties gaan leveren dan kunstkenaars is deze ontwikkeling essentieel.

Zit de vernieuwing die u tot stand brengt en heeft gebracht vooral in de toepassing van puzzeloplossingsstrategieën binnen specifieke velden of gaat het ook om vernieuwing binnen de informatica als zodanig om binnen die velden zinvol te kunnen werken?

Het gaat om vernieuwing als zodanig. Ik noem kennisrepresentatie en zoektechnieken als belangrijkste dragers van de vernieuwende concepten. Oplossingsstrategieën voor bepaalde puzzels hangen nauw samen met kennis over het probleem, dus met een effectieve en efficiënte kennisrepresentatie. Verder moet de kennis gebruikt worden om het zoekproces te sturen. Het gaat hier om *goal-directed search*. Wil je iets nieuws toevoegen in een zeker toepassingsveld, dan heb je nieuwe aanpakken en technieken nodig, in dit geval technieken waarmee puzzels opgelost kunnen worden. Het zetkeuzeprobleem in het schaakspel is zo'n puzzel. De ontwikkeling van die technieken is een essentiële vernieuwing binnen de informatica. Overigens worden er nog steeds nieuwe zoektechnieken ontwikkeld, met behulp van nieuwe concepten. Dat komt omdat we een steeds dieper inzicht krijgen in de kennis die aan die zoektechnieken ten grondslag ligt. De toepassingen en het gebruik van die technieken in de verschillende velden leiden tot een technologische vernieuwing.

We hebben in Maastricht bijvoorbeeld een aantal nieuwe technieken ontwikkeld waarmee we bepaalde spelen kunnen oplossen, dat wil zeggen alle opties ervan doorrekenen. Onlangs hebben we het spel *Domineering* opgelost, en daarvoor de spelen *vier-op-een-rij* en *5-op-een-rij*, alsmede een aantal minder bekende spelen. Het oplossen van die spelen lukte niet met de bestaande technieken. Om de eindoplossingen te vinden was het nodig nieuwe technieken te ontwikkelen. Aan zo'n afgebakend vraagstuk laat je dan een aio werken. De uitkomsten van dat onderzoek kunnen we vervolgens toepassen op andere vragen en andere gebieden. Ik kan dit met twee voorbeelden toelichten. Een van mijn promovendi is onlangs gepromoveerd op het onderwerp *memory versus search in games*. Hij heeft gewerkt met transpositietabellen, een speciale techniek waar-

mee je posities kunt onthouden die je later weer gebruikt zonder dat je alles opnieuw hoeft uit te rekenen. De vraag was of je die techniek ook elders kunt toepassen. Dat kan. Bij computers heb je het zogenaamde *cache-memory*, een klein, maar heel snel toegankelijk deel van het geheugen. Daarin sla je een klein gedeelte van de beschikbare informatie op, precies dat wat je nodig hebt. De vraag is dan: wat moet de strategie zijn om te bepalen welke informatie je in dat *cache-memory* opslaat. Die strategie is volgens ons op dezelfde principes gebaseerd als de winnende strategie bij spelen. Daar moet je ook beslissingen nemen over wat je wel en niet in het geheugen houdt, wat je later wel gaat uitzoeken en wat niet. Dat onderzoek leverde dus een nieuwe benaderingswijze op, die voorts toepasbaar is op diverse gebieden.

Een andere promovendus verrichtte onderzoek naar het automatisch leren van de uitspraak van woorden met gebruikmaking van neurale netwerken. Het uitgangspunt van de studie was een zeer grote verzameling woorden met bijbehorende uitspraak. Neurale netwerken en andere *machine-learning* algoritmen werden getraind op voorbeelden uit deze dataverzameling. Vervolgens werden, in een testfase, de prestaties van deze algoritmen getest op een nieuw (niet voor training gebruikt) deel van de dataverzameling. Hieruit kwam naar voren dat ‘instantie-gebaseerd’ leren de beste prestaties opleverde. Bij instantie-gebaseerd leren worden in de trainingsfase alle voorbeelden uit de dataverzameling opgeslagen in het geheugen. Dit mag ridicuul klinken maar geheugen is tegenwoordig geen obstakel meer. Het gaat om een juiste ordening, om een goede toegankelijkheid te waarborgen. In het proefschrift concludeerde de promovendus dat bij het leren van de juiste woorduitspraak, taalkundige kennis impliciet gelaten kan worden. Met andere woorden: expliciete kennis-representaties zijn niet vereist voor het leren van de uitspraak van woorden. Tot dan toe werd door de taaltheorie vrij algemeen aangenomen dat het correct uitspreken van bekende en onbekende woorden niet mogelijk was zonder rekening te houden met de verschillende abstractieniveaus tussen spelling en uitspraak. Sterker nog, taaltheoretici stelden dat inductief-lerende methoden niet in staat zijn om woorduitspraak te leren en om de geleerde kennis toe te passen op nieuwe, onbekende woorden. Het kwam er eigenlijk op neer dat zij beweerden dat inductief-lerende methoden niet in staat zijn om uit zichzelf dergelijke abstractieniveaus te ontdekken. Het proefschrift laat zien dat deze stellingname onjuist is.

Laten dit soort principes zich ook vertalen tot bijvoorbeeld de rechtspraak? Er is ook daar een oneindige hoeveelheid mogelijkheden, waarvoor beslissingsregels nodig zijn.

De rechtspraak is inderdaad een hele duidelijke toepassing, een die is gebaseerd op *case based reasoning*. Kern van de techniek is daar niet het toepassen van bepaalde beslissingsregels, maar het beschrijven van een casus en het kijken of de ene casus gelijkenis vertoont met een andere. Om die vergelijking uit te voeren heb je een vaste ordening van mogelijke feiten nodig. In het onderzoek met een Leidse promovendus, hebben we er zes benoemd. Dat zijn: de ernst van het feit en de gevolgen, de persoonlijke omstandigheden van de dader, de omstandigheden van het geval, de onzekerheden, de processuele context, en de plaats van de straf in het bestaande beleid. Uit een hele grote verzameling van casusposities probeer je op grond van verschillende criteria een vergelijking te maken. De techniek die we daarvoor hebben ontwikkeld en

gebruiken is de *nearest neighbour*-methode. Je onderzoekt de casusposities die volgens een aantal criteria dicht bij elkaar liggen en probeert daar een consistente deelverzameling uit te halen. Dat is lastig genoeg. De rechtspraak zelf is immers niet consistent en de casusposities zijn bovendien in de loop der jaren tot stand gekomen. Die tijdsdimensie maakt het extra lastig: we denken nu bijvoorbeeld anders over abortus en euthanasie dan zo jaar geleden. De straftoemeting is in de loop der jaren ook veranderd. Je moet dus heel goed weten welke casusposities je er uit haalt. Als je eenmaal een consistente verzameling hebt, dan kun je kijken waar de nieuwe casus tussen past. Het computerprogramma kan de rechters vervolgens adviseren bij hun straftoemeting, zodat ze consistent zijn met uitspraken van hun collegae. Tot nu toe ligt dat heel gevoelig. De rechters zeggen zich aan de wet te houden. Die wet kent hen een grote mate van discretionaire bevoegdheid en een grote autonomie toe. De vraag is dus of zij zich willen schikken. De bereidheid daartoe neemt overigens toe, mede door een aantal publicaties over ongewenste verschillen in straftoemeting tussen gerechten.

Er wordt nu nog heel emotioneel gereageerd op mijn onderzoeken naar het gebruik van ICT bij rechtspraak. Ik durf echter met de nodige stelligheid te zeggen dat in de toekomst – zeg over vijftig of tachtig jaar – rechtspraak grotendeels via de computer verloopt. Dat zal zeker gelden voor de wat vaker voorkomende gevallen. Dan kun je achteraf concluderen dat Van den Herik deze ontwikkelingen al omstreeks 1990 had aangekondigd. Wat echt vernieuwend is laat zich vaak pas goed achteraf aanwijzen.

Ervaren weerstand, tegenstand als drijvende kracht

Hoeveel moeite heeft het u gekost om uw onderzoekslijnen te kunnen starten en doorzetten?

Met sommige van mijn onderzoeken heb ik duidelijk weerstand ervaren, bijvoorbeeld met mijn onderzoek naar computerschaak. Even wat achtergrond daarbij. Ik ben zelf een vrij goede schaker, ik speelde hoofdklasse. Schaken was mijn hobby. Via mijn studie wiskunde ben ik de informatica ingerold. Het leek me een geweldige uitdaging om het schaken te combineren met mijn wetenschappelijk werk en zodoende van m'n hobby mijn beroep te maken. Dat is gelukt via het computerschaken en de kunstmatige intelligentie. Een van de hoofdvragen in mijn proefschrift was welke methoden en technieken nodig zijn om een schaakprogramma op grootmeesterniveau te brengen en zelfs sterker dan de wereldkampioen te laten spelen. Het gaat daarbij om onderzoek op het gebied van kennisrepresentatie, patroonherkenning en nieuwe zoeksystemen die de strategie in bepaalde eindspelen volledig beschrijven. Die vraag vond iedereen toen buiten de orde, want schaken zou veel te moeilijk zijn: een computer kan onmogelijk spelen op het niveau van een grootmeester. Ik heb daar met Donner een hele discussie over gehad op de achterpagina van de NRC. Het is opmerkelijk, maar de grootste weerstand kwam dus in eerste instantie van de topschakers. Zij hoonden het computerschaakonderzoek, en daarmee derhalve een onderdeel van het wetenschappe-

lijk onderzoek. Dat was dan weer koren op de molen van bestudeerders want die vroegen mij vervolgens sceptisch: waar bent u eigenlijk mee bezig?

Naast de weerstand vanuit de schaakwereld, heb ik ook binnen de universitaire wereld moeten vechten om het computerschaak als serieus gebied van wetenschappelijk onderzoek aanvaard te krijgen. Daar werd aanvankelijk van hoog tot laag sceptisch over gedaan. Van de man die de kopieerapparaten beheerde en die vond dat ik maar moest betalen voor de kopietjes over schaakspelen omdat het privé zou zijn, tot aan collega wetenschappelijk onderzoekers die eenvoudig stelden dat computerschaakonderzoek geen serieuze wetenschap was. Nu was er eind jaren zeventig aan de TU Delft sowieso geen echte onderzoekscultuur. De houding was dat ingenieurs dingen maken en niet behoeven te promoveren. Tegen mij zei men dat ik als niet-ingenieur eerst maar eens een paar jaar dat maken in de vingers moest krijgen. Dat was toen nog de mentaliteit. Maar ik was een doctorandus en vond dat er wel gepromoveerd moest worden.

Verder kan ik zeggen dat bestuurders mij altijd als lastig ervaren. Ik wil immer meer en ben ambitieus, voor hen vaak te ambitieus, wil vaak net een stapje te ver. Ik roep met mijn uitspraken weerstand op, dat weet ik. Ik steek mijn mening niet onder stoelen of banken, doe binnen en buiten de universiteit gedurfde en harde uitspraken. Dat wordt niet altijd gewaardeerd; het klimaat, ook het onderzoeksklimaat is meestal behoudend. Ik ben dus zeker lastig voor anderen. Wat mij drijft is tegenstand. Als je mij actief wil krijgen, moet je me een beetje tegenwerken. Dat daagt me juist uit. Als andere mensen ergens kriebelig van worden, dan is het blijkbaar de moeite waard.

U zegt dus eigenlijk dat vernieuwing of dwarse lijnen doorzetten ook niet te gemakkelijk moet zijn, je wilt immers alleen de perspectievolle lijnen doorgang laten vinden. En wat u zegt is dat ook persoonsgebonden factoren van groot belang zijn. Mensen die niet de kracht in zich hebben om weerstanden te overwinnen, reddet het niet; ook al zijn hun ideeën nog zo prachtig.

Ja, dat is een goede samenvatting. Echte vernieuwing of het doorzetten van nieuwe ideeën gaat altijd met weerstand gepaard. Het is ook moeilijk om perspectievolle onderzoeklijnen te onderscheiden van minder perspectievolle of zelfs doodlopende richtingen. Het is absoluut zeker dat persoonsgebonden factoren van belang zijn bij het doorzetten van een onderzoek en bij het slagen ervan. Kortom als vernieuwend onderzoeker moet je je een pad banen, maar ik zal het niemand aanbevelen om mijn weg te volgen. Ik heb tegen erg veel behoudende schenen geschopt. Met de meeste mensen met wie ik meningsverschillen heb gehad, sta ik nu overigens weer op goede voet. Dat komt onder meer omdat mijn ideeën uitgekomen zijn wat het schaken en het rechtspreken betreft. Mensen draaien bij en zelf zal ik ongetwijfeld ook wel een beetje bijgedraaid zijn.

Bent u overigens zelf betrokken geweest bij de ontwikkeling van de schaakcomputer die uiteindelijk de wereldkampioen ook daadwerkelijk heeft verslagen?

Ja, indirect. Zo hebben de makers van het programma *Deep Blue* een aantal door onze mensen ontwikkelde ideeën overgenomen. Verder waren we er organisatorisch nauw bij betrokken. Uit de opbrengsten van de eerste match

(1996) hebben we bovendien geld gekregen voor de *ICCA Journal* (het wetenschappelijk Journal van de International Computer Chess Association), die in Maastricht gepubliceerd wordt. Bij de allerlaatste ontwikkelingen rond *Deep Blue* (1997), het programma dat uiteindelijk heeft gewonnen van wereldkampioen Kasparov, zijn we niet meer betrokken geweest. Daar is heel geheimzinnig over gedaan binnen IBM, daar is niemand van buiten IBM bij geweest.

Financieringsbronnen

U beschrijft dat u bepaalde weerstand heeft moeten overwinnen met uw onderzoek naar computerschaken. Hoe heeft u toch de ruimte en middelen voor uw onderzoek verkregen?
Tot nu toe heb ik nog geen universiteit meegemaakt waar het me niet gelukt is mijn eigen plannen door te voeren. Persoonlijkheid speelt daarbij een grote rol. Allereerst moet je een heldere lijn kunnen uitstippelen en bereid zijn daarvoor te vechten. Misschien is het overigens nog belangrijker dat je de mensen om je heen enthousiast maakt voor het onderwerp. Dat is inspirerend voor de groep en ook bestuurders vinden dat mooi. Ik timmer natuurlijk graag aan de weg, zoek de publiciteit op zoals in die discussie met Donner op de achterpagina van de *NRC*. Bestuurders zijn dan altijd beducht voor de goede naam van de faculteit, van de universiteit, etc. Maar gelukkig voor hen zorgde ik er voor dat Donner op de universiteit kwam schaken tegen *Belle* (1982), dat andere grootmeesters ons bezochten, dat we contact hadden met Bell Laboratories met Ken Thompson die later (1983) een *Turing Award* ontving en in 1999 de *US National Medal of Technology*, de hoogste Amerikaanse onderscheiding op het gebied van technologie. Dus onderzoek op het gebied van computerschaak moest toch wel iets voorstellen als het ook uitgevoerd werd op een prestigieus Amerikaans onderzoeksinstituut. Zo gaat het door, althans wat het onderzoek betreft en het verkrijgen van ruimte voor dat onderzoek. Ook voor rechtsprekende computers kan ik een soortgelijke ontwikkeling vertellen. Voor kunst nog niet, maar dat onderzoek staat dan ook nog betrekkelijk aan het begin van het traject. Laat ik hier opmerken dat de samenwerking met het Rijksmuseum perfect is. Misschien is dit een onderzoeksgebied waar minder weerstand vanuit de praktijk overwonnen behoeft te worden. We zullen zien hoe het verder gaat.

De onderzoekspraktijk is dat als je wat wilt, je het zelf voor elkaar moet zien te krijgen. En zo hoort het naar mijn mening ook. Ik denk dat Nederland het moet hebben van ondernemers. Ook binnen de universitaire context is meer ondernemingszin gewenst. Ik heb telkens mijn eigen weg moeten vinden want van de universiteit kreeg ik het geld niet. Toen ik hoogleraar werd en een eigen groep kreeg, ontmoette ik voortdurend bestuurders die wilden snoeien. Het ligt niet in mijn karakter om te klagen over het verloop van zaken. Als het niet lukt, moet je het maar beter doen en zien dat je elders fondsen verkrijgt.

Kunt u iets meer vertellen over hoe u uw onderzoek heeft kunnen uitvoeren, hoe u aan financiering kwam?

Ik had aan de TU Delft een aanstelling als wetenschappelijk medewerker die toegevoegd was aan de decaan. Dat was omdat ik zowel bij wiskunde als bij

informatica werkte, maar ik had zelf geen medewerkers. Als je ambitie echter groot is, dan krijg je het nooit alleen voor elkaar. Je moet derhalve relevante delen afscheiden van een groter onderzoeksgeheel en mensen vinden die daarmee aan de slag willen. Zo heb ik rond het computerschaakonderzoek gewerkt met opeenvolgende groepen studenten, heel enthousiaste groepen waren dat. Die studenten gaf ik taken die gerelateerd waren aan mijn onderzoek. We hielden colloquia waar ze hun bevindingen vertelden. Die studenten staan ook als auteurs vermeld bij de publicaties. Studenten kwamen uit zichzelf op me af, er wilden er altijd meer meedoen dan kon. Geld voor aanstellingen was er niet, maar ik kreeg toen wel eens wat geld vanuit het Delfts Universiteits Fonds of van de ComputerSchaakVereniging Nederland, een paar duizend gulden of zo. Dat maakte het voor enkele teamleden mogelijk om naar New York te gaan en deel te nemen aan de Wereldkampioenschappen Computerschaak (1983). Mijn aanstelling vormde de basis, de extra financiering bleef bij wat kruimelwerk. Nu had ik voor mijn onderzoek natuurlijk niet hele grote groepen mensen nodig om resultaten te kunnen boeken. Een groepje van vier à vijf mensen was al mooi. De benodigde kritische massa was relatief beperkt.

Toen ik in Delft eenmaal wat naam had gemaakt met het ontwikkelen van expertsystemen op het gebied van computerschaak, wilde ik het onderzoeksgebied wat uitbreiden en de zaak ook wat groter aanpakken, namelijk met parallelle machines. Daarvoor had ik wel extra financiering nodig. Ik ben toen gaan praten met de directeur van het KSEPL, het Shell-lab in Rijswijk. Die zag wel wat in mijn enthousiasme en mijn ideeën. Na een eerste gesprek zei hij dat als ik een goed plan zou schrijven, hij zou kijken of hij een parallelle machine voor me kon verkrijgen. Dus ik terug naar Delft. Ik ken de mensen bij Shell. Zo'n plan moet er de volgende dag liggen anders zijn ze het weer vergeten – het is een soort testcase. Ik heb toen met mijn studenten de hele nacht doorgewerkt en de volgende ochtend om 10.00 uur bij die Shell-directeur ons plannetje ingeleverd. Dat maakte zo'n goede indruk dat het meteen gehonoreerd werd, ik kon voor f 150.000,- aan apparatuur aanschaffen. Het werd de Ncube4+, de eerste supercomputer op een Nederlandse universiteit.

Is er een directe inhoudelijke link tussen uw onderzoekswerk en wat op dat Shell-lab gebeurde? Heeft Shell in die zin wat teruggekregen voor dat geld?

Een inhoudelijke relatie op het gebied van onderzoek was er niet. Zij deden aan het parallel uitrekenen van differentiaalvergelijkingen en wij hielden ons bezig met kennissystemen en kunstmatige intelligentie. De samenwerking was gelegen in de uitwisseling van machine-ervaringen. Het omgaan met kleine supercomputers moest aan beide zijden geleerd worden. Maar vergeet niet dat Shell door mij te sponsoren heel wat goodwill kreeg. Als docent maakte ik reclame voor ze voor vijfhonderd studenten in de informatica. Shell heeft zo op een meer indirecte manier dus heel wat teruggezien voor dat geld.

Heeft u toen ook geprobeerd NWO-gelden te verkrijgen? U kon immers inmiddels al wat laten zien.

Ik wist toen niet waar ik met mijn onderzoek op het gebied van computerschaak terecht zou kunnen bij NWO. Tegenwoordig ben ik zelf bestuurslid van SION, Sector Informatica Onderzoek Nederland. Ik overzie het dus goed en ik weet dat er eigenlijk geen loket is voor nieuw onderzoek dat niet in een

van de voorgeclassificeerde hokjes valt. Schaken heeft tegenwoordig een (goede) kans en bij mijn onderzoek naar expertsystemen in de rechtspraak is het me uiteindelijk ook gelukt. Er is een tijd lang een interdisciplinaire werkgemeenschap geweest op het snijvlak van juridisch onderzoek en informatica. Daar heb ik twee oio-plaatsen (onderzoekers in opleiding) gekregen. Verder heb ik een paar jaar geleden een project ingediend rond grensoverschrijdende communicatie met rechtscomponenten en informaticacomponenten, samen met juristen van de KUB. De eerste aanvraag kreeg ik terug met de opmerking dat ze het een goed idee vonden, maar dat het niet in de kaders paste. De tweede keer was er weer iets anders aan de hand ondanks het feit dat het voorstel hoge ratings had. De derde keer heb ik een bondgenootschap gesloten met een Leidse jurist. Maar er ging wel meer dan een jaar overheen voordat het project aangenomen was, het houdt je op. Het is niet zo dat ik daardoor de concurrentiestrijd met groepen in binnen- of buitenland heb verloren. Met die thematiek van grensoverschrijdende politiecommunicatie staan we vooraan, anderen beginnen daar niet zo snel aan.

Dat voor dit juridisch ICT-onderzoek geld beschikbaar komt, heeft ermee te maken dat recht een geaccepteerde discipline en een geaccepteerd toepassingsveld is. Voor schaken lag dat toch anders, dat lag echt buiten de onderzoeksorde. Door mijn activiteiten is de situatie nu veranderd, hoewel er tegenwoordig weer mensen zijn die denken dat de overwinning van *Deep Blue* op Kasparov het einde van het computerschaakonderzoek heeft aangekondigd. Dat is dus niet zo. Het spel is nog lang niet opgelost en er valt nog heel wat uit te zoeken en te ontdekken.

Bij de projecten rond rechtsinformatica werken we samen met vooraanstaande juristen. Dat soort samenwerkingsverbanden zijn goede vehikels vanuit een inhoudelijk oogpunt, maar ook omdat je via elkaar veel gemakkelijker toegang hebt tot andere werelden. Als ik met mijn samenwerkingspartners meega naar het ministerie van Justitie gaan alle deuren open en omgekeerd gaan voor hen via mij de deuren in de informaticawereld open.

Naar aanleiding van uw vraag wil ik graag nog iets over NWO in het algemeen zeggen. Kenmerkend voor NWO vind ik dat ze je een klein zetje geven, bij mij die twee oio's, daarna moet je het zelf weer waarmaken. Dat is op zich OK, maar alleen al daarom moet je zorgen voor een zekere variëteit in financieringsbronnen: vanuit het bedrijfsleven, vanuit ministeries, enzovoorts. Ik vind echter dat NWO bij beoordelingsprocedures erg op safe speelt. Er wordt alleen geld gegeven aan onderzoek waar echt wat uit zal komen. Ik vind dat helemaal niet slecht hoor. Het is goed voor de economie, we gooien geen geld weg. Dat past ook goed bij onze calvinistische volksaard, je krijgt waar voor je geld. Maar tegelijkertijd wordt gezegd dat we in Nederland achterlopen met de ontwikkeling van nieuwe ideeën. Dat komt natuurlijk door diezelfde beoordelingsmechanismen binnen NWO. Je kunt niet alles hebben. Als je met je beheer van gelden op safe speelt en het ook nog eens vrij gelijkelijk verdeelt, dan zijn het nooit de fabelhafte nieuwe ideeën die daar aan bod komen. Als je bereid bent te werken met *venture capital*, ligt dat totaal anders. Allereerst moet je je dan realiseren dat de helft van het geld waarschijnlijk min of meer is weggegooid. Als het goed is, komen er vervolgens uit die andere helft van het geld wel nieuwe zaken voort waarmee je voorop kunt lopen. Dat we in Nederland niet met *venture capital* werken bij onderzoek, is wel te begrijpen vanuit de

Nederlandse cultuur en mentaliteit. Het past ook bij het poldermodel. Maar dan moet je niet klagen dat we in de wetenschap niet voorop lopen.

U noemt nu de tweede en derde geldstroom als financieringsbronnen. Hoe belangrijk is de bekostiging vanuit de eerste geldstroom voor u?

Zoals ik al vertelde, moest ik het in Delft in ieder geval niet van de eerste geldstroom hebben. Behalve mijn eigen aanstelling was er niets extra's. Dat was ook logisch. Later kreeg ik wel een paar studentassistenten. In Maastricht heb ik mijn eigen groep kunnen opbouwen. Toen ik hier begon was er eigenlijk nog niks, ik kreeg één iemand toegewezen die al langer aan de universiteit zat. De rest van mijn huidige mensen heb ik in de loop van de tijd zelf aangeworven. Inmiddels bestaat mijn groep nu uit zo'n dertig mensen. Slechts een deel daarvan wordt gefinancierd uit de eerste geldstroom: naast mijn eigen aanstelling nog één UHD-plaats, drie UD's, twee aio's, een secretaresse en een systeembeheerder. Met alleen de bekostiging uit de eerste geldstroom kan ik echter het onderwijs niet rondkrijgen. Volgens de normberekeningen heeft mijn groep onderwijsverplichtingen voor 6700 uur per jaar, met alles erop en eraan. De bezetting uit de eerste geldstroom is echter omgerekend slechts goed voor ca. 4000 uur onderwijs. De universiteit wil kortom voor een dubbeltje op de eerste rang zitten. Ze zeggen in wezen dat ik die 2700 extra uren zelf maar met personeel vanuit andere geldstromen moet invullen. Dat is natuurlijk opmerkelijk, maar zo werkt het nu eenmaal. Je moet dus zorgen dat je extra mensen in huis haalt. Voor een klein deel komt dat via NWO – momenteel heb ik een postdoc en een aio vanuit NWO. Het merendeel van de extra benodigde financiering is echter afkomstig uit de derde geldstroom. Die mensen doen ook onderwijs, eigenlijk met het geld dat ze vanuit de onderzoeksprojecten hebben verdiend. In de praktijk lopen de geldstromen door elkaar heen. Niet alle mensen die ik hier heb werken drukken overigens op onze derdegeldstroombegroting. Ik heb ook een aantal 'gratis' mensen, zoals vier bijzondere hoogleraren, die op verschillende manieren betaald worden o.a. door KPN Research. Mijn stelregel is dat bijzondere hoogleraren juist in het onderwijs taken op zich moeten nemen. Daarnaast maak ik ook wel eens afspraken met bedrijven. Die willen dan iemand bij ons plaatsen vanuit hun bedrijf voor kennistransfer. Dat kan en als tegenprestatie financieren zij dan een aio.

Afsluitende opmerkingen

Heeft u ter afsluiting nog opmerkingen of aanvullende punten die in het kader van mogelijkheden voor vernieuwing van belang zijn?

Het is altijd interessant om een vergelijking met de situatie in het buitenland te maken. Als we kijken naar Canada en de VS – de landen waarmee ik de meeste ervaring heb – dan moeten we constateren dat het er daar heel anders aan toegaat. In die Amerikaanse landen krijgen mensen grants; als ze die eenmaal toegekend hebben gekregen, kunnen ze ermee doen wat ze willen. Vooral de mogelijkheid om er zelf mensen mee aan te stellen is heel belangrijk. Het sociale klimaat is in die landen minder prettig dan in Nederland, maar het biedt wel veel meer mogelijkheden om te sturen op je personeel. Zeker in kleine groepen tikt het zwaar door als er mensen tussen zitten die eigenlijk niet goed functioneren. In de VS en Canada zet je die er dan uit, hier

werkt dat zo niet. Als je het in Nederland slecht treft met je mensen, dan ben je in de aap gelogeed.

Ik wil meer in het algemeen, los van mijn eigen verhaal en hoe ik te werk ben gegaan bij het doorzetten van mijn onderzoeklijnen, tot slot nog wel wat zeggen over het niet doorgaan van de overheveling van 500 miljoen gulden van de universiteiten naar NWO. Eigenlijk vond ik die voorgestelde overheveling een heel goed verdedigbare korting op de universiteiten. Universiteiten sturen immers niet, ze durven niet intern te differentiëren. Er wordt over het algemeen keurig geëgaliseerd. Dat soort werkwijzen hebben ze nu al jarenlang tentoongespreid. Het geld naar NWO overhevelen vind ik van de andere kant ook niet geweldig. Op het beleid van NWO is eveneens het nodige aan te merken, daar hebben we het over gehad. De instituties en gevestigde belangen rond onderzoek werken naar mijn idee belemmerend voor vernieuwing. Al met al ben ik echter positief gestemd als ik kijk naar de technologische ontwikkeling, zeker op ICT-vlak. De ontwikkeling gaat heel hard en Nederland doet er goed aan mee. Er is steeds meer wisselwerking tussen de bedrijven op dat terrein en de universiteiten. Dat trekt het algehele niveau op en stimuleert universitaire mensen om echt innovatief te zijn.

Ad Lagendijk

Hoogleraar Experimentele Natuurkunde, Faculteit der Wiskunde, Informatica, Natuurkunde en Sterrenkunde, Universiteit van Amsterdam.

Fysische chemie gestudeerd aan de UvA, in 1974 aldaar gepromoveerd.

Van 1973 tot 1981 gewerkt bij de faculteit Natuurkunde van de Universiteit van Antwerpen.

Sinds 1981 werkzaam bij de (sub)faculteit Natuurkunde van de UvA, vanaf 1984 als hoogleraar.

Van 1987 tot 1996 afdelingshoofd laserfysica bij Amolf, het FOM-instituut voor Atoom- en Moleculaire Fysica.

Sinds 1996 Universiteitsprofessor Universiteit van Amsterdam.

Aard van zijn vernieuwend onderzoek: verrassend maar niet omstreden.

U staat bekend als een zeer creatieve wetenschapper, altijd met verrassende invalshoeken en nieuwe thematieken voor de dag komend. Hoe heeft u die reputatie verworven?

Mijn belangrijkste uitgangspunt is dat je moet werken aan onderzoeksonderwerpen waar nog niemand anders mee bezig is. Nieuwe ideeën en nieuwe invalshoeken, daar gaat het om. Als je als wetenschapper invloed wilt hebben in het vakgebied, je artikelen gepubliceerd wilt zien in toonaangevende tijdschriften, dan moet je niet met de grote stroom meegaan en *me-too*-onderzoek doen. Dat lijkt wellicht op het eerste gezicht arrogant: “wat heb ik nou toe te voegen aan alle kennis die er al is?” Vernieuwing hoef je echter niet als iets immens of bovenmenselijk moeilijks op te vatten. Er zijn nog zoveel onbetreden paden, dat jij als onderzoeker ook zonder bovennatuurlijke krachten de potentie hebt iets teweeg te brengen. Dan moet je natuurlijk wel je talenten goed inzetten en werken aan een vernieuwende onderzoeksthematiek of -benadering. In zekere zin is elk onderzoeksonderwerp goed, als je maar een invalshoek hanteert waar nog niemand aan heeft gedacht. Dan wordt het vanzelf spannend.

Als voorbeeld kan ik mijn eigen promotieonderzoek noemen. Het onderwerp van dat onderzoek had ik niet zelf uitgekozen, dat werd me aangewezen: het meten van elektrospins van chroom in strontiumtitanaat. Het was in wezen een onderzoek aan faseovergangen in vaste stoffen.

Het vernieuwende en ook wel dwarse van de manier waarop ik dat onderzoek heb gedaan, bestaat daarin dat ik – tegen de wil van mijn promotor in – de dingen die ik onderzocht veel dieper theoretisch wilde uitzoeken. Veel die-

per dan voor die tijd (begin jaren zeventig) gebruikelijk was. Gewoonte was destijds dat de experimentatoren de resultaten van hun proefnemingen lieten interpreteren door theoretici. Dat vond ik maar niks, ik wilde zelf mijn metingen begrijpen. Ik zag een spectrum met drie pieken, terwijl dat er theoretisch gezien eigenlijk maar één had mogen zijn. Dat wilde ik zelf kunnen verklaren, ik heb er maanden over lopen piekeren. Uiteindelijk begreep ik in een flits dat dat chroom kennelijk anders geladen was dan iedereen dacht; het bleek inderdaad dat chroom die vreemde lading had.

Daarna wilde ik die resultaten theoretisch generaliseren. Daar heb ik een lang, tamelijk wiskundig, artikel over geschreven, dat echter een tijd op de plank is blijven liggen. Mijn promotor werkte tegen. Hoe durfde ik buiten het afgebakende vakgebied te werken, buiten de onderzoekslijnen die waren bepaald. Dat was niet de stimulering die ik zocht. Dan moet je toch wel doorzettingsvermogen hebben, dat moet in je zitten. Het artikel is uiteindelijk pas na mijn promotie gepubliceerd, in een vooraanstaand tijdschrift. Dat heeft me veel zelfvertrouwen opgeleverd. Dat artikel is, zo terugkijkend, heel bepalend geweest in mijn loopbaan.

U vertelt dat u door uw dwarzheid en het volgen van uw eigen pad regelmatig weerstand heeft ondervonden. Heeft u ook op inhoudelijke gronden weerstand moeten overwinnen met uw onderzoeken?

Nee, zo ligt het niet. Mijn onderzoeken en publicaties zijn wel vaak verrassend, maar niet sterk omstreden; het valt niet buiten de gebruikelijke wetenschappelijke kaders. Met mijn onderzoek maak ik gebruik van geaccepteerde werkwijzen, ik sluit aan bij gangbare theoretische benaderingen. Wat ik doe, vindt over het algemeen juist een goede weerklank in de wetenschappelijke gemeenschap, het wordt gesteund en nagevolgd. De manier waarop ik aan het huidige onderzoeksonderwerp van mijn groep – *waves in complex media* – ben gekomen, levert daarvan een mooi voorbeeld. Op een conferentie woonde ik een lezing bij waar uitgelegd werd wat localisatie van elektronen is, het verschijnsel dat elektronen kunnen vastlopen in vaste stoffen zonder ordening. Ik had toen meteen het idee dat dezelfde effecten met licht bereikt zouden moeten kunnen worden. Met die brainwave ben ik aan de slag gegaan, dat is nu zo'n tien jaar geleden en het houdt me nog steeds bezig. In wezen is dit het toepassen van een bepaalde techniek op een ander terrein. De eerste proef die we deden was niet meer dan een eenvoudig practicumexperiment, maar het toonde zonneklaar aan dat er in ongeordende media vreemde dingen gebeuren met licht. Die publicatie trok veel aandacht, we kregen meteen allerlei uitnodigingen van *all over the world*. We hadden echt wat te pakken, een nieuw thema aangeboord. Enige tijd later toonden we als eersten aan dat in mist een andere lichtsnelheid optreedt dan normaal. Ook daarmee hebben we geweldig goed gescoord. En recent hebben we eindelijk het definitieve bewijs van lichtlocalisatie geleverd. Al met al is die *brainwave* een bijzonder vruchtbare benadering geweest.

Verkregen ruimte voor vernieuwend onderzoek

Hoe heeft u – ondanks tegenwerking – de ruimte gekregen of verworven om uw eigen onderzoeksideeën door te zetten?

Om te beginnen was het al lastig om een positie aan de universiteit te verkrijgen. Toen ik zo rond 1974 promoveerde, was de arbeidsmarkt voor scheikundigen zeer slecht. Er was in ieder geval geen plek voor mij in Nederland. In Antwerpen zetten ze toen juist een nieuwe universiteit op, daar ben ik toen aangenomen bij het natuurkundedepartement. Mijn baas daar zag wat in mij, ik kreeg de vrijheid om te werken aan mijn eigen plannen. En in mijn vakgebied kun je in je eentje en met beperkte investeringen ook een heel eind komen. Wat ik doe is immers typisch *small science*; die kleinschaligheid is voordelig, zeker voor een beginnend wetenschapper. Mensen de ruimte geven – zoals ik die heb gekregen in Antwerpen –, dat is zo verschrikkelijk belangrijk. Nadeel van in België werken was wel dat het absoluut niet serieus genomen werd in Nederland. Men keek gewoon niet naar wat ik daar deed. Ik heb het meegemaakt dat een Nederlandse hoogleraar me op een conferentie vroeg wat ik eigenlijk deed in Antwerpen. Toen ik zei dat ik research deed, keek hij me wat glazig aan en zei: “Ja, dat is natuurlijk mogelijk, research in Antwerpen.” Ook al vond ik dat ik dingen beter deed, ze luisterden niet eens naar me. Voor Nederlanders telde je absoluut niet mee. Dat maakte het ook erg lastig om een aanstelling te vinden aan een Nederlandse universiteit. Ik had de hoop eigenlijk al opgegeven. Op een gegeven moment is toen hier in Amsterdam een nieuwe hoogleraar aangesteld, een Amerikaan. Die man was aangenomen om de boel eens wat op te schudden en nieuw leven in te blazen. Hij was echt de top van de wereld en had als uitgangspunt dat je als wetenschappelijke groep alleen nieuwe dingen moet gaan doen. Er is wel eens een voorstel aan hem voorgelegd dat van hem het commentaar kreeg: “*This is milking a dead cow*”. Hij is degene geweest die hier in Amsterdam een heel andere cultuur heeft binnengebracht. Wat meer dat assertieve en agressieve. Die hoogleraar vond op zeker moment een artikel van mij bijzonder interessant. Hij is naar Antwerpen gekomen om er met mij over te praten; daar is toen uitgerold dat ik maar eens een half jaar in Amsterdam moest komen werken. Wat voor die man telde was de kwaliteit van mensen, hij had geen vooroordelen over wetenschap in België. Toen zat ik ineens bij de beste groep van Nederland, dat had ik nooit verwacht. Ik zag mijn loopbaan in de wetenschap opeens weer een heel positieve draai nemen. Na dat half jaar wilde die hoogleraar mij in Amsterdam houden, daar heeft hij heel erg veel druk voor uitgeoefend. Gevolg was dat ik uiteindelijk een vaste aanstelling heb gekregen. Na het vertrek van die Amerikaan ben ik hem als hoogleraar opgevolgd.

Om even het verhaal over mijn loopbaan af te maken: vanaf 1987 had ik een aanstelling én bij Amolf én binnen de faculteit. Dat heb ik acht jaar volgehouden, maar toen was ik het ook zat om twee functies te vervullen. Ik werkte me volledig uit de naad. Ik was halftijdshoogleraar en wilde wel weer voltijds worden als ik garanties kon krijgen dat ik veel tijd voor onderzoek zou krijgen. Daarmee ben ik naar het College van Bestuur gestapt en heb aangegeven dat ik zou vertrekken als de universiteit niet aan mijn wens kon voldoen. De rector heeft toen links en rechts eens geïnformeerd of het vertrek van Lagendijk erg zou zijn en zijn conclusies getrokken. Zo ben ik uiteindelijk een universiteitshoogleraar geworden. De algemene boodschap rond mijn loopbaan is dat je gebruik moet maken van je marktwaarde. Als je dat doet, moet

je natuurlijk wel bereid zijn eventueel consequenties te trekken: *if they call your bluff...*

Hoe staat het met de financiering van uw onderzoek, hoeveel moeite heeft u moeten doen om dat rond te krijgen?

Over financiering heb ik nooit te klagen gehad. Ik ben altijd enorm ondersteund door FOM. Het mooie van de dubbele aanstelling die ik had, bij de universiteit en bij FOM, is dat je niet afhankelijk bent van slechts één geld-schieter. Je kunt ook de twee partijen elkaar laten aanvullen. Ik wilde bijvoorbeeld een plaats regelen voor een heel goede postdoc die heel mooie resultaten had behaald. Daarvoor ben ik bij FOM gaan ronselen en heb een soort uitruil voorgesteld: ik lever één oio-plaats in, maar wil dan wel dat die postdoc bij FOM in dienst kan komen en aansluitend een vaste aanstelling krijgt binnen de faculteit. Om dat rond te krijgen moest FOM dan maar de faculteit onder druk zetten. En zo is het gebeurd. Dit voorbeeld levert een volgende algemene les: jonge wetenschappers hebben een beschermheer nodig, een sponsor, iemand die voor hen zijn gewicht in de strijd gooit. Als mensen zonder dat gewicht zaken voor zichzelf moeten regelen, dan is het heel moeilijk om ruimte te verkrijgen.

Nogmaals: over financiering hoor je mij niet klagen. Via FOM heb ik altijd de ruimte gekregen. Ik vind FOM een voortreffelijke organisatie, alhoewel er natuurlijk ook best wat op aan te merken valt. Ook binnen FOM is het bijvoorbeeld voor gevestigde namen makkelijker voet aan de grond te krijgen dan voor anderen. Ik kan me dan ook voorstellen dat het goed zou zijn als FOM aparte verdeelrondes houdt voor verschillende groepen: gescheiden voor ouderen/jongeren, voor vrouwen/mannen. Als dat dan ten koste gaat van mijn financiering, dan heb ik daar best vrede mee. Een recente nadelige ontwikkeling rond de financiering van onderzoek vind ik trouwens de nadruk op de schoolvorming. Dat speelt deels ook bij NWO, ook daar wordt nu steeds sterker geëist dat je deel uitmaakt van een groter geheel; je dient aangesloten te zijn bij een bepaalde school en deel uit te maken van een sociaal verband. Vroeger werd er meer gekeken naar persoonlijke kwaliteiten, niet zozeer naar de groepen. Die sociale structuren zijn lang niet altijd positief voor vernieuwing. Om verder duidelijk stelling te nemen: ik vind dat er weinig deugt aan de toekenning van KNAW-fellowships. Die worden verdeeld door veel te oude heren die het onderling wel regelen. Je moet vaak veel te veel tijd investeren in dat soort circuits. Dat vertik ik, ik wil mijn tijd besteden aan de wetenschap, niet aan sociale praat. Dezelfde mechanismen, maar dan nog veel erger, gelden voor EU-financiering. Dat is pas echt een crime. De verdeling van EU-onderzoeksgelden heeft niks meer te maken met inhoudelijke afwegingen; wat telt is dat je gezellig met verpolitiekte wetenschappers uit moet gaan eten.

Werkwijzen ter stimulering van vernieuwing

Wat zijn volgens u belangrijke factoren om vernieuwing te stimuleren?

Het allerbelangrijkste is om creativiteit een kans te geven. Je moet omstandigheden creëren om mensen creatieve ideeën naar voren te laten brengen, dat niet meteen de kop indrukken. Ik ben dominant en een betweter, maar mijn promovendi gaan toch tegen me in. Dat is ook het enige dat ik kan gebruiken,

ik heb niks aan mensen die meepraten. Dat ruimte geven aan creativiteit en kritiek is allemaal puur eigenbelang, het is geen altruïsme dat ik er voor mijn promovendi ben. Het zijn gewoon allemaal ontzettend slimme jongens, daar ben ik erg blij mee. Er is niks leuker dan onderling gesprekken hebben, waar iedereen wat durft te zeggen. Daar moet je expliciet ruimte voor maken binnen een groep. Zo leg ik sterk de nadruk op het weten van elkaar weten wat je doet, op betrokkenheid, van elkaar leren en openstaan voor andere gedachten. Elke dinsdagochtend bijvoorbeeld is de hele groep hier bij elkaar, ook de technici, van 9 tot 10.30 uur. Iedereen vertelt in vijf minuten wat ze die week gedaan hebben. Ik wil dat iedereen van elkaar weet wat ze doen, waarom ze chagrijnig zijn, wat er kapot is, etc. Je stimuleert zo dat ze elkaar helpen, er gaat – gelukkig – heel veel communicatie buiten mij om. Ik heb alleen één regel: als ze iets nieuws snappen dan wil ik het ook weten, ik wil blijven. Die sfeer waarin je van elkaar hoort waarmee men bezig is, is ontzettend belangrijk. Ik ken groepen waar men dat helemaal niet van elkaar weet. Dat is de dood in de pot.

Belangrijk is ook het stimuleren van een cultuur of klimaat, van begin af aan, dat studenten en medewerkers ‘dwarse’ vragen stellen, zodat ze leren niet vanzelfsprekend met de stroom mee te gaan. Die dwarsheid komt trouwens niet erg vaak voor, er zijn erg veel volgers. De combinatie van én goed zijn in een bepaald vak én voor jezelf kunnen opkomen en het goed naar voren brengen in discussies is zeldzaam. Mijn inschatting is dat maar 5% van de wetenschappers zeer creatief is, met vernieuwende onderzoeksplannen komt. Dat zijn echter vaak niet de mensen die het ook goed weten uit te werken. De andere 95% is juist goed in het uitwerken van ideeën van anderen. Die zijn voortdurend op zoek naar invalshoeken en thematieken waarmee ze aan de slag kunnen. Ik ben dan ook zeer beducht voor ‘jatwerk’ van ideeën. Als er buitenlandse wetenschappers op bezoek komen bij onze groep, dan waarschuw ik mijn promovendi dat ze de ideeën die er spelen in de groep voor zich moeten houden. Voor je het weet is iemand anders er mee aan de haal.

Overigens moet je met dwarsheid ontzettend uitkijken, het is geen inherent goede eigenschap van mensen. Het gaat niet om dwarsheid op zich, maar om de goede vragen weten te stellen en daar vasthoudend in te zijn. Maar mensen met de houding van *I-did-it-my-way*, moet je ontzettend veel kansen geven. Dat er dan een paar van mislukken, hoort erbij. Het heeft ook een voorbeeldfunctie voor anderen. Een tweede kanttekening bij dwarsheid is dat het mensen ook niet te gemakkelijk gemaakt hoeft te worden. Het is een goede zaak om te vechten voor je ideeën, om verder te kunnen komen. Een beetje weerstand hoort erbij. Scherp het maar aan, je moet maar uitleggen wat er zo bijzonder en leuk is aan je onderzoek.

Hoe pakt u het concreet aan om vernieuwende invalshoeken op het spoor te komen?

Kern is dat ik expliciet op zoek ga naar nieuwe benaderingen. Wat zijn onderwerpen waar nog niemand anders mee bezig is, waar nog niemand aan gedacht heeft? Je moet dus zoeken naar onderwerpen die nog uniek zijn, en zeker niet op de *bandwagon* springen. Laat ik een demonstratie geven van hoe dat werkt. Ik was erbij toen op een congres in New York, zo rond 1984, voor het eerst supergeleiding werd besproken. Dat was echt fantastisch, dag en nacht gingen de discussies door, in de lift en overal. Het was het Woodstock

van de fysica. Naar aanleiding van dat congres begonnen onderzoeksgroepen rond vastestoffysica over de hele wereld aan dezelfde thematiek te werken. Ook mijn faculteit aan de UvA wilde de boel omgooien, daar zijn hele discussies over geweest. Ik vond dat we absoluut niet aan die race moesten meedoen, er zijn immers nog vijfhonderd wachtenden voor je. Wat je ook doet, het beste wat je kunt doen is die anderen helpen. Daarvoor ben ik niet in de wieg gelegd. Ik kijk wel uit om op een trein te springen die al vol is. Daar valt geen eer meer te behalen. Dat heeft natuurlijk te maken met geldingsdrang, met de wens tot profilering. Ik wil onafhankelijk iets neerzetten, iets waar ik goed in ben. Maar dat is toch ook de bedoeling? Wat heb je eraan om met z'n allen hetzelfde te doen?

Hoe ik dat dan concreet aanpak, waar ik de vernieuwende invalshoeken vandaan haal? Eén methode is om altijd op twee manieren naar voordrachten te luisteren. Ten eerste gewoon inhoudelijk: wat er wordt verteld. Maar ten tweede met altijd de vraag in het achterhoofd: hoe kan ik wat ik hier hoor gebruiken voor mijn eigen werk, welke inzichten of benaderingswijzen zijn ook op een ander veld toepasbaar? Die werkwijze heeft geleid tot het onderzoek naar lichtlocalisatie waar ik eerder over vertelde.

Ook op andere manieren ben ik gericht op zoek naar nieuwe ideeën. Ik neem bijvoorbeeld vooraanstaande tijdschriften mee in bed en probeer er ideeën aan te ontlenen over wat ik nog zou kunnen doen. Het is van groot belang om over te lopen van ideeën. Ik vind datje als wetenschapper een goed antwoord klaar moet hebben als iemand morgen zegt: “Hier heb je een flinke zak geld, wat ga je ermee doen?” Dan moet je niet zeggen dat je er nog over moet nadenken, of dat je je proefschrift gaat itereren. Dan moet je een stortvloed aan ideeën kunnen spuien. Als je dat niet hebt, dan ben je geen wetenschapper. Je hoeft helemaal niet zo ontzettend goed te zijn – zoveel Einsteins lopen er tenslotte niet rond –, maar je moet het willen en er bewust naar zoeken. Daarom eis ik ook van mensen die als postdoc bij mij werken, dat ze een ander onderwerp kiezen dan waar hun proefschrift over ging. Dat levert een zekere kruisbestuiving op, je dwingt hen om met nieuwe ideeën te komen. Het vinden of kiezen van een nieuw gebied is dan de grote kunst.

Dat wisselen van onderzoeksthema is overigens niet gebruikelijk binnen universiteiten. De wens en ook noodzaak tot specialisatie vanwege de publicatiedwang werken dat tegen. Daarom vind ik het ook zo verschrikkelijk verkeerd om ‘heel precies’ naar aantallen publicaties en citaties te kijken. Natuurlijk moet je wel een zekere productie hebben, maar of iemand nou zestig of honderdzestig artikelen heeft geschreven, dat maakt niet zoveel uit. Zolang iemand maar met een zekere regelmaat publiceert. En citatiescores geven natuurlijk wel een algemeen beeld van de impact van iemands ideeën, maar daar moet je vooral niet al te precies naar kijken.

Ik heb daar wel een aardig verhaal bij. Bij Amolf kwam het FOM-bestuur eens op bezoek. Ik was toen afdelingshoofd laserfysica. Frans Saris, de toenmalige – overigens uitstekende – directeur, deed het voorstel dat alle afdelingshoofden het beste artikel van dat jaar van hun afdeling zouden inleveren, gewoon om te laten zien waarmee we bezig zijn. Ik heb toen ook een artikel ingeleverd, een tamelijk goede waar ik trots op was. Twee jaar later kwam dat bestuur terug. We hadden inmiddels al hele discussies gehad over het mis-

bruiken van citatiescores, waar ik dus erg op tegen ben. Het is een van de vele criteria, maar moet door specialisten zoals Van Raan en niet door amateurs worden gedaan. En wat had het bestuur nu gedaan? Van die ingeleverde artikelen hadden ze stiekem de citatiescores bijgehouden. En ik scoorde deze keer toevallig het hoogste. Ze begrepen niet dat ik me er toch heftig tegen bleef verzetten. Maar daar gaat het helemaal niet om, ik ben gewoon heel erg tegen amateurs die even een database inkijken. Om een lang verhaal samen te vatten: flink ego, arrogant, maar ik ben geen verliezer. Al die kritiek komt voort uit mijn kijk op het geheel, niet omdat ik rancuneus ben en al helemaal niet omdat ik geen erkenning of financiering heb gekregen.

Ik wil maar zeggen dat je een zeer duidelijk onderscheid moet maken tussen mensen die gewoon niet goed of goed genoeg zijn en diegenen die echt vernieuwend zijn maar niet aan de bak komen, bijvoorbeeld omdat ze aan de rand van bestaande wetenschapsgebieden staan. Dat vergt erg veel van degenen die daarover gaan, de bestuurders. Als je op die bestuurdersplekken goede mensen hebt, dan werkt het perfect. Sturing van buiten de eigen groep of faculteit kan heel zinvol zijn, dat kunnen mensen zijn die met een bredere en meer onbevooroordeelde blik kijken en naar anderen luisteren. Ze hoeven niet eens alle *ins and outs* van het vak te weten. De vroegere rector hier, een hoogleraar Italiaans, had dat vermogen. Daar heb ik veel respect voor. Maar er zijn er niet veel met zulke capaciteiten. De meesten berijden stokpaardjes en besturen op grond van vooroordelen en frustraties opgelopen in het verleden.

Factoren die vernieuwing belemmeren

Een logische vervolgvraag: wat werkt vernieuwing tegen?

Alles rond professionalisering van bestuur, dat is me echt een gruwel. Met de MUB is de positie van de decaan versterkt. Het streven is om van decanen professionele bestuurders te maken die deze positie fulltime en jarenlang bekleden. Als je dat doet, krijg je van die bestuurders die losstaan of komen te staan van de basis, ze hebben geen contact meer met de wetenschap. Door professionalisering krijg je ook mensen die hun stempel willen drukken en de macht naar zich toe willen trekken. Het is tenslotte hun beroep geworden. Je ziet dat nu bij de vorming van de brede β -faculteit binnen de UvA. Die schaalvergroting maakt dat de zeggenschap over van alles op een hoger niveau komt te liggen. Zo worden bijvoorbeeld de instrumentmakers van diverse vakgroepen bij elkaar gezet. Ik vind dat een verkeerde ontwikkeling, het maakt mijn werk er veel lastiger op. Ik wil snel dingen voor elkaar kunnen krijgen, niet voor alles een plan indienen. Mijn voorkeur gaat uit naar kleine, flexibele groepen waarin je zelf richting kunt bepalen. Een ander voorbeeld van bestuurlijke idiotie: omdat de faculteit groter wordt, is bepaald dat niet iedere medewerker bepaalde colloquia mag bijwonen, alleen geselecteerden – vaak hoogleraren – zijn welkom. Dat vind ik dus echt de *bloody limit*. Het is juist ontzettend belangrijk dat aio's andermans ideeën horen. Probleem met de MUB en de versterking van de positie van de decaan is dat er geen correctiemechanismen meer zijn. Het enige wat we nu hebben is de ondernemingsraad, maar daar gaat het niet over onderzoek maar over mensen die ontslagen worden. Op zich kan het goed zijn om bepaalde functionarissen de kracht en macht te geven om din-

gen door te voeren, maar er moeten wel correctiemechanismen zijn. Ze moeten weggestuurd kunnen worden.

Hiërarchisering is in het algemeen een heel slechte zaak. Er is sowieso al te veel aan dat soort sociale structuren in de universiteit. Hiërarchie en het moeten volgen van een baas werkt tegen vernieuwing. Je moet juist de ruimte geven aan dwarsheid en mislukkingen gewoon accepteren. Nederland valt wat hiërarchisch werken betreft trouwens nog mee, in Duitsland is het veel erger. Of dat dan ook betekent dat de fysica daar dan slechter is? De fysica in Duitsland heeft wel een goed niveau, het is heel solide maar naar mijn smaak niet creatief en vernieuwend.

Natuurlijk realiseer ik me dat er voor bepaalde onderzoeken, bijvoorbeeld voor de onderzoeken bij CERN, je nu eenmaal structuur en onderzoeksmangement nodig hebt. Wat ik hier vertel over vernieuwing is vooral van belang voor mijn tak van sport: de *small physics*.

Een laatste punt nog dat ik erg belangrijk vind en wat me in toenemende mate weer zorgen baart is de benoeming van hoogleraren. Dat is eigenlijk het belangrijkste sturingsmechanisme dat je hebt binnen een faculteit. In de jaren zestig waren interne benoemingen gebruikelijk, in de jaren daarna is men er gelukkig verstandiger mee omgegaan. Nu met de MUB zie je weer een versterking van het netwerken en de vriendjespolitiek. Er worden nu hoogleraarposities vervuld die niet eens in de krant hebben gestaan. Het intern vervullen van vacatures vind ik een enorm slechte zaak. In principe moet je altijd open werven en ook het buitenland erbij betrekken. Het is zo verfrissend om de interne cultuurtjes te doorbreken.

Titti Mariani

Hoogleraar celbiologie van de plant, faculteit der Natuurwetenschappen, Wiskunde en Informatica, afdeling Experimentele Plantkunde, Katholieke Universiteit Nijmegen.

Biologie gestudeerd in Napels (Italië), tevens in Napels gepromoveerd.

Na haar promotie twee jaar als postdoc aan de KU Nijmegen verbonden (1980-81).

Aansluitend gewerkt bij het European moleculair biology laboratory in Heidelberg, een van de beste moleculair-biologische instituten in Europa.

In 1985 gaan werken bij PGS (Plant Genetic Systems) in Gent (België).

In 1993 benoemd als hoogleraar Celbiologie van de plant in Nijmegen.

Aard en achtergronden van haar vernieuwend onderzoek rond planten

Kunt u – voor een leek – een schets geven van het vernieuwende van uw onderzoek en wat vertellen over de achtergronden van de totstandkoming van dat onderzoek?

Daarvoor is het belangrijk mijn loopbaan te kennen. Voor mij is de baanwisseling naar PGS, Plant Genetic Systems, in 1985 een belangrijke en grote overgang geweest. Ik stapte af van de onderzoeksthema's waar ik tot dusver aan had gewerkt: genetisch onderzoek aan dieren (de fruitvlieg) en begon te werken aan planten. Het heeft me ongeveer één jaar gekost om die overstap te maken. Ik heb echt letterlijk moeten studeren, ik wist betrekkelijk weinig van planten. Er was ook een groot verschil in de manier van aanpak, in de benaderingswijzen die plantenonderzoekers hanteerden. Ik constateerde al snel dat de moleculaire biologie van planten vrij ver achterliep bij die van dieren. Tijdens het eerste congres over planten dat ik bijwoonde, in de Verenigde Staten, toonden wetenschappers zich helemaal enthousiast over het kunnen kloneren van een klein stukje van een plant. Dat terwijl ik met de fruitvlieg al veel grotere stukken kloneerde, daarnaast nog mutagenese toepaste, genen had geïsoleerd, mutanten had gevonden, gewerkt aan recovery van mutanten, etc. In het plantenonderzoek liep men gewoon achter qua techniek. Dat was wel frustrerend om te merken.

Was die achterstand in techniek er omdat men niet goed op de hoogte was van de stand van zaken in de moleculaire biologie in het dieronderzoek of is de moleculaire biologie van planten zo anders dat er echt heel andere methoden en werkwijzen voor uitgevonden moeten worden?

Nee, de moleculaire biologie voor planten en dieren is in principe niet verschillend. De verklaring voor de achterstand van het plantenonderzoek is dat er destijds niet zoveel vernieuwende kracht was in die hoek van de biologie. Dat is een kwestie van aantallen; er is immers een veel grotere massa van wetenschappers die werkt aan dieren. Alleen al statistisch gezien is het dan vanzelfsprekend dat aan de dierenkant veel meer vernieuwing qua technieken en benaderingen tot stand komt. Onderzoekers aan planten zitten in een soort tweede lijn van vernieuwing; ze proberen om hetgeen aan de dierenkant is ontwikkeld toe te passen bij planten. Nu lopen die twee onderzoekswerelden veel meer parallel. Destijds, in de beginperiode rond 1985, moet de plant echter nog ontdekt worden als onafhankelijk modelsysteem, als systeem waarop je ook heel interessant onderzoek kunt doen.

Kun je stellen dat uw achtergrond en ervaring in dieronderzoek u veel voordelen heeft opgeleverd, voordelen omdat u andere technieken kende en die kon gaan toepassen op planten?

Ja, al met al heeft het wel grote voordelen gehad dat ik eerst jarenlang onderzoek heb gedaan aan dieren en daar de nieuwste ontwikkelingen heb meegeemaakt. Door mijn voorsprong op technisch vlak kon ik voor de plantenwereld vernieuwend onderzoek starten. Tegelijkertijd heeft het feit dat ik betrekkelijk weinig wist van planten eveneens zekere voordelen gehad. Het maakte dat ik met een frisse, onbevangen blik keek naar de materie; ik was niet belast met onderzoekstradities en vaststaande werkwijzen. Vanuit zo'n min of meer *tabula-rasa*-situatie was het gemakkelijker om te werken aan sterk vernieuwende invalshoeken. Daarbij is het belangrijk te realiseren dat ik weliswaar inhoudelijk bijna vanaf nul ben begonnen, maar wel met de nodige onderzoekservaring. Ik wist heel goed hoe ik onderzoek moest aanpakken, wat je nodig hebt aan kennis, waarnaar je moet kijken. Daardoor heb ik me in een superversnelling het plantenonderzoek eigengemaakt.

Hoe bent u te werk gegaan bij het bepalen van onderzoeksthematieken? Dat lijkt me lastig in zo'n breed en voor u nieuw veld.

Het was niet zo dat ik helemaal met een open vraagstelling kon starten. PGS is een bedrijf, we waren niet geheel vrij in de keuze van onderzoeksonderwerpen. Er was zeker veel ruimte voor vernieuwend onderzoek, maar de resultaten moesten uiteindelijk wel toegepast kunnen worden. Die randvoorwaarden waren heel duidelijk. Het bedrijf richtte zich destijds, in haar beginjaren, sterk op ziekteresistentie in planten, bijvoorbeeld resistentie tegen virussen en tegen insecten. Op zich maakten we goede vorderingen op dit vlak, maar een Amerikaans bedrijf (Monsanto) bleek meer succesvol in het op de markt brengen van haar product. Zij hadden niet zozeer betere ideeën en oplossingen, maar waren meer succesvol in het omzetten van onderzoek in producten. Wij waren net te laat met onze markttoepassingen. Als gevolg hiervan kwam de vraag sterk naar voren of PGS moest doorgaan met onderzoek naar ziekteresistentie. Ik ben toen gestart met een nieuwe onderzoekslijn: het reguleren en manipuleren van plantvoortplanting. Het gaat daarbij om zaken als man-

nelijke steriliteit, het herstellen van fertiliteit in hybride zaden, de productie van hybride zaden. Enorm belangrijk was dat we op dat moment vérgaand samenwerkten met dr. Goldberg van de UCLA die de goede *tools* had voor onderzoek naar mannelijke steriliteit. Het kunnen beschikken over die *tools* gaf een uitermate belangrijke voorsprong ten opzichte van concurrenten. Alle onderzoek rond mannelijke steriliteit en fertiliteit is binnen PGS gedaan, de ideeën en benaderingswijzen hoe dit aan te pakken zijn binnen PGS ontwikkeld. Maar dat hadden we nooit kunnen doen zonder die tools van Goldberg. Dan waren we misschien weer te laat geweest. Het onderzoek naar fertiliteit heeft uiteindelijk geresulteerd in twee artikelen in *Nature* en behoorlijk wat patenten.

Kunt u aangeven wat het vernieuwende van uw onderzoek was in vergelijking met de aanpak en benadering van andere plantenonderzoekers?

Op zich waren veel wetenschappers bezig met onderzoek naar mannelijke steriliteit en fertiliteit. Mijn grote voordeel was dat ik een flinke voorsprong had in genetische kennis. Ik overzag de consequenties van bepaalde manipulaties in een plant voor de nakomelingen, ik kon de uitkomsten zeer goed interpreteren, wist ook welke soorten combinaties van genen ik het beste kon gebruiken. Ik wist kortom precies waarmee ik bezig was en kon heel gericht werken. Bijvoorbeeld met één locus omdat de segregatie zuiverder is, met de goede *selectable marker*. De manier waarop ik met mijn groep aan mannelijke steriliteit werkte, was daarmee heel anders dan hoe anderen eraan werkten. Velen dachten pollenspecifieke genen te kunnen gebruiken om te komen tot mannelijke steriliteit. Dat lijkt intuïtief inderdaad de meest directe benadering: je wilt uiteindelijk pollen elimineren, dus ga je werken aan pollen. Maar met mijn genetische achtergrond realiseerde ik me dat het zo niet werkte; vanwege genetische termijnen moet je al veel eerder gaan manipuleren, vóór de pollenvorming, bij de spoorvorming wil je vernietiging van pollen bewerkstelligen.

Mijn werkwijze is uiteindelijk *standard practice* geworden. Dat is natuurlijk mooi maar het heeft ook een boemerangeffect gehad. Het onderzoek is zo'n succes geworden dat het ook in allerlei andere gewassen – naast koolzaad dat ik in eerste instantie als modelsysteem had gebruikt – toegepast kon en moest worden: in witlof, sla, katoen, maïs en ga zo maar door. Ik was het inmiddels al lang zat, het werd routinewerk. Dat was voor mij als wetenschapper weinig uitdagend meer. Zolang wij (ik met mijn drie analisten) echt nieuwe dingen konden ontdekken, was het onderzoek naar mannelijke steriliteit en fertiliteit bijzonder boeiend. Nadat we de principes hadden vastgesteld en de systematische aanpak hadden geperfectioneerd, werd het echter een kwestie van stug doorwerken.

Ik ben in augustus 1987 begonnen met het onderzoek naar mannelijke steriliteit, zo ongeveer van scratch. En in 1992 waren we eigenlijk helemaal klaar, waren alle gewassen de revue gepasseerd. Ik heb dat hele onderzoekstraject mee uitgevoerd. Ondertussen had ik wel weer andere, nieuwe onderzoekslijnen opgezet. Zo kwam uit gesprekken met plantenkwekers de behoefte naar voren om de mannelijke steriliteit ook weer te kunnen restaureren. Hoe dat tot stand te brengen, moest nog echt uitgevonden worden. Het beantwoorden van die vraag vergde opnieuw veel genetica-onderzoek: eerst transformatie van planten, daarna selectie van de beste getransformeerde planten en daarna nog weer kruisingen om te testen of het systeem kan werken zoals bedoeld.

Daar gaat dus een paar jaar overheen voordat het rond is. Ook die onderzoekslijn was echter omstreeks 1992 afgerond. Om de tijdsfasering aan te geven: in 1990 heb ik over mannelijke steriliteit gepubliceerd in *Nature*, in 1992 over de restauratie van steriliteit.

Keuzevrijheid en ruimte voor onderzoek

Het klinkt alsof u altijd volop de ruimte en vrijheid heeft gehad binnen PGS om – geheel naar eigen inzicht onderzoekslijnen – op te zetten en te volgen. Was wellicht van het begin af aan duidelijk dat uw onderzoeken zeer veelbelovende waren?

Daar valt een mooi verhaal over te vertellen. Toen ik begon met het onderzoek naar mannelijke steriliteit was het niet zo duidelijk dat het genetisch karakter ervan zo belangrijk was. Ik had de ruimte om toch dat nieuwe pad in te slaan omdat aan het onderzoek naar virusresistentie eigenlijk niks meer te doen was. Mijn onderzoek naar mannelijke steriliteit bood wel nieuwe openingen, maar zeker in het begin was onduidelijk hoeveel eruit zou kunnen komen.

Nu was PGS destijds net gestart, er werkten ca. 30 mensen op hoog kennisniveau. Het bedrijf richtte zich op een nieuw veld: moleculaire biologie van planten, zonder dat duidelijk was afgebakend op welke deelgebieden het bedrijf bezig zou moeten zijn om succesvol te zijn. Het bedrijf is gestart vanuit de algemene gedachte dat de biotechnologie de toekomst heeft, dat daar vele uitdagingen en mogelijkheden voor winst liggen. Na een paar jaar veranderde die heel vrije aanpak. Zo begin 1989 kwam er een fantastische manager uit Amerika. Hij heeft veel energie gestoken in het helder krijgen welke projecten het meest succesvol zouden kunnen zijn voor PGS. Die man heeft met alle groepsleiders gesproken, in grote mate van detail: wat hield je project in, hoe werkte je eraan, wat was de stand van zaken, hoe wilde je verder? Hij was wetenschappelijk goed onderlegd en prettig om te spreken. Uitkomst van die gespreksronde was dat mijn project rond mannelijke steriliteit als meest kansrijk werd betiteld. Bijna alle andere projecten binnen PGS kenschetste hij als vooral hobby's. Dat heeft mijn leven wel veranderd. Vanaf dat moment kreeg ik alle ruimte, maar had ook meer te maken met competitie en jaloezie. Als een project als potentiële goudmijn wordt aangemerkt, dan is de rest daar begrijpelijkerwijs niet zo blij mee. Daar kwam nog eens bij dat ik ook binnen PGS de enige vrouwelijke wetenschapper op hoog niveau was. Er is wel geprobeerd om in mijn project in te breken, het project van me over te nemen. Misschien was ik wel een beetje paranoïde, maar ik heb het echt moeten afschermen. De pers maakte het ook bont. Die schreven bijvoorbeeld dat het project was uitgevoerd door de directeur van PGS, een man die bij wijze van spreken nog nooit een plant had gezien. Dan verschenen er stukken in de krant, compleet met foto's van die man in de kas, terwijl hij er normaal nooit kwam. Dat ik niet werd gevraagd voor perspresentaties komt waarschijnlijk ook wel omdat ik buitenlandse ben, vanwege de taal. Maar mijn vrouw-zijn speelde in het bedrijf zeker ook een rol, er was een vrij sterke masculiene cultuur. Er waren wel veel vrouwen, maar vooral op lagere functieniveaus, veel analisten. Het is me uiteindelijk wel gelukt om alle credits voor mijn werk te krijgen. Het was ook overduidelijk mijn werk, daar was geen discussie over mogelijk.

Al met al heb ik veel gehad aan die hele periode bij PGS. Het is heel leerzaam geweest, niet alleen wetenschapsinhoudelijk, maar ook voor wat betreft de manier van werken. Ik heb er leren plannen en ben er veel praktischer en efficiënter door geworden. Dat geldt niet alleen voor het dagelijkse onderzoekswerk, maar ook voor het meer strategische denken, het uitzetten van de grote lijnen. Ik heb geleerd te overzien wat de consequenties – nu en in de toekomst – zijn van het inslaan van bepaalde paden. Die vaardigheden komen me hier op de universiteit goed van pas. Ik vind eigenlijk dat iedere hoogleraar een tijd in een bedrijf zou moeten werken. Op de universiteit wordt wel veel gesproken over bedrijfsmatig werken, maar weinigen weten echt wat het is.

Even als advocaat van de duivel: betekent het efficiënter en praktischer werken dat u in uw keuze van onderzoekslijnen kiest voor die thema's die 'veilig' zijn en zeker wat zullen gaan opleveren in plaats van de onzekere en sterk risicodragende thema's?

Nee, dat is niet zo. Toen ik hier kwam, moest ik een onderzoeksthema kiezen. Ik wilde wat nieuws beginnen, maar wel mijn opgedane kennis en ervaring bij PGS blijven benutten. Dat is al een vorm van praktisch denken en efficiëntie. Dus heb ik gekozen voor een thema binnen de voortplantingsbiologie: de herkenning tussen pollen en stamper. Die herkenning is van groot belang om tot bevruchting te komen. Dat thema sluit goed aan bij mijn expertise en ook bij de expertise van anderen die in de vakgroep werkten: veelal morfologen die sterk waren in cytologie. Daar heb ik bewust goed op gelet, zodat ik gebruik kon maken van een maximale kritische massa van mensen. Je moet mensen inzetten in onderzoek waar ze wat aan kunnen bijdragen. Dat is ook efficiëntie in werkwijze. Je kunt niet verwachten dat mensen zomaar veranderen van morfologen naar moleculaire biologen. Slim inzetten van de beschikbare menskracht en gebruik maken van aanwezige expertise dus. Ik heb me overigens niet beperkt gevoeld in mijn onderzoeksprogrammering vanwege de mensen die hier al werkten. Ik ben gaan werken aan de projecten die ik bijzonder interessant vond, maar wel rekening houdend met de expertise van de mensen die hier al zaten. Dat dit goed heeft uitgepakt kan ik wel illustreren: een van mijn analisten staat als eerste auteur op de meest recente *Nature*-publicatie die ik hier vanuit de universiteit heb gerealiseerd. Zij had voorheen niet met DNA gewerkt; ze is morfooloog, geen moleculaire bioloog alhoewel ze na mijn komst een cursus op dat gebied heeft gevolgd. Als je met goede onderzoeksideeën mensen in jouw richting kunt sturen, kun je een heel eind komen. Dat sturen en richting geven moet je wel doen; je moet duidelijk je stempel drukken. Dat geldt zeker voor analisten, in mindere mate voor collegawetenschappers.

Wat is het vernieuwende aan uw huidige onderzoekslijn rond de herkenning van pollen en stamper?

In Nederland zijn we de enige die specifiek met deze thematiek bezig zijn. Elders in Europa zijn er enkele andere groepen; daar werken we mee samen. In Amerika zijn er veel meer groepen bezig met dezelfde thematiek, ook daarmee werken we samen.

Ook bij deze onderzoekslijn – net zoals bij mijn eerder onderzoek naar mannelijke steriliteit – werken we vanuit een wat andere aanpak dan op veel andere plekken gebeurt. Helaas hebben we nu niet het gereedschap beschikbaar om de technieken uit te voeren. Die voorsprong hebben we ditmaal niet.

Pas nadat we zelf het gereedschap hebben ontwikkeld, kan ik de toepasbaarheid van mijn aanpak aantonen. Die aanpak is naar mijn mening duidelijk vernieuwend, ik ga anders te werk dan anderen. Het is wederom sterker getiteld gericht dan wat de meesten doen. We zullen zien welke aanpak het wint, ik denk dat wij goede kansen hebben.

Met dit onderzoek ga ik overigens niet tegen de stroom in, het is een onderzoeksthematiek die algemeen als belangrijk en interessant wordt gezien. Zo tegen de stroom ingaan, dat zou ik ook niet willen. Dan heb je veel meer problemen om middelen te verkrijgen uit de tweede en derde geldstroom. En ook voor je medewerkers, vooral je aio's, is dat soort 'dwars' onderzoek lastig: zij moeten zich met hun onderzoek een plaats veroveren in de wetenschappelijke gemeenschap. Als ik meer risicodragend onderzoek wil doen, heel ongewis, dan doe ik dat met mijn analisten en niet met aio's. Die analisten van me zet ik dus in op hoog niveau, niet om oplossingen te maken of zo.

Belemmerende en bevorderende factoren voor vernieuwing in onderzoek

Als ik nu heel open aan u vraag wat de belangrijkste factoren zijn die vernieuwing stimuleren en wat tegenwerkt, wat komt er dan bij u naar boven?

Wat vernieuwing mogelijk maakt, is de goede onderzoekinfrastructuur hier. We hebben de mogelijkheden in het lab om het onderzoek te doen zoals ik wil. En ik heb stimulerende collega's binnen en buiten de faculteit met wie ik weliswaar niet in detail kan overleggen omdat ze op andere gebieden werken, maar die toch in grote lijnen kunnen meedenken. Soms levert dat ideeën op over aanpakken die je ook zou kunnen proberen, aanpakken die zij in hun onderzoek volgen. Dat geldt ook voor bepaalde apparatuur die we gezamenlijk gebruiken. Het is in die zin behoorlijk multidisciplinair zoals we hier werken. Die uitwisseling van ideeën en aanpakken komt er helaas niet vaak genoeg van om tot echt rijke discussies te leiden, maar desondanks is het heel stimulerend.

Mijn hoogleraarschap hier op de universiteit is voor mij mijn eerste echte baan in de academische sfeer. Daarvoor heb ik gewerkt bij onderzoeksinstituten en in het bedrijf PGS. Wat mij opvalt is dat – helaas – bij bepaalde mensen het werken op een universiteit leidt tot een zekere rigiditeit. Rigiditeit in de zin dat mensen niet zo flexibel zijn in het wisselen van onderzoeksthematieken en het gericht zoeken naar kennis die elders aanwezig is. Ze hebben op een gegeven moment een bepaald eigen territorium en dat blijft zo. Ik ben zelf niet zo, ik vind territoria niet interessant. Als ik bezig ben met een onderzoek en daar kennis van anderen voor nodig heb, stap ik op die personen af en leg mijn problemen voor. Ik ben daar zelf heel flexibel in. Ik heb in mijn eerdere niet-universitaire werkkringen geleerd om kennis bij anderen te gaan halen en in die zin om doelgericht en efficiënt te werken. In mijn huidige werk stap ik nog steeds naar anderen toe. Mijn ervaring is dat mensen over het algemeen wel degelijk bereid zijn mee te denken en te werken. Men is open genoeg. Ik heb nog niet meegemaakt dat men mij niet wilde helpen. Ik ben nu bijvoorbeeld bezig met een onderzoeksproject waarvoor een analiste van mij biofysische proefnemingen moet uitvoeren. In Nijmegen hebben we de beno-

digde apparatuur niet, ze gaat daarvoor regelmatig naar Wageningen. Dat vergt dan twintig minuten rijden, maar dat is toch geen probleem? Het land is zo klein, en met de nieuwe communicatiemiddelen maakt afstand eigenlijk ook niet meer uit. Dat soort samenwerking gebeurt echter veel te weinig. Schaalgrootte maakt daarom naar mijn idee niet zo heel veel uit. Mijn eigen groep is bijvoorbeeld maar beperkt van omvang: naast mezelf nog één UHD, twee postdocs, zes aio/oio's en twee analisten. Grote onderzoekscentra, zoals in Amerika, zijn naar mijn idee niet per se noodzakelijk om tot kwalitatief goede prestaties te komen. Ik ken ook kleine groepen die juist een geweldige output leveren. Schaalgrootte is dus niet synoniem met kwaliteit van output. Het hangt sterk af van de mensen die er zitten. En als die mensen goed samenwerken, kunnen ze veel tot stand brengen. Dat samenwerken kan natuurlijk ook goed tussen universiteiten. Je moet het dan wel expliciet zelf opzoeken.

Als we aan de andere, negatieve kant kijken, wat werkt dan vernieuwing tegen?

Het gebrek aan kritische massa, toch wel. Naarmate er meer mensen aan een onderzoekslijn werken, kun je meer bereiken. Het geeft een zekere versnelling in je onderzoek. Wat ik verder als een echt nadeel ben gaan ervaren van een kleine groep in een behoorlijk multidisciplinaire faculteit, is dat je altijd strijd moet leveren om de middelen. Al snel wordt gevraagd: "Waarom heb je zoveel geld nodig voor je onderzoek, waarvoor zijn de kassen nodig?". Mensen die niet met planten werken, zien niet zo goed in waar die kassen goed voor zijn en waarom er menskracht nodig is om in de kassen te werken. Bijkomend punt is dat de subfaculteit biologie in Nijmegen sterk is gericht op de medische faculteit. Voor mijn groep is dat geen logische samenwerkingspartner. Het maakt dat we in zekere zin behoren tot een uithoek van de faculteit. Het College van Bestuur zal eerder bereid zijn rekening te houden met en te investeren in een grote faculteit en in groepen die met die faculteit samenwerken, dan in het kleine groepje van mevrouw Mariani. Ik probeer dat te compenseren door heel goed te zijn, zodat ze mijn groep niet opzij kunnen zetten. De ruimte die je krijgt en de strijd om middelen heeft zo bekeken ook te maken met de profilering van de universiteit.

Sprekend over profilering: mijn groepje hier in Nijmegen hoort eigenlijk bij een groep die zich bezig houdt met zoetwaterbiologie. Op het moment hebben we daar nog niet zoveel mee te doen, we hebben nog weinig contacten en samenwerking met die collega's. Ik ben echter wel van plan om wat onderzoek in die richting te starten. Ik blijf me dan wel richten op de voortplanting van planten, maar dan in een aquatische omgeving. Met een of twee mensen wil ik zo'n nieuwe lijn beginnen. Het is ontzettend fascinerend te bedenken hoe pollen stampers herkennen en bereiken in water. Er is nog weinig onderzoek op dat vlak gedaan. Het is misschien minder biotechnologisch en daarmee minder verkoopbaar, maar het is wel een heel nieuw en heel boeiend onderzoeks-onderwerp.

U vertelt dat u moet knokken voor de middelen in de faculteit. Hoe zit dat bij NWO, krijgt u daar voet aan de grond?

Ik ben hier nu vijf jaar. Toen ik hier kwam, heb ik onmiddellijk een aanvraag ingediend samen met anderen. Dat was misschien een verkeerd moment. Mensen kenden me nog niet, althans niet in een universitaire context. Dat

voorstel werd dus niet gehonoreerd, maar ik heb geen *hard feelings*. Ik weet nu wat nodig is om je onderzoeksvorstellen gehonoreerd te krijgen: je moet eerst laten zien dat het onderzoek kan en zal lukken. NWO neemt in die zin dus weinig risico. Het wordt ook als criterium gebruikt. Wanneer een *referee* zegt dat het onderzoek te risicovol is, dat het niet goed is voor een aio, dan krijgt het onmiddellijk een negatief accent. Risicodragende projecten worden dus in Nederland binnen de tweede geldstroom niet gehonoreerd.

In het buitenland ligt dat anders. In Amerika wordt naar mijn mening veel objectiever gekeken naar onderzoeksvorstellen. Objectiever in de zin dat men meer bereid is risico's te accepteren, zolang men inziet dat het ook heel veel nieuws kan opleveren als het wél lukt. Een *educated guess*, een goed onderbouwd voorstel waarin bepaalde risico's zitten, wordt daar meer geaccepteerd dan hier. Het verkrijgen van middelen is echter erg moeilijk in Amerika, de competitie is enorm.

Als u geheel naar eigen inzicht onderzoeksvorstellen zou indienen, zou u dan andere plannen indienen dan u nu doet? Schrijft u de voorstellen nu voor NWO toch wat minder risicovol op?

Nee, zo werkt het niet. Ik zou dezelfde onderwerpen aan de orde stellen. Ik denk wel dat ik met mijn plannen in Amerika meer voet aan de grond zou krijgen. Daar is het nu eenmaal meer geaccepteerd om risico's nemen, men kijkt daar wat breder. NWO is in die zin wat behoudend. Die behoudendheid ligt overigens naar mijn mening mede aan het systeem van *referees*. Als wordt gewerkt met Nederlandse beoordelaars, is de kans groot dat ze zelf belangen hebben bij de verdeling van gelden, hetgeen de waardering van onderzoeksvorstellen van anderen kan beïnvloeden. De beoordelaars zijn trouwens over het algemeen voldoende breed onderlegd en capabel om voorstellen uit verschillende hoeken te kunnen waarderen. Het is niet zo dat mijn onderzoeksvorstellen buiten boord vallen bij gebrek aan relevante deskundigheid bij beoordelaars. Wel probeer ik nadrukkelijk het projectvoorstel zo simpel en duidelijk mogelijk op te schrijven, zodat het ook voor mensen die niet direct in mijn vakgebied werkzaam zijn goed te volgen is.

Al met al ben ik ervan overtuigd dat het parcours dat je moet afleggen inhoudt, dat je eerst jezelf moet bewijzen. Eerst laten zien wat je kan, welke mogelijkheden jouw aanpak biedt. Pas daarna kunnen je collega's vertrouwen hebben dat jij en je groep een goede omgeving bieden voor een aio of oio om in te werken. Dat betekent dat je de eerste geldstroomgelden nodig hebt om de eerste stappen te zetten. Pas daarna kun je een beroep doen op financiering vanuit de tweede en derde geldstroom. Ik ben niet blij met deze gang van zaken, ik ben het er niet helemaal mee eens, maar ik heb geaccepteerd dat het zo werkt. Ik moet het er maar mee doen. Als je mij vraagt hoe het systeem verbeterd zou kunnen worden, zou ik bijvoorbeeld alle voorstellen altijd naar buitenlandse *referees* sturen om zodoende belangenverstremming – of de schijn daarvan – tegen te gaan.

U heeft enkele punten genoemd die in uw situatie belemmerend en bevorderend hebben gewerkt voor vernieuwing. Zijn er nog punten die in meer algemene zin volgens u van belang zijn?

Wetenschappers in Nederland moeten volgens mij vrij sterk, misschien wel te sterk, letten op de haalbaarheid van aio-projecten, van publicaties, en dergelij-

ke. Daar word je immers op afgerekend, je moet goed blijven scoren, elk jaar opnieuw. Dat dwingt je welhaast om met je onderzoeksprojecten aan de veilige kant te blijven. Die mechanismen kunnen vernieuwing belemmeren. Je ontkomt er alleen aan als je een zodanige omvang en planning van onderzoek hebt, dat je met een deel van je middelen kunt 'scoren' in de meer veilige onderzoekslijnen, en een deel op vernieuwende, risicodragende projecten kunt inzetten. Die noodzaak om te scoren is er in Amerika aan de universiteiten natuurlijk ook. Volgens mij is het dan ook zo dat echte innovatie, zeker op het terrein van de moleculaire biologie, veelal in bedrijven tot stand komt. Mensen die in een bedrijf werken, of met een bedrijf, kunnen makkelijker met echte nieuwe projecten of aanpakken komen. Zij hoeven niet per se te publiceren, onderzoek moet daar bij voorkeur leiden tot patenten. De vernieuwing wordt dan ook vanuit bedrijven juist enorm gestimuleerd, er is meer ruimte om te experimenteren.

Misschien moeten we de vernieuwing daarom ook niet meer verwachten vanuit de universiteit. Het is het een of het ander: veel moeten publiceren, aio's binnen vier jaar laten promoveren, het binnen vooraf gedefinieerde programmalijnen moeten werken; dat alles staat op gespannen voet met echte vernieuwing. De manier van werken binnen universiteiten, met alle spelregels er om heen, heeft zeker grote voordelen, maar er zitten ook nadelen aan vast. Die moet je onder ogen zien. Een nadeel is bijvoorbeeld gerelateerd aan de neiging om onderzoek in toenemende mate programmatisch te willen laten verlopen. Ik werk zelf veel voor de EU. Om daar met onderzoeksvoorstellen te scoren moet je sterk focussen op de *keywords* die in het lopende programma prevaleren. Je moet binnen de definities van het programma blijven. Dat leidt tot scoren op de kortere termijn, en het risico dat je met je onderzoek achter gaat lopen bij de laatste ontwikkelingen. Er wordt niets nieuws gegeneerd; het zijn de reeds bekende, bestaande lijnen die verder worden uitgewerkt. Een ander probleem is dat, als het programma afloopt, er weer nieuwe keywords de boventoon krijgen waarop het onderzoek gericht dient te zijn. Het punt is derhalve dat je constant achter het geld aanloopt en dat de grote ontwikkelingslijnen in het onderzoek ondergesneeuwd dreigen te raken. Jouw onderzoek moet immers maar net in de omschreven, veranderende programma's passen. Uiteraard is het mogelijk met wat cosmetica en bepaalde formuleringen je onderzoeksvoorstellen toch in de bestaande programmering onder te brengen. Wetenschappers zijn slim genoeg om dat te doen, dat soort gedrag wordt ook uitgelokt.

Mijn overtuiging is dat voor echte vernieuwing, om tot geniale inzichten te komen, je moet zorgen dat het grondwerk goed is. Je moet een goede basis leggen door duidelijke lijnen in je onderzoek aan te houden. Onderzoeksprogrammering vanuit externe financierende instanties en de noodzaak om je te richten op deelname aan die programma's, kan in die zin op langere termijn creativiteit doden en innovatie in de wetenschap belemmeren. De cumulatieve effecten van die programmering, de publicatiedwang, aio's die binnen vier jaar klaar moeten zijn, de nadruk op haalbaarheid; dat alles bij elkaar levert een enorm keurslijf op dat niet bevorderlijk is voor vernieuwing.

Iets waar we het ook al deels over hebben gehad, betreft de mogelijkheden en wil om samen te werken. Mijn inschatting is dat het vermogen tot samenwerking in Nederland gering is, maar dat de mogelijkheden er wel zijn. Het

gebeurt gewoonweg te weinig. Er is in Nederland weinig traditie met interdisciplinariteit, terwijl mijn ervaring is – en dat zullen velen met me eens zijn – dat de beste en spannendste vernieuwingen tot stand komen op de grensgebieden tussen disciplines. In Nederland zijn de disciplines over het algemeen strak gescheiden in (sub)faculteiten. In Italië daarentegen is er, voorzover ik kan overzien, meer samenwerking tussen bijvoorbeeld biologen en andere natuurwetenschappers. Nu ben ik ook lange tijd vermeld geweest. Ik heb gewerkt in instituten en R&D-afdelingen waar allerlei disciplines al in huis waren. Binnen universiteiten moet naar mijn mening meer worden samengewerkt dan nu gebeurt. Je kunt het niet meer alleen met je eigen discipline doen. Binnen NWO wordt dat terdege onderkend, er zijn bijvoorbeeld programma's rond biologische fysica. Interdisciplinariteit is momenteel erg trendy. Ook op universitair niveau, door het CvB, wordt het belang van interdisciplinariteit onderkend. Er zijn stimuleringsgelden om synergie tussen faculteiten te faciliteren. Ik vraag me wel af of het gebruik van het label 'interdisciplinariteit' voor veel mensen niet alleen een nieuwe manier is om geld te verkrijgen. Ik zie het gebeuren dat men samen een plan schrijft, het geld binnenhaalt en dat de partijen vervolgens ieder huns weegs gaan. Maar hoe het ook zij: het klimaat voor vernieuwing, voor interdisciplinaire samenwerking is op het moment goed.

Wat ik hier als belemmerende factoren voor vernieuwing noem, is niet bedoeld als klaagverhaal hoor. In Nederland is wetenschapsbeoefening veel beter geregeld dan in menig ander land. Veel zaken lopen hier net wat beter of prettiger: er is geld, er is een goede infrastructuur qua apparaten, gebouwen, laboratoria. Samenwerking is mogelijk, het gaat er hier minder competitief en daardoor minder afschermend aan toe dan in bijvoorbeeld Amerika.

Een laatste vraag nog over een wat ander punt. Maakt naar uw mening het feit dat u vrouw bent wat uit bij de beoordeling van onderzoeksvorstellen en in bredere zin voor vernieuwing?

Nee, dat geloof ik niet. Het is wel zo dat ik werk en altijd heb gewerkt in een omgeving met veel meer mannen. Het aandeel vrouwelijke hoogleraren is hier erg gering. Ondanks dat heb ik nooit het gevoel gehad dat het vrouw zijn mij heeft tegengewerkt, of althans maar heel weinig. Wat in mijn geval meer heeft tegengewerkt, is het feit dat ik buitenlandse ben en me niet helemaal goed in het Nederlands kan uitdrukken.

In generaliserende zin sprekend, denk ik wel dat vrouwen dingen op een wat andere manier aanpakken en doen dan mannen. De sfeer rond een vrouwelijke leider is anders dan rond een mannelijke leider. Dat hangt natuurlijk sterk af van de persoon. Dat ik buitenlands ben is over het algemeen niet zo handig. Maar Italiaanse zijn, wordt vaak wel positief ervaren. Zuidelijke mensen brengen meer warmte mee, zijn meer moederachtig. In die zin is het in deze groep wel een voordeel om vrouw te zijn. Mijn aio's luisteren denk ik beter naar mij dan naar een mannelijke leider. Ik geef hen zo nu en dan een aai over de bol, ze accepteren daarom misschien ook meer.

Is het voor u sowieso een strijd geweest om als vrouw te gaan studeren, promoveren, aan een universiteit te werken, naar het buitenland te gaan?

Integendeel. Ik zal je een observatie vertellen van toen ik hier in Nijmegen voor het eerst kwam werken als postdoc, zo rond 1980. De geringe arbeidsparticipatie van vrouwen in Nederland is mij toen echt opgevallen. Niet alleen aan de universiteit, maar overal. De verklaring daarvoor is, denk ik, dat Nederland een rijk land is waar vrouwen niet hoeven te werken om voldoende gezinsinkomen te genereren. In Italië is dat juist vaak wel nodig, dat maakt dat er een oudere traditie is van werkende vrouwen dan hier. Als er meer traditie is, is het ook makkelijker om te gaan studeren en op hogere niveaus te komen. In Italië zijn er dan ook veel meer vrouwen in de wetenschap dan hier. Italiaanse vrouwen zijn in het algemeen meer geëmancipeerd dan in Nederland, zo lijkt het wel. Sinds 1980 is er natuurlijk wel wat veranderd; veel vrouwen werken niet omdat het voor het geld nodig is, maar omdat ze het zelf willen.

Rutger van Santen

Hoogleraar Katalyse, faculteit Scheikundige Technologie, capaciteitsgroep Anorganische Chemie, Technische Universiteit Eindhoven.

Scheikunde gestudeerd in Leiden, aldaar gepromoveerd in 1971; aansluitend een postdoctoral fellowship in California.

Vanaf 1972 werkzaam bij Koninklijke/Shell Laboratorium Amsterdam, diverse functies in katalyseonderzoek.

In 1986 naast zijn Shell-werkzaamheden deeltijdhoogleraar oppervlaktechemie aan de TU Eindhoven. Vanaf 1988 voltijds hoogleraar katalyse aan de TUE.

Sinds 1990 wetenschappelijk directeur van het Schuit Katalyse Instituut te Eindhoven en vanaf 1992 de eerste wetenschappelijk directeur van de onderzoeksschool NIOK, Nederlands Instituut voor Onderzoek in de Katalyse.

NWO Spinoza-laureaat in 1998.

Vernieuwing en weerstand tegen vernieuwing in het onderzoeksgebied katalyse.

Doel van dit interview is het bespreken van de aanwezige ruimte maar ook de belemmeringen voor vernieuwing in onderzoek, zoals u dit ervaart en heeft ervaren in uw eigen onderzoekspraktijk. Kunt u als achtergrond hierbij aangeven wat naar uw mening de belangrijkste vernieuwingen in uw vakgebied zijn waaraan u heeft bijgedragen?

Dat is een grote vraag om mee te beginnen. Om daar een antwoord op te kunnen geven, is het zinvol mijn loopbaan te bekijken en dan met name de overstap van het researchwerk bij Shell naar de TU Eindhoven. Bij die overstap heb ik bewust getracht een duidelijk profiel te creëren voor mezelf en mijn groep. Mijn streven was het opbouwen van een researchgroep die concurrerend kon zijn met wat op dat moment binnen Shell plaatsvond. Concurrerend dan niet in de zin van ‘meer van hetzelfde’, maar juist concurrerend in termen van interessante aandachtsvelden. Mijn strategie was om me te richten op die onderwerpen, waar men in de grote industriële labs niet aan toekomt of nog niet aan toe is. Ik dacht bij mezelf: “als ik succes heb met de belangrijke technologische vragen waarmee bedrijven bezig zijn, een bijdrage weet te leveren aan het ontwikkelen van nieuwe methodes, nieuwe technieken, nieuwe materialen, dan ben ik goed bezig.” Mijn inzet was derhalve het zoeken naar complementariteit ten opzichte van de onderzoekinspanningen in de industriële R&D op mijn terrein.

Deze benadering bij het kiezen van een profiel maakt al duidelijk dat ik altijd bewust op zoek ben en ben geweest naar de spanning tussen fundamenteel en meer toegepast onderzoek. Werken in dat spanningsveld vond ik binnen Shell altijd bijzonder uitdagend en stimulerend. Bij mijn overstap naar de

TU Eindhoven heb ik me gerealiseerd dat ik dat zou gaan missen. Ik heb dan ook bewust gezocht naar contacten met de industrie, met gebruikers en toepassers van meer fundamentele kennis. Zo heb ik researchmensen van tien bedrijven bereid gevonden om jaarlijks bij elkaar te komen om te praten over ontwikkelingen in hun bedrijf op strategisch niveau, over wat naar hun smaak de belangrijke onderzoeksthema's zijn om aan te werken. Dat geeft onze universitaire groep voeding. Het bij elkaar halen van mensen uit de industrie en universiteit heb ik zelf georganiseerd. Met de oprichting van de stichting Katalyse Nederland heeft dit vastere vorm gekregen; die stichting is enige jaren later omgevormd tot de onderzoeksschool NIOK, Nederlands Instituut voor Onderzoek in de Katalyse.

Kunt u – zonder uiteraard op alle details in te gaan – wat meer vertellen over de aard en inhoud van het profiel dat u heeft gekozen? Waar bent u zich op gaan richten in uw universitaire onderzoek?

De laatste jaren dat ik bij Shell werkte, zo halverwege de jaren tachtig, was al duidelijk geworden dat er grote doorbraken op het gebied van katalyse te realiseren zouden zijn. De snelle voortgang qua informatisering en computerisering maakte dat denkbaar en mogelijk, zo ook nieuwe ontwikkelingen in de spectroscopie en op andere terreinen. Je moet je realiseren dat het vakgebied katalyse heel lang een praktisch toepassingsgebied is geweest. Men heeft lange tijd niet begrepen *hoe* katalyse precies werkt op moleculair niveau; dat het werkte was belangrijk, daar maakte men gebruik van in allerlei toepassingsgebieden. Mijn ambitie als hoogleraar was en is om juist die moleculaire basis uit te bouwen. Daaraan ben ik gaan werken bij de overstap van Shell naar de universiteit, dat was zo'n beetje mijn droom. De focus op moleculaire processen bij katalyse hield in wezen een synthese in van de diverse kennisgebieden waaraan ik tot dusver had gewerkt. Ik ben in Leiden opgeleid als een theoretisch organisch chemicus, ik ben bij Shell een katalytisch chemicus geworden en kwam hier op een leerstoel anorganische chemie. Uit het werken in het grensgebied tussen deze kennisgebieden kwam mijn visie voort op mijn onderzoeksagenda.

Natuurlijk was mijn benadering, de nadruk op het moleculaire, niet geheel en al nieuw. Er waren halverwege de jaren tachtig diverse leerstoelen katalyse op de universiteiten en het moleculaire niveau als invalshoek bestond ook al langer. Er was dus wel een zekere traditie op dit terrein. Maar het vakgebied katalyse was binnen de universitaire gemeenschap lange tijd iets verdachts: het was toegepast, ingewikkeld, niet goed gedefinieerd en daardoor zeker niet vooraanstaand in de belangstelling van fysici en chemici. Het vakgebied katalyse heeft zich dan ook meer ontwikkeld binnen de industrie dan in de academie. Op zich is dat wel te begrijpen. Het vakgebied katalyse is in Nederland gestart omdat de chemische industrie hier in de vijftiger en zestiger jaren werd opgebouwd. Katalyse was toen een wonder, men wist niet precies hoe en waarom het werkte. Twintig jaar geleden was het onmogelijk om op atomair niveau te analyseren en te berekenen hoe moleculen aan het oppervlak van katalysatoren in een proces veranderden. Het vakgebied kenmerkte zich door een sterke empirische invalshoek. Je had ingenieurs die gewoonweg werkten met katalyse en vanuit hun kennis van warmte, stroom, pijpkennis, etc. het proces trachtten te optimaliseren. Daarnaast werden analytische technieken

gebruikt om een systeem dat werkt te begrijpen. Op basis van de verschijnselen werden conclusies getrokken, zonder echt te weten wat zich aan het oppervlak van een katalysator afspeelde. Aan de fysisch chemici werd bijvoorbeeld gevraagd om de structuur van de verbindingen te karakteriseren en uit te leggen waar de werking vandaan kwam. Dat was lastig. Tegenwoordig kunnen we wel die moleculaire analyses maken, we hebben er nu het ‘gereedschap’ voor. Voortbouwend op reeds ontwikkelde kennis en inzicht – staand op de schouders van onze voorgangers – zijn we bezig het wetenschapsgebied zelf te vernieuwen; we voorzien het onderzoeksgebied katalyse van een theoretische basis ter verklaring van hetgeen zich aan het oppervlak van een katalysator afspeelt. Katalyse wordt nu erkend als een *frontiergebied* op het terrein van de fysische chemie. Katalyse is ook een van de grote ontwikkelingen die de organo-metaalchemie en zelfs de macro-moleculaire chemie begint aan te sturen. Dat is de grote transformatie waaraan ik heb bijgedragen; het is niet alleen door mij tot stand gebracht, maar samen met een aantal andere mensen. Katalyse wordt niet alleen meer gedaan omdat het industrieel belangrijk is. Er is daadwerkelijk aan de wetenschapskant wat gebeurd, ontwikkelingen die door andere wetenschappers worden gezien en wat ook weer de wetenschap in andere gebieden drijft.

Is die vernieuwing van het vakgebied soepel verlopen? Heeft u alle steun en erkenning gekregen voor het feit dat u met belangrijke nieuwe ontwikkelingen bezig was?

Een aantal mensen heeft die beweging gevoeld, alhoewel er ook veel weerstand was, zowel binnen de universiteit als binnen de industrie. Sommigen geloofden absoluut niet in het belang en de mogelijkheden van een moleculaire benadering van katalyse. Vanuit de industrie werd gezegd: ‘interessante benadering, maar het is wetenschap en geen technologie en zeker niet van belang voor ons.’ Men vond het onderzoek met een te lange tijdshorizon en dacht dat als er al wat uitkomt het toch niet relevant zou zijn voor de industriële processen. Een concreet voorbeeld: ik was bezig met een project voor Shell over vaste zuren waarbij we werkten met infraroodmetingen. Er waren bepaalde waarnemingen die we echt niet begrepen, onbekende verschijnselen ook in de literatuur. Het ging volgens mij om een sleutel: je moet deze waarnemingen ontraadselen en begrijpen om voortgang te maken. Dat zagen ze bij Shell helemaal niet zitten, ze vonden het zoeken naar verklaringen op dat punt niet belangrijk genoeg om er meer tijd en energie in te steken. Toen heb ik het contract met Shell verbroken en heb zelf het onderzoek voortgezet met financiering vanuit diverse potjes: een deel eerstegeldstroomgelden, een deel uit het postdocprogramma van de TUE en een deel EU-gelden. Het bleek inderdaad een doorbraakonderzoek en heeft uiteindelijk een van mijn beste papers opgeleverd.

Waar het inhoudelijk om gaat? Bij een bewegend proton vind je bij een infrarood-meting normaliter één piek, één frequentie. Als je dat proton in contact brengt met een basisch molecuul dan schuift niet alleen – zoals te verwachten – de piek op, maar blijkt bovendien dat je opeens twee pieken krijgt. Dat was heel opmerkelijk, we konden het niet verklaren. Sommige collega-onderzoekers vonden dat ik me er niet te druk om moest maken, die dubbele piek komt immers niet zo vaak voor. Dat klopte ook wel, maar ik wilde per se weten hoe dat kwam. De verklaring bleek te zijn dat het proton niet in één richting beweegt, maar ook nog in een andere richting. Door een bepaalde ver-

houding van de krachten vond er ineens een interferentie plaats tussen die twee bewegingen waardoor die twee pieken verschenen. Dat bleek een zeer belangrijke bevinding: we hadden opeens een bewijs voor de vraag of een proton al dan niet wordt overgedragen naar een basisch molecuul. We konden het spectrum dus gebruiken als bewijs voor de overdracht van het proton, een vraagpunt waarover al lange tijd verwoede gevechten werden gevoerd tussen wetenschappers. Nu hadden we een signatuur en ook een methode in de vingers om precies dat punt op te sporen. Daar heb ik veel erkenning voor gekregen. Je moet dus geloven dat de oplossing van een bepaalde puzzel echt cruciaal is voor verdere voortgang. Dan moet je maar even niet luisteren naar wat de industrie wil. Daar moet je wel kracht voor opbrengen, een kracht of mischien wel dwarsheid waarvan niet iedereen begrijpt dat dat nodig is.

Hoe was de reactie op of ontvangst van uw moleculaire benadering in de wetenschappelijke gemeenschap? Is dat ook met de nodige scepsis of tegenstand verlopen?

Het lastige van mijn benadering voor de wetenschappelijke gemeenschap is dat het bij uitstek interdisciplinair is. Bestuderen van katalyseverschijnselen vereist immers een brede oriëntatie. Mijn stelling is dat katalyse geen discipline is maar een onderzoeksgebied. Het is een overbrugging tussen moleculaire scheikunde en technologische scheikunde. Je ziet dat terug in de verschillende monodisciplinaire groepen binnen mijn vakgroep. We hebben groepen rond theoretische chemie, spectrometrie, katalysatorsynthese, katalysatorbegeleiding en reactorwerk. Die disciplinaire opbouw is heel bewust gekozen; het biedt de mogelijkheid aan te sluiten bij bestaande disciplines. Het is mijn stellige overtuiging dat je pas goede combinaties op tussengebieden kunt maken als je op hoog niveau mee kunt doen in de aanleverende disciplines. Ik eis dan ook van de medewerkers in mijn vakgroep dat ze met hun vakbroeders de concurrentie aan kunnen gaan. Bij interdisciplinariteit mag je nooit het excuus gebruiken dat bijvoorbeeld je theoretische chemie niet zo goed is. Dat is bijvoorbeeld bij de farmacologen het probleem geweest. De inpassing van farmacologie in de NWO-werkgemeenschap is niet goed verlopen; naar mijn idee omdat ze de concurrentieslag met de monodisciplinaire specialisten niet aankonden. Het verweer was dan dat ze werkten aan zaken die men niet kon begrijpen. Daar geloof ik dus niet in. Als je interdisciplinair werkt moet je gewoon goed zijn in alle disciplines waarop je bouwt, de methodologie op het goede niveau doen. Dan volgt de erkenning vanzelf.

Benodigde ruimte voor vernieuwing, financieringsbronnen

Tot dusver hebben we vooral gesproken over de inhoudelijke kant van de vernieuwing in uw vakgebied. Maar hoe heeft u de ruimte en financiering verkregen om uw eigen pad te volgen?

Mijn ervaring is dat als je wat wilt bereiken, je het zelf zult moeten organiseren. Op dit moment is het zo dat je met middelen uit de eerste geldstroom alléén je onderzoeksambities niet kunt navolgen. Dat lukt je al helemaal niet in vakgebieden die geen technologische uitstraling hebben, maar ook niet echt in de technologische hoek. Ook als je in een TU wat wilt, dan is dat eigenlijk alleen mogelijk als je hoog scoort bij NWO. De *Spinoza*-prijs die ik vorig

jaar heb verkregen is natuurlijk prachtig. Dat soort grote initiatieven geeft je de nodige ruimte en vrijheid om je visie in de praktijk te brengen. Dit betekent dat je de bestuurlijke omgeving duidelijk moet maken dat jij alleen maar wat voor de universiteit kunt betekenen, wanneer je de ruimte hebt en krijgt om onderzoek te doen waarmee je goed scoort bij NWO. Dat zijn dus niet onderzoeken die resulteren in werkrapporten, maar publicaties in vooraanstaande tijdschriften.

Het is gigantisch belangrijk om binnen de universiteit ruimte te geven aan wetenschappers. Je zou als universiteit op een gegeven moment moeten zeggen: ik geloof wel in die groep en niet in die. Je kunt dat doen als je mensen benoemt, waarna bijvoorbeeld na elke tien jaar een herijking plaatsvindt. Dat soort “jij wel, jij niet”- uitspraken moet je durven doen, maar dat vinden we in Nederland maar lastig. Tegenhanger van het verhaal is dat als je eenmaal in een groep gelooft, je ze ook zekerheid moet geven en ruimte voor inhoudelijke flexibiliteit. De hoogleraren zijn nu eenmaal benoemd, dat geeft ze enig krediet, ze moeten toch iets kunnen. Binnen die groepen moet gezegd kunnen worden: ‘ik zie hier een spannende ontwikkeling, ik geloof in de vraagstelling en ik ga er achter aan.’ Als je die flexibiliteit kwijt bent, dan verlies je de internationale concurrentie. Dan krijg je mensen die panisch naar de Tweede Kamer gaan en zeggen dat ze die ene promotieplaats nodig hebben.

Zo'n gebrek aan flexibiliteit komt tegenwoordig veel voor in universiteiten. Ik heb er altijd voor gepleit dat een hoogleraar een aantal promovendi heeft waarover hij of zij vooraf geen inhoudelijke verantwoording hoeft af te leggen. Dat soort aio-plaatsen, niet gebonden aan grotere onderzoekslijnen of passend binnen een onderzoekschool, zijn erg belangrijk. In mijn eigen groep is dat aantal vrije aio-plaatsen al afgekald van drie naar twee. Bij teruglopende financiën zijn de aio-plaatsen immers de eerste bezuinigingspost, mensen ontslaan kan nu eenmaal niet vanwege wachtgelden. Dat is een slechte zaak.

Die vrije aio-plaatsen behoren niet onderhevig te zijn aan een *referee*-systeem. Bij NWO-voorstellen is dat natuurlijk wel het geval. Je weet dat al je collega's jouw aanvragen bekijken. Dan wordt het van onder tot boven gewogen. Als een voorstel te riskant is, dan komt het niet voor financiering in aanmerking; als het teveel in dezelfde lijn ligt ook niet. De redentatie is overwegend dat het risico dat een project niet lukt beperkt moet blijven. Je hoort mij niet zeggen dat dat geheel en al een foute benadering is; het levert behoorlijk wat op. Maar het is funest voor vernieuwing in de wetenschap. In Nederland hebben we een traditie van kritische wetenschappers. Een kritische wetenschapper is eigenlijk tegen vernieuwing, daar gelooft hij in eerste instantie niet in. Dat betekent ook dat mensen die komen met wat nieuws, alles helemaal goed moeten hebben. Fouten maken wordt niet getolereerd. Als je nieuwe benaderingen of vraagstellingen volgt, moet je echter fouten kunnen en durven maken. Anders vind je niks nieuws. Dat is een houding die ik heb geleerd in de industrie. Die kant van de industrie heb ik altijd erg aardig gevonden. Men realiseert zich heel goed dat er 50% kans of meer is dat het niet lukt met een project; maar als het wel lukt, dan heeft men ook echt wat. Dat soort risico nemen, dat is er bij NWO niet bij. Ik denk dat er nog heel veel wetenschap is, zeker ook aan de natuurwetenschappelijk kant, waar men deze risicoloze, conservatieve houding heeft.

Omdat het je *peers* zijn, heeft zo'n conservatieve houding wel enig effect op je werk. Het heeft bij mij echter niet mijn werk tegengehouden. De dingen die ik gedaan heb, zijn altijd uit de een of andere vreemde geldpot gefinancierd. Ik heb bijvoorbeeld mensen kunnen aanstellen vanuit het postdocprogramma hier binnen de TU Eindhoven, een prima regeling volgens mij: als wij voor een jaar ergens postdocfinanciering hebben geregeld, dan legt de TUE er een jaar bij. Verder heb ik hier regelmatig mensen die betaald worden vanuit het buitenland om in Nederland te promoveren. Uiteraard in goed overleg kan die persoon dan ingezet worden in mijn onderzoekslijnen. Praktijk is dat je op een gegeven moment uitstraling hebt, waardoor geld en mensen naar je toe komen. Dat is een kwestie van naam en faam en veel je gezicht laten zien in binnen- en buitenland. Ik heb verder vrij veel geld weten te verkrijgen uit EU-fondsen, dat is over het algemeen ook redelijk vrij geld. Op deze manier blijf ik aan de gang. Het kost echter veel tijd, dat geregeld moet je ook nog een beetje leuk vinden. Dan kun je niet tegelijkertijd de wetenschapper zijn die de laatste komma achter de formule eruit weet te peuteren.

Wat naar mijn mening ook goed kan werken, is het instellen van *rolling grants* bij NWO: voor langere tijd, bijvoorbeeld twaalf jaar, wordt dan geld toegekend aan een bepaalde groep. Bij SON, nu het gebied Chemische Wetenschappen van NWO, hebben we vorig jaar voorgesteld een researchprogramma te creëren waarbij gelden worden toegekend voor acht jaar, met een mogelijke verlenging van vier jaar. Er is dan vooraf een zware toets en selectie, waarbij er bijvoorbeeld maar 10% doorkomt. Idee is om daarna de geselecteerden de vrijheid te geven. Na vier jaar volgt een lichte toets en na acht jaar een zeer serieuze. Dan horen er ook groepen uit te vallen. Ik geloof heilig in het verschaffen van een goede basis voor de langere termijn, waarop een groep kan worden opgebouwd.

De factor cultuur: kritiek op de universitaire bestuurscultuur, belang van continuïteit en een open cultuur

Wat zijn – naast de benodigde financiering en vrije ruimte – andere factoren die volgens u vernieuwing stimuleren of juist tegenwerken? Wat heeft u zelf aan den lijve ondervonden? Een interessant punt betreft wellicht mijn overwegingen om al dan niet de overstap van Shell naar de universiteit te maken. Ik werd benaderd voor een hoogleraarspositie, waarop ik aanvankelijk nee heb gezegd. Ik heb er twee jaar over getwijfeld of ik het wel zou doen, ik vond het een heel moeilijk besluit. Wat uiteindelijk de doorslag heeft gegeven, is dat ik een dag in de week bij Shell kon blijven werken; ik hield gedurende vijf jaar een kleine researchgroep bij Shell. Daarnaast had ik de toezegging dat ik terugkon naar Shell. Mijn aarzelingen en behoefte aan het inbouwen van die veiligheden waren erin gelegen dat in de industrie geld nooit een punt was, zeker toen niet. Als je in de industrie eenmaal hebt gevochten voor je plannen en je *proposal* goedgekeurd is, dan kun je je gang gaan; dan zijn de resources er ook. Maar hier op de universiteit is dat niet zo. Hier kun je pakken papier volschrijven met doelstellingen en aanpakken, maar dan nog moet je zelf zorgen voor de middelen. Dat was en is echt een groot punt waar we het al over hebben gehad. Even nog ter illustratie: toen ik hier kwam in 1988 was er geen geld om het onderzoek te

doen dat ik voor ogen had. Het was al geweldig dat ik twee ton kreeg voor een infraroodapparaat (de helft van wat het kostte) en dat ik twee nieuwe vaste medewerkers kon aanstellen buiten de bestaande groep. De rest van de benodigde middelen heb ik zelf bij elkaar moeten sprokkelen. Dat is op zich goed gelukt: mijn groep bestaat inmiddels uit zo'n zeventig personen, toen ik hier kwam waren er ca. 18 mensen. We zijn dus flink gegroeid, niet zozeer in vaste medewerkers op de eerste geldstroom maar vooral in aantallen aio's en post-docs op de tweede en derde geldstroom.

Goed, dat over de middelen. Er was echter nog een tweede punt van aarzeling bij mijn overstap naar de universiteit. Dat zat 'm in de universitaire democratie, dat was naar mijn mening echt een groot drama in de jaren tachtig. Omdat ik hier al enige tijd deeltijd hoogleraar was, had ik gezien hoe dat werkte. Bij mijn overstap heb ik toen geëist dat de democratie voor twee jaar zou worden stopgezet in de vakgroep. Het faculteitsbestuur en CvB stonden er achter. Het betekende dat ik vakgroepvoorzitter werd, maar niet verkozen hoefde te worden en dat er over bijvoorbeeld de aanschaf van apparatuur geen besluiten genomen hoefden te worden in vakgroepsvergaderingen. Ik was sterk gekant tegen de WUB, dat is nu met de MUB wat beter.

Ja, wat speelt verder nog een rol bij vernieuwing? Volgens mij de mogelijkheid tot consistentie in een loopbaan en mogelijkheden tot een soort schoolvorming. Een wetenschappelijke loopbaan die ongebroken is en die van het begin af aan gestuurd wordt door een visie die je kunt blijven implementeren, dat kennen we in Nederland niet. De structuur is er gewoon niet. Van echte schoolvorming is maar beperkt sprake, continuïteit in onderzoekslijnen behouden is moeilijk. Zeker nu voor mensen van rond de dertig is het opbouwen van een onderzoekslijn en het verder uitbouwen een lastige zaak. Terwijl die lange lijnen juist zo belangrijk zijn om ergens te kunnen komen. Om die reden zullen we in Nederland ook geen Nobelprijzen meer winnen, denk ik. We hebben geen cultuur om voor lange tijd, twintig of dertig jaar, een lijn door te zetten. Dit in tegenstelling tot de Verenigde Staten, daar is het veel meer aan de persoon gebonden. Als iemand benoemd wordt, of van plek verandert, dan neemt hij of zij de eigen onderzoeksgroep mee. Je kunt dan je eigen lijn doorzetten. Zelf heb ik ook zo'n breuk in mijn schoolvorming gehad; van de Leidse school naar Shell en dan nu hier. Er zijn in Nederland maar enkelen die hun eigen lijn hebben kunnen doorzetten, ook als ze van plek zijn veranderd. In de zestiger jaren was er op sommige plekken in Nederland wél sprake van schoolvorming, van een sterke coherentie en continuïteit. Als dat ononderbroken door had kunnen zetten, dan had dat in principe kunnen leiden tot zeer hoogstaande prestaties, een Nobelprijs waardig. Maar dat is niet gebeurd. De democratisering kwam er door heen, er moest worden bezuinigd en geherstructureerd. De energie die mensen hebben moeten steken in bijvoorbeeld de omvorming van NWO!

De goede mensen uit die tijd zijn inmiddels overleden, hun opvolging is niet goed verlopen. Dat is vaak van binnenuit gebeurd. Er zijn in de jaren zeventig en ook nog later te weinig eisen gesteld aan mensen. Daardoor hebben Nederlandse universiteiten een deel van hun positie verloren. Er zijn nu wel weer nieuwe aanzetten die heel goed zijn. Maar dat heeft lang geduurd, net zoals het lang heeft geduurd voordat men bereid was om te accepteren dat

interne benoemingen slecht zijn, terwijl vorming van onderzoekscholen en enige vorm van samenwerking juist goed is.

Het verschijnsel van interne benoemingen is een uiting van een gesloten, naar binnen gerichte cultuur. Dat is een ander algemeen punt van groot belang voor mogelijkheden tot vernieuwing. Wetenschappers worden idealiter gedreven door nieuwsgierigheid, daar moeten ze het van hebben. Dat soort nieuwsgierigheid gedijt het beste in een dynamische omgeving waar veel gebeurt. Op de grote Amerikaanse researchuniversiteiten is dat ook zo. In een dynamische omgeving hoor je nieuwe dingen, zie je nieuwe patronen. Dat heeft te maken met openheid, een systeem dat open communicatie met anderen stimuleert en niet naar binnen is gericht. Dat was in Nederland juist wel sterk het geval. Die praktijk van interne opvolging is de dood in de pot. Verder stimuleer je openheid door veel internationale contacten op te bouwen en te onderhouden. Samenwerking en contacten met anderen is ontzettend belangrijk om nieuwe ideeën naar je toe te krijgen. Je kunt zelf wel ideeën hebben, maar in de contacten met anderen krijg je een rijker palet. Het moet groeien. Ik ben hier degene die het meeste reist. Toen ik hier kwam werd tegen me gezegd dat de hoogleraar toch gewoon in Eindhoven aanwezig hoorde te zijn. Daar heb ik me natuurlijk nooit wat van aangetrokken. Wat verwacht je nou eigenlijk van hoogleraren? Natuurlijk zit er wel een grens aan, je kunt niet altijd afwezig zijn. Maar dat weggaan heeft een duidelijke functie. Ik heb hier nu ongeveer 30% buitenlandse promovendi. Dat komt door dat reizen. Als je niet je gezicht laat zien, lezingen geeft, dan kennen ze je niet. Je kunt nog zo'n briljant artikel schrijven, maar je moet er wel marketing mee bedrijven en je reputatie opbouwen. Iemand die geen goed verhaal kan vertellen, die wint het niet. In die zin is de wereld wel veranderd. De toppers in Nederland opereren nu met zo'n openheid. Lastig punt is natuurlijk wel dat we geen rode cent krijgen om te reizen. Maar als je bekend bent, dan betalen degenen die je uitnodigen je reizen wel.

Het gras is groener in het buitenland?

U zegt nu een aantal keren dat de cultuur in de Verenigde Staten positiever is, dat vernieuwing daar meer kans krijgt. Heeft u ooit overwogen zelf naar de VS te vertrekken?

Alhoewel ik een aantal goede aanbiedingen heb gekregen, ga ik niet permanent in de VS werken. Ik kom er veel en graag, maar blijf liever hier in Nederland aan de universiteit verbonden. Reden is dat het me daar gewoon niet zou lukken om zo'n groep op te bouwen als ik nu hier heb. In Nederland krijgen senioren over het algemeen een behoorlijke basis vanuit de eerste geldstroom, waarmee ze een *multiplier*-effect kunnen bewerkstelligen: je gebruikt de eerste geldstroom als zaadje om daarmee een ruimere oogst binnen te halen. De fout die voorheen werd gemaakt, is dat men vond dat die basis vanuit de eerste geldstroom 100% van de benodigde financiering moet zijn. Dat is de oude universitaire cultuur.

De basis in de VS daarentegen is gewoon nul. Dat maakt het lange lijnen uitzetten moeilijk. Amerikanen stellen dat je het als jonge onderzoeker in de VS beter hebt. Ik vind dat maar de vraag. Hun redenatie is dat wij hier onze jonge mensen verstikken door ze voor ons te laten werken. Dat is natuurlijk

wel een aandachtspunt. Hoe ga je daarmee om? Mijn werkwijze is dat jonge onderzoekers in het begin binnen mijn lijnen werken. Ik neem ze aan als ik wat in ze zie, als ze echt wat kunnen wat complementair is. Als we een aantal jaren samen hebben gewerkt, komt het punt waarop ze zelf hun pad kunnen kiezen. Dat is overigens alleen mogelijk in een systeem met postdocs. In een wereld zonder postdocs is het heel moeilijk om aan anderen de vrijheid te geven, als je het zelf te druk hebt met andere zaken om het onderzoek te doen. Je kunt natuurlijk niemand dwingen om te doen wat jij wilt. Dat werkt niet. Als mensen zelf ideeën hebben, dan vind ik altijd wel een compromis, daartoe ben ik zeker bereid.

Bij de vergelijking met de VS moet je je overigens wel realiseren dat we in Nederland een andere doelstelling rond het universitair onderwijs kennen. In Nederland is de primaire taak het opleiden van mensen voor de industrie of in ieder geval de arbeidsmarkt buiten universiteiten. In de VS daarentegen leiden de beste universiteiten mensen op voor zichzelf en voor andere universiteiten. Dan heb je dus een heel andere wereld. In Duitsland geldt hetzelfde als in Nederland voor de gewone universiteiten, maar juist weer niet voor de Max Planck instituten. Vanuit de Nederlandse universiteiten concurreren we echter wel met die instituten, met het beste in de VS, Duitsland, Frankrijk, etc. Ons Nederlandse systeem is dat die concurrentie maar door het gewone universitaire bestel heen moet lopen. Dat doen we met alle dertien universiteiten. Dat vind ik ook wel goed hoor, ik zou niet weten hoe anders. Wellicht zou het zinvol zijn een scherpere scheiding aan te brengen tussen graduate en undergraduate opleidingen. Maar ik ben niet voor instituutsvorming. Dat is te inflexibel. Mensen worden immers ouder en dan verkalkt de hele boel.

Grenzen aan sturing van onderzoek

We hebben inmiddels aardig wat punten van belang bij vernieuwing aan de orde gehad. Zijn er nog aanvullende zaken die u van het hart moeten?

Als je in het algemeen kijkt naar vernieuwing en innovaties, dan mis ik in Nederland een goed technologiebeleid. Dat is er gewoon niet. Als er al vanuit de overheid enig beleid wordt gevoerd, dan is het het nazeggen van de industrie. Het ontbreekt aan beleid waarbij wordt gezegd: wij als Nederland willen dit gebied op de kaart zetten omdat we geloven dat er in de toekomst een industrie uit kan komen. De technologische topinstituten (tti's) bijvoorbeeld zijn veel te veel gericht op wat er al is, op de huidige industrie. Daar moet je als land niet de vernieuwing van verwachten. Er zijn landen die wel zo'n vooruitziende blik vanuit de overheid hebben, denk bijvoorbeeld aan Frankrijk of de VS. Vanuit de overheid worden daar vernieuwingen geëntameerd, weliswaar vaak in het kader van defensie, maar toch. Naar mijn mening zijn IOP's (Innovatieve Onderzoek Programma's) ook niet het goede instrument. Die IOP's worden op een te laag niveau door de industrie aangestuurd; de industriemensen met wie EZ hiervoor om de tafel zit, zijn niet eens afkomstig van het strategisch niveau, ze denken ook in veel te korte termijnen. Nog even verder het scala aan instrumenten bekijkend, kun je concluderen dat ook STW te weinig op langere termijn en te weinig programmatisch werkt.

Hou me ten goede, dit is geen pleidooi voor volledige academische vrijheid en een taboe op afstemming op maatschappelijke of bedrijfsbehoeftes. Ik heb het juist altijd zeer belangrijk gevonden om een goede *interface* met de industrie te hebben. Waar ik faliekant op tegen ben, ook al in mijn Sheltijd, is een te sterke sturing van onderzoek. Als men in de sturingsmechanismen rond onderzoek niet een bepaalde vrijheid accepteert, dan is het mis. Dat is nu naar mijn idee het geval in de tti's. Er bouwen zich daar flinke spanningen op, ik zie een aantal van de creatieve onderzoekers, die juist komen tot vernieuwingen, eruit stappen. Ik denk daarbij aan een wetenschapper die tot voor kort veel geld direct uit de industrie kreeg, aan zijn persoon en ideeën gerelateerd. De industrie geef het geld echter maar één keer uit, het wordt nu in het tti gestoken. De vrijheid is daarmee, in ieder geval voor deze persoon, verdwenen; besteding van de industriegelden loopt nu via de programmering van het tti, dus meer gestuurd.

Voor mezelf geldt dat ik eigenlijk alleen financiering vanuit de industrie wil, als er voldoende vrijheid en ruimte is in het te verrichten onderzoek. Ik ben om die reden ook uit de IOP-katalyse gestapt. Men vond mijn onderzoek te langetermijngericht. Vanuit het perspectief van een IOP is dat op zich niet verwonderlijk: dat is nu eenmaal korte termijn toepassingsgericht, sterk industrieel aangedreven. Ik maak me overigens wel zorgen over de trend in de industrie die meer richting development opschuift, weg van research. Het echte fundamentele werk gebeurt op universiteiten, maar het gat naar development dreigt te groot te worden. Verwachting of wens, naar voren gebracht door het middenmanagement in de bedrijven en nagepraat door EZ, is dat universiteiten ook dat middenstuk op zich nemen. Het is immers onderzoekswerk waarvan de kans op resultaat voor bedrijven nog te ongewis is. Men wil een groter en zekerder *return on investment*. Op zich liggen op dat middenstuk kansen voor universiteiten, maar zeker ook risico's. Een wat sterkere toepassingsgerichtheid of sturing van onderzoek is geen ramp voor een flink deel van het onderzoekswerk op universiteiten, maar juist wel voor het toponderzoek. Toponderzoekers moet je niet willen sturen. Nogmaals: ik zeg niet dat er helemaal niet gestuurd moet of mag worden, en natuurlijk is het werken aan dat gat ook zinvol. Maar laat de industrie alstublieft niet het laatste woord hebben. Dat houdt vernieuwing tegen. De industrie denkt over het algemeen op te korte termijn. Het huidige beleid stimuleert welhaast dat bedrijven hun meer fundamentele research naar universiteiten schuiven. De industrie krijgt nu werk gedaan waar ze zelf niet voor betalen. Ze worden gestimuleerd om zoveel mogelijk geld van de overheid binnen te halen.

Rob Schilperoort

*Hoogleraar biochemie, faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen,
Universiteit Leiden.*

Scheikunde gestudeerd, in 1969 gepromoveerd in Leiden.

Aansluitend aanstelling bij Universiteit Leiden, vanaf 1979 als hoogleraar.

*Tot 1998 sectieleider Moleculaire Biologie bij het IMP, Instituut voor Moleculaire
Plantkunde.*

*Sinds 1998 als wetenschappelijk adviseur verbonden aan de faculteit W&N van de
Universiteit Leiden.*

*Begin jaren tachtig voorzitter geweest van het eerste IOP (Innovatiegericht
Onderzoek Programma), op het terrein van biotechnologie.*

Vernieuwing in onderzoek, ook tegen de verdrukking in.

U heeft grote bekendheid verworven als de grondlegger van zowel zuiver wetenschappelijk als toegepast onderzoek in de plantenbiotechnologie. Op welke wijze is dit sterk vernieuwend onderzoek tot stand gekomen; met welke weerstanden heeft u te maken gehad?

Kern van het vernieuwende onderzoek waaraan ik – met anderen – heb gewerkt, is de overdracht van soortvreemd DNA door een bacterie naar plantencellen. Het is begonnen met een onderzoek naar een bacterie die tumoren maakt op planten. Ik had het idee dat die tumoren ontstonden door de overdracht van DNA naar die plant. Mijn promotie in 1969 ging al over dit onderwerp; het vormde de aanzet voor het latere onderzoek. Het was een onderzoekslijn waar – eind jaren zestig en tot ruim in de jaren zeventig – niemand in geloofde. Hierdoor was het onmogelijk additionele financiering te krijgen. Het ging tegen alle dogma's in en doorbrak barrières waarop o.a. de *guidelines* van het recombinant-DNA-onderzoek waren gebaseerd. De uiteindelijke vinding aan het eind van de jaren zeventig dat een bacterie (*Agrobacterium tumefaciens*) in staat was DNA over te dragen en te laten integreren in het plantengenoom, heeft bijgedragen aan het bijstellen van de *guidelines* bij het NIH (National Institute of Health in de VS).

Het heeft een jaar of tien geduurd voordat het belang van mijn onderzoekslijn duidelijk werd erkend. Al die tijd heb ik met mijn medewerkers veel weerstanden moeten overwinnen en de kracht moeten vinden om door te blijven werken aan het onderzoek. Vooral in de jaren zeventig tot begin jaren tachtig was het doorploeteren. Dat was een moeilijke periode. Met mij werkten maar

een paar mensen aan het onderzoek, telkens maar één promovendus en een analist. Het was hard werken, veel zweet en heel veel tranen. Ik kan me herinneren dat ik letterlijk bij een collega heb zitten uithuilen van ellende: “Potverdomme, het schiet niet hard genoeg op. Wanneer komen we het nou echt te weten? Hoe krijgen we nog geld om het onderzoek door te zetten? Straks moeten we toch iets anders gaan doen”. Ik heb er regelmatig aan getwijfeld of ik die onderzoekslijn moest doorzetten; het duurde erg lang voordat we onze ideeën tezamen met anderen ook echt konden bewijzen. Mijn geluk is geweest dat we een leuke, goede kern hadden. Ik heb erg geboft met promovendi die rond deelpuzzels goed onderzoek hebben gedaan. Mensen die er echt in geloofden, zelfs als het onderzoek leidde tot op zich zeer interessante bevindingen die echter niet precies bewezen wat we wilden. Het volhouden van de onderzoekslijn was vaak een kwestie van uithuilen en opnieuw beginnen.

Het is ook belangrijk te realiseren dat het soort onderzoek dat ik deed en doe, nu eenmaal veel tijd vergt. Je werkt met levende organismen, het duurt jaren voordat er wat uitkomt. Bij chemisch werk zie je meestal heel snel wat er gebeurt, dat kan soms ploffen. Werken met bacteriën duurt al duidelijk langer, alhoewel de generatietijd daar nog heel snel is. Onderzoek aan planten en dieren gaat echter heel traag. Voordat je één experiment van cel tot plant hebt doorgewerkt, dan ben je – met alle analyses – minstens een half jaar maar meestal een jaar of meer kwijt. Het duurt dus gewoon jaren voordat je kunt gaan publiceren en het veld openligt. Vernieuwing en het doorzetten van onderzoekslijnen vergt dan een sterk geloof in je eigen ideeën, doorzettingsvermogen en vooral steun van anderen. Je moet de verleiding weerstaan om naar een andere, wellicht meer geaccepteerde onderzoekslijn over te schakelen. Met de opkomst van de recombinant-DNA-techniek (eind zeventiger jaren) was opeens de kogel door de kerk. We hebben toen tezamen met de groepen van prof. Schell (Gent) en prof. Nester (Seattle, VS) mijn oorspronkelijke idee rond DNA-overdracht door bacteriën naar plantencellen kunnen bewijzen en de toepasbaarheid van die resultaten – bijvoorbeeld in plantenveredeling – laten zien. Ik vertel het nu overigens een stuk makkelijker dan het in werkelijkheid is gegaan. De recombinant-DNA-techniek bood weliswaar vele mogelijkheden, maar de regelgeving in Nederlandse laboratoria stond niet toe dat wij ermee werkten. Vooral in Nederland heeft de discussie over de toelaatbaarheid van de recombinant-DNA-techniek sterk gespeeld. Veel van het onderzoek is hier stilgelegd, juist op een moment dat de echte doorbraken eraan kwamen. Dat was heel frustrerend. In de VS en ook dicht bij huis, in België, werkte men wel gewoon door met de nieuwe technieken. Concurrenten gingen me zomaar voorbij, terwijl ik vastzat aan de regeltjes. Ik heb toen een promovendus van me bij prof. Nester in de VS geplaatst, die daar goed onderzoek heeft gedaan en ons weer in de race bracht.

Financiering en andere vormen van steun in de beginperiode

Hoe bent u er in geslaagd uw onderzoek door te zetten, met name in de periode dat de uitkomsten van uw onderzoek nog zeer ongewis waren? Op welke financieringsbronnen heeft u een beroep kunnen doen?

De hele jaren zeventig door is het verkrijgen van middelen voor het uitvoeren van onderzoek problematisch geweest. De enige financiering die ik in het begin had, was afkomstig van de universiteit, of beter gezegd van individuen binnen de universiteit. Mijn toenmalige hoogleraar had vertrouwen in mijn kunnen en vond dat ik met mijn groepje interessant onderzoek deed. Hij heeft me de ruimte gegeven om te experimenteren rond mijn onderzoeks-ideeën. De kans dat er wat uitkwam was gering. De meeste collega-wetenschappers verklaarden mij voor gek en in het bijzonder ook mijn hoogleraar omdat hij mij m'n gang liet gaan. Daar staat tegenover dat sommigen me wel origineel vonden en me hebben gesteund. Het was deels ook wel te begrijpen: ik ging tegen de dogma's in en was nog maar pas gepromoveerd. Waarom zou je zo'n type middelen en vertrouwen moeten geven?

Het geld vanuit de universiteit en de beschikkingsbevoegdheid die mijn hoogleraar daarover had, heeft kortom gemaakt dat we konden doorgaan met het onderzoek in die beginperiode. Mijn aanstelling werd er mee bekostigd en verder was er geld voor de apparatuur die ik nodig had. In die tijd ging dat nog vrij gemakkelijk: er was domweg meer geld beschikbaar dan nu en een hoogleraar kon duidelijk eigen keuzes maken hoe het geld aan te wenden. Enige tijd later, met de opkomst van de universitaire democratie, kreeg ik het met mijn onderzoek binnen de universiteit ook heel moeilijk. Het was niet meer voldoende dat mijn hoogleraar wat in mij en mijn onderzoeksplannen zag; nee, iedereen moest en mocht zich ermee bemoeien. Ik had bijvoorbeeld voor mijn onderzoek een vrieskist nodig, maar daar wilde men binnen het vakgroepsbudget geen ruimte voor maken; ander onderzoek werd veel belangrijker gevonden. Ik heb die vrieskist toen gekregen vanuit de industrie, waar sommigen wél vonden dat ik interessant onderzoek deed: "Rob, heb jij een vrieskist nodig, dan krijg je die toch van mij". Het kostte geloof ik f 20.000,-. Ik heb toen in de vakgroep gemeld dat ze mij van de investeringenlijst konden halen. Kreeg ik nota bene te horen dat ik die vrieskist niet mocht plaatsen omdat hij niet was toegekend door de vakgroep. Ik heb 'm toen gewoon laten komen, eens kijken of iemand het lef zou hebben 'm weg te halen. Dit soort toestanden heeft geleid tot flinke aanvaringen. Mij werd geritsel met de industrie verweten. Deels kwam dat voort uit naijver en jaloezie, deels ook uit morele verontwaardiging: samenwerken met de industrie was verderfelijk en kwam neer op hoereren met de wetenschap.

Nu was ik niet uitsluitend bezig met het onderzoek naar DNA-overdracht, we deden ook ander onderzoek op aanpalende terreinen. Met ons onderzoek naar protoplasten scoorden we wél heel goed in die tijd. We waren de eersten die met naakt-DNA planten-protoplasten konden transformeren. Daarmee zetten we een stap in de richting van genetische modificatie van planten. Dat was een hele prestatie in die tijd, er waren toen nog geen *markers*. De publicaties over dit onderzoek leverden ons een zekere wetenschappelijke erkenning op, in Nederland en in het buitenland. Toch werd het onderzoek niet echt serieus genomen, we liepen te ver op de muziek vooruit.

Doordat we meerdere onderzoekslijnen hadden – en met sommige daarvan goed scoorden – kreeg ons zelfvertrouwen en ook ons prestige in de wetenschappelijke wereld een duwtje in de rug. De naam die we opbouwden op andere onderzoeksthema's heeft ook geholpen om de rechte lijn, onze visie te kunnen blijven volgen. Een voorbeeld: in de wetenschappelijke wereld was men wel degelijk geïnteresseerd in de tumoren bij planten waar ik onderzoek naar deed. Waar ik echter zei dat er sprake was van DNA-overdracht via een bacterie, dachten anderen dat die tumoren ontstonden door groeistoffen. Nu zijn die groeistoffen erg belangrijk bij het kweken van planten. Van ZWO hebben we toen via BION en tezamen met collega prof. Libbenga een zwaartepuntsubsidie gekregen om de werking van groeistoffen te onderzoeken. Dat die zwaartepuntsubsidie juist naar ons ging, was omdat we ons – als enigen in Nederland destijds – bekwaamd hadden in moleculaire en fysiologische technieken, als eersten protoplasten konden maken en groeistofproeven konden doen. Het was niet helemaal mijn terrein, mijn collega was er eigenlijk het beste voor geplaatst. We hebben goede resultaten behaald met dat onderzoek. Met wat gemanoeuvreer konden we een deel van het zwaartepuntgeld gebruiken voor onze DNA-overdrachtstheorie. In de *slipstream* van een ander onderzoeksprogramma hebben we zo mede de middelen en ruimte verkregen om onze ideeën na te volgen.

Al met al is het vooral te danken aan de vrijheid binnen de universiteit, om geld te besteden ook aan mensen die tegen de dogma's in werken, dat we al die jaren onze onderzoekslijn hebben kunnen doorzetten. Ik heb de indruk dat heden ten dage iets dergelijks niet meer makkelijk kan. Nu is het verdraaid moeilijk om projecten via de universiteit te financieren die niet in een groter geheel, dat wil zeggen in een geaccepteerd onderzoeksprogramma, ingebed zijn. En als er bezuinigd moet worden – en waar is dat niet het geval? – dan wordt er vaak vooral bespaard op aio-plaatsen. Dat, terwijl met aio-plaatsen uit de eerste geldstroom nu net het vernieuwende en risicovolle onderzoek gedaan kan worden. Als ik nu een briljante medewerker vrije ruimte zou willen bieden, zou dat binnen het universitaire budgetbuitengewoon moeilijk zijn. Voor mensen met een goed imaginair vermogen, met creatieve invallen, is het heel moeilijk om snel vrij geld te vinden.

Begrijp me niet verkeerd; ik pleit hier niet voor makkelijk en onbeperkt geld. De Nederlandse cultuur van je handje ophouden staat me niet aan. Mijn stelling is dat je je eigen broek moet ophouden, zorg zelf maar voor de benodigde gelden. Idealiter zou een universiteit aan hoogleraren die worden aangesteld – na een strenge selectieprocedure uiteraard – een redelijke hoeveelheid geld moeten geven; een lumpsumbedrag als bijdrage in de kosten voor personeel, gebouwen en andere infrastructuur. Dat geld is ter vrije besteding en moet voldoende zijn voor een stukje basisonderzoek dat ook nuttig is voor de opleiding van studenten; de hoogleraar kan er vrijelijk over beschikken. Men moet dan verder zelf maar zorgen voor aanvullende financiering, zorgen dat men geld van buiten de universiteit verkrijgt.

Samenwerking met de industrie, derdegeld- stroomfinanciering

Is dat de manier waarop u zelf te werk bent gegaan? Heeft u veel financiering vanuit de industrie verkregen?

Ik ben zelf inderdaad altijd behoorlijk ondernemend geweest en heb ook altijd oog gehad voor toepassingsmogelijkheden van het op zich zeer fundamentele onderzoek dat we deden. Die toepassingsmogelijkheden heb ik steeds met mijn mensen bediscussieerd. Nadenken over praktische gebruiksmogelijkheden van het onderzoek vinden studenten en promovendi vaak ook leuk. Onze onderzoeken zijn zó abstract; het is dan wel zo aardig als je ook wat begrijpelijks aan je ouders en kennissen kunt vertellen. Zo'n open blik voor toepassingsmogelijkheden hadden wij in de groep heel sterk. Bij zo'n benadering past het ook om veel contacten te hebben met de industrie. In de jaren zeventig hadden we overigens veel meer te doen met bedrijven in Amerika dan hier in Nederland. In het buitenland vond men ons onderzoek interessanter, hier in Nederland toonde men aanvankelijk maar weinig belangstelling.

In de VS heb ik o.a. de groene sector bij Monsanto, een groot chemisch bedrijf, helpen opzetten. Verder had ik goede banden met Stauffer Chemicals, daar boden ze me aan directeur R&D te worden. Maar ik wilde toch liever vanuit de universiteit blijven werken. Ook in Nederland ben ik betrokken geweest bij de start van bedrijven en heeft men aan me getrokken om de overstap naar de bedrijfs-R&D te maken. Ik heb ook stevig getrokken aan de opzet van het *BioScience park* hier in Leiden. Het heeft de nodige robbertjes vechten gekost om dat er door te krijgen. De universiteit wilde er eigenlijk niet aan en ook de gemeente stond er niet direct achter, er waren andere prioriteiten. Men durft gewoon geen risico te nemen, dat geldt zeker voor de Leidse universiteit met zijn sterk academische cultuur.

Al met al heb ik altijd veel met en voor bedrijven gewerkt. Het geld dat ik daarmee verdiende, heb ik in een fonds gestopt – het Molbas Research Fonds – waarmee ik mijn meer fundamenteel onderzoek kon ondersteunen. Ook de opbrengsten van mijn patenten, die worden gecommmercialiseerd door een door Mogen en de universiteit opgezette Licentie BV, gaan in een fonds, namelijk de Stichting Binair. In 1981-1982 ben ik begonnen met patenteren. Een van mijn patenten is de basis voor de genetische modificatie van planten dat in zo'n 60% van de gevallen in de wereld wordt gebruikt (in Nederland 80-90%). Dat levert mijn stichting veel geld op. En dat als het resultaat van fundamenteel onderzoek dat anti-dogmatisch was.

Omdat ik zo'n eigen fonds heb, kon en kan ik onafhankelijk mijn werk blijven doen. Het zorgen voor mijn eigen financiering is toch wel een belangrijke leidraad in mijn wetenschappelijke carrière. Het geeft je de benodigde onafhankelijkheid ten opzichte van de universiteit, waar men al jarenlang te maken heeft met bezuinigingen en waar je dus maar moeilijk wat gedaan krijgt.

Overigens nog even een *side line* rond die patenten. Wetenschappers stellen vaak dat patenteren de voortgang van de wetenschap belemmert, omdat onderzoeksresultaten onnodig lang niet openbaar gemaakt worden. Als wetenschapper heb ik proefondervindelijk vastgesteld dat patentering géén

vertraging oplevert. Bij zeven echt goede artikelen die uiteindelijk alle in *Nature* zijn geplaatst, heb ik in een vroeg stadium een octrooieskundige betrokken. Ik gaf hem de teksten zoals ingediend ter beoordeling bij *Nature*. Hij maakte daar vervolgens patentaanvragen van die we ook snel gedeponereerd konden krijgen in Nederland. De clou is dat het gauw een half jaar duurt voordat een artikel in *Nature* wordt gepubliceerd; dat neemt dus meer tijd in beslag dan die patentaanvragen. Het is naar mijn mening dus onzin dat het de wetenschap vertraagt als je een patent aanvraagt. Dat kunstje hebben we zeven keer herhaald. Alle artikelen zijn in *Nature* gepubliceerd, het onderzoek is goed doorgeslagen en mijn stichting trekt er geld van.

Van ongeloofwaardig idee naar erkend en belangrijk wetenschapsgebied: de doorbraak.

Eind jaren zeventig is de grote doorbraak gekomen, zo stelt u. Wat hield die doorbraak in, wat heeft het voor uw positie betekend?

Als we het wat preciezer in de tijd plaatsen, dan heeft de echt moeilijke periode geduurd tot 1978. Tot die tijd werden onze onderzoeksideeën en -benaderingen rond DNA-overdracht – in ieder geval in Nederland – niet serieus genomen en was het lastig voldoende financiering bijeen te sprokkelen. Wel hadden we inmiddels in samenwerking met de groep van prof. Schell bewezen dat een groot plasmide – het Tumorinducerende plasmide of Ti-plasmide – in *Agrobacterium tumefaciens* verantwoordelijk is voor het tumorinducerende vermogen van deze bacterie op planten. Dit was een doorbraak. Met de opkomst van de recombinant-DNA-techniek eind jaren zeventig is het onderzoeksveld van de biochemie snel geëvolueerd. In het buitenland begon toen ook de commerciële biotechnologie van de grond te komen. Op ons terrein werd een tweede belangrijke doorbraak, die te danken is aan de recombinanttechnologie, bewerkstelligd door de groep van prof. Nester. Deze groep toonde aan dat een specifiek deel van het Ti-plasmide in het plantengenoom wordt geïntegreerd. Jammer genoeg konden wijzelf in die tijd, door de Nederlandse omstandigheden, deze nieuwe DNA-technologie nog niet toepassen. Een zekere achterstand was daardoor onvermijdelijk. Voor wat betreft de veranderingen in mijn eigen positie in het Nederlands onderzoeksveld, plaats ik de omslag in 1978. In dat jaar vroeg de NRLO (Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek) mij een stuk te schrijven over de buitenlandse ontwikkelingen rond de commerciële biotechnologie van planten. Men wist daar in Nederland weinig van, terwijl ik in Amerika al enige tijd met deze thematiek bezig was. In datzelfde jaar kregen we de ZWO-zwaartepuntsubsidie waarover ik al eerder sprak. En ook mijn eigen fonds, met gelden vanuit de industrie, ging eind jaren zeventig goed lopen. Al met al had ik vanaf ongeveer 1978 voldoende geld bij elkaar buiten de universiteit om, waarmee ik mijn eigen gang kon gaan.

Een volgende stap of mijlpaal voor mij was het opzetten van een IOP (Innovatiegericht Onderzoek Programma) rond biotechnologie in 1981. Die IOP's zijn een uitvloeisel van de commissie-Wagner en hun visiedocument *Naar een nieuw industrieel elan*. In dat kader werd door Van der Meer van het CIVI een rapport opgesteld over ontwikkelingen rond biotechnologie in het

buitenland. In dit rapport werden voor Nederland grote achterstanden gesignaleerd. De overheid besloot daarop het IOP-Biotechnologie (IOP-b) te starten. Dit is het eerste IOP geweest. Ze hebben mij toen benaderd als voorzitter van dat IOP. Voor de overheid was ik op dat moment interessant omdat ik al tijdens onderzoek deed op het betreffende terrein. Niet alleen puur wetenschappelijk, fundamenteel onderzoek, maar ook onderzoek waarmee interessante toepassingen mogelijk waren. Daar kwam bij dat ik als adviseur bij een aantal Amerikaanse bedrijven al een grote ervaring had opgedaan rond mogelijkheden en moeilijkheden van commerciële biotechnologie. Ik wist hoe grote bedrijven zaken aanpakken, maar ook wat kleinere deden en konden doen. Het opzetten van het IOP-biotechnologie ging dankzij de inzet van de Programmacommissie Biotechnologie (PCB) snel en voorspoedig. Jammer genoeg aarzelde de overheid jaren voordat ze akkoord ging met de voorstellen van de PCB. Met dat IOP heeft Nederland een inhaalslag gemaakt, het bedrijfsleven heeft er goed op ingehaakt. Ik heb verder weten te bewerkstelligen dat ZWO meewerkte binnen het IOP, via de evaluatiecommissie biotechnologie. Op zich was die participatie van ZWO heel bijzonder, het ging immers om onderzoek dat toch op zijn minst toepassingsgericht moest zijn. Je zag tegelijkertijd dat men in de universiteiten leerstoelen anders is gaan invullen. Dat gaf een zekere vorm van verankering in de wetenschappelijke gemeenschap die we nodig hadden. Alles bij elkaar heeft er eind zeventiger jaren een uniek ontwikkelingsproces plaatsgevonden; daarna is er veel tot stand gekomen.

Toen het besef eenmaal was doorgedrongen dat biotechnologie een potentieel zeer belangrijk en interessant onderzoeksterrein is, was het ook niet meer zo'n probleem om financiering te verkrijgen. Binnen de universiteiten kreeg biochemie en biotechnologie een duidelijkere plaats, ZWO en later NWO kwam over de brug, er waren kaderprogramma's vanuit de EU waarop we flink beroep konden doen, evenals op fondsen als de Rockefeller Foundation (VS) en de NIH. Ook het onderzoek met en voor bedrijven nam een steeds grotere vlucht. Conclusie is dat we eerst hebben moeten laten zien hoe het werkt en hoe je de nieuwe technologie kunt toepassen, voordat het grote geld loskwam.

Fragmentering van onderzoek is nadelig voor vernieuwing

Als we nu meer in het algemeen kijken naar zaken die bevorderend dan wel belemmerend werken voor vernieuwing, wat zijn dan de belangrijke punten in uw ogen?

Voor een deel ligt dat in het verlengde van punten waarover we het al hebben gehad. Belemmerende factoren voor vernieuwing zie ik vooral rond de financiering van onderzoek. Het gaat mij dan niet eens zozeer om de hoeveelheid beschikbaar geld op zich, maar om de tendens tot fragmentatie van onderzoek die het gevolg is van de huidige wijze van programmatisch financieren. Wetenschappers zijn tegenwoordig constant bezig met de vraag "hoe doe ik het nou weer, waar haal ik nu weer de financiering vandaan om met mijn werk door te kunnen gaan?". Ze moeten ook wel; van de eerste geldstroom alleen red je het niet. Wetenschappers proberen geld te verkrijgen bij de EU,

bij NWO, etc. Ik weet dat veel wetenschappers momenteel hoorndol worden van het feit dat financiering sterk is gekoppeld aan bepaalde programma's. Dan moet een onderzoekslijn weer herschreven worden om te passen in de op dat moment geldende kaders. Soms is een heroriëntatie in het onderzoek nodig om aan middelen te komen, en dan is opeens het hele onderzoeksprogramma weer afgelopen en stopt de financiering. Het kunnen volgen en doorzetten van een eigen pad en eigen onderzoekslijnen vergt dan grote tijdsinvesteringen, alsmede veel vernuft en handigheid in het schuiven met etiketjes. Het problematische van programmering is derhalve naar mijn mening vooral dat programmering de neiging heeft te leiden tot fragmentatie van onderzoek. Door het formuleren van allerlei soorten van kleine en wisselende groepjes van projecten die moeten passen binnen verschillende programma's, treedt versnippering van onderzoek op. Waar ik ook veel moeite mee heb, is dat men in Nederland ertoe neigt om alles in programma's te stoppen. De ruimte voor individuele projecten, voor onderzoeken buiten die programma's, is aan het verdwijnen; je ziet dat heel duidelijk bij NWO. Dat is mis, echt mis. Met die toenemende programmering zijn we echt de verkeerde kant aan het opgaan. Het is de dood in de pot.

Voor alle duidelijkheid: ik ben niet tegen programmering op zichzelf, ik zie daar in bepaalde omstandigheden en in bepaalde gebieden zeker de voordelen van. Er zijn mensen die een kick krijgen van lekker aan een bepaalde lijn kunnen werken, en helemaal geen problemen hebben met de voorgeprogrammeerde lijnen. Als een programma ook voldoende homogeen en samenhangend is, zitten er duidelijke voordelen aan zo'n werkwijze. Voor veel wetenschappers is programmering prima, onder de voorwaarde dat programma's dan wel lang genoeg worden voortgezet. Maar houd tegelijkertijd ruimte voor vrij, niet-programmagebonden onderzoek!

Een zekere programmering is absoluut zinvol maar dan heel selectief, bijvoorbeeld rond een complex terrein waar een hoge prioriteit aan wordt gegeven en waarin veel geld moet worden gestopt wil je wat bereiken. Ik zou nu bijvoorbeeld mijn geld zetten op nanotechnologie en ontwikkelingsbiologie van planten. Dan moet je je wel realiseren dat het starten van een nieuw veld betekent dat er echte keuzen gemaakt moeten worden; het geld kan immers maar een keer worden uitgegeven.

Voorwaarde voor vernieuwing: collectief hoog niveau van kennis

U heeft nu een aantal negatieve punten voor vernieuwing aangegeven. Wat zijn daarentegen juist stimulerende factoren voor vernieuwing, of sterker gesteld: wat zijn voorwaarden waaraan voldaan moet worden wil vernieuwing een kans krijgen en daadwerkelijk tot stand komen?

Een punt dat ik zou willen noemen is dat de echte basis voor vernieuwing ligt in een kwalitatief hoog algemeen kennisniveau binnen de diverse toeleverende vakgebieden. Alleen vanuit zo'n gedegen basis kunnen op een gegeven moment combinaties van kennisgebieden worden gemaakt, verkrijgt men nieuwe inzichten. Veel vernieuwing in de wetenschap speelt zich immers af op de grensgebieden tussen disciplines. Zo'n collectief hoog niveau van aan-

wezige kennis is verschrikkelijk belangrijk. Als je bijvoorbeeld kijkt naar de biotechnologie, een gebied dat we nu in Nederland goed oppakken, dan zie je dat er al een lange traditie op het gebied van biochemisch en biomedisch onderzoek aan vooraf is gegaan. Vernieuwing komt dus niet uit het luchtledige, het is voortbouwen op en gebruik maken van reeds ontwikkelde kennis; het is zodanig vooraan staan in het vakgebied dat je in staat bent nieuwe onderzoeksvragen te formuleren, nieuwe velden te identificeren.

Met de vervaging van de missie van de universiteit door *het hoger onderwijs voor velen* is echter de kwaliteit achteruit gegaan. De grote toevloed aan studenten heeft geleid tot, voor de huidige omstandigheden, veel te grote universiteiten met te veel docenten. Die vermindering van kwaliteit geldt voor de studenten, de opleidingen zijn steeds meer genivelleerd om de slagingspercentages en daarmee de financiering maar op peil te houden. Die kwaliteitsdaling bij studenten is heel duidelijk aanwijsbaar. Tekenend is dat men in de VS op een gegeven moment geen Nederlandse afgestudeerden meer wilde hebben voor PhD-plaatsen, waar voorheen Nederlanders met open armen werden ontvangen. De vermindering van kwaliteit geldt ook voor de wetenschappelijke staf. Om al die studenten te kunnen opvangen zijn er in de jaren zeventig veel mensen aangesteld die weliswaar redelijk konden doceren, maar niet geschikt waren voor onderzoekswerk. Met die inmiddels vergrijsde golf stafleden hebben universiteiten nu nog te maken. Al met al is er nu minder dan voorheen sprake van een collectief hoog kennisniveau in universiteiten, er is minder sprake van een gedegen basis waarop de echte pieken van vernieuwing kunnen bloeien. Dat baart mij en vele anderen zorgen.

Ik ben de mening toegedaan dat universiteiten hun oude missie moeten terugkrijgen en het onderwijs voor velen moeten afschaffen. We moeten durven constateren dat niet iedereen een universitaire opleiding aankan en bovendien hoeft niet alle onderzoek te blijven plaatsvinden. Universiteiten kunnen veel kleiner worden dan ze nu zijn en ook het aantal universiteiten in Nederland dient wat mij betreft ter discussie gesteld te worden. Het is bijvoorbeeld nog maar de vraag of je in een klein land als Nederland drie technische universiteiten nodig hebt; één hele goede is prima, twee lijkt me maximaal voor Nederland. In grote lijnen, macro-economisch bekeken, kun je eenzelfde redenering loslaten op het aantal algemene universiteiten; daarvan moet ook tenminste het volume van een of twee universiteiten weg kunnen.

De toekomst zal zijn dat er hier en daar een tent dicht moet, heel simpel. Maar dan moet er wél voor worden gezorgd dat de overheid kwalitatief goed financiert. Daar ontbreekt het nu aan. Minder universiteiten, maar dan wel met een (bijna) gelijkblijvend bedrag aan bekostiging. Dan heb je de ruimte om onderzoek van 'gekke' mensen te financieren, goede mensen te behouden en aan te trekken op een krappe arbeidsmarkt, en zodoende vernieuwend onderzoek de kans te geven en internationaal toponderzoek te verrichten.

Nederland is zo klein, we hoeven en kunnen hier niet alles doen en op alle wetenschapsgebieden vooraan lopen. Maar zorg er dan voor dat wát je doet, kwalitatief op een zeer hoog niveau is. Wat wij hier in Nederland doen, is maar 1 à 1,5% van het totale R&D-volume in de hele wereld. Dan denk ik: *So what*. Maar gebruik die ene procent dan wel goed, zet het geld slim in. Ik denk

dat dit alleen maar kan door minder universiteiten te hebben, maar kwalitatief hoogwaardiger. Natuurlijk is het de vraag hoe je dat voor elkaar moet krijgen, niemand heeft daar een pasklaar antwoord op. Het is mij echter wel duidelijk dát de boel opgeschud moet worden. Om tot kwalitatief hoogwaardige universiteiten te komen, die best met elkaar mogen competere, is in ieder geval een grotere zelfstandigheid van universiteiten nodig. Mijn ideaalbeeld is dat universiteiten zelf kunnen kiezen welke mensen ze opleiden (selectie aan de poort), zelf ook eventueel het collegegeldniveau kunnen bepalen, en veel selectiever kunnen zijn in het aanstellen (en ontslaan) van medewerkers. Kortom lossen komen te staan van de overheid. Voor datgene wat vervolgens in opdracht van de overheid wordt uitgevoerd moet de overheid marktconform betalen.

Chris A. Vissers

Hoogleraar Informatica, in het bijzonder interface, faculteit der Informatica, vakgroep Tele-informatica en Open Systemen, Universiteit Twente (UT).

Elektrotechniek gestudeerd in Delft, daarna bij Bell Labs in de VS gewerkt.

In 1965 teruggekeerd naar Nederland en gaan werken aan de Technische Universiteit Twente.

Tussentijds gewerkt bij het IBM ontwikkelingslaboratorium in Uithoorn.

Gepromoveerd aan de Technische Universiteit Twente in 1977.

Vanaf 1985 Hoogleraar Informatica aan deze universiteit.

Vanaf eind 1992 wetenschappelijk directeur van het Telematica Research Centre (TRC), een voorloper van het Telematica Instituut.

Sinds 1997 wetenschappelijk en algemeen Directeur van het Telematica Instituut (TI), een van de 4 technologische topinstituten (tti's) in Nederland.

Aard van vernieuwing in het onderzoek

Kunt u om te beginnen een korte schets, een indruk geven van de velden waarop u werkzaam bent en wat daarbij vernieuwende onderzoeksthema's zijn?

Kunt u om te beginnen een korte schets, een indruk geven van de velden waarop u werkzaam bent en wat daarbij vernieuwende onderzoeksthema's zijn?

Voordat ik op de inhoudelijke kant inga, wil ik eerst een algemene opmerking maken over vernieuwing. Ik vraag me wel eens af of vernieuwing wel wordt opgemerkt, of mensen waarvan je afhankelijk bent wel in de gaten hebben dat je met een vernieuwend idee bezig bent. Dat is volgens mij niet vaak het geval. Ontwikkelingen vallen voor anderen vaak buiten het gezichtsveld, met name ontwikkelingen tussen gebieden of disciplines.

Goed, dat even als algemene opmerking. Als ik inhoudelijk vanuit mijn eigen gebied kijk naar vernieuwing, dan is voor mij de kernvraag hoe je vanuit samenhang (ook wel *interfacing* genoemd) kunt redeneren. Anders gesteld, hoe je door dingen in samenhang te brengen kunt komen tot een groter geheel met nieuwe functies of mogelijkheden. Dat in samenhang brengen, moet je in brede zin zien: in technische zin gaat het bijvoorbeeld om de samenhang tussen deelsystemen om zodoende te komen tot een groter systeem met nieuwe functies: de *services*, *protocols* en *interfaces* die in telematicasystemen zo'n grote rol spelen. Maar het gaat ook om samenhang tussen allerlei specialisaties binnen de informatica, of samenhang tussen de wereld van informatica en die van communicatie. Die vraag naar samenhang is in de academische wereld niet vanzelfsprekend. Men concentreert zich vaak op specialismen en subdiscipli-

nes. Dat is ook kenmerkend voor de informaticawereld in Nederland. Men wil in de diepte van de discipline en streeft daarbij naar *peer to peer recognition*. Dat mechanisme versterkt het ontstaan van pure specialisten zoals een database-expert, een kennistechnoloog, een netwerkprotocollspecialist of een expert in operatingsystemen, specialisten in non-imperatieve talen of juist in imperatieve talen of logische talen. Ga zo maar door. Van elkaars vakgebied weet men dan weinig.

Mijn oorspronkelijke achtergrond is elektrotechniek, in het bijzonder digitale techniek: techniek die ten grondslag ligt aan het ontwerpen van computers, automatiseringssystemen, telefooncentrales, communicatiesystemen. Vanuit die achtergrond heb ik altijd veel te maken gehad met de wereld van de communicatie. Je ziet dan dat in Nederland de traditionele informaticawereld weinig tot geen kennis had van (tele)communicatie. Er was gewoon een waterscheiding tussen. Informatica in Nederland is vooral voortgekomen uit de wiskundige wereld, niet vanuit de (elektro)technische wereld. De informaticagemeenschap in Nederland is van oudsher dan ook niet erg geporteerd van het concept telematica, dat uit de aard van de zaak een verstrengeling inhoudt van communicatie- en informatietechnologie.

In het buitenland daarentegen, met name in de VS, zijn de werelden van telecommunicatie en informatica al vanaf de jaren zestig steeds meer in elkaar gaan schuiven. Een voorbeeld van het binnensluipen van informatica in de telecommunicatiewereld is de opkomst van computergestuurde telefooncentrales. Aan de andere kant zijn, bijvoorbeeld door het koppelen van computers op afstand via telefoonlijnen, technieken en kennis uit de telecommunicatie benut in de informaticawereld. Dat laatste betekende overigens een overgang van de grote mainframes naar netwerken van intelligente terminals in *local area networks* (tegenwoordig *intranets*). In Nederland echter had men lange tijd weinig belangstelling voor deze ontwikkelingen; de waterscheiding tussen de informatica en de telecommunicatie is daardoor lang blijven voortbestaan. Ikzelf ben juist altijd bezig geweest op het grensvlak tussen beide technologieën.

De essentie, en wat ik ook zie als het vernieuwende van mijn werk is juist het kunnen zien en het kunnen aanbrenge van samenhang tussen zaken. Bijvoorbeeld: een systeem zien als een totaliteit waarbij alleen het uitwendig observeerbare gedrag in samenhang met de systeemomgeving telt, en vervolgens het systeem zien als een samenhang van componenten die gezamenlijk dat uitwendig observeerbare gedrag genereren. Daarbij kijk je naar een systeem op meerdere, verschillende maar samenhangende aggregatieniveaus. Op elk niveau gelden specifieke, maar vaak heel verschillende ontwerp- en optimalisatiecriteria. Je kunt niet volstaan met kijken naar één niveau. Het is de kunst om heel snel de verschillende niveaus te herkennen en te weten op welk niveau je moet inspelen. Dat geldt ook in discussies. Dat snel van het ene naar het andere aggregatieniveau springen is een problematiek die mensen niet gemakkelijk onder de knie krijgen. Je ziet dat wetenschappers niet alleen monodisciplinair werken, maar vaak ook op slechts één aggregatieniveau redeneren.

De overkoepelende wetenschappelijke benadering hiervoor noemen we architectuur: de wetenschap om vanuit samenhang ontwerpprocessen te kun-

nen sturen. Het wetenschappelijk inzicht rond samenhang acht ik nog steeds beperkt ontwikkeld. Dit geldt in de academische gemeenschap, maar ook in bedrijven. Daar werkt men veelal vanuit een concrete productbehoefte, niet aan de achterliggende wetenschappelijke inzichten. Zo langzamerhand begint het wel te komen. In mijn contacten met bedrijven krijg ik steeds vaker te horen dat architectuur belangrijk is, iets wat ik al 25 jaar beweer. Het tij is nu mee, de ontwikkeling is inmiddels zo ver dat velen het belang van architectuur en samenhang inzien, hoewel niet iedereen dezelfde definities hanteert.

Om het concept van denken in samenhangen en architectuur rond telematica te verhelderen, zal ik zeer globaal enkele belangrijke aggregatieniveaus in een telematicasysteem aanduiden.

Het 'laagste' aggregatieniveau betreft de transmissieproblematiek. De dienst (het uitwendig observeerbare gedrag) die geleverd moet worden is het op afstand overbrengen van bit-rijen via een verbinding, bijvoorbeeld via lichtpulsen over een optische transmissielijn. Deze dienst wordt geleverd door elektronische en optische componenten en een transmissiemedium in samenhang te brengen. Daarvoor is kennis nodig over hoogfrequente elektronische schakelingen en kennis van optische technologie; het soort zaken waar fysici en elektrotechnici zich mee bezighouden.

Het middelste aggregatieniveau betreft de netwerkproblematiek. Waar het op dit niveau ruwweg om gaat is dat er *end-to-end*-verbindingen worden gelegd, zodat de 'post' van een willekeurige gebruiker op het goede adres van een willekeurige andere gebruiker aankomt. Dat is geen geringe problematiek, er moeten oplossingen bedacht worden voor elektronische brievenbussen met adressen, (breedbandige) capaciteit, betrouwbaarheid, veiligheid, beheersprocedures, enzovoort. Dat *end-to-end* doorgeven verloopt via netwerkstructuren die gemaakt worden uit aan elkaar geknoopte verbindingen en subnetwerken, bijvoorbeeld lokale netwerken onderling gekoppeld via internets.

Op dat netwerkniveau heb je weer geheel eigen technologieën, afhankelijk van het soort netwerk. Dit is de wereld van de grote telecombedrijven zoals Lucent, Ericsson, Alcatel, Siemens, Cisco. Als die netwerken er zijn, dan kun je *end-to-end*-bit-rijen versturen.

Met die bit-rijen op zich kun je echter nog weinig, daarvoor is een hoger aggregatieniveau nodig: het applicatieniveau waarbij functies worden geleverd die de menselijke eindgebruiker rechtstreeks gebruikt. Hiervoor heb je technieken nodig waarmee je toepassingen kunt ondersteunen zoals e-mail, EDI, *teleconferencing*, financiële transacties, etc.

Het geheel van transmissieniveau, netwerkniveau en applicatieniveau (die ieder voor zich weer uit meerdere subniveaus kunnen bestaan) tezamen vormt een telematicasysteem. Dat geheel levert diensten of gebruiksmogelijkheden aan de gebruikersomgeving. We zitten dan op het gebruikersniveau en de interacties die mensen hebben met het systeem.

Het gebruik van het systeem dient op zijn beurt ook weer ergens toe, bijvoorbeeld de verkoop van producten of diensten aan andere gebruikers op het net. Dat is weer een hoger aggregatieniveau.

Het feitelijk gebruik van telematica in en tussen de verschillende sectoren van bedrijven, tussen burgers onderling en tussen overheid, burgers en bedrij-

ven tenslotte heeft, op een nog hoger niveau bekeken, effecten op de samenleving als geheel. Die effecten zullen overigens groot zijn.

Architectuur nu, is het bekijken van de samenhang binnen en tussen al deze niveaus, met als doel de ontwerpprocessen te beheersen.

Te overwinnen weerstanden

Even terug naar de opmerking dat u al 25 jaar het belang van architectuur en samenhang benadrukt en dat dit pas geleidelijk algemeen geaccepteerd raakt. Hoe heeft u het voor elkaar gekregen om al die tijd wel uw ideeën door te zetten? Op welke wijze heeft u de financiering voor uw onderzoekswerk verkregen?

Dat is zeker niet gemakkelijk geweest, ik heb er voor moeten vechten. In Twente heb ik bijvoorbeeld gestreefd naar de vorming van één vakgroep Tele-Informatica, bedoeld om de meer systeemgerichte informatici in de faculteit informatica te integreren met communicatiespecialisten met een meer elektrotechnische achtergrond uit de faculteit elektrotechniek. De vorming van die vakgroep vergde derhalve betrokkenheid en samenwerking tussen twee faculteiten. Mijn stellingname was: “als de rest van de wereld integreert, moeten wij dan gesplitst blijven vanwege toevallige faculteitsgrenzen?”. Die vakgroep is uiteindelijk in 1989 gesticht. Je zou denken dat niemand er tegen zou kunnen zijn, het behelste slechts het bijeenbrengen van bestaande capaciteit, we legden geen beslag op extra middelen uit de eerste geldstroom. Toch moest veel onbegrip en weerstand worden overwonnen.

De moeizame totstandkoming van de vakgroep heeft overigens de groei ervan niet in de weg gestaan. Eind 1992, toen ik directeur werd van het toenmalige TRC (het Telematica Research Centre, dat is opgegaan in het tti Telematica) bestond de vakgroep uit zo'n vierenzestig wetenschappers, waarvan acht hoogleraren, twee UHD's een paar UD's en een heleboel toegevoegd onderzoekers en aio's. Het grootste deel daarvan was extern gefinancierd. Ik heb heel zwaar geleund op de derde geldstroom, op financiering buiten de reguliere kanalen van de eerste en tweede geldstroom. Deels betrof dat de Nederlandse overheid, maar vooral de EU is voor mij zeer belangrijk en gunstig geweest. Op de projecten die de EU financierde kon ik ook mensen internationale ervaring laten opdoen.

NWO is voor mijn groep niet van belang geweest. Bij NWO heb ik ooit eens twee voorstellen ingediend, waaronder één op het gebied van *services* voor lokale netwerken. Die zijn beiden afgewezen. Dat was rond eind 1981. Toen begon men in Amerika heel substantieel met *local area networks*, maar hier in Nederland werd die ontwikkeling niet gezien. Vijf jaar later barstte de wereld van de *local area*-netwerken. Dit kun je zien als een voorbeeld van de behoudendheid in de Nederlandse academische gemeenschap. Elders, vooral in Amerika, is er meer vrijheid om te experimenteren, meer ruimte en bemoediging voor nieuwe ontwikkelingen. In Nederland is er weinig waardering voor het geavanceerde. De mentaliteit is afwachtend, men kijkt liever de kat uit de boom en wacht tot het zeker is dat het wat wordt. Terwijl iedereen weet dat ontwikkelingen in stapjes gaan, je moet investeren om verder te komen. De computer is ook begonnen als een moloch met enorme afmetingen en bundels

kabels; dat leek nergens op. Zo ook de geheugenchips die eerst ook maar heel weinig capaciteit hadden. Je moet geloven in die eerste stapjes, de ruimte geven aan nog embryonale ontwikkelingen, een visie durven hebben van waar het naar toe kán of zal gaan; om mee te blijven doen. Alleen dan kun je meedoen aan het front van wetenschappelijke ontwikkelingen. Nogmaals: dat lokale netwerken er zouden komen, kon je in 1974 al voorspellen. Hier wilde men er in die tijd echter niet aan.

U vertelt dat u met name sterk heeft geleund op de derde geldstroom. Wat heeft dat betekent voor de mogelijkheden tot vernieuwing?

Ik heb het nooit een probleem gevonden om te moeten werken met veel derdegeldstroomgelden. Een van mijn beleidslijnen is om je vooral te laten leiden door dat waar de buitenwereld behoefte aan heeft. Je moet je strategische paradigma's uit de buitenwereld halen. Dan moet je overigens wel het vermogen hebben om zelf goed te interpreteren waar die behoeftes zullen liggen, want de buitenwereld zegt dat niet rechtstreeks.

Ik ben verder van mening dat het goed is om te moeten vechten voor je geld, te laten zien dat je werk wat waard is. Ik heb dat liever dan dat je het geld zomaar krijgt. Geld waar je geen moeite meer voor hoeft te doen, is heel gevaarlijk; daar worden mensen inhalig van. Ik vind dat ook een lastig punt binnen het Telematica Instituut. Daar zit een hoop geld in van de overheid en van bedrijven. Dat geld is voor een lange periode toegezegd, en onderzoekers kunnen daar dus beslag op gaan leggen. De verleiding is dan groot om dure en langdurige projectvoorstellen te maken, waarvoor de inzet van veel menskracht is vereist.

Stimuleren van vernieuwing en sturing van onderzoek

U heeft vanuit uw achtergrond verteld over vernieuwing en wat in uw geval heeft mee- en tegengewerkt. Hoe kunnen meer in het algemeen vernieuwende ideeën en kiemen echt een kans krijgen om door te breken en wat verhindert dit juist?

Dat is een verschrikkelijk moeilijke vraag waarmee we binnen het Telematica Instituut ook worstelen: hoe kunnen we een zodanige context creëren waarin kansen worden geboden voor goede, vernieuwende benaderingen. In het algemeen denk ik dat goede ideeën en ontwikkelingen uiteindelijk wel naar boven komen. Die groeien tegen de verdrukking in. Voorwaarde is dat er een trekker is die er in gelooft, er heilig van overtuigd is dat het klopt, dat je ermee door moet en dan desnoods maar dwars door de muur heen. Je moet dus vechten voor je ideeën, zo nodig de heilige huisjes omver schoppen. Je maakt je daarmee niet altijd even geliefd. Maar daar moet je je dan maar niets van aantrekken.

Vanuit mijn positie als directeur van een instituut kun je trachten vernieuwing te stimuleren en een kans te geven. Ikzelf geloof heel sterk in het creëren van spanningsvelden. Er moet een bepaald volume van onderzoek zijn dat volstrekt vrij is, waarbij je een tijdlang iets kunt doorvoeren zonder dat iedereen aan de kant 'boe' roept omdat ze er niet in geloven. Aan de andere kant geloof ik heel sterk in onderzoek dat dicht tegen de praktijk aan ligt, onder-

zoek vóór en met bedrijven. Het is geen óf-óf maar én-én. Als je het puur aan academische kennisinstellingen overlaat, zit je vaak aan de ene kant; bedrijven gaan juist helemaal de andere kant op. Ik vind het belangrijk om beide soorten onderzoek in samenhang te doen, daar duidelijke contingenten voor af te spreken. Binnen het Telematica Instituut hebben we dat gedaan. Onze onderzoeksprogrammering gaat uit van 50% meer op de toekomst, op kennisontwikkeling gericht onderzoek, onderzoek dat meer fundamenteel van aard is. De andere helft is nadrukkelijk gericht op kennisoverdracht en toepassingsmogelijkheden voor bedrijven. Deze twee delen behoren met elkaar in verband gebracht te worden, ze mogen binnen het instituut niet los van elkaar staan. Het meer toegepaste, bedrijfsgerichte onderzoek dient stimulerend te werken op de vraagstellingen in het meer fundamentele onderzoek, terwijl ideeën uit de meer fundamentele kant richtinggevend kunnen zijn voor de ontwikkeling van toepassingen voor bedrijven. Die combinatie en wisselwerking kun je bewerkstelligen door dezelfde mensen aan deze twee soorten onderzoek te laten werken. In een project van ons zit daarom altijd zowel een fundamenteel als een meer toegepast deel. Medewerkers zien beide kanten, praten er over met elkaar. Hoe precies de verhouding ligt, verschilt per project en per persoon. Je moet daarin ook niet dogmatisch zijn. Zo'n mix ontstaat bijvoorbeeld ook als iemand drie jaar lang meer fundamenteel werkt en aansluitend een paar jaar meer toegepast. Kern is om de twee soorten onderzoek in hun onderlinge relatie te bekijken en een veld van kennisdoorstroming tussen beide te creëren. Zo te werk gaan, vormt mensen. Het verbreedt hun horizon, haalt oogkleppen weg.

Ik vind overigens dat ook het meer vrije, fundamentele onderzoek wel programmeerbaar moet zijn. Ik wil weten waar iemand aan werkt en waarom. Het kan niet zo zijn dat iemand zomaar het bos ingaat en dat onbekend is na hoeveel jaren hij er weer uitkomt. Ik vraag een articulatie van waarom men iets zoekt, welke type resultaten men verwacht en wanneer, welke effecten men van eventuele oplossingen verwacht en in welke richting men ongeveer denkt te gaan zoeken. Die uitwerking van onderzoeksideeën hoeft niet heel concreet, maar de grote lijnen, de drijfveren moeten helder zijn. Dat leggen we neer in een projectwerkplan, meer uitgebreid en dikker naarmate de omvang van het project groter is. Ik ben het niet eens met de veel gehoorde stelling dat vernieuwend onderzoek zich niet laat programmeren. Het zoeken naar vernieuwing is naar mijn mening niet per definitie vaag en dus ongrijpbaar. De geschiedenis laat ook zien dat mensen die tot grote vernieuwingen zijn gekomen, op hoofdlijnen wel degelijk een beeld hadden van waar ze heen wilden. Dat helpt ook in de beoordeling van het resultaat. Geweldige ideeën komen niet als paddestoelen uit de grond, dat ontwikkelt zich in een context. Risicodragend onderzoek betekent in mijn optiek dan ook niet dat het geld 'verbrast' kan worden omdat we nog niks weten en het allemaal nog zo onzeker is waar we naar zoeken.

Ik spreek hier overigens over mijn eigen vakgebied, waarbij ik me terdege realiseer dat telematica-onderzoek totaal verschillend is van wat bijvoorbeeld in de drie andere tti's gebeurt. Daar heeft men meer te maken met de weerbaarheid van de fysische natuur. Wij daarentegen werken in een volstrekt artificiële, een ontwerpwereld. We kunnen producten en diensten maken die we zelf willen, we zijn niet of nauwelijks afhankelijk van wat fysisch mogelijk is.

In Telematica komt het aan op ons eigen vermogen om vernieuwing tot stand te brengen. Onze beperking is dat we vechten tegen de grenzen van onze eigen intelligentie en voorstellingsvermogen. Dat maakt dat risicodragend onderzoek in onze context een geheel andere lading heeft, het gaat om heel andere risico's en onzekerheden. Bij ons zijn het veeleer onzekerheden in samenwerkingsverbanden met allerlei partijen en of er wel behoefte is aan wat we bedacht hebben en of het betaalbaar zal zijn. Er zijn vele ontwikkelingen aan te wijzen op telematicavlak die zijn mislukt, vooral omdat de resultaten niet appelleren aan behoeftes bij gebruikers of omdat het resultaat dermate klungelig in elkaar zit dat er niet mee te werken valt.

Vernieuwing stimuleren via verbreding bij medewerkers

Wat betekent deze visie op sturing van onderzoek in de praktijk voor medewerkers binnen uw instituut?

Mensen komen met heel verschillende achtergronden het Telematica Instituut binnen, van allerlei plekken over de wereld brengen ze een diversiteit aan onderzoeksattitudes mee. Ik verwacht van mensen die hier komen werken dat ze niet precies in de lijn van hun eerder onderzoek doorgaan. Tegen iemand die bijvoorbeeld aan *real time operating*-systemen heeft gewerkt, zeg ik dat hij andere onderwerpen moet gaan doen, zich veel breder moet gaan opstellen. Dat is ook hartstikke leuk, zeg ik er dan bij. Je krijgt de mogelijkheid om – voortbouwend op eerder opgedane kennis – aan heel andere gebieden te werken en zodoende zaken meer in samenhang te bestuderen. Verder krijg je hier de mogelijkheid om met mensen uit geheel andere disciplines te werken, met economen, psychologen, communicatiewetenschappers, netwerkexperts, etc. Door op deze manier te werk te gaan, ontstaat een type mens dat veel meer lenigheid in het hoofd heeft en zich niet zo snel laat verankeren op subdisciplines. Daar selecteer ik nieuwe medewerkers ook op, ik zoek dynamische wetenschappers. De meesten reageren hier heel enthousiast op.

U streeft dus heel expliciet naar verbreding, het doorbreken van de hokjesgeest. In hoeverre hebben uw medewerkers daardoor problemen met erkenning binnen de academische gemeenschap die juist sterk gericht is op monodisciplinaire verdieping?

Die erkenning is inderdaad een lastig punt. De erkenningsmechanismen in de academische gemeenschap zijn niet gericht op ons type onderzoek en de onderzoeksomgeving die ik wil creëren. Het kan mij echter niet zoveel schelen hoeveel publicaties iemand op zijn naam heeft staan, het gaat om de kwaliteit en effectiviteit van zijn werk. Ik geef eigenlijk niks om de academische *peer to peer recognition*. Het Telematica Instituut is een tti dat overeenkomstig de doeleinden van de overheid en het bedrijfsleven een missie heeft meegekregen om zich optimaal te richten op de BV Nederland; voorop staat het doen van fundamenteel-strategisch, maar bovenal bedrijfsrelevant onderzoek, en niet de erkenning van collegawetenschappers in binnen- en buitenland.

Goed, dat is de missie van het instituut. En u heeft zelf al naam gemaakt en een gerespecteerde positie verworven. Maar uw medewerkers, mensen die net gepromoveerd zijn, denken daar wellicht anders over. Ze willen werken aan hun eigen positie, zelf ook in de wetenschappelijke gemeenschap naam maken. De vraag is of dat lukt met de verbreding die u voorstaat.

Onze wetenschap is zaken in samenhang brengen, dat is de kerndiscipline. Daar ontwikkelen medewerkers zich in, er is ook een schrijvende behoefte aan in de wetenschappelijke wereld. Ze krijgen hier de kans zich die breedte en samenhang eigen te maken. Daarnaast krijgen ze ook een geweldige *exposure* in het bedrijfsleven, mensen die hier vandaan komen zijn daardoor zeer gewild. Dat vind ik belangrijker dan de *peer recognition* in de wetenschappelijke wereld. Maar let op, we hebben hier de stelregel van half-half: half toegepast en half fundamenteel werk. Medewerkers kunnen dus wel degelijk naar harte-lust in de wetenschappelijke diepte bezig zijn en publiceren. Dat dat 'maar' 50% is vind ik niet erg, integendeel.

Maar ik zie het punt wel. De beoordelingscriteria die ik hier intern hanteer zijn anders dan die in de wetenschappelijke gemeenschap. Ik kijk naar wat iemand bijdraagt en presteert op het vlak van bedrijfsrelevant onderzoek, terwijl de academische gemeenschap vooral beoordeelt op basis van de bijdrage aan de disciplinaire verdieping. Dat levert inderdaad spanning op, je moet gewoon constateren dat dit vloekt. Ik wil ook niet uitsluitend afgerekend worden op die puur academische criteria, het mag wel een rol spelen maar niet overwegend. Mijn medewerkers publiceren natuurlijk wel in goede tijdschriften, men gaat naar congressen om papers te presenteren, etc. Net zoals bij onze onderzoeksprogrammering heel veel disciplines een rol spelen, zo publiceren onze mensen ook in een breed scala van tijdschriften. De wetenschappelijke bijdragen die dit instituut levert, worden wel degelijk gezien, geaccepteerd en gewaardeerd.

David de Wied

*Emeritus hoogleraar Medische Farmacologie, faculteit der Geneeskunde,
Universiteit Utrecht.*

*Geneeskunde gestudeerd, in 1958 lector en in 1961 hoogleraar Experimentele
Endocrinologie aan de Rijksuniversiteit Groningen.*

*Vanaf 1963 tot 1988 hoogleraar Medische Farmacologie aan de Universiteit Utrecht
en directeur van het Rudolf Magnus Instituut (RMI) van de faculteit Geneeskunde,
een toonaangevend centrum in de wereld op het gebied van neuropeptiden.*

Een terugblik: de ontstaansgeschiedenis van vernieuwend onderzoek

U bent bekend en beroemd geworden vanwege uw onderzoek naar de biologische grondslagen van leren en geheugen. Dat was in de jaren zestig en zeventig heel revolutionair onderzoek. Hoe bent u er destijds toe gekomen dat onderzoeksterrein tot het uwe te maken? En heeft u daarbij veel weerstand ondervonden? Verzoek is kortom om – gebaseerd op uw eigen ervaringen – achtergronden te schetsen van de totstandkoming van vernieuwend onderzoek.

Daarvoor moeten we een heel eind terug in de tijd. Wat bepalend is geweest voor de ontwikkeling van mijn ideeënvorming, is dat ik in 1957-1958 een jaar in de Verenigde Staten heb gewerkt. Ik was hoofdassistent bij medische farmacologie in Groningen waar ik onderzoek deed naar de invloed van stress op het hypofyse-bijniersysteem. Mijn Amerikaanse leermeester vond het zinvol dat ik ook ervaring zou opdoen met de experimentele psychologie. Men bestudeerde daar de invloed van hormonen op leergedrag bij ratten. Dat was inderdaad een goede raad. Voortbouwend op de inzichten verworven gedurende dat jaar in de VS heb ik, toen ik terug was, een aantal buitengewoon interessante bevindingen gedaan. We waren in Groningen bezig met na te gaan hoe de activiteit van de hypofyse, die bij stress sterk toeneemt, vanuit de hersenbasis wordt geregeld. Wij hadden gevonden dat chirurgische verwijdering van het achterste (neurale) deel van de hypofyse van ratten een stoornis veroorzaakt in de afgifte van het adrenocorticotrope hormoon (ACTH), dat de activiteit van de bijnierschors regelt. Dat gebeurde alleen indien de dieren werden blootgesteld aan een neurogene stress (vreemde omgeving, hard geluid, etc.). Mijn hypothese was dat dit wel eens het gevolg kon zijn van een

stoornis in het centrale zenuwstelsel. Ik heb dat toen onderzocht door te kijken naar het leergedrag van die dieren, hetgeen inderdaad afwijkend was. Vervolgens toonde ik aan dat dit afwijkende gedrag kan worden hersteld door toediening van vasopressine of ACTH en MSH.¹

De resultaten van het Groningse onderzoek heb ik niet direct gepubliceerd; ik wist er niet zo goed raad mee. Ik heb er een tijd mee rond gelopen: moet ik er mee verder gaan?; is dit wat of niet? Als ik ermee verder zou gaan, dan wilde ik het multidisciplinair aanpakken. Niet alleen afgaan op gedrag, maar ook kijken naar (bio)chemische en (elektro)fysiologische effecten van de betreffende hormonen in de hersenen. Het zou dus veel werk en middelen vergen om die ideeën uit te werken. Inmiddels was ik in Groningen in 1961 hoogleraar geworden in de experimentele endocrinologie.

In 1963 kwam aan de Universiteit van Utrecht in de Medische Faculteit een belangrijke leerstoel in de farmacologie vacant. Men belde mij om te polsen of ik geïnteresseerd was, maar ik had eigenlijk niet zoveel interesse om naar Utrecht te gaan. Voor het salaris hoefde ik het niet te doen, dat is immers aan alle universiteiten hetzelfde. Het verschil zit in de mogelijkheden die je worden geboden. In Utrecht bleek heel veel te kunnen. Er stond een heel groot instituut dat destijds door Rudolf Magnus, de eerste hoogleraar in de farmacologie in Nederland, was gebouwd. Na een oriënterend gesprek heb ik in de trein naar huis een brief geschreven met mijn voorwaarden voor wat betreft mensen en materiële middelen. Binnen een week had ik antwoord terug. Ze wilden wel op mijn voorwaarden ingaan. Dat kon toen. Je kon een leerstoel bezetten met een hele hoop extra's, waardoor je direct een goede start kon maken. Ik kreeg mensen, geld en instrumentarium. Alles kon. Het instituut moest ook opgeknapt worden. Het belangrijkste voor mij was dat ik de staf kon verdubbelen. Ik zag al direct dat ik met de staf die er was mijn doel niet kon bereiken. Dat waren ook mensen die al wat ouder waren en op andere gebieden werkzaam waren. Een enkeling sloot zich wel bij mijn onderzoek aan. Ik wilde mijn eigen mensen meenemen, waarmee ik al in Groningen werkte. Ik had daar net enkele mensen aangenomen en een aantal hele goede medewerkers die op het laboratorium werkten, liet mij weten dat zij met me mee naar Utrecht wilden. Ik kon dus direct beginnen. Dat is een belangrijk punt. Als je een nieuwe positie aanneemt, dan geeft zo'n eigen groep een hele goede start.

Bij de overstap naar Utrecht heb ik mijn onderzoekslijnen in de endocrinologie waarmee ik in Groningen bezig was losgelaten. Dat is een goede strategische keuze geweest. Ik zag toen al dat we niet konden concurreren met de Amerikanen die met verwant onderzoek als wij in Groningen bezig waren. De mensen die uiteindelijk de Nobelprijs hebben gekregen voor hun onderzoek naar de zgn. *Releasing Hormones*², hadden een voorsprong die we in Nederland

¹ Vasopressine is het hormoon, dat in het achterste deel van de hypofyse wordt opgeslagen en afgegeven naar het bloed. Het is betrokken bij de regulatie van de waterhuishouding. MSH is een hormoon dat invloed uitoefent op de pigmentatie van de huid. Wat structuur betreft lijkt het veel op ACTH; maar het heeft weinig invloed op de bijnierschors.

² Peptiden uit de hersenbasis die betrokken zijn bij de regulatie van de hypofysefunctie.

niet meer zouden kunnen inhalen. We hadden de potentie en het geld niet, noch de goede faciliteiten. Wel waren we geïnteresseerd in de aanwezigheid van peptiden in de hersenen die invloed op het gedrag kunnen uitoefenen. Daarvoor gingen wij hier in Nederland eens per maand vanuit Utrecht naar een slachterij van mijn zwager in Steenwijk voor stukjes hersenen van kalveren. Met dat materiaal gingen we naar huis om de peptiden eruit te isoleren. In Amerika ging dat heel anders, professioneler en op grotere schaal. Er werden mensen ingezet om het voorbereidend werk te doen. Dat mocht ook allemaal geld kosten.

Bij mijn aanstelling in Utrecht heb ik dus de keuze gemaakt die concurrentie niet aan te gaan. Ik heb bewust een onderwerp gekozen waar op dat moment nog niemand mee bezig was. Daarvoor kon ik teruggrijpen op mijn eerdere onderzoek naar de invloed van hormonen uit de hypofyse op het leergedrag. Het was een gok en het was mogelijk dat er niets uit zou komen. Maar het leek me wel een boeiend onderwerp. Ik heb toen tegen de mensen die megingen naar Utrecht gezegd: daar gaan we aan werken. In zo'n opzet moet niet iedereen een eigen onderwerp kiezen, maar samenwerken aan het gekozen thema. Natuurlijk ieder op zijn eigen manier, afhankelijk van zijn opleiding; arts, farmaceut, chemicus, bioloog, psycholoog, etc. Allemaal verschillende opgeleide mensen. Zo zouden we gezamenlijk onderzoek doen naar de invloed van peptidehormonen op het centrale zenuwstelsel. Dat vond iedereen heel spannend. Het kon ook, want niemand in 1963 trok zich iets aan van wat wij in dat instituut deden. Wij hoefden geen aanvragen voor geld te schrijven. Er zouden dan zeker veel mensen geweest zijn die zich zouden hebben afgevraagd of dat onderzoek wel toekomst had.

Dat is dus de essentie van mijn verhaal; over hoe vernieuwend onderzoek tot stand komt. Het lijkt nu alsof ik een echt visionair onderzoeker was, die het van het begin af aan al allemaal in zijn hoofd had. Maar ik twijfelde zelf ook sterk.

Benodigde ruimte voor vernieuwing, te overwinnen weerstanden

U schetst een vrij ideale situatie: voldoende middelen, ruimte om extra mensen aan te stellen naar eigen voorkeur, inhoudelijk ook alle ruimte om uw eigen gang te gaan. Waarom heeft juist u die ruimte gekregen? Dat is niet voor iedereen weggelegd.

Ik had inmiddels een zekere naam en reputatie op het gebied van endocrinologie opgebouwd met mijn werk in Groningen, zowel in Nederland als in het buitenland. Ik had toen al wel gepubliceerd, maar eigenlijk nog niet zo verschrikkelijk veel. Misschien een stuk of zestig artikelen. Op basis van die opgebouwde reputatie wilde men mij in Utrecht hebben. Wat zeker in mijn voordeel heeft gewerkt, was dat er toen nog niet zoveel farmacologen waren, het was een schaars artikel. Daardoor kon ik voorwaarden stellen. Ik was jong genoeg om nog zeer ambitieus te zijn. Voor het onderzoek dat ik voorstond had je goede omstandigheden en faciliteiten nodig. Ik kon niet accepteren als men een apparaat, dat beslist nodig was, niet direct kon aanschaffen. In Amerika had ik geleerd dat je de zaken goed moet aanpakken. Daar heb ik ook voor geknokt. Ik had dus inderdaad alle ruimte, zowel inhoudelijk alsook in de middelen sfeer. Niks over te klagen.

Dat ik alle ruimte heb gekregen, wil echter nog niet zeggen dat ik daarmee ook kon rekenen op applaus en alle medewerking. Het onderzoek waarmee we in Utrecht op grotere schaal begonnen waren, stuitte op veel onbegrip en soms ook weerstand. Als ik in het buitenland kwam en vertelde waarmee ik bezig was, zeiden mensen wel tegen me: “Waarom ga je niet door met de aardige dingen die je voor die tijd in Groningen deed?” Meneer Van Raan (prof. Van Raan, Universiteit Leiden, bibliometrie) zou de grootste moeite hebben met het meten van onze citaties. We werden gewoonweg niet geciteerd, in die beginjaren waren er maar drie andere mensen op de wereld die zich bezighielden met dit onderwerp. Wel is het zo dat toen we eenmaal bezig waren en we onze eerste resultaten hadden gepubliceerd, wij onmiddellijk concurrentie kregen uit Amerika.

Inhoudelijke tegenwerking of wellicht tegenwerpingen heb ik zeker ook gehad. Ik wilde laten zien dat neuropeptiden op allerlei gebied veranderingen in de hersenactiviteit geven, ook in termen van chemische en fysiologische reacties in de hersenen. Men had echter vooral oog voor de gedragseffecten die wij vonden. Hoe prachtig ook onderbouwd met allerlei andere gevonden effecten, die effecten op gedrag waren zo in het oog springend, daar werd ik vooral op aangesproken. Andere wetenschappers die ons onderzoek repliceerden, waren aanvankelijk sceptisch over die gedragseffecten. Sommigen konden onze resultaten niet bevestigen. Dat is ook niet gemakkelijk. Het gaat om betrekkelijk subtiele effecten. Er speelt zoveel mee. Je hebt goed gedefinieerde proefdieren nodig, bij voorkeur zelf gekweekt. En je moet zorgen voor vergelijkbare omstandigheden. De uitkomsten van een gedragsexperiment waarbij je vandaag de ene jas aanhebt en morgen een andere zijn al onzeker. Tenslotte zijn de effecten die wij beschreven zo vaak gevonden, dat ze in de tekstboeken terecht zijn gekomen. Maar het heeft jaren geduurd, al met al zo ongeveer zo jaar, voordat onze onderzoeksbevindingen wereldwijd geaccepteerd werden. Die weerstand en ongelof rond mijn onderzoeken had ook zeker te maken met de geheel andere kijk op zaken die ik had, mijn tegendraadsheid. Waar veel endocrinologen geïnteresseerd waren in de invloed van het zenuwstelsel op de hypofyse, waren wij vooral geïnteresseerd in de invloed van hypofysehormonen (peptiden) op het brein. Dat is jarenlang zo geweest. De gangbare opvatting was dat die peptiden niet in het centrale zenuwstelsel kunnen doordringen en daar dus ook geen effecten kunnen hebben. Het was echter al wel bekend dat vasopressine en oxytocine in de hersenbasis werden gevormd. Onze gedachtegang was dat die peptiden niet alleen naar het achterste deel van de hypofyse, maar ook in de hersenventrikels worden afgegeven, waardoor ze overal in de hersenen terecht kunnen komen. Als wij die peptiden in één van de ventrikels aanbrachten, zagen we inderdaad effecten. Het argument bleef staan voor andere hormonen, zoals ACTH die niet in de hersenen worden gevormd. Op het moment dat bleek dat de hersenen eveneens de productieplaats was van andere peptidehormonen, dus ook van ACTH, begon de wetenschappelijke wereld echt wakker te worden en begon men te zeggen: “Hee, daar wil ik ook wat van weten.” Wij hebben pas de wind echt mee gekregen op het moment dat gevonden werd dat er in de hersenen peptiden worden gemaakt, die in werking lijken op morfine. Wij hadden toen uiteraard al regelmatig over onze resultaten gepubliceerd; de eerste artikelen met onze

bevindingen zijn zo rond 1964-1965 verschenen. Zo'n vijftieng jaar later waren enkele van die artikelen *citation-classics*.

Maar ik mocht in het begin niet zeggen dat bepaalde peptiden effecten op leren en geheugen hebben. Die verontwaardiging kwam niet zo zozeer uit de wetenschappelijke hoek. We hadden bijvoorbeeld geen echte problemen met het gepubliceerd krijgen van onze artikelen. De *referees* van belangrijke tijdschriften kijken toch vooral naar kwaliteit, de wetenschap plaatst niet direct vraagtekens bij de maatschappelijke betekenis van onderzoeksresultaten. Dat gebeurde wel door journalisten. Aanleiding was dat iemand met wie ik samenwerkte in een interview over ACTH 4-10, een neuropeptide met invloed op de concentratie en attentie, deze als 'leerpil' aanduidde. Dat haalde de voorpagina van de *Telegraaf*. Ik zou dat zelf nooit zo hebben gezegd. Maar ja, alles wat met geheugen en leren te maken heeft trekt nu eenmaal veel aandacht. En ons onderzoek was hooglijk interessant, ook voor een breder publiek: we hadden het o.a. over verouderingsprocessen en de daarmee gepaard gaande geheugenstoornissen. Zelf had ik het eigenlijk liever niet over leren en gedrag. Ik had me er onvoldoende in verdiept. Ik gebruikte het leer-gedrag als maat voor de invloed van die stoffen op het centrale zenuwstelsel. Maar op den duur kom je er toch niet onderuit dat je je uit moet laten over de betekenis van je onderzoek, in dit geval de betekenis van de invloed van neuropeptiden op gedrag en dus op leren en geheugen.

Financieringsbronnen, vrijheid in besteding van gelden

Nog even terug naar de bekostiging van uw onderzoek en de ruimte die u zo verkregen heeft om uw eigen onderzoeklijnen door te zetten. Hoe was eigenlijk de verstandhouding binnen de faculteit? U kwam binnen met een pakket aan eisen, kreeg veel geld. Zette dat kwaad bloed?

Nee, dat kon niemand wat schelen. Iedereen met goede ideeën kon in die tijd geld krijgen. Het was de tijd dat men van mening was dat bevordering van de wetenschap van groot belang was voor de maatschappij. Daarom werd er in de jaren zestig en zeventig ruim geld beschikbaar gesteld voor wetenschap. De toenmalige directeur-generaal voor de wetenschap, Piekaar, was goed op de hoogte van het onderzoek dat in ons land werd gedaan. Men kon bij hem terecht als men iets voor elkaar wilde krijgen en hem kon overtuigen van de noodzaak daarvan. Ook met de bestuurders van de universiteit, die het niet op prijs stelden wanneer men zelf naar de Directeur-generaal ging, had ik meestal wel een goede relatie. Die zagen ook wel het belang van wetenschappelijk onderzoek in. Men hoefde geen uitgebreide, soms maanden durende aanvragen te schrijven, zoals tegenwoordig. Je besteedde je tijd aan onderwijs en wetenschap, dat verwachtte men ook van je. Jarenlang konden we ons aardig goed redden. Een groot bezwaar was wel dat je geen eigen financiële manoeuvreerruimte had. Zodra er iets moest gebeuren, als je een nieuwe richting wilde inslaan, waarvoor duur instrumentarium of extra personeel nodig was, dan kon je geen kant op. Je kon nooit zeggen: "Ik heb dat nodig, ik wil dat bestellen". Ik kreeg het nog wel, maar je moest vaak een jaar wachten en dan was je je idee en je voorsprong al weer kwijt. Het gebrek aan financiële auto-

nomie was een handicap. Ik heb het gevoel dat ik daardoor maar de helft heb gepresteerd van wat ik eigenlijk had gekund. Het is me niet gelukt die starheid te doorbreken. Mijn overtuiging is dat een zekere autonomie nodig is, via een lumpsumfinanciering. Je moet zelf kunnen beslissen. Uiteraard gaat het er niet om dat je onbeperkt over geld kunt beschikken. Je kunt zelf een soort revolving fund maken, waar je de middelen uit kunt halen. Dat moet bij vrijval van middelen of door vacatures steeds weer worden aangevuld.

Het echte wetenschappelijk werk moet je in grote vrijheid kunnen doen. Daar heb ik vaak voor gepleit, maar de 'beheurden' verschuilden zich achter de regels. Ik heb zelfs wel standjes gekregen, o.a. van de decaan, dat ik niet aardig genoeg was tegen de ambtenaren van het faculteitsbureau. Volgens mij viel dat wel mee. Ik vond dat zij er waren voor mij. Zij zouden mij moeten belen om te vragen "wat kan ik voor je doen?", in plaats van dat ik steeds maar weer bij hen moest aankloppen als ik iets nodig had. De organisatie werd hoe langer hoe bureaucratischer en dat is steeds erger geworden. Toen ik in Utrecht kwam had de faculteit één secretaresse. Tien jaar later was er een bureau van de faculteit, dat nu als ik me niet vergis, bestaat uit dertig mensen. Die groei moest allemaal budgettair-neutraal tot stand komen. Nou dan weet je wel waar het vandaan moet komen. Mijn instituut was een van de grootste in de faculteit.

Zoals u aangeeft is de basisfinanciering vanuit de faculteit (de eerste geldstroom) heel belangrijk geweest. In welke mate is het verkrijgen van gelden uit de tweede en derde geldstroom bepalend of noodzakelijk geweest?

De belangrijkste bron van bekostiging voor ons onderzoek is altijd de eerste geldstroom geweest. Daarnaast kregen we ook geld uit ZWO, het huidige NWO, via de werkgemeenschappen, maar dat was maar 5-10% van het geheel. Daar kon je dan een promovendus op laten werken. Die tweedegeldstroomgelden waren dus verhoudingsgewijs niet zo belangrijk en ik vond het niet fijn dat je precies moest vertellen wat je met dat geld ging doen. Je wordt daardoor teveel beperkt in de vrijheid van je onderzoek, bovendien houd je je er vaak niet aan. Onderzoek gaat niet op die manier.

En wat de derde geldstroom betreft: de industrie leverde slechts kleine bijdragen aan ons onderzoek, althans in de beginjaren. Ik ben wel al heel vroeg adviseur bij Organon geworden, op persoonlijke basis. Organon heeft mij verschillende keren gevraagd directeur van hun researchlaboratorium te worden, maar het leek me leuker aan de universiteit. De contacten met Organon, die ik zeer op prijs stelde, waren voor beide partijen interessant en voordelig. We hebben ook veel wetenschappelijk onderzoek samengedaan, waarvoor Organon de materiële en personele kosten op zich nam. Zo hebben we bijvoorbeeld gezamenlijk veel peptiden gemaakt, om meer selectieve verbindingen te maken. ACTH bijvoorbeeld heeft een endocriene werking op de bijnierschors en een werking op het gedrag. Voor dat laatste is slechts een fragment van ACTH nodig, dat nu geen invloed meer heeft op de bijnierschors, zoals ACTH 4-10. Dat hebben wij nog verder uitgewerkt tot een heel selectieve en veel potentere verbinding. Daarmee hebben wij veel succes gehad. Overigens zijn nog lang niet alle peptiden die we toen hebben gemaakt, onderzocht. Maar eigenlijk waren ze bij Organon zelf in het begin niet zo geweldig geïnteresseerd. Peptiden waren voor hen geen grote markt, hun verwachting was dat

het dat ook niet zou worden. Ze lieten hun eigen onderzoek niet door mij die richting uit sturen. Op zich wel begrijpelijk. Zoals ik al zei: de effecten zijn niet robuust, ook niet bij de mens. Het vereist langetermijnonderzoek bij heel veel mensen. Dat kost veel geld. Pas toen duidelijk werd dat peptiden wat zouden kunnen betekenen bij veroudering en daarmee gepaard gaande geheugenstoornissen, raakten ze voor het eerst geïnteresseerd. Org 2766 is bij demente bejaarden getest en het heeft weinig gescheeld of het was een therapeutische toepassing geworden.

In de jaren zeventig hebben wij met Organon B.V. een overeenkomst gesloten, een strategische alliantie. Beide organisaties brachten kennis in, die complementair was. Het ging om een flink bedrag dat wij konden besteden zoals we wilden, in ruil voor eventuele patenteerbare vondsten. Op regelmatige tijden werden, onder mijn leiding, de resultaten gezamenlijk besproken en suggesties gedaan voor het vervolg van het onderzoek in Utrecht en Oss. Het heeft veel opgeleverd en het heeft zo'n tien jaar bestaan. Alle medewerkers van het RMI waren er bij betrokken, maar afspraak was dat zij er niet meer dan tien procent van hun tijd aan zouden besteden. In die tijd was een dergelijke alliantie verdacht en de goedkeuring voor de overeenkomst kreeg ik van de decaan tijdens het zomerreces, toen alle andere bestuursleden met vakantie waren.

Er waren ook nadelen aan die strategische alliantie verbonden. Het grootste bezwaar, dat ik aanvankelijk niet voorzien had, was dat wij geen invloed konden uitoefenen op de strategie van de firma betreffende het ontwikkelen van de gepatenteerde verbindingen tot klinisch bruikbare preparaten. Op het gebied van de neuropeptiden met invloed op leren en geheugen lagen wij ver voor in de wereld. Overal ter wereld wordt vandaag de dag gezocht naar middelen die de achteruitgang van het brein als gevolg van veroudering en andere hersenaandoeningen kon tegengaan. Organon bouwde in 1990 het onderzoek op dit gebied af. De klinische resultaten waren volgens hen niet duidelijk genoeg en men vond het te riskant om door te gaan. Of ze gelijk hebben gehad, valt nog te bezien. Ons eigen kleinschalig onderzoek bij patiënten moest daardoor eveneens worden gestaakt. Men is wellicht niet zo naïef meer als ik in die tijd was. Er was ook nog geen bureau om ons te assisteren. Ik weet ook niet of wij de strategische alliantie hebben uitgevonden, maar wel dat onze samenwerking met de industrie door de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid destijds als voorbeeld werd genoemd.

Al met al heb ik over geld weinig te klagen gehad, zeker niet in die beginperiode. We werden goed bedeed vanuit de eerste geldstroom, we hebben jarenlang goed kunnen werken. Later werd de bekostiging lastiger, o.a. door de TVC- en SKG-operaties in de jaren tachtig. Men probeerde toen overal op te bezuinigen. Met een aantal collegae ben ik destijds naar het departement gegaan om te waarschuwen dat de zgn. top medisch-wetenschappelijke instituten, zoals die door de RAWB waren aangewezen, in het gedrang kwamen. Toen hebben we van de toenmalige Directeur-generaal (In 't Veld) gedurende vijf jaar additionele gelden gekregen. Die zag wel in dat aan de afkalving van het onderzoek iets gedaan moest worden.

Als u kijkt naar hoe het wetenschapssysteem nu werkt, zou u in de huidige tijd ook de ruimte en het geld krijgen om uw vernieuwend onderzoek te doen?

Het is natuurlijk lastig om dat soort hypothetische situaties van een duidelijk antwoord te voorzien. En ik ben inmiddels ook al weer een flinke tijd gepensioneerd, dus ik kan het niet meer precies beoordelen. Maar als ik er zo naar kijk, dan kan ik me voorstellen dat ik me in de huidige tijd wellicht gericht had op minder risicodragend onderzoek. Als ik destijds de benodigde bekostiging van mijn onderzoek had moeten aanvragen, had men waarschijnlijk niet zoveel in ons onderzoek gezien. Het was erg onzeker en risicovol, het had ook niks kunnen worden. Ik vind dat er tegenwoordig veel onderzoek wordt gedaan waarvan je van te voren al zo'n beetje weet wat er uit moet komen. Als je een contract hebt, met de industrie of met NWO, dan wil en moet je ook laten zien dat je gedaan hebt wat je hebt beloofd. Nadeel van projectgebonden geld is ook dat de onderzoekers zich gaan richten naar projecten waar men geld voor over heeft. Ze doen het onderzoek, publiceren er over en beginnen daarna aan een ander onderzoek. Ik denk overigens dat veel van de huidige onderzoekers met dat projectgebonden geld zodanig omgaan dat er voldoende geld overblijft voor onderzoek waarmee men ook nog een stukje eigen onderzoek kan doen. Daar zijn ze slim genoeg voor. Je moet je wel goed realiseren dat om een onderzoekslijn echt door te zetten, je een goede financiële basis moet hebben, eerstegeldstroommiddelen dus. Wij verkeerden in de gelukkige situatie dat we konden doen wat we wilden, alleen de extra's kwamen van buiten.

Ik doe er wat pessimistisch over, het is allemaal vast niet zo beroerd als ik denk dat het is. Het niveau van medisch-wetenschappelijk onderzoek in Nederland is erg hoog. Dus ik kan wel zeggen dat het huidige onderzoekssysteem op universiteiten niet goed is, maar de praktijk is dat het werkt. Het was en is in Nederland natuurlijk niet zo slecht als soms wel wordt gezegd. Ondanks de bezuinigingen is het onderzoek altijd doorgegaan. Dat weet de overheid ook. En ik heb ook wel universitaire groepen gezien waar best wat afkon. Men begon vaak al ach en wee te roepen voordat het pijn deed. Er zat genoeg vet. Nu vind ik dat de overheid zich teveel terugtrekt. Men verlaat zich tegenwoordig teveel op de markt en dat suggereert dat de overheid nog wel wat meer kan bezuinigen. Zodra de conjunctuur omslaat, trekt de industrie zich echter terug. De overheid heeft tot taak om te zorgen voor de onafhankelijkheid van een deel van het fundamenteel onderzoek. Dat onderzoek is buitengewoon belangrijk voor het niveau waarop wij onderwijs geven en voor de kwaliteit van het onderzoek. In Nederland heeft het maatschappelijk relevant onderzoek prioriteit. Men krijgt de indruk dat het de voorrang krijgt boven het basale fundamentele onderzoek, zelfs als dat beter wordt beoordeeld. Dat is korte termijn politiek. Wij hebben het aan onze wetenschappelijke standing te danken dat we overal in de wereld terecht kunnen. Toegang tot de mondiale wetenschap betekent presteren op internationaal niveau. Het is natuurlijk wel te begrijpen dat niet elk onderzoek in ons land gedaan kan worden, zeker niet als daar grote, zeer dure opstellingen voor nodig zijn. Wil men op die gebieden onderzoek doen, dan moet men dat in het buitenland doen. Dat is tegenwoordig vlakbij.

Naar mijn mening moet de eerste geldstroom zo'n 50% bedragen voor ongebonden onderzoek. De rest moeten onderzoekers zelf ergens vandaan

halen. Daar moeten ze hun best voor doen. We hebben van het verleden geleerd dat je het ook niet zomaar moet geven. Mijn stelling is: wetenschapsbeleid is personeelsbeleid. Goede mensen, die weten wat ze willen doen, die zijn het geld voor onderzoek waard. En iedereen die na de uitgebreide en zorgvuldige procedures wordt aangesteld als professor, verdient vertrouwen en bijbehorend geld. Ik vind dat in Nederland teveel wordt gekeken naar wat iemand gaat doen, in plaats van wat hij heeft gedaan. Daarmee zeg ik tegelijkertijd dat men verantwoording behoort af te leggen over de bestedingen. Afrekening behoort te volgen na zo'n vijf jaar via een systeem van *peer review*. Als je het dan niet goed hebt gedaan, dan krijg je misschien nog een tweede kans, maar dan is het ook echt op en wordt het onderzoek gestaakt. Het vernieuwend onderzoek dat wij hebben gedaan, had best gepast in zo'n werkwijze. Wij hebben altijd gepubliceerd, ook voordat de echte doorbraak kwam. Als wij deze publicaties hadden laten zien in zo'n *peer review*-systeem, had men vast gezegd "ga maar door". Zo'n lange ontwikkelingslijn in onderzoek zou ook nu nog moeten kunnen worden gerealiseerd. Het kost immers veel tijd voordat er zoveel onderzoek is gedaan dat er iets van blijft staan in de literatuur. Dat zou kunnen als men op *past performance* de volgende vijfjaarsperiode financiert.

Het gebrek aan werkelijk afrekenen was het grote bezwaar van de gouden tijd waarin ik mijn onderzoek heb kunnen doen. Ik heb zelf altijd al enorm veel belang gehecht aan publicaties, aan verantwoording van de besteding van de middelen. Op eigen initiatief heb ik er vanaf het begin voor gezorgd dat er een jaarverslag werd gemaakt waarin alle publicaties en alle andere dingen die we deden stonden. De voordrachten, de bezoeken die we aflegden, wie er bij ons op bezoek kwamen. Dat werd niet gevraagd, maar ik wilde laten zien hoe we het geld besteed hadden.

Vergelijking met de Verenigde Staten

U heeft in de VS gewerkt, u kent er de situatie goed. Wat zijn daar de mogelijkheden voor vernieuwing in vergelijking met die in Nederland?

Hier in Nederland kreeg ik voldoende en vrij gemakkelijk basisfinanciering binnen de universiteit. Ik kon me daarmee goed redden. In Amerika zou dat anders hebben gelegen. Daar krijg je ook wel, afhankelijk van de universiteit waar men werkt, een basissubsidie, maar een groot deel van de benodigde gelden moet je aanvragen uit andere geldstromen. Daar had ik dan veel tijd en moeite in moeten steken. Ik was erg blij met ons systeem, alhoewel ik ook wel zag dat lang niet alle gelden goed werden besteed. Aan de universiteit waren natuurlijk ook groepen aan het werk die de ambitie niet hadden om op internationaal niveau te werken, of die te klein waren, of van onvoldoende kwaliteit.

Dit neemt niet weg dat ik grote waardering heb voor hoe men in Amerika werkt. Ook daar klaagt men wel, net zoals ik nu doe, maar die tweede en derde geldstroom in de VS zijn van grote omvang en er zijn veel instanties waar men geld kan aanvragen. Iedereen weet dat het moet. In Amerika was men dus wel steeds bezig met het verkrijgen van geld, maar dat geld was er dan ook; er is voor onderzoek veel geld beschikbaar. Men accepteerde kennelijk dat wetenschap duur is, men was daarin niet kinderachtig.

Het grote voordeel van externe bekostiging is de zelfstandigheid die je daarvoor verkrijgt. Het is jouw geld, je huurt van dat geld ruimte van de universiteit, je stelt zelf je eigen medewerkers aan. Als je de *grant* eenmaal hebt, dan kun je je gang gaan. Het nadeel is dat, net als in Nederland, nauwkeurig wordt gekeken naar wat je ermee wilt doen. De strijd om externe gelden maakt ook het systeem van *peer review* lastig; de *peers* zijn op andere momenten je concurrenten en kunnen je ideeën pikken. Je moet ook overtuigd zijn van jezelf en van je ideeën. Ik wist niet wat me overkwam toen ik onderuit werd gehaald door Amerikanen op een manier die ik niet had geleerd. Zo zit het systeem in elkaar. Je moet concurreren, desnoods met minder nette middelen. Het Amerikaanse systeem is bijzonder competitief. In Nederland zijn we zo niet opgevoed en opgeleid. Ik kon in ieder geval niet goed tegen dat soort gedrag, ik was buitengewoon beledigd en teleurgesteld. Voor hen was het *business is business*. Of ik wel eens overwogen heb me permanent te vestigen in de VS? Nee, dat is nooit echt aan de orde geweest. Het is wel ons tweede vaderland geworden. Maar nee, ik was heel blij met het Nederlandse systeem. Ik werkte in een prachtig instituut. Dat gaf mij een enorm goede positie en veel vrijheid.

Belang van een stimulerend onderzoeksklimaat

Vrijheid in onderzoek: daar hecht u veel belang aan. U heeft ook altijd veel vrijheid gekregen. Hoe stond het met die van uw medewerkers? U verwachtte van hen dat zij binnen uw onderzoekslijnen werkten?

Het onderzoek van mijn medewerkers moest inderdaad passen binnen het thema dat sterk door mijn visie werd gedomineerd. Ja, dat is zo. Men kon er bijvoorbeeld niet werken aan kanker. Ons onderzoek betrof neuropeptiden, al waren sommigen ook bezig met steroïden, een andere klasse van hormonen, die ook voor de invloed van neuropeptiden op de hersenen van belang waren. Maar allemaal wel binnen de context van vragen als: "Hoe werken die neuropeptiden, wat doen ze nu precies", waardoor je bijvoorbeeld zo'n effect op leren en geheugen kunt begrijpen. Het Rudolf Magnus Instituut was in wezen een onderzoeksschool *avant-la-lettre*. Het was niet gebruikelijk in die tijd om met een grote groep te werken aan één thema. Er was trouwens nog wel voldoende vrijheid voor iedereen. We hadden veel discussies over de richting van het onderzoek, ik luisterde altijd aandachtig. Als iemand er van overtuigd was dat we iets moesten proberen, dan kon dat ook. Ik heb voor mijn gevoel niet vaak tegen de wil van medewerkers in, zaken afgekapt of doorgezet. Natuurlijk was er wel eens iemand boos, die vond dat hij moest doen wat ik wilde en die zijn eigen zin niet mocht doordrijven. Ik denk dan bijvoorbeeld aan een medewerker die altijd de duurste apparatuur nodig had, hetgeen we ons niet altijd konden permitteren.

Al met al had ik zeker een belangrijke invloed op het geheel. Maar volgens mij stemden de mensen met wie ik werkte, zelf in met de lijn van onderzoek, omdat zij die mede bepaalden. Zij zagen zelf dat deze werkwijze grote voordelen had, niet alleen voor het onderzoek als zodanig maar ook voor hun eigen loopbaan. Als je jarenlang bij ons had gewerkt, kon je over de hele wereld terecht; iedereen wist wie of wat het Rudolf Magnus Instituut was. Alle deuren stonden open. Mensen die onderzoek deden stonden ook altijd op de

publicaties. En aanvragen voor voordrachten heb ik zoveel mogelijk verdeeld onder mijn medewerkers. Op die manier heeft iedereen ook zelf, als persoon, naam kunnen maken. Ik heb ongeveer tachtig promovendi gehad, waarvan er zo'n twintig hoogleraar zijn geworden. Dat zegt toch wel wat. Maar ja, ik speelde zelf wel een belangrijke rol. Je kunt ook niet tien van die mensen naast elkaar laten werken.

Dat het zo goed ging met het instituut had zeker ook te maken met het stimulerende klimaat ervan. Dat trekt kwaliteit, mensen die het instituut zelf ook weer een impuls geven. Toen ik in 1963 in Utrecht kwam, meldde zich al vrij snel een aantal briljante studenten, die elkaar ook weer opzweepten. Mijn opvolger als directeur van het instituut is een van hen. Dat was echt een geweldig klimaat. Als ik er nog aan denk: er was wat met die groep, er hing iets heel bijzonders in de lucht. Ik zei altijd: dat zijn peptiden. Er hebben meer dan 200 buitenlanders gedurende enige tijd bij ons gewerkt. Als ik die tegenkom, dan praten we nog over die tijd. Ik geloof wel dat ik heb bijgedragen aan dat klimaat. Ik was zo blij en enthousiast, ik vond het prachtig en ik was vaak vol bewondering voor die mensen, die vaak knapper waren dan ik. Daar genoot ik ook echt van. Ik vind het heerlijk om te luisteren naar anderen en te zien wat ze kunnen. Dat moet er ook uitkomen en dat heb ik gestimuleerd. Ik zal best lastig zijn geweest voor anderen. Ik liep altijd door het gebouw en liep iedereen voor de voeten. Ik ging vaak rond lunchtijd naar de kantine om bij te praten, om even te horen hoe het onderzoek verliep, of men wat had gevonden. Dat was niet gewoon uit beleefdheid, maar uit een werkelijke geïnteresseerdheid. Wat ik altijd heel belangrijk heb gevonden is mensen serieus nemen en er tijd voor uittrekken. Dat betekent dat je afspraken nooit afzegt, maar dan moet je wel je tijd goed besteden. Geen kletspraatjes. Manuscripten die ik kreeg probeerde ik binnen 48 uur te lezen en erop te reageren. Dat stimuleert geweldig. Tijd daarvoor vrijmaken is ongelooflijk belangrijk. Maar van de andere kant: we deden weinig aan sociale activiteiten. Aanvankelijk voetballen, waar ik wel eens aan meedeed, later volleyballen achter het Instituut, soms biljarten (meestal won ik het) of een feestje; dat vond ik wel eens zonde van de tijd.

En verder heb ik onze groep en individuele mensen daarbinnen altijd verdedigd. Als er wat mis ging, voelde ik me daar ook verantwoordelijk voor. Ik voelde me persoonlijk aangesproken als er kritiek was op ons onderzoek. Dat was soms terecht, zoals bleek uit *Referee*-rapporten over manuscripten die wij ter publicatie aanboden. Dan werd nagegaan wat er aan gedaan kon worden. Vaak was die kritiek ook onterecht of heeft men niet veel van het onderzoek begrepen. In het begin schrok ik wel eens van die kritiek, die niet mals was, maar je moet sterk genoeg zijn en in je eigen onderzoek geloven.

