BIOCHEMIE
TUSSEN
NUT EN CULTUUR

De 'triple helix' van de Nederlandse biowetenschappen

Ton van Helvoort

75 JAAR
Nederlandse Vereniging
voor Biochemie en
Moleculaire Biologie

Deze publicatie is mogelijk gemaakt door financiële ondersteuning van:

Nefarma, Den Haag

Unilever Research, Vlaardingen

Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek NWO, Chemische Wetenschappen, Den Haag

Open Universiteit Nederland, Heerlen

Academisch Medisch Centrum, Universiteit van Amsterdam, afdeling Biochemie

Antoni van Leeuwenhoek Ziekenhuis, Amsterdam

Erasmus MC, afdeling Biochemie, Rotterdam

Faculteit Diergeneeskunde, Universiteit Utrecht, hoofdafdeling Biochemie, Celbiologie en Histologie

Federatie van Medisch Wetenschappelijke Verenigingen (FMWV), Rotterdam

Leids Universitair Medisch Centrum, afdeling Medische Microbiologie

Stichting 100 Jaar Biochemie, De Bilt

ISBN: 90-9016007-8

Colofon:
© NVBMB, augustus 2002
Auteur: Dr. Ton van Helvoort <tvanhelvoort@compuserve.com>
Omslagontwerp: Margreet Bloemers (Science Design)
Titelvormgeving + logo: Jos Baur, Schrijen-Lippertz
Druk: Schrijen-Lippertz, Voerendaal

Toespraak van professor W. E. Ringer bij gelegenheid van de plechtige opening van het Laboratorium voor Physiologische Chemie van de Rijksuniversiteit Utrecht door H. K. H. Prinses Juliana op 25 oktober 1935. In dit gebouw hebben decennialang de bestuursvergaderingen van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie plaatsgevonden.

Vertrek van H.K.H. Prinses Juliana na de officiële opening van het Laboratorium voor Physiologische Chemie van de Rijksuniversiteit Utrecht op 25 oktober 1935 om halfdrie. Datum en tijdstip van de opening vielen samen met datum en uur van de eerste steenlegging twee jaar eerder.

Voorwoord

De biochemie, zo verkondigt menig docent in zijn eerste college van een nieuwe cursus, is de chemie van de levende natuur. Zij staat met één been in de scheikunde en met één been in de biologie. Dit is een benijdenswaardige positie van waaruit haar beoefenaren genieten van een wijde blik over het veld der natuurwetenschappen. Maar onze vakbroeders en -zusters, de chemici en de biologen, wat vinden zij van de biochemie? Zien zij ons als afvalligen die de liefde voor de natuur hebben verruild voor harde wetenschap en industriële toepassingen? Of als gemankeerde chemici, die zich geitenwollen sokken en een vlindernetje hebben aangemeten? In geen van beide karikaturen herkennen wij biochemici onszelf. Als we er mee worden geconfronteerd dan reageren we verontwaardigd: "Dat is nu typisch de bekrompen reactie van een bioloog (c.q. een chemicus)!". In het voor u liggende boek van Ton van Helvoort wordt u uitgelegd dat de kortzichtigheid van niet-biochemici wetenschappelijk verklaard kan worden: zij hanteren *incommensurabele paradigmata.* Laat u niet afschrikken door deze moeilijke woorden ontleend aan de wetenschapsfilosoof Thomas S. Kuhn, want van Helvoort geeft ons in zijn vlot geschreven boek een nieuwe kijk op de biochemie, verhelderend voor niet-biochemici zowel als biochemici.

Hoe komt het dat de biochemie ondanks haar doorlopend succes (1953: DNA-structuur; jaren '60: biosynthese van DNA, RNA en eiwitten, opheldering van de genetische code; eind jaren '70: de ongekende wetenschappelijke en technologische doorbraak door de *recombinant DNA technieken*; de jaren '90: het *Human Genome Project* en alles wat daarmee samenhangt), hoe komt het, dat juist deze wetenschap altijd een beetje een identiteitsprobleem heeft?
Het inherent multidisciplinaire karakter van de biochemie geeft haar enerzijds de inspirerende influx van ideeën uit vele andere natuurwetenschappen en medische, veterinaire of technologische specialismen; anderzijds zien we soms vanuit die randgebieden prachtige initiatieven ontstaan

die onder nieuwe modieuze benamingen met de biochemische kroonjuwelen op de loop gaan. Daarom riep vijftien jaar geleden, ter gelegenheid van het zestigjarig bestaan van onze vereniging, Piet Borst uit: "De biochemie gaat aan haar eigen succes te gronde!". Daarom ook veranderde de *Nederlandse Vereniging voor Biochemie* in 1993 haar naam in *Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie*, in lijn met soortgelijke veranderingen in de namen van buitenlandse en internationale biochemische organisaties; een doorzichtige defensieve actie.
Andere ontwikkelingen binnen de biochemie zijn minstens zo belangrijk. Ontstaan uit de geneeskunde in de 19e eeuw consolideerde het vak tussen 1920 en 1960 rond het thema *enzymen*. In de jaren '50 en '60 kwamen nieuwe instrumenten en technieken beschikbaar, en nieuwe concepten uit de pas gelanceerde moleculaire biologie, die een geweldige aantrekkingskracht uitoefende op een hele generatie wetenschappers. In het spanningsveld tussen *Nut en Cultuur* lag deze fraaie jonge wetenschap toen nog royaal aan de kant van de cultuur. We kregen fascinerende nieuwe inzichten in de moleculaire grondslagen van het leven. We zagen in het verre verschiet toepassingsmogelijkheden, vooral op het gebied van de geneeskunde. Maar we zagen ook hoe weinig we nog wisten en begrepen en hoe ontoegankelijk de chemie van het leven was, gebaseerd immers op duizenden chemisch sterk op elkaar lijkende labiele verbindingen.
Daarin kwam onverwachts een radicale verandering toen in het midden van de jaren '70 het mogelijk werd om DNA te kloneren. Er werd een complex van technieken ontwikkeld, de *recombinant DNA technologie*, die in korte tijd de grondslag vormde voor een moderne biotechnologie, immunologie, genetica, bioinformatica, medische diagnostiek, taxonomie, evolutie-onderzoek, forensische biochemie (*DNA fingerprints*) en natuurlijk biochemie; en nog is deze opsomming onvolledig. Ook ontstond er een publieke discussie over de mogelijkheid om door inbrengen van DNA genetische eigenschappen te veranderen en soortgrenzen te overschrijden — en zelfs mensen te kloneren. Ethische bezorgdheid en pure angst voor het onbekende, niet gemakkelijk te onderscheiden, werden ingebed in de nieuwe wetenschap *bioethiek*, al evenzeer een uitvloeisel van de *recombinant DNA technologie*. We zien dus dat niet alleen onze wetenschappelijke buren zich met ons vak bemoeien, maar dat het gewoon op straat ligt. Iedereen kan er tegenwoordig bij! De biochemie is volwassen geworden en maakt deel uit van de moderne maatschappij waar — als het goed is — een democratisch bewind uitmaakt wat er mee gebeurt. Wij wetenschappers hebben er maar voor te zorgen, dat politici op het gebied van wetenschap en onderwijs verstandige ideeën ingeprent krijgen.

In deze lustrumuitgave van de *Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie* wordt de geschiedenis van de biochemie in Nederland beschreven in haar internationale context en in het krachtenveld gemarkeerd door de universiteit, de overheid en het bedrijfsleven. De 75-jarige vereniging biedt dit boek aan aan 'Nederland'; dat wil zeggen behalve aan

haar eigen leden ook aan het geïnteresseerde publiek, aan wetenschappers, aan medewerkers van bedrijven, van overheden en instanties geïnteresseerd in *Nut en Cultuur*, aan scholen en media. Veel van wat beschreven is in dit boek is voor de wetenschap in het algemeen evenzeer van belang als voor de biochemie. Moge daarom onze 'verjaardagstraktatie' bij allen in de smaak vallen!

Peter van Haastert,
voorzitter van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie

Peter Bloemers,
voorzitter van de Historische Commissie NVBMB

Dankwoord

De geschiedenis van de biochemie als interdiscipline tussen de scheikunde en de biologie is voor een belangrijk deel bepaald door de 'natuurlijke' spanning van de wetenschapsbeoefening tussen nut en cultuur. In haar oervorm wordt dit uitgedrukt als de tegenstelling tussen toegepast en fundamenteel onderzoek. Een interdiscipline biedt ongekende mogelijkheden voor het inslaan van nieuwe wegen en het verkennen van nieuwe velden. Maar omdat wetenschappelijke disciplines zijn verankerd via instituties, financiering, regelgeving en de arbeidsmarkt, ondervindt een opkomende interdiscipline tegelijkertijd veel weerstand. Vernieuwing en behoud vormen een *noodzakelijke spanning* binnen de wetenschapsbeoefening. De biochemie en de moleculaire biologie behoren tot de meest aansprekende voorbeelden daarvan uit de ontwikkeling van de wetenschap in de twintigste eeuw. Omdat de toekomst wordt gebouwd op het verleden biedt het 75-jarig bestaan van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie een geschikte gelegenheid voor een vooruitziende terugblik.
In dit boek wordt de tegenstelling binnen de biochemie tussen nut en cultuur bediscussieerd als de *noodzakelijke* spanning tussen behoud en vernieuwing. Behoud en traditie zijn 'verstild' in wetenschappelijke (disciplinaire) kennis, in instituties en organisaties. Zij zijn verankerd in een *triple helix* van universiteiten, de overheid en het bedrijfsleven in Nederland. Tegelijkertijd zijn de drie strengen van deze spiraal, en hun interacties, voortdurend volop in beweging; niet in de laatste plaats door wetenschappelijke ontdekkingen zoals de recombinant-DNA-technologie.
Het voorliggende boek wil een speels kader bieden om een dilemma als het kiezen tussen fundamenteel en toegepast biowetenschappelijk onderzoek in breder verband te plaatsen. Aldus kan het bijdragen aan het verhelderen van maatschappelijke controversen over wetenschappelijke ontwikkelingen zoals genetische modificatie en biotechnologie. In plaats van uit te gaan van diepgravende sociaal-maatschappelijke theorieën worden een metafoor en enkele fundamentele tegenstellingen als startpunt genomen.

Het boek is verluchtigd met teksten en citaten uit driekwart eeuw geschiedenis van de biowetenschappen. Het geeft doorkijkjes en analyses waarbij de interacties tussen de drie afzonderlijke strengen van genoemde *triple helix* soms een complete gedaanteverwisseling hebben ondergaan; in andere zaken blijkt er in 75 jaar juist verrassend weinig te zijn veranderd.

De meeste dank ben ik verschuldigd aan de Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie (NVBMB) die mij ter gelegenheid van haar 75-jarig bestaan opdracht heeft gegeven voor het schrijven van dit boek. De leden van de Historische Commissie van de NVBMB hebben me vertrouwen en ruimte gegeven om mijn ruwe ideeën uit te werken en mijn intuïties te volgen. Biochemicus Jaap Beintema en de wetenschapshistorici Harm Beukers en Rob Visser verdienen dank voor hun talrijke suggesties. Medewerkers van de Open Universiteit Nederland te Heerlen zijn behulpzaam geweest met (buro)redactiewerk en de grafische opmaak. Rietje van Dam-Mieras, Ommo Smit en Evelin Karsten: eveneens mijn hartelijke dank.
Het historisch handwerk dat voor deze studie is gedaan maakt duidelijk dat het archiveren en analyseren van materiaal over de biowetenschappen in de tweede helft van de twintigste eeuw in Nederland een grote achterstand kent. Dit uiteraard met het gevaar dat er veel, historisch belangwekkend, materiaal verloren gaat. Te hopen valt dat archivarissen en historici de komende decennia gelegenheid krijgen dit erfgoed vast te leggen. De inzet van het Rijksarchief Noord-Holland (Haarlem) tot behoud van wetenschapsarchieven vormt een inspirerend voorbeeld.
De keerzijde van een weinig gestructureerde zorg voor recent wetenschapshistorisch materiaal is dat archiefonderzoek een ware ontdekkingstocht wordt. Mijn grote erkentelijkheid gaat uit naar de secretaris van de Commissie voor Biochemie en Biofysica (Koninklijke Academie van Wetenschappen te Amsterdam), Roy des Bouvrie, en de directeur van NWO Chemische Wetenschappen (voorheen Z.W.O.-SON), Theo Hesselink, die zonder voorbehoud de onder hen ressorterende archieven voor mij openstelden.

Het directe onderzoek en schrijfwerk voor dit boek is gefinancierd door de NVBMB. Het hele project was echter onmogelijk geweest zonder de eerdere financiële ondersteuning toegekend aan de auteur door NWO Geestes-wetenschappen (Project-nr. 250-35-052: 'E. C. Slater en de ontwikkeling van de biochemie in Nederland') en als een 'Rockefeller research fellowship' (Rockefeller Archive Center, Tarrytown, New York).

Tot slot een woord van dank aan prof. dr. Peter Bloemers, emeritus hoogleraar Biochemie (KU Nijmegen) en voorzitter van de Historische Commissie van de NVBMB. Diens interesse in de geschiedenis van de biowetenschappen is een fundament geweest voor dit boek. Zijn ervaring, opgedaan als promotor van vele promovendi, in het begeleiden van auteurs

als *noodzakelijke spanning* tussen het laten vieren van de teugels en een welgemeende interesse in de vorderingen van het schrijven, maakte het afgelopen halfjaar een stuk lichter.
Ondanks dat het boek is geschreven in opdracht van de NVBMB, ligt de verantwoordelijkheid voor de tekst en eventuele onvolkomenheden geheel bij de auteur.

Ton van Helvoort Augustus 2002

Inhoudsopgave

Voorwoord
Dankwoord
Inhoudsopgave

Inleiding: De 'Noodzakelijke Spanning' van de Biochemie *13*

1 De Biochemie in Nederland krijgt Vorm (1927-1940) *25*

2 Nieuw Sociaal Contract voor de Nederlandse Wetenschap: de Jaren Veertig *39*

3 De Nederlandse Biowetenschappen Herwinnen Elan: de Jaren Vijftig *53*

4 Bloeitijd van het Zuiver Biowetenschappelijk Onderzoek: de Jaren Zestig *73*

5 Wetenschapsbeleid en Interdisciplinariteit: de Jaren Zeventig *91*

6 Biowetenschappen en Bedrijfsleven op Weg naar de 21e Eeuw: Verstandshuwelijk of Echte Liefde? *115*

7 De Noodzakelijke Spanning van de Biochemie — Een Productieve Spanning? *137*

Addendum: Karakterisering van de Biologie in Nederland in de Jaren Vijftig *147*

Literatuur *151*

Lijst van Afkortingen *158*

Curriculum Vitae van de Auteur *159*

Inleiding: De 'Noodzakelijke Spanning' van de Biochemie

'Toekomst biochemie wordt mede bepaald door de geschiedenis'
"... de beschikking en toelichting opgesteld door uw ambtenaren laten geen twijfel over wat onze taak is en hoe wij die moeten uitvoeren. Het is het in kaart brengen van de tegenwoordige stand van de biochemie en een projectie in de toekomst te wagen. Er is maar één kanttekening die ik wil maken. De tegenwoordige toestand is niet uit het niets ontstaan. Hij is bepaald door de geschiedenis van Nederland, van het Nederlandse hoger onderwijs en van de biochemie. De toekomst wordt ook mede bepaald door de geschiedenis. Het lijkt mij dan ook nuttig dat wij hieraan enige aandacht schenken. Het is tenslotte altijd eenvoudiger om een lijn van een bepaald punt in een bepaalde richting te extrapoleren, wanneer je het verloop kan vaststellen vóór de extrapolatie."

(Prof. E. C. Slater in de *Nederlandse Staatscourant* van 6 mei 1980 bij de instelling van de Verkenningscommissie Biochemie door de minister voor Wetenschapsbeleid dr. ir. A. van Trier)

Op de drempel van de 21e eeuw legde de Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie (NVBMB) de vraag voor in hoeverre het biowetenschappelijk onderzoek maatschappelijk relevant diende te zijn. In haar rapport *Verder met Biochemie en Moleculaire Biologie — Beleid voor een Vitale Wetenschap* schreef zij dat voor maatschappelijk relevant en 'vrij' onderzoek verhoudingen tussen 50-50 en 75-25 werden genoemd.[1] Fundamenteel of vrij onderzoek levert een bijdrage aan het begrijpen van de natuur en van 'Het Leven' en vormt als zodanig een bijdrage aan onze cultuur. De *biowetenschappen* — waaronder we in dit boek hoofdzakelijk de biochemie, de moleculaire biologie en de biotechnologie verstaan — hebben belangrijke bijdragen geleverd aan zowel onze kennis en cultuur als aan welvaart en welzijn. (Uiteraard omvat het begrip biowetenschappen ook gebieden zoals de genetica, immunologie, endocrinologie en farmacologie maar die worden hier slechts in algemene zin besproken.) Dat de biochemie in onze maatschappij een factor van betekenis is spreekt ook uit het feit dat het aantal leden van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie thans meer dan 2000 bedraagt.
In onze samenleving zijn de biowetenschappen alom aanwezig. Bij de productie en bereiding van voedsel en in de milieu- en gezondheidszorg zijn er weinig activiteiten waar de biowetenschappen niet aan hebben bijgedragen. Maar (juist) ook in maatschappelijk controversiële onderwerpen, zoals de genetische modificatie van landbouwgewassen, het genetisch testen op aanleg voor chronische ziekten als Alzheimer en kanker, het kloneren van menselijke cellen en bij het vóórkomen en voorkómen

1. NVBMB, 2001, p. 7.

van bioterrorisme, speelt de biochemie een centrale rol.
Wanneer we onze weg in de toekomst uitstippelen dan is het goed om te weten waar we vandaan komen. De in het openingscitaat aangehaalde Amsterdamse hoogleraar biochemie E. C. Slater verwoordde dit duidelijk door te zeggen dat tot op zekere hoogte de toekomst een extrapolatie van het verleden is. We kunnen instemmen met zijn stelling dat "de geschiedenis van Nederland, van het Nederlandse hoger onderwijs en van de biochemie" de biowetenschappen op enig moment hebben bepaald en dat zij dat in de toekomst opnieuw zullen doen.

In dit boek zullen we ons concentreren op drie maatschappelijke (organisatie)structuren in de geschiedenis van de biowetenschappen, namelijk de universiteiten, de overheid en het bedrijfsleven. Om uitdrukking te geven aan de verwevenheid van deze structuren zal de beeldspraak van een *triple helix* van de Nederlandse biowetenschappen gebruikt worden. Deze helix is dus opgebouwd uit voornoemde drie structuren als afzonderlijke strengen.[2]

De 'triple helix' metafoor
De metafoor van de *triple helix* van de biochemie is een krachtige. In de eerste plaats omdat de metafoor refereert aan de dubbele helix van DNA, het erfelijk materiaal; de *triple helix* symboliseert het succes van de Nieuwe Genetica en de biotechnologie, maar ook dynamiek, vooruitgang en zelfs reproductie.
In de tweede plaats impliceert de metafoor van de biologische helix processen die in figuurlijke zin ook bij de drie analyse-eenheden universiteit, overheid en bedrijfsleven voorkomen. Een voorbeeld is basenparing als metafoor voor wisselwerking tussen strengen. Een ander voorbeeld wordt gevormd door structuurwijzigingen in de strengen als analogie voor mutaties van basen; deze mutaties leiden tot veranderende interacties tussen de strengen. Dit alles vormt een metafoor voor een dynamiek waarbij het verleden van invloed is op het heden en de toekomst.
De biowetenschappen als *triple helix* impliceert dus dat deze zijn gesitueerd in een maatschappelijk krachtenveld bestaande uit universiteit, overheid en bedrijfsleven. Een tweede metafoor in dit boek, naast die van de *triple helix*, is de stelling dat de tegenstelling tussen de paradigmata van scheikunde en biologie een voor de biochemie noodzakelijke tegenstelling of spanning is. We zullen beargumenteren dat het concept *noodzakelijke spanning* een vruchtbaar analysekader vormt voor uiteenlopende aspecten uit de ontwikkeling van de biochemie als interdiscipline.

Noodzakelijke spanning tussen paradigmata
Het begrip 'noodzakelijke spanning' — in het Engels *Essential Tension* — is afkomstig uit het werk van wetenschapsfilosoof Thomas S. Kuhn. Deze werd bekend toen hij het begrip paradigma centraal stelde in zijn theorie over de ontwikkeling van wetenschap. Volgens Kuhn ontwikkelt wetenschap

2. Etzkowitz & Leydesdorff, 1998; Etzkowitz & Leydesdorff, 2000.

zich vanuit een complex van kennis, theorieën en werkwijzen, aangeduid als een paradigma. Over langere tijd genomen doen zich nu en dan omwentelingen voor wanneer met een bepaald paradigma wordt gebroken en een nieuw 'wetenschappelijk wereldbeeld' wordt aanvaard. Met zijn boek *The Structure of Scientific Revolutions* werd Kuhn wereldvermaard.[3] Geaccepteerde kennis, waarover min of meer consensus aanwezig is, wordt aan volgende generaties doorgegeven via zogeheten *exemplars*; dat zijn voorbeeldproblemen die aan de noviet worden voorgelegd. Door oplossen van dergelijke problemen, waarvan de oplossing vooraf vaststaat, worden paradigmatische kennis en vaardigheden doorgegeven. Het oplossen van wetenschappelijke problemen waarvan de oplossing niet bij voorbaat bekend is levert *nieuwe* kennis op.

De evaluatie van nieuwe wetenschappelijke resultaten is echter niet onproblematisch. Er kan niet meteen worden uitgemaakt of met een antwoord vanuit het vigerende paradigma kan worden volstaan of dat men dit paradigma moet verlaten en een nieuw moet ontwikkelen. Een dergelijk nieuw paradigma kan onverenigbaar of *incommensurabel* zijn met het oude paradigma. Voor Kuhn was de onzekerheid met betrekking tot nieuwe resultaten van wetenschappelijk onderzoek geenszins een problematisch aspect van het wetenschapsbedrijf maar juist een kenmerkend aspect. Dit duidde hij aan met het begrip *noodzakelijke spanning* van wetenschappelijk onderzoek dat de basis vormt voor wetenschappelijke vooruitgang.[4]

Kuhns bewering dat wetenschappers werken vanuit een paradigma dat niet objectief zou zijn te toetsen op *waar* of *onwaar* kwam hem op veel kritiek te staan. Desalniettemin werd op basis van wetenschapshistorisch onderzoek zijn paradigmaconcept uitgebreid met de stelling dat er meerdere (natuur)-wetenschappelijke paradigmata naast elkaar konden bestaan. Daardoor dreigde de wetenschap haar reputatie als zijnde objectief en toetsbaar te verliezen. Dit werd gezien als een vorm van *relativisme* die haaks stond op de traditionele opvattingen over wetenschap.

De natuurwetenschap als experimentele wetenschap bij uitstek lijkt weinig ruimte te bieden voor Kuhniaans relativisme, waarbij meerdere paradigmata naast elkaar bestaan. Dit leek met name strijdig met de idee van een 'Unity of Science' waarbij wordt verondersteld dat bijvoorbeeld de biologie uiteindelijk te verklaren zal zijn in termen van de scheikunde en natuurkunde. Recent wetenschapshistorisch onderzoek heeft echter argumenten aangevoerd voor de stelling dat wetenschappers inderdaad werken binnen autarktische 'wereldbeelden', welke zijn opgebouwd uit de door hen gebruikte instrumenten, technieken, onderzoeksobjecten en theorieën.

Waarom is de wetenschappelijke methode niet in staat om conflicterende paradigmata te evalueren en eventueel te falsifiëren? De hoogleraar wetenschapsgeschiedenis Mario Biagioli van Harvard University stelt dat het relativisme van wetenschappelijke paradigmata zich dan als problematisch voordoet wanneer we deze synchroon evalueren: *sèc* als naast elkaar

3. Kuhn, 1970[2].
4. Kuhn, 1977.

bestaande wetenschappelijke wereldbeelden. Wanneer we ze analyseren als uitkomsten van diachronische processen dan is de incommensurabiliteit een gevolg van die historische ontwikkeling. Biagioli verdedigt dan ook dat een evaluatie van een bestandsopname van de wetenschap slechts kan plaatsvinden via *genealogische* studies van die paradigmata. De historische invalshoek maakt de mechanismen zichtbaar waarmee de groepsidentiteit en stabiliteit wordt gekoppeld aan de geproduceerde kennis: "The adoption of a diachronic view makes it possible to perceive the phenomenon of incommensurability not simply as a problem but rather as a key to understanding how new paradigms or worldviews develop out of or away from old ones during a nondirected process of scientific change in which different groups or cultures fashion new identities for themselves."[5] In de onderhavige analyse van de biowetenschappen in Nederland zullen we een dergelijke genealogie van de verschillende afstammingslijnen van de biochemie, moleculaire biologie en biotechnologie reconstrueren.

De genealogische benadering benadrukt dat een gevormd paradigma is beïnvloed door de manier waarop zij tot stand is gekomen. Het paradigma incorporeert zowel de natuurlijke als de sociale factoren die tijdens het wordingsproces een rol speelden. We kunnen slechts concluderen dat het paradigma klaarblijkelijk voldoende aan de omgeving was aangepast om te overleven in een specifieke constellatie van natuur en samenleving. De genealogische benadering, aldus Biagioli, "offers a picture of the development of knowledge as a process of full interaction with the contingencies (and play of chance) that a scientific tribe may encounter along the way. In short, the 'out-there' does enter the picture, but in ways that cannot be reduced to the rules of Rationality."[6] Wanneer we een bepaald wetenschappelijk paradigma aantreffen dan valt dit paradigma niet objectief te evalueren ten opzichte van overige paradigmata omdat zij ook niet-wetenschappelijke invloeden geïncorporeerd hebben. De stelling van dit boek is dat we deze invloeden kunnen analyseren wanneer we oog hebben voor de *triple helix* van universiteiten, overheid en bedrijfsleven.

Hierboven is ingegaan op de concepten paradigmata en incommensurabiliteit omdat deze in de geschiedenis van de biochemie een belangrijke rol spelen. De biochemie is namelijk een *interdiscipline* tussen de scheikunde en de biologie. Zij probeert biologische verschijnselen met behulp van chemische methoden te bestuderen en deze op chemisch niveau te verklaren. De scheikunde en de biologie vormen echter incommensurabele paradigmata. Genealogisch zijn deze twee basisdisciplines gevormd tot afzonderlijke niches in het wetenschappelijke landschap waarbij elke niche door een specifieke 'stam' of *tribe* wordt bevolkt. Dat scheikundigen en biologen elk een verschillende 'taal' spreken, die niet altijd eenduidig is om te zetten, is een constatering die regelmatig opduikt in de literatuur. (Zie kadertekst: *Paradigmata van de Biologie en de Scheikunde*)

5. Biagioli, 1996, p. 196.
6. Biagioli, 1996, p. 201.

Paradigmata van de Biologie en de Scheikunde

"How can we ever manage to study by chemical means the difference between the living and the dead cell, since chemical studies require intervening in chemical bonds, an intervention which erases every trace of life?"
(Uit: Cornelis A. Pekelharing, 1881, pp. 12-13)

"It is evident that a mere random mixture of cell constituents, in the same proportions and concentrations as in protoplasm, would not give a system having the properties of a living cell. The constituents must have a definite arrangement, and must be present in a definite physical state; only under these conditions is it possible to conceive of any kind of ordered interaction as that underlying the life of the cell."
(Uit: Ralph Lillie, 1924; geciteerd in Joseph S. Fruton, 1999, pp. 331-2)

"... the biochemist, studying vital functions, finds himself mostly confronted with the difficulty of being unable to measure changes in the living, undamaged system. But as soon as he damages his system, the labile, subtle edifice of the cell collapses, and his results will give him no more information about the normal life of the cell than a city could give about society, if we studied it immediately after a violent earthquake. Damaged tissues are known to become disorganized rather rapidly."
(Uit: Albert Szent-Györgyi, 1937, p. 61)

"I don't need to tell you that chemists and biologists think entirely differently and, hence, chemists are apt to shy off from anything connected with biology."
(Uit: Nobelprijswinnaar Chemie 1946 John H. Northrop aan Warren Weaver, 22 januari 1947, folder 2340, box 242, series 200D, RG 1.2, RF, RAC)

"De biochemie is een kind van de chemie en de biologie. Wie van deze twee de vader en wie de moeder is kan met de beschikbare gegevens moeilijk uitgemaakt worden. Uit het feit dat de biochemie meer door de chemie gekoesterd wordt, terwijl de biologie het kind wel eens misprijzend bekijkt, zou afgeleid kunnen worden, dat de biologie de vader is, die soms een weinig geslaagde poging doet het vaderschap te ontkennen. ... Daarbij moet beseft worden dat de afstand tussen de biologie en de chemie nog altijd zeer groot is. Het is niet overdreven om hier van twee denkrichtingen te spreken, waarbij het verre van zeldzaam is dat de vertegenwoordigers van beide richtingen elkaars taal niet of nauwelijks blijken te verstaan. Een van de redenen voor het bestaan van deze afstand is waarschijnlijk dat de bioloog 'naar het bijzondere' toe denkt, terwijl de chemicus 'in het algemene' zijn kracht zoekt."
(Uit: Heinerle L. Booij, 1957, p. 4 & p. 8)

"It is a conviction that our appreciation of Nature and Life can be deeper and richer when expressed in the language of chemistry. ... The universality of basic cellular chemistry throughout nature is one of the major revelations of our century. ... Yet vitalism dies hard; indeed, it really never dies."
(Uit: Arthur Kornberg, 1991, pp. 1895-7)

Zoals gezegd wordt de incommensurabiliteit van verschillende (sub)disciplines bepaald door het genealogische wordingsproces van die (sub)disciplines. In deze wordingsgeschiedenis speelt de *triple helix* een vormende rol. Het is op dit snijvlak dat natuurlijke en sociale factoren een rol spelen. In de rest van deze inleiding zullen we enkele belangrijke kenmerken van de afzonderlijke 'strengen' van de *triple helix* bespreken. Als eerste komt de universiteit aan de orde, vervolgens de overheid en tenslotte het bedrijfsleven.

De universitaire streng

De biochemie poogt een brug te slaan tussen de scheikunde en de biologie. Deze twee disciplines hanteren echter heel verschillende fundamenten als uitgangspunt voor hun respectievelijke analyses. De incommensurabiliteit van scheikunde en biologie komt bijvoorbeeld naar voren in het feit dat de scheikunde is gecentreerd rond (macro)moleculen. In het geval van de biochemie vindt dit expressie in de representatie van Het Leven als dynamische processen. Zo wordt cel- en weefselmetabolisme afgebeeld als een gecompliceerd patroon van chemische reacties. Daarentegen is de biologie meer gepreoccupeerd met *verschijnselen* als ademhaling, groei, vermenigvuldiging, reproductie, differentiatie en aanpassing (adaptatie).

Van oudsher was de biologische scheikunde meer is gericht op geoperationaliseerde begrippen als uniformiteit en zuiverheid, aspecten waartoe apparatuur als de ultracentrifuge en instrumenten voor elektroforese en chromatografie werden ontwikkeld. Ofschoon de chemische studie van biologische objecten thans ook sterk is gericht op chemische verschillen zoals afwijkingen in nucleïnezuur- en eiwitsequenties, bestond er binnen de biologie over het algemeen altijd al veel aandacht voor variabiliteit.

Thans is het gangbaar om te wijzen op het feit dat de biologie organismen tot onderzoeksobject heeft die, als gevolg van hun evolutionair ontstaan, het verleden met zich meedragen. Derhalve wordt in het erfelijk materiaal van organismen zowel de erfelijkheid van hun voorvaderen alsmede de omgeving, waaraan ze al die tijd waren blootgesteld, weerspiegeld. Nobelprijswinner Francis Crick heeft het verdisconteren van het verleden in een biologisch organisme gekenmerkt als een noodzakelijk iets omdat "nature could only build on what was already there". (Zie kadertekst: *Biologie, Evolutie & Geschiedenis*)

Biologie, Evolutie & Geschiedenis

"What gives biological research its special flavor is the long-continued operation of natural selection. Every organism, every cell, and all the larger biochemical molecules are the end result of a long intricate process, often stretching back several billion years. ... What is found in biology is mechanisms, mechanisms built with chemical components and that are often modified by other, later, mechanisms added to the earlier ones. While Occam's razor is a useful tool in the physical sciences, it can be a very dangerous implement in biology. It is thus very rash to use simplicity and elegance as a guide in

biological research. ... Biologists must constantly keep in mind that what they see was not designed, but rather evolved. It might be thought, therefore, that evolutionary arguments would play a large part in guiding biological research, but this is far from the case. ...
To produce a really good biological theory one must try to see through the clutter produced by evolution to the basic mechanisms lying beneath them, realizing that they are likely to be overlaid by other, secondary mechanisms. What seems to physicists to be a hopelessly complicated process may have been what nature found simplest, because *nature could only build on what was already there."*

(Uit: Francis Crick, 1988, pp. 137-9; mijn cursivering, TvH. Met dank aan Lettie Lubsen voor deze verwijzing.)

"For biologists, humans are not the product of special creation by an all-wise and all-powerful deity, but the more or less accidental product of evolutionary forces working over almost unimaginable aeons of time. ... Evolution over time is a central biological theme; *the past is the key to the present.* Life as we now know it results from the combinations of chance and necessity that comprise evolutionary processes. Necessity, given by the physical and chemical properties of the universe; and chance, contingency, by the radical indeterminacy of living processes [...]. That is, the indeterminacy is not merely a matter of ignorance, or lack of adequate technology; it is inherent in the nature of life itself. Indeed, the great population geneticist Theodosius Dobzhansky asserted that 'nothing in biology makes sense except in the light of evolution'. However, I [Steven Rose] wish to go several steps further. *Nothing in biology makes sense except in the light of history,* by which I mean simultaneously the history of life on Earth — evolution, Dobzhansky's concern — and the history of the individual organism — its development, from conception to death. But I have a third step to take as well. We cannot understand why biologists at the end of the twentieth century think as they — we — do about the nature of life and living processes without understanding the history of our own subject, biology. *For us too, the past is the key to the present."*

(Uit: Steven Rose, 1998, pp. 15-6; mijn cursivering, TvH)

De wijzen waarop de onderzoeksobjecten van de biologie en de scheikunde werden bestudeerd waren geïnstitutionaliseerd. Zo was bijvoorbeeld de universitaire biologie lange tijd georganiseerd volgens de aloude morfologische classificaties: mens, vertebraten, invertebraten, planten en micro-organismen. De zieke mens behoorde tot het domein van een afzonderlijke universitaire faculteit: de geneeskunde. Elke categorie van object van studie benodigde haar eigen institutionele omgeving om met wetenschappelijke middelen bestudeerd te worden. Voor onderzoek van hogere dieren zijn proefdierverblijven noodzakelijk, voor planten zijn kassen benodigd en wanneer men werkt met ziekteverwekkende micro-organismen kunnen beveiligde laboratoria noodzakelijk zijn.

Bovendien werd het exploiteren van dergelijke gebouwen in de tweede helft van de 20e steeds vaker afhankelijk van door de overheid verleende vergunningen, ook voor het doen van de experimenten zèlf (denk aan commissies voor experimenten met proefdieren en transgene dieren, medisch-ethische commissies bij experimenten met vrijwilligers en patiënten alsmede bij (veld)experimenten met genetisch gemodificeerde gewassen). Men kan dus niet in volledige vrijheid van onderzoeksobject wisselen omdat het gebruik van die objecten geïnstitutionaliseerd is, zowel in gebouwen, in vergunningen als in de zogeheten *tacit knowledge* van onderzoekers.[7] De universiteiten worden dus gekenmerkt door een labyrint van geïnstitutionaliseerde (sub)disciplines en 'specialties' die zich vaak als forten tegen aanvallen van buitenaf verdedigen. Omdat de biochemie trachtte deze scheidslijnen te slechten maakte zij het feitelijke bestaan van die verdedigingslinies zichtbaar.
De basis voor dit biochemisch imperialisme sinds het begin van de 20e eeuw was de gedachte van de 'Unity of Biochemistry': al het Leven zou worden gekenmerkt door dezelfde chemische basisreacties. Het adagio was dat biochemische informatie over de bacterie *Escherichia coli*, ook zou gelden voor de olifant. (Zie kadertekst: *Een Recente Verwoording van de 'Eenheid in de Biochemie'*)

Een Recente Verwoording van de 'Eenheid in de Biochemie'

"Een kreeft en een kikker lijken op het oog in lichaamsbouw weinig op elkaar en een vergissing in een restaurant is dan ook hoogst zeldzaam. Bekijken wij echter op moleculair niveau crustaceeën en amfibieën wat nauwkeuriger, dan vallen plots allerlei gelijkenissen op, zoals de bouw van hun eiwitten, de celcyclus en zelfs hun embryologie."

(Uit: W. J. H. M. Möller, 1995, p. 12)

De 'Unity of Biochemistry' had drie gevolgen. Ten eerste, eenvoudige organismen konden worden bestudeerd ter opheldering van biochemische processen bij meer complexe organismen. Ten tweede, daar waar verschillen tussen (typen of individuele) onderzoeksobjecten werden waargenomen werd dit niet geïnterpreteerd als een anomalie voor het biochemische paradigma maar werd tot onderzoeksobject voor een *Vergelijkende Biochemie* gemaakt. Met andere woorden: *Alle* resultaten waren relevant! Het derde gevolg was dan ook dat met deze vergelijkende biochemie een enorm onderzoeksgebied werd geopend omdat allerlei organismen bestudeerd konden worden.

7. Dergelijke beperkingen kunnen soms door wetenschappelijke ontdekkingen worden opgeheven. Een voorbeeld voor de biowetenschappen was het gebruik van weefselkweek vanaf de jaren vijftig, en dan met name het gebruik van getransformeerde cellijnen. Daardoor kon tumorweefsel gemakkelijker bestudeerd worden. Op haar beurt leidde dergelijk kankeronderzoek aan 'onsterfelijke' cellijnen tot de kritiek dat dit weinig van doen had met échte tumoren. Zie ook Hoofdstuk 4.

Onderzoeksobjecten en te bestuderen verschijnselen waren geïnstitutionaliseerd vanuit de universitaire ontwikkeling van biologische disciplines zoals zoölogie, botanie en microbiologie en de disciplinegewijze indeling van de universiteit in natuurwetenschappen (natuurkunde, scheikunde en biologie) en geneeskunde. (Zie ook Addendum, p. 147.)

De overheidsstreng

Onderzoeksobjecten zijn anderzijds ook verankerd via de wijze waarop wetenschappelijk onderzoek wordt gefinancierd. Zoals verderop uitvoeriger zal worden bediscussieerd, nam vanaf de jaren vijftig de financiering van het wetenschappelijk onderzoek door de overheid sterk toe. Met name de daartoe opgerichte stichting Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.) was ook disciplinair georganiseerd. Lange tijd ging het belangrijkste deel van de Z.W.O.-gelden naar fundamenteel natuurkundig onderzoek met het scheikundig onderzoek als tweede op ruime afstand. Biologisch, medisch en sociaal onderzoek kwamen er zeer bekaaid vanaf.

Het opzetten van Z.W.O. langs disciplinaire lijnen betekende dat ook hier de disciplinaire benadering geïnstitutionaliseerd raakte. De biochemische werkgemeenschappen van de Stichting Scheikundig Onderzoek in Nederland (SON) waren dan ook hoofdzakelijk stof-georiënteerd: eiwitten, nucleïnezuren, lipiden. Daarentegen waren de werkgemeenschappen binnen de Z.W.O.-Stichting voor Biologisch Onderzoek BION, die vanaf 1971 het biologisch onderzoek zou steunen, veel meer georiënteerd op verschijnselen en processen (maar tegelijkertijd ook meer versnipperd).

Aldus zien we dat, in de zin van Biagioli, het doen van onderzoek genealogisch is bepaald: er zijn veel vrijheidsgraden terwijl er anderzijds ook veel institutioneel is verankerd — hetzij in de universitaire organisatie, het systeem van financiering of het systeem van vergunningen. In dit labyrint van zwaar verdedigde kazematten moest de biochemie haar niche bevechten.

De streng van het bedrijfsleven

Tot hieraantoe is het bedrijfsleven — de derde streng van de *triple helix* van de Nederlandse biowetenschappen — nog buiten de discussie gebleven. Op dit moment wordt de band van het bedrijfsleven met de universiteit een stuk nauwer aangehaald. In een boek met de titel *De hybride universiteit: het onverenigbare verenigd?* werd de vraag bediscussieerd of een marktgerichtheid van de universiteit wel samengaat met haar traditionele opdracht tot vorming en opleiding van studenten en het doen van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek.[8] Het is hier niet de plaats om daar al uitgebreid op in te gaan (zie daarvoor Hoofdstuk 7); wel moet worden opgemerkt dat disciplines ook hier een belangrijke rol spelen.

Wanneer een discipline is geïnstitutionaliseerd impliceert dit ook consensus tussen verschillende universiteiten over de grote lijnen van het curriculum.

8. Mouwen & Van Bijsterveld, 2000.

Als student kan men dus van universiteit wisselen. Dit houdt in dat er competitie kan ontstaan om de beste student en de student kan selecteren bij wie hij of zij wil afstuderen. Ook impliceert een discipline een bepaalde kwaliteitswaarborging; *men leert een vak!* Dit houdt in dat omgekeerd een opkomende interdiscipline het tegenovergestelde effect ervaart; een interdisciplinaire opleiding is meer specifiek en bijgevolg minder uitwisselbaar. De kwaliteitseis is ook minder gewaarborgd en onduidelijk is welk vak de afgestudeerde beheerst. De (potentiële) arbeidsmarkt — hetzij aan de universiteit of in het secundaire onderwijs hetzij in het bedrijfsleven — vormt een essentieel aspect van elke (opkomende) discipline. De arbeidsmarkt vormt dus een belangrijk element in de genealogie van een (inter)-discipline.

Biochemie tussen nut en cultuur

Met bovenstaande discussie zijn de elementen aangereikt waarmee we een analyse kunnen maken van de biochemie, moleculaire biologie en biotechnologie in Nederland gedurende de periode van het bestaan van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie, 1927-2002. Het spanningsveld tussen scheikunde en biologie als context waarin het onderzoeksobject van de biochemie is ingebed zal 'noodzakelijk' blijken te zijn. Elke (sub)discipline heeft haar eigen genealogie, bestaande uit vrijheidsgraden en inperkingen. Verder is de biologie ook nog eens geïntegreerd in andere faculteiten, zoals de geneeskunde en de landbouwwetenschappen. Al deze basisdisciplines zijn op hun beurt verankerd in hun eigen *triple helix*, bestaande uit disciplinaire instituties binnen de universiteit, regelgeving en financiering vanuit de overheid, alsmede de behoefte aan personeel en onderzoek vanuit het bedrijfsleven.
De genealogisch gegroeide incommensurabiliteit tussen de scheikunde en biologie betekende een dilemma voor de evaluatie van de resultaten van wetenschappelijke experimenten. De vraag was of deze het best konden worden geaccomodeerd binnen het chemische paradigma, het biologische paradigma óf dat een derde weg noodzakelijk was. Dit alles werd tevens beïnvloed door de *triple helix* van universiteit, overheid en bedrijfsleven.

In dit boek willen we voorts laten zien dat voor de biochemie de context van nut en cultuur een *natuurlijke spanning* vormde. Het fundamenteel moleculaire onderzoek leverde een bijdrage aan het begrijpen van Het Leven en als zodanig aan onze cultuur. De (theoretische) mogelijkheden om op moleculair niveau te interveniëren in biologische systemen leverde de onderzoeksproblemen en -objecten, en daarmee een koppeling met toepasbaarheid en maatschappelijk nut; de schaduwzijde hiervan was dat maatschappelijke implicaties van de biochemie zich overduidelijk manifesteerden. Het beschikbaar komen van fysisch-chemische apparatuur en instrumenten in de tweede helft van de 20e eeuw betekende dat biologische organismen — van micro- tot macro-organisme — op moleculaire schaal geanalyseerd konden worden. De biochemicus, en meer in het

bijzonder de moleculair bioloog, was daarmee een 'beeldenstormer' die tal van institutionele structuren omver dreigde te lopen.
De biochemie in brede zin kon derhalve terugvallen op twee uitersten van legitimatie: nut en cultuur. Dit was geen dilemma maar een natuurlijke spanning waaruit de Nederlandse biowetenschappen van de 21e eeuw zijn ontstaan en waarin zij zich nog steeds bevinden. Met de analyse van het verleden van de biochemie die in de volgende hoofdstukken verder uitgewerkt zal worden, beoogt dit boek een uitzicht te bieden op de tegenstelling nut en cultuur in de toekomst.
In de hoofdstukken 1-6 wordt een chronologische analyse gegeven van de biowetenschappen in Nederland, waarbij de *triple helix* centraal staat en de noodzakelijke spanning tussen scheikunde en biologie de invalshoek vormt. Na eerst de periode 1927-1940 te hebben besproken, volgen in de hoofdstukken daarna de perioden decenniagewijs. De laatste twee decennia van de twintigste eeuw tot heden zijn in één hoofdstuk samengevat.

Hoofdstuk 1
De Biochemie in Nederland krijgt Vorm (1927-1940)

De biochemie is ontstaan uit een veelheid aan wetenschappelijke (sub)disciplines en specialismen. Aan het eind van de 19e eeuw waren de organische chemie en de fysiologische chemie echter de belangrijkste subdisciplines die bijdragen leverden aan de chemie van biologische organismen. De grootste aandacht van de organische chemie ging weliswaar uit naar de synthese van organische verbindingen, resulterend in praktische toepassingen zoals in de kleurstofchemie, maar er was ook veel aandacht voor de chemie van natuurstoffen. Dit laatste bleef veelal beperkt tot isolatie, analyse en structuurbepaling van deze stoffen van biologische afkomst. De fysiologische chemie daarentegen was meer geïnteresseerd in de relatie van de organische verbindingen met de cel, het orgaan en het organisme als geheel. Interessante problemen voor de fysiologische chemie waren hoe die stoffen gesynthetiseerd werden, welke rol zij speelden in de fysiologie van het organisme, hoe ze werden afgebroken en uitgescheiden.
Institutioneel gezien waren de bio-organische chemie en de fysiologische chemie gescheiden: eerstgenoemde viel onder de faculteiten wiskunde & natuurwetenschappen terwijl de fysiologische chemie hoofdzakelijk onder de faculteit geneeskunde viel. De chemie van organismen werd in het begin van de 20e eeuw meer pluriform. De chemie van bacteriën en micro-organismen in het algemeen nam een grote vlucht terwijl tevens de plantenfysiologie opkwam. De term fysiologische chemie bleef hoofdzakelijk betrekking houden op de mens, terwijl de term biochemie als verzamelnaam ingeburgerd raakte voor de chemie van overige organismen.
Het ontstaan van de biochemie als de wetenschappelijke studie van alle organismen, van virus tot de mens, werd sterk gestimuleerd door Frederick Gowland Hopkins van Cambridge University in Engeland. Hopkins' karakterisering van de biochemie als een 'universal science of life' was gebaseerd op een *reconfiguratie* van 'Het Leven' in een chemisch laboratorium: als een experimenteel systeem van door enzymen gekatalyseerde chemische reacties. Volgens hem was de organisatie van alle levende organismen een gevolg van de organiserende potenties welke inherent waren aan processen van *specifieke katalyse.* (Zie kadertekst: *F. G. Hopkins' Pleidooi voor een Dynamische Biochemie*) Hopkins ontkende niet dat de biologie mogelijk nog hogere organiserende principes zou kennen — bijvoorbeeld tot uitdrukking komend in de colloïdale aard van enzymen — maar hij achtte deze niet noodzakelijk om de dynamiek van de levende cel te verklaren. Deze dynamiek kon derhalve met chemische middelen worden bestudeerd.

F. G. Hopkins' Pleidooi voor een Dynamische Biochemie
"I will ask you to consider whether catalysis on highly specific lines is not among the most fundamental and significant phenomena in nature. ... The organising potentialities inherent in highly specific catalysis have not, I believe, been adequately appraised in chemical thought. ...
I would like to claim that the control of events by intracellular enzymes ... by itself secures the status of the cell as a system which can maintain itself in dynamic equilibrium with its environment. ... The inter-related activity of highly specific catalysts represents a notable device of Nature which has supported during the course of evolution those dynamic manifestations which characterise living things."

(Uit: Frederick Gowland Hopkins, 1933; geciteerd in Malcolm Dixon, 1949, p. 5)

Hopkins' biochemie als scheikunde van alle uitingen van Leven vond in Nederland een warm onthaal. In landen als Engeland, Frankrijk en de Verenigde Staten waren al verenigingen opgericht om het chemisch georiënteerde onderzoek van organismen en de onderzoekers bijeen te brengen. Ook in Nederland ontstond onder onderzoekers de behoefte om met elkaar in contact te komen en de nieuwste biochemische ontwikkelingen te bediscussiëren. Voor de constituerende vergadering van de Nederlandsche Vereniging voor Biochemie op 15 oktober 1927 werd dit als volgt onder woorden gebracht: "De uitkomsten der biochemische onderzoekingen der laatste decennia hebben zeer duidelijk aan het licht doen treden, dat aan de chemische verrichtingen der levende wezens in het algemeen een veel grootere eenheid ten grondslag ligt dan men op het eerste gezicht op grond van de oogenschijnlijke verscheidenheid der openbaringen zou mogen verwachten. Herhaaldelijk kan men dan ook constateeren, dat in een bepaald onderdeel der biochemie verkregen resultaten hun terugslag doen gevoelen op de ontwikkeling der biochemie in verder gelegen gebieden. ... De omstandigheid, dat deze [op te richten vereniging] zoowel op biochemisch gebied werkzame medici als ook hen, die de physiologische chemie van dieren, planten en micro-organismen beoefenen, zou moeten omvatten, is oorzaak, dat ondergeteekenden na ampele overweging tot de slotsom zijn gekomen, dat deze organisatie zich niet in het kader van één der bestaande vereenigingen laat onderbrengen."[1] (Zie kadertekst: *Een Selectie van Laboratoria*)

Een Selectie van Laboratoria tot WO2 waar Biochemisch Onderzoek werd Gedaan

Laboratorium voor Biochemie, Toxicologie en Levensmiddelenleer der Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam — directeur: J. Temminck Groll
Laboratorium voor Physiologische Chemie der Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam — directeur: B. C. P. Jansen

1. Beukers *et al.*, 1987, p. 16.

Laboratorium voor Organische Chemie der Rijks-Universiteit te Utrecht — directeur: F. Kögl
Centraal Instituut voor Voedingsonderzoek (C.I.V.O.) (Voedingsorganisatie T.N.O.) — directeur: M. van Eekelen
Rijksinstituut voor de Volksgezondheid — directeur: W. Aeg. Timmerman
Nederlandsch Instituut voor Volksvoeding — directeur: B. C. P. Jansen
Laboratorium voor Physiologie der Dieren der Landbouwhoogeschool te Wageningen — directeur: E. Brouwer
Laboratorium voor Veterinaire Physiologie der Rijks-Universiteit Utrecht — directeur: D. J. Kok
Laboratorium voor Medisch Veterinaire Chemie der Rijks-Universiteit Utrecht — directeur: L. Seekles
Anatomisch Embryologisch Laboratorium der Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam — directeur: M. W. Woerdeman
Physiologisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Leiden — directeur: G. G. J. Rademaker
Physiologisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Groningen — directeur: F. J. J. Buytendijk
Physiologisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Utrecht — directeur: vacant
Biochemisch Laboratorium der Valeriuskliniek — directeur: L. van der Horst
Laboratorium voor Medische Chemie der Rijks-Universiteit te Leiden — directeur: H. G. Bungenberg de Jong
Interne Kliniek van het Stads en Academisch Ziekenhuis te Utrecht — directeur: C. D. de Langen
Laboratorium der Kinderkliniek van het Academisch Ziekenhuis der Rijks-Universiteit te Leiden — directeur: E. Gorter
Willem Arntsz-Stichting te den Dolder — directeur: C. L. C. van Nieuwenhuyzen
Instituut voor Praeventieve Geneeskunde te Leiden — directeur: J. P. Bijl
Hygiënisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Utrecht — directeur: H. W. Julius
Pharmaco-Therapeutisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Leiden — directeur: S. E. de Jongh
Pharmaco-Therapeutisch Instituut der Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam — directeur: J. ten Cate
Pharmacologisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Utrecht — directeur: U. G. Bijlsma
Laboratoria der N.V. Organon te Oss — directeur: M. Tausk
Plantenphysiologisch Laboratorium der Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam — directeur: Th. Weevers
Botanisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Groningen — directeur: W. H. Arisz
Laboratorium voor Plantkunde der Landbouwhoogeschool te Wageningen — directeur: E. Reinders
Laboratorium voor Plantenphysiologisch Onderzoek der Landbouwhoogeschool te Wageningen — directeur: A. H. Blaauw
Laboratorium voor de Gezondheidsleer der Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam — directeur: J. J. van Loghem
Laboratoria der Afdeeling Volksgezondheid van den Gemeentelijken Geneeskundigen en Gezondheidsdienst van Amsterdam — directrice: A. Ch. Ruys

Bacteriologisch-Hygiënisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Groningen — directeur: G. Kapsenberg
Afdeeling voor Toegepaste Microbiologie van het Pharmaceutisch Laboratorium der Rijks-Universiteit te Utrecht — directeur: W. C. de Graaff
Laboratorium voor Mycologie en Aardappelonderzoek der Landbouwhoogeschool te Wageningen — directeur: H. M. Quanjer
Afdeeling voor Algemeene en Toegepaste Microbiologie van het Laboratorium voor de Gezondheidsleer der Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam — directeur: T. Y. Kingma Boltjes
Laboratorium voor Microbiologie der Technische Hoogeschool te Delft — directeur: A. J. Kluyver
Laboratorium voor Microbiologie der Landbouwhoogeschool te Wageningen — directeur: K. T. Wieringa

(Uit: De Werkgemeenschap van Wetenschappelijke Organisaties in Nederland, *Natuurwetenschappelijk Onderzoek in Nederland,* 1942)

Dat beroepen en disciplines een 'disciplinerende' werking kunnen hebben werd duidelijk uit de verhouding tussen de Nederlandsche Vereeniging voor Biochemie (NVB) en de Nederlandsche Chemische Vereeniging (NCV, de latere KNCV). Aangezien een beroepsvereniging tevens belangenbehartiger is zal men de toegang tot de vereniging willen beperken en eisen stellen aan personen die willen toetreden. De NVB zag voordelen in het toetreden tot de NCV als sectie zodat men gebruik kon maken van een bestaand administratief apparaat en men kon beschikken over bestaande contacten met het buitenland. De reglementen van de NCV maakten het echter onmogelijk dat meer dan eenderde van het aantal leden van een sectie niet-chemici waren; voorts mochten deze niet-chemici geen bestuurlijke functies vervullen. Aangezien de NVB, naast chemici, voor een belangrijk deel bestond uit medici en biologen verhinderde dit een aansluiting van de NVB bij de NCV. Omdat de NCV aansluiting van de NVB toch op prijs stelde werden de reglementen hieromtrent gewijzigd opdat de Nederlandsche Vereeniging voor Biochemie een sectie van de Nederlandsche Chemische Vereeniging kon worden.[2]
De bestaansgrond van de biochemie kreeg een krachtige impuls met een publicatie van Albert J. Kluyver van de Technische Hogeschool Delft. Kluyver was in 1914 gepromoveerd op het proefschrift *Biochemische suikerbepalingen* en, na een verblijf in Nederlands-Indië, was hij in 1921 Martinus W. Beijerinck in Delft opgevolgd. Voor Kluyver was de stofwisseling (het metabolisme) van organismen het meest specifieke dat Het Leven kenmerkte. In het midden van de jaren twintig kwam hij tot de conclusie dat, ondanks het feit dat er een grote verscheidenheid bestond in de stofwisseling van uiteenlopende soorten bacteriën, er tegelijkertijd een eenheid was te herkennen in de stappen waarlangs de oxidatie van fysiologisch belangrijke stoffen verliep. In een lezing voor de Nederlandsche Chemische Vereeniging schetste Kluyver het onderzoeksprogramma dat

2. *Chemisch Weekblad* 49 (1953), p. 537.

hem voor ogen stond: een kwalitatieve en kwantitatieve beschrijving van de oxidatiestappen over een groot scala van typen bacteriën. Maar hij voorzag wijdere implicaties in de zin dat hij meende dat vooronderstelde eenheid van stofwisseling ook voor andere organismen zou gelden: "Er valt nauwelijks aan te twijfelen of een dergelijk onderzoek zal ons inzicht in het wezen der stofwisseling der microben verdiepen, maar tevens dankzij de hierboven gesignaleerde eenheid ook voor de kennis van de stofwisseling van de, *voor het experiment veel minder toegankelijke*, hoogere organismen ruimschoots nut afwerpen."[3]

Kluyvers synthese van gedachten over het gemeenschappelijke in de stofwisseling van microben werd, met H. J. L. Donker als co-auteur, in 1926 gepubliceerd onder de titel 'Die Einheit in der Biochemie'. In dit artikel werd geconcludeerd dat stofwisseling als geheel van dissimilatie en assimilatie werd gekenmerkt door de katalytische overdracht van waterstof. Vrijwel alle biochemische processen zouden worden gekenmerkt door reacties van hydrogenatie en dehydrogenatie. Maar, zoals al eerder opgemerkt, leidt de these van een 'Eenheid in de Biochemie' tegelijkertijd tot het formuleren van een Vergelijkende Biochemie, waarbij juist biochemische verschillen onderwerp van studie waren. De 'Eenheid in de Biochemie' maakte het dus mogelijk om voor een bepaald proces dat men wilde bestuderen een geschikt *model-organisme* te kiezen waarmee de biochemicus in staat zou zijn om — met chemische middelen en werkwijzen en in scheikundige termen — een biologisch fenomeen te verklaren.

Kluyvers microbiologisch laboratorium aan de Technische Hogeschool Delft knoopte intensieve contacten aan met het bedrijfsleven hetgeen, gezien de rol van microben, voor tal van synthetische processen niet zo verwonderlijk was. Voordat Kluyvers voorganger M. W. Beijerinck in 1895 als hoogleraar werd aangesteld had deze van 1885-1895 gewerkt bij de door J. C. van Marken opgerichte Nederlandsche Gist- en Spiritusfabriek Delft (het latere Gist-Brocades en DSM-Gist). Beijerinck had het onderzoek voor de industrie grotendeels laten verwateren maar Kluyver pakte dit na een toevallige ontmoeting met F. G. Waller, die directeur van de Nederlandsche Gist- en Spiritusfabriek zou worden, weer op.[4] In 1928 zou Kluyver bij die firma als adviseur worden aangesteld.

Kluyver adviseerde ook andere bedrijven die te maken hadden met microbiologische problemen, zoals bederf van voedsel, anaerobe corrosie en verstoppingen door bacteriegroei. Aldus werd het nut van microbiologisch onderzoek voor de industrie steeds duidelijker en tal van Kluyvers studenten vonden emplooi bij brouwerijen, de zuivelindustrie, de suikerverwerkende industrie, bij de voedselconservering en zelfs bij het laboratorium van de Koninklijke Shell, alwaar Kluyver later adviseur werd.

Dat Kluyver banden met het bedrijfsleven had was voor een wetenschapper geenszins uitzonderlijk maar zulke banden leidden soms tot kritiek. Misschien het meest uitgesproken was dit het geval bij Ernst Laqueur. Deze

3. Kluyver, 1924, p. 277; mijn cursivering, TvH.
4. Vgl. Elema, 1970.

was onder meer lector fysiologie bij Hartog J. Hamburger in Groningen en werkte in Amsterdam in de Interne Kliniek bij Isidore Snapper. In 1920 werd Laqueur benoemd als eerste hoogleraar farmacologie aan de Universiteit van Amsterdam.[5]
In 1923 richtte Laqueur samen met Saal van Zwanenberg en Jacques F. van Oss Organon N.V. op. Als hoofd van een slachterij had Zwanenberg de beschikking over dierlijk materiaal waaruit actieve stoffen, zoals het hormoon insuline voor suikerpatiënten, met biochemische technieken geïsoleerd konden worden. Met financiële steun van Organon N.V. kon Laqueur zijn laboratorium volgens de *state of the art* inrichten en een keur aan onderzoekers aantrekken.[6] Het ten dienste stellen van universitaire onderzoekscapaciteit aan het commerciële Organon waarin Laqueur belangen had, kwam hem op forse kritiek te staan die mogelijk niet vrij van jaloezie zal zijn geweest.
De Universiteit van Amsterdam herbergde nog een ander laboratorium waarin wetenschappelijk onderzoek een sterk toegepast karakter had. In 1928 was B. C. P. Jansen aangesteld als hoogleraar fysiologische chemie met een laboratorium grenzend aan het Physiologisch Laboratorium aan het Jonas Daniël Meijerplein. Jansen had aan het Geneeskundig Laboratorium te Weltevreden (nu deel van Jakarta) naam gemaakt met de isolatie van zuiver thiamine of vitamine B1 uit de zilvervliesjes van rijst. Deficiëntie aan thiamine gaf aanleiding tot de deficiëntieziekte beri-beri en thiamine was een veel voorgeschreven preparaat. In 1928 werden door het Geneeskundig Laboratorium (later ook bekend als het Eijkman-Instituut) de volgende thiamine-preparaten geleverd: 378,5 kg geactiveerde 'acid clay', 5.689.250 stuks tabletten en 2667 ampullen met aneurine (thiamine). Terug in Amsterdam ontwikkelde B. C. P. Jansen de thiochroommethode voor de bepaling van thiamine en richtte hij zich hoofdzakelijk op voedingsonderzoek. In 1938 verzocht hij de Universiteit van Amsterdam toestemming om het Nederlands Instituut voor Volksvoeding onder te brengen in zijn Physiologisch-Chemisch Laboratorium op welk verzoek positief werd gereageerd.
Het Nederlands Instituut voor Volksvoeding (NIvV) was in 1919 opgericht door E. C. van Leersum in de hoop een groot voedingslaboratorium op te zetten.[7] Dit mislukte echter en hij moest genoegen nemen met een kelderruimte in het Physiologisch-Chemisch laboratorium van prof. Wilhelm E. Ringer van de Rijksuniversiteit Utrecht. Uiteindelijk verhuisde het NIvV naar het laboratorium voor Gezondheidsleer van de Universiteit van Amsterdam totdat het in 1931 door geldgebrek moest worden gesloten.[8]
Zoals gezegd blies B. C. P. Jansen in 1938 het Nederlands Instituut voor

5. De farmacologie kan worden opgevat als een deel van de biochemie waar organische chemie en fysiologie elkaar kruisen met een sterk perspectief op therapeutische of preventieve toepassingen.
6. Tausk, 1978; Oudshoorn, 1994.
7. De Knecht-Van Eekelen, 1996.
8. Westenbrink *et al.*, 1954.

Volksvoeding nieuw leven in. Er kwamen steeds meer opdrachten vanuit de industrie en maatschappelijke organisaties. Jansen gaf uiteindelijk leiding aan twee gelijkwaardige laboratoria: het Laboratorium voor Fysiologische Chemie van de Gemeentelijke Universiteit en dat van het NIvV. Zijn directe interesse ging vooral uit naar bijvoorbeeld voedingswaarden (biologische waarde, netto eiwitbenutting, verteerbaarheid) en de rol van nutriënten, zoals vitamines, mineralen, eiwitten, vetten en antibacteriële stoffen, zoals sulfonamiden. Voedingsproeven waren inmiddels kostbare experimenten geworden. Duurden ze in de eerste decennia van de twintigste eeuw gewoonlijk slechts enkele dagen tot weken, in de jaren dertig en veertig was dit vaak maanden, soms jaren, en een enkele keer nam het de gehele leeftijd van het proefdier in beslag, hetgeen bij de rat circa drie jaar was.
Het werk van B. C. P. Jansen kunnen we kenmerken als fysiologische chemie met een accent op de analytische chemie. De vormgeving van de biochemie ondervond zeker ook invloed van de organische en de fysische chemie. Een voorbeeld vormde het werk van Fritz Kögl die in 1930 aan de Rijksuniversiteit Utrecht werd aangesteld als hoogleraar organische chemie van natuurstoffen. In zijn inaugurele rede in 1930 stelde Kögl dat het onderzoek naar natuurstoffen nog hoofdzakelijk beperkt was gebleven tot isolatie en karakterisering. Volgens hem was het tijd om vragen aan de orde te stellen die tot dan toe nog waren verwaarloosd zoals: Hoe wordt een organische verbinding in een organisme gesynthetiseerd? Welke samenhang bestaat er tussen de bouw (structuur) van de verbinding en de functie ervan? Hoe is de specificiteit en het werkingsmechanisme van de biologisch-actieve stof chemisch te verklaren? Kögl concludeerde dat het onderscheid tussen chemie en biologie nog onmiskenbaar aanwezig was maar dat de organische chemie zich voor de taak zag gesteld dit op te heffen.[9]
In 1939 verraste Fritz Kögl de wetenschappelijke wereld met een even eenvoudige als gedurfde hypothese betreffende de biochemische veranderingen welke optreden bij abnormale groeiverschijnselen zoals bij kanker. Kögl weet de primaire oorzaak van kanker aan een verstoring in het enzymsysteem dat de groei reguleerde zodat er in tumoren zogeheten D-aminozuren werden aangetroffen in plaats van L-aminozuren uit normaal weefsel. Deze bevindingen trokken de aandacht van de Rockefeller Foundation (RF) die Kögls onderzoek ging steunen. Begin 1939 werd Kögl RF-steun toegezegd ter hoogte van *f* 37.500 over vijf jaar. Deze steun van *f* 7.500 per jaar werd aangevuld met extra steun van de Nederlandse overheid ter hoogte van *f* 2.500, waarbij voordien het totale budget voor onderzoek en onderwijs aan Kögls instituut *f* 12.000 per jaar bedroeg. De RF-steun zou uiteindelijk dus ongeveer éénderde van het totale budget uitmaken.[10]
In de RF-aanvrage had Kögl onderzoek voorgesteld naar de rol van auxines bij fototropie, de rol van biotine bij het ontkiemen en de fysiologie van hogere planten; de rol van plantenhormonen welke de celdeling stimuleren, etcetera. Maar met zijn hypothese over de rol van D-aminozuren bij

9. Kögl, 1930.
10. Notitie 26 januari 1939, folder 54, box 5, series 650, RG 1.2, RF, RAC.

abnormale groei maakte hij de meeste naam ofschoon deze resultaten in andere laboratoria uiteindelijk niet gereproduceerd konden worden.[11]
Universitair onderzoek werd voornamelijk betaald vanuit het budget van de universiteiten waar onderzoek deel uitmaakte van de reguliere taak van wetenschappelijk onderwijs en onderzoek. Daarnaast werd, zoals we hebben gezien, wetenschappelijk onderzoek soms gefinancierd door de industrie. Een derde bron werd gevormd door particuliere giften en filantropische steun, zoals die van de reeds vermelde Rockefeller Foundation. Vanwege de invloed die de Rockefeller Foundation op de ontwikkeling van de biowetenschappen in Europa heeft gehad is een uitstapje hier op zijn plaats.[12]
In het eerste kwart van de 20e eeuw waren er een aantal filantropische Rockefeller-stichtingen opgericht ter bevordering van de gezondheidszorg (*public health*) en medische opleidingen. Voorts was in 1901 te New York het Rockefeller Institute for Medical Research (RIMR) opgericht, een instelling die spoedig wereldvermaard zou worden. In 1928 vond een reorganisatie van de verschillende Rockefeller-stichtingen en -fondsen plaats waarbij ze werden samengevoegd en opgedeeld in vijf divisies, te weten: één voor *Medical Sciences* (MS), één voor *Natural Sciences* (NS), één voor *Social Sciences*, één voor de *Humanities* en tenslotte de *International Health Board* (IHB) die behouden bleef zoals zij was. Het RIMR werd buiten de Rockefeller Foundation gehouden.
Naast de reorganisatie vond er ook een inhoudelijke wijziging van de Rockefeller-filantropie plaats. De aandacht voor gezondheidszorg in het algemeen verschoof naar de bevordering van het medisch onderzoek; in het geval van de Natural Sciences Division was het effect van de beleidswijziging niet zo sterk maar het onderzoek kon nu meer worden gericht op biomedische toepassingen.
In mei 1939 werd er door een 'Committee of Review, Appraisal and Advice' voor de NS-divisie een evaluatierapport opgesteld waarin de NS-doelstellingen werden geformuleerd: "Of the two related aims of the [Rockefeller] Foundation (a) to extend knowledge and control by promoting concrete and specific researches and (b) to prepare men and institutions to undertake such extension of knowledge, the former is to be considered primary and the latter, an important auxilliary." Het *Committee* betuigde instemming met de concentratie van de NS-divisie op de experimentele biologie, waarbij werd verwacht dat via de natuur- en scheikunde een beter begrip van de levende natuur zou worden verkregen: "In extending the scope of the program to the underlying sciences of physics and chemistry, particularly to those aspects which have a direct bearing upon biological phenomena and which may help to bridge the gap between the animate and the inanimate, it lends support to ranges of research that may ultimately lead to a *unified science of all nature.*" Ofschoon het programma was opgezet als bevordering van *pure science* zonder dat rekening werd gehouden met directe toepasbaarheid voor het welzijn van de mens, werd geconcludeerd dat het

11. Borg, 1959.
12. Zie ook Gemelli *et al.*, 1999.

programma waarschijnlijk zou leiden tot "many discoveries of practical importance for human progress".[13]
De Rockefeller Foundation zag voor zichzelf een rol weggelegd in het doorbréken van rigide institutionele en financiële structuren, hetgeen noodzakelijk was voor interdisciplinair onderzoek: "The organisation of universities into teaching departments, and the distribution of university funds for research through such channels, frequently make difficult the initiation of a bold research venture into a new field or of a project which cuts across the boundaries of separated disciplines. When such an undertaking involves large initial expense there is often the further difficulty of a university policy which forbids the accumulation of a surplus from the annual budgets."[14] Met andere woorden, de RF zag het onderwijs als een mede-oorzaak van rigide afdelingsstructuren: onderwijs, disciplinering (in meerdere betekenissen), arbeidsmarkt en financiering leidden tot de rigiditeit die universiteiten kenmerkten.[15]
Het *Committee* concludeerde tevens dat het systeem van fellowships erg goed had gewerkt (zie kadertekst: *Nederlandse 'Rockefeller Foundation Fellows'*). De Foundation meende dat iemand die direct na het behalen van de graad van doctor 1 of 2 jaar een fellowship bekleedde waarschijnlijk een meer productieve onderzoeker zou worden maar dat ervaring in het geven van onderwijs dan nog moest worden verworven.[16] In Europa werden de fellows geselecteerd vanuit het Field Office in Parijs van waaruit RF-officers rondreizen maakten naar de verschillende landen, laboratoria bezochten en spraken met onderzoeksleiders en medewerkers. De RF-officers legden hun bevindingen vast in dagboeken die vandaag de dag in het Rockefeller Archive Center nabij New York zijn in te zien.
Harry Miller, één van de leidende RF-officers in Europa, omschreef zijn werkzaamheden later als volgt: "We in the Paris Office knew, collectively, all the great scientists. We went around asking each of them who were the most promising young men in their field. We made up these long lists, and then compared them. If one name kept showing up on several lists, we went to visit him. We made no fuss; essentially we sneaked in unannounced, and met the candidate in his lab."[17] Met andere woorden, de RF-officers fungeerden als een visitatiecommissie *avant la lettre*.

13. Rapport mei 1939, pp. 2-4; folder 12, box 2, series 915, RG 3.1, RF, RAC; mijn cursivering, TvH.
14. Rapport mei 1939, p. 7; folder 12, box 2, series 915, RG 3.1, RF, RAC.
15. De geschiedenis van de Nederlandse biowetenschappen in de tweede helft van de 20e eeuw zal laten zien hoe raak deze typering van de belemmeringen voor interdisciplinair onderzoek was.
16. Rapport mei 1939, p. 17; folder 12, box 2, series 915, RG 3.1, RF, RAC.
17. Jonas, 1989, p. 331.

Nederlandse 'Rockefeller Foundation Fellows' op het Gebied van de Medical Sciences *& de* Natural Sciences *van 1917-1950*

NATURAL SCIENCES
Biochemistry
Hermans, J.
Janssen, L.
Rottier, P.
Westenbrink, H.
Biology
Bijhouwer, J.
Boschma, H.
Bottelier, H.
de Boer, S.
de Mol, W.
Gaillard, P.
Hartsema, A.
Hooijer, D.
Jonxis, J.
Meeuse, B.
Oort, A.
Prakken, R.
Stekhoven, J.
Ströer, W.
van der Laar, J.
Van der Lek, H.
Wellensiek, S.
Biophysics
de Lange, J.
Weidinger, A.
Chemistry
Overhoff, J.
Wöstmann, B.
Mathematics
Kloosterman, H.
Schouten, J.
van der Waerden, B.
Physics
Burgers, W.
de Bruin, T.
Karssen, A.
Kronig, R.
Niessen, K.
Oosterhoff, P.
Zanstra, H.

MEDICAL SCIENCES
Anatomy
van der Sprenkel, H.
Chemistry
van Ormondt, J.
Endocrinology
Querido, A.
Medicine
Groen, J.
Hamburger, R.
Orie, N.
van Eck, W.
Verrijp, C.
Ziedses des Plantes, B.
Physiology
Brinkman, R.
de Boer, S.
Fortuyn, J.
Groeneveld, A.
Querido, A.
Storm van Leeuwen, W.
Verhaart, W.
Psychiatry and Psychology
Thierry, A.
Surgery
van der Zwan, A.
Van Eck, C.
Verbiest, H.

(Uit: *The Rockefeller Foundation Directory of Fellowship Awards, 1917-1950,* p. 269)

Het bestuderen van biologische problemen — in het NS-programma van de Rockefeller Foundation benoemd als de studie van 'vital processes' en later omgedoopt tot *experimentele biologie* — met methoden en werkwijzen vanuit de wis-, natuur- en scheikunde had de speciale aandacht van de Rockefeller Foundation. Het *Committee* stelde dat wanneer dergelijke methoden door onderzoekers werden toegepast deze onderzoekers een feitelijk begrip van biologische problemen dienden te hebben. Volgens de RF kon men daar op navolgende wijzen rekening mee houden: (*i*) de RF verkoos onderzoeksprogramma's waar biologen en natuurwetenschappers zouden samenwerken; (*ii*) bij projecten op het gebied van de biofysica, biochemie en biomathematica was het noodzakelijk dat er wetenschappers bij betrokken waren met grondige biologische ervaring en onderzoekers met een grondige natuurwetenschappelijke ervaring; (*iii*) er diende in een dergelijk project altijd sprake te zijn van "work of purely biological type"![18] Met andere woorden, het 'Committee of Review, Appraisal and Advice' was van mening dat een interdisciplinair project binnen de biochemie en biofysica niet mogelijk was zonder professionele expertise van de ouderdisciplines zoals de biologie, de scheikunde resp. natuurkunde.
Het *Committee* bediscussieerde voorts de vraag hoe de *grants* over de V.S. en de rest van de wereld verdeeld moesten worden. Stimulering van reeds goede onderzoeksgroepen — zodat excellente groepen konden ontstaan — had binnen de Rockefeller Foundation de voorkeur boven rechtvaardige verdeling; binnen de RF werd dit verwoord als *making the peaks higher.* Deze beleidsrelevante onderwerpen zouden stuk voor stuk ook aan de orde komen toen de Nederlandse overheid na de tweede wereldoorlog het wetenschappelijk onderzoek wilde gaan stimuleren.
Interdisciplines moesten disciplinaire grenzen doorkruisen waartoe de Rockefeller Foundation een ander financieringsschema ontwikkelde: de *aid-to-groups.* Bovengenoemd *Committee* was erg tevreden met deze vorm van groepsfinanciering omdat hiermee de grenzen tussen de biologie en de natuur- en scheikunde overbrugd konden worden. Vanwege de rigiditeit van disciplinaire organisaties zag de RF *aid-to-groups* als mogelijk essentieel "... since university departments are frequently almost water-tight."[19]
In Nederland liep een interdisciplinair project dat op deze wijze was georganiseerd. In Utrecht was onder leiding van Albert J. Kluyver en Leonard S. Ornstein een Biophysische Werkgroep geformeerd die door de Rockefeller Foundation werd gesteund. Vanaf 1935 liep dit biofysisch project waarbij Utrechtse fysici en biologen uit Delft door de RF werden betaald. Fysici kregen in Delft een opleiding hoe met (micro)biologisch materiaal om te gaan terwijl de biologen de fysische, veelal spectrofotometrische apparatuur leerden bedienen. Het onderzoek betrof bestudering van organismen die bioluminescentie vertoonden; een tweede onderzoekslijn betrof de invloed van licht (en straling in het algemeen) op organismen (o.a. fotosynthese).

18. Rapport mei 1939, pp. 14-5; folder 12, box 2, series 915, RG 3.1, RF, RAC.
19. Rapport mei 1939, pp. 33; folder 12, box 2, series 915, RG 3.1, RF, RAC.

In 1938 werd de RF-subsidie met $ 15.000 per jaar gedurende vijf jaren verlengd. Voorts financierde de RF een nieuw te bouwen verdieping waar een laboratorium voor de biofysische werkgroep werd ondergebracht.
Ornstein meende dat in de biologie geen andere wetten golden dan binnen de natuur- en scheikunde waaruit hij concludeerde dat "de biologie *geen fundamenteele* beteekenis voor de natuurkunde zou hebben", maar wel dat de biologie "voor de natuurkunde een diep en mooi object van studie levert, om de methoden toe te passen."[20]

In dit hoofdstuk zijn enkele capita selecta gepresenteerd met betrekking tot laboratoria die we kunnen karakteriseren als biochemisch. De oprichting van de Nederlandsche Vereeniging voor Biochemie was bedoeld om díe onderzoekers bij elkaar te brengen die vanuit geheel uiteenlopende disciplines in de bestudeerde onderzoeksobjecten een (bio)chemische eenheid herkenden. De toelatingseisen waarmee een beroepsvereniging als de Nederlandse Chemische Vereeniging beoogde de belangen van haar leden te behartigen vormden een hindernis voor een interdisciplinaire vereniging als die van de biochemici. Omdat de NCV de biochemici *in spé* graag in haar midden opnam, werd deze hindernis geslecht en mochten ook biologen en medici tot de biochemische sectie van de NCV toetreden en bestuursfuncties vervullen.
Voorts hebben we de ideeën van de Rockefeller Foundation besproken ten aanzien van interdisciplines als de biochemie en de biofysica. In de jaren dertig benadrukte de RF dat in deze interdisciplines de basisdisciplines adequaat vertegenwoordigd dienden te zijn en dan met name de biologische kant ervan.
Wat de *triple helix* in de jaren dertig betreft kunnen we nu kort zijn. De universiteiten waren georganiseerd volgens het Duitse, van Von Humboldt afstammende universiteitsmodel, waarbij de hoogleraar werd geacht het gehele leerstoelgebied te overzien. In het 'Report of brief visits to the laboratories of medicine and biology in the Netherlands and Belgium' gaf C. Judson Herrick voor de Rockefeller Foundation de volgende karakterisering van de organisatiestructuur van de universitaire afdelingen en laboratoria in Nederland: "An outstanding feature of the Dutch university system is the individuality of the professors and their departments. There is usually only one professor in a department and his authority is supreme. He cultivates any field he likes, with or without co-operation with other departments which may be working in the same or related fields. There is a minimum of organization and often extremely good individual work or team work without it." Herrick constateerde serieuze problemen met betrekking tot het bevorderen van het wetenschappelijk onderzoek omdat er voor jonge onderzoekers geen onderzoeksbanen waren: "The only adequately paid posts are the limited number of professorships in the universities. The lower ranks (assistants) are very poorly paid, there are

20 . Ornstein, 1939; geciteerd in Heijmans, 1994, p. 146; cursivering in het origineel.

very few of these, and a good man may be held here for a decade or two, with no assurance of ultimate betterment. In the sciences tangential to medicine a university man may supplement his academic income by practice, and some independent practitioners do excellent research as voluntary workers in university laboratories. In other fields the extra-university opportunities are few, and this tends to discourage young men from research careers."[21]

De hoogleraar was dus verantwoorlijk voor zowel het wetenschappelijk onderwijs als het onderzoek en was voorts meestal directeur van het laboratorium. In het geval van een discipline binnen de medische faculteit droeg hij bovendien nog de verantwoordelijkheid voor de kliniek en eventueel ook nog voor een particuliere praktijk. De overheid hield zich verre van de inhoudelijke invulling van een leeropdracht; zij beperkte zich tot het verschaffen van de middelen tot opleiding van de studenten en het doen van wetenschappelijk onderzoek. De leerstoelhouder was vrij in de onderzoeksvraagstellingen. Ook was hij vrij in het aanvaarden van onderzoeksopdrachten vanuit het bedrijfsleven, welke dikwijls noodzakelijk waren omdat de financiering vanuit de overheid onvoldoende was.[22]

Derhalve was — om in termen van een biologische DNA-helix te blijven — de 'basenparing' tussen overheid en universiteit financieel van essentieel belang maar inhoudelijk zwak. De basenparing tussen bedrijfsleven en universiteit kon intensief zijn, zoals in het geval van Laqueur, maar vanuit universitaire kringen werd dit vaak afgekeurd. Ook het laboratorium van B. C. P. Jansen was sterk afhankelijk van industriële onderzoeksopdrachten. In het volgende hoofdstuk zullen we zien dat onder invloed van de tweede wereldoorlog de *triple helix* van de Nederlandse biowetenschappen enkele fundamentele mutaties zou ondergaan die leidden tot een geheel andere vorm van basenparing.

21. Herrick-report, winter 1926-1927, pp. 2-3; folder 152, box 21, series 700D, RG 1.1, RF, RAC.
22. Vgl. Theunissen, 2000.

Hoofdstuk 2
Nieuw Sociaal Contract voor de Nederlandse Wetenschap: de Jaren Veertig

De tweede wereldoorlog zou een radicale invloed hebben op de wetenschap, zowel in de westerse landen en het latere oostblok in het algemeen als op de wetenschap in Nederland in het bijzonder. In Engeland en Duitsland maar vooral in de Verenigde Staten van Amerika werd de wetenschap gemobiliseerd voor het ontwikkelen van betere en nieuwe wapen- en verdedigingssytemen alsmede op het gebied van de behandeling van oorlogsverwondingen en het voorkómen van infectieziekten. De meest spraakmakende resultaten van die onderzoeks- en ontwikkelingsinspanningen waren de radar en de rakettechnologie, verbeterde medische operatietechnieken, bloedtransfusies en kunstbloed, antibiotica (penicilline) en, *last but not least*, de atoombom.
De honderdduizenden slachtoffers van het afwerpen van atoombommen op Hiroshima en Nagasaki vormden de spreekwoordelijke keerzijde van één en dezelfde medaille: wetenschap en technologie waren in staat 'onnatuurlijke' krachten op te roepen maar dit kon tegelijkertijd leiden tot immens menselijk leed.[1] Uiteraard was dit niet de eerste keer dat de consequenties van wetenschappelijk-technologisch onderzoek ter discussie kwamen te staan. Een voorbeeld uit de eerste wereldoorlog was het gebruik van chemische strijdgassen. Naar preventieve maatregelen en de therapie van de lesies als gevolg van strijdgassen werd tijdens de tweede wereldoorlog dan ook veel biochemisch onderzoek gedaan.
Aan het eind van de Tweede Wereldoorlog had Vannevar Bush, directeur van het Amerikaanse 'Office of Scientific Research and Development', de opdracht gekregen een rapport te schrijven over hoe wetenschap en technologie moesten bijdragen aan de naoorlogse bevordering van welvaart en welzijn. In zijn rapport *Science — The Endless Frontier* stelde Bush dat de oorlog duidelijk had gemaakt welk een belangrijke rol wetenschappelijk en technologisch onderzoek (Research & Development, R&D) konden spelen. Naast natuurlijke hulpbronnen zoals kolen, olie, gas en minerale grondstoffen zoals metalen, vormde R&D een voor economie, welvaart en welzijn onmisbare hulpbron. Vanwege het nut voor de samenleving als geheel zag Bush de bevordering van wetenschappelijk onderzoek als de verantwoordelijkheid van de overheid. (Zie kadertekst: *Science — The Endless Frontier*)

1. Of het gebruik van de atoombom de oorlog in de Pacific heeft bekort is nog steeds onderwerp van discussie onder historici.

Science — The Endless Frontier

"Progress in the war against disease depends upon a flow of new scientific knowledge. New products, new industries, and more jobs require continuous additions of knowledge of the laws of nature, and the application of that knowledge to practical purposes. Similarly, our defense against aggression demands new knowledge so that we can develop new and improved weapons. This essential, new knowledge can be obtained only through basic scientific research. Science can be effective in the national welfare only as a member of a team, whether the conditions be peace or war. But without scientific progress no amount of achievement in other directions can insure our health, prosperity, and security as a nation in the modern world."
"The responsibility for the creation of new scientific knowledge — and for most of its application — rests on that small body of men and women who understand the fundamental laws of nature and are skilled in the techniques of scientific research. We shall have rapid or slow advance on any scientific frontier, depending on the number of highly qualified and trained scientists exploring it."
"The Government should accept new responsibilities for promoting the flow of new scientific knowledge and the development of scientific talent in our youth. These responsibilities are the proper concern of the Government, for they vitally affect our health, our jobs, and our national security."
"... I recommend that a new agency for [the purposes of supplementing the support of basic research and administering a program of science scholarships and fellowships] be established. Such an agency should be composed of persons of broad interest and experience, having an understanding of the peculiarities of scientific research and scientific education. It should have stability of funds so that long-range programs may be undertaken. It should recognize that freedom of inquiry must be preserved and should leave internal control of policy, personnel, and the method and scope of research to the institutions in which it is carried on. It should be fully responsible to the President and through him to the Congress for its program."

(Uit: Vannevar Bush, juli 1945, pp. 5-9)

Het probleem dat wetenschappelijk onderzoek 'verkeerd' kon worden gebruikt en tegen de mensheid gekeerd — zoals bij medische experimenten in Nazi-Duitsland — werd in Bush' boek ondervangen door te benadrukken dat fundamenteel onderzoek en de toepassingen ervan twee gescheiden onderwerpen waren. Ze werden dus niet gepresenteerd als de keerzijden van éénzelfde medaille maar als twee verschillende agenda's. Dit gescheiden zijn van de agenda's werd benadrukt door te stellen dat de mogelijke toepassingen van fundamenteel onderzoek niet te voorspellen waren: "Basic research is performed without thought of practical ends. It results in general knowledge and an understanding of nature and its laws. ... One of the peculiarities of basic science is the variety of paths which lead to productive advance. Many of the most important discoveries have come as a result of experiments undertaken with very different purposes in mind. ... Basic research leads to new knowledge. It provides scientific capital. It creates

the fund from which the practical applications of knowledge must be drawn. ... *A nation which depends upon others for its new basic scientific knowledge will be slow in its industrial progress and weak in its competitive position in world trade, regardless of its mechanical skill.*"[2] Bush wees overheidsbemoeienis en -sturing van wetenschappelijk onderzoek resoluut van de hand. Ook de onrust onder (kern)fysici die ontstond nadat de atoombommen tot ontploffing waren gebracht zag hij als niet thuishorend binnen de feitelijke natuurwetenschappen. Hij nam hierin een zo radicaal standpunt in dat hij het opnemen van de *social sciences* in een op te richten National Science Foundation als remedie tegen de morele problemen van deze fysici, afwees. (Zie ook de kadertekst: *Natuurwetenschap en Morele Dilemma's*)

Natuurwetenschap en Morele Dilemma's

"There is a tendency, all too prevalent these days, to regard the natural sciences as providing the implements for evil men, and the social sciences as a counter to this situation. Actually, of course, both groups of sciences are on exactly the same basis; their products provide tools for good and evil. ... We would not stop our progress in the social sciences because better understanding of mass psychology, for example, is one of the most powerful tools of a dictator, any more than we would stop progress in the natural sciences because of an atomic bomb. We pursue both because of the faith that the acquisition of knowledge, while dangerous, is worth the risk. We either proceed down the path of conscious effort to control the course of evolution or we quit the game."

(Vannevar Bush, december 1946, geciteerd in: Reingold, 1994, p. 314)

Het is mogelijk een teken des tijds en geen toeval dat in 1942 een belangrijk essay verscheen van Robert K. Merton. Deze Amerikaanse wetenschapssocioloog kende wetenschap een viertal kenmerken toe die als 'Manifest van Waarden en Normen' voor de wetenschap zouden gaan gelden. In de eerste plaats gold het *universalisme*: wetenschappelijke uitspraken zijn onafhankelijk van de wetenschapper. In de tweede plaats het principe van *communaliteit*: wetenschappelijke resultaten dienden met elkaar te worden gedeeld en open te staan voor replicatie, verificatie en kritiek. Ten derde gold het principe van *'disinterestedness'*: onderzoek diende los te staan van persoonlijk gewin en diende slechts de 'waarheid' en wetenschappelijke vooruitgang. De vierde waarde tenslotte stelde dat de wetenschappelijke methode was gebaseerd op zogeheten *georganiseerd scepticisme*: wetenschappelijk werk diende kritisch onderzocht te worden zodat 'juiste' theorieën resulteerden.[3]
In het kader van een discussie over de *triple helix* van universiteiten, overheid en bedrijfsleven zal duidelijk zijn dat twee thema's in Mertons karakterisering van wetenschap van belang — en problematisch — zijn. Ten eerste het principe van communaliteit, dat immers inhoudt dat wetenschappelijke

2. Bush, 1945, pp. 18-19; cursivering in het origineel
3. Merton, 1942/1973.

resultaten bekend moeten worden gemaakt, zodat georganiseerd scepticisme mogelijk wordt. Het tweede probleem is de waarde *disinterestedness*. Deze waarde impliceert immers dat wetenschappers zouden moeten afzien van enig financieel gewin dat met de resultaten van wetenschappelijk onderzoek behaald zou kunnen worden. Communaliteit en *disinterestedness* lijken bovendien strijdig te zijn met redenen waarom een nationale overheid in wetenschappelijk onderzoek zou investeren: het bevorderen van de nationale economie en aldus de bevordering van welvaart en welzijn van de eigen bevolking!
In *Science — The Endless Frontier* concludeerde Vannevar Bush dat de overheid het fundamentele onderzoek meer uitdrukkelijk moest gaan steunen dan alleen via de bekostiging van de universiteiten. Zijn voorstel behelsde de oprichting van een nationale stichting die de extra overheidsgelden moest gaan verdelen zonder daarbij te sturen: de natuurlijke ontwikkeling van de wetenschap moest de vrije loop worden gelaten!
De aanbeveling tot steun van wetenschappelijk onderzoek werd wereldwijd overgenomen; de wijze waarop zou echter tot langlopende conflicten leiden. Controversiële aspecten waren onder meer: wie kwam er in het bestuur van een dergelijke stichting; hoe verhield de stichting zich tot de overheid; hoe moest verantwoording worden afgelegd; op welke wijze dienden wetenschappers rekenschap van hun werkzaamheden af te leggen; welke criteria dienden gehanteerd te worden bij de verdeling (bijv. tussen natuurwetenschappen, medische wetenschappen en de sociale wetenschappen); dienden de fondsen verdeeld te worden via het principe van rechtvaardige verdeling of dienden goede/excellente wetenschappers bevoorrecht te worden.
In de Verenigde Staten duurde het vijf jaar voordat voor bovenstaande problemen een schema was uitgewerkt en de National Science Foundation kon worden ingesteld. Opmerkelijk was dat de meeste westerse landen de opvattingen van Vannevar Bush leken te delen over de cruciale rol van wetenschap in de naoorlogse samenleving en economie. Dit gold ook voor Nederland waar de discussies zich onder meer afspeelden in beide kamers van de Staten Generaal en tegen een achtergrond van ontwikkelingen in de VS. In het vorige hoofdstuk hebben we gezien dat *officers* van de Rockefeller Foundation als reizende 'opnemers' verslag deden van de stand van het wetenschappelijk onderzoek. Eén van deze *officers* was Gerard R. Pomerat (GRP) en uit zijn dagboeken is een impressie te krijgen van het Nederlandse wetenschappelijk onderwijs en onderzoek tijdens en na de oorlog.[4]
In 1946 informeerde Hugo R. Kruyt, oud-hoogleraar colloïdchemie aan de Rijksuniversiteit Utrecht en voorzitter van de 'Nederlandse Organisatie voor het Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO' (zie kadertekst: *De Nederlandse Organisatie voor het Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek*), Pomerat over het reilen en zeilen van de Nederlandse studenten tijdens de oorlog. Veel van de Nederlandse studenten waren gedeporteerd en een deel was vastgehouden als gijzelaar; een deel was niet teruggekeerd of inmiddels te oud om opnieuw aan de universiteit te beginnen, zodat zij

4. Pomerat diaries; RF 12.2; RAC.

vaak hun heil zochten in de industrie. Een gevolg was dat de verhouding eerstejaars op ouderejaars 3 : 1 was. Kruyt bracht voorts naar voren dat het eerste naoorlogse kabinet van W. Schermerhorn grote interesse in fundamenteel onderzoek aan de dag legde; het was Kruyt nog niet duidelijk of het net gekozen nieuwe kabinet dat ook zou doen.

De Nederlandse Organisatie voor het Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO

TNO is in 1932 opgericht, bij 'Wet van den 30sten October 1930' (Staatsblad 1930/416), tot regeling van het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek. Bij de totstandkoming van TNO speelde de chemicus bij de Leerdam Glasfabrieken C. J. van Nieuwenburg een centrale rol. In een lezing getiteld 'De Nationale Organisatie van Wetenschappelijk-Technisch Werk' welke werd afgedrukt in het *Chemisch Weekblad* bracht hij een duidelijk onderscheid aan tussen toegepast en zuiver-wetenschappelijk onderzoek:

"Wij zouden het definieerend onderscheid tusschen technisch-wetenschappelijk en zuiver-wetenschappelijk werk gaarne willen leggen in het aanwezig zijn bij de eerste van het essentieel-technische element: het doelbewuste streven naar geldelijk voordeel. Dat schept een bijna onoverbrugbare kloof. Zuivere en technische wetenschap kunnen tijdelijk samengaan, hun doel blijft niettemin steeds fundamenteel verschillend. Bovendien moet er steeds verschil in de methode blijven. De eerste streeft naar de grootst mogelijke algemeenheid, is divergent in wezen; de laatste wordt gekenmerkt door haar wel-overwogen beperking, zij convergeert naar een meestal voorafgekozen punt. ... voor technisch-wetenschappelijk succes is ook een specifiek technische 'kijk' op de zaken noodig."
"Ook op den staat rusten technisch-chemische plichten. Er zijn toch hoogst gewichtige problemen van zeer algemeenen aard, waarvan het entameeren voor particulieren praktisch uitgesloten is, aangezien de eventueel gunstige resultaten van zoodanig algemeen belang zouden zijn, dat niemand zich geroepen voelt, daarvan privé de groote kosten te dragen. ... Ons land is nu eenmaal door de natuur stiefmoederlijk bedeeld met natuurlijke hulpbronnen. Het is daarom meer dan ergens anders, de taak der gemeenschap van ons klein erfdeel te maken, wat er bij mogelijkheid van te maken valt. De zorg daarvoor, dient een *staatszorg* te zijn!"

(Uit: C. J. Nieuwenburg, 1920, p. 70 & p. 74; cursivering in het origineel)

In het gesprek van Pomerat met Kluyver bracht laatstgenoemde naar voren dat de salarissen van wetenschappelijk medewerkers onder de maat waren. Zo gaf Kluyver het voorbeeld van zijn privaatdocent E. C. Wassink die *f* 3.600 per jaar verdiende, waar met een gezin niet van was rond te komen terwijl in de industrie áánvangssalarissen van *f* 4.000 gewoon waren. De regering zou de universiteitssalarissen overigens met 25-30 % verhogen.
Kluyver vroeg RF-steun die ook moest dienen om de Nederlandse overheid te overtuigen van het belang van zijn onderzoek. Pomerat was 'highly impressed' door de activiteiten in Kluyvers laboratorium en met name door

het 'teamwork' dat hij had opgezet in samenwerking met J. M. W. Milatz die L. S. Ornstein († 1941) — nadat deze aan het begin van de oorlog door de Duitsers uit zijn laboratorium was gezet — in Utrecht had opgevolgd: "This combination of physics and biology seems to yielding a high degree of very stimulating experimental biology of a high order."[5]
De Rockefeller Foundation had de Nederlandse regering $ 80.000 ter beschikking gesteld om oorlogsschade aan de universiteiten te herstellen. Kluyver informeerde Pomerat dat deze gelden evenredig over de universiteiten werden verdeeld en dat men in Delft de gelden evenredig over de laboratoria wilde verdelen. Pomerat was over deze evenredigheid zeer ontstemd omdat de RF-gift was bedoeld voor die laboratoria die de meeste oorlogsschade hadden geleden.[6]
De Nederlandse overheid volgde de algemene trend in de westerse landen dat het fundamentele onderzoek moest worden bevorderd. In september 1945 belegde de minister-president prof. ir. W. Schermerhorn een vergadering waarin werd geconcludeerd dat het wetenschappelijk onderzoek moest worden gestimuleerd en dat daarvoor waarschijnlijk *f* 5.000.000 was benodigd. Uitgangspunt was dat de overheid het wetenschappelijk onderzoek niet onder controle mocht krijgen; het beheer van het fonds zou aan wetenschappelijke deskundigen moeten worden overgelaten. Voorts zou het wetenschappelijk onderzoek niet van de universiteiten mogen worden losgemaakt. Prof. dr. ir. F. A. Vening Meinesz kreeg de opdracht om in de Verenigde Staten van Amerika na te gaan "hoe daar fondsen voor wetenschappelijk onderzoek werken en een indruk op te doen hoe groot onze achterstand is."[7]
Na de Amerika-rapportage door Vening Meinesz maakte Schermerhorn op 26 maart 1946 bekend dat de overheid zowel de natuurwetenschappen als de alfavakken zou gaan stimuleren met het uiteindelijke doel dat de resultaten van dit onderzoek "ten nutte komen voor de welvaart van de Nederlandse samenleving". Van verschillende zijden waren stichtingen opgericht om het onderzoek te bevorderen en te coördineren. Voor de wiskunde resulteerde dit uiteindelijk in de Stichting 'Het Mathematisch Centrum' te Amsterdam — een centraal punt waar nieuwe rekenfaciliteiten, de eerste computers, bij elkaar werden gebracht. Voor de fysica werd dit de Stichting voor Fundamenteel Onderzoek op het Gebied der Materie (F.O.M.).[8]
In maart 1946 was een commissie ingesteld onder leiding van de Secretaris-Generaal van het Ministerie van Onderwijs, Kunsten & Wetenschappen, H. J. Reinink (ook wel Commissie Reinink-I genoemd), die Schermerhorn inzake de bevordering van wetenschap moest adviseren. In deze commissie zaten onder meer H. R. Kruyt, J. M. W. Milatz en V. J. Koningsberger. Medio 1946 citeerde deze commissie instemmend uit het Bush-rapport *Science — The Endless Frontier* de hierboven al aangehaalde zinsnede: "A

5. Pomerat Diary, 1946, p. 46.
6. Pomerat Diary, 1946, p. 48.
7. Z.W.O., 1950, p. 5.
8. Z.W.O., 1950, p. 6.

nation which depends upon others for its new basic scientific knowledge will be slow in its industrial progress and weak in its competitive position in world trade, regardless of its mechanical skill."[9] Het doen van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek werd door de commissie verwoord als een culturele waarde: "Alleen dan, wanneer ons land zich niet onttrekt aan de taak, welke de menschheid op zich ziet gelegd om de algemene welvaart zooveel mogelijk te doen toenemen door dieper door te dringen in de geheimen der natuur, zal het er aanspraak op mogen maken aan de uitwisseling der resultaten, welke de verschillende landen op dit gebied bereiken, deel te nemen." De nieuwe inzichten zouden kunnen leiden "tot nieuwe of betere werkwijzen of producten, zoowel op het gebied der medicijnen als dat van de landbouw, van de veeteelt als dat van de nijverheid."[10]
De stichting die de gelden zou moeten gaan beheren zou dit volgens de adviescommissie niet moeten doen door het oprichten van speciale onderzoeksinstituten maar de werkwijze moeten volgen van toekenning van *grants* en *fellowships*, zoals gedaan door de Rockefeller Foundation "daar deze methode de zekerheid biedt, dat groote objectiviteit bij de behandeling der aanvragen en groote soepelheid bij de besteding der ter beschikking staande gelden betracht wordt."[11]
Desalniettemin waren het Mathematisch Centrum en F.O.M. gecentraliseerde organisaties. Een dergelijke centraal geleide sturing was ook het oogmerk van de Stichting 'Centraal Instituut voor Fundamenteel Biologisch en Medisch Onderzoek'. Initiatiefnemers hiervan waren de latere Nobelprijswinnaar Natuurkunde voor 1953, Frits Zernike uit Groningen en Louis W. Janssen van het Staatsveeartsenijkundig Onderzoekingsinstituut te Amsterdam.[12]
In een gesprek met RF-officer G. R. Pomerat verklaarde L. W. Janssen dat de stichting tot oprichting van een 'Institute for Fundamental Biological and Medical Research' (I. F. B. & M. R.) de steun had van B. C. P. Jansen, G. J. Sizoo, G. van Iterson Jr., A. J. Kluyver, H. B. G. Casimir, F. Zernike, E. Gorter, V. J. Koningsberger, H. R. Kruyt, en anderen. De eerste plannen waren het aanstellen van een kernfysicus voor metabolisme-onderzoek met radio-isotopen, een fysicus voor het bedienen van een elektronenmicroscoop en circa vier chemici. Daarnaast zouden botanici, zoölogen en medici bij het instituut betrokken worden. De kosten van het instituut werden begroot op *f* 600.000 op jaarbasis en *f* 2.000.000 voor de gebouwen. Pomerat reageerde terughoudend op de plannen van Janssen en wees op de mogelijkheid van een gedecentraliseerde bevordering van het biomedisch onderzoek.

9. Bush, 1945, p. 19.
10. Z.W.O., 1950, pp. 8-9.
11. Z.W.O., 1950, p. 12.
12. Janssen deed analytisch chemisch-onderzoek naar de samenstelling van eiwitten van bijv. mond- en klauwzeervirus en zou in 1949 van Z.W.O. i.o. een subsidie ontvangen van *f* 10.000 voor eiwitonderzoek (Z.W.O., 1950, p. 72.).

Hij wees daarbij op de werkwijze van de Franse organisatie Centre National de la Recherche Scientifique (C.N.R.S.).[13]
De bevordering van het fundamentele onderzoek en de positie van de overheid en de universiteiten daarbij bleven in de jaren na de oorlog de gemoederen bezighouden. Op 2 november 1947 organiseerde het Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers een congres over 'De Organisatie van het Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek in Nederland'.[14] V. J. Koningsberger bediscussieerde de plannen van de Stichting 'Zernike-Janssen'. Hij constateerde dat het zuiver-wetenschappelijk onderzoek "der levende natuur" ver achter was geraakt bij "dat van de levenloze materie, waar reeds een krachtige opbloei heeft plaats gevonden." Koningsberger stelde dat toen de faculteiten en hogescholen advies werd gevraagd over de wenselijkheid van een centraal medisch-biologisch onderzoeksinstituut buiten de universitaire structuur dit krachtige oppositie losmaakte "omdat men vreesde, dat hierdoor het reeds zo sterk kwijnende wetenschappelijk onderzoek aan de universiteiten financiëel zou worden gedraineerd, ja zelfs dat het instituut zou worden gesubsidieerd ten koste van de onderwijs-begroting." Opmerkelijk genoeg was er nog een tweede probleem: "Bovendien bleken er bezwaren te bestaan tegen een samengaan met de biologen. De geneeskunde, zo heette het, was een zó op zich zelf staande wetenschap, dat zij alleen geheel zelfstandig haar wetenschappelijk onderzoek kon organiseren en leiden."[15] De Raad van Bestuur van Z.W.O. in oprichting probeerde nog te komen tot een stichting ter bevordering van het medisch-biologisch onderzoek in haar totaliteit maar dit zou uiteindelijk stranden op conflicten met de Gezondheidsorganisatie T.N.O. Hiermee achtte het voorlopige Z.W.O.-bestuur het raadzamer om alle initiatieven om tot een medisch-biologische stichting te komen maar op te geven.
Samenvattend, uit de weerstand tegen een Stichting voor Medisch-Biologisch Onderzoek volgen twee conclusies ten aanzien van de biowetenschappen rond het midden van de 20e eeuw: ten eerste bleken de biologie en de geneeskunde ver uit elkaar te liggen en ten tweede werd fundamenteel medisch onderzoek gezien als dicht liggend bij toegepaste wetenschap à la TNO.
Z.W.O. i.o. zag nog mogelijkheden voor een stichting met een kleiner en scherper omschreven arbeidsveld, namelijk het grensgebied tussen het onderzoek van de levende en de levenloze natuur: dus daar waar de biologie en geneeskunde aan de natuur- en scheikunde grensden. Dit zou kunnen resulteren in een 'Stichting voor Biophysisch- en Biochemisch Onderzoek'. V. J. Koningsberger benadrukte het belang van het totstandkomen van laatstgenoemde stichting: "Gebeurt dat niet, dan dreigt het zo uiterst belangrijke onderzoek der grensgebieden, waar ons land ver in ten achter is, weer het kind van de rekening te worden en wordt ook het goede in het initiatief Zernike-Janssen in de kiem gesmoord. ... Juist op de genoemde

13. Pomerat Diary, 1946, pp. 56-8.
14. V.W.O., 1948.
15. V.W.O., 1948, p. 48.

grensgebieden is het *zuiver*-wetenschappelijk onderzoek der medici volstrekt biologisch, respectievelijk biochemisch of biophysisch georiënteerd en samenwerking tussen biologie en geneeskunde mét de physica en chemie kan alleen maar voor alle partijen heilzaam zijn." Het ontbreken van een stichting met laatstgenoemde oogmerk zou F.O.M. en het MC de mogelijkheid bieden "vrijwel de gehele subsidie van het Z.W.O." op te strijken, aldus Koningsberger.[16] Medio april 1948 informeerde de hoogleraar fysiologische chemie in Utrecht, H. G. K. Westenbrink, in een interview met G. R. Pomerat, dat hij L. W. Janssens plan voor een speciaal 'Eiwit-Instituut' in Amsterdam onverstandig vond omdat er voldoende goede laboratoria waren. Het probleem in Nederland was het ontbreken van goed opgeleide onderzoekers: "what is really needed is more good men".[17] De opleiding van biochemici was in Nederland klaarblijkelijk onder de maat.
Het kostte een lange voorbereidingstijd voordat het wetsontwerp voor een Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek uiteindelijk op 26 april 1949 aan de Tweede Kamer der Staten-Generaal kon worden voorgelegd, waar het 7 oktober werd goedgekeurd; op 4 januari 1950 passeerde het vervolgens de Eerste Kamer. In de stukken rond het wetsonwerp en bij de discussies in beide Kamers kwamen de thema's aan de orde die hierboven al zijn aangestipt en welke een belangrijke rol spelen in de *triple helix* van universiteiten, overheid en bedrijfsleven: de normen en waarden van de wetenschap; de tegenstelling zuivere wetenschap / toegepaste wetenschap; rekenschap; centralistische *versus* decentralistische tendenzen; en dirigisme tegenover *laissez faire.*
De Mertoniaanse norm *disinterestedness* werd in de Memorie van Toelichting op de Z.W.O.-wet als volgt onder woorden gebracht: "Academische vorming sluit in, dat zij wordt opgedaan in een sfeer, welke gekenmerkt is door de onbaatzuchtigheid van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek enerzijds en door een even onbaatzuchtig als helder doordacht inzicht in de maatschappelijke verantwoordelijkheid van de toekomstige, wetenschappelijk geschoolde burger anderzijds."[18] Hoe deze maatschappelijke verantwoordelijkheid moest worden vormgegeven werd echter niet verder uitgelegd.
We hebben gezien dat Vannevar Bush toegepast en fundamenteel onderzoek uit elkaar haalde zodat maatschappelijke controversen over mogelijke toepassingen van zuiver wetenschappelijk onderzoek (zoals in het geval van defensieonderzoek) buiten de deur konden worden gehouden. De Nederlandse regering benadrukte dat toegepaste wetenschap moest worden weggehouden van zuiver-wetenschappelijk onderzoek omdat de onbaatzuchtigheid van laatstgenoemde in gevaar zou kunnen komen. Beide typen onderzoek dienden in afzonderlijke organisaties te worden ondergebracht. Omdat het gevaar bestond "dat het toegepaste wetenschappelijk onderzoek door de zucht om onmiddellijke resultaten te bereiken het zuiver wetenschap-

16. V.W.O., 1950, p. 50.
17. Pomerat Diary, 1948, p. 129.
18. Memorie van Toelichting, herdrukt in: Z.W.O., 1950, p. 28.

pelijke zou verdringen", achtte de minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, Th. Rutten, het noodzakelijk een lichaam te creëren dat "reeds door zijn doelstelling een dergelijke ongewenste gang van zaken de pas afsnijdt."[19] Het samengaan van wetenschappelijk onderzoek en hoger onderwijs moest daarentegen juist gekoppeld blijven, zo werd in de Tweede Kamer gesteld: "Wanneer het zo zou worden, dat ook maar enigszins de beoefening van zuiver-wetenschappelijk onderzoek zou worden onttrokken aan onze instellingen van hoger onderwijs of dat het zelfs maar aanlokkelijker zou worden gemaakt om het zuiver-wetenschappelijk onderzoek te beoefenen buiten de instellingen van hoger onderwijs, dan geloof ik, dat wij met deze organisatie aan ons hoger onderwijs een slechte dienst zouden hebben bewezen."[20]

De Eerste Kamer boog zich over de vraag in hoeverre de overheid dirigistisch mocht zijn ter zake van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek. Weliswaar had de minister uitdrukkelijk als zijn mening te kennen dat gegeven dat zuiver-wetenschappelijk onderzoek niet een directe taak van de Overheid was maar Eerste-Kamerlid Woltjer vroeg zich af of het toch niet "bedenkelijk dicht bij rechtstreekse Overheidsbemoeiing" kwam. Vooral omdat de Staat zelf door middel van een wet "een organisatie voor zuiver-wetenschappelijk onderzoek in elkaar zet, haar taak bepaalt, haar samenstelling regelt."[21] De minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, Th. Rutten, antwoordde hierop dat de overheid zich diende te beperken tot *bevordering* van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek; het *doen* van onderzoek was iets anders, zodat er geen sprake was van overheidsdirigisme.[22]

Hierboven is al even de relatie tussen het wetenschappelijk onderzoek en wetenschappelijk onderwijs aan de orde geweest. Zoals we hebben gezien was voor de volksvertegenwoordigers der Nederlandse Staten-Generaal de twee-eenheid wetenschappelijk onderzoek en wetenschappelijk onderwijs een noodzakelijk goed. Met de beëindiging van de oorlog heerste in sterke mate het gevoelen dat bij de wederopbouw van Nederland een belangrijke rol was weggelegd voor de universiteiten en het wetenschappelijk onderzoek. De Utrechtse colloïdchemicus H. R. Kruyt, voorzitter van de Nederlandse Organisatie voor het Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek T.N.O., was een gedreven pleitbezorger van de universiteit als cultuurinstelling; maar tevens was hij van mening dat kennis moest worden gebruikt. (Zie kadertekst: *De Universiteit als Cultuurinstelling*) De natuurwetenschappen met hun experimentele methoden dienden van overheidswege te worden bevorderd.

19. Memorie van Toelichting, herdrukt in: Z.W.O., 1950, p. 30.
20. Mej. Tendeloo, Handelingen Tweede Kamer 1200, 6 oktober 1949, p. 154.
21. Heer Woltjer, Handelingen Eerste Kamer 1200, 4 januari 1950, p. 128.
22. Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, Th. Rutten, Handelingen Eerste Kamer 1200, 4 januari 1950, p. 131.

De Universiteit als Cultuurinstelling

"Ik zie de Universiteit altijd als een cultuurinstelling van groote beteekenis voor de volkskracht en ik heb daar vele malen van getuigd. Er is een nauwe samenhang tusschen de frischheid van universiteiten en hoogescholen en de welvaart van een land; ik neem dat woord welvaart niet slechts in sociaal-economischen maar ook in geestelijken zin. Ik ben mij zeer goed bewust, dat het geestelijke niet alleen door de wetenschap gedragen wordt, maar zonder wetenschappelijke bezinning is er geen geestelijke gezondheid. De zuivere vrije wetenschap is een kostelijk goed en de Universiteit moet er te allen tijde de drager van zijn. Maar dat goed moet ook uitgedragen worden, de bron is een vreugde op zichzelf, maar het water moet het land drenken."

(Uit: Hugo R. Kruyt, 1946, p. 268)

De geneeskunde vormde een richting waarin wetenschap en wetenschappelijke toepassing vruchtbaar samengingen. In het rapport van de Commissie Reinink over de herziening van het hoger onderwijs[23], werd gesteld dat de opleiding tot arts meer wetenschappelijk van aard diende te zijn. In de geneeskunde zou plaats moeten zijn voor scheikunde, natuurkunde en biologie (met name plant- en dierkunde en erfelijkheidsleer). Wel werd benadrukt dat de gegeven scheikunde en natuurkunde biochemisch en biofysisch gericht diende te zijn; de oprichting van een *inter*faculteit werd daarom aanbevolen (zie ook Hoofdstuk 3).[24]
De chemici en fysici benadrukten "dat een docent, die in de faculteit der wis- en natuurkunde heeft gestudeerd, doch zijn werkkring vindt in de faculteit der geneeskunde, door de aard van zijn werkkring op den duur niet in staat zal zijn de nieuwste ontwikkeling van zijn vak van opleiding te blijven volgen, omdat hij immers het nauwe contact daarmee mist."[25] Met andere woorden, grensverleggend wetenschappelijk onderzoek vond daar plaats waar de moederdiscipline werd onderwezen en niet waar een wetenschap toepassing vond.
Met de rol van de natuurwetenschappen binnen de studie geneeskunde is een dilemma aangeroerd waar de artsenopleiding steeds mee heeft geworsteld: hoe een goede wetenschappelijke studie te combineren met een grondige praktische opleiding. Dit is het dilemma van de universiteit als beroepsopleiding en als instituut voor een wetenschappelijke opleiding. Laatstgenoemde vorm stemt overeen met de op Von Humboldt gebaseerde academische traditie: een nadruk op disciplinaire vorming, een rond leerstoelen georganiseerde universiteit, een sterke koppeling tussen onderwijs en onderzoek en een grote afstand tot zowel de staat als de turbulente samenleving, resulterend in *Lehr- und Lernfreiheit.* (Zie kadertekst: *De Academische Professionele Taakcultuur)*

23. Commissie Reinink-II, 1949.
24. Commissie Reinink-II, 1949, p. 247.
25. Commissie Reinink-II, 1949, p. 351.

De Academische Professionele Taakcultuur

Welk vormingsideaal ligt aan de universiteiten ten grondslag? In Europa kunnen drie belangrijke tradities, gebaseerd op 19e eeuwse vormingsidealen, onderscheiden worden:
— De Von Humboldtiaanse traditie, genoemd naar de Pruisische geleerde Wilhelm von Humboldt, stichter van de Universiteit van Berlijn. Kenmerken zijn de nadruk op *disciplinaire* vorming, een rond *leerstoelen* georganiseerde universiteit, een sterke koppeling tussen onderwijs en onderzoek en een grote afstand tot zowel de staat als de turbulente samenleving. ('Lehr'- en 'Lernfreiheit');
— De Newmanse traditie, genoemd naar de Engelse theoloog, kardinaal en rector van de universiteit van Dublin, John Henry Newman. Hij bepleitte juist een *brede intellectuele* vorming, los van de directe beroepstraining of academische specialisatie; dit is een vorm van 'liberal education'.
— De Napoleontische traditie volgens de *École Polytechnique*: professionele vorming; deze is vooral van invloed geweest op de vormgeving van het hoger beroepsonderwijs.

(Uit: C. A. M. Mouwen & S. C. van Bijsterveld, 2000, pp. 80-1)

In dit hoofdstuk hebben we gezien dat bij de wederopbouw van Nederland een belangrijke bijdrage werd verwacht van de wetenschap, zowel in geestelijke en culturele zin als met betrekking tot welvaart en welzijn. In 1946 haalde Hugo Kruyt een Amerikaans wetsvoorstel aan, ingediend door senator Harley M. Kilgore, waarin kennis als levensader van een natie werd geschetst: 'Today no nation is stronger than its scientific resources.'[26] Deze uitspraak werd in 1949 door de Nederlandse minister van OK&W met instemming aangehaald in zijn Memorie van Toelichting op de Z.W.O.-wet.[27] Met andere woorden, naast natuurlijke hulpbronnen zou een nationale economie, en derhalve het bedrijfsleven, voor een belangrijk deel bepaald gaan worden door de kennis-infrastructuur van het land.
Het vrijmaken van overheidsmiddelen ter bevordering van het zuiver-wetenschappelijk onderzoek, waarbij de verdeling werd uitbesteed aan Z.W.O. alwaar wetenschappers het zelf voor het zeggen hadden, betekende een nieuw Sociaal Contract tussen de wetenschappers enerzijds en de overheid anderzijds. De autonomie van de zuivere wetenschap had een prijs: onbaatzuchtigheid van de onderzoeker. Voorts dienden wetenschappers rekenschap af te leggen door hun onderzoeksresultaten in 'peer reviewed' tijdschriften te publiceren.
Met andere woorden, er onstonden nieuwe banden tussen de strengen van de *triple helix*. Maar het waren heel specifieke banden: de overheid was voorwaardenscheppend maar mocht niet dirigistisch zijn! In feite kwam dit overeen met de wijze waarop het onderwijsgerelateerde wetenschappelijk

26 . Kruyt, 1946, p. 270.
27 . Memorie van Toelichting, herdrukt in: Z.W.O., 1950, p. 26.

onderzoek aan de universiteiten werd gefinancierd: alle vrijheid voor de leerstoelhouder. Eventuele sturing die via Z.W.O. plaatsvond werd uitgeoefend door de wetenschappers zelf.
Z.W.O. fungeerde als een organisatie waardoor wetenschappers met elkaar in discussie raakten. Ofschoon de Rockefeller Foundation — niet in omvang maar in werkwijze — het grote voorbeeld was geweest voor Z.W.O. zou echter nog moeten blijken in hoeverre de analogie tussen de RF en Z.W.O. opgeld deed. De Rockefeller Foundation was via haar Field Office in Parijs een stimulator van talent geweest waarvoor zij een fellowship-programma in het leven had geroepen, alsmede een programma van *aid-to-groups*. De vraag was natuurlijk of Z.W.O. zou gaan *sturen* of het principe van de verdelende rechtvaardigheid zou hanteren.
In dit plaatje ontbrak de toegepaste wetenschap volledig en de verwachting ten aanzien van de spin-off voor de nationale economie was dan ook meer een kwestie van verwachting en geloof dan van zekerheid.

Hoofdstuk 3
De Nederlandse Biowetenschappen Herwinnen Elan: de Jaren Vijftig

Met de oprichting van de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.) als uitdrukking van een nieuw sociaal contract tussen onderzoekers, overheid en samenleving zouden de biowetenschappen in Nederland hun door de oorlog verdwenen elan herwinnen. Voor hen zou dit echter niet zozeer verlopen via Z.W.O. dan wel via de Stichting Scheikundig Onderzoek in Nederland (SON). In de tweede helft van de jaren vijftig zou SON het platform worden voor contacten en discussies tussen wetenschappelijk onderzoekers, benevens een intermediair voor de verdeling van Z.W.O.-gelden. De fondsen van het nieuw sociaal contract zouden vooral worden aangewend voor het aanstellen van jong academisch personeel en de aanschaf van apparatuur. De apparaten en instrumenten waarmee biochemische (macro)moleculen geïsoleerd en bestudeerd werden zouden een *conditio sine qua non* worden voor de exponentiële uitbreiding van het biochemisch onderzoek in de jaren vijftig en zestig.
Het is verhelderend om het verschil tussen het biowetenschappelijk onderzoek van de hedendaagse 21e eeuw en dat van een halve eeuw geleden te benadrukken. Nu gaat er geen week voorbij of via de media wordt gemeld dat er een nieuw molecuul, antilichaam of gen is ontdekt dat een rol zou spelen in een ziekteproces bij mens, dier of plant. Expliciet of impliciet wordt gemeld dat zo'n nieuw molecuul goede perspectieven biedt om therapeutisch of preventief te worden toegepast.
Rond 1950 zag het biowetenschappelijke wereldbeeld er heel anders uit. In het vorige hoofdstuk hebben we gezien dat Koningsberger benadrukte dat de biochemie en biofysica werden gezien als *fundamenteel* onderzoek binnen de geneeskunde. Het richtte zich op de opheldering van mechanismen en processen zonder dat onmiddellijk aan toepassingen werd gedacht. De molecularisering van geneeskunde en biologie en van therapie en preventie is een resultaat van het biochemisch onderzoek dat in de jaren vijftig werd ingezet. Dit was onderzoek naar de 'Aard van het Leven' dat meer als een *cultuuropdracht* voor de mens werd gezien dan als het oplossen van een maatschappelijk probleem.
De *molecularisering* van de biowetenschappen werd mogelijk doordat er enerzijds apparatuur en instrumenten beschikbaar kwamen om (macromoleculaire) biomoleculen chemisch te bestuderen terwijl anderzijds fondsen beschikbaar kwamen om die apparatuur aan te schaffen. In de jaren dertig en veertig werden de prototypes van deze commerciële instrumenten ontwikkeld.

Zo werd er een techniek ontwikkeld om het metabolisme van organismen te bestuderen. Een belangrijke drijfveer achter dit onderzoek was George de Hevesy. Hij had met hoog-energetische straling atomen van een 'merkteken' voorzien zodat het verblijf van dit type atoom (als chemische verbinding) in een organisme kon worden gevolgd. De Hevesy noemde dergelijke kenmerken *radioactieve indicatoren* maar later werden ze aangeduid als radio-isotopen of kortweg isotopen.
In Kopenhagen werkte De Hevesy samen met de fysioloog August Krogh en zij bestudeerden de 'levensloop' van uiteenlopende, radioactief gemerkte stoffen in het lichaam. Verrassenderwijs vonden zij dat de chemische stoffen waaruit een organisme was opgebouwd bij voortduring werden afgebroken en vervangen door stoffen uit het voedsel. Zelfs botweefsel, dat zo stabiel en robuust leek te zijn, bleek in een continu proces te worden afgebroken en weer aangevuld. Radioactief fosfor werd zo gebruikt om de 'biografie' van fosforverbindingen in het lichaam op te tekenen.
Om deze aanpak op andere elementen toe te passen moesten van die elementen radioactieve isotopen worden verkregen. In een samenwerkingsproject met De Hevesy en Krogh, bouwde Nils Bohr met steun van de Rockefeller Foundation een cyclotron.[1] In een intern RF-rapport over het Deense cyclotron werd de Britse fysioloog Archibald V. Hill aangehaald die had beweerd dat geïnduceerde radioactiviteit voor de biologie even belangrijk zou blijken te zijn als de microscoop: "The microscope revealed the cells, while artificially radioactive substances permit the biologist in effect to see the atoms."[2]
In de Verenigde Staten was het met name Rudolf Schoenheimer van Columbia University die radio-isotopen toepaste om de dynamiek van Het Leven chemisch te bestuderen. Zijn resultaten vatte hij samen in een boek *The Dynamic State of Body Constituents* (1942) dat tot de *landmarks* van de biochemie is gaan behoren (zie kadertekst: *De Biografie van Biologische Moleculen*).

De Biografie van Biologische Moleculen

"The large and complex molecules and their component units, fatty acids, amino acids, and nucleic acids, are constantly involved in rapid chemical reactions. ... Components of an animal are rapidly degraded into specific molecular groupings, which may wander from one place to another. The chemical reactions must be balanced so delicately that, through regeneration, the body component remain constant in total amount and in structure. This constancy is not to be taken as an indication that the structural matter of the living organism is inactive and takes little part in metabolism. The implications which the finding of rapid molecular regeneration seems to have on our concept of animal metabolism call for comment. Most of these reactions require the simultaneous occurrence of others. ...

1. Aaserud, 1991.
2. Excerpt from Report to Trustees, december 1937, p. 12; folder 46, box 4, series 713D, RG 1.1, RF, RAC.

All regeneration reactions must be enzymatic in nature. The large molecules, such as the fats and the proteins, are, under the influence of lytic enzymes, constantly being degraded to their constituent fragments. These changes are balanced by synthetic processes which must be coupled to other chemical reactions, such as oxidation or dephosphorylation. After death, when the oxidative systems disappear, the synthetic processes also cease, and the unbalanced degradative reactions lead to the collapse of the thermodynamically unstable structural elements. ... The new results imply that not only the fuel but the structural materials are in a steady state of flux. The classical picture must thus be replaced by one which takes account of the dynamic state of body structure."

(Uit: Rudolf Schoenheimer, 1942/1946, pp. 62-5)

De productie van radio-isotopen binnen het Amerikaanse atoomwapenprogramma en de export daarvan naar West-Europa voor biomedisch onderzoek werd in de V.S. met gemengde gevoelens ervaren. Enerzijds werd het gezien als een vorm van Marshall-hulp en als een morele plicht tot het delen van een wetenschappelijke techniek (het *universalisme* van de wetenschap) terwijl er anderzijds verzet tegen bestond omdat de nationale veiligheid van de V.S. daardoor in gevaar zou worden gebracht.[3] In 1948 zou Z.W.O. i.o. een subsidieaanvrage honoreren van de door de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen ingestelde 'Isotopencommissie' als een "initiële bijdrage voor de administratie van het gecoördineerd aankopen van radioactieve isotopen in het buitenland".[4] Deze isotopen waren zowel bestemd voor het F.O.M.-onderzoeksprogramma als voor biomedisch onderzoek. Het gebruik van radio-isotopen in de geneeskunde en biologie werd ook bevorderd doordat commerciële tel-apparatuur — zoals scintillatietellers — beschikbaar kwam voor het kwantificeren van ioniserende stralen.[5]

Een tweede belangrijke ontwikkeling op het gebied van de biochemie en biofysica in de jaren dertig en veertig was het beschikbaar komen van instrumenten om biochemische macromoleculen te isoleren en te karakteriseren. Biologisch onderzoek was begonnen met het beschrijven en classificeren van planten en dieren; een volgende stap was het bestuderen van organen en weefsels, bijvoorbeeld met de microscoop. Het gebied waar de scheikunde en de biologie elkaar daadwerkelijk kruisten was het gebied van de macromoleculen, aanvankelijk met name de eiwitten. Fundamentele biologische processen, zoals bevruchting van de eicel, groei, voeding, metabolisme (stofwisseling), zenuwwerking, spiercontractie, infectieziekten en weerstand daartegen waren allemaal verschijnselen waarbij macromoleculen, zoals eiwitten, een rol bleken te spelen.

3. Creager, 2002.
4. Z.W.O., 1950, p. 64.
5. Rheinberger, 2001.

Voor het nader fysisch-chemisch karakteriseren van deze macromoleculen werd bijvoorbeeld de sedimentatie ervan in een centrifugaal veld gemeten. Thé Svedberg, hoogleraar fysische chemie aan de Universiteit van Uppsala (Zweden), was een pionier op dit gebied. In de jaren dertig ontwikkelde Svedberg een ultracentrifuge met een zodanige omvang van de rotor dat deze bij 60.000 omwentelingen per minuut veilig was (d.w.z. dat de rotor niet explodeerde). Dit toerental resulteerde in een gravitatie van 260.000 maal de zwaartekracht (260.000 *g*).
Tijdens de jaren vóór en gedurende de oorlog werkten Jesse W. Beams en Edward G. Pickels in de Verenigde Staten aan een ultracentrifuge die geschikt zou zijn als een standaard biochemische isolatietechniek.[6] Met de afloop van de oorlog in zicht ontstond in veel biochemische laboratoria de behoefte aan ultracentrifuges en Pickels richtte de firma Specialized Instruments Corporation (SPINCO) op om in deze vraag te voorzien. De Spinco-apparaten werkten onder vacuüm — waardoor de wrijving miniem was — en ze werden niet aangedreven door luchtdruk, zoals de eerste ultracentrifuges, maar door een elektrische motor. Hiermee was de Spinco een *allround* instrument.
Een tweede instrument waarmee macromoleculaire biomoleculen konden worden gezuiverd was het elektroforeseapparaat dat door Arne Tiselius in Zweden was ontwikkeld. Het oorspronkelijke ontwerp had een enorme omvang (20 bij 5 voet) maar in de loop der jaren werd het geminiaturiseerd.[7] Dit instrument berustte op het principe dat uiteenlopende typen biomoleculen een verschillende elektrische lading bezitten waardoor men ze in een elektrisch veld van elkaar kon scheiden.
Een derde techniek voor het scheiden van moleculen was de adsorptiechromatografie. Deze techniek was al aan het begin van de 20e eeuw beschreven maar werd in de jaren dertig 'herontdekt'. In de jaren veertig ontstond de verdelingschromatografie waarvoor A. J. P. Martin en R. L. M. Synge in 1952 de Nobelprijs voor de Chemie kregen toegekend (overigens was Martin vanaf 1956 gedurende tien jaar bijzonder hoogleraar aan de Technische Hogeschool Eindhoven). Tevens werden in die tijd de technieken van dunnelaag- en papierchromatografie ontwikkeld. In het begin van de jaren vijftig kwam de gas/vloeistof-verdelingschromatografie (GLPC) beschikbaar. Vervolgens werden de ionenwisselaar- en *size exclusion*-chromatografie ontwikkeld (in de jaren zeventig deed de *high performance liquid chromatography* of HPLC haar intrede).[8]
Stapje voor stapje kwamen de commerciële uitvoeringen van dergelijke apparatuur ook voor de Nederlandse biochemici ter beschikking. In Utrecht had Westenbrink eind jaren veertig met overheidssteun een Beams' ultracentrifuge en een elektroforeseapparaat volgens Tiselius van Zwitserse makelij kunnen aanschaffen. De 'Tiselius' had compleet *f* 17.000 ($ 6.800) gekost.[9]

6. Elzen, 1986.
7. Kay, 1988.
8. Ettre & Zlatkis, 1979.
9. Pomerat Diary, 28 april 1948, folder 55, box 5, series 650, RG 1.2, RF, RAC.

In Amsterdam had men in het Anatomisch-Embryologisch Laboratorium van de Gemeentelijke Universiteit te Amsterdam grote belangstelling voor biochemisch georiënteerd onderzoek. Eind jaren dertig wilde de hoogleraar-directeur M. W. Woerdeman een onderzoeksproject opstarten naar de metabole processen van het inductieproces bij embryo's. Gaandeweg concludeerde Woerdeman dat een studie van de inductie van lensweefsel in het embryo een geschikt biochemisch onderwerp was. Na de oorlog zette Woerdeman en zijn medewerkers dit werk voort waarbij zij hoofdzakelijk serologische en biochemische technieken hanteerden. Maar hij wilde ook gebruikmaken van de nieuwe radio-isotooptechniek voor het volgen van de embryogenese.
Weliswaar had Woerdeman van de universiteit de beschikking gekregen over onderzoekers en technici maar voor nieuwe fysisch-chemische apparatuur was er onvoldoende budget. Daarom zocht hij steun bij de Rockefeller Foundation.[10] In het najaar van 1953 kreeg Woerdeman door de RF $ 15.000 toegekend "for the purchase of such heavy equipment as an ultracentrifuge and an electrophoresis apparatus, for the procurement of lesser equipment and consumable supplies and for salaries of non-permanent assistants."[11]
De behoefte aan biochemische apparatuur in elk, zichzelf respecterend, biochemisch laboratorium was onverzadigbaar, getuige de correspondentie uit 1952 tussen Westenbrink en Pomerat. (Zie kadertekst: *Centrifuges*)

Centrifuges

December 15, 1952

Dear Mr Pomerat,

Would there be any possibility for me to obtain a refrigerated centrifuge (International, Model PR-1, price about 2500 dollars) from the Rockfeller Foundation? I always try to obtain the necessary equipment from the university, but in this case it is very difficult for me to ask for it, as the University has just granted me a number of my wishes and has promised me still more for the near future. But you know that modern biochemistry is insatiable as regards centrifuges, especially refrigerated ones. I now have an old type centrifuge of about 0.5 L capacity, and a small high speed centrifuge, for which we have built the cooling device ourselves. A Spynco [*sic*] preparative ultracentrifuge has been ordered and will probably be delivered in March. The university authorities are further considering to supply a refrigerated International Centrifuge, Model SR 3, capacity 4 L, which is very expensive, but which we need for our work on the urine proteins in multiple myelomatosis and for the

10. Contract 53478, folder 38, box 4, series 650, RG 1.2, RF, RAC.
11. Woerdemans groep werd door de RF positief gewaardeerd als zijnde "an interesting group of men and of problems in a very good area of experimental biology", maar Pomerat had enige twijfel over Woerdemans leiderschap: "GRP [G. R. Pomerat] nevertheless has the feeling that its leadership is not sufficiently aggressive and dynamic. At the moment, for example, no one seems to know what will happen to [G.] ten Cate's team ...". (Pomerat Diary, 20 mei 1952, folder 39, box 4, series 650, RG 1.2, RF, RAC.)

preparation of blood serum for the practical courses for the students. Moreover, they are prepared to build a small separate laboratory next year for work with isotopes, but I fear that it will not be possible to obtain the necessary refrigerated centrifuge for it from them. I realize that it will be very difficult for them to supply still more expensive apparatuses, centrifuges in particular, to this one laboratory in one year. It is for this reason that I wonder, whether the Rockefeller Foundation could help me. ...
H. G. K. Westenbrink

December 19, 1952

Dear Professor Westenbrink:

It was nice to know that the University authorities have been making several contributions for your work in biochemistry and that there is a good possibility that they may furnish funds for putting up a small isotope laboratory next year — the Spinco preparative ultracentrifuge, I am told, is supposed to be the joy of all the scientists who have had the occasion to use one.
Although the small International refrigerated centrifuge is less expensive than the Spinco, it too is always praised as one of the best such instruments available on the market, and we would gladly approach our Committee for consideration of a Rockefeller Foundation grant which would enable you to procure such equipment. ...
Gerard R. Pomerat

(Uit: folder 55, box 5, series 650, RG 1.2, RF, RAC)

Biochemisch onderzoek kreeg in Nederland dus flinke impulsen door investeringen in apparatuur. Op het gebied van het wetenschappelijk personeel was de situatie echter verre van rooskleurig. We hebben gezien dat in 1948 Westenbrink de mening ventileerde dat er in Nederland onvoldoende capabele onderzoekers waren. Enkele jaren later was Westenbrink nog steeds somber gestemd: "Professor Westenbrinck [*sic*] speaks at length about lack of really good biochemists in Holland. ... In fact, Westenbrinck does not think that B. C. P. Jansen has been training good men since the war. Thinks he doesn't stimulate them or keeps them on very unimaginative research problems. Feels pretty certain that his own first assistant, Miss Steyn-Parvé is a better biochemist than any Jansen is likely to produce. Question is now probably academic since Jansen has just recently had a cerebral hemorrhage, poor man. Professor Westenbrinck does manage nevertheless to give impression that he is sincerely concerned about problem and is trying to find men worthy to train. Thinks Havinga is running very good show at Leiden but feels that Kögl no longer can attract and keep good men because of his *idées fixes*."[12] Desalniettemin kreeg in de eerste helft van de jaren vijftig de biochemie een stimulans doordat er een aantal nieuwe kroondocenten (hoogleraren en lectoren) biochemie werden

12. Pomerat Diary, 19 mei 1952, folder 55, box 5, series 650, RG 1.2, RF, RAC.

aangesteld. Enkelen van hen werden aangesteld aan de faculteit Wiskunde & Natuurwetenschappen in plaats van bij een faculteit Geneeskunde. In het peiljaar 1950 waren er vier kroondocenten Biochemie (biochemie, fysiologische chemie of medische chemie) aangesteld bij faculteiten Geneeskunde en één bij de fac. Diergeneeskunde. Daarnaast was André G. van Veen sinds 1948 kroondocent bij Theoretische en Toegepaste Biochemie aan de Technische Hogeschool Delft. In het peiljaar 1960 was het aantal hoogleraren bij Geneeskunde meer dan verdubbeld tot 9. Opmerkelijk was dat er inmiddels twee kroondocenten een aanstelling hadden bij een W&N-faculteit en één hoogleraar een dubbelaanstelling had bij Geneeskunde én W&N.[13]

Max Gruber was de eerste die werd aangesteld aan een faculteit W&N en wel aan die van de (toenmalige) Universitas Indonesia in Bandung. Hij was getraind door Westenbrink nadat hij in 1940 als 19-jarige, joodse vluchteling bij Westenbrink als bediende was komen te werken. Gruber bleek experimenteel al snel uit te steken boven de overige promovendi van Fysiologische Chemie in Utrecht; in 1945 deed hij in Amsterdam doctoraal examen. Westenbrink had hoge verwachtingen van Gruber en in een gesprek met Pomerat sprak hij de hoop uit dat Gruber een positie als post-doc bij Fritz Lipmann of Carl Cori zou kunnen verwerven; dit waren twee van de beste biochemische laboratoria in de Verenigde Staten.[14]

Gruber accepteerde echter de positie van hoogleraar biochemie in Indonesië voordat hij gelegenheid had gehad voor een post-doc in de V.S. Twee jaar later werd Gruber benoemd tot hoogleraar Biochemie in Groningen; om internationale ervaring op te doen kreeg hij via Pomerat van de Rockefeller Foundation een *special fellowship* aangeboden voor een verblijf bij Joseph S. Fruton aan Yale University, een laboratorium dat weinig onderdeed voor dat van Lipmann of Cori.[15]

Overige nieuwe kroondocenten in de biochemie waren Wouter Berends in Delft (1953), Haaye Veldstra als buitengewoon hoogleraar in Leiden (1953) terwijl in 1956 Jaap A. Cohen in Leiden buitengewoon hoogleraar werd. Opmerkelijk genoeg vond er een beweging plaats vanuit het bedrijfsleven naar de universiteit toe! Veldstra was directeur research van Combinatie Kininefabriek te Amsterdam (het latere A.C.F.) terwijl Berends hoofd biochemische research bij de Nederlandsche Gist- en Spiritusfabriek in Delft was. Veldstra was vooreerst in deeltijd werkzaam aan de universiteit alsmede in de Combinatie Kininefabriek maar in april 1957 deelde Egbert Havinga G. R. Pomerat in vertrouwen mede dat "before very long [Veldstra] will get his full-time appointment so that he won't need his other job in the quinine plant."[16]

13. Verkenningscommissie Biochemie, 1982, p. 36.
14. Pomerat Diary, 1948, p. 129; Van Helvoort, 2002a.
15. Gruber, 1956; Pomerat Diary, 9 januari 1956, folder 48, box 5, series 650, RG 1.2, RF, RAC.
16. Pomerat Diary, 1957, p. 47.

Uit de inaugurele redes van deze nieuwbakken hoogleraren blijkt hoezeer de studie van enzymen werd gezien als een *frontier* van de biowetenschappen. Volgens Jaap Cohen was de studie van enzymen, ook wel aangeduid als *enzymologie*, een typische grenswetenschap: de biologen beschouwden het enzym als een *eind*punt van Het Leven, als een fundamentele onsplitsbare eenheid zoals eens het atoom voor de fysici. Voor de biochemici en biofysici vormde het enzym een *begin*punt: een complexe bron van biologische informatie welke geschikt was voor diverse vormen van fysische en chemische analyse. Maar bij het steeds verder toepassen van de chemie werd ergens de 'grens' van Het Leven overschreden en was het object 'levenloos' geworden.[17]
Cohen achtte de biologie enerzijds en de natuur- en scheikunde anderzijds fundamenteel verschillend. Indien de biochemicus een gebrek aan biologische kennis bezat vormde dat "een bron van veel ellende". Dit werd veroorzaakt, aldus Cohen, door de neiging van sommige chemici en fysici om op grond van een goede kennis van hun eigen vak en een zeer summiere notie van de biologie de verschijnselen in de levende natuur met behulp van *modellen* te verklaren. Hij bracht naar voren dat een enzym een aan de levende materie ontleend brokstuk was dat — doordat het uit zijn natuurlijke omgeving was weggehaald — *kunstmatige* eigenschappen kon vertonen. Het verschil tussen het chemisch laboratorium en de natuur drukte Cohen als volgt uit: "Het is alsof men een wilde olifant in de jungle zou vangen, het dier zou leren aan een orgel te draaien en zich vervolgens in stomme verwondering zou gaan afvragen wat in hemelsnaam een olifant in de jungle voor boodschap heeft aan draaiorgels."[18] Dit vormt een voorbeeld van de noodzakelijke spanning tussen de scheikunde en de biologie: Waar houdt het draaiorgel op een nuttig analyse-instrument te zijn en wordt met het trucje de olifant tot een 'artefact' getransformeerd?
Dat de scheikunde en de biologie twee *kwalitatief verschillende* disciplines waren impliceerde voor Max Gruber dat de biochemie als discipline daartussenin wel een specifiek eigen karakter móest hebben: "De biochemie is — om een biologische term te bezigen — geen hybride van de biologie en de chemie die zijn genen voor de helft van ieder heeft betrokken. Zijn positie ten opzichte van beide wijzen van onderzoek is eerder te vergelijken met hetgeen de chemicus een mesomere of resonantiestructuur noemt. Evenals bij de beschrijving van een structuur door middel van het woord resonantie of mesomerie gaat het namelijk om iets dat men zich *niet samengesteld kan denken door additie* van de bijdragende structuren, maar om een *toestand met andere kenmerken*, die men in vele gevallen nog niet beter duidelijk kan maken dan door het voor te stellen alsof de werkelijke toestand tussen de structuren resoneert."[19]
In het midden van de jaren vijftig ontwikkelde de Rijksuniversiteit Leiden zich tot een plaats waar vooraanstaand biochemisch onderzoek werd gedaan.

17. Cohen, 1956.
18. Cohen, 1956, p. 12.
19. Gruber, 1953, pp. 3-4; mijn cursivering, TvH.

In de eerste plaats als gevolg van Veldstra's Biochemisch Laboratorium, waarvan de nieuwbouw in 1960 werd geopend.[20] Daarnaast werd in het Organisch Chemisch Laboratorium van Egbert Havinga belangwekkend biochemisch onderzoek gedaan.
Havinga was opgeleid door Kögl en als *special fellow* van de Rockefeller Foundation had hij in het begin van de jaren vijftig in de Verenigde Staten kennis gemaakt met chemisch onderzoek naar biologisch actieve moleculen. Zijn programma in Leiden bestond uit de studie van structuur en biochemisch gedrag van dergelijke verbindingen. Pomerat schatte hem hoog in als "without question the best organic chemist in Holland today and one of the best in continental Europe". Ook Havinga meende dat er in Nederland nog steeds een gebrek bestond aan competente natuurwetenschappers als gevolg van de "missing war generations of scientists".[21]
Dat er in Nederland weinig professorabele biochemici beschikbaar waren werd een probleem bij de opvolging van B. C. P. Jansen aan de Gemeentelijke Universiteit van Amsterdam (later UvA). Interne kandidaten van de universiteit zoals Bernard S. J. Wöstman en G. ten Cate werden vooralsnog te licht bevonden en gepasseerd. Als rector van de Universiteit van Amsterdam was M. W. Woerdeman van het Anatomisch-Embryologisch Laboratorium betrokken bij de aanstelling van de nieuwe hoogleraar Fysiologische Chemie. Zoals hierboven vermeld was Woerdeman een krachtige stimulans voor het biochemisch onderzoek in Nederland. Maar hij wilde de biochemie ook meer in het onderwijs (van de geneeskundestudent) laten doordringen. In het rapport van de Commissie Reinink-II over de naoorlogse hervormingen van het hoger onderwijs had Woerdeman een minderheidsstandpunt ingenomen.
Binnen de geneeskundeopleiding werd onderwijs gegeven in de *natuurwetenschappelijke methode*, zoals beoefend binnen de disciplines scheikunde en natuurkunde. Om de afstand tot de geneeskunde niet te groot te maken dienden, aldus de commissie Reinink, deze vakken wel op de artsenopleiding gericht te zijn: zoals al gezegd dienden zij *bio*chemisch dan wel *bio*fysisch van aard te zijn. Om dit organisatorisch vorm te geven achtte men de stichting van een interfaculteit tussen de faculteit der natuurwetenschappen en de geneeskundefaculteit noodzakelijk[22], een standpunt dat de Nederlandse regering overigens niet zou overnemen.
Als toenmalig voorzitter van de Geneeskundefaculteit van de Universiteit van Amsterdam nam Woerdeman in het rapport van de Commissie Reinink-II een afwijkend standpunt in. Volgens hem wilde de commissie, veroorzaakt door de toenemende specialisering van de Geneeskunde, te veel verschillende vakken in de artsenopleiding stoppen. Woerdeman was van mening dat de enige mogelijkheid om deze overbelasting te verminderen werd geboden door de geneeskundestudent meer zelfwerkzaamheid op te leggen en het onderwijs tot hoofdzaken te beperken. Aldus konden de fundamentele

20. Jaspers *et al.*, 1972.
21. Pomerat Diary, 1957, p. 46.
22. Commissie Reinink-II, 1949, pp. 246-7.

vakken tot hun recht komen en was er voldoende gelegenheid voor zelfstudie in de laboratoria en bibliotheken of voor het volgen van colleges buiten het curriculum. De vakken waaraan in het kandidaatsonderwijs de meeste aandacht zou moeten worden besteed waren de embryologie, anatomie en antropologie, microscopische anatomie, fysiologie en ... de BIOCHEMIE![23]
Woerdemans nadruk op de biochemie was in lijn met de meer expliciete taak van de universiteiten die deze in de jaren vijftig en zestig zou gaan kenmerken: de wetenschappelijke vorming van de student. Ofschoon universiteiten altijd al waren gekenmerkt als instituties waar kennis werd vergaard, beheerd en uitgebreid, lag de nadruk bij de onderwijsactiviteiten van de universiteiten vóór WO2 vaak meer op algemene vorming en vakopleidingen. Het duidelijkst was dat het geval bij de zogenoemde 'brood'-faculteiten geneeskunde, rechten en theologie. In het rapport van de Commissie Reinink-II werd uitgesproken dat er geen verantwoorde universitaire artsenopleiding kon bestaan wanneer deze niet was *ingebed in originele wetenschappelijke activiteit.* Daarnaast was de commissie van oordeel "dat niemand goed hoger onderwijs kan geven, als hij niet tevens onderzoeker is. Weliswaar is niet elke onderzoeker een goed docent, maar een goed docent kan men niet zijn zonder goed onderzoeker te zijn."[24] Dit was een verwoording van het traditionele universiteitsmodel volgens Wilhelm von Humboldt die hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek als onlosmakelijk verbonden beschouwde, verwoord als *Lernen und Lehren.*[25]
Woerdemans minderheidsstandpunt in het rapport van de Commissie Reinink-II illustreerde dat hij een verwetenschappelijking van de geneeskundeopleiding voorstond. Biochemie of fysiologische chemie speelde daarbij een centrale rol. Behalve Woerdeman waren ook P. Formijne (Kliniek voor Inwendige Ziekten) en de fysioloog Bruno Mendel bij de selectiecommissie voor de opvolging van B. C. P. Jansen betrokken. Mendel was goed bekend met de internationale wereld van biochemici, waaronder de Duitser Otto Warburg en de Brit David Keilin. Laatstgenoemde kwam met de voordracht van Edward C. Slater voor de positie van B. C. P. Jansen. Slater was Australiër van geboorte maar was al een kleine tien jaar werkzaam aan het Molteno-Instituut in Cambridge onder leiding van David Keilin.[26] Net als het naastgelegen Biochemisch Instituut van F. Gowland Hopkins, vormde het Molteno één van de meest excellente plaatsen voor biochemisch onderzoek.[27]
De positie van Jansens opvolger was weinig florissant te noemen. De laboratoria voor Fysiologische Chemie aan het Jonas Daniël Meijer-plein

23. Woerdeman, 1949, p. 322.
24. Commissie Reinink-II, 1949, p. 266.
25. Met een bevordering van wetenschappelijk onderzoek door de overheid ontstond er een grotere behoefte aan wetenschappers en werden deze instellingen van hoger onderwijs tot werkelijke onderzoeks-universiteiten. Zie ook Wittrock & Elzinga, 1985; Baggen, 1998.
26. Slater, 1997; van Helvoort, 2002b.
27. van Helvoort, 2002a.

te Amsterdam waren versmolten met die van Fysiologie en het geheel vormde een warboel van kamers en gangen met weinig moderne faciliteiten. In totaal was Fysiologische Chemie een grote afdeling, bestaande uit meer dan 60 medewerkers. De financiële situatie was complex omdat het laboratorium ook het Nederlands Instituut voor Volksvoeding herbergde waar onderzoek voor derden werd gedaan. De lage universiteitssalarissen werden vanuit opdrachtgebonden onderzoek van het NIvV aangevuld. Daarenboven was het salaris van een hoogleraar aan de gemeentelijke universiteit in het midden van de jaren vijftig aan de lage kant; in Engeland was het zo'n 60 % hoger.[28]

Desalniettemin startte Slater per 1 mei 1955 met zijn werkzaamheden. Gezien de armlastige situatie bij fysiologische chemie was het niet verwonderlijk dat hij een aantal eisen stelde. Hij vroeg om een extra stafmedewerker terwijl de helft van het NIvV-personeel naar de loonlijst van de universiteit moest worden overgebracht. Voorts eiste hij het inrichten van een 'koude kamer', een verdriedubbeling van het chemicaliën- en onkostenbudget, een uitbreiding van het bibliotheekbudget tot *f* 5.000,- per jaar en per direct een apparatuurbudget van *f* 80.000,- voor de onmiddellijke aanschaf van kostbare apparatuur en nog eens *f* 125.000,- voor dat doel voor de volgende vijf jaar. Slaters collega's, en met name de secretaris van de medische faculteit, Professor Hagedoorn, zetten hem aan niet bescheiden te zijn.[29]

Het was de medische faculteit blijkbaar ernst met de transformatie van het toepassingsgerichte, chemisch-fysiologische (voedings)onderzoek van B. C. P. Jansen tot een *dynamische biochemie* à la Cambridge. Slater wenste geen routineonderzoek meer zoals hij het universiteitsbestuur meedeelde: "A larger part of the work of the Institute in recent years, has, in fact, been devoted to routine food analysis, which, in my opinion, are quite unsuitable subjects for obtaining a doctorate's degree in our university." Uiteindelijk zou, in overleg met het Presidium van de universiteit en de beheerders van het NIvV, worden besloten het NIvV naar Wageningen te verplaatsen.[30]

Slater zag zich voor de opdracht geplaatst een niche te creëren voor zijn biochemie, want daarover bestond nog veel onduidelijkheid: "Few people in Amsterdam seem to have much idea of what modern biochemistry is, least of all the science faculty. But presumably some people in the medical faculty must have, or I [Slater] would not be here. ... I think I need to convince the faculty of science that biochemistry is not a branch of organic chemistry, and the faculty of medicine that it is something more than pathological chemistry."[31]

Slaters taktiek in deze was om de biochemie te profileren in termen van enzym-onderzoek, een onderzoeksveld dat ook in Cambridge de kern van

28. Toeg.nr. 379, inv.nr. 451, RANH; zie ook Slater, 1997 en Knegtmans, 1998, p. 284.
29. Toeg.nr. 379, inv.nr. 451, RANH; zie ook Slater, 1997.
30. 'Stukken betreffende de positie van het Nederlands Instituut voor Volksvoeding van Amsterdam naar Wageningen', toeg.nr. 379, inv.nr. 128.2, RANH.
31. Slater aan Keilin, 1 juli 1955, toeg.nr. 379, inv.nr. 181.8, RANH.

de biochemie uitmaakte en ook door Jaap Cohen en door Max Gruber als centraal biochemisch onderwerp naar voren was gehaald. In zijn oratie als hoogleraar Fysiologische Chemie schetste Slater zijn onderzoekstaak als biochemicus als volgt: "Biochemistry (the chemistry of life) is to determine the nature of [the] basic chemistry, common to all types of cells. This branch of Biology can be termed Cell Physiology ... The subject of Cell Physiology has two aspects: first, the localization of substrates and of the special cellular catalysts, the enzymes, within the cell; and, secondly, the way in which the enzymes direct the metabolism of the cell in such a way as to make life possible."[32] In een lezing enkele jaren later was hij nog explicieter over hoe hij de biochemie verstond: "I belong to those who believe that enzymology is not a branch or a sub-section of biochemistry. It is the 'raison d'être' of biochemistry; it is the foundation on which and the framework around which biochemistry must be built. ... The integrated series of chemical reactions which constitute life are each controlled by a separate enzyme, which is itself made by other enzymes. ... It is, then, *enzymology which gives biochemistry its own methodology, its own manner of thinking, and makes it a separate discipline in its own right.*[33] Het specifieke onderwerp van onderzoek in Slaters laboratorium waren de enzymen van de ademhalingsketen. In een brief aan Pomerat schetste Slater de volgende drie richtingen voor zijn onderzoek[34]: "1. The study of the distribution of enzymes and the factors affecting their activity within the cell. 2. The detailed mechanism of the integrated enzyme complex which brings about respiration and oxidative phosphorylation in mitochondria and mitochondrial fragments. 3. The study of the structure and the kinetics of purified soluble enzymes." In 1957 bezocht Gerald P. Pomerat het Fysiologisch-Chemisch laboratorium aan het J. D. Meijerplein en hij liet zich lovend uit: "The place was always a sort of rabbit warren where even the initiates occasionally get lost, but it is amazing to see how they have changed since GRP's last visit. Most of the rooms have been completely rearranged, all have been freshly painted, the dingy animal quarters have been moved to another building, a new cold room has been built, etc. As far as equipment is concerned Slater seems to have acquired practically everything he will need for enzyme work including nice u.v. and infrared spectrophotometers, scaler apparatus, Warburgs, centrifuges, and so on. He feels the City of Amsterdam was very generous in meeting his original conditions for providing suitable equipment for enzyme research and in meeting his further needs in the immediate future."[35] In Slaters werk nam spectrofotometrie een belangrijke rol in waarbij meer en meer werd gemeten aan dynamische processen. Aangezien dit met conventionele spectrofotometers moeilijk kon vroeg Slater eind jaren vijftig bij de RF een subsidie voor een Cary Recording Spectrophotometer. Met

32. Slater, 1955, p. 7.
33. Slater, 1959, pp. 8-9; mijn cursivering, TvH.
34. Brief 13 februari 1956, folder 40, box 4, series 650, RG 1.2, RF, RAC.
35. Pomerat Diary, 1957, pp. 44-5.

toebehoren was er zo'n *f* 85.000 of $ 23.000 mee gemoeid.[36] Pomerat vroeg referenties op bij Hans Krebs van Oxford University in Engeland en vroeg of Krebs een dergelijke investering opportuun vond. Pomerat gaf te kennen op Slaters verzoek positief te willen reageren omdat "my impressions of Slater's efforts were good, and in part because we would like to give aid to someone who is making a broad contribution toward the development of biochemistry in Holland." Na een uitgesproken positieve aanbevelingsbrief van Krebs, waarin hij Slaters groep kenmerkte als een groep van "enthusiastic young people" met werk van goede kwaliteit en Slater als een persoon met grote wilskracht en een "inspiring leader of research", fiatteerde Pomerat Slaters apparatuuraanvraag.[37]

In de jaren vijftig gaf de Nederlandse biochemie dus een duidelijke expansie te zien: nieuwe apparatuur en uitbreiding van het aantal kroondocenten (hoogleraren en lectoren). Z.W.O. zou via SON gaan bijdragen aan een verdere uitbouw van de apparatuur, aan het aanstellen van jonge wetenschappers en aan het gelegenheid bieden tot een discussieplatform. De wijze waarop Z.W.O. aan de bevordering van het (bio)chemisch onderzoek in Nederland zou gaan bijdragen verliep echter verre van onproblematisch. De eerste initatieven om tot een vorm van SON te komen kwam vanuit de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging, de KNCV, hetgeen enkele sporen naliet die echter spoedig zouden verdwijnen.

Er is al gezegd dat na de oorlog de functie van onderzoeker aan universiteit of hogeschool weinig aantrekkelijk was vanwege het lage salaris. Daarom werd door de KNCV aan het eind van de jaren veertig een 'Commissie voor tewerkstelling van jonge Nederlandse chemici' ingesteld. Deze commissie beheerde gelden vanuit de chemische industrie en de KNCV om daarmee chemici aanvullende beurzen of salarissen te kunnen geven. De commissie bleek echter weinig succesvol. De KNCV constateerde dat studenten scheikunde na hun afstuderen meer konden verdienen in de industrie dan aan een universiteit. (Zie kadertekst: *Installatierede SON*)

Installatierede SON — Prof. dr. H. Gerding, voorzitter der K.N.C.V., juni 1956

"Het is onder de huidige omstandigheden -- gezien ook de overigens geheel normale zuigkracht door vooral de chemische industrie op de jonge doctorandi uitgeoefend -- alleen mogelijk om jonge, begaafde doctorandi in de chemie nog enige tijd voor de Universiteit te blijven behouden, althans voor een tijd voldoende om daarin de bewerking van een proefschrift te doen plaats hebben, indien men hem een bescheiden, doch redelijke vergoeding kan toekennen (dit is in de praktijk een vergoeding die altijd -- en m.i. terecht -- niet onaanzienlijk lager ligt dan de beginsalarissen die kunnen worden bedongen bij sollicitaties). Dit kan slechts ten dele geschieden in de vorm van aanstelling als assistent aan het desbetreffende laboratorium, maar daarbij bestaat het bezwaar, dat hetgeen van de doctorandus als tegenprestatie wordt geëist, ten

36. Brief 12 januari 1960, folder 40, box 4, series 650, RG 1.2, RF, RAC.
37. Brieven van 18 en 23 december 1959, folder 40, box 4, series 650, RG 1.2, RF, RAC; zie ook contract 60224 ter waarde van $ 23.000.

behoeve van het onderwijs aan studenten, de tijdsduur nodig voor het voltooien van het proefschrift niet onaanzienlijk verlengt. Hetgeen, mede met het oog op de militaire verplichtingen van de jonge doctorandus, kan betekenen, dat de voltooiing van het proefschrift in het gedrang komt. Hiermede is noch de jongeman in kwestie, noch de Universiteit gediend."

(Uit: Notulen Vergadering Dagelijks Bestuur KNCV op 24 mei 1956, p. 2)

In 1954 nam de KNCV daarom het initiatief tot oprichting van een stichting die *in brede zin* het chemisch onderzoek in Nederland moest bevorderen. Daartoe consulteerde de KNCV een groot aantal wetenschappers en laboratoriumdirecteuren. Deze consultatie had de vorm van een enquête over de vraag of een dergelijke stichting er moest komen en, zo ja, op welke gebieden zij actief zou moeten zijn. De begeleidende brief omschreef het doel van de beoogde stichting als volgt: "Het woord *chemisch* moet hierbij in ruime zin worden opgevat, zodat zulk een Stichting aanstonds contact zal moeten hebben met reeds bestaande Stichtingen. Het woord *onderzoek* zou het best kunnen worden begrepen als te omvatten elk fundamenteel onderzoek, zowel op het gebied der zuivere- als dat der toegepaste chemie. Onder het woord *bevorderen* kan men verstaan: stimuleren, materieel steunen, financieren, coördineren."[38] Het initiatief vertoonde dus enige KNCV-bloedverwantschap in díe zin dat men zich wilde gaan richten op zowel zuiver-fundamenteel als toegepast-fundamenteel onderzoek. Het feit dat men naast bevorderen ook wilde gaan coördineren zorgde voor veel ophef.

Op 13 maart 1956 werd de Stichting Scheikundig Onderzoek in Nederland (SON) notarieel opgericht. Doel van SON was om "in onderlinge samenwerking het fundamentele wetenschappelijk-chemische onderzoek hier te lande te bevorderen." SON wilde vooral ook een discussieplatform zijn en samenwerking bevorderen. De basale werkeenheden waartussen SON samenwerking tot stand wilde brengen waren werkgroepen bestaande uit een aantal personen, "die zich ten doel stellen de verschillende kanten van eenzelfde onderwerp gezamenlijk te bestuderen." Het was de verantwoordelijkheid van SON om deze werkgroepen bij elkaar te brengen en werkgemeenschappen te vormen voor discussie en coördinatie. Werkgemeenschappen voor Eiwitchemie en voor Molecuulspectroscopie met betrekking tot structuurbepalingen werden het eerst tot stand gebracht omdat voor deze onderwerpen de meeste belangstelling bestond (*vide infra*). In het bestuur van SON hadden zitting J. P. Wibaut (voorzitter), H. Gerding, P. M. Heertjes, J. A. A. Ketelaar, H. G. K. Westenbrink en T. van der Linden als secretaris-penningmeester.[39] Aldus beschreven leek de oprichting van SON van een leien dakje te zijn gegaan. De notulen van de KNCV-vergadering op 16 november 1954 laten echter een heel ander beeld zien.

38. Bijlage bij KNCV-vergadering van 16 november 1954, p. 1; cursivering in origineel.
39. Anonymous, 1956a.

Tijdens laatstgenoemde vergadering werden de uitkomsten van bovengenoemde enquête besproken en er bleken belangrijke bezwaren te bestaan tegen het SON-initiatief omdat men een "monopolistische tendens" meende te bespeuren. J. H. de Boer bracht daar tegenin dat de leiding van de Stichting bij hoogleraren zou komen te liggen. Desalniettemin was het vooral vanuit Utrecht, bij monde van Fritz Kögl en Henk Westenbrink, dat bezwaren werden geuit. Met name laatstgenoemde toonde zich een "principieel tegenstander". Voorts was P. Bijvoet bevreesd dat "organiseren soms meer doel dan middel" zou worden en J. Th. G. Overbeek verzette zich tegen een "reuzen-stichting die de coördinatie van het werk zou moeten regelen". Omdat Westenbrink uiteindelijk zelfs in het SON-bestuur plaats zou nemen is het interessant na te gaan wat de Utrechtse bezwaren waren en of hieraan tegemoet werd gekomen.

Fritz Kögl verwoordde het standpunt van de traditionele hoogleraar met volledige autonomie over *Lehre und Lernen*. Om Kögls standpunt tot zijn recht te laten komen kan het beste een *verbatim* citaat worden gegeven. Hij begon met te verwijzen naar de gelden die vanuit de overheid via de universiteit werden toegekend voor wetenschappelijk onderzoek: "Het door bemiddeling van Curatoren [van de Universiteit] verkregen subsidie wordt verstrekt onder het niet uitgesproken motto 'Make the best of it'. Het dient als basis voor de vrije beoefening der wetenschap aan de inrichtingen van Hoger Onderwijs. Ofschoon er tegenwoordig, kennelijk voor propagandistische doelstellingen, gevraagd wordt in jaarverslagen o.a. ook van de wetenschappelijke activiteit blijk te geven, is practisch toch iedereen vrij om bijv. nieuwe plannen te toetsen en een risico te nemen *zonder dat hem na verloop van tijd gevraagd wordt wat van het project is geworden.* Ik beschouw dit als een hoogst essentieel punt voor de ontwikkeling der wetenschap. De grote vooruitgang van de wetenschap is grotendeels door de intuïtie van de enkeling tot stand gekomen. Natuurlijk moet deze liefst ruimschoots over de middelen beschikken om zijn gedachten te toetsen en te realiseren. Tegenover deze aloude ontwikkeling is een ander systeem in opkomst, dat men de 'Verkaveling' van de werkgebieden of de 'collectieve' wetenschapsbeoefening zou kunnen noemen. De op de enquête binnengekomen suggesties lijken mij meestal tot het gebied van het laatstgenoemde systeem te behoren."[40]

Kögl zette dus de vrijheid van onderzoekskeuze door de hoogleraar tegenover een systeem waar onderzoeksproblemen werden verdeeld en toegekend, door hem aangeduid als verkaveling. Kögls verdere vrees was dat gelden voor wetenschappelijk onderzoek vanuit de overheid zouden worden toegekend aan Z.W.O. resp. de op te richten stichting en dat in tijden van bezuinigingen op de fondsen voor onderzoek via de universiteit zou worden beknibbeld.

Westenbrink voorzag een *bedreiging van de academische vrijheid.* Zijn bezwaren verwoordde hij als volgt: "Sprekers principiële bezwaar geldt het feit, dat de Staat de Universiteiten gesticht heeft en dientengevolge de

40. Notulen van de KNCV-vergadering op 16 november 1954, p. 3; mijn cursivering, TvH.

plicht heeft deze tot bloei te brengen. Hierbij is een grote mate van vrijheid van wetenschappelijk onderzoek gewaarborgd. Gevreesd wordt, dat de Stichting de tendens heeft de Amerikaanse toestanden na te volgen, hetgeen spreker niet als ideaal ziet. Spreker is er niet van overtuigd, dat de Staat niet bereid zou zijn ruimere subsidie toe te staan, indien daarom gevraagd zou worden. Wanneer bij een Stichting van te voren geld aangevraagd moet worden voor bepaalde onderzoekingen en later de resultaten van dergelijke onderzoekingen beoordeeld moeten worden, komt de vrijheid in het gedrang." Met andere woorden, een verdeling van gelden zou samengaan met een eis tot het afleggen van rekenschap en dit werd door Westenbrink strijdig bevonden met de 'academische vrijheid' van de hoogleraar volgens klassiek model. De voorzitter, J. H. de Boer, vatte het voornaamste punt van bezwaar samen als "vrees voor een dwingende vorm van coördinatie"![41]
Zoals gezegd werd in maart 1956 SON opgericht, ondanks de bezwaren uit Utrecht. Uit de inventarisatie van interessegebieden via de enquête werd geconcludeerd dat voor het gebied van 'Analytische methoden (met chemische en fysische hulpmiddelen) en instrumentatie' alsmede voor 'Bio- en Eiwitchemie' de meest brede belangstelling bestond. In de loop van 1956 werden er twee werkgemeenschappen opgericht: Molecuulspectroscopie en Eiwitchemie.
De Werkgemeenschap voor Eiwitonderzoek werd opgericht op 12 oktober 1956.[42] Met het "bevorderen van samenwerking bij het onderzoek der eiwitten" bracht de Werkgemeenschap voor Eiwitonderzoek onderzoekers uit vrijwel alle onderdelen van de chemie bij elkaar, nl. de organische, fysische, analytische, fysiologische en klinische chemie. Als werkdoelen voor een "dieper inzicht in de levensverschijnselen" werd onderstaande opsomming gegeven[43]: (*i*) Het extraheren van eiwitmengsels uit cellen en weefsels en het uiteenleggen dezer mengsels in hun componenten; (*ii*) het zuiveren van componenten; (*iii*) het bestuderen van hun fysisch-chemische eigenschappen; (*iv*) de bepaling van aantal en rangschikking der aminozuren in de polypeptideketens der eiwitmolekulen; (*v*) de enzymatische afbraak der polypeptiden en eiwitten; (*vi*) de chemische en biologische synthese van polypeptiden en eiwitten.
Sprekers en onderwerpen op de eerste bijeenkomst van de werkgemeenschap Eiwitonderzoek waren: G. ten Cate (Amsterdam) over het lenseiwit Kristalline; H. Bloemendal (Amsterdam) over de analyse van eindstandige aminozuurgroepen; W. F. Bon (Amsterdam) over elektroforese van ooglenseiwitten; H. G. K. Westenbrink als inleider op P. Bijvoet (Utrecht) over thymus-histon; F. J. Zoelen (Leiden) over fotochemie en spreiding van eiwitmodelstoffen; D. M Brouwer (Leiden) over hydrolytische enzymen.
De begroting voor 1957 van de werkgemeenschap Eiwitonderzoek maakt duidelijk dat de voornaamste besteding van de gelden toekwam aan personeel en apparatuur. (Zie kadertekst: *Begroting 1957*)

41. Notulen van de KNCV-vergadering op 16 november 1954, pp. 4-5.
42. Anonymous, 1956a.
43. Anonymous, 1956b.

Begroting 1957 — Werkgemeenschap Eiwitten

1. M. W. Woerdeman & G. ten Cate, Anatomisch-Embryologisch Laboratorium, GU A'dam
2. H. Gerding, Laboratorium voor Propedeutische Anorg. Chemie, GU A'dam
3. J. Kok, Laboratorium voor Biochemie, Toxicologie en Galenische Pharmacie, GU A'dam

Doel: Bereiding en onderzoek van biochemisch belangrijke eiwitten.

Preparatieve ultracentrifuge	ƒ 25.000
Gekoelde centrifuge	ƒ 13.000
Lichtverstrooiingsapparatuur	ƒ 12.000
2 medewerkers	ƒ 12.000

4. C. G. Heringa, Histologisch Laboratorium GU A'dam

Doel: Opheldering van de samenstelling der bindweefsels; onderzoek van mucoproteïnen in verband hiermede, eventueel ook in andere weefsels (speekselklieren, schildklier).

1 medewerker (pro memorie)

5. E. C. Slater, Physiologisch-Chemisch Lab., GU A'dam

Doel: Opheldering van de structuur van cytochroom c; bereiding van zuivere flavoproteïden.

1 medewerker	ƒ 6.000
chemicaliën etc.	ƒ 1.000

6. J. Th. G. Overbeek, Lab. voor Fysische en Colloïd Chemie, RU Utrecht

Doel: Bestudering van de reactiekinetica van de peptide-synthese.

2 medewerkers	ƒ 12.000

7. H. G. K. Westenbrink, Biochemie, RU Utrecht

Doel: Bereiding en onderzoek van histonen uit thymus.

1 medewerker	ƒ 6.000

8. E. Havinga, Organische Chemie, RU Leiden

Doel: Synthese van biologisch interessante peptiden, meer in het bijzonder cyclische peptiden.

1 medewerker	ƒ 6.000

De jaren vijftig zouden richtinggevend worden voor de biochemie in de tweede helft van de 20e eeuw. Inhoudelijk onderging de biochemie een 'revolutie' omdat macromoleculen die in organismen een belangrijke rol bleken te spelen nu geïsoleerd en gekarakteriseerd konden worden. Het beschikbaar komen van commerciële apparatuur voor dergelijke studies, én het beschikbaar komen van fondsen om deze instrumenten aan te schaffen, waren van cruciaal belang voor de nieuwe wending.

Eiwitten, en meer in het bijzonder enzymen, vormden de kern van de 'resonantiestructuur' waarmee de biochemie zich kon onderscheiden van de scheikunde enerzijds en de biologie anderzijds. De werkgemeenschap Eiwitonderzoek van SON vormde een discussieplatform waar onderzoekers vanuit zeer diverse laboratoria — uiteenlopend van embryologie en histologie tot organische chemie — met elkaar in discussie konden gaan. De financiën kwamen onder meer van de overheid (via de universiteiten en via Z.W.O. en SON) zonder dat er sturing of coördinatie ten aanzien van onderzoeksproblemen plaatsvond.

Zelfs het afleggen van verantwoording strookte niet met de academische vrijheid van de hoogleraar-directeur. De Mertoniaanse normen waaraan wetenschappers zich zouden moeten houden werden vertaald in de academische normen van *zelfkritiek*, *onpartijdigheid* en een *openheid van geest.* De enige verantwoording die werd afgelegd was ten opzichte van collega-wetenschappers binnen een discipline wanneer een manuscript aan een wetenschappelijk tijdschrift ter publicatie werd aangeboden. Publicaties vormden, naast de wetenschappelijke carrière uiteraard, het beloningssysteem binnen de wetenschap. Wetenschappelijke *prioriteit* vormde de Heilige Graal van de wetenschap met *prioriteitsstrijd* als noodzakelijk gevolg daarvan. Onbaatzuchtigheid (*disinterestedness*) werd gezien als een noodzakelijke voorwaarde voor het verleggen van de *endless frontier* omdat het nastreven van financieel voordeel belemmerend zou werken.
Het toegepaste onderzoek in het bedrijfsleven had een heel andere structuur.[44] Industrieonderzoekers legden veel meer verantwoording af en wel aan een over het algemeen niet-wetenschappelijke managementskader (d.w.z. wetenschappelijk gezien een lekenpubliek). Prioriteit met betrekking tot wetenschappelijk onderzoek werd 'beschermd' in octrooien of als bedrijfsgeheimen. Wanneer er wetenschappelijk onderzoek werd verricht in opdracht van de overheid dan gebeurde dit meestal via de Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek (TNO). Een sprekend voorbeeld was defensie-research zoals onderzoek naar strijdgassen dat was ondergebracht bij het in 1947 opgerichte Medisch-Biologisch Laboratorium TNO van de Rijksverdedigingsorganisatie (RVO-TNO). Het universitaire onderzoek bleef over het algemeen verre van defensieonderzoek omdat dit een aantasting van de academische vrijheid zou betekenen.

Samenvattend: In de jaren vijftig was de universitaire streng van de *triple helix* dus flink in sterkte toegenomen. Zij werd gevoed vanuit de overheid als in een LAT-relatie: 'living apart together'! De toegenomen financiering door de overheid van het wetenschappelijk onderzoek betekende dat onderzoek ten behoeve van het bedrijfsleven (zoals in het NIvV) afgestoten werd. Uiteraard was het bedrijfsleven van belang als 'afzetgebied' voor afgestudeerden maar deze arbeidsmarkt was niet eens erg groot. De grootste groei aan banen lag binnen de universiteiten zelf.
Doordat universiteiten en bedrijfsleven — als representanten van zuiver resp. toegepast wetenschappelijk onderzoek — zo van elkaar gescheiden raakten, ontwikkelden zich sociale systemen met specifieke processen voor communicatie, beloning, carrière, erkenning, verantwoording, etcetera. (Zie kadertekst: *Zuiver* versus *Toegepast*)

44. Mulkay, 1977.

Zuiver versus *Toegepast*

"The major characteristics of the social context of pure research are as follows: participants are expected, indeed, they are constrained, to pursue research topics on the basis of their scientific significance. The audience for results consists of other researchers who are working upon the same or related problems and who judge the adequacy of the results by means of scientific criteria. This audience exerts control over the research activities of individual members, not by the exercise of formal authority, but by informal pressures which are legitimated by reference to scientific standards. The context of 'applied research' is significantly different in that participants are expected to produce results which have useful practical consequences. Furthermore, the main audience for these results is composed of non-researchers and this audience determines the activities of researchers by the exercise of formal, bureaucratic authority and by direct control over rewards such as salary and promotion."

(Uit: Michael Mulkay, 1977, p. 95)

Met het toenemen van de aantallen studenten in de jaren zestig bereikte het universitaire onderzoek als vrij, fundamenteel onderzoek een hoogtepunt. De 'babyboom'-generatie zorgde echter voor een democratiseringsgolf, waardoor de positie van de hoogleraar-directeur als 'alleenheerser' ter discussie kwam te staan. Dit wordt bediscussieerd in Hoofdstuk 4 dat betrekking heeft op de jaren zestig. Vervolgens eiste de maatschappij in de jaren zeventig dat de wetenschap uit haar Ivoren Toren zou komen. Voor weinig disciplines was dit tegelijkertijd zo eenvoudig maar tevens zo omstreden als voor de biochemie.

Hoofdstuk 4
Bloeitijd van het Zuiver Biowetenschappelijk Onderzoek: de Jaren Zestig

In het vorige hoofdstuk hebben we gezien dat de Stichting Scheikundig Onderzoek in Nederland (SON) werd opgericht ter bevordering van het zuiver-wetenschappelijk chemisch onderzoek. Dit gebeurde via enerzijds beurzen voor jonge onderzoekers en de aanschaf van apparatuur en anderzijds bood SON een discussieplatform. Wat dit laatste betreft stond duidelijk voor ogen dat een bepaald onderwerp vanuit verschillende invalshoeken bediscussieerd zou moeten worden. Als het dan niet zozeer multidisciplinair was, dan toch vanuit verschillende (sub)specialismen. De brede interesse in de biochemie die sprak uit de in 1954 gehouden KNCV-enquête maakte dat dit voor de hand lag. Er waren 52 binnengekomen antwoorden waarvan 31 positief zonder enige reserve; 15 positief met reserve; en slechts enkelen met 'negatief', 'niet overtuigd van noodzaak' en 'doelstelling te ruim geacht'. De biochemie werd door velen aangehaald waarbij aansluiting kon worden gezocht bij fysiologische chemie, klinische chemie, geneesmiddelenchemie en eiwitchemie. Via eiwitchemie ontstond er een link naar colloïdchemie en macromoleculen. (Zie kadertekst: *Bio- en Colloïdchemie*)

Bio- en Colloïdchemie [Bio- en Eiwitchemie]

"Een biochemische werkgroep zonder meer, stellen voor: Wiebenga, Gerding, Hermans, Overbeek, Seekles, Leniger, Heertjes en Nivard, waarbij Wiebenga en Seekles een bepaalde onderverdeling voorstellen, Leniger opmerkt, dat een onderverdeling misschien gewenst is en Nivard een werkgroep voor Fundamenteel Biochemisch Onderzoek voorstelt. ...
Berends (Delft) stelt een werkgroep voor fundamenteel onderzoek naar de celstofwisseling voor en geeft een omschrijving van de onderwerpen (stelt samenwerking met Kanker-instituut voor).
Overbeek (Utrecht) stelt een werkgroep voor over reacties van biochemisch belang (eventueel reactie-kinetica in het algemeen). Dit laatste geeft een overbrugging naar andere gebieden.
Nivard (Nijmegen) omschrijft zijn suggestie als: isolering en analyse van eiwitten; verband tussen chemische bouw en biologische activiteit, een en ander onder te brengen in een werkgroep voor fundamenteel biochemisch onderzoek.
Gaan wij dan na van welke zijde ook nog een werkgroep voor eiwitonderzoek wordt gevraagd, dan krijgen wij: Wiebenga, McGillavry, Havinga, Bijvoet, terwijl Jonxis (Groningen) nog speciaal vraagt om een werkgroep voor aminozuurstofwisseling en eiwitsynthese. Er wordt op het belang van röntgenografisch onderzoek gewezen, zodat hier een samenwerking met de

F.O.M.R.E. kan ontstaan, terwijl ook electronenmicroscopisch onderzoek nodig zal zijn.
Blijkens de beantwoording van de vraag 4 ['Welke (andere) onderzoekingen worden door of bij U verricht, die volgens Uw inzicht binnen de gezichtskring van de eventueel op te richten stichting zouden kunnen worden gebracht?'] zijn er op het biochemisch gebied onderzoekingen lopende bij:

Kok	Amsterdam (G.U.)
Havinga	Leiden
Seekles	Utrecht
Tendeloo	Wageningen
Roelofsen	Delft

Bij de beantwoording van de vraag 5 ['Welke andere onderzoekingen zou U willen suggereren in het kader van zulk een nieuwe stichting door U, bij U of onder Uw leiding te doen verrichten?'] blijkt dan voorts, dat daarenboven:

Berends	Delft
Nivard	Nijmegen
Leniger	Wageningen
den Hartog	Wageningen

gaarne onder hun leiding biochemische onderzoekingen zouden willen doen uitvoeren.
Bezien wij het gebied van eiwitonderzoek dan ontwaren wij dat onderzoekingen lopende zijn bij:

Wiebenga	Groningen
Jonxis	Groningen
Havinga	Leiden
Seekles	Utrecht
Tendeloo	Wageningen

terwijl bovendien gaarne onderzoekingen zouden willen doen:

Noyons	Nijmegen
Bijvoet	Utrecht
Mulder	Wageningen

terwijl Jonxis en Tendeloo nog uitbreidingen van hun onderzoek wensen.
Wat nu het kolloïd chemische gedeelte, resp. het gedeelte van macromoleculen betreft zou men dus kunnen argumenteren, dat via de eiwit-oplossingen men bij deze gebieden aansluiting kan vinden. Ook echter kan men beredeneren, dat deze onderwerpen meer in het karakter van categorie V ['Wisselwerking tussen Atomen en Molekulen'] behoren. Onderzoekingen op dit gebied lopen momenteel bij:

Hermans	Leiden (Groningen)
Overbeek	Utrecht
Eilers	Delft

Gezien het karakter van de onderzoekingen van de twee eerstgenoemden lijkt een aansluiting bij categorie V ['Wisselwerking tussen Atomen en Molekulen'] meer voor de hand te liggen."

(Uit: J. H. de Boer, *Enquête naar de wenselijkheid van een Stichting voor Chemisch Onderzoek in Nederland [Evaluatie]*, 16 augustus 1954, pp. 4-6)

Uiteindelijk zou dit, zoals al gezegd, resulteren in een Werkgemeenschap Eiwitonderzoek. Bij de instelling van de werkgemeenschap omvatte deze acht werkgroepen waarvan er één afviel en er in 1957 vier bijkwamen. Vier hiervan werkten aan de Universiteit van Amsterdam, drie aan de Rijksuniversiteit Groningen, twee aan die te Utrecht, één aan die te Leiden en één aan de Kath. Universiteit Nijmegen.[1] In 1958 steeg het aantal werkgroepen tot 12 door het toetreden van nog een groep uit Nijmegen.[2] In 1959 steeg het aantal werkgroepen tot 14 door het toetreden van een groep van het Fysisch Laboratorium te Utrecht en een van de Universiteitskliniek voor Kinderziekten van de UvA.[3] In 1960 werd het aantal van 18 bereikt door toetreden van een groep van het Centraal Laboratorium van de Bloedtransfusiedienst van het Nederlandse Rode Kruis te Amsterdam (leider: J. J. van Loghem, Jr.), een groep van het Medisch Biologisch Laboratorium RVO-TNO te Rijswijk (leider: J. A. Cohen) alsmede twee industriële groepen: één van de N.V. Philips-Duphar te Weesp (leider: J. N. Walop) en één van de N. V. Organon te Oss (leider: J. Lens). Hiermee waren ook industriële laboratoria die fundamenteel werk op het gebied van de eiwitchemie deden lid van de Werkgemeenschap geworden. Het bestuur toonde zich over dit laatste zeer verheugd: "Het Bestuur der Werkgemeenschap meent dat hierdoor een zeer vruchtbare basis voor de uitwisseling van ervaringen is geschapen en is verheugd over de bereidheid van deze industriële groepen om ook in de vorm van verslagen te willen meewerken."[4]
In 1961 zette een diversificatie van de biochemische werkgroepen in. In dat jaar werd de werkgemeenschap voor Lipidenonderzoek opgericht waarbij zich een achttal werkgroepen, afkomstig uit zes laboratoria, aansloten. De werkgroepen en onderwerpen waren[5]: Werkgroep-Böttcher (RUL): Scheiding van lipiden; Werkgroep-Hooghwinkel (RUL): Onderzoek over de lipide-samenstelling van biologisch materiaal; Werkgroep-Booij (RUL): Colloïdchemie van lipiden in verband met de structuur van biologische membranen; Werkgroep-Böttcher (RUL): Fysisch-chemische eigenschappen van lipiden; Werkgroep-van Deenen (RUU): Biochemische functies van lipiden; Werkgroep-Leijnse (Dijkzigt R'dam): Fosfolipiden; Werkgroep-Loomeijer (RUG): Biochemisch onderzoek van lipiden in de arteriewand; Werkgroep-van Deenen (RUU): Fosfolipasen.
In 1962 breidde het aantal biochemische werkgroepen onder SON zich opnieuw uit.[6] De Werkgemeenschap Eiwitonderzoek telde aan het eind van het jaar 22 werkgroepen waaronder vier industriële leden; bij de werkgemeenschap voor Lipidenonderzoek bleef het aantal werkgroepen overigens gelijk (8). Het aantal werkgroepen van de werkgemeenschap Eiwitonderzoek was inmiddels zo sterk uitgebreid dat in 1962 een afsplitsing

1. *SON-Jaarverslag 1957.*
2. *SON-Jaarverslag 1958.*
3. *SON-Jaarverslag 1959.*
4. *SON-Jaarverslag 1960*, p. 281.
5. *SON-Jaarverslag 1961.*
6. *SON-Jaarverslag 1962.*

werd overwogen die in 1963 haar beslag kreeg. Als gevolg van het grote aantal werkgroepen binnen het Eiwitonderzoek had het SON-bestuur het gevoel dat het verband in de werkgemeenschap hierdoor "niet bijzonder hecht" was en dat de mogelijkheden voor een diepgaande discussie van het gerefereerde onderzoek bij de werkvergaderingen, ook al door het grote aantal deelnemers, soms "in gevaar" dreigde te komen.[7]
Met de instelling van een Werkgemeenschap Nucleïnezuren werd aan deze inefficiëntie tegemoetgekomen doordat werk binnen het eiwitsynthese-onderzoek bij de nieuwe werkgemeenschap werd ondergebracht. De overweging voor deze overplaatsing was tijdens een voorbereidende vergadering als volgt onder woorden gebracht: "Neemt men voor de organisatorische opzet van een werkgemeenschap als primair criterium het samenbrengen van die onderzoekers waarvoor uitwisseling van experimentele en theoretische gegevens het hoogste nut zal afwerpen (maximum van 'elkaar helpen'), dan verdient het overweging in overleg met de Werkgemeenschap Eiwitten en de leiders van de betreffende werkgroepen tot een 'overplaatsing' naar Werkgemeenschap Nucleïnezuren te komen."[8] De nieuwe Werkgemeenschap schetste voor haarzelf het volgende werkgebied[9]: "...
1. De biosynthese van nucleïnezuren met inbegrip van de enzymatische synthese van kunstmatige polynucleotiden en de interactie DNA-DNA, DNA-RNA en nucleïnezuren-eiwitten, alsmede bestudering van regulatiemechanismen.
2. De biologische functie van de nucleïnezuren, zoals het effect van natuurlijk en synthetisch 'boodschapper'-RNA op de eiwitsynthese, het effect van DNA als 'transforming principle' en de werking van virus-, resp. faagnucleïnezuren.
3. Fractionering van nucleïnezuren en analyse van de structuur.
4. Bestudering van de fysisch-chemische eigenschappen van nucleïnezuren en nucleoproteïnen.
5. Het effect van straling op de onder 2, 3 en 4 genoemde eigenschappen c.q. structuur.
6. Histochemisch onderzoek over nucleïnezuren en over modelverbindingen daarvan."
Ondanks de afstoting van een gedeelte van het Eiwitonderzoek naar de Werkgemeenschap Nucleïnezuren bleef die voor Eiwitonderzoek zo sterk groeien dat in 1964 werd besloten vier secties op te richten: (*1*) isolering en karakterisering van eiwitten, (*2*) fysisch chemisch gedrag van eiwitten, (*3*) enzymologisch onderzoek en (*4*) isolering, synthese, chemische reacties en biologische activiteit van peptiden.[10] Met de uitbreiding van de Werkgemeenschap Nucleïnezuren met twee werkgroepen had deze het gevoel dat zij haar maximum omvang al had bereikt om nog nuttig te zijn.[11]

7. *SON-Jaarverslag 1963*, p. 10.
8. Verslag Oprichting Werkgemeenschap Nucleïnezuren, 19 oktober 1962.
9. *SON-Jaarverslag 1963*, p. 38.
10. *SON-Jaarverslag 1964*, p. 13.
11. *SON-Jaarverslag 1964*, p. 47.

Met het verschijnen van het gecombineerde jaarverslag voor 1966 en 1967 was SON haar tweede lustrum gepasseerd. In het voorwoord verwees SON-voorzitter E. J. W. Verwey naar een verschijnsel dat ongeveer samenviel met het bestaan van SON, namelijk dat de scheikunde als gevolg van de kostbare instrumentatie een duur vak was geworden. Er had een wisselwerking plaatsgevonden tussen wetenschap en industrie waarbij de industrie wetenschappelijke (meet)instrumenten had gecommercialiseerd, waardoor een versnelling van het onderzoek mogelijk was geworden. Verwey verwees voorts naar een SON-activiteit die een stuk goedkoper was en evenzeer zeer essentieel: het bevorderen van communicatie door het organiseren en ondersteunen van congressen.[12]
In de verslagjaren 1966/1967 was SON uitgebreid met de Werkgemeenschap Bio-energetica en die voor Moleculaire Genetica van Bacteriën en Bacteriofagen. Het SON-bestuur erkende dat dit laatste gebied eigenlijk tot de *biologie* gerekend moest worden maar vanwege de aansluiting bij Nucleïnezuren werd besloten de Moleculaire Genetica toe te laten ofschoon er uit hun overweging enige scepsis sprak: "De term 'moleculair' in de naam van de nieuwe werkgemeenschap wijst er trouwens op dat er zeer nauwe relaties met de chemie *moeten* bestaan; een tamelijk groot aantal onderzoekers op dit gebied is ook opgeleid als chemicus." De conclusie rond toelating van de Werkgemeenschap Moleculaire Genetica was dat interdisciplinaire onderwerpen vaak moeilijk in de bestaande organisatiestructuren waren onder te brengen![13]
Bij het verslag van de Werkgemeenschap Nucleïnezuren werd er melding van gemaakt dat de Moleculair-Biologische groep van het Medisch Biologisch Laboratorium RVO/TNO te Rijswijk onder leiding van J. A. Cohen en A. Rörsch wel aan de discussie had deelgenomen maar er formeel geen deel van uitmaakte.[14] Dit vormde een illustratie van de afstand die werd bewaard tussen zuiver-wetenschappelijk onderzoek enerzijds en door de overheid geïnitieerd, toegepast onderzoek anderzijds.
Tot slot moet nog opgemerkt worden dat de Werkgemeenschap Lipiden in 1969 haar naam veranderde in de Werkgemeenschap voor Lipiden en Biomembranen. Bij de oprichting van de werkgemeenschap in 1962 verkeerde het lipidenonderzoek in een stadium waar chemisch onderzoek naar lipiden en hun metabolisme in de cel het meest voor de hand liggend was. Aan het eind van decennium waren er echter zodanige vorderingen gemaakt dat ook de biologische functie van lipiden in biomembranen voor onderzoek openstond. Biologische transportprocessen — die uiteraard een belangrijk aspect van de functie van biomembranen uitmaakten — werden in de werkgemeenschap echter buiten beschouwing gelaten. Dergelijk onderzoek vond bijvoorbeeld onderdak bij de werkgemeenschappen Bio-energetica of Eiwitonderzoek.

12. *SON-Jaarverslag 1966/1967*, pp. 5-9.
13. *SON-Jaarverslag 1966/1967*, p. 15; mijn cursivering, TvH.
14. *SON-Jaarverslag 1966/1967*, p. 60.

De groei en diversificatie van het aantal werkgemeenschappen en werkgroepen van het biochemisch deel van SON vormde een illustratie van de vlucht naar voren die het fundamentele, biowetenschappelijke onderzoek in Nederland nam. Voor een belangrijk deel was deze groei mogelijk gemaakt door de toegenomen financiële middelen die SON via Z.W.O. toekwamen. Deze groei weerspiegelde de prioriteit die de Nederlandse overheid aan de (natuur)wetenschappen toekende. Maar met bovenstaande schets is echter nog niet aangegeven hoe de verdeling van de fondsen het meest bevredigend zou moeten plaatsvinden.
In 1960 had de Werkgemeenschap Eiwitonderzoek zich tot het SON-bestuur gericht met een aantal suggesties voor de financiering van jonge onderzoekers.[15] De werkgemeenschap had behoefte om wetenschappelijk onderzoekers aan te stellen op basis van hun kundigheid en die dan ook vrijgesteld zouden dienen te worden van de jaarlijkse rapportage die SON-promovendi verplicht waren te doen. Er was in ieder geval behoefte aan financiering met een lange-termijnperspectief. Een tweede suggestie die werd gedaan was dat er behoefte was aan het op de lange termijn verbinden aan en financieren van *onderzoek* in plaats van een *onderzoeker*!
Een derde behoefte die werd geuit was een 'overbruggingsspaarpot' zodat men bij het aanstellen van onderzoekers meer flexibel zou worden. Opnieuw diende de Rockfeller Foundation als voorbeeld! De opstellers van de brief aan SON refereerden aan een RF-notitie uit 1953 waarin een dergelijk flexibel fonds werd beschreven. (Zie kadertekst: *Flexibele Fondsen*)

Flexibele Fondsen

"It [de subsidie] is flexible as to the use of the money. It permits a man to follow up unexpected leads and to handle unforseeable desirabilities or emergencies. It does not tie an investigator up to some unhappy promise that he will try to solve some definite 'practical' problem.
Money not used in one year does not revert to the RF, and hence there is none of the indecent temptation to spend money rather than lose it. On the contrary, the whole pressure, under such a grant, is *not* to use it unless necessary. For this is the best money the researcher has; and he does not lose it by not spending it.
This kind of money, flexible as to purpose and rate, is of the greatest value in smoothing out the eccentricities in the receipt of specified and short-term grants. It makes this other money more important and useful, just as a relatively small amount of mortar can give stability to a large number of separate bricks, and can permit them to contribute to the formation of meaningful structure.
This kind of money is frequently most useful when it is in fact not spent. For it permits an investigator to undertake an obligation (as, for example, for the next year's stipend for a young man offered a competing job). The obligation may actually be met from a short-term grant whose approval is secured several months after the decision must be made. But in the meantime, the program has stability and the investigator can sleep nights.

15. Brief aan SON-bestuur, Bijlage V, mei 1960.

This kind of help obviously should be restricted to really first-class men, whose records are such as to justify this sort of confidence. But it is *the most needed element in the support of such men.* It represents, under present circumstances, one of the most important opportunities the RF has."

(Uit: *Rockefeller Foundation Report, 1953,* geciteerd in: Werkgemeenschap Eiwitonderzoek aan SON-bestuur, *Bijlage V,* mei 1960, pp. 2-3; cursivering in het origineel)

Aan het eind van de jaren zestig zou voor SON het verdelen van het geld nog problematischer worden. In 1969 ging het inmiddels al om *f* 9 miljoen. In een vergadering op 5 juni 1969 van het SON-bestuur werd de vraag aan de orde gesteld of SON eigenlijk niet een wetenschappelijk directeur nodig had die de onderzoeksvoorstellen moest beoordelen. Dit werd echter afgewezen omdat deze al snel een "omstreden figuur" zou worden door de beslissingen die hij zou nemen of zou aanbevelen. Maar de gangbare beoordeling verdiende geen schoonheidsprijs: "In de werkgemeenschappen heeft de beoordelingsprocedure grote nadelen, omdat de deskundigen in vrijwel alle gevallen belanghebbend zijn. Aangezien deze deskundigen-belanghebbenden vrijwel alle een universitaire positie hebben, blijft het uitspreken van een oordeel over de onderzoekingen achterwege. Een kritische beoordeling van elkaars werk heeft in het universitaire bestel niet plaats; er is nauwelijks sprake van een inter- of intra-universitair wetenschapsbeleid. Het is dus bijzonder moeilijk die in SON wel te verwachten. De aanwezigen realiseren zich, dat deze gang van zaken gemakkelijk zal leiden tot nivellering en wel naar beneden." Men sprak de wens uit dat SON "... in staat zou moeten zijn grote excellentie te onderkennen en te honoreren, omdat de universiteiten daar zelf nauwelijks toe in staat zijn ...".[16]
In de betreffende SON-vergadering werd ook geconstateerd dat de werkgemeenschappen niet meer de functie hadden van een multipele benadering van een bepaald probleem: "Zij bestaan immers uit deskundigen, die de problemen juist *vanuit één kant bezien.* Multiple benadering zal in veel gevallen een aanpak dwars door de werkgemeenschappen heen vereisen ...".[17] Met andere woorden, SON dreigde via een toenemende specialisering van haar werkgemeenschappen haar interdisciplinariteit te verliezen. En net als na de Tweede Wereldoorlog kwam de discussie op de vraag of er aparte onderzoeksinstituten opgericht moesten worden. Men zag daarin mogelijkheden voor "zeer gericht onderzoeksbeleid" maar ook gevaren voor verstarring.
De discussie leidde niet tot echte conclusies ofschoon de voorzitter van mening was dat uit de discussie een drietal suggesties volgden: (*i*) dat het systeem van SON-beoordeling en -financiering snel aanleiding gaf tot nivellering in en afglijden van de kwaliteit; (*ii*) dat de vèrgaande autonomie van hoogleraren niet bevorderlijk was voor het totstandkomen van een

16. Notulen SON-bestuur, 5 juni 1969, p. 2.
17. Mijn cursivering, TvH.

daadwerkelijk wetenschapsbeleid; (*iii*) dat oprichting van afzonderlijke researchinstituten zeker overwogen moest worden indien daar behoefte aan bestond."[18]

Inderdaad was het aan het eind van de jaren zestig nog steeds zo dat hoogleraren sterk autonoom waren in het uitstippelen van het onderzoek in hun laboratorium. Als gevolg daarvan was het uitvoeren van 'wetenschapsbeleid' (zie Hoofdstuk 5) schier onmogelijk, ongeacht of dit nu op het niveau van SON of de overheid was. Maar een tweede probleem was dat de universitaire structuur in de vorm van leerstoelhouderslaboratoria resulteerde in een strikt disciplinaire organisatievorm die belemmerend werkte voor een *inter*discipline zoals de biochemie in het bijzonder en de biowetenschappen in het algemeen.

De scheiding van disciplines als scheikunde, biologie, geneeskunde en landbouwwetenschappen betekende niet alleen dat het erg veel moeite kostte om methoden & technieken, vaardigheden of onderzoeksobjecten van de ene discipline naar de andere over te brengen, er zat ook een vakopleidingsaspect aan dit probleem. Een opkomende (inter)discipline kon niet bogen op reputaties en 'kwaliteitswaarborging' vanuit het verleden en moest daarom terugvallen op de 'garanties' van de moederdisciplines. Niet verwonderlijk dat er vanuit Amerikaanse zijde — waar een meer flexibele en democratische *department*-structuur heerste — kritisch naar de Europese universiteiten gekeken. (Zie kadertekst: *Rigiditeit van het Naoorlogse Europese Universiteitssysteem*)

Rigiditeit van het Naoorlogse Europese Universiteitssysteem

"In many of the old and great medical schools of Europe there are still no institutes or departments of biochemistry and microbiology. Every European university has an institute of zoology and one of botany, but none of biology. Under the present system, if one wanted to introduce genetics, embryology, microbiology, or biochemistry into a university curriculum, it would be necessary either to create new 'chairs' (new institutes) or to see to it that an individual who received his earlier training in an older discipline seeks further training in the newer one. Institute directors will be likely to resist appointing, for example, a biochemist or microbiologist to an existing 'chair', such as human physiology or comparative anatomy, unless the candidate began his career as a human physiologist or an anatomist. Efforts to introduce the newer disciplines through this system have not been very successful."

(Uit: William V. Consolazio, 1961, pp. 326-7)

"The dominant research organizational pattern in most of Europe for over a century has been the university as the center of scientific activity. Here, in a vast multitude of relatively small research institutes, dominated by *the* professor, much of a nation's scientific effort was carried out. The over-all emphasis tended to be on basic research, but this was not dictated by any central body, whether of scientists or non-scientists. Choices of scientific work

18. Notulen SON-bestuur, 5 juni 1969, p. 3.

were largely an individual matter and were neither coordinated at the level of the university nor at the national level. The system was largely self-starting, self-maintaining and self-regulating — to a degree unparalleled in almost any other institution in society. ...
Thus, it is still too early to be able to say with any assurance exactly what changes will take place within the universities. It seems likely that the old style, small-scale university research institute dominated by *the* professor is likely to disappear. But this is likely to happen as much because of the changing nature of research requiring large-scale facilities and teamwork, as it is because of the social and economic changes in Europe. The universities in Europe face difficult years, not only because of the problems of research and the so-called feudal research institutes which they have spawned, but because of the tremendous increase in the number of students which is likely to occur in the next few decades."
(Uit: Norman Kaplan, 1962, p. 353 & p. 361; cursivering in het origineel)

Met name in Duitsland, de bakermat van de universiteit volgens Wilhelm von Humboldt — met *Lehr- und Lernfreiheit* en de op autoritaire wijze geleide afdelingen, laboratoria en klinieken — was de universiteitsstructuur star. In een rapport *Stand und Rückstand der Forschung* uit 1964 in opdracht van de Deutsche Forschungsgemeinschaft werd deze starheid van het Duitse universiteitsbestel gehekeld: "Die hierarchische Stellung des Instituts-direktors, verbunden mit der Kopplung Forschung/Laufbahn, mit der Starrheit der Fakultäts- und Fachgebietsgrenzen und dem Fachdenken, ergäbe in ungünstigen Fällen lähmende Unfreiheit junger Forscher." Met name voor de interdisciplinaire gebieden zou deze rigiditeit de oorzaak zijn van een "... auffallende Leistungsschwund in den Zwischen- und Grenz-gebieten ..." van de wetenschap in Duitsland.[19]
De omnirelevantie van de biochemie, en later de moleculaire biologie, doorsneed de disciplinaire grenzen. In Nederland fungeerden de biochemie en de moleculaire biologie als 'beeldenstormers'. Ter bevordering van de biochemie (en biofysica) als een studie die wars was van disciplinaire eilandjes, werd in Nederland in het begin van de jaren zestig vanuit de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) het initiatief genomen tot oprichting van een Commissie voor Biochemie en Biofysica (CBB). De KNAW kende het systeem van raden als overlegorgaan maar deze waren hoofdzakelijk disciplinair georganiseerd (bijv. de Raad voor de Geneeskunde, Biologische Raad). Om procedurele problemen te voorkomen werd besloten tot oprichting van een commissie in plaats van een raad.
De Biologie als moederdiscipline stond echter niet graag een deel van haar jurisdictie af, zoals blijkt uit de reactie van de voorzitter van de sectie Biologie van de KNAW, J. Lanjouw, op het CBB-initiatief: "Het is gewenst, dat de beoefening van de biochemie in Nederland gestimuleerd wordt, daar in vergelijking met het buitenland zeker van een achterstand op dit terrein kan worden gesproken. Er moet daarbij echter voor gezorgd worden dat de

19. Clausen, 1964, pp. 20-3.

biochemie zich niet ontwikkelt geheel los van de biologie, maar daarentegen in nauw verband met deze. Slechts wanneer het biochemisch onderzoek zich baseert op een typisch biologische problematiek, en de biochemie derhalve een onverbrekelijk onderdeel van de biologie blijft, kan zij tot een wezenlijke verrijking van ons inzicht bijdragen."[20] Op 3 oktober 1963 werd de Commisie voor de Biochemie en Biofysica van de KNAW ingesteld. (Zie kadertekst: *Leden van de Commissie voor Biochemie en Biofysica*)

Leden van de Commissie voor Biochemie en Biofysica per 3 oktober 1963

J. F. Arens, organisch chemicus, Universiteit Utrecht
E. J. Ariëns, farmacoloog, Universiteit Nijmegen
W. Berends, biochemicus, Technische Hogeschool Delft
J. Boldingh, biochemicus, Unilever Research Laboratorium, Vlaardingen
L. Bosch, biochemicus, Universiteit Leiden en Kankerinstituut Amsterdam
M. A. Bouman, biofysicus, Universiteit en TNO, Utrecht / Soesterberg
R. Brinkman, radiopatholoog/biochemicus, Universiteit Groningen
J. A. Cohen, biochemicus/geneticus/viroloog, Universiteit en TNO, Leiden/ Rijswijk
L. L. M. van Deenen, biochemicus, Universiteit Utrecht
P. van Duyn, histochemicus, Universiteit Leiden
L. N. M. Duysens, biofysicus, Universiteit Leiden
M. Gruber, biochemicus, Universiteit Groningen
P. G. de Haan, microbioloog/geneticus, Universiteit Utrecht
H. den Hartog, biofysicus, Universiteit Amsterdam
E. Havinga, organisch chemicus, Universiteit Leiden
A. W. H. van Herk, botanicus, Universiteit Amsterdam
Mej W. van Iterson, electronen-microscopica, Universiteit Amsterdam
J. H. P. Jonxis, kinderarts, Universiteit Groningen
J. Lens, biochemicus, N. V. Organon, Oss
B. Leijnse, klinisch-chemicus/neurochemicus, Ziekenhuis Dijkzigt, Rotterdam
L. J. Oosterhoff, theoretisch-organisch chemicus, Universiteit Leiden en Kon. Shell, Amsterdam
J. Th. G. Overbeek, fysisch-chemicus, Universiteit Utrecht
A. Querido, internist, Universiteit Leiden
Chr. P. Raven, ontwikkelingsfysioloog, Universiteit Utrecht
J. F. Schouten, fysicus, Inst. voor Perceptie-Onderzoek, Eindhoven
E. C. Slater, biochemicus, Universiteit Amsterdam
H. Veldstra, biochemicus, Universiteit Leiden
A. J. H. Vendrik, biofysicus, Universiteit Nijmegen
E. J. W. Verwey, chemicus, Natuurkundig Laboratorium N.V. Philips, Eindhoven
J. Voogd, biofysicus, Natuurkundig Laboratorium N.V. Philips, Eindhoven
E. C. Wassink, fysico-bioloog, Landbouwhogeschool Wageningen
H. G. K. Westenbrink, biochemicus, Universiteit Utrecht
E. H. Wiebenga, biokristallograaf en electronenmicroscopicus, Universiteit Groningen

20. Lanjouw, 19 augustus 1960.

De Commissie voor de Biochemie en Biofysica weerspiegelde dat de KNAW het wetenschappelijk onderzoek in haar totaliteit vertegenwoordigde en niet alleen het zuiver wetenschappelijke: in de CBB zaten ook leden werkzaam in het bedrijfsleven (Unilever, Organon, Shell, Philips).
Bij de instelling van de Commissie voor de Biochemie en Biofysica benadrukte de voorzitter van de afdeling Natuurkunde van de KNAW, de fysicus C. J. Gorter, de onafhankelijkheid van de CBB-leden: "Gij zijt hier bijeen als geleerden, die de bloei van de biochemie en biofysica ter harte gaat. Ook de leden, die hun werkkring hebben in de industrie gelieven zich niet te beschouwen als woordvoerders namens de industrie. Wij zouden deze geleerden niet gaarne in de commissie gemist hebben vanwege hun inzicht in de bevordering van de toegepaste biochemie en biofysica en wegens hun visie op de betekenis voor elkaar van *toegepaste* en *zuivere* wetenschap, die wel eens wat anders kan zijn dan die van degenen werkzaam in akademisch milieu."[21]
We hebben gezien dat in de jaren zestig, met name onder de invloed van SON, de biochemie in Nederland een sterk chemische oriëntatie begon te krijgen. Met het toenemen van het aantal werkgemeenschappen werden deze discussieplatforms meer gespecialiseerd en het was dan ook niet verwonderlijk dat de biologen zich zorgen maakten over het contact van de biochemici met de biologie. Bij het doorsnijden van (sub)disciplinaire grenzen was de keuze van het biologisch onderzoeksobject uiteraard van cruciaal belang.
Het probleem rond de validiteit van een experimenteel model voor biologisch onderzoek, deed zich bijvoorbeeld voor bij het kankeronderzoek. Celkweek was in de jaren veertig een standaardtechniek geworden en de transformatie van cellen in kweek onder invloed van chemicaliën, straling of virussen werd gelijk gesteld aan het ontstaan van kwaadaardige tumoren. Maar wat was de relatie tussen de 'transformatie' van een cel in celkweek en kanker bij de mens? Het antwoord op deze vraag kende twee uitersten: het model zou algemeen geldende biologische informatie opleveren *versus* de stellingname dat dergelijke celtransformatie níets van doen heeft met kanker bij de mens!
Voor de wereldvermaarde Amerikaanse bioloog Paul Weiss was de vraag hoe de biologie te benaderen vanuit de schei- en natuurkunde geen uitgemaakte zaak. In hoeverre een experiment een *relevante representatie* vormde voor het voor het te bestuderen biologisch probleem, was niet zonder meer eenduidig gegeven. In de woorden van Paul Weiss: "... there is a growing and welcome influx into biology of students from the physical sciences who have had no first-hand acquaintance with real biological phenomena. In their innocence, they then often contrive *models of organic systems so utterly fictitious that they bear no resemblance to living beings at all.* Models must bear some pertinent relation to the real thing. To choose them fittingly, one must know the real thing. Otherwise, one ends up with something

21. Mijn cursivering, TvH.

perhaps quite interesting in itself, but wholly irrelevant to the elucidation of life."[22]

Zoals gezegd trachtte in de jaren dertig en veertig de Rockefeller Foundation op dit intrinsieke probleem van de biochemie en biofysica te anticiperen door te eisen dat in biochemische en biofysische projecten zowel chemici/fysici als biologen werden betrokken. Maar met de voortgeschreden specialisaties was dit steeds moeilijker geworden. Voor zover het spanningsveld tussen scheikunde/natuurkunde enerzijds en de biologie anderzijds zich op organisatorisch niveau aandiende zag de CBB hierin voor haar een taak weggelegd. Haar taken lagen overigens ook sterk op het internationale vlak indachtig de rol van de KNAW zelf. Eind 1964 formuleerde de CBB navolgende suggesties voor haar werkzaamheden:

a. medewerking aan de inventarisatie van laboratoria en instituten, zoals voorgesteld door de secretaris van de Biologische Raad;
b. maken van een vergelijking van de studieprogramma's in de biochemie;
c. bestudering van de opleiding in de biochemie in de toekomst;
d. nadere bestudering van de contacten in Europese organisaties en congressen;
e. adviezen over post-universitaire onderzoekingen in instituten buiten universiteitsverband;
f. bekendmakingen en adviezen betreffende beurzen uitgaande van internationale instellingen, zoals Euratom;
g. bestudering van het vraagstuk van de overlappende werkgemeenschappen binnen verschillende stichtingen;
h. bestudering van de situatie van biochemici binnen de medische faculteit en medische instellingen;
i. adviezen inzake een zinvolle verdeling van de hoogleraarsbenoemingen in de biochemie en de biofysica; daartoe was contact met de Academische Raad benodigd;
j. een definiëring van de biofysica en het opstellen van een studieprogramma voor de biofysica.

De CBB werkte dus aan de positie van de biochemie en biofysica binnen een 'ecologie' van wetenschappen zoals bevolkt in (sub)faculteiten, (sub)disciplines en buiten-universitaire instituten. De arbeidsmarkt en carrièreperspectieven speelden daarin een belangrijke rol. Daarnaast was zij sterk internationaal, met name Europees, gericht.

Waren de jaren zestig enerzijds de 'Gouden Eeuw' voor het snel expanderende zuiver-wetenschappelijk onderzoek, anderzijds was er uiteraard nooit geld genoeg. Er bleef altijd onontgonnen terrein braak liggen. Internationale samenwerking werd gezien als middel om met de beperkte middelen zo veel mogelijk wetenschappelijk rendement te behalen.

Na de Tweede Wereldoorlog werd wat de politieke en economische samenwerking binnen Europa betreft een duidelijke stap gezet met de oprichting van de Raad van Europa op 5 mei 1949. Op wetenschappelijk gebied werden

22. Weiss, 1953/1971, p. 86; mijn cursivering, TvH.

er voorstellen gedaan tot samenwerking en oprichting van internationale laboratoria.[23] Dat de kernfysica het onderwerp was waarbij dit het eerst tot stand kwam was geen toeval. De jaren direct na de oorlog stonden immers in het teken van Het Atoom, het mythische symbool van vooruitgang, macht en prestige — overeenkomstig de DNA-dubbelhelix als symbool voor de biotechnologie vanaf het midden van de jaren zeventig. De oprichting van de Stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie en de oprichting van FOM-laboratoria onder de paraplu van Z.W.O. waren een teken des tijds.
Voor de kernfysica was samenwerking min of meer noodzakelijk vanwege de hoge kosten die ermee verbonden waren. In 1953 werd in Parijs het CERN-verdrag getekend waarmee de Europese Organisatie voor Kernonderzoek werd opgericht. Eén van de spin-offs van CERN was het 'vreedzaam gebruik van kernenergie' waartoe in 1957 de European Atomic Energy Community (Euratom) werd opgericht. Tegelijkertijd vond de oprichting van de Europese Economische Gemeenschap (EEG) plaats, hetgeen de weg plaveide naar Europees overleg over wetenschap en nationaal regeringsbeleid. In oktober 1963 werd in Parijs een eerste conferentie gehouden van ministers verantwoordelijk voor het wetenschapsbeleid (georganiseerd door de Organisation for Economic Cooperation & Development, de OECD). Ter voorbereiding van deze conferentie werd onder voorzitterschap van Pierre Piganiol het rapport *Science and the Policies of Governments* (1963) geschreven. (Zie kadertekst: *Science and the Policies of Governments*)

Science and the Policies of Governments

"In association with sound policies, [science and technology] can contribute essentially and increasingly to national safety, physical health, adequate nutrition, economic growth, improved living standards, and more leisure for the populations of the world. ... The idea of an explicit national science policy is new — as those of an economic or foreign policy are not — because science has only recently taken on major public dimensions. ... [Science policy] names the complex of individual ideas, organisational biases, institutional attitudes, operational realities, temporary working arrangements, and necessary compromises out of which emerge national decisions about where and how fast science will go, and about the national goals to which it should contribute. *The existence of a national science policy implies no abridgment of the scientist's autonomy in the conduct of research.* ... it simply means that scientists must now get together with public representatives to decide how this major new resource can best be used for the common weal."

(Uit: OECD [Pierre Piganiol *et al.*], 1965, pp. 158-60; mijn cursivering, TvH)

In de gedachte van een (inter)nationaal wetenschapsbeleid zaten verschillende problemen opgesloten. In de eerste plaats de tegenstelling tussen de onvoorspelbare uitkomsten van zuiver-wetenschappelijk onderzoek en

23. Krige & Guzzetti, 1997.

beleid gericht op doeleinden. Immers, met het analytisch uit elkaar halen van *pure science* en *applied science* werd beoogd zuivere wetenschap neer te zetten als een bron van toekomstig maar onvoorspelbaar nut. Daarnaast strookte de vanuit een Mertoniaans normenstelsel voor wetenschap voorgeschreven onbaatzuchtigheid van wetenschappers wel met een autonoom onderzoeksproces maar was deze strijdig met naar einddoelen gestuurd onderzoek. Met wetenschapsbeleid zou de *disinterestedness* van de wetenschapper gecompromitteerd kunnen raken.
Het spanningsveld tussen algemeen regeringsbeleid, wetenschapsbeleid en de autonomie van onderzoekers kwam vervolgens aan de orde op een conferentie *Science and Parliament* in mei 1964 georganiseerd door de Raad van Europa en de OECD.[24] Het dilemma met betrekking tot prioriteitstelling van wetenschap binnen het algemene regeringsbeleid werd geformuleerd als "... how was one really to choose between an extra hospital and an extra linear accelerator?"[25] De belangrijkste conclusie van deze conferentie was dat in elk land het wetenschapsbeleid onder verantwoordelijkheid van een minister moest worden gebracht die zorg moest dragen voor de "promotion and coordination of science policy in all its aspects".[26] Wetenschapsbeleid benodigde centralisatie.
Daarnaast werd gesuggereerd dat wetenschapsbeleid alleen mogelijk was vanuit een maatschappelijk draagvlak. Daartoe moest het grote publiek dan wel geïnformeerd worden: "The development of science policy required the support of an informed public opinion. The Conference expressed the desire for greater coverage in the Press and other media of mass communication; this presented a challenge to journalists and scientists alike."[27] Hiermee werd het scheppen van een democratisch draagvlak voor wetenschapsbeleid geformuleerd als wetenschapsvoorlichting, waarbij een — wetenschappelijk gezien — onvoldoende 'geletterd' publiek moest worden bijgespijkerd. Deze taak werd journalisten en wetenschappers toebedacht.
De tegenstelling tussen de onvoorspelbaarheid van zuiver-wetenschappelijk onderzoek en het bereiken van gewenste onderzoeksdoeleinden werd ondervangen met het concept *missiegeoriënteerd fundamenteel* onderzoek. Uiteraard was het onderzoek naar kernenergie het archetypische voorbeeld. Een voorbeeld van internationale samenwerking en wetenschapsbeleid op het gebied van de biowetenschappen was de oprichting van de European Molecular Biology Organisation (EMBO) en later het European Molecular Biology Laboratory (EMBL). Het initiatief hiertoe kwam van John Kendrew en James Watson die in 1962 — op de terugreis van Stockholm waar zij de Nobelprijs voor de Scheikunde resp. die voor de Geneeskunde hadden ontvangen — een bezoek aan CERN (nabij Genève) aflegden. Daar ontstond het idee voor een biologische tegenhanger van CERN.

24. Raad van Europa & OECD, 1965.
25. Raad van Europa & OECD, 1965, p. 28.
26. Raad van Europa & OECD, 1965, p. 37.
27. Raad van Europa & OECD, 1965, p. 39.

De gedachte hierachter was dat de moleculaire biologie in de jaren zestig in hetzelfde stadium verkeerde als de fysica in het begin van de 20e eeuw en dat derhalve grote doorbraken in het verschiet lagen. Het leek voor de hand te liggen dat voor een dergelijke ontwikkeling, leidend tot een Nieuwe Biologie — net als bij de fysica — *Big Science* noodzakelijk was: geavanceerde en kostbare instrumenten die niet binnen het bereik van de afzonderlijke landen in Europa lagen. De oprichting van het European Molecular Biology Laboratory was echter een weg van vallen en opstaan.[28]
Het was natuurlijk zaak om een zodanig onderzoeksprogramma te ontwerpen dat dit een meerwaarde had ten opzichte van het werk dat in de nationale laboratoria werd gedaan. Het reguliere moleculair-biologische werk betrof vaak de bacteriële genetica alsmede röntgendiffractie. Voorgesteld werd om voor het EMBL af te stappen van prokaryoten als modelsysteem en over te stappen op animale cellen (eukaryoten).[29] Hoofdonderwerpen van het EMBL zouden dan ook zijn de celbiologie, structuurstudies en instrumentatie. Lang werd gedacht dat dit laatste — het ontwikkelen van instrumentatie — het belangrijkste werk van het EMBL zou gaan vormen maar dergelijke *Big Science*-apparatuur bleek nauwelijks noodzakelijk. Uiteindelijk zou het tien jaar duren voordat het Europese Laboratorium voor Moleculaire Biologie (EMBL) er kwam. De verschillende stappen in dit moeizame politiek-wetenschappelijke proces staan in de kadertekst samengevat (kadertekst: *Some Important Dates*).

Some Important Dates in the Development of European Cooperation in Molecular Biology

1964	The European Molecular Biology Organisation (EMBO) is incorporated under Swiss law and formally comes into existence in January 1964. Its membership comprises the majority of Europe's prominent molecular biologists, who apply as individuals and are elected to the organisation by EMBO's General Assembly.
1966-1968	The Volkswagen Foundation offers a three year grant totalling DM 2.7 million to run for three years. This sum covers the main part of the EMBO activities in this period.
April 1967	The first intergovernmental meeting is held at Geneva. It is attended by 13 countries.
April 1967-May 1969	The main decisional period of the establishing of EMBC.
February 1968	The Swiss Government calls a conference for governmental delegates to consider the question of the establishment of EMBC.

28. Morange, 1997.
29. Eukaryoten zijn hogere organismen waarbij het genetisch materiaal is omsloten door een membraan welke een onderscheiden kern, een nucleus, vormt; prokaryoten zijn lagere organismen zonder nucleus waarbij het genetisch materiaal aanwezig is als dubbelstrengs DNA dat aan het plasmamembraan is gebonden.

February 1969	A final agreement is reached in Geneva to establish EMBC.
May 1969	The formal foundation of EMBC.
May 1969- May 1973	The decisional period of establishing EMBL.
November 1969	At an EMBC conference in Konstanz, three working groups are nominated to investigate possible working programmes for a laboratory.
November 1970	At a meeting of EMBC, the interest is focussed on the revised poposals for the establishment of the laboratory.
1971-1972	The final decisional period for the research councils and governments in the Scandinavian countries.
1973	An agreement establishing the European Molecular Biology Laboratory.

(Uit: Kent Zetterberg, 1976, p. 11)

De deelname aan en de internationale samenwerking in EMBO resp. EMBL vormden al die tijd een belangrijk punt van discussie binnen de CBB. In 1965 werden binnen de CBB de argumenten vóór en tegen een EMBL als volgt samengevat[30]:

Argumenten vóór:
a. Zelfs de grotere Europese landen hebben een onvoldoende aantal mensen om zelf een instituut van voldoende omvang te kunnen bezetten.
b. Een Europees laboratorium zoals wordt bedoeld, biedt onderzoeksmogelijkheden aan begaafde jonge werkers, die anders naar de V.S. of elders zouden vertrekken.
c. Het zal de beste van de jongeren naar het gebied van de moleculaire biologie aantrekken.
d. Door een voorbeeld te geven, zou het de universiteiten stimuleren in dezelfde richting zich te ontwikkelen.
e. Het bevordert korte verblijfperioden voor jongeren die wachten op permanente posities in de universiteiten.
Argumenten tégen:
a. Het zou een verarming betekenen voor landen zoals Nederland als zij hun beste krachten zien vertrekken naar zo'n Europese instelling.
b. De Nederlandse regering moet eerst voor eigen huis zorgen, voordat het geld aan internationale projecten wordt besteed.
c. Te veel geld besteed op dit gebied zou een onevenredige ontwikkeling hiervan in de hand werken en de verhouding tot de andere wetenschappen verstoren.

30. CBB, 5 februari 1965.

Na ampele discussie kwam de voorzitter van de CBB, E. C. Slater, tot de conclusie: "Een aarzelend ja, omkleed met bedenkingen."[31]
In 1995, drie decennia na oprichting van EMBO en twee decennia na oprichting van EMBL, stelde John Kendrew — één van de initiatiefnemers — dat de moderne biotechnologie een onverwachte spin-off vormde van het zuiver-wetenschappelijke onderzoek van decennia daarvoor: "... in my own field of molecular biology it has been an extraordinary thing that when in the fifties my colleagues, Watson and Crick, discovered the double-helix structure of DNA, nobody, repeat, nobody thought this was going to be useful. It was simply a piece of new knowledge, which was fascinating. Now, modern biotechnology has become a very large-scale industry, but this was not predicted."[32] Dit is het argument van zuiver-wetenschappelijk onderzoek als *bron* voor nuttige toepassingen ter verhoging van welvaart en verbetering van het welzijn van de mens.
In dit hoofdstuk hebben we gezien dat het zuiver-wetenschappelijk biochemisch onderzoek in de jaren zestig een grote vlucht nam. (Zie kadertekst: *Internationalisering van de Nederlandse Biochemie*) De stabilisering van de biochemie als interdiscipline was echter een moeizaam proces waarbij zowel wetenschapsinhoudelijke als sociologische factoren een rol speelden: (*i*) Uit de ontwikkelingen binnen de biochemische werkgemeenschappen van SON zien we dat er een specialisering optrad waardoor het interdisciplinaire karakter van de biochemie maar moeizaam tot uitdrukking kwam. (*ii*) Deze specialisering was sterk chemisch georiënteerd doordat via SON het meeste Z.W.O.-geld beschikbaar was (voor biologisch of medisch onderzoek was substantieel minder geld beschikbaar). (*iii*) Dit alles werd versterkt door een (sub)disciplinair georganiseerde universiteit waardoor de vorming van interdisciplinaire niches een zaak van lange adem was. Carrière-perspectieven en kwaliteitswaarborging van opleidingen berustten op disciplinaire structuren en droegen op hun beurt bij aan behoud van de *status quo* c.q. het instandhouden van de nadruk op de chemie.

Internationalisering van de Nederlandse Biochemie

Dat de Nederlandse biochemie op de kaart kwam te staan bleek bijvoorbeeld uit het door L. Bosch en H. Bloemendal georganiseerde internationale symposium 'Protein Biosynthesis' dat in 1960 in Wassenaar werd gehouden. Lezingen werden gehouden door coryfeeën zoals Paul Zamecnik, Fritz Lipmann, Alfred Mirsky, Vincent Allfrey, François Gros en Gerhard Schramm. Ab van Kammen herinnert zich dat een paar promovendi, waaronder A. Rörsch, P. H. Pouwels en hijzelf, de lezingen mochten bijwonen ofschoon zij "zelf maar moesten zien waar zij hun lunch en diner haalden". In 1966 werd er in Lunteren opnieuw een internationaal symposium van wereld-allure gehouden onder de titel 'Regulation of Nucleic Acid and Protein Biosynthesis' - met kopstukken zoals Arthur Kornberg, Severo Ochoa, Charles Weissman, Sol Spiegelman en wederom Paul Zamecnik en Fritz Lipmann.

31. CBB, 5 februari 1965.
32. Sir John Kendrew, 1995/1997, p. 456.

In de jaren zeventig en tachtig zette de biochemie in Nederland, en in overige Europese landen, haar sterke internationalisering voort (Beukers *et al.*, 1987, pp. 28-39). Op 1 januari 1964 werd de FEBS, de Federatie voor Europese Biochemische Verenigingen, opgericht. In 1969 werd door de oud-voorzitter van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie M. Gruber, met steun van de toenmalige NVB-voorzitter L. L. M. van Deenen en de secretaris S. G. van den Bergh, voorgesteld om de 8e FEBS-meeting in Nederland te houden. Deze had plaats in augustus 1972 in het RAI-gebouw te Amsterdam met 2239 actieve deelnemers waarvan 576 NVB-leden.
Deze geslaagde internationale bijeenkomst droeg ertoe bij dat in 1985 het 13e congres van de International Union of Biochemistry naar Nederland kon worden gehaald. Organisatoren van het congres waren S. G. van den Bergh, G. S. P. Groot, R. J. Planta en P. C. van der Vliet. Er waren ruim 4500 deelnemers waarmee dit congres één van de grootste wetenschappelijke evenementen werd, die ooit in ons land hebben plaatsgevonden.

In de jaren zestig bezat de *triple helix* van de Nederlandse biowetenschappen dus een dikke chemisch-universitaire streng met intensieve resonanties met de overheid via Z.W.O. en SON. De biologie en het bedrijfsleven waren daar relatief onafhankelijk van. Met de opkomst van wetenschapsbeleid in de jaren zeventig zou dit beeld sterk veranderen.

Hoofdstuk 5
Wetenschapsbeleid en Interdisciplinariteit: de Jaren Zeventig

Hoger onderwijs en wetenschappelijk onderzoek stonden in de jaren zeventig sterk in het teken van de gebeurtenissen uit de jaren zestig. De grote aantallen studenten van de babyboomgeneratie hadden de universiteit tot een belangrijke werkgever gemaakt en de kosten voor onderwijs en onderzoek waren navenant gestegen. De democratiseringsbeweging droeg bij aan de nieuwe universitaire organisatiestructuur die in 1970 als de Wet Universitaire Bestuurshervorming (W.U.B.) gestalte kreeg. Het universitaire onderzoek liep op tegen de grenzen van de groei. In de jaren zeventig zou een eind komen aan de stijging van de uitgaven voor hoger onderwijs. Binnen het wetenschappelijk onderzoek moest men op zoek naar onderzoeksproblematieken die de hoge uitgaven rechtvaardigden. Hier kwamen twee invloeden op het wetenschappelijk onderzoek samen die elkaar synergistisch zouden beïnvloeden.
Vanuit de democratiseringsbeweging werd geëist dat de universiteit uit haar ivoren toren zou komen en zich zou gaan bezighouden met *maatschappelijk relevant* onderzoek. Dit viel samen met een streven van de overheid om wetenschappelijk onderzoek meer dienstbaar te maken aan de welvaart. Studenten bedoelden met het maatschappelijk dienstbaar maken van wetenschap het werken aan sociale en maatschappelijke problemen terwijl de overheid meer dacht aan het bevorderen van de economie. De gemeenschappelijke component van beide bewegingen was echter dat de nieuwe onderzoeksvragen veelal *multidisciplinair* van karakter waren. *Interdisciplinariteit* vormde een centraal concept binnen de opkomende idee van wetenschapssturing en wetenschapsbeleid.
Interdisciplinariteit was dan ook een modewoord in de jaren zeventig en het was in dit kader dat de biochemie en moleculaire biologie als interdisciplines een goede 'fit' vertoonden met maatschappelijke tendenzen. Met het verdwijnen van de eis ten aanzien van het strikt zuiver-wetenschappelijk karakter van universitair onderzoek kwam toepassingsgericht onderzoek voor het voetlicht. Maar tegelijkertijd met het omarmen van het toegepaste en missiegeoriënteerde fundamentele onderzoek, kwamen de *gevolgen* van wetenschappelijk onderzoek ter discussie te staan. In de jaren rond 1980 zouden, voor wat de betreft de biowetenschappen, de maatschappelijke discussies zich vooral concentreren op de recombinant-DNA-technologie. Eerst over de veiligheid ervan en daarna over ermee verbonden ethische problemen alsmede de maatschappelijke wenselijkheid en toelaatbaarheid.
Dit hoofdstuk kent een driedeling: allereerst wordt ingegaan op het thema interdisciplinariteit, vervolgens op het wetenschapsbeleid in de jaren zeventig en tenslotte op de recombinant-DNA-technologie als voorbeeld van maatschappelijke discussies over wetenschap.

Interdisciplinariteit

Volgens de wet waren de universiteiten drie taken opgelegd: het doen van wetenschappelijk onderzoek, het onderwijzen van de wetenschappelijke denk- en werkwijze bij beroepen waarvoor dat wenselijk is alsmede de vorming van de student. In een concept wetstekst naar aanleiding van het rapport van de Commissie Reinink-II uit 1949 (zie Hoofdstuk 2) werden deze doelstellingen als volgt geformuleerd: "Hoger onderwijs heeft ten doel de voorbereiding tot zelfstandige beoefening der wetenschap en tot het bekleden van maatschappelijke betrekkingen, waarvoor een wetenschappelijke opleiding vereist is of dienstig kan zijn, alsmede de geestelijke en zedelijke vorming der studenten en het bevorderen van hun maatschappelijk verantwoordelijkheidsbesef."[1]

Direct na de oorlog meende men dat de vorming van de student het best kon plaatsvinden binnen een *academische gemeenschap* (zie kadertekst: *De Wederopbouw van de Universiteit*). De studentenbeweging had daar echter in de jaren zestig grotendeels korte metten mee gemaakt.

De Wederopbouw van de Universiteit (1945)

"De Universiteit spreke uit, dat zij de vorming tot waarachtige menschen wil nastreven en dat zij deze vorming wil gronden op de hooge geestelijke en zedelijke waarden van gerechtigheid, waarheid, vrijheid van overtuiging en bereidheid tot onzelfzuchtig dienen van den medemensch en van gemeenschappen, waarin men is gesteld. ... Drie doeleinden ziet de Universiteit zich volgens het bovenstaande gesteld: het wetenschappelijk onderzoek, in den nauwsten samenhang daarmede het onderwijs, en ten slotte de vorming van jongelieden tot echte rijpe menschen, die in staat zijn leiding te geven. Deze drie doeleinden streeft de Universiteit na in den vorm en het kader van een academische gemeenschap. ... In geen geval mag eenig student, voor welken werkkring hij zich ook voorbereidt, kunnen klagen, dat hij van de bekoring en den prikkel van wetenschappelijk onderzoek aan de Universiteit nooit iets heeft gemerkt ... Gebroken moet worden met den toestand, dat iedere docent op zijn gebied practisch alleenheerscher is en de inmenging van niemand behoeft te dulden. ... Het is dan ook een ongewenschte toestand, dat de klinische hoogleeraren der faculteit van geneeskunde zich voor een viervoudige taak gesteld plegen te zien: de vorming van de studenten, het directoraat van een kliniek, het wetenschappelijk onderzoek en een soms zeer uitgebreide particuliere practijk. ...

Thans is het immers zoo, dat men [de student] in de vacanties werkt, terwijl men in den cursus colleges aanhoort en vergaderingen bezoekt of fuift. ... Is men eenmaal georiënteerd over wat de stad aan kamers te bieden heeft, dan zal men ertoe kunnen overgaan het probleem van den spoorstudent met succes aan te pakken. In een academische gemeenschap is evenmin plaats voor den spoorstudent als voor den buiten de stad wonenden docent."

(Uit: J. H. Brouwer *et al.*, 1945, pp. 7-30)

1. *Rapport van de Commissie voor Hoger-Onderwijswetgeving*, 1951, p. 7.

Uiteraard stond voor academici de wetenschappelijke methode — vaak het laboratoriumexperiment — centraal. Voor de 'beroeps'-opleidingen zoals geneeskunde, rechten en theologie was dit minder uitgesproken duidelijk. In Hoofdstuk 3 hebben we gezien dat er vurige pleitbezorgers waren voor de experimentele methode in het geneeskunde-onderwijs (zoals onderwezen via bijvoorbeeld de biochemie). De goede bedoelingen sneeuwden desondanks onder omdat voor de aankomend arts zo veel vakken en nieuwe kennis relevant leken te zijn.
In een rapport van Paul J. Thung uit 1970 over de geneeskundeopleidingen in Nederland stelde deze dat er meerdere redenen waren waarom de wetenschappelijke methode zo langzaam ingang vond in het medisch onderwijs. In de eerste plaats omdat het Academisch Statuut weinig ruimte liet voor probeersels en aanpassingen in het onderwijsprogramma; ten tweede doordat het medisch onderwijs sterk was geïnspireerd door het op kennisoverdracht gebaseerde Oostenrijk-Duitse onderwijssysteem en minder door het Amerikaanse stelsel waarin zelfwerkzaamheid meer centraal stond. Thung concludeerde dat "... the essential objective of medical education should be the instillation of fundamental scientific attitudes and habits rather than the indoctrination of ephemeral scientific facts." De medische faculteiten, aldus Thung, zouden "... the present growth potential of science as the main opportunity for continued cultural evolution" moeten erkennen.[2]
Dat wetenschappelijk onderzoek noodzakelijk was omwille van de opleiding van wetenschappelijk onderzoekers, voor de vooruitgang van de wetenschap zelf, voor de culturele ontwikkeling van onze samenleving en uit maatschappelijk nut, werd bijvoorbeeld verwoord in het 'Wetenschapsbudget 1973' waarin vier doelstellingen van het universitaire onderzoek werden opgevoerd: "a. Het leveren van een bijdrage aan het vooruitbrengen van de wetenschap en daarmee van de *culturele* ontwikkeling van onze samenleving; b. het leveren van een bijdrage aan de *oplossing van maatschappelijke problemen*; c. het opleiden en gelegenheid geven tot ontplooiing van volgende generaties wetenschapsbeoefenaren en docenten van hoog niveau; d. het handhaven van de kwaliteit van het onderwijs op het niveau dat voor een maatschappelijke dan wel academische loopbaan van de afgestudeerde vereist is."[3] Het nut-aspect van wetenschap was niet langer iets dat (mogelijk) volgde uit een diepte-investering in wetenschap als cultuuruiting maar vormde in de jaren zeventig een expliciete doelstelling.
Ofschoon steeds werd gesproken over de *wetenschappelijke methode* werden studenten opgeleid binnen specifieke disciplines. In voorgaande hoofdstukken hebben we het dan ook gehad over chemici, fysici, biologen en medici zonder dat dit nader ter discussie werd gesteld. Disciplines zijn de verschillend gekleurde brillen waarmee wij de wereld op een speciale manier — de wetenschappelijke — zien. Het zijn de vehikels waarmee en waardoor wetenschappelijke kennis zowel wordt doorgegeven als wordt uitgebreid.

2. Thung, 1970, p. 9 & p. 15.
3. 'Wetenschapsbudget 1973'; Handelingen Tweede Kamer 12 089, Zitting 1972, nr. 4, p. 61; mijn cursivering, TvH.

Het woord discipline heeft meerdere betekenissen welke hier van toepassing zijn. In de eerste plaats staat zij vanzelfsprekend voor een domein van kennis. In de tweede plaats staat zij voor training waardoor zelfcontrole, karakter, ordentelijkheid en efficiëntie tot stand worden gebracht. Ten derde staat discipline voor het ondergaan van autoriteit en controle.
Alle drie de karakteriseringen van het woord zijn voor wetenschappelijke disciplines van belang. Tijdens een wetenschappelijke opleiding wordt namelijk enerzijds geleerd hóe te werken (bijvoorbeeld volgens *Good Laboratory Practice*, het uitvoeren van controles, het meten van blanco's, etc.) terwijl anderzijds wordt onderwezen wélke kennis inmiddels door de discipline is geformuleerd, gevalideerd en aanvaard: dit resulteert in wat 'waar' is. De aankomend wetenschapper wordt onderwezen welke problemen zijn opgelost en wat binnen de discipline geldt als *aanvaardbare* oplossingen. Met Thomas Kuhn kunnen we dit geheel van disciplinaire kennis en de wijze waarop deze wordt onderwezen omschrijven als een paradigma.
Een paradigma heeft nog een tweede zijde: het wijst tegelijkertijd op díe terreinen die nog onbekend zijn en derhalve voor exploratie openliggen. Of de probleemoplossingen van het onontgonnen gebied binnen de geaccepteerde kennis vallen of dat reeds aanvaarde kennis moet worden aangepast of verworpen, is niet zonder meer een uitgemaakte zaak. Aldus zijn disciplinaire paradigmata structuren die enerzijds behoudend werken terwijl zij anderzijds — wanneer ze worden verworpen — een wetenschappelijke doorbraak een revolutionair karakter verlenen. Behoud en vernieuwing, aanvaarding en weerstand, zijn onlosmakelijke aspecten van dezelfde wetenschappelijke medaille. Dit is, zoals in de inleiding van dit boek al is gezegd, door Kuhn aangeduid als de *noodzakelijke spanning.* (Zie ook Kadertekst: *Dogma en Vernieuwing in het Wetenschappelijk Onderzoek*)

Dogma en Vernieuwing in het Wetenschappelijk Onderzoek

"Scientific education inculcates what the scientific community had previously with difficulty gained — a deep commitment to a particular way of viewing the world and of practising science in it. That commitment can be, and from time to time is, replaced by another, but it cannot be merely given up. And while it continues to characterize the community of professional practitioners, it proves in two respects fundamental to productive research. By defining for the individual scientist both the problems available for pursuit and the nature of acceptable solutions to them, the commitment is actually constitutive of research. Normally the scientist is a puzzle-solver like the chess player, and the commitment induced by education is what provides him with the rules of the game being played in his time. In its absence he would not be a physicist, chemist, or whatever he has been trained to be.
In addition, commitment has a second and largely incompatible research role. Its very strength and the unanimity with which the professional group subscribes to it provides the individual scientist with an immensely sensitive detector of the trouble spots from which significant innovations of fact and

theory are almost inevitably educed. In the sciences most discoveries of unexpected fact and all fundamental innovations of theory are responses to a prior breakdown in the rules of the previously established game. Therefore, *though a quasi-dogmatic commitment is, on the one hand, a source of resistance and controversy, it is also instrumental in making the sciences the most consistently revolutionary of all human activities.* One need make neither resistance nor dogma a virtue to recognize that no mature science could exist without them."

(Uit: Thomas S. Kuhn, 1963, p. 349; mijn cursivering, TvH)

"De vooruitgang in de wetenschap wordt immers sterk bevorderd door voortdurende verjonging van de staf [van de universiteiten]. De ervaring heeft geleerd dat juist de jongeren sterk tot onderzoek gedreven zijn en bereid en in staat zijn op nieuwe gebieden en met nieuwe technieken en methoden te werken. Iedere oudere onderzoeker kent de stimulans van de *onconventionele* vragen van de jongere. Juist daardoor blijft het front van de wetenschap in beweging. Over de relatie tussen leeftijd en creativiteit wordt verschillend gedacht, maar de meningen verschillen niet over het positieve effect van een voortdurende instroom van nieuw talent op de researchomgeving. De oudere onderzoeker draagt door zijn *kennis en ervaring* in belangrijke mate bij, maar een onderzoekgroep gaat achteruit in kwaliteit zonder de stimulans van jong talent, die leidt tot een *voortdurende confrontatie met nieuwe ideeën.*
Wij menen dat de universiteit zich niet langer in een situatie bevindt waarin zij deze stimulansen in voldoende mate ontvangt. Het nadelige gevolg daarvan zal evenwel pas op langere termijn zichtbaar worden, want de achteruitgang in de kwaliteit van onderzoek verloopt slechts langzaam."

(Uit: RAWB & KNAW, *Bescherming van de Kwaliteit van het Universitaire Onderzoek in Nederland*, 29 april 1981, pp. 2-3; mijn cursivering, TvH)

Heeft een discipline de connotatie van statisch, rigide en conservatief te zijn alsmede resistent tegen innovatie, een interdiscipline daarentegen wordt gewaardeerd als dynamisch, flexibel en innovatief. Maar het tegenovergestelde geldt evenzeer: doordat disciplines 'hard' zijn, bieden zij orde en controle, en staan zij garant voor kwaliteit. Het 'zachte' karakter van interdisciplinariteit gaat samen met ongestructureerdheid, het is nog vaag en het ontbreekt aan kwaliteitscontrole.[4]
Interdisciplinariteit is een aantrekkelijke strategie om de noodzakelijke spanning optimaal te benutten. Het vormt een mogelijkheid om buiten de platgetreden paden van de (sub)disciplines te treden en braakliggende wetenschappelijke terreinen te ontginnen. Een interdiscipline is dus enerzijds aantrekkelijk vanwege de *new territories*; anderzijds ondervindt zij de dwang van de ouderdisciplines, hetgeen leidt tot behoud en conservatisme. Wetenschappers opereren immers binnen de sociale structuren van wetenschappelijke evaluatie, validering, waardering en beloning welke *disciplinair* zijn georganiseerd. Denk bijvoorbeeld aan *peer reviewed*-tijdschriften!

4. Weingart, 2000, p. 29.

In de jaren zeventig bestond er veel belangstelling voor de moleculaire biologie als interdiscipline. Dit werd enerzijds veroorzaakt door een wetenschappelijke vernieuwingsdrang zoals hierboven is beschreven en anderzijds door een opkomend wetenschapsbeleid van de overheid dat multidisciplinaire programma's zocht te bevorderen. De kiem voor het wetenschapsbeleid was in het midden van de jaren zestig gelegd en interdisciplinariteit resoneerde met het feit dat maatschappelijke problemen — als sociale vraagstukken of het bevorderen van economische innovatie — zich aandienden als problemen van multidisciplinair karakter.
Interdisciplinaire studies waren dan ook aantrekkelijk om wetenschappers, beleidsmakers en industriëlen op één lijn te brengen. Of, zoals wetenschapssocioloog Peter Weingart het recentelijk uitdrukte: "Interdisciplinarity may best be described as a result of *opportunism in knowledge production.* This opportunism occurs on two sides: Scientists seize opportunities to acquire knowledge and resources as a means to produce new knowledge; users of knowledge (policy makers, industrialists, etc.) seize opportunities to acquire knowledge by providing resources either for any knowledge betting on indirect benefits or for the solution of particular problems."[5]
In de jaren zestig vonden er, zoals in het vorige hoofdstuk al is vermeld, op Europees ministersniveau conferenties plaats over wetenschap en (inter)nationaal beleid. De eerste twee bijeenkomsten vonden plaats onder de thema's *Science and the Policies of Governments* resp. *Science and Parliament.* Voor de derde werd door André Maréchal *et al.* een rapport geschreven met de titel *Fundamental Research and the Policies of Governments* (1966).
In Europa was veel van het wetenschappelijk onderzoek gerelateerd aan het wetenschappelijk onderwijs. De universiteit was de plek bij uitstek waar wetenschappelijke informatie werd verzameld, waar deze werd doorgegeven aan de student en waar nieuwe wetenschappelijke kennis werd geproduceerd. Voor de wetenschappelijke vorming van de student was het belangrijk dat de hoogleraar/docent op de hoogte bleef van de nieuwste wetenschappelijke ontwikkelingen. Zij dienden zich derhalve ook bezig te houden met *cutting edge science.*
Voor de natuurwetenschappen (inclusief de geneeskunde) als experimentele wetenschap betekende dit kostbare instrumenten en laboratoria. De financiering vond over het algemeen plaats via de onderwijstaak van de universiteiten; dat wil zeggen, de financiering was afhankelijk van het aantal studenten. Via een verdeelsleutel kwam het geld van de overheid via universiteit en faculteit terecht bij de hoogleraren. Het comité Maréchal deed de waarschuwing uitgaan dat door het primair stellen van het onderwijs en een toenemend aantal studenten wetenschappelijk onderzoek het kind van de rekening zou kunnen worden: "Most universities have their origin in a public demand for education and, correspondingly, they tend to budget for instruction as a matter of course and provide for research when there is

5. Weingart, 2000, p. 39.

something over. Since pressure for higher education always increases more rapidly than the available funds, research financed from general university budgets tends to be neglected although such funds as are forthcoming represent the freest resource for research."[6]
In het rapport *Fundamental Research and the Policies of Governments* werd de aanbeveling gedaan dat de overheid het fundamentele onderzoek via een apart kanaal zou dienen te steunen. In Nederland zou deze route bekend worden als de *Tweede Geldstroom.* Daarbij werden de volgende aanbevelingen gedaan: "...
(*i*) to leave the detailed distribution of funds to advisory panels of scientists;
(*ii*) to back young men on a basis of their promise as judged by their peers;
(*iii*) to back more mature research workers and professors on a basis of achievement and creativity;
(*iv*) to make available, on advice of scientists, sufficient funds to give a real impetus to new or specially promising fields for which facilities are insufficient;
(*v*) to make special arrangements for research requiring especially expensive equipment or the bringing together of new combinations of talents and facilities."[7]
Voor Z.W.O., in Nederland belast met het bevorderen van zuiver-wetenschappelijk onderzoek, bevatten de aanbevelingen voor deze Tweede Geldstroom weinig nieuws. Zij hanteerde deze aanbevelingen al: de verdeling vond plaats via de wetenschappelijke gremia van de stichtingen en de werkgemeenschappen; veelbelovende jonge onderzoekers konden beurzen krijgen, er werd aan kwaliteitsbewaking gedaan, etcetera. Bij Z.W.O. werd overgegaan tot de orde van de dag.
Er stonden in het Maréchal-rapport echter nog andere aanbevelingen die, wanneer uitgevoerd, wél consequenties zouden hebben. Ten eerste werd benadrukt dat wetenschap een zekere *kritische massa* diende te hebben wilde zij effectief zijn. Met name voor kleine landen zou dit betekenen dat zij niet alles konden aanpakken en er dus keuzes moesten worden gemaakt. Dit zou moeten resulteren in "... selecting a limited number of research centres of quality, and building these up by selective financing to ensure that, as far as possible, over the whole scope of science there are a number of institutions of critical size and strength necessary for pre-eminence according to international standards. Such a system of 'growing-points' would safeguard against dilution of effort over a large number of smaller, weaker units and could do much to establish strength and high achievement in national research activity. In identifying 'growing points' within each country, advice should be sought on a formal or informal basis from individual scientists from other countries."[8] Hier werd dus een aanbeveling gedaan voor het

6. Maréchal *et al.*, 1966, p. 55.
7. Maréchal *et al.*, 1966, p. 56.
8. Maréchal *et al.*, 1966, p. 68.

vormen van speerpunten, voor *peer review* en internationale advies- en visitatiecommissies.
Ten tweede stelden de auteurs van het Maréchal-rapport dat er niet één maar twee vormen van fundamenteel onderzoek bestonden. Het eerste type fundamenteel onderzoek was louter gericht op het verleggen van de *scientific frontier*, dat wil zeggen een uitbreiding van het begrijpen van de natuur. Maar er bestond nog een tweede vorm: "At times it is useful to distinguish between 'free fundamental research' which results from intellectual curiosity, aims at probing the unknown and has no specific applicational objectives, and 'oriented fundamental research' which seeks new knowledge required for applicational purposes but which may of course contribute to general advancement in the process."[9] Was er in *Science — The Endless Frontier* een strikte scheiding aangebracht tussen fundamenteel en toegepast onderzoek, nu werd naar voren gebracht dat toegepast onderzoek kon worden gecombineerd met fundamenteel onderzoek. Aangezien missiegeoriënteerd fundamenteel onderzoek *meer direct* dan vrij onderzoek zou bijdragen aan maatschappelijke noden en de economische groei van een land, was het belangrijk deze onderscheiden takken te bevorderen.
Maréchal *et al.* signaleerden dat veel *cutting-edge science* zich bleek af te spelen op de grensgebieden van traditionele disciplines alsmede op díe gebieden waar zuivere en toegepaste wetenschap dicht bij elkaar lagen. De moleculaire biologie was zo'n veelbelovende nieuwe loot aan de wetenschapsboom (naast de astrofysica, de informatica en oceanografie die ook werden genoemd). Het comité concludeerde echter dat de gangbare universitaire organisatiestructuur niet was aangepast op het bevorderen van deze typen interdisciplinaire wetenschap. De universiteit werd gekenmerkt als "... much too rigid to permit developments suggested by the present state of knowledge."[10]
In een rapport uit 1968 dat op instigatie van de Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) verscheen werden wat de universiteitsstructuur betreft harde noten gekraakt. In dit door Joseph Ben-David geschreven rapport *Fundamental Research and the Universities* werd gesteld dat het wetenschappelijk onderzoek in Europa vast zat in een starre universiteitsstructuur, bemensd door wetenschappers met te weinig ondernemerschap. Bovendien zouden zij te weinig mobiliteit vertonen: "At the present time the European university is inefficient as a whole as well as in its constituent units: the chairs and institutes attached to chairs (where they exist). The 'chair' is originally based on the assumption that a single person is capable of representing, more or less on his own, a whole, so-called academic discipline for about the lifetime of a generation; the institute added to the chair is based on the idea that the holder of the chair is capable of inspiring and guiding single-handedly the research of several apprentice researchers, again for about the lifetime of a generation."[11]

9. Maréchal *et al.*, 1966, p. 15.
10. Maréchal *et al.*, 1966, pp. 37-8.
11. Ben-David, 1968, p. 89.

Ben-David zag in deze rigiditeit een belangrijke oorzaak van de wetenschappelijk-technologische achterstand van Europa ten opzichte van de Verenigde Staten. Voor het doorbréken ervan zouden de universiteiten een ware metamorfose moeten ondergaan, een weg die moeizaam zou zijn. Het alternatief hiervoor, aldus Ben-David, was "... the creation of large *multidisciplinary* research institutes possessing the authority to confer at least graduate degrees ...".[12] Disciplinaire onderzoeksgrenzen konden via onafhankelijke financiering worden doorbroken maar Ben-David onderkende de noodzaak dat een dergelijke interdiscipline de status van een *vak* behoefde. Koppeling van dergelijk multidisciplinair onderzoek met hoger onderwijs betekende op haar beurt dat er beroepsperspectieven moesten bestaan.

Dat de financiering van wetenschappelijk onderzoek in het midden van de jaren zestig sturing behoefde was voor de Nederlandse regering duidelijk. Het besef was doorgedrongen dat er een einde zou komen aan de exponentiële groei die de wetenschap gedurende de twee decennia na de oorlog had doorgemaakt. Een gecoördineerd wetenschapsbeleid leek van belang te worden voor alle sectoren van het maatschappelijk leven. De noodzaak tot een bewuste afweging van belangen drong zich op. Als middel daartoe vond de instelling plaats van de Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB).[13] Het beleid ten aanzien van wetenschap werd bij elkaar gebracht maar diende niet te resulteren in een centralistisch wetenschapsbeleid: "Het overheidsbeleid ten aanzien van de wetenschapsbeoefening dient zich in het algemeen tot de grote lijnen te beperken."[14] Wetenschapsbeleid was niet alleen de politieke sturing van de ontwikkeling van wetenschap, het betekende ook het omgekeerde: de erkenning van de wetenschap als één der voornaamste pijlers voor de sturing van de samenleving.

Als voorbereiding op de installatie van de RAWB was er een 'Gespreksgroep voor de Organisatie van het Wetenschapsbeleid in Nederland' geformeerd. Deze gespreksgroep concludeerde dat wetenschappelijk onderzoek voor Nederland een levensvoorwaarde was, wilde het, in het integrerende Europa, niet achterop geraken. Al vanaf de jaren dertig had de overheid haar verantwoordelijkheid op het gebied van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek gestalte gegeven via de centrale en bijzondere organisaties TNO. De TNO-laboratoria waren de uitvoerende organen — de *werkplaatsen*. Z.W.O. daarentegen was een coördinerend en subsidiërend lichaam; zij beoordeelde projecten en instituten en financierde deze, "... doch bedrijft zelf geen onderzoek." De keuze van onderzoeksproblemen behoorde immers tot de academische vrijheid.

Aan het eind van de jaren zestig begon, mede onder invloed van de tamelijk plotseling opkomende democratiseringsbeweging, deze waterscheiding scheurtjes te vertonen. Volgens bovengenoemde Gespreksgroep zouden Nederlandse onderzoekers niet beschroomd moeten zijn om de "... keuze

12. Ben-David, 1968, p. 90.
13. Staatsblad 1966/227.
14. Handelingen Tweede Kamer 8355, Zitting 1965-1966, nr. 3, pp. 3-4.

van onderwerpen voor fundamenteel onderzoek enigszins af te stemmen op *de belangen van het land* ...".[15] Een probleem was en bleef dat het slechts een vooronderstelling was dat zuiver-wetenschappelijk onderzoek een rol van betekenis speelde bij de economische groei. Deze relatie — de *rentabiliteit* van onderzoek als investering ten behoeve van de welvaart van de samenleving — kon niet worden gekwantificeerd. Ofschoon werd gewezen op het "imponderabele belang" van het fundamentele onderzoek als *cultuuruiting*, kon niet worden beargumenteerd welke omvang het fundamentele onderzoek als percentage van het nationaal inkomen moest hebben wilde Nederland maximaal profiteren van haar investeringen in de wetenschap.[16]

De moleculaire biologie als inter- of multidiscipline liep op tegen de starheid van universitaire (sub)disciplines. Een afzonderlijk onderzoeksinstituut zou hiervoor een remedie kunnen zijn. In een artikel in het tijdschrift *Intermediair* van 9 mei 1969 brak Haaye Veldstra uit Leiden een lans voor een centraal Moleculair-Biologisch Instituut. Veldstra benadrukte dat de inzet voor moleculair-biologisch onderzoek in de bestaande laboratoria te beperkt was om studenten een goede keuze te kunnen laten maken ten aanzien van het onderzoek dat ze het liefste zouden doen: "Absolute voorwaarde voor een goede vervulling van deze onderwijstaak is een zo hoog mogelijk opgevoerd researchniveau." Veldstra had een *cutting edge*-laboratorium voor ogen zoals die welke in Engeland werden beheerd door de Medical Research Council (MRC), in Frankrijk door de Centre National de Recherche Scientifique (CNRS) en in Duitsland door de Max-Planck-Gesellschaft (MPG). In Nederland vormden de FOM-instituten voor Plasma Fysica te Jutfaas en het FOM Laboratorium voor Massascheiding in Amsterdam lichtende voorbeelden. Weliswaar waren de voor de moleculaire biologie benodigde instrumenten en apparatuur minder kostbaar dan bij de fysica en ging de vergelijking dus niet helemaal op maar "... men dient in dit verband ook te beseffen dat de consequenties van het onderzoek op [moleculair biologisch] gebied in wezen even ingrijpend voor de mensheid kunnen zijn als die van de fysische kant [denk aan kernwapens, TvH] en ook al om die reden komt de problematiek hier eenzelfde aandacht toe."[17] Wanneer een centraal instituut, aldus Veldstra, vooralsnog niet haalbaar zou blijken te zijn dan zou men kunnen starten zoals bij het European Molecular Biology Laboratory waar men eerst via een organisatie het werk was gaan *coördineren* en men over verschillende instituten *fellowships* uitzette.

De moleculaire biologie als interdiscipline en zich bevindend op het scheidsvlak van fundamenteel en toegepast onderzoek, vormde een ideaaltype voor het missiegeoriënteerde fundamentele onderzoek. Daarom zou het één van de speerpunten worden van het wetenschapsbeleid dat aan het begin van de

15. Handelingen Tweede Kamer 8355, Zitting 1965-1966, nr. 4, pp. 7-8; mijn cursivering, TvH.
16. Handelingen Tweede Kamer 8355, Zitting 1965-1966, nr. 6, Memorie van Antwoord, p. 1.
17. Veldstra, 1969, p. 41.

jaren zeventig opkwam. Maar een opkomende interdiscipline had, zoals hierboven duidelijk gemaakt, het nadeel dat disciplinaire structuren ontbraken; zij was nog onvoldoende uitgekristalliseerd. Daardoor kon met de term moleculaire biologie door wetenschappers met geheel verschillende oogmerken goede sier worden gemaakt.
De term moleculaire biologie was in 1938 door Warren Weaver — sinds 1932 directeur van de divisie Natural Sciences van de Rockefeller Foundation — geponeerd als een trefwoord voor het interdisciplinaire terrein van de fysica, chemie en de biologie. Ruwweg bedoelde Weaver daarmee de studie van de moleculaire structuur van interessante biomoleculen. De term werd toendertijd ook door anderen gebruikt, zoals William Astbury die er hoofdzakelijk de biofysica mee bedoelde[18].
Vanaf de jaren zestig raakte de term echter ingeburgerd voor de studie van (macro)moleculaire processen uit de biologie — en meer in het bijzonder de mechanismen van eiwitsynthese en DNA-replicatie — alsmede voor de moleculaire genetica in het algemeen met haar Centrale Dogma.[19] Het Centrale Dogma was een axioma van de moleculaire biologie, geformuleerd door Francis Crick. Hiermee bedoelde men te zeggen dat wanneer genetische informatie eenmaal uitdrukking heeft gevonden als eiwit, deze informatie niet meer terug kon naar informatie opgeslagen in nucleïnezuur (hetzij als DNA, hetzij als RNA).
De stelling dat de moleculaire biologie een specifiek specialisme was dat ruimhartige overheidssteun verdiende, leidde tot felle controversen. Biochemici die hun jurisdictie over een belangrijk deel van de biologische chemie bedreigd zagen kwamen tegenover de moleculair-biologen te staan die — als een zelfverklaard 'arrogant ras' van wetenschappers — zich het betreffende terrein toeëigenden.[20]
Arthur Rörsch van het Medisch-Biologisch Laboratorium van RVO-TNO te Rijswijk hanteerde een smalle definitie van moleculaire biologie door het natuurkundige aspect ervan te benadrukken. In een brief aan Z.W.O. zette hij zijn denkbeelden over de moleculaire biologie uiteen waarbij hij zich afzette tegen de biochemicus enerzijds en de klassieke bioloog anderzijds. Volgens Rörsch was de biochemicus wat biologische processen betrof slechts geïnteresseerd in *chemische omzettingen* zonder dat deze zich druk maakte over de *fysische aspecten* van het *biologische proces*: "De moleculair bioloog mist die bescheidenheid ten enen male; hij moet en zal iedere levensverrichting aan de hand van fysische wetten beschrijven. Hierin zit de arrogantie van de moleculair bioloog opgesloten die voor de 'klassieke' bioloog, maar ook voor menige biochemicus, moeilijk aanvaardbaar is."[21]
Rörsch trok deze definitie zo ver door dat hij het merendeel van alle biowetenschappers, van de moleculaire biologie vervreemdde. Hij meende "... dat bij 99 % van het biochemisch onderzoek in Nederland geen moleculair

18. Kohler, 1991, p. 299.
19. Morange, 1998.
20. Rörsch & Hutter, 1970.
21. Rörsch, zonder datum; toeg.nr. 379, inv.nr. 250, RANH.

biologische benaderingswijze wordt toegepast. ... Men hanteert wel moleculaire biologische concepties maar dat doet men ook binnen de genetica. ... Ik ben mij bewust dat als op deze wijze de grenzen worden gelegd, het merendeel van bijv. het werk in de Werkgemeenschap Nucleïnezuren, niet als moleculair biologisch onderzoek kan worden aangemerkt, hetgeen voor de onderzoekers die geneigd zijn moleculaire biologie met het centrale dogma 'DNA-RNA-eiwit' te identificeren, mogelijk een verrassing is."[22] Rörsch plaatste derhalve de moleculaire genetica buiten de moleculaire biologie maar daarmee was hij waarschijnlijk een uitzondering.
De positie van de biochemicus E. C. Slater was van groot belang — niet in de laatste plaats omdat hij van 1970-1975 lid was van het Z.W.O.-bestuur. Voor biochemici was de onafhankelijke status van de moleculaire biologie immers een strijd om jurisdictie over een belangrijk deel van de biowetenschappen. Naar aanleiding van een discussie over de rol van de moleculaire biologie binnen Z.W.O. schreef Slater: "In welk opzicht verschilt moleculaire biologie van de biochemie, of zoals ik het liever zie, van de rest van de biochemie? Voor mij is het kenmerk van de moleculaire biologie dat het tracht de biologische zin van een bepaalde chemische stof of reactie vast te stellen. Het stelt de vraag: waarom heeft die stof die structuur en die chemische eigenschappen? Waarom is hij zo geschikt voor zijn biologische functie?"[23]
Dus ook Slater benadrukte het *fysische* aspect van de moleculaire biologie maar, anders dan Rörsch die een speciale plek voor de moleculaire biologie wilde, wilde Slater zo weinig mogelijk van de biochemie afstaan. Voor Slater was de moleculaire biologie min of meer de biofysische pendant van de biochemie. Maar desondanks zag hij de moleculaire biologie nog steeds als onderdeel van de biochemie! Door de 'Voorlopige Z.W.O.-Adviesgroep voor Moleculaire Biologie' werd uiteindelijk een brede definitie voor de moleculaire biologie aangenomen.[24] (Zie kadertekst: *Definitie Moleculaire Biologie*)

Definitie Moleculaire Biologie — Voorzitter EMBC

"The subject matter of molecular biology is rather well defined. It deals with a description and the understanding of processes that take place in living organisms of any kind and it seeks to reduce this description and understanding to the molecular level, that is to say, to explain phenomena of life in terms of the transport of molecules and interaction between molecules. In this endeavour molecular biology does not exclude any part of the living world. It deals with plants as well as with viruses; with bacteria and invertebrate animals, as well as with higher animals. Nor does molecular biology restrict its attention to particular systems within higher animals.
It therefore deals with the nervous system, with the vascular system, the

22. Rörsch aan ZWO-commissie Moleculaire Biologie, 1-2-1971, p. 3; toeg.nr. 379, inv.nr. 250, RANH.
23. Slater, 23 mei 1972; toeg.nr. 379, inv.nr. 250, RANH.
24. Toeg.nr. 379, inv.nr. 250, RANH.

immune system, with tumors, etc. in so far as the knowledge of any of these has advanced to a stage where an approach in molecular terms is possible and is being undertaken."

(Uit: Notulen EMBC-vergadering van 7 december 1972, pp. 26-7; CEBM / 72 / 24; aangehaald in: 'Voorlopige Z.W.O.-Adviesgroep voor Moleculaire Biologie', 17 juli 1973 [herziene versie]; toeg.nr. 379, inv.nr. 250, RANH)

De Z.W.O.-commissie hing dus een brede definitie aan en beperkte zich niet tot de louter fysieke karakterisering van biologische moleculen. De moleculaire biologie werd gedefinieerd als een discipline betrekking hebbend op prokaryoten en eukaryoten (van bacterie tot mens). Daarmee overschreed zij nadrukkelijk (sub)facultaire en (sub)disciplinaire grenzen zoals tussen de natuurwetenschappen, geneeskunde en landbouwwetenschappen, alsmede de grenzen tussen specialismen zoals zoölogie en botanie. Inzicht in de moleculaire aspecten van deze organismen was, aldus de Z.W.O.-commissie, van groot belang voor toepassingen van de moleculaire biologie: "De ontwikkeling van de moleculaire basiswetenschappen van de biologie is een conditio sine qua non voor de ontplooiing van de meer *toegepaste aspecten* der levenswetenschappen, waarvan het menselijk welzijn in zo sterke mate afhankelijk is."[25] Met andere woorden, door zich te concentreren op de molecularisering van de biowetenschappen werden openingen geboden voor toepassingsgericht onderzoek.

Als gevolg van het feit dat wetenschappelijk onderzoek was gebonden aan het hoger onderwijs, en derhalve versnipperd was, had de moleculaire biologie in Nederland een *archipelstructuur* gekregen.[26] Enerzijds kwamen er bijdragen vanuit kleine monodisciplinaire laboratoria en anderzijds door gespecialiseerde onderzoekers binnen multidisciplinaire groepen. De Z.W.O.-commissie concludeerde dat daar waar effectieve verbindingen tussen gespecialiseerde onderzoeksgroepen van verschillende disciplines bestonden, de ontplooiing van moleculair-biologisch onderzoek het meest gunstig was geweest.[27]

Een inventarisatie gehouden door de commissie Moleculaire Biologie leverde een overzicht op van 130 (!) werkgroepen die waren ingedeeld volgens de gangbare SON-werkgemeenschappen Eiwitten; Nucleïnezuren; Lipiden, biomembranen, transport; Bioenergetica; alsmede de vakgebieden Farmacologie / Endocrinologie; en de Genetica. Het moleculair-biologisch onderzoek was door haar omnirelevantie enerzijds en de discipline- en studierichtingsgewijze organisatie van het hoger onderwijs anderzijds, sterk versnipperd.

Beleid van Z.W.O. en dat van SON ten aanzien van de moleculaire biologie in de jaren zeventig vertoonde de specifieke kenmerken van interdisciplinair

25. 'Voorlopige Z.W.O.-Adviesgroep voor Moleculaire Biologie', 17 juli 1973, p. 2 [herziene versie]; toeg.nr. 379, inv.nr. 250, RANH; mijn cursivering, TvH.
26. Vergelijk Kwa, 1986, p. 166.
27. 'Voorlopige Z.W.O.-Adviesgroep voor Moleculaire Biologie', 17 juli 1973, p. 5 [herziene versie]; toeg.nr. 379, inv.nr. 250, RANH.

onderzoek. De onduidelijkheid ten aanzien van wat het veld nu eigenlijk behelsde is al besproken. Maar ook probeerden de subsidiegevende instanties het onderzoek te centraliseren. Een manier waarop dat kon gebeuren was via de aanschaf van kostbare apparatuur. Bij SON werd aangedrongen op geavanceerde faciliteiten op het gebied van de hoogfrequent NMR-spectrometrie. Medio 1973 werd een positief advies uitgebracht voor de aanschaf van dergelijke apparatuur voor moleculair biologisch onderzoek. Z.W.O. werd gevraagd om voor 1974 ruim *f* 1 miljoen te reserveren voor plaatsing van een hoogfrequente NMR-spectrometer aan de Rijksuniversiteit Groningen. Deze aanschaf was bedoeld als een nationale faciliteit zodat hier een centraliserende werking van uitging.[28]
Dat interdisciplinair onderzoek de neiging had om terug te keren naar de stiefmoederlijke disciplinaire structuren is te illustreren aan de hand van door Z.W.O. voor de moleculaire biologie geoormerkte fondsen (*post-doc fellowships*). Vanaf 1974 was hiervoor *f* 200.000 beschikbaar. Wanneer de verdeling echter via de bestaande werkgemeenschappen zou geschieden, dan zou het terechtkomen bij onderzoek dat binnen de werkgemeenschappen niet de hoogste prioriteit had gekregen; de beste onderzoeksvoorstellen hadden immers al subsidie ontvangen. Daarom werd besloten op korte termijn aparte aanvragen uit te lokken voor onderzoekingen op moleculair-biologisch gebied die moeilijk of niet in het normale werkgemeenschaps-kader waren in te passen.
In 1974 werden twee voorstellen gehonoreerd en in de jaren daarna werd deze werkwijze voortgezet. Toch zou dit initiatief van oormerken voor de moleculaire biologie als interdisicipline een zachte dood sterven. In de SON-beleidsnota voor 1981 werd opgemerkt: "Voor de goede orde zij hier opgemerkt dat de in de vorige beleidsnota vermelde zogenaamde stimuleringsprojecten moleculaire biologie, die voortkomen uit een eenmaal in 1974 door ZWO beschikbaar gesteld extra subsidie, als zodanig niet meer bestaan; ze werden geleidelijk aan opgenomen in de bestaande programma's van de betreffende werkgemeenschappen."[29] Mogelijk succesvoller als stimulans voor interdisciplinair onderzoek waren de moleculair-biologische conferenties die elk jaar werden gehouden.[30]

Wetenschapsbeleid

In het voorgaande hebben we gesproken over interdisciplinaire wetenschaps-ontwikkeling als strategie voor het ontginnen van nieuwe wetenschaps-gebieden. Maar het door SON gefinancierde reguliere onderzoek werd geconfronteerd met de 'grenzen van de groei'. Zo was er door de forse groei van de Werkgemeenschap Nucleïnezuren onvoldoende geld voor financiering van alle goede voorstellen. Dit leidde ertoe dat er voor de SON-begroting van 1971 door de werkgemeenschappen werd gekozen voor een veel hardere

28. *SON-Jaarverslag 1973*, pp. 8-9.
29. *SON-Jaarverslag 1981*, p. 21.
30. Kersten, 1996, pp. 227-35.

manier van beoordeling dan daarvoor het geval was geweest. (Zie kadertekst: *Prioritering*)

Prioritering

"Het begrotingsvoorstel dat voor 1971 door de Werkgemeenschap voor Nucleïnezuren werd ingediend, bevatte [...] duidelijk gedifferentieerde prioriteiten, die tot stand gekomen waren binnen de werkgemeenschap zelf aan de hand van preadviezen van het bestuur van de werkgemeenschap. Bij het opstellen van deze preadviezen werden als leidraad twee over iedere aanvraag uitgebrachte anonieme beoordelingsrapporten gebruikt. Daarmee had deze werkgemeenschap zelf een weg gevonden en — naar nu wel gezegd kan worden — voor SON als geheel aangegeven om tegemoet te komen aan de reeds onder het voorzitterschap van Dr. Verwey steeds duidelijker wordende — en ook tegenover de werkgemeenschappen uitgesproken — idee, dat de steun van SON vooral ten goede dient te komen aan *excellerend lopend* en *veelbelovend nieuw* onderzoek.
Eind 1970 vond een voor SON zeer belangrijke vergadering plaats tussen een aantal bestuursleden en vertegenwoordigers van de werkgemeenschappen. In een nota voor deze vergadering zette het bestuur uiteen van mening te zijn, dat de werkgemeenschappen in de toekomst jaarlijks duidelijk dienen te maken waar de prioriteiten op hun respectievelijke gebieden liggen en waarom. Daarmee werden de werkgemeenschappen veel meer dan voorheen het geval was geconfronteerd met een eigen verantwoordelijkheid, nl. om het bestuur te adviseren over de te nemen besluiten ten aanzien van de verdeling van het subsidie."

(Uit: *SON-Jaarverslag 1973*, pp. 14-5; mijn cursivering, TvH)

Voor ingediend onderzoek werden door het SON-bestuur de volgende beoordelingscriteria gesuggereerd: internationale concurrentiepositie, 'bemanning' van het project, outillage, eerder behaalde resultaten, aanwezige *know how*, enzovoorts. Belangrijk was voorts dat het SON-bestuur aanwees dat aanvragers zich niet dienden te beperken tot verslaglegging en de aanvraag van het eigenlijke SON-project maar dat ook de 'context' moest worden beschreven. In de SON-jaarverslagen werd voortaan de zinsnede opgenomen: "In de verslagen van de werkgemeenschappen is, zoals gebruikelijk, geen poging gedaan om de verstrengeling van universitair en door SON gesteund onderzoek te ontrafelen. De lezer dient zich echter wel te realiseren, dat de steun van SON aan de daarin genoemde onderzoeksprojecten dikwijls geheel verschillend van omvang is, maar dat *vrijwel altijd het leeuwendeel rechtstreeks door de betreffende instelling betaald werd.*"[31] Men kon dit zien als een marginaliseren van de SON-bijdragen maar tegelijkertijd fungeerden de SON-subsidies op deze manier als een vergrootglas voor het lopende universitaire onderzoek. Het overige onderzoek waarover gewoonlijk geen wetenschappelijke jaarverslagen werden gepubliceerd, werd derhalve zichtbaar gemaakt voor evaluatie.

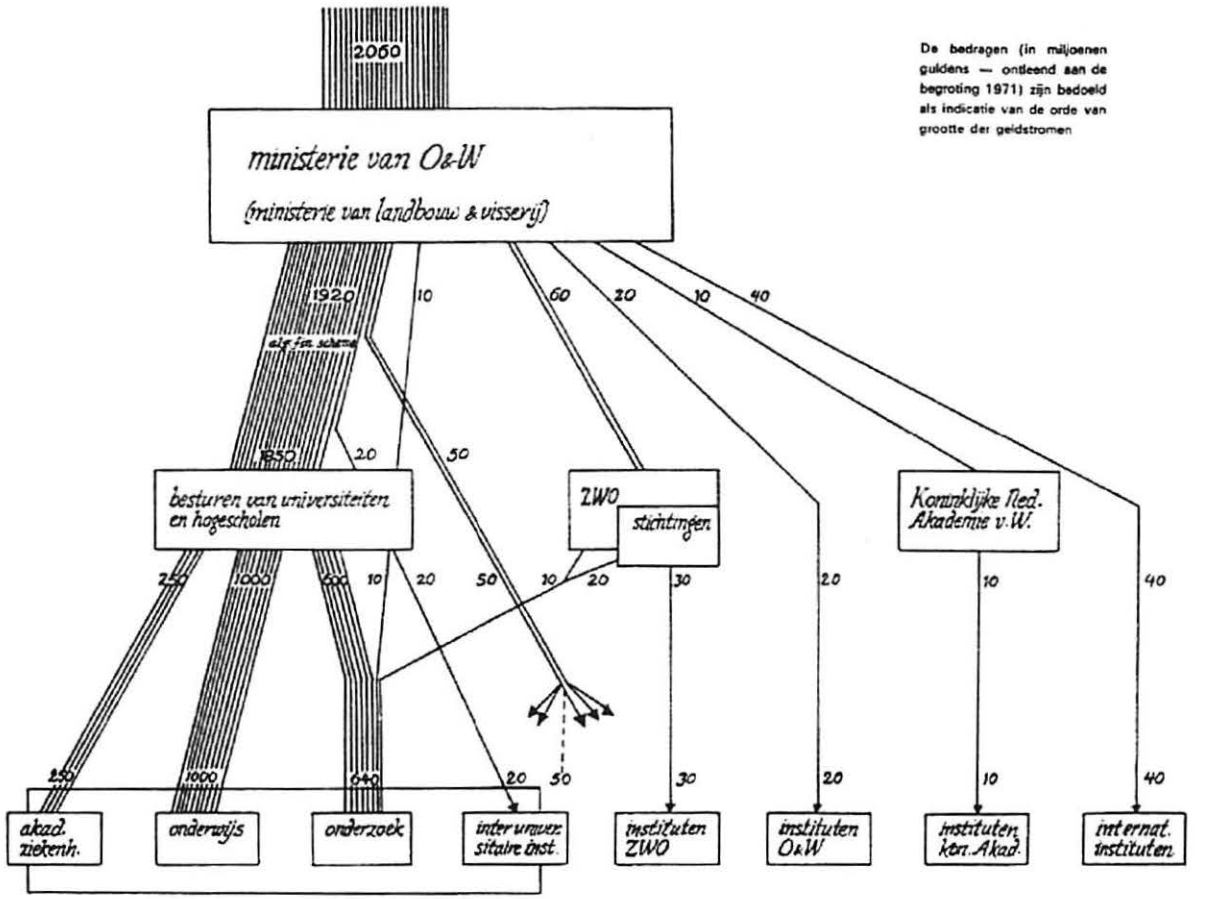
31. *SON-Jaarverslag 1974*, p. 10; mijn cursivering, TvH.

Prioritering en bevordering van excellent wetenschappelijk onderzoek had weliswaar een ratio ten tijde van financiële teruggang maar het had ook een belangrijk nadeel. In het *SON-Jaarverslag 1974* schreef SON-directeur Bernard van Geelen dat, mochten de middelen toenemen, en daar was herhaaldelijk om gevraagd, er een totaal andere situatie zou ontstaan "... waarin het niet langer mogelijk en gewenst zal zijn zich tot steun aan uitsluitend excellent onderzoek te beperken, maar waarin het eveneens tot de taak van SON behoort te zorgen voor de humuslaag waarop dit excellerende werk kan gedijen, resp. aan kan ontspruiten."[32] Met andere woorden, prioritering van excellent onderzoek vormde geen garantie dat de voedingsbodem waarop onderzoekers moesten groeien de meest optimale was. De wenselijkheid van *centres of excellence* of van evenredige spreiding van fondsen speelde uiteraard een belangrijke rol bij het algemene wetenschapsbeleid.[33]

Hierboven is bij de discussie over de moleculaire biologie al gerefereerd aan missiegeoriënteerd fundamenteel onderzoek. In het kader van het voorgenomen wetenschapsbeleid vanaf de jaren zeventig zou dit een centrale term worden. Bestond er enerzijds nog wel een mogelijkheid tot sturing van onderzoek dat via de *tweede* geldstroom werd gefinancierd, het probleem was dat het merendeel van het wetenschappelijk onderzoek onbeïnvloedbaar was omdat het werd gefinancierd via de onderwijsgebonden *eerste* geldstroom. We hebben gezien dat deze laatste gefragmenteerd was en sterk ingebed in een ideologie van academische vrijheid van hoger onderwijs en onderzoek. De beperkte invloed van de tweede geldstroom op de inhoud van het wetenschappelijk onderzoek wordt inzichtelijk verbeeld in het schema 'De financiering van het wetenschappelijk onderwijs en het zuiver wetenschappelijk onderzoek'.[34]
Voor het uitwerken van de plannen tot wetenschapsbeleid in Nederland werd een Gespreksgroep Universitair Onderzoek (GUO) geformeerd. Deze Gespreksgroep kwam tot de conclusie dat er behoefte bestond om tot *centres of excellence* te komen. Met andere woorden, de financiën voor wetenschappelijk onderzoek moesten meer in het bijzonder gaan naar díe vakgroepen, laboratoria of instituten die zich in positieve zin van anderen onderscheidden. Dit was het oude adagium van de Rockefeller Foundation: 'Making the peaks higher'.
Er bleken plannen te bestaan om de verdeling van onderzoeksgelden toe te wijzen aan een nationale researchorganisatie waartegen de Gespreksgroep te hoop liep: "Aan de ene kant biedt een dergelijke structuur nauwelijks garanties voor verbetering van de parlementaire controle op het wetenschappelijk onderzoek, aan de andere kant wordt een wezenlijk onderdeel van de

32. *SON-Jaarverslag 1974*, p. 8.
33. Dit is een probleem waar NWO tot op de dag van vandaag mee worstelt.
34. Bijlage bij Voorlopige Nota RAWB, Handelingen Tweede Kamer 11 517, Zitting 1971-1972, nr. 2, p. 10.
35. Handelingen Tweede Kamer 11 281, 1970-1971, nr. 16, p. 32.

DE FINANCIERING VAN HET WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS EN HET ZUIVER WETENSCHAPPELIJK ONDERZOEK



Uit: Handelingen Tweede Kamer 11 517, Zitting 1971-1972, nr. 2, p. 10

academische vrijheid, de vrijheid van onderzoek, erdoor ondermijnd."[35] Bovendien was er het gevaar dat de *centres of excellence* zich op den duur zouden losmaken van het wetenschappelijk onderwijs, hetgeen door velen als onwenselijk werd gezien.
Met de nota *Wetenschapsbeleid* van minister F. H. P. Trip werd in 1974 een aantal nieuwe stappen gezet in de sturing van het wetenschappelijk onderzoek.[36] In deze nota werden voor het wetenschappelijk onderzoek een viertal organisatiemodellen gepresenteerd:
— Het *pluralistische* model: vérgaande decentralisatie binnen de overheid ten aanzien van beslissingen over wetenschapsbeleid.
— Het *coördinatie*-model: een overlegstructuur.
— Het *centralistische* model: één departement voor de wetenschappen.
— Het *gezamenlijk actie*-model: hierbij trachtte men de gewenste coördinatie te bereiken door een *centrale instantie* in het leven te roepen voor besluitvorming ten aanzien van het wetenschapsbeleid.
Trip bracht een onderscheid aan tussen buiten-universitair, overwegend maatschappelijk-dienstbaar onderzoek, waarvoor de coördinatie en beleidsvoorbereiding georganiseerd zou worden volgens maatschappelijke aandachtsgebieden. Daarmee werden bedoeld grote probleem- en beleidsgebieden waarbinnen het onderzoek als één geheel kon worden overzien. Daartoe werden zogeheten landelijke sectorraden ingesteld waarin wetenschap, gebruikerswereld en overheid waren vertegenwoordigd.
Het zuiver-wetenschappelijk onderzoek was gebonden aan andere randvoorwaarden. Volgens de nota *Wetenschapsbeleid* behoorde dit type onderzoek "... tot de groep van zogeheten collectieve goederen (of diensten). Immers, resultaten van zuiver wetenschappelijk onderzoek zijn niet splitsbaar in op een markt verkoopbare eenheden; degene die dergelijk onderzoek verricht, kan in het algemeen geen prijs voor de resultaten van zijn werk bedingen. Als gevolg hiervan leent zuiver wetenschappelijk onderzoek zich niet voor commerciële exploitatie. De allocatie van de voortbrenging is derhalve geen zaak van het marktmechanisme, maar dient onderworpen te zijn aan de politieke besluitvorming (c.q. werking van het budgetmechanisme)."[37]
Voor dit proces van politieke besluitvorming zou de Raad voor het Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek moeten worden omgevormd tot een Raad voor het Wetenschappelijk Onderzoek (R. W. O.). Tot haar taken zou behoren het jaarlijks opstellen van onderzoeksprogramma's, het doen van evaluaties en het toewijzen van gelden. De beoogde RWO zou afdelingen krijgen voor geestes-, natuur-, maatschappij-, levens- en technische wetenschappen.
Het verlaten van de ivoren toren deed het directe belang van de wetenschap

36. Vergelijk Hutter, 2003. De jaren zeventig waren het decennium van de ministers voor wetenschapsbeleid. In het eerste kabinet Biesheuvel (1971-1972) was De Brauw (DS '70) minister zonder portefeuille, belast met wetenschapsbeleid en wetenschappelijk onderwijs. In het kabinet Den Uyl (1973-1977) was Trip (PPR) minister zonder portefeuille, belast met wetenschapsbeleid. Net als de ministers Peijnenburg (CDA) en Van Trier (CDA) in het kabinet Van Agt I. Zie Van Engeldorp-Gastelaars, 1991, p. 40.
37. Handelingen Tweede Kamer 13 221, zitting 1974-1975, p. 96.

voor de maatschappij toenemen maar dit had uiteraard haar prijs. De maatschappij wenste nu inspraak hetgeen niet door iedereen blijmoedig werd aanvaard, waaronder Andries Querido: "Fortunately the ivory tower of the university seems to have disappeared. Unfortunately it has been replaced by two seemingly iron castles: the Ministries and Politics!"[38]

Maatschappelijke discussies

De ontwikkelingen rond het wetenschapsbeleid in het begin van de jaren zeventig kwamen niet alleen voort uit een mindere groei van de financiering van het wetenschappelijk onderzoek. Zij was tevens een uiting van een tendens tot democratisering in de Nederlandse maatschappij. Studenten wilden inspraak in het onderwijs, toegang tot de universitaire bestuursorganen en een stem met betrekking tot wat de wetenschap zou moeten onderzoeken. De universiteit diende uit haar *Ivoren Toren* te komen en zich te richten op maatschappelijke problemen: wetenschappelijk onderzoek moest *maatschappelijk relevant* worden. Onder de W.U.B. was het gedaan met de 'alleenheerschappij' van de hoogleraar-directeur; de vakgroep als geheel kreeg invloed op het reilen en zeilen, zowel wat betreft onderwijs als onderzoek. Het was gedaan met de strikte academische vrijheid.

We hebben gezien dat de ideologie van door de overheid gefinancierde zuivere wetenschap — met rekenschap en verantwoording in Mertoniaanse termen van kritiek, scepticisme en onbaatzuchtigheid — een voorwaarde was voor het buiten de deur houden van maatschappelijk heikele kwesties, zoals het gebruik van wetenschap voor oorlogsdoeleinden (bijv. chemische wapens, nucleaire bewapening). Nu drie decennia later het bloeitijdperk van de zuivere wetenschap *passé* leek, dienden maatschappelijke discussies over wetenschap en haar toepassingen zich weer aan. Voor de bioweten-schappen was een onderwerp dat de gemoederen losmaakte het gebruik van recombinant-DNA als techniek voor *genetische manipulatie.* (De aandacht voor nucleïnezuur en eiwit in de vijf biochemische SON-werkgemeenschappen illustreert het centrale belang van de rec-DNA-technologie toen deze aan het eind van de jaren zeventig mogelijk werd. (Zie kadertekst: *Karakterisering van de Biochemische SON-Werkgemeenschappen 1976-1981*)

Karakterisering van de Biochemische SON-Werkgemeenschappen (1976-1981)

Werkgemeenschap voor Eiwitonderzoek

Het onderzoek is gericht op de gedetailleerde moleculaire opbouw en de eigenschappen van eiwitten. Het interessegebied van de werkgemeenschap is duidelijk afgebakend en beperkt zich tot fundamenteel onderzoek van de strikt moleculaire basis van functionele eigenschappen van eiwitten. Tweeërlei achtergrond kan onderscheiden worden: a. de bestudering van de functie van eiwitten op moleculair niveau en b. de bestudering van eiwitten vanuit de fysische chemie (röntgenanalyse, NMR-spectroscopie) en de organische

38. Querido, 1978, p. 37.

chemie (peptidesynthese en semisynthese van eiwitten). Beide benaderingswijzen worden in de Werkgemeenschap voor Eiwitonderzoek met vrucht tot elkaar gebracht.

Werkgemeenschap voor Lipiden en Membranen
In deze werkgemeenschap worden de functionele en metabole aspecten van lipiden onderzocht en in het bijzonder hun rol in biologische membranen. De selectieve permeabiliteit van biologische membranen vormt een belangrijk studieobject samen met onderzoek aan membraan-modelsystemen. Vanuit de metabole benadering wordt informatie verkregen over de interacties tussen lipiden en proteïnen. Deze studies geven ook inzicht in de invloed van enzymen in de cel op de grensvlakken en dragen zo bij tot het dynamische beeld, dat zo typerend is voor het biologische grensvlak.

Werkgemeenschap voor Nucleïnezuren
Het onderzoek richt zich hier op structuur, biosynthese en functie van nucleïnezuren, waaronder het mechanisme van de eiwitbiosynthese. Het valt te groeperen rond de volgende, ook internationaal sterk in de belangstelling staande thema's: Mechanisme van de eiwitsynthese en karakterisering van de daarbij betrokken factoren en componenten; regulering van de genexpressie in prokaryoten en eukaryoten, alsmede in daarin voorkomende virale systemen; biogenese van ribosomen en mitochondriën; de groene eukaryoot; oncogene virologie. De recente ontwikkelingen van de 'nucleïnezuurtechnologie': de toepassing van a. restrictie-enzymen, b. de technieken voor het bepalen van basevolgorden, c. clonering en amplificatie van belangrijke DNA-fragmenten, alsmede de verkregen inzichten in de transcriptie en translatie op moleculair niveau zijn binnen de werkgemeenschap voor een groot deel operationeel gemaakt.

Werkgemeenschap voor Bioenergetica
Het onderzoek is toegespitst op de moleculaire processen, die in levende cellen in belangrijke mate betrokken zijn bij vastlegging of verbruik van energie. De bestudering van oxidatie-reductiereacties, die optreden bij de fotosynthese en bij de verbranding van voedingsstoffen en van de daaraan gekoppelde ATP-vorming vormt dan ook het centrale thema van het onderzoek. Tevens wordt aandacht besteed aan de studie van een aantal energieverbruikende reacties, zoals transport, en van factoren die de snelheid van de omzettingen bepalen.

Werkgemeenschap voor Moleculaire Genetica van Bacteriën en Bacteriofagen
De specifieke doelstellingen zijn: 1. het verkrijgen van inzicht in structuur en functie van de bacteriële en celenveloppe en van microbiële plasmiden en bacteriofaaggenomen, en 2. het verdiepen van het inzicht in de processen die ten grondslag liggen aan de overdracht van genetisch materiaal, genetische recombinatie en herstel van beschadigd DNA. Het onderzoek gaat vrijwel altijd uit van organismen waarin de te bestuderen processen of structuren genetisch (door mutatie) zijn gestoord, waarna met behulp van genetische, biochemische en fysisch-chemische methodieken wordt geprobeerd de aard van de verstoring te definiëren. De niet-gestoorde toestand, voorkomend in het niet gemuteerde organisme, dient daarbij als referentiekader. Door de aard van de doelstellingen, onderzoeksobjecten en onderzoeksmethoden neemt de

werkgemeenschap een plaats in tussen de biochemie enerzijds en de algemene biologie anderzijds.
De werkgemeenschap onderhoudt een nationale verzameling van mutanten ten behoeve van moleculair biologisch onderzoek, alsmede voor internationale uitwisseling."

(Uit: *SON-Jaarverslag 1976*, pp. 30-1)

De techniek van genetische recombinatietechnologie werd in 1973 ontwikkeld door Stanley N. Cohen van Stanford University en Herbert W. Boyer van de University of California, San Francisco. In een samenwerkingsproject voegden zij hun kennis over plasmiden (kleine cirkelvormige stukjes DNA) in bacteriën bij de kennis over uit bacteriën geïsoleerde restrictie-enzymen die DNA op specifieke wijze konden splitsen. Met hun techniek kon een stukje DNA uit groter erfelijk materiaal op specifieke wijze uitgesplitst worden, worden overgezet in een plasmide en vervolgens worden vermenigvuldigd. De mogelijkheid om met deze techniek de soort-barrière te slechten via het 'transplanteren' van genetisch materiaal zorgde voor veel onrust over de vraag of de veiligheid niet in het geding was.
De maatschappelijke onrust die ontstond over de recombinant-DNA-technologie was op hetzelfde principe gebaseerd als waarop de moleculaire biologie en de biochemie zelf berustten: datgene wat gold voor een bacterie zou ook voor de mens gelden. De beroering zou dan ook vooral ontstaan doordat vanwege de *omnirelevantie* van de moleculaire biologie en de biochemie dergelijke genetische 'manipulaties' ook open zou komen te liggen voor planten, dieren en mogelijk zelfs de mens (nu wordt liever gesproken van *genetische modificatie*). Al snel werd aangetoond dat de techniek ook werkte voor meer complexe organismen dan bacteriën en virussen. De omnirelevantie van de moleculaire biologie impliceerde dat recombinant-DNA-technologie toegepast kon worden om *te sleutelen aan de menselijke erfelijkheid!* De ontwikkeling van wetenschap en technologie werd in het begin van de jaren zeventig onderwerp van maatschappelijke discussie, zoals in de 'Nota Wetenschapsbeleid' werd verwoord: "De snelle technologische ontwikkeling heeft tal van nieuwe problemen opgeroepen, die het geloof in de zegeningen van de wetenschap danig hebben ondermijnd. De 'swing away from science' is ingezet."[39]
Om de gevolgen van deze nieuwe techniek eerst goed te kunnen overdenken werd door de Amerikaanse *National Academy of Sciences* een 'Committee on Recombinant DNA' ingesteld met de biochemicus Paul Berg (Stanford University) als voorzitter. In juli 1974 deed een aantal moleculair-biologen / biochemici (waaronder Berg, Cohen en Boyer) het voorstel om een moratorium in te stellen en met verder onderzoek te wachten tot er meer bekend was over de gevaren die mogelijk aan de techniek zouden kunnen kleven.[40]

39. 'Nota Wetenschapsbeleid', Handelingen Tweede Kamer 13 221, Zitting 1974-1975, nrs 1-2, p. 12.
40. Watson & Tooze, 1981.

Minstens even belangrijk in de hele discussie was dat Cohen en Boyer hun werkwijze octrooieerden.[41] Ofschoon het zes jaar zou duren voordat de octrooien werden verleend leek hiermee de Mertoniaanse norm van onbaatzuchtigheid te zijn overtreden. Ofschoon octrooiering gangbaar was binnen wetenschappelijke disciplines die dicht bij toepassingen lagen, zoals scheikunde, *engineering* en landbouw, was het voor fundamenteel onderzoek in de biologie of geneeskunde verre van algemeen geaccepteerd.
Vanwege belangen als wetenschappelijke reputatie en commercie wilden niet alle onderzoekers wachten tot de rec-DNA-technologie als zijnde veilig was geëvalueerd; er ontstond een enorme druk om het moratorium op te heffen. In het najaar van 1977 was de techniek al zo ver ontwikkeld dat eiwit, nagenoeg identiek aan natuurlijk eiwit uit de mens, in een bacterie kon worden aangemaakt. Via rec-DNA-technieken verkregen menselijke eiwitten waar veel commerciële belangstelling voor bestond waren onder meer somatostatine (groeihormoon), insuline en meerdere typen interferonen. Mede onder druk van de commerciële belangen was er in de Verenigde Staten nauwelijks meer sprake van een verbod op toepassing van de recombinant-DNA-technologie.
In Europa was men echter veel terughoudender. In Nederland begon de publieke discussie over recombinant-DNA aan het eind van 1976 met een aantal kamervragen. Er werd een KNAW-commissie ingesteld die moest adviseren omtrent de te nemen veiligheidsmaatregelen en die afspraken kon maken met laboratoria die rec-DNA-experimenten wilden uitvoeren. Naar aanleiding van een kamervraag antwoordde de minister van Volksgezondheid, Irene Vorrink, dat voor biologisch onderzoek in principe geen afzonderlijke wetgeving bestond anders dan de regelingen uit de Hinderwet, Veiligheidswet en Kernenergiewet. In augustus 1977 schreef de minister dat het nodig was om voor biologisch onderzoek, en meer in het bijzonder kunstmatig rec-DNA-onderzoek, wetgeving te maken. Een centraal thema in de risicodiscussie over de rec-DNA-techniek was het onderscheid tussen fundamenteel onderzoek en toepassingen daarvan (zie kadertekst: *Risico's en Maatschappelijke Gevolgen*).

Risico's en Maatschappelijke Gevolgen van DNA-Recombinatie-Onderzoek — Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers

"De discussie over DNA-recombinatie heeft zich tot nu toe grotendeels beperkt tot de risico's van het onderzoek. Hierbij wordt uitgegaan van de *vooronderstelling dat onderzoek en toepassingen van elkaar gescheiden kunnen worden.* Eerdere ontwikkelingen op andere gebieden maken echter duidelijk dat, wanneer de kennis eenmaal aanwezig is, de beheersing en regulering van de toepassingen zeer problematisch wordt. De consequentie hiervan is onzes inziens dat bij de discussie over risico's van het DNA-recombinatie-onderzoek, ook de risico's en de maatschappelijke implicaties van de toepassingen betrokken dienen te worden. Aangezien de meeste toepassingen

41. Hughes, 2001.

nog in de fase van voorbereiding zijn, lijkt nu nog de ruimte aanwezig deze in de discussie te betrekken en bij de beoordeling van de techniek een rol te laten spelen. ... De risico's van de toepassingen betreffen vooral grootschalige toepassing in de vorm van industriële produktie. Deze verhoogt volgens ons de kans op verspreiding van recombinant-DNA en betekent een toename van de risico's met een onbekende factor. Zo zijn veiligheidsmaatregelen in de industrie een onderdeel van het economisch afwegingsproces. Als gevolg hiervan worden ze niet bepaald door veiligheidseisen alleen. ... Dit betekent dat ernstig rekening dient te worden gehouden met een nieuwe, ditmaal biologische, wapenwedloop. Onder militaire strategen wordt momenteel al gesuggereerd dat de Verenigde Staten een achterstand op dit gebied zouden hebben. Een dergelijke 'gene-gap' is vroeger ook al gesuggereerd ten aanzien van strategische bommenwerpers en raketten. Deze 'bomber'- en 'missile-gaps' — die later overigens niet bleken te bestaan — hebben in het verleden een grote versnelling van de wapenwedloop tot gevolg gehad. Wat betreft de verspreiding van de kernwapens heeft bij velen de mening postgevat dat de geest uit de fles is en daarin niet meer terug te dringen zal zijn; er wordt dan gezegd dat de mens met het (macro)risico van deze wapens zal moeten leven. Wat betreft biologische wapens en de DNA-recombinatie-techniek zou men zich onzes inziens de vraag dienen te stellen of een tweede geest uit de fles moet worden gelaten.
De conclusie is dan ook dat, gezien *de verwevenheid van kennis met toepassingen van kennis* en het ontbreken van passende instrumenten om (zowel in materieel als in maatschappelijk opzicht) de genoemde risico's te beheersen, wij van mening zijn dat men de ontwikkeling van dit specifieke wetenschapsgebied moet laten rusten totdat aan twee voorwaarden is voldaan. Ten eerste: dat toename van wetenschappelijke kennis en/of ontwikkeling van methoden op andere gebieden een schatting van de risico's mogelijk maakt die voldoende betrouwbaar is in bovenbedoelde zin; ten tweede: dat een mondiale sociale structuur is bereikt, waarin misbruik van kennis op het gebied van recombinant-DNA adequaat kan worden beheerst."

(Uit: *DNA-Onderzoek in Discussie: Verslag van het DNA-forum van de Dienst Wetenschapsvoorlichting*, 1978, pp. 25-8; mijn cursivering, TvH)

De maatschappelijke discussie over de plaats van wetenschap en technologie in de maatschappij was voor de biochemie hoofdzakelijk geconcentreerd rond het onderwerp genetische manipulatie. In een brief aan E. C. Slater stelde Piet Borst dat de "warrige" maatschappelijke discussie over de recombinant-DNA-technologie drie aspecten betrof die door elkaar werden gehusseld: "(i) Contrôle op het verkrijgen van nieuwe kennis. Motief: de snelheid waarmee onze maatschappij verandert is groter dan ons vermogen deze veranderingen te integreren. Alle nieuwe kennis kan potentieel misbruikt worden. Er zijn dingen die je maar beter niet kunt weten. Etc. (ii) Contrôle op de toepassing van nieuwe kennis. Motief: Niet alles wat kan hoeft en bij iedere toepassing dient een redelijke afweging van voor en tegen plaats te vinden. (iii) Een specifieke, preventieve contrôle op de

hantering van gevaarlijk materiaal."[42] De maatschappelijke wenselijkheid van bepaalde wetenschappelijke ontwikkelingen en toepassingen daarvan vormt tot op de dag van vandaag onderwerp van (soms) verhitte discussies. Om het zekere voor het onzekere te nemen koos men ervoor om, afhankelijk van het vermeende gevaar, de recombinant-DNA-experimenten alleen te doen onder omstandigheden van voldoende geachte fysieke bescherming. Daartoe werden bouwkundige, technische en protocollaire maatregelen genomen. Er werd een classificatie gemaakt van laboratoria onderverdeeld in C I - C IV waarbij het meest streng beveiligde laboratorium het C IV-lab is. De veiligheidseisen waren afhankelijk van het type experiment.
In de beginjaren tachtig waren een tiental C I- en C II-laboratoria in bedrijf bij universiteiten, TNO en de industrie. Voor C III-*containment* zou een ruimte beschikbaar komen bij het Medisch-Biologisch laboratorium TNO terwijl een C IV-lab bij het EMBL in Heidelberg werd ingericht. Doordat bij veel experimenten gebruik werd gemaakt van zogeheten 'kreupele' micro-organismen konden veel experimenten in een lagere beveiligingsschaal worden uitgevoerd zonder dat die infectiegevaar opleverden.[43]

Samengevat, in de jaren zeventig ontstond een *triple helix* van universiteiten, overheid en bedrijfsleven waarbij de eerste twee intensieve interacties met elkaar onderhielden. Fundamenteel onderzoek mocht, zo niet moest, voortaan missiegeoriënteerd zijn en diende als motor voor innoverend Nederland. Wat de biowetenschappen betrof stond het bedrijfsleven nog op enige afstand. In de jaren tachtig zouden de relaties tussen de drie strengen echter zeer intensief worden. Om met de woorden van Theo Hesselink, vanaf het midden van de jaren tachtig de directeur van SON, te spreken: "Rond 1985 was de omslag in het denken over relaties met de industrie voltooid."[44]

42 . P. Borst aan E. C. Slater, 29 mei 1979; toeg.nr. 379, inv.nr. 214, RANH.
43 . Verkenningscommissie Biochemie, 1982, pp. 199-203.
44 . Hesselink, 1999, p. 23.

Hoofdstuk 6
Biowetenschappen en Bedrijfsleven op Weg naar de 21e Eeuw: Verstandshuwelijk of Echte Liefde?

In het vorige hoofdstuk hebben we aan de hand van de biochemie / moleculaire biologie laten zien dat zij als interdisciplines balanceerden op het slappe koord van de *noodzakelijke spanning*: tussen de robustheid van de ouderdisciplines en de drang tot vernieuwing. Het streven naar onafhankelijkheid was groot omdat dit kansen tot expansie leek te bieden. Anderzijds bestond de dreiging van marginalisering wanneer zij als opkomende disciplines onvoldoende kritische massa konden verwerven. De wettelijke structuur van het hoger onderwijs speelde in deze ontwikkelingen een niet onbelangrijke rol. Dit vormt een illustratie van de beperking in vrijheidsgraden als gevolg van bestaande vormen van institutionalisering.
De Wet Universitaire Bestuurshervorming (W.U.B.) van 1970 was voor de biochemie van tamelijk grote invloed omdat deze wetswijziging werd ingevoerd op een moment dat zij in haar bloeitijd verkeerde. Onder de W.U.B. was de organisatie-eenheid van hoger onderwijs en onderzoek: een groep personen werkzaam op één vakgebied. Voor deze organisatie-eenheid werd de term *vakgroep* ingevoerd.[1] Voor onderwijs/onderzoeksgroepen die inter- of transdisciplinair van karakter waren leek dit een mogelijkheid tot verzelfstandiging. Een addertje onder het gras was echter dat vakgroepen slechts bij één (sub)faculteit onderdak mochten vinden hetgeen natuurlijk weinig stimulerend was voor interfacultaire organisatievormen.
Onder de W.U.B. bleven universiteiten georganiseerd in de rigide termen van (sub)faculteiten en disciplines. Een interdisciplinaire vakgroep, zoals de Biochemie, moest aansluiting zoeken bij díe faculteit die er het meest mee verwant was. In de Memorie van Toelichting op de W.U.B. werd dit als volgt verwoord: "Het ligt voor de hand, dat in een dergelijk geval de instelling geschiedt door de faculteitsraad die, gezien de plaats die het betreffende vak in de onderscheiden faculteiten inneemt, het meest in aanmerking komt."
In geval van interdisciplinariteit — en de W.U.B. noemde de biochemie daarbij expliciet — kon tevens alternatieve institutionalisering worden gezocht door vakgroepen van verschillende faculteiten tezamen een *werkgroep* te laten instellen.[2]
De noodzaak voor vakgroepen om voor één faculteit te kiezen maakte de positie van medisch-georiënteerde biochemische vakgroepen soms problematisch. Het zij gememoreerd dat de biochemie zich al sinds het rapport van de Commissie Reinink-II ten opzichte van de geneeskunde in

1. Handelingen Tweede Kamer 10 636, Zitting 1969-1970, nrs. 1-2; artikel 17.
2. Handelingen Tweede Kamer 10 636, Zitting 1969-1970, nr. 3, Memorie van Toelichting, pp. 18-9.

een heikele positie bevond. We hebben in Hoofdstuk 2 gezien dat er indertijd weliswaar voor werd gepleit om de biochemie en biofysica in een interfaculteit onder te brengen maar dat men tevens van mening was dat het onderzoeks*front* van de biochemie binnen de W&N-faculteiten lag. De door de Commissie Reinink-II voorgestelde biochemie als interfaculteit was dienstverlenend, een positie die afbreuk deed aan het eigenstandige karakter waarnaar biochemici streefden.
De *omnirelevantie* van de biochemie voor zulke uiteenlopende studierichtingen als de natuurwetenschappen (scheikunde, biologie), de geneeskunde én de landbouwwetenschappen maakte dat zij, wilde ze zich profileren, moest kiezen: óf de biochemie was een divers palet van subspecialismen welke relevant waren voor een heel scala aan overige disciplines, óf het betrof één eigenstandige studierichting die bij Geneeskunde of W&N diende te worden ondergebracht. Voorzitter E. C. Slater van de Commissie voor Biochemie en Biofysica schreef aan de KNAW dat de eisen gesteld door de W.U.B. voor de biochemie tot een onaanvaardbare situatie zouden leiden: "Naar de mening van de Commissie [voor Biochemie en Biofysica] houdt deze bepaling onvoldoende rekening met het feit dat de biochemie van belang is voor het onderwijs en onderzoek in verschillende subfaculteiten en faculteiten."[3] Maar vanuit het ministerie van O&W werd gesteld dat het bestaan van meerdere vakgroepen Biochemie juist een ontkenning van het interdisciplinaire karakter van de biochemie zou inhouden. A. J. Piekaar van het Ministerie van O&W antwoordde de CBB: "Bij een dergelijke opzet [de biochemie onder meerdere faculteiten] zou immers worden gescheiden wat bijeenhoort en zou het interdisciplinaire karakter van de biochemie als het ware worden ontkend met alle ongewenste gevolgen voor de organisatie van het onderwijs en onderzoek op dat gebied."[4] De positie van de biochemie tussen de faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen en de faculteit Geneeskunde zou een omstreden discussiepunt blijven: vooral wanneer er bezuinigingen dreigden!
In 1974 deden zich bijvoorbeeld problemen voor omtrent de zelfstandigheid van de vakgroep Medische Biochemie van de Rijksuniversiteit Leiden. In januari 1974 had de minister van O&W aan de Rijksuniversiteit Leiden laten weten dat naar zijn mening de beoefening van de biochemie primair thuishoorde in W&N waarbij "... dienstverlening aan de Medische faculteit tot de mogelijke neventaken behoort." Geavanceerde beoefening van de biochemie bij de medische faculteit achtte de minister niet wenselijk omdat het betreffende onderwijs aan medische studenten werd gekenmerkt door een algemeen inleidend karakter. Met andere woorden, dienstverlenend onderwijs behoefde geen *cutting-edge science.* Om op wetenschappelijk gebied bij te blijven moesten de medisch-biologen maar terugvallen op de biochemie bij W&N.
De CBB/KNAW antwoordde de minister: "De problematiek waarmede de Medische Biochemie wordt geconfronteerd is essentieel anders dan die der

3. CBB-brief van 5 oktober 1971.
4. Geciteerd in CBB-brief van 5 oktober 1971, p. 5.

Biochemie zoals deze in de Faculteit der Wiskunde en Natuurwetenschappen wordt bewerkt, ook al is uiteraard de methodologie en de basiskennis dezelfde. Het zijn de ontregelingen van biochemische processen, zoals deze zich in de menselijke pathologie presenteren, die uitermate bevruchtend zijn voor de Biochemie in het algemeen."[5] Met andere woorden, de biochemie van de mens (en met name de pathobiochemie) vormde een fundamenteel onderzoeksfront voor de algemene biochemie.
Ook de sectie Geneeskunde van de Academische Raad antwoordde, bij monde van Paul J. Thung, dat natuurwetenschappelijk onderzoek binnen de geneeskunde een eigenstandig karakter bezat. Het zou gaan om geneeskundig gericht grensverleggend onderzoek met typisch *eigen* probleemvelden. "Het is een hardnekkig misverstand om deze ontwikkelingen te zien als medische *toepassingen* vanuit bepaalde moedervakken."[6] Het presenteren van medische biochemie als een studie met zuiver-wetenschappelijke kenmerken — en zich derhalve afzettend tegen toepassingsgerichtheid — fungeerde derhalve als legitimatie voor verzelfstandiging!
Rond 1970 waren, mede door de sterke aanwas van studenten, de financiële problemen rond het universitaire onderwijs nijpend geworden. De curriculumwijzigingen die de minister voor Onderwijs & Wetenschappen beginjaren zeventig in het kader van de studieduurverkorting voor ogen had stimuleerden verschillende biochemici om te streven naar een verzelfstandiging van de biochemie. Een tweede element in de discussie was dat studenten, aldus de minister, te veel tijd namen voor hun studie. De problemen rond de aantallen studenten werden aangepakt in het Plan Posthumus dat voorzag in een verkorting van de nominale duur van de studieprogramma's tot vier jaar en een strikte beheersing van de maximale studietijd (inschrijvingsduur).[7]
Een beperking van de studieprogramma's tot nominaal vier jaar leverde volgens de Commissie voor de Biochemie en Biofysica, bij monde van Sjoerd L. Bonting, voor de biochemie en biofysica de volgende bezwaren op[8]:
1. Hybride opleidingen (biomedische vakken) zouden vrijwel onmogelijk worden.
2. De neiging om in een biomedisch vak te promoveren zou afnemen omdat men er tijdens de studie niet mee in aanraking zou kunnen komen.
3. Promovendi van de nieuwe stijl in een biomedisch vak zouden praktisch zonder kennis en ervaring in het desbetreffende vak aan hun promotieonderzoek beginnen; mogelijk zouden dit vooral studenten zijn voor wie in de faculteit Wiskunde en Natuurwetenschappen geen plaats was.

5. J. Lever, secr. afd. Natuurkunde KNAW, 12 januari 1976.
6. P. J. Thung, 26 maart 1975; mijn cursivering, TvH.
7. In de Posthumus-voorstellen werden de eerste suggesties gedaan voor de instelling van een betaald assistent-onderzoekerschap hetgeen later in gewijzigde vorm als de 'tweede fase' werd ingevoerd.
8. CBB-brief van 26 januari 1971.

4. Er dreigde een probleem met betrekking tot de staf omdat de voor het massale aanvangsonderwijs benodigde student-assistenten en doctorandi er niet meer zouden zijn. Voorts zouden gepromoveerden geen of onvoldoende onderwijservaring opdoen.
Diegenen die in de verzelfstandiging van de studierichting biochemie de beste waarborg zagen voor een levensvatbare discipline, ontwikkelden een onderwijsprogramma met een studieprogramma van 4 jaar volgens het Plan Posthumus. In 1974 werd door de CBB — met Bonting als stuwende kracht — een vierjarig onderwijscurriculum voor de biochemie voorgesteld. Naast wis- en natuurkunde, alsmede biologie, werden de volgende specifiek biochemische onderdelen voorgesteld[9]:

Specificatie Biochemie binnen een Vierjarig Curriculum Biochemie
Propedeuse: Cel, dynamiek, metabolisme, gisting, glycolyse, enzymen, energiemetabolisme, eiwitten, nucleïnezuren, genetische functie van DNA, eiwitsynthese, toepassingen van de biochemie;
Bouwstenen: koolhydraten, vetten, aminozuren, eiwitten, nucleïnezuren, scheidingsmethoden, analysemethoden;
Enzymen: indeling, enzymkinetiek, allosterie, coenzymen, isolatie, bepaling, industriële en klinische toepassingen;
Energiestofwisseling: glycolyse, Krebs-cyclus, oxidatieve fosforylering, acetyl-CoA, CO_2-fixatie, regulaties;
Intermediaire stofwisseling: koolhydraten, pentosefosfaatcyclus, glycogeenmetabolisme, regulatie, lipidemetabolisme, eiwitten, aminozuren, nucleïnezuren en nucleotiden, inborn errors of metabolism, voeding, fotosynthese;
Eiwitsynthese: rol van DNA, RNA, genetische code;
Membranen en transport: bouw en structuur van membranen, passief transport, carriers, channels, actief transport, pomp-enzymen, gekoppeld transport van water en metabolieten.

Tegen het eind van de jaren zeventig kregen als gevolg van de hogeronderwijshervormingen twee belangrijke ontwikkelingen hun beslag. De eerste was de, reeds genoemde, gewijzigde universitaire organisatiestructuur: de vervanging van de hoogleraar/instituutsorganisatie door een afdelingsorganisatie. Daarnaast konden per vakgroep meerdere kroondocenten worden aangesteld. De tweede was de tendens dat vanaf de jaren zestig relatief meer aanstellingen van kroondocenten biochemie plaatsvonden aan de faculteiten Wiskunde en Natuurwetenschappen ten opzichte van de medische faculteiten. (Zie kadertekst: *Ontwikkeling van het Aantal Kroondocenten*)

9. CBB/KNAW, 1974, p. 16.

Ontwikkeling van het Aantal Kroondocenten in de Biochemie en Moleculaire Biologie in Nederland

	1940	*1950*	*1960*	*1970*	*1980*
Fac. Geneeskunde	4	4	9	23	34
Fac. Diergeneeskunde	1	1	1	1	2
Fac. W&N-wetenschappen	0	0	2 (+1*)	16** (+2*)	24** (+3*)
TH Delft	0	0	1	1	1
LH Wageningen	0	0	0	1	3
Totaal	5	5	13	42	64

Er zijn uitsluitend leerstoelen (en lectoraten) in de biochemie, fysiologische chemie, medische chemie (alleen in 1940 en 1950) en moleculaire biologie geteld. Als jaar van vermelding is, waar bekend, het jaar van instelling of beschikbaar komen van de leerstoel of het lectoraat genomen; anders dat van de eerste benoeming.
* Nevenbenoeming; hoofdbenoeming in de faculteit Geneeskunde.
** Waarvan in 1970 één in een biologische subfaculteit en in 1980 drie, plus één nevenbenoeming.

(Uit: Verkenningscommissie Biochemie, 1982, p. 36)

Dat biochemici meer en meer los kwamen te staan van de faculteiten Geneeskunde, waar zij hun wortels hadden, blijkt bijvoorbeeld uit een overzicht van het aantal biochemische promoties binnen de faculteit Geneeskunde respectievelijk de faculteit W&N van de Universiteit van Amsterdam tussen 1928 en 1981. Binnen geneeskunde nam dit geleidelijk aan af naar nul terwijl het aantal binnen de faculteit W&N bijna exponentieel toenam. Dit illustreert, naast de verschuiving, tevens de enorme toename in aantallen promovendi (en studenten) in de biochemie bij W&N. (Zie kadertekst: *Biochemische Promoties aan de Universiteit van Amsterdam*)

Biochemische promoties aan de Universiteit van Amsterdam (1928-1981)

Periode	*Aantal promoties*				*% promoties in*
	Fac. Geneesk.	*Fac. W & N*	*Overige*	*Totaal*	*Fac. Geneesk.*
1928-1932	1			1	(100)
1933-1936	6	3	1*	10	60
1937-1941	5	1		6	83
1942-1946	4	4		8	50
1947-1951	2	8		10	20
1952-1956	2	9		11	18
1957-1961	4	6		10	40
1962-1966	4	7		11	36
1967-1971	2	16		18	11
1972-1976	2	31		33	6
1977-1981	0	36		36	0
Totaal	32	121	1	154	21

* Landbouwwetenschappen.

(Uit: Verkenningscommissie Biochemie, 1982, p. 126)

Dat de biochemie was uitgegroeid tot een gevestigde discipline aan alle Nederlandse universiteiten en hogescholen blijkt uit het overzicht van biochemische vakgroepen in Nederland per ultimo 1982. (Zie kadertekst: *Biochemische Vakgroepen in Nederland per Ultimo 1982*)

Biochemische Vakgroepen in Nederland per Ultimo 1982

Instelling	*Vakgroep*	*Onderzoeksleiders*
Uv A'dam	Biochemie	van Dam, van Gelder, Slater, Kemp, Tager, Borst, Groot, Flavell
VU A'dam	Biochemie	Planta
	Medische Chemie	Hooghwinkel
TH Delft	Biochemie	Berends, Duine
RU Gron.	Biochemie	Gruber, van Bruggen Beintema, Witholt
	Fysiologische chemie	Kroon, Scherphof
RU Leiden	Biochemie	Jaspers, Bosch, van Knippenberg, Rörsch, Schilperoort
	Fysiologische Scheikunde*	Van der Eb, de Waard, Möller
	Medische Chemie*	Van Steveninck, Riemersma

RU Limburg	Biochemie	Hemker, Zwaal
KU Nijmegen	Biochemie (W & N)	Bloemendal, Bloemers
	Biochemie (Geneeskunde)	Hoenders, Bonting, Daemen, de Pont, Veerkamp
	Moleculaire Biologie	Schoenmakers
EU R'dam	Biochemie**	Scholte, Koster, Hülsmann, van der Molen
RU Utrecht	Biochemie	Van Deenen, de Gier, de Kruijff, Wirtz, van den Bosch, op den Kamp, de Haas
	Fysiologische Chemie	Jansz, Sussenbach, Rozijn, Hulst-Steyn Parvé
	Moleculaire Celbiologie***	Voorma
	Veterinaire Biochemie	Van den Bergh, van Golde, Prins
LH Wageningen	Biochemie	Veeger, Müller
	Moleculaire Biologie	Van Kammen

* Thans gecombineerd in de vakgroep Medische Biochemie
** Exclusief de afdeling Chemische Pathologie
*** Alleen de sectie Moleculaire Biologie.

(Uit: Verkenningscommissie Biochemie, 1982, p.19 & p. 92)

Dat de biochemie sterk was verweven met de instrumentele benadering vanuit de exacte wetenschappen blijkt bijvoorbeeld uit de instrumentele technieken die binnen de SON-Werkgemeenschap Eiwitonderzoek werden toegepast: massaspectrometrie; elektronenmicroscopie; ultracentrifuge; röntgendiffractie; neutronenverstrooiing; kleine hoek-lichtverstrooiing; spectrofotometrie (UV-vis, CD, Raman); fluorescentie; kernspinresonantie; electronenspinresonantie; computersimulaties & moleculaire dynamica; snelle kinetische technieken; chromatografische technieken; microcalorimetrie; synthese substraatanaloga; peptidesynthese; bereiding specifieke antilichamen; aminozuurvolgordebepaling (via nucleotidevolgorden alsmede op chemische wijze).[10]

Ondanks dat de biochemie haar wortels had in de faculteit Geneeskunde had zij zich daarvan in zekere mate losgemaakt. Voor de contacten tussen de biochemie en de biologische wetenschappen gold in het begin van de jaren tachtig evenzeer dat deze relatie verre van intiem was. Dit bleek bijvoorbeeld uit het geringe aantal biochemische vakgroepen dat was

10. Nota 'Eiwitonderzoek in Nederland in de Toekomst', 6 oktober 1982.

betrokken bij werkgemeenschappen van de Z.W.O.-stichting Biologisch Onderzoek BION. (Zie kadertekst: *Biochemische Projecten in het Kader van BION*)

Biochemische Projecten in het Kader van BION (1980)

Werkgemeenschap	*Aantal werkgroepen in 1980*		
	Totaal	waarvan met biochemische projecten	waarvan uit biochemische vakgroepen
Gefybo *	11	3 (27)	—
Celwanden	13	4 (31)	3
Alg. Microbiologie	14	8 (57)	—
Biol. Stikstofkringloop	9	3 (33)	2
Vgl. Endocrinologie	15	2 (13)	—
Parasitologie	16	1 (6)	1
Vgl. Stofw. Dieren*	18	5 (28)	1
Mol. Ontwikkelingsbiologie	16	9 (56)	2
Morfogenese van Planten	6	1 (17)	—
TOTAAL	118	36 (31)	9

Tussen haakjes: Percentage van totaal aantal werkgroepen in de betreffende werkgemeenschap. De 'biochemische' werkgroepen vertegenwoordigden in 1980 12,0 % van het totale aantal werkgroepen in BION.
* Gefybo = Genetisch, Fysiologisch en Bevruchtingsonderzoek van Planten; Vgl. Stofw. Dieren = Vergelijkende Stofwisselingsfysiologie bij Dieren.

(Uit: Verkenningscommissie Biochemie, 1982, p. 118)

In het rapport *Over Leven* van de in 1980 ingestelde Verkenningscommissie Biochemie (VCB) (*vide infra*) werd geconcludeerd dat de afstand tussen de biochemie en de biologie ongezond groot was: "Op grond van de analyse [...] constateert de commissie met zorg dat de relaties tussen de biochemie en de subfaculteit biologie minder nauw zijn dan wenselijk is om optimaal op deze nieuwe uitdaging te kunnen reageren. In het verleden speelden deze subfaculteiten, in vergelijking tot de (sub)faculteiten scheikunde en geneeskunde, een ondergeschikte rol, zowel bij de opleiding van biochemici als bij het biochemisch onderzoek. Door de sterke afname van de studentenaantallen bij de chemici en de grote toename van studentenaantallen bij de biologen ziet men thans in opleiding en onderzoek een sterke verschuiving in de richting van de subfaculteit biologie. De rol van de biochemie in BION-werkgemeenschappen is echter vrij klein in die gebieden waar nieuwe [biochemische] ontwikkelingen gaande zijn, ook in vergelijking tot het buitenland. Door dit ontbreken van 'voeding' vanuit de biologie dreigt de ontwikkeling van de biochemie in Nederland geremd te worden."[11]

11. Verkenningscommissie Biochemie, 1982, pp. 121-3.

Deze analyse van de VCB zou echter niet door iedereen worden gedeeld. In een officiële reactie nam het Bestuur van Z.W.O. van BION een punt van kritiek op het VCB-rapport over: "Het valt te betwijfelen of de omvang van het biochemisch onderzoek in bijvoorbeeld biologische disciplines verhoudingsgewijs wel zo gering is als door de VCB wordt geconcludeerd. 'Dit biochemisch onderzoek is vaak als zodanig moeilijk herkenbaar', aldus de Stichting BION in haar reactie 'omdat het deel uitmaakt van onderzoek aan biologische vraagstellingen waarvan de resultaten gepubliceerd worden in discipline-eigen tijdschriften. In die tijdschriften wordt dan ook betrekkelijk vaak geciteerd uit biochemische "core" tijdschriften, terwijl het opvallend is dat het omgekeerde veel minder vaak voorkomt.[12] Dit is overigens een algemeen verschijnsel binnen het biologisch onderzoek, namelijk dat onderzoek uit het lagere integratieniveau wel wordt geciteerd door onderzoekers werkzaam in het hogere integratieniveau en omgekeerd dit veel minder plaatsvindt. Dit hangt samen met de aard van het biologisch onderzoek waarop nu niet nader wordt ingegaan', aldus BION."[13]
Toch baarde het relatieve ontbreken van de 'molecularisering' binnen de biologie ook de biologen zorgen. In het rapport *Biologie — Van Levensbelang* van de Verkenningscommissie Biologie werd de aanbeveling gedaan de samenwerking tussen onderzoekers op het gebied van de moleculaire genetica, de moleculaire ontwikkelingsbiologie en de celgenetica sterk te stimuleren. Onderzoek op die gebieden werd verricht in werkgemeenschappen verdeeld over drie ZWO-stichtingen, namelijk SON, BION en de Z.W.O.-stichting voor medisch onderzoek FUNGO. De Verkenningscommissie Biologie deed de aanbeveling voornoemde werkgemeenschappen samen te voegen en het geheel onder te brengen bij BION; dit vanuit de gedachte dat de nieuwe werkgemeenschap een positieve uitstraling zou hebben naar overige biologische subdisciplines.[14] SON daarentegen meende dat het eigenbelang van de moleculaire genetica dan aan dit doel zou worden opgeofferd: "Het is de overtuiging van SON dat voor een verdere ontplooiing van de moleculaire genetica nauwe contacten met de biochemie (ondermeer de Werkgemeenschap Nucleïnezuren) en de chemie essentieel zijn."[15]
Echter, vanaf de jaren tachtig zou de band tussen de biochemie enerzijds en de biologie en de geneeskunde anderzijds sterk worden aangetrokken. Nieuwe methoden en technieken zoals de recombinant-DNA-technologie en de polymerase-kettingreactie (PCR) zouden daarbij als katalysatoren fungeren. Na het geïsoleerd raken van de biochemie in de jaren zestig als gevolg van het nastreven van *zuivere* wetenschap als ideaaltype, werd in de jaren tachtig de relevantie van de biochemie voor de biologie, de geneeskunde en de landbouwwetenschappen weer groter. Een gevolg hiervan zou zijn dat de strengen van de *triple helix* van de Nederlandse biowetenschappen

12. *Current Contents* 32, 5-15, 1980. [Verwijzing in origineel.]
13. R. van Lieshout *et al.*, Commentaar van het bestuur van Z.W.O. op het rapport 'Over Leven' van de VCB, 16 juni 1983, pp. 1-2.
14. Verkenningscommissie Biologie, 1983, p. 438.
15. 'Reactie SON op het rapport van de Verkenningscommissie Biologie', juli 1983, p. 3.

in intensieve interactie met elkaar zouden komen. De biotechnologie zou daarvoor een eerste speerpunt worden nadat de pogingen in de jaren zeventig om deze integratie te bevorderen vanuit de moleculaire biologie, waren mislukt. De initiatieven rond *genomics* bij de overgang van de 20e naar de 21e eeuw vormen een meer recente versie van dergelijke intensieve interstreng interacties.

De biochemie en de biotechnologie

Drijfveren die voor nieuwe interacties zorgden tussen universiteiten, overheid en bedrijfsleven waren, ten eerste, de verder evoluerende opvatting over de plaats van toegepaste wetenschap aan de Nederlandse universiteiten en ten tweede de mogelijkheden die werden geboden door de recombinant-DNA-technologie. Deze twee ontwikkelingen kruisten elkaar met name op het gebied van de *biotechnologie* welk terrein door de overheid als zwaartepunt voor het wetenschapsbeleid aangemerkt zou gaan worden. De overheid lanceerde een Innovatie-gericht Onderzoek-Programma Biotechnologie (IOP-b). Voorts ging bij Z.W.O. vanaf 1982 een speciaal programma Biotechnologie van start. Dit laatste programma liep door tot 1988 en werd begeleid door de Evaluatiecommissie Biotechnologie (ECB).[16] De biotechnologie was één van de belangrijkste wetenschappelijke gebieden waar in de jaren tachtig de strengen van de *triple helix* een nieuwe vorm van interactie zouden aangaan: het wetenschapsbeleid werd gericht-stimulerend (missiegeoriënteerd), het bedrijfsleven knoopte nieuwe contacten aan met de universiteiten en deze laatste op hun beurt zetten de eerste stappen op het gebied van de commercie.

De Nota *Wetenschapsbeleid* uit 1974 droeg de kenmerken van een eerste formuleren van speerpunten en accentverschuivingen in onderzoek. In die tijd was nog steeds de belangrijkste stelling dat *fundamenteel* onderzoek van groot belang was voor de economische groei: "De research is van essentiële betekenis voor de innovatie en daarmede voor de concurrentiepositie en de continuïteit van de afzonderlijke ondernemingen, hoewel ze uiteraard niet de enige factor is die daarvoor van belang is. Sociaal-economisch bezien heeft de research natuurlijk nog andere aspecten: het gaat hier om een groot onderzoekspotentieel dat een uiterst belangrijke bijdrage kan leveren aan de voorziening in toekomstige behoeften van de samenleving."[17] Vanuit dit idee van wetenschappelijk onderzoek als investering voor innovatie op (langere) termijn zouden bezuinigingen op R&D als een boemerang werken: "Juist in tijden van recessie moet aan een overheidsbeleid, gericht op het instandhouden van het nationale R&D-potentieel, hoge prioriteit worden toegekend."[18] Aan het eind van de jaren zeventig werden financiële ingrepen in het wetenschappelijk onderzoek echter onvermijdelijk geacht. Voor de universiteiten gold vanaf 1978 een reële nullijn en hoger onderwijs en onderzoek was toe aan het formuleren van nieuwe doelstellingen.

16. Hesselink, 1999, p. 25.
17. Handelingen Tweede Kamer 13 221, Zitting 1974-1975, nrs 1-2, p. 84.
18. Handelingen Tweede Kamer 13 221, Zitting 1974-1975, nr. 7, p. 13.

In 1979 verscheen de Beleidsnota Universitair Onderzoek (BUOZ) waarin werd gesteld dat het gehanteerde financieringsmodel — met een automatische koppeling tussen de onderwijs en onderzoek — te globaal was voor een verantwoord onderzoekbeleid. In de jaren zestig had de Nederlandse overheid een *niet* geëxpliciteerd wetenschapsbeleid gevoerd dat slechts tot uitdrukking kwam in bepaalde student/staf-verhoudingsgetallen.[19] Volgens de BUOZ moesten de universiteiten gaan samenwerken om een meer doelmatig gebruik te gaan maken van het beschikbare onderzoekspotentieel.
De Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB) interpreteerde het losmaken van (een deel van) de financiering van het wetenschappelijk onderzoek van het hoger onderwijs als een poging om de autonomie — welke de instellingen in de jaren zestig hadden verworven — te verminderen. De Raad concludeerde dat de verworven onafhankelijkheid niet gemakkelijk zou worden opgegeven: "... de ervaring heeft geleerd dat de instellingen niet met enkele eenvoudige wettelijke bepalingen te dwingen zijn tot vergaande taakverdeling en concentratie en het opgeven van autonomie."[20]
Toch zouden er uiteenlopende vormen van hoger onderwijsfinanciering worden ontwikkeld, zoals opslag- en projectfinanciering en voorwaardelijke financiering. Toen de politieke wil ontbrak om in tijden van recessie het wetenschappelijk onderzoek over een breed front op peil te houden, moesten sturing en beleid wel uitkomst brengen.
Naast de BUOZ verscheen in 1979 tevens de *Innovatienota*. Deze was uitgebracht door de ministeries van Economische Zaken, Onderwijs en Wetenschappen en Wetenschapsbeleid. Deze nota beoogde de stimulering van voor innoveren noodzakelijke technische en wetenschappelijke achtergrondkennis, waarbij de *biotechnologie* goede mogelijkheden leek te bieden. Dit leidde tot het reeds genoemde IOP-b.[21] De pretentie van een centraal door de overheid gecoördineerd wetenschapsbeleid werd losgelaten en ingeruild voor een algemeen *markt*gericht technologiebeleid. Daarnaast ontstond een beleid gericht op de stimulering van onderzoeksectoren die strategische kansen boden, zoals de biochemie, de informatica en nieuwe materialen. Wat de universiteiten betrof werd in het kader van dit wetenschapsbeleid strategisch (of missiegeoriënteerd) fundamenteel onderzoek als kernbegrip gelanceerd. De jaren rond 1980 waren de jaren van taakverdeling en concentratie van universitair onderzoek waartoe voor de verschillende disciplines *Verkenningscommissies* werden ingesteld.
Opmerkelijk genoeg omvatte de opdracht voor de Verkenningscommissie Chemie niet het evalueren van de biochemie ondanks dat deze sterk in de faculteiten W&N was verankerd. Daarvoor werden een drietal redenen aangevoerd. In de eerste plaats dat de verkenningsopdracht, incluis de biochemie, dan te omvangrijk zou worden. Ten tweede, het biochemisch onderzoek bevond zich niet alleen binnen de subfaculteiten scheikunde maar ook bij (dier)geneeskunde, tandheelkunde en biologie. Ten derde, *de chemie sèc*

19. Handelingen Tweede Kamer 15 825, Zitting 1979-1980, nrs 1-2, p. 7.
20. Handelingen Tweede Kamer 15 825, Zitting 1979-1980, nr. 5, p. 4.
21. De Vries *et al.*, 1984.

stond veel meer in verbinding met toepassingen dan het biochemisch onderzoek! In het Wetenschapsbudget 1977 werden deze overwegingen als volgt verwoord: de Verkenningscommissie Chemie werd ontkoppeld van die van de biochemie "... mede om dit werkterrein voor de verkenningscommissies hanteerbaar te houden. Duidelijk is bovendien dat de biochemie een aparte plaats inneemt binnen de chemie, alleen al door haar nauwe relatie met de biologie en de medische wetenschappen. Een andere overweging was dat toendertijd de biochemie, in tegenstelling tot het overig deel van de chemie, nauwelijks relaties had met industriële toepassingen." In 1980 werd een afzonderlijke Verkenningscommissie Biochemie ingesteld.[22]
De Verkenningscommissie Chemie bevestigde dat de biochemie slechts in geringe mate in het bedrijfsleven was doorgedrongen, dit in tegenstelling tot de 'klassieke' chemische richtingen; chemisch onderzoek was altijd al sterk verweven geweest met industriële toepassingen. De situatie rond de biochemie was volledig anders. De CBB concludeerde in 1981 dat in de jaren zeventig het aantal biochemici in Nederland bijna was verdrievoudigd maar dat de optimistische voorspellingen over de toekomstige behoefte aan biochemici uit het begin van de jaren zeventig, niet waren uitgekomen: "Met name de vraag van het bedrijfsleven naar recent afgestudeerde of gepromoveerde biochemici is duidelijk achtergebleven bij de verwachtingen van tien jaar geleden."[23]
De Verkenningscommissie Biochemie evalueerde de relatie tussen bedrijfsleven en universiteiten voor de biowetenschappen als volgt: "Er is in ons land zomin als elders een industrieel resp. agrarisch bedrijf te vinden dat qua werkwijze en produkttype louter op toegepaste biochemie is gebaseerd. Wél zijn in een aantal bedrijfssectoren activiteiten aan te wijzen die tot de categorie biochemie behoren of daaruit zijn voortgekomen. ... Het leggen van bruggen tussen kennisgenererende onderzoekinstanties en potentiële gebruikers van (biochemische) kennis komt tot nu toe op betrekkelijk ongestructureerde wijze tot stand en hangt in sterke mate af van particulier initiatief. Met het oog op stimulering, coördinatie en sturing staat de overheid voor een situatie waarin zij, in het algemeen gesproken, over onvoldoende informatie beschikt m.b.t. belangen van de industrie bij de biochemie, de daar levende noden en wensen en het opstellen van realistische toekomstprognoses. ... Het is thans gebruikelijk geworden het omvangrijke scala van *technische kennistoepassing* uit de biowetenschappen samen te vatten onder de term: 'biotechnologie'."[24] De biotechnologie zou in de jaren tachtig inderdaad het paraplubegrip worden waaronder de overheid toepassingen vanuit de biowetenschappen wilde stimuleren.
In het rapport *Biotechnology: A Dutch Perspective* werd de situatie in Nederland op dat gebied als volgt samengevat. Sterke punten waren: "Biotechnology is highly knowledge-intensive. The successful development of biotechnological processes requires a good infrastructure of training and

22. Verkenningscommissie Biochemie, 1982, p. 11.
23. CBB, *Arbeidsmarkt Biochemici*, 1981, p. 19.
24. Verkenningscommissie Biochemie, 1982, p. 162; mijn cursivering, TvH.

research at all levels in microbiology, biochemistry and process technology. The Netherlands amply meets this bill. The basic sciences are generally well developed, but their integration into the discipline of biotechnology is less well advanced. The Netherlands is a small country, so Dutch scientists are in far closer touch with each other than their counterparts in other countries. The Netherlands has a number of thriving fermentation companies, one of which is highly diversified. Dutch agriculture can produce a limited number of suitable fermentation feedstocks, albeit at a high price."
Als zwakke punten werden vermeld: "*University departments are traditionally chary of the multidisciplinary, problem-oriented approach.* Research in the life sciences at Dutch universities is highly fragmented. Collaboration between universities and industry is poor. The adverse business climate inhibits the development of the latent spirit of enterprise. The process technology equipment industry is weak. The process of political decision-making and the decentralised licensing system are major obstacles to the development of genetic engineering."[25]

Tussen fundamenteel en toegepast

De formele scheiding tussen zuiver-wetenschappelijk en toepassingsgericht onderzoek, zoals deze na de Tweede Wereldoorlog met de oprichting van Z.W.O. werd beoogd en benadrukt, werd voor de Stichting Scheikundig Onderzoek in Nederland (SON) in 1980 opgeheven. Bij notariële acte van 30 september 1980 werd het beperkende adjectief 'fundamenteel' in de doelstelling van SON geschrapt. SON kon zich voortaan ook richten op toegepast scheikundig onderzoek. Voorts was het gebruik van recombinant-DNA-technieken veel gemakkelijker geworden omdat de Commissie Ad Hoc Recombinant-DNA-werkzaamheden de richtlijnen had versoepeld. De biowetenschappen beschikten nu over een techniek waarmee belangrijke *nuttige* toepassingen binnen handbereik lagen.[26]
Toegepast scheikundig onderzoek werd ook nog eens bevorderd door de oprichting in december 1980 van de Stichting Technische Wetenschappen (STW) die nauw met SON zou gaan samenwerken. Volgens het *SON-Jaarverslag 1982* was deze goede samenwerking te danken aan het bewustzijn dat *de grens tussen toegepast en fundamenteel onderzoek onscherp was*, zodat samenwerking voor de hand lag.[27]
Het (bio)chemisch onderzoek in Nederland begon te beantwoorden aan de wens van de overheid om onderzoek meer dienstbaar te maken aan sociale en economische vraagstukken. Vanzelfsprekend kwam vervolgens een probleem naar voren dat inherent was aan meer toepassingsgericht onderzoek. Doordat er commerciële belangen in het spel kwamen ontstond er druk op de kenmerkende Mertoniaanse normen van wetenschap, te weten communalisme en belangeloosheid. SON signaleerde dit dilemma: "Op zichzelf mag het wellicht tot enige tevredenheid stemmen, dat de chemie er redelijk in

25. Van Apeldoorn, 1981, p. 227; mijn cursivering, TvH.
26. *SON-Jaarverslag 1980.*
27. Th. J. de Boer, 'Structuur en Werking', *SON-Jaarverslag 1982*, p. 7.

slaagt in te spelen op de vooral door de overheid naar voren gebrachte wens het onderzoek aan universiteiten en hogescholen dienstbaarder [aan de natie] te maken. Toch moge hier ook een waarschuwend geluid tegen deze tendens klinken. Reeds nu zijn er aanwijzingen dat de vrije uitwisseling van mededelingen over lopend onderzoek erdoor in het gedrang kan komen. SON zou het doorzetten van een dergelijke ontwikkeling heilloos achten, omdat *die vrije uitwisseling essentieel is in de voedingsbodem voor onderzoek.*"[28]
In de SON-beleidsbegroting voor 1985 werd ingegaan op de vraag op welke wijze het universitaire en het industriële onderzoek synergistisch ten opzichte van elkaar te laten zijn zonder dat toegepast onderzoek zou leiden tot 'de dood in de pot'. Dit diende tot uiting te komen in het breder zijn van de doelstellingen van universitair onderzoek, namelijk: (*i*) het opleiden van creatieve chemici; (*ii*) frontverlegging van de wetenschap; (*iii*) en het leveren van spin-off voor de Nederlandse chemische industrie. [29]
Zoals gezegd vormde de opkomst van de recombinant-DNA-techniek een krachtige impuls voor biowetenschappelijke toepassingen. Dit bood de mogelijkheid tot het creëren van nieuwe en industrieel goed hanteerbare micro-organismen, tot de vorming van aangepaste cellen (van plantaardige of dierlijke oorsprong) en tot de isolatie van biochemisch actieve preparaten, alsmede gemodificeerde planten en dieren. Op het gebied van fermentatie, afvalwaterzuivering, voedingsindustrie, vaccinproductie en plantenveredeling was Nederland een belangrijke positie aan het opbouwen.[30] Dit zou in de loop der jaren alleen nog maar versterkt worden. (Zie kadertekst: *Drie Momentopnamen*)

Drie Momentopnamen omtrent de Betekenis van de Biotechnologie in de Nederlandse Economie en Samenleving

Processen
Industrieel gebruik van levende organismen
Industrieel gebruik van celhomogenaten
Industrieel gebruik van (gezuiverde) enzymen
Prognose m.b.t. industriële vervangbaarheid van anorganische katalyseprocessen door processen met biokatalysatoren
Produkten
Produkten die intacte dan wel gedesintegreerde functionele micro-organismen bevatten
Industriële produkten die functionele enzymen bevatten
Langs biochemische (biologische) weg verkregen industriële chemische eindprodukten
Analytische hulpmiddelen
Landbouw en veeteelt
Landbouwsector
Veeteeltsector

(Uit: Verkenningscommissie Biochemie, 1982, pp. 189-204)

28. *SON-Jaarverslag 1982*, p. 14; mijn cursivering, TvH.
29. *SON-Jaarverslag 1984*, pp. 19-23.
30. Verkenningscommissie Biochemie, 1982, p. 203.

Biotechnologie in 6 industriesectoren
A. De chemische sector: bulkchemicaliën; fijnchemicaliën; specialty (performance) chemicaliën.
B. De farmaceutische sector: therapeutica; diagnostica; vaccins
C. De landbouwsector: gewasbescherming; grondverbetering; plantenveredeling en zaadproductie; veeteelt; veevoederindustrie
D. De levensmiddelen- en drankensector: zuivelindustrie; suikerindustrie; bierbrouwerij; oliën- en vettenindustrie
E. De milieusector: verwerking van vast, niet-giftig afval; verwerking van giftig afval; waterbehandeling; behandeling van gassen
F. Apparatuur en instrumenten: apparatuur voor processen; procesregeling.

(Uit: Arthur D. Little, 1989)

Waar We de Biotechnologie Tegenkomen
— Biotechnologie in de praktijk
• Biotechnologie en ethiek
• Biotechnologie en veiligheid: grootschalig gebruik
• Biotechnologie en veiligheid: milieu
• Planten in het milieu
• Micro-organismen in het milieu
• Biotechnologie en veiligheid: voedsel
— Biotechnologie en het gebruik van planten en dieren
• Voedselproductie
• Biotechnologie en plantaardige productie
• Biotechnologie en dierlijke productie
• Kloneren en transgene dieren
— Biotechnologie en geneeskunde
• Screening
• Gentherapie
• Geneesmiddelen op maat
• Gebruik van stamcellen
— Biotechnologie en industriële productie
• Industriële ecologie
• Chemische industrie
• Schoner produceren en opruimen van oude milieulasten
— Energie
— Analyse- en scheidingstechnieken
— Bio-informatica
— Genomics
— Nano-biotechnologie

(Uit: Van Dam-Mieras, 2001, pp. 5-6)

Een vorm van institutionalisering van de samenwerking tussen universiteiten en bedrijfsleven was het oprichten van zogeheten *science parks*. In Nederland was dit idee gebaseerd op de Amerikaanse voorbeelden van de integratie van onderzoek en bedrijfsleven zoals de zogeheten Route 128 bij Boston en Silicon Valley tussen San José en San Francisco in Californië. De relatief kleine, hoogtechnologische bedrijven die een *science park* zouden

moeten bevolken werden verwacht te ontstaan vanuit grote bedrijven die ontwikkelingsbedrijfjes nabij de Nederlandse universiteiten dienden op te zetten; of ze konden ontstaan vanuit universitair initiatief. In Groningen leidden dergelijke initiatieven tot het Science Park Groningen nabij het universiteitscomplex.
In het westen van het land waren het vooral de Rijksuniversiteit Leiden en de Technische Hogeschool Delft die vanuit hun complementariteit goede mogelijkheden zagen om de biotechnologie commercieel aan te wenden. In een rapport *Biotechnologie Delft Leiden* uit 1984 werd geconcludeerd dat de biotechnologie stond voor het geïntegreerde gebruik van biochemie, moleculaire genetica, microbiologie alsmede proceskunde. Biologische 'organismen' zoals micro-organismen, celculturen of delen van micro-organismen of cellen konden procesmatig worden aangewend om nuttige producten te verkrijgen. Het samenwerkingsverband Delft/Leiden had duidelijk voor ogen dat integratie van biologische en technologische disciplines essentieel was voor de biotechnologie.[31] Vanuit de complementariteit van beide kennisinstellingen werd geconcludeerd dat ze samen in staat waren om het gehele spectrum van de moderne biotechnologie te dekken: vanaf de moleculaire basis tot en met het ontwerpen van de technische apparatuur en *feasibility studies*. Het onderzoek van deze biotechnologiecombinatie liep uiteen van fundamenteel naar toepassingsgericht onderzoek enerzijds en van geld verslindende naar economisch rendabele activiteit anderzijds. De *science park*-activiteiten speelden mede in op de stimulering van innovatiegericht onderzoek door de overheid (bijv. Economische Zaken).
De rechtstreekse financiering via de IOP's, dus buiten de eerste en tweede geldstroom om, baarde SON zorgen omdat hier het gevaar dreigde dat, en dit was een thematiek die we al herhaaldelijk zijn tegengekomen, het fundamentele onderzoek in het gedrang zou komen: "... waardoor zowel voor het toepassingsgerichte werk als voor het handhaven van een hoog wetenschappelijk niveau in de toekomst, de basis zou verdwijnen."[32] Met andere woorden, fundamenteel onderzoek werd nog steeds gezien als de kip met de gouden eieren die moest worden gekoesterd.
De plotse *impact* van de nieuwe biochemische technieken, zoals recombinant-DNA, in de jaren tachtig kan niet gemakkelijk overdreven worden. In een rapport uit 1989 van de *management consulting firm* Arthur D. Little werd gezegd dat bijna driekwart van de door hen ondervraagde bedrijven met de moderne biotechnologie waren gestart na 1984; bijna 40 % startte ermee na 1986!
In voornoemd rapport werden de status en de vooruitzichten van de biotechnologie geëvalueerd door de onderliggende technieken te classificeren naar mate van 'rijpheid'. Uit de classificatie bleek dat klassieke microbiologie, fermentatie en sommige op enzymen gebaseerde biodetectiesystemen alsmede recombinant-DNA-technieken (met prokaryoten en eenvoudige eukaryoten) een, commercieel gezien, volwassen stadium hadden bereikt.

31. Kossen *et al.*, 1984, p. 5.
32. *SON-Jaarverslag 1987*, p. 34.

Er lag echter nog veel in het verschiet: de meeste biotechnologische technieken bevonden zich pas in een embryonaal of groeiend stadium. (Zie kadertekst: *Evaluatie van Moderne Biotechnologische Technieken*)

Evaluatie van Moderne Biotechnologische Technieken

Van boven naar beneden: Mate van volwassen zijn van de biotechnologie (embryonaal / groeiend / volwassen / verouderend) naar vervulling van potentieel (van laag naar hoog)
- celfusie: transgene dieren
- plantaardige celfusie
- biosensoren
- r-DNA: plantencellen
- zuiveringstechnologie
- plantaardige weefselkweek
- protein engineering
- biodetectie: nucleïnezuur-proben
- embryo-manipulatie
- polynucleotide-synthese
- rDNA: dierlijke cellen
- bio-apparatuur
- immobilisatie-systemen
- dierlijke weefselcultuur
- biokatalyse
- dierlijke celfusie
- peptide-synthese
- biodetectie: immunologische analyses
- scheidingstechnologie
- rDNA: prokaryoten / eenvoudige eukaryoten
- fermentatie
- biodetectie: enzymsystemen
- klassieke microbiologie.

(Uit: Arthur D. Little, 1989, p. 6)

De Innovatie-gerichte Onderzoekprogramma's (IOP's) van de overheid en de *science parks* vormden de ikonen van een veranderende relatie tussen universiteiten, overheid en bedrijfsleven. De biowetenschappen speelden daarin een vooraanstaande rol. De toegenomen relaties tussen universitaire onderzoekers en het bedrijfsleven (inclusief TNO) lieten zich ook blijken binnen SON. In het *SON-Jaarverslag 1988* werd gewag gemaakt van de volgende specifieke interacties[33]:
— veel subsidieaanvragen werden medebeoordeeld door experts uit het bedrijfsleven;
— bij de prioritering van de subsidie-aanvragen liet de helft van de besturen van de werkgemeenschappen zich adviseren door een onafhankelijke expert uit het bedrijfsleven;

33. *SON-Jaarverslag 1988*, p. 34.

— de SON-werkgemeenschappen kenden naast vele parttimehoogleraren met een industriële hoofdfunctie circa 90 deskundige leden en gastleden uit het bedrijfsleven (inclusief TNO);
— een aantal landelijke SON/Z.W.O.-faciliteiten kende ook industriële gebruikers;
— de meeste SON-medewerkers aanvaardden na afloop van hun tijdelijke aanstelling een functie in het bedrijfsleven;
— de circa 40 gebruikerscommissies van het SON/STW-programma voor toepassingsgericht onderzoek vormden een zeer directe band tussen onderzoek en bedrijfsleven.

In de jaren zeventig waren universitaire biowetenschappers slechts in geringe mate werkzaam binnen het bedrijfsleven zoals naar voren kwam uit de arbeidsmarktverkenningen voor biochemici uit 1971 en 1981. Sinds die tijd nam het aantal biochemici en moleculair-biologen werkzaam in het bedrijfsleven wel toe maar tegelijkertijd was dit een proces van vallen en opstaan. Dit blijkt bijvoorbeeld uit de recente problemen rond de Leidse biotechnologiefirma's Mogen en Pharming. (Zie kadertekst: *Overheid, Universiteit & Bedrijfsleven: 'Triple Helix' of 'Bermuda-Driehoek'?*)

Overheid, Universiteit & Bedrijfsleven: 'Triple Helix' of 'Bermuda-Driehoek'?

"Een genadeslag voor biotechnologie in de Nederlandse plantenveredeling, zo noemt prof. dr. Rob Schilperoort de sluiting van Syngenta Mogen. Dat dit het slotbedrijf zou zijn van een onderneming die hij zelf begin jaren tachtig naar Nederland haalde, dat had Schilperoort nooit kunnen bevroeden. ... Mogen kreeg de exclusieve licentierechten op de patenten van het binaire vector-systeem, die hij [Schilperoort] aan de universiteit ontwikkelde. ... Al in 1987 werd Mogen afgesplitst van het moederbedrijf. Tien jaar later werd het door het toenmalige Britse Zeneca opgekocht vanwege de interessante patentpositie en de expertise van het personeel. Die overname was vrijwel onvermijdelijk zegt Mogen-directeur Oscar Goddijn, die zelf in 1991, na zijn promotie bij Schilperoort, als post-doc bij het bedrijf begon. ...
De positie die Mogen innam binnen het concern veranderde kort na 1997. Astra en Zeneca fuseerden en de agro-divisie — inclusief Mogen — werd samengevoegd met eenzelfde bedrijfsonderdeel van Novartis. Zodoende ontstond Syngenta. ...
Mogen werd [...] het slachtoffer van onvermijdelijkheid en toeval. Overname door een groot bedrijf is de onvermijdelijke doorgroeistap in de levenscyclus van een biotechnologiebedrijf, maar als fusies en directiebeslissingen een locatie toevallig overbodig maken, dan valt het doek snel. ... Goddijn: 'Agrobiotechnologische kennis verdwijnt in een rap tempo. Nog steeds zie ik geen enkele reactie bij de overheid. Nederland-kennisland spoort niet met de realiteit.' ..."

(Uit: Arno van 't Hoog, "MOGEN Ging ten Onder aan Onvermijdelijk Toeval", *Bionieuws* 12 (1) (2002), p. 3)

Net als een halve eeuw eerder (zie Hoofdstuk 2) werd een studiereis naar de Verenigde Staten gemaakt om van Amerikaanse ervaringen te leren. De belangrijkste conclusies van dit reisverslag, met de titel *Van Biotech Bay en Biotech Beach tot Genetown*, was dat het grote investeringen vergde om van een biotechnologische vinding tot een product te komen, zowel qua geld (vele honderden miljoenen dollars) als qua tijd (tien tot vijftien jaar). De auteurs van dit reisverslag wezen nadrukkelijk op het klaarblijkelijke verschil in dit opzicht tussen de biotechnologie en de sector van de informatie- en communicatietechnologie (ICT). Zij concludeerden dat als Nederland in de biotechnologiesector zou willen blijven uitblinken (bijvoorbeeld vanwege werkgelegenheid en het in eigen land houden van talent en investeringen), de aanwezigheid van een op (biotech)starters ingestelde infrastructuur (in de vorm van kapitaalverschaffers, advocaat/notariskantoren, vastgoedbedrijven, reclamebureaus, consultants en geïnteresseerde universiteiten) een eerste voorwaarde was.[34]

Voor het omzetten van biowetenschappelijke kennis in gezonde economische activiteit, begint zich in de relatie tussen universiteiten en bedrijfsleven een kwalitatief gezien nieuwe situatie af te tekenen. Zoals we in voorgaande hoofdstukken hebben gezien vond de overdracht van wetenschappelijke kennis meestal plaats van de universiteiten naar het bedrijfsleven: via het aanstellen van afgestudeerden, de aanschaf van wetenschappelijke publicaties, alsmede het consulteren van hoogleraren en staf. In de jaren tachtig ging men een nieuwe fase in. Er werden stappen gezet om universitair onderzoek via octrooien te beschermen; er kwamen *technology transfer*-punten en *liaison officers*. Universiteiten, bedrijfsleven en regionale bestuursorganen raakten betrokken bij starter- en incubator-programma's. Inmiddels zijn er vormen van samenwerking tussen overheid, universiteiten en bedrijfsleven ontwikkeld waarbij er niet zozeer sprake is van beoogde kennisoverdracht maar worden onderzoeksprogramma's ontwikkeld binnen de *triple helix* als geheel. Voor dit proces van het gezamenlijk uitzetten van onderzoekslijnen door de verschillende belangengroepen is het begrip *Technology Roadmapping* ontwikkeld. Deze vorm van onderzoeksturing en -beleid is voor het onderwerp 'katalyse' al uitgewerkt waarbij de biokatalyse tot een belangrijk speerpunt werd gemaakt.

Bij *Technology Roadmapping* zetten experts van kennisinstellingen en bedrijven de wegen uit voor onderzoek in de toekomst. Het moet gaan om onderzoek dat wetenschappelijk voldoende uitdagend en tegelijkertijd interessant is voor de industrie. Voor het onderwerp 'milieuvriendelijke katalyse' is via zo'n *Technology Roadmap* een ambitieus programma opgezet onder de naam ACTS hetgeen staat voor 'Advanced Catalytic Technologies for Sustainability'. ACTS is een samenwerkingsproject van het ministerie van Economische Zaken, de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek (NWO), de chemische industrie en kenniscentra (universiteiten, TNO, etc.). ACTS is van belang voor processen waarbij gebruik wordt gemaakt

34. Holla & van Rijen, 1999, pp. 47-8.

van chemische of biologische katalyse zoals bij de proces- en de biotechnologie, onder de randvoorwaarde dat zij moeten bijdragen aan een duurzame samenleving. Met andere woorden, dit onderzoeksprogramma beoogt het formuleren van wetenschappelijke onderzoeksdoelen onder de randvoorwaarde van stroomlijning van maatschappelijke, economische en industriële belangen. (Zie kadertekst: *De 'Triple Helix' als Echte Liefde*)

De 'Triple Helix' als Echte Liefde

The *Technology Roadmap* is based on a vision of society's future needs, and from this perspective, it sets desired technological goals for the years to come. The route mapped out to this future technology provides the direction for research programmes. Although this entails strategic research, its nature is fundamental because the depth and conceptual character of the technologies to be developed demand a fundamental approach. Moreover, ACTS's strategy will be regularly revised and brought in line with technological and societal developments.
Achieving sustainability is a challenging task for chemistry. Products have to be made from more sustainable starting materials, use as little energy as possible and produce a minimum of waste products. Catalysis — homogeneous, heterogeneous as well as the strongly developing subdiscipline of biocatalysis — will play a crucial role in this transition.
Biocatalysis is a relatively new technology with an enormous potential for sustainable production, particularly in fine chemistry. The catalysts used are based on the most selective enzymes in living organisms. The high speed of developments in biocatalysts has altered the perspective in organic chemistry. ACTS contributes to the development of entirely new technological concepts based on biocatalysis.

Main Benefits of Participating in ACTS:

For the industry:
- improve innovation and competitiveness
- leverage R&D investment
- access to a knowledge base and network
- recruit young excellent scientists

For Universities:
- challenging research and results are applied
- research synergy with industry
- bright career opportunities

For Government:
- improve the competitive position of the Netherlands
- create a zero-waste, energy-efficient and sustainable future
- contribute to sustainable economic development

(Uit: NWO ACTS-brochure, 2002)

Binnen deze nieuwe vorm van onderzoeksbeleid, waarbij vele uiteenlopende actoren zijn betrokken, zoals wetenschappers, bedrijfsleven, financiers en gebruikersgroepen, is minder noodzaak tot *technology transfer* omdat beoogde toepassingen en einddoelen al in het onderzoeksbeleid zijn verdisconteerd. Het nuttig maken van wetenschappelijke kennis is bij deze nieuwe vorm van kennisproductie niet meer een liniair proces van fundamenteel onderzoek naar ontwikkeling en toepassing; het is geen estafetteloop waarbij het stokje moet worden overgegeven. Onderzoeksbeleid wordt een voetbalwedstrijd waarbij een bonus staat op elkaar de bal toespelen; om te winnen zijn alle elf spelers benodigd![35]

'Genomics'

Sinds het midden van de jaren negentig is de voornaamste aandacht van het onderzoeksbeleid ten aanzien van de biowetenschappen verschoven van de biotechnologie naar het *genomics*-onderzoek. Het eind jaren tachtig begonnen *Human Genome Project* maakte een decennium later onverwacht snelle vorderingen waarbij twee factoren van belang waren. In de eerste plaats de samenwerking tussen nationale onderzoeksinstellingen en het bedrijfsleven (met name in de Verenigde Staten) en ten tweede de ontwikkelingen in de ICT-sector. De verbeterde reken- en communicatiefaciliteiten hebben de opheldering van het humane genoom enorm versneld. Al in 2001 in plaats van 2005 konden de basensequenties van het menselijk genoom gepubliceerd worden.[36]

De organisatiestructuren voor het onderzoeksbeleid zoals die voor de biotechnologie vanaf de jaren zeventig werden ontwikkeld worden nu gebruikt voor het stimuleren en sturen van het *genomics*-onderzoek. Zo is er nu een Innovatie-gericht Onderzoekprogramma (IOP) Genomics van Senter terwijl NWO drie speciale onderzoekprogramma's kent: dat voor Biomoleculaire Informatie (BMI), dat voor Genomics en een programma dat is zich richt op de maatschappelijke gevolgen van genomics: Maatschappelijke Component Genomics (MCG).

Binnen NWO is een Nationaal Regie-Orgaan Genomics opgericht voor de coördinatie van deze onderzoeksinspanningen welke vanuit alle drie de strengen van de *triple helix* van de Nederlandse biowetenschappen moeten komen. Ofschoon nieuwe biomedische technologieën onder de paraplu van *genomics* een heel nieuw terrein van onderzoek en economische activiteit hebben geopend, is het typerend dat de karakterisering van dergelijk onderzoek nog steeds plaatsvindt in termen van fundamenteel en toegepast onderzoek. Daarnaast wordt wetenschap een belangrijke rol toebedeeld bij het opheffen van maatschappelijke noden en de stimulering van de economie door middel van innovatie, een thematiek die we in de jaren zeventig hebben zien ontstaan.

35. Gibbons, 1997.
36. *Science* 291 (2001), 1177ff; *Nature* 409 (2001), 813ff.

De directeur van het Nationaal Regie-orgaan Genomics omschreef de opstelling van de Nederlandse regering ten aanzien van *genomics* als volgt: "Genomics biedt grote kansen voor de verbetering van de kwaliteit van leven van de burger en voor versterking van de economische structuur, daarom moet Nederland de ambitie hebben een belangrijke speler te worden binnen de wereldtop op het terrein van genomics en bio-informatica. Dit is kort samengevat het Kabinetsstandpunt Genomics ... Om deze ambities waar te maken heeft het kabinet ingestemd met substantiële lange termijn investeringen in de Nederlandse genomics infrastructuur. Een belangrijke voorwaarde die het Kabinet stelt is dat het onderzoek moet leiden tot praktische toepassingen waarvan de samenleving in de volle breedte kan profiteren. Integrale samenwerking gedurende *het gehele innovatietraject, van fundamenteel onderzoek tot praktische uitvoering*, is daarom essentieel."[37]

In dit boek hebben we gezien dat de karakterisering van wetenschappelijk onderzoek in termen van toegepast en fundamenteel — als *Nut en Cultuur* — een natuurlijk spanningsveld voor de biowetenschappen vormt. Maar tegelijkertijd kan geconcludeerd worden dat er geen harde criteria zijn om wetenschappelijke kennis sèc te duiden als fundamenteel danwel toegepast. Een dergelijke betekenis krijgt kennis pas in een specifieke context van normen en waarden. In het geval van fundamenteel onderzoek is dat samen te vatten als het streven naar *excelleren.* In het geval van toegepast onderzoek gaat het bijvoorbeeld om aandacht voor de markt en eigendomsrechten. Discussies over fundamenteel onderzoek *versus* toegepast onderzoek moeten dan ook *in context* bediscussieerd worden.

De *triple helix* van de Nederlandse biowetenschappen zoals we die op dit moment kennen vereist van universiteiten en hun wetenschappers dat zij moeten leren schipperen tussen het waardepatroon van enerzijds het fundamentele onderzoek — dat wil zeggen zij moeten uitblinken in hun onderzoek en prestige verdienen — en anderzijds het waardepatroon van het toegepaste onderzoek waar aandacht voor de markt en rendement de toetssteen vormen. Dit tegen elkaar afwegen heeft alle kenmerken van een balanceer-*act*. Zoals twee technologie-historici het formuleerden: "The pursuit of external research support from industry and other sources essentially involves balancing new financial support against eminence."[38]

37. Peter Folstar, Brief 'Genomics Zwaartepunten', 15 november 2001; mijn cursivering, TvH.
38. Florida & Cohen, 1999, p. 593.

Hoofdstuk 7
De Noodzakelijke Spanning van de Biochemie — Een Productieve Spanning?

Onze economie is in sneltreinvaart een kenniseconomie aan het worden. Het gebruik van computers en de digitalisering van informatie is daar natuurlijk niet weinig debet aan. Ook biowetenschappelijke kennis gaat een steeds belangrijker rol in ons leven spelen, variërend van betere enzymen in wasmiddelen, nieuwe geneesmiddelen, genetische testen en genetisch gemodificeerde landbouwgewassen. Kennis is enerzijds een motor van de economie waar geen enkele economie zonder kan; anderzijds een 'cultuurgoed' dat op zichzelf nastrevenswaardig is omdat we nu eenmaal willen weten *hoe de Natuur werkt.* De biowetenschappen oscilleren tussen de uitersten Nut en Cultuur.
In dit boek hebben we de ontwikkeling van de biochemie sinds de oprichting van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie in 1927 in brede zin beschreven. In Hoofdstuk 1 is de Eenheid van de Biochemie en haar omnirelevantie voor de biowetenschappen (variërend van geneeskunde via biologie naar landbouwwetenschappen) geïllustreerd. In Hoofdstuk 2 hebben we laten zien dat de splitsing van nut en cultuur het mogelijk maakte om maatschappelijke discussies over toepassingen van de wetenschap zoals nucleaire bewapening, buiten de (universitaire) deur te houden. In de Hoofdstukken 3 en 4 zagen we vervolgens de enorme expansie van het zuiverwetenschappelijk onderzoek, sterk bevorderd door de toenemende aantallen studenten uit de babyboomgeneratie.
Omdat in een democratische samenleving de ontvangers van overheidsgeld verantwoording moeten afleggen over hun werkzaamheden ontstond een systeem van waarborgen via *peer review.* Redacties van wetenschappelijke tijdschriften schakelden deskundigen in om de kwaliteit van het aangeboden wetenschappelijk werk te beoordelen. Daarnaast fungeerde de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.) en haar Stichtingen als een communicatieplatform en discussieorgaan.
In het begin van de jaren zeventig (Hoofdstuk 5) ontstond een nationaal wetenschapsbeleid dat beoogde het wetenschappelijk onderzoek te sturen. De economische crises van de jaren zeventig en het vigerende idee van de *maakbare samenleving* maakten dat wetenschap zich meer op sociale en economische problemen zou moeten gaan richten. De notie interdisciplinariteit was een geschikt hulpmiddel om de disciplinair georganiseerde wetenschappen te 'matchen' met maatschappelijke behoeften (zowel sociaal als economisch).
Met het opkomen van discussies over een (inter)nationaal wetenschapsbeleid nam de verontrusting over de wetenschapsbeoefening als cultuuruiting toe.

De nadruk op missiegeoriënteerd fundamenteel onderzoek maakte dat Z.W.O. het noodzakelijk vond om 'wetenschap als cultuur' bij de minister voor Onderwijs, Kultuur en Wetenschappen onder de aandacht te brengen. In een reactie op het Maréchal-rapport *Fundamental Research and the Policies of Governments* schreef Z.W.O. aan de minister dat het belang van fundamenteel onderzoek niet alleen lag op economisch vlak maar dat "... ook aandacht gegeven moet worden aan het cultuurvoedende en -stimulerende element van de wetenschap en de 'humaniserende' werking van de wetenschapsbeoefening die gevoeld wordt door ieder die het intellectuele genot van geslaagd onderzoek kent. Voor Z.W.O. zal dit altijd een bijzonder belangrijk element moeten blijven."[1]
Desalniettemin was het stimuleren van het biotechnologisch onderzoek — via het IOP-b en het Speciale Programma Biotechnologie van Z.W.O. — in de jaren tachtig een concrete uiting van wetenschapsbeleid gericht op innovatie en economisch nut. De *Ondernemende Universiteit* uit de jaren tachtig en negentig vormt een voorlopig sluitstuk van de overgang van een nadruk op zuiver-wetenschappelijk onderzoek naar toegepast onderzoek. (Hoofdstuk 6)

We zijn dit boek begonnen met de vraag van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie welke verhouding tussen zuivere wetenschap en maatschappelijk relevant onderzoek in ons tijdsgewricht het beste zou zijn: een verhouding 50:50 of 25:75? Dit is een belangrijke vraag. In voorgaande hoofdstukken is immers herhaaldelijk naar voren gekomen dat de verleidelijkheid van het snelle gewin van toegepast onderzoek de 'dood in de pot' zou kunnen betekenen voor het fundamentele onderzoek. Bij de discussie over de oprichting van Z.W.O. stelde minister Th. Rutten van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen dat toegepast wetenschappelijk onderzoek "door de zucht om onmiddellijke resultaten te bereiken" het zuiver wetenschappelijke zou verdringen. (Zie ook Kadertekst: *Fundamenteel* versus *Toegepast: Een Pyrrus-overwinning?*).

Fundamenteel versus Toegepast: Een Pyrrus-overwinning?

"... which is it that is easy to *judge*, easy to *support*, easy to *appreciate*, easy to *do* — the short-term immediately practical or the long-term basic? One's natural enthusiams are all too easily captured by the former: and, as a result, there is always the danger that the latter suffer for understanding and support. I am reminded of the vigorous viewpoint which Dr. Oliver E. Buckley, President of the Bell Telephone Laboratories, kept emphasizing in all the discussions, by the [Vannevar] Bush committee, of the support of science. His argument went something like this: 'If applied science and basic science (science whose aim is the advancement of knowledge) are permitted to come into competition, applied science always wins a temporary but eventually fatal victory. Put the emphasis on basic science, and the rest takes care of itself automatically and

1. Geciteerd in: J. H. Bannier, *Tweede Geldstroom; Wat en Hoe? — Nota aan Bestuur van Z.W.O.*, augustus 1971, p. 16.

inevitably. Put the emphasis on applied science, and its source of strength and life slowly wastes away.' We were all impressed by the fact that the most convincing proponent of this viewpoint was not a professor, but was the head of the world's greatest industrial research laboratory."

(Uit: Warren Weaver aan John D. Rockefeller 3rd, 16 mei 1946, folder 181, box 24, series 900, RG 3, RF, RAC; mijn cursivering, TvH)

Natuurlijk is het zo dat — bij gelijkblijvende (overheids)financiering van zuiver-wetenschappelijk en van toegepast onderzoek — bevordering van het ene ten koste gaat van het andere. Maar de suggestie als zou kennis op zich zuivere wetenschap zijn of toegepaste wetenschap is een gedeformeerde voorstelling van zaken. Beide vormen van wetenschappelijke kennis zijn ingebed in *normatieve stelsels.* In het eerste geval wordt de wetenschappelijke activiteit 'gezuiverd' — zij wordt 'vrijgemaakt' van toepassingen — en dus bevrijd van marktdwang en politiek. De prijs die wetenschappers voor deze academische vrijheid moeten betalen is de beoordeling van hun resultaten door *peers* en de noodzaak tot publiceren. Het adagium is: *publish or perish.*
Dat voor het doen van *goed* wetenschappelijk onderzoek niet per sé een ivoren toren nodig is, is inmiddels wel aanvaard. Maar het normatieve stelsel van toegepast onderzoek heeft heel andere kenmerken dan dat van het zuiver-wetenschappelijke. Toetsing door peers is veel minder belangrijk, en in sommige gevallen onmogelijk, omdat geheimhouding is vereist — hetzij vanwege octrooiering of omdat de opdrachtgever het onderzoeksresultaat als bedrijfsgeheim voor zich wil houden. Voorts worden er specifieke eisen aan het wetenschappelijk werk gesteld, bijvoorbeeld ten aanzien van de termijn waarop de resultaten er moeten zijn of dat deze te commercialiseren moeten zijn. Het hoe en waarom van iets is minder belangrijk dan dat het 'werkt' — het eindproduct mag zelfs een black box zijn. In het boek *De Hybride Universiteit: Het Onverenigbare Verenigd?* geven Mouwen en Van Bijsterveld een karakterisering van de normatieve stelsels van de universiteit als academie en als ondernemende universiteit. (Zie kadertekst: *Karakteristieken van de Klassieke Academische Taakcultuur & de Marktcultuur voor de Academie*)

KARAKTERISTIEKEN VAN DE KLASSIEKE ACADEMISCHE TAAKCULTUUR

Gedomineerd door kennis:
- kennis staat centraal
- hooggeschoolde medewerkers
- internationale oriëntatie
- wetenschappelijk-kritisch
- onafhankelijk / claim autonomie
- inhoudelijke vakgebieden belangrijk
- tendens vorming (vak)groepen
- sterke relatie onderwijs-onderzoek

Gedomineerd door professionals:
- 'gesocialieerd' via discipline
- discipline vormt referentiekader
- sterke identificatie met professie
- individualistisch / solistisch
- kritisch / onafhankelijk
- niet gericht op geld en winst
- 'groei' en 'erkenning' in 'vak'

'Historische' structuren:
- lange historische traditie
- weinig hiërarchie
- grote autonome basiseenheden
- sterke fragmentatie
- diffuse besluitvorming
- 'afstand' tot 'waan van de dag'

Financiering en sturing:
- grotendeels overheidsfinanciering
- ongevoelig voor geld / kosten / winst
- strategische besluiten: overheid
- aanbodgericht productassortiment

KARAKTERISTIEKEN VAN DE MARKTCULTUUR VOOR DE ACADEMIE

- geloof in marktwerking en -ordening
- respect voor de 'klant' en de 'vraag'
- een vraaggericht productassortiment
- geloof in concurrentie
- noodzaak innoveren en investeren
- respect voor contracten
- gericht op geld en winst
- strategische besluiten door management
- 'glossy' cultuuraspecten (marketing)
- waardering prestaties/beloningsdifferentiaties
- multi- en interdisciplinair
- flexibel en bedrijfsmatig

(Uit: Mouwen & van Bijsterveld, 2000, p. 86)

Omdat het bij de tegenstelling zuiver-wetenschappelijk *versus* toegepast onderzoek gaat om een tegenstelling tussen normatieve stelsels zijn problemen rond *conflicts of interest* ook moeilijk te ontwarren. Universitaire wetenschappers zijn over het algemeen nog gewend aan de academische habitat en gewoontes. Uitwisseling van informatie en onderzoeksobjecten (proben, antilichamen, mutanten, etcetera) was de norm. Immers, wie goed doet, goed ontmoet! In een commerciële habitat wordt geheimhouding gewoon omdat bijvoorbeeld in elk stukje genetisch materiaal een commerciële test kan schuilen.
De openheid van de academische gemeenschap wordt daardoor minder. Sir John Kendrew, medeoprichter van het European Molecular Biology

Laboratory, maakte zich grote zorgen over de relatie wetenschap en industrie: "There is a problem about secrecy in science. About science for its own sake. About young people who don't talk about their research because they think there might be a patent; there might be some money in it. And how does that relate to the interchange between scientists, which is *the absolute condition for the progress of fundamental science*?"[2] De tegenstelling tussen het normatieve stelsel van zuivere wetenschap en dat van toegepaste wetenschap leidt dus tot interne spanningen voor de wetenschappelijke gemeenschap. Maar zij vormt voor de biowetenschappen ook een *window of opportunity* omdat men op beide stelsels kan terugvallen.

Een tweede vorm van spanning die in dit boek uitgebreid aan de orde is gekomen is die tussen de scheikunde en de biologie met de biowetenschappen als resonantiestructuur: de biochemie als tussenvorm zonder dat de ouderdisciplines als zodanig zijn te herkennen.
Wetenschappelijke kennis uit een tekst- of leerboek bezit de waardevrijheid van de zuivere wetenschap. Tekstmatig is deze kennis losgemaakt van alle modaliteiten waaronder zij in het laboratorium is ontstaan. Metabole processen van organismen zijn gestileerd tot reactieschema's van chemische verbindingen. De deling van een celkern bij vermenigvuldiging van een cel is gereduceerd tot semi-conservatieve splitsing van een DNA-molecuul. Stond er een eeuw geleden bij een instrument voor chemische analyse nog een hand afgebeeld om de grootte van het apparaat aan te geven, thans wordt al het bewijs van menselijke bemoeienis bij de resultaten van biochemisch onderzoek naar de achtergrond gedrukt.
Wetenschapsbeoefening is echter altijd *kennis in context*. Dit wordt duidelijk als we kijken naar *science in action*: niet wanneer deze áf is, maar wanneer zij ontstaat.[3] Dan zien we dat wetenschappers conflicterende 'wereldbeelden' aanhangen die paradigmata worden genoemd. Zoals in het inleidende hoofdstuk is gezegd kunnen we de constatering dat de wetenschappelijke methode klaarblijkelijk niet in staat is om bepaalde paradigmata te falsifiëren begrijpen wanneer we hen niet synchroon maar diachroon bestuderen. Deze genealogische benadering hebben we in dit boek gevolgd door de geschiedenis van de biowetenschappen in Nederland te beschrijven vanuit de disciplinaire achtergronden waaruit zij zijn ontstaan.
Ofschoon wetenschappelijke kennis internationaal is en er dus geen *Nederlandse* biochemie, biofysica of biotechnologie bestaat, spreken we in dit boek toch over de Nederlandse biowetenschappen. Dit benadrukt dat de verwerving van wetenschappelijke kennis, of wetenschap in wording, wél wordt beïnvloed door nationaal politieke, economische en culturele invloeden. Om aan deze verwevenheid uitdrukking te geven is de metafoor van een *triple helix* tussen overheid, universiteiten en bedrijfsleven opgevoerd. Wetenschap beoefenen is weliswaar het verzamelen van gegevens — al dan niet via de experimentele methode — maar deze 'jacht' is slechts een

2. Kendrew, 1995/1997, p. 456; mijn cursivering, TvH.
3. Latour, 1987.

begin. Gegevens op zichzelf maken nog geen wetenschap. Om ze effectief te laten zijn moeten ze gesorteerd, geordend, gecorreleerd, herordend, verwerkt, beoordeeld en verspreid worden. Deze ordening vindt plaats binnen theorieën en hypothesen. Maar deze theoretische noties zijn weer verknoopt met de instrumenten en apparatuur waarmee de gegevens zijn gegenereerd. Als men aan een universiteit wordt opgeleid tot wetenschapper betekent dit dat men wordt onderwezen in de (experimentele) wetenschappelijke methode. Maar ook wordt men wegwijs gemaakt binnen de gekozen discipline. Opgeleid worden tot bioloog, chemicus of fysicus betekent dat men de fijne kneepjes van het vak krijgt onderwezen en *leert zien* waar de problemen liggen. Dit betekent dat men zich een terrein van de wetenschap eigenmaakt met haar specifieke, openstaande problemen.
Om de samenhang aan te geven van de context waarbinnen een wetenschapper werkt spreken we van paradigmata. De belangrijkste vormen van paradigmata zijn díe van de verschillende disciplines. Eén doelstelling van dit boek is geweest om via historisch onderzoek te laten zien dat de biologie en de scheikunde twee paradigmata zijn die niet zonder meer in elkaar overvloeien. Weliswaar impliceert het idee van een 'Unity of Science' dat biologische fenomenen uiteindelijk te verklaren zullen zijn in chemische en fysische termen, maar de feitelijke situatie is dat zij nog mijlenver uit elkaar staan. Enigszins gechargeerd kunnen we zeggen dat de biologie en de scheikunde *incommensurabel* zijn: met de huidige kennis zijn we nog erg ver af van chemische verklaringen van biologische verschijnselen.
Een incommensurabiliteit van de scheikunde en de biologie lijkt in tegenspraak te zijn met de vorderingen die de biochemie en de moleculaire biologie in de tweede helft van de 20e eeuw hebben gemaakt. Kort na de Tweede Wereldoorlog waren enzymen de entiteiten waarmee de biochemie tot het Geheim van het Leven meende te zijn doorgedrongen. In de jaren vijftig werd deze plaats ingenomen door de nucleïnezuren. De oplossing van het kankerprobleem leek om de hoek te liggen; er was slechts nog enig aanvullend onderzoek nodig! Dit bleek niet zo te zijn maar met het ophelderen van de rol van oncogenen bij de regulering van de celgroei meende men weer een belangrijke stap dichterbij te zijn gekomen. En aan het begin van de 21e eeuw werd een boekdeel aan het Geheim van het Leven toegevoegd met daarin de opgehelderde sequentie van het menselijk genoom (het Human Genome Project).
Duidelijk zal zijn dat deze schijnbare commensurabiliteit van de scheikunde en de biologie telkens was gebaseerd op de *aanname* dat Het Leven gereduceerd kon worden tot respectievelijk enzymen, nucleïnezuren en het humane genoom. Op deze manier werd Het Leven vertaald in een *laboratoriumsetting* die met de beschikbare fysisch-chemische instrumenten experimenteel kon worden onderzocht. Terwijl chemici Het Leven aldus transformeerden tot een oplosbare (?) puzzel, protesteerden veel biologen tegen de opvatting dat deze puzzels de essenties van biologisch leven zouden omvatten. Zij wezen op de tekortkomingen van het vertaalproces waarmee het experimentele systeem werd gerechtvaardigd. Deze tekortkomingen

moeten echter niet als storend worden opgevat; zij vormen juist de bestaansgrond van de biowetenschappen!

In dit boek over de geschiedenis van de biowetenschappen in Nederland is verhaald over hoe biochemici en biofysici *in statu nascendi* probeerden om de afstand tussen de scheikunde en de biologie te overbruggen. Het meest natuurlijk kon dit in eerste instantie plaatsvinden vanuit de laboratoria voor fysiologische chemie aan de faculteiten geneeskunde. Nieuwe kennis omtrent de biochemie van mens en dier kon zo gemakkelijk haar weg vinden naar de kliniek. Maar met de nadruk op onderzoek naar enzymen en nucleïnezuren in de jaren vijftig en zestig, het beschikbaar komen van kostbare fysisch-chemische apparatuur en overheidsfondsen om deze aan te schaffen, was er steeds minder noodzaak om in een laboratorium ín of náást de kliniek te werken. Aan onderzoeksobjecten, zoals virussen, bacteriën, invertebraten, planten en knaagdieren werden gemakkelijker biologische geheimen ontfutseld dan aan de mens. Aldus werd de faculteit der Wiskunde & Natuurwetenschappen een meer natuurlijke habitat voor de biochemicus dan de faculteit Geneeskunde.
In de jaren vijftig en zestig vonden dus tegelijkertijd een aantal ontwikkelingen plaats die naadloos op elkaar aansloten. De 'Eenheid van de Biochemie / Moleculaire Biologie' maakte dat modelsystemen representatief werden geacht voor de grote medische en landbouwkundige problemen: de moleculaire genetica van bacteriën en bacteriofagen was van belang voor de humane genetica; weefselkweek was van belang voor het kankerprobleem; etcetera. Dergelijk onderzoek werd mogelijk gemaakt door overheidsfinanciering van zuiver-wetenschappelijk onderzoek. Deze fondsen werden 'verdeeld' via een systeem van *peer review* waarmee verantwoording werd afgelegd voor de toegekende fondsen en aan kwaliteitsbewaking werd gedaan. Ofschoon het merendeel van de overheidsfinanciering van wetenschappelijk onderzoek nog steeds rechtstreeks via de universiteiten liep was de financiering via Z.W.O./SON een kwaliteitsbeoordeling waarvan de invloed verder strekte dan louter de SON-subsidie alleen. Het gehonoreerd krijgen van een subsidieaanvrage verhoogde de reputatie van de hele onderzoeksgroep.
Hier moeten we ook nog even ingaan op de rol van de Rockefeller Foundation (RF) in de financiering van het biomedisch onderzoek in Nederland en wijzen op enkele verschillen tussen de RF en Z.W.O./SON. In eerdere hoofdstukken is uitgebreid ingegaan op de rol die de RF had als voorbeeld voor de tweedegeldstroomfinanciering van zuiver-wetenschappelijk onderzoek door de overheid. Van de RF werd het systeem van individuele beurzen, apparatuurfondsen en steun aan groepen overgenomen. Maar er was ook een wezenlijk verschil.
Doordat Z.W.O.-fondsen afkomstig waren van de overheid diende de besteding langs democratische weg plaats te vinden. Daartoe werd de verdeling in handen gelegd van de onderzoekers zelf zodat autonomie van het wetenschappelijk onderzoek ten opzichte van de maatschappij verzekerd

was. Dit betekende dat in het systeem een conservatieve tendens werd ingebouwd omdat onderzoek langs disciplinaire lijnen eenvoudiger was te beoordelen dan interdisciplinair onderzoek. Omdat de RF geen 'democratische' verantwoording hoefde af te leggen, kon zij op haar beurt interdisciplinair onderzoek gemakkelijker bevorderen.
Wetenschapshistoricus Robert Kohler benadrukte dat de financiering van zuiver-wetenschappelijk onderzoek na WO2 via bijvoorbeeld de National Science Foundation een belangrijk nadeel had: "The peer review system increased bureaucratic oversight in small things, while in matters of consequence it bound sponsors to academic *disciplinary* agendas."[4] Met andere woorden, een *triple helix* heeft de neiging zich conservatief te dupliceren. In het algemeen kan men zeggen dat men niet-disciplinair onderzoek alleen via expliciet beleid kon bevorderen (zie kadertekst: *Warren Weaver & de Moleculaire Biologie*).

Warren Weaver & de Moleculaire Biologie

"What attracted [Warren Weaver of the Rockefeller Foundation] was not the problem of genes, proteins, or metabolic pathways, but the prospect of *breaking open disciplinary constraints on careers and practices.* Weaver was not trying to reduce biological ideas to chemistry and physics, or to limit biologists' practices to what could be done with physical methods. His vision of scientific patronage and practice was holistic and integrating. ... Weaver's chief aim was to get physical and biological scientists to work together on vital processes, and it turned out that instruments were a highly practicable and fruitful vehicle for doing that. Instruments defined a relatively straightforward division of labor and did not require that either party be deeply versed in the other's arcane skills. Physicists did not need to go back to school in physiology to apply their know-how to physiological problems. Biologists did not need to be experts in electronics and machine design to get access to new laboratory technologies. Instruments made it easier to bring together people who did not want to venture far or long outside the boundaries of their own disciplines."

(Uit: Kohler, 1991, pp. 357-60; mijn cursivering, TvH)

Als scheikunde en biologie incommensurabele paradigmata vormen, wat houdt dit dan in voor de biochemie, de biofysica en de moleculaire biologie als interdisciplines? We moeten de spanning die noodzakelijkerwijs aanwezig is binnen de biochemie als interdiscipline zien als een stimulerende spanning. Dat de biowetenschappen voortkomen uit uiteenlopende moederdisciplines maakt dat het een interessante studierichting is. Biochemisch onderzoek dat wordt bedreven als puzzeloplossend werk binnen het chemische paradigma, kan en moet tegelijkertijd worden geconfronteerd met het biologische paradigma. De *noodzakelijke* spanning volgens wetenschapsfilosoof Thomas Kuhn tussen enerzijds behoud van

4. Kohler, 1991, p. 404; mijn cursivering, TvH.

dogmatische kennis (het paradigma) en anderzijds verandering en vernieuwing als gevolg van nieuwe experimenten, is aldus voor de biowetenschappen een uitermate *productieve* spanning! Interdisciplinair onderzoek biedt zoveel uitdaging omdat bij interdisciplinaire studies per definitie wetenschappelijke 'revoluties' om de hoek lijken te liggen.

De conclusie die we uit onderhavig boek *Biochemie tussen Nut en Cultuur* kunnen trekken is dat incommensurabiliteit tussen de moederdisciplines niet alleen bestaat op kennis-inhoudelijk vlak maar dat deze incommensurabiliteit ook wordt bepaald door de overige strengen van de biowetenschappelijke *triple helix*. Dus ook op het niveau van institutionele organisaties zoals universiteiten en financieringsorganen, alsmede de arbeidsmarkt. Dit laatste omdat duidelijk moet zijn wát de potentiële werknemer beheerst, wat zijn of haar kénnen en kúnnen is.
Is de toekomst van de biowetenschappen in Nederland een extrapolatie van het verleden zoals in het openingscitaat van dit boek wordt gesuggereerd? De biowetenschappelijke *triple helix* van overheid, universiteiten en bedrijfsleven ondergaat weliswaar voortdurend mutaties waardoor compleet andere interacties ontstaan. Maar een analyse van het verleden kan inderdaad behulpzaam zijn bij het maken van keuzes voor de toekomst omdat tijdloze tegenstellingen een cruciale rol spelen.

Driekwart eeuw geleden stelde Bouwe Sjollema, de eerste voorzitter van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie, de vraag: "Is er een hooger streven voor de chemie denkbaar, dan om tezamen met biologie en physiologie, door de studie van het leven, het levensgeluk van den mensch te bevorderen!"[5] Na driekwart eeuw doet de retorisch bedoelde vraag wat pathetisch aan maar de uitdaging voor een *biochemie tussen nut en cultuur* ligt er nog steeds.

5. B. Sjollema, "Eerste wetenschappelijke vergadering van de Nederlandse Vereniging voor Biochemie, 4 februari 1928", *Chemisch Weekblad* 25 (1928), p. 152.

Addendum: Karakterisering van de Biologie in Nederland in de Jaren Vijftig

Na afsluiting van onderhavig boek kwam mij een nota uit 1958 onder ogen welke een karakterisering van de biologie bevat. Deze analyse door W. H. Arisz (met "volle instemming" van V. J. Koningsberger en C. P. Raven) van de stand der biologie aan de Nederlandse universiteiten in de jaren vijftig vormt een reïteratie van de door mij in onderhavig boek geschetste situatie. Vanwege het kernachtige karakter van bedoelde nota worden hieronder enkele passages gereproduceerd.

De auteur

Verruiming van de Mogelijkheden tot Ontwikkeling der Biologie (1958)
Prof. dr. W. H. Arisz

Ter verkrijging van een basis voor de beoordeling van de ontwikkeling der biologie in Nederland en de maatregelen, die wenselijk zijn om deze ontwikkeling te bevorderen, is het nodig haar structuur en haar plaats te midden der andere wetenschappen te bespreken. Terwijl bij fysica en chemie de begrenzing van het gebied voornamelijk in de aard der problemen gelegen is, zal een wetenschap tot het gebied der biologie gerekend moeten worden, als zij problemen betreffende *organismen* behandelt. Het object mens, dier, plant of microbe bepaalt daarbij of men met de wetenschap, die de biologie van de mens behandelt (voor een belangrijk deel de medische wetenschap), met dierkunde (ten dele diergeneeskunde), met plantkunde (ten dele landbouwwetenschap), of met microbiologie (waaronder bacteriologie) te doen heeft. De overeenkomst der problemen in deze verschillende groepen van organismen is door het onderzoek der laatste decennia op verrassende wijze in het licht gesteld. Dit wijst op de fundamentele gelijksoortigheid der biologische processen ook al verschillen de organismen door het niveau van hun differentiatie nog zo sterk.

Zodra men de verschillende aspecten der biologie gaat bestuderen, valt het gebied in onderdelen uiteen, die min or meer als afzonderlijke wetenschapsgebieden te beschouwen zijn [de morfologie, anatomie, embryologie, fysiologie, oecologie, ethologie, genetica, systematiek; voorts staat naast het normale het pathologische]. ...

Het zal duidelijk geworden zijn, dat de biologie een vak is met een andere structuur dan de fysica en de chemie. Als wetenschap der *organismen* kan de biologie gesteld worden tegenover de wetenschap der *materie*, die naar de aard der problemen in fysica, astronomie, chemie en geologie uiteenvalt. De biologie strekt zich dus uit over een uitgebreid terrein, met uiteenlopende

richtingen van onderzoek. Sommige van deze kunnen zonder kennis van fysica en chemie niet met vrucht bestudeerd worden. Dit geldt niet alleen voor de fysiologie, maar ook voor verschillende andere terreinen der biologie.
Men moet zich echter wel bewust zijn, dat vrijwel alle biologische problemen meer vereisen dan een herleiden tot fysische en chemische verschijnselen. Voor verschillende problemen is de ontwikkeling van een eigen biologische wijze van onderzoek nodig. Als voorbeelden kunnen genoemd worden de morfologie, de verwantschap der organismen, de erfelijkheid, de oecologie en de nog jonge veelbelovende ethologie of gedragsleer. Dit maakt, dat ook de fysicus en de chemicus voor de bestudering van biologische problemen een biologisch inzicht nodig heeft. ...

Men ontmoet dikwijls de voorstelling, dat het grensgebied van verschillende wetenschappen een bijzonder vruchtbaar terrein van onderzoek is, waar, nadat de problemen op de hoofdgebieden in zekere mate opgehelderd zijn, nieuwe problemen op onderzoek wachten. Zo ligt tussen fysica en chemie het rijke gebied van de fysische chemie. Men kan de vraag stellen of dit ook geldt voor de gebieden van biochemie en biofysica, die grensgebieden vormen tussen fysica en chemie enerzijds en biologie anderzijds. De besproken structuur van de biologische wetenschappen maakt het nodig hier iets dieper op in te gaan. Eigenlijk kan men de vergelijking van wetenschapsgebieden met een landkaart, waar landen aan elkaar grenzen en men dus van grensgebieden kan spreken, niet gebruiken ter kenschetsing van de onderlinge verhouding van deze wetenschappen. Een duidelijke omschrijving van het gebied der biochemie is niet te geven. De term is ontstaan, doordat de chemicus het materiaal voor zijn onderzoek ontleende aan de organismen. Als onderzoeker van biologisch materiaal en werkend met chemische methodes kan hij biochemicus genoemd worden. De chemicus kan ook organen of systemen uit levende organismen isoleren en in zijn onderzoek betrekken. Tenslotte kan hij de processen in het levende organisme zelf onderzoeken. Het is duidelijk, dat voor dergelijk biochemisch onderzoek naast chemische tevens een gefundeerde biologische kennis vereist is. Hoe verder de biochemicus in de biologische processen doordringt, des te sterker zal hij de behoefte gevoelen aan meer inzicht en meer gegevens over zijn objecten. In de laatste 25 jaar is de biochemie tot een belangrijke, min of meer zelfstandige richting van chemisch onderzoek uitgegroeid naast de anorganische, organische en fysisch-chemische richtingen.

Het zal begrijpelijk zijn, dat vanaf het begin van de ontwikkeling van de chemie de bioloog en de medicus niet geschroomd hebben zelf de chemische problemen op hun terrein ter hand te nemen. Zij kunnen dit natuurlijk slechts doen voor zover hun chemische ervaring dit toelaat. De tegenwoordige kennis der in de organismen zich afspelende chemische processen is dan ook evenzeer door het werk van de op biologisch gebied werkende chemicus als van de chemisch geschoolde bioloog en medicus verkregen. Men zou deze beide even goed biochemicus kunnen noemen. Wij zullen in deze nota echter liever van *chemobiologen* spreken, omdat men in Nederland geneigd is bij biochemici te denken aan chemici, die met biologische objecten werken.
De *chemobioloog* is dan de bioloog, die op chemisch gebied gespecialiseerd is, de *biochemicus* is de chemicus, die met biologische objecten werkt.

In ons land is de scheiding in vakgroepen aan de universiteiten scherper dan in verschillende andere landen. De aankomende student zal zich in Nederland reeds bij het begin van zijn universitaire studie als fysicus, chemicus, geoloog, bioloog of farmaceut moeten classificeren, daar de opleiding voor deze verschillende vakken reeds van het begin af sterk uiteen loopt. Vooral door de regeling der onderwijsbevoegdheden wordt deze scheiding in de universitaire studie in de hand gewerkt. Het gevolg is, dat de biochemie in sommige universteiten een specialisatie voor studenten is, die een kandidaatsexamen chemie hebben afgelegd. Het zelfde geldt ook voor de biofysici, die uit de vakgroep der fysici komen, een fysisch kandidaatsexamen hebben afgelegd en geen verplichting hebben basiskennis op biologisch gebied te vergaren.
Om daarom misverstand te vermijden zal in deze nota van chemobiologen gesproken worden, wanneer een categorie studenten bedoeld wordt die aan de universiteit als biologen studeren en van deze biologische basis uit zich een voldoende chemische kennis verwerven om chemische problemen op biologisch gebied ter hand te nemen. Terwijl de onderzoeker met chemische basis geneigd zal zijn de ingewikkelde systemen der organismen zo eenvoudig mogelijk te houden en daarom een voorkeur heeft reacties buiten het organisme te bestuderen, zal de biologische onderzoeker er vooral op gericht zijn de processen in het intacte levende organisme te onderzoeken en hun coördinatie en regulatie te verstaan. Het spreekt van zelf, dat dit bij ervaren onderzoekers niet meer dan een accent is.
Biochemici en chemobiologen zijn dus in Nederland twee categorieën van onderzoekers, die door een fundamenteel verschil in hun basis-opleiding een verschillende instelling tegenover de te onderzoeken problemen hebben verkregen. Door naspecialisatie en het werken in teamverband zullen deze verschillen natuurlijk ten dele kunnen verdwijnen.

De meeste hoogleraren in de biologie voelen niet de behoefte aan een organisatie van het zuiver wetenschappelijk onderzoek. Bij de veelheid van richtingen en het in verhouding daarmee geringe aantal onderzoekers lijkt dit begrijpelijk. Ieder universitair centrum en meestal iedere hoogleraar afzonderlijk bepaalt welke problemen in onderzoek genomen zullen worden. Plannen op lange termijn zijn op experimenteel gebied als regel niet vast te stellen, daar de richting van het onderzoek voor een groot deel bepaald wordt door wat gevonden wordt. Dit sluit echter niet uit, dat meer dan nu het geval is men zich rekenschap dient te geven, wat in ons land op het gebied der biologie gebeurt en op welke problemen de belangstelling der onderzoekers gericht is, dat men zich bewust wordt van ongewenste lacunes in dit totaal beeld, die er ongetwijfeld zijn, en bereid is overleg te plegen om hierin verbetering te brengen. ...

Het spreekt vanzelf, dat de universiteiten volledige vrijheid van handelen moeten behouden, doch gemeenschappelijk interfacultair overleg zal hiervoor de basis moeten leveren. Behalve tussen de biologische vakgroepen van de faculteiten der wis- en natuurkunde zal ook overleg wenselijk zijn met de biologische hoogleraren van de technische- en landbouwhogeschool. Deze laatste heeft tot taak de vorming van landbouwkundigen, waarbij de opleiding in biologische vakken een belangrijke rol speelt. De grote vlucht, die de landbouwhogeschool genomen heeft en het omvangrijke fundamenteel

wetenschappelijke werk, dat daar verricht wordt, maakt een nauwer contact met de biologische afdelingen der universiteiten uitermate gewenst. Wel bestaat reeds een vrijwillige samenwerking tussen de hoogleraren van universiteiten en landbouwhogeschool bij de opleiding van doctorandi in de biologie, waardoor kandidaten in de biologie bij de studie voor het doctoraal examen de gelegenheid krijgen onderwerpen te bewerken aan een laboratorium van de landbouwhogeschool. Men heeft echter nooit de samenwerking tussen landbouwhogeschool en universiteiten van een meer algemeen standpunt bekeken en het gevolg daarvan is, dat de ontwikkeling van deze instellingen vrijwel onafhankelijk van elkaar verlopen is. Evenzeer als het nodig is meer contact te brengen tussen de biologische hoogleraren der verschillende Nederlandse universiteiten, is het ook wenselijk de betreffende hoogleraren der landbouwhogeschool en eventueel ook van de T. H. te Delft in dit overleg te betrekken. Dit zal de ontwikkeling der biologie in Nederland zeker ten goede komen. ...

Aan welke biologische problemen in een bepaalde tijd de meeste aandacht wordt geschonken, hangt meer af van de invloed, die uitgaat van enkele enthousiaste en begaafde onderzoekers, die door hun persoon, hun toewijding en hun ideeën richting geven aan jongeren, dan van de wenselijkheid een bepaald gebied der biologische wetenchap tot ontwikkeling te brengen. Het richting geven aan zuiver wetenschappelijk onderzoek van boven af vereist grote voorzichtigheid. Wel is het mogelijk bij de opleiding er naar te streven, dat onderzoekers gevormd worden van gevarieerde instelling, zodat ons land de beschikking krijgt over jonge biologen, die in staat zijn de verschillende terreinen van biologisch onderzoek met de meest moderne uitrusting ter hand te nemen. ...

Daar de biologische wetenschap zich in verschillende uiteenlopende richtingen heeft ontwikkeld, zal men met deze bijzondere structuur rekening moeten houden bij de aanstelling van docenten, bij de opleiding der studenten en bij de bouw en uitrusting der laboratoria. ...

Het terrein van werkzaamheid voor afgestudeerde biologen ligt voor een belangrijk deel op landbouwkundig en veterinair gebied, bij de visserij en het onderzoek van zout- en zoetwaterorganismen, ten dele ook op het gebied van het fundamentele medische onderzoek. Aan de ontwikkeling van deze gebieden kan door goed opgeleide biologen een belangrijke bijdrage geleverd worden.

Groningen, oktober 1958

(Uit: Commissie Ontwikkeling Natuurwetenschappelijk Onderzoek [H. B. G. Casimir, W. H. Arisz, C. J. Gorter, J. H. Oort, J. Th. G. Overbeek, H. W. Slotboom], *Voorzieningen ten behoeve van de Research binnen de Faculteiten der Wis- en Natuurkunde der Nederlandse Universiteiten*, 1958, pp. 18-24; cursivering in het origineel.)

Literatuur

Aaserud, F., *Redirecting Science: Niels Bohr, Philanthropy, and the Rise of Nuclear Physics* (Cambridge: Cambridge University Press, 1991).

Anonymous, "Stichting voor Scheikundig Onderzoek in Nederland", *Chemisch Weekblad* 52 (1956a), 429-31.

Anonymous, "Stichting Scheikundig Onderzoek in Nederland", *Chemisch Weekblad* 52 (1956b), 849-50.

van Apeldoorn, J. H. F. (red.), *Biotechnology: A Dutch Perspective* (Delft: Delft University Press, 1981).

Arthur D. Little [Anonymous], *Biotechnologie en de Nederlandse Industrie — Rapport aan het Ministerie van Economische Zaken* (Amsterdam: Arthur D. Little, 1989).

Baggen, P., *Vorming door Wetenschap: Universitair Onderwijs in Nederland 1815-1960* (Delft: Eburon, 1998).

Bannier, J. H., *Tweede Geldstroom; Wat en Hoe? — Nota aan Bestuur van Z.W.O.* (s.p.: s.n., augustus 1971).

Ben-David, J., *Fundamental Research and the Universities: Some Comments on International Differences* (Paris: OECD, 1968).

Beukers, H., M. Gruber en R. Matthijsen, *Nederlandse Vereniging voor Biochemie: De Eerste 60 Jaar* (Utrecht: Nederlandse Vereniging voor Biochemie, 1987).

Biagioli, M., "From Relativism to Contingentism", in: P. Galison en D. J. Stump (red.), *The Disunity of Science: Boundaries, Contexts, and Power* (Stanford: Stanford University Press, 1996), pp. 189-206.

de Boer, J. H., *Enquête naar de wenselijkheid van een Stichting voor Chemisch Onderzoek in Nederland [Evaluatie]* (s.p.: s.n., 16 augustus 1954).

Booij, H. L., *Het Spel van de Zwakke Krachten — Inaugurele Rede Leiden* (Leiden: Stenfert Kroese, 1957).

Borg, W. A. J., "In Memoriam Prof. Dr. F. Kögl, 19 September 1897 - 6 Juni 1959", *Chemisch Weekblad* 55 (1959), 493-4.

Brouwer, J. H., *et al.*, *De Vernieuwing der Universiteit* (Groningen: Wolters, 1945).

Bush, V., *Science — The Endless Frontier: A Report to the President on a Program for Postwar Scientific Research, July 1945* (Washington, D.C.: National Science Foundation, herdruk 1960).

Clausen, R. (red.), *Stand und Rückstand der Forschung in Deutschland in den Naturwissenschaften und den Ingenieurwissenschaften: Aufgrund einer Umfrage* (Wiesbaden: Franz Steiner Verlag GmbH, 1964).

Cohen, J. A., *De Plaats van het Enzym in de Biologische Wetenschappen — Academische Rede Leiden* (s.l.: s.n., 1956).

Commissie voor de Biochemie en Biofysica / Koninklijke Academie van Wetenschappen, *Arbeidsmarkt Biochemici in de Jaren Zeventig* (Amsterdam, CBB / KNAW, 1981).

Commissie Reinink-II [H. J. Reinink *et al.*], *Rapport van de Staatscommissie tot Reorganisatie van het Hoger Onderwijs* ('s-Gravenhage: Staatsdrukkerij- en Uitgeverijbedrijf, 1949).

Consolazio, W. V., "Dilemma of Academic Biology in Europe", *Science* 133 (1961), 1892-6; herdrukt in: N. Kaplan (red.), *Science and Society* (Chicago: Rand McNally & Company, 1965), pp. 322-33.

Creager, A. N. H., "Tracing the Politics of Changing Postwar Research Practices: The Export of 'American' Radioisotopes to European Biologists", *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 33 (2002), in druk.

Crick, F., *What Mad Pursuit: A Personal View of Scientific Discovery* (London: Weidenfeld and Nicolson, 1988).

van Dam-Mieras, M. C. E., *Biotechnologie in Maatschappelijk Perspectief* (Den Haag: Wetenschappelijke Raad voor het Regeringsbeleid, 2001).

Dixon, M., *Multi-Enzyme Systems: Four Special Lectures Given to University College, London, May 1948* (Cambridge: Cambridge University Press, 1949).

DNA-Onderzoek in Discussie: Verslag van het DNA-forum van de Dienst Wetenschapsvoorlichting (Amsterdam: Dienst Wetenschapsvoorlichting, 1978).

Elema, B., *Opkomst, Evolutie en Betekenis van Research gedurende Honderd Jaren Gistfabriek* (Delft: Kon. Ned. Gist- en Spiritusfabriek N.V., 1970).

Elzen, B., "Two Ultracentrifuges: A Comparative Study of the Social Construction of Artifacts", *Social Studies of Science* 16 (1986), 621-62.

van Engeldorp-Gastelaars, Ph., *Een Overzicht van de Ontwikkeling van het Nederlands Universitair Bestel en Wetenschapsbeleid — Management Report Series No. 86* (Rotterdam: Erasmus Universiteit — Rotterdam School of Management, 1991).

Ettre, L. S., en A. Zlatkis (red.), *75 Years of Chromatography — A Historical Dialogue* (Amsterdam: Elsevier, 1979).

Etzkowitz, H., en L. Leydesdorff, "The Endless Transition: A 'Triple Helix' of University-Industry-Government Relations", *Minerva* 36 (1998), 203-8.

Etzkowitz, H., en L. Leydesdorff, "The Dynamics of Innovation: From National Systems and 'Mode 2' to a Triple Helix of University-Industry-Government Relations", *Research Policy* 29 (2000), 109-23.

Florida, R., en W. M. Cohen, "Engine or Infrastructure? The University Role in Economic Development", in: L. M. Branscomb, F. Kodama en R. Florida (red.), *Industrializing Knowledge: University-Industry Linkages in Japan and the United States* (Cambridge, MA: The MIT Press, 1999), pp. 589-610.

Fruton, J. S., *Proteins, Enzymes, Genes: The Interplay of Chemistry and Biology* (New Haven, Conn.: Yale University Press, 1999).

Gemelli, G., J.-F. Picard en W. H. Schneider (red.), *Managing Medical Research in Europe: The Role of the Rockefeller Foundation (1920s-1950s)* (Bologna: CLUEB, 1999).

Gibbons, M., "The Translation of Societal Needs into Research Agendas", in: R. Barré, M. Gibbons, J. Maddox, B. Martin en P. Papon (red.), *Science in Tomorrow's Europe* (Paris: Economica International, 1997), pp. 69-78.

Gruber, M., *Enzymen en Proteinen* (Djakarta: J. B. Wolters' Uitgeversmaatschappij N.V., 1953).

Heijmans, H. G., *Wetenschap tussen Universiteit en Industrie: De Experimentele Natuurkunde in Utrecht onder W. H. Julius en L. S. Ornstein, 1896-1940* (Rotterdam: Erasmus Publishing, 1994).

van Helvoort, T., "Institutionalizing Biochemistry: The Enzyme Institute of the University of Wisconsin at Madison", *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 57 (2002a), in druk.

van Helvoort, T., "'Purifying' Science: E. C. Slater and Post-War Biochemistry in the Netherlands', *History of Science* 40 (2002b), in druk.

Hesselink, F. Th., "Stichting Scheikundig Onderzoek in Nederland 1956-1998", in: *Jaarboek Chemische Wetenschappen 1999* (Den Haag: NWO-CW, 1999), pp. 19-28.

Holla, G., en O. van Rijen, *Van Biotech Bay en Biotech Beach tot Genetown: Biotechnologie in de Verenigde Staten — Een Reisverslag* (Den Haag: Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, 1999).

Hughes, S. S., "Making Dollars Out of DNA: The First Major Patent in Biotechnology and the Commercialization of Molecular Biology, 1974-1980", *Isis* 92 (2001), 541-75.

Hutter, W., "Chemie, Chemici en Wetenschapsbeleid, 1945-1985", in: E. Homburg en L. Palm (red.), *De Geschiedenis van de Scheikunde in Nederland — Deel 3* (Delft: Delft University Press, 2003), in voorbereiding.

Jaspers, E. M. J., *et al.* (red.), *BLLB: Het Biochemisch Laboratorium in Leiden, 1953-1972* (Leiden: Universitaire pers, 1972).

Jonas, G., *The Circuit Riders: Rockefeller Money and the Rise of Modern Science* (New York: W. W. Norton & Co., 1989).

Kaplan, N., "The Western European Scientific Establishment in Transition", *The American Behavioral Scientist* (December) (1962), 17-21; herdrukt in: N. Kaplan (red.), *Science and Society* (Chicago: Rand McNally & Company, 1965), pp. 352-64.

Kay, L. E., "Laboratory Technology and Biological Knowledge: Tiselius and Electrophoresis", *History and Philosophy of the Life Sciences* 10 (1988), 51-72.

Kendrew, Sir John, in: J. Krige en L. Guzzetti (red.), *History of European Scientific and Technological Cooperation — 1995* (Florence: European Communities, 1997), pp. 456-7.

Kersten, A. E., *Een Organisatie Van en Voor Onderzoekers: De Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.) 1947-1988* (Assen: Van Gorcum, 1996).

Kluyver, A. J., "Eenheid en Verscheidenheid in de Stofwisseling der Microben", *Chemisch Weekblad* 21 (1924), 266-77.

de Knecht-van Eekelen, A., "De Doos van Pandora: Het Vitaminen-Laboratorium", *Gewina: Tijdschrift voor de Geschiedenis der Geneeskunde, Natuurwetenschappen, Wiskunde en Techniek* 19 (1996), 43-5.

Knegtmans, P. J., *Een Kwetsbaar Centrum van de Geest: De Universiteit van Amsterdam tussen 1935 en 1950* (Amsterdam: Amsterdam University Press, 1998).

Kögl, F., *Wege und Ziele der Erforschung von Naturstoffen — Inaugurele Rede Utrecht* (Utrecht: J. van Druten, 1930).

Kohler, R. E., *Partners in Science: Foundations and Natural Scientists, 1900-1945* (Chicago: University of Chicago Press, 1991).

Kornberg, A., "Understanding Life as Chemistry", *Clinical Chemistry* 37 (1991), 1895-9.

Kossen, N. W. F., *et al.*, *Biotechnologie Delft Leiden: Beleidsplan Voorjaar 1984* (s.l.: s.n., 1984).

Krige, J., en L. Guzzetti (red.), *History of European Scientific and Technological Cooperation — 1995* (Florence: European Communities, 1997).

Kruyt, H. R., "Afscheidscollege Prof. Dr. H. R. Kruyt", *Chemisch Weekblad* 42 (1946), 264-70.

Kuhn, Th. S., "The Function of Dogma in Scientific Research", in: A. C. Crombie (red.), *Scientific Change* (London: Heinemann, 1963), pp. 347-69.

Kuhn, Th. S., *The Structure of Scientific Revolutions* (Chicago: Chicago University Press, 19702).

Kuhn, Th. S., *The Essential Tension — Selected Studies in Scientific Tradition* (Chicago: Chicago University Press, 1977).

Kwa, Ch., "Het Onderzoeksbeleid rond Moleculaire Biologie", in: A. Rip, R. Hagendijk en H. Dits (red.), *Implementatie van Prioriteiten in het Wetenschappelijk Onderzoek* (Den Haag: Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid, 1986), pp. 163-73.

Latour, B., *Science in Action: How to Follow Scientists and Engineers through Society* (Milton Keynes: Open University Press, 1987).

Maréchal, A., *et al.* [OECD], *Fundamental Research and the Policies of Governments* (Paris: OECD, 1966).

Merton, R. K., "The Normative Structure of Science — 1942", in: R. K. Merton, *The Sociology of Science: Theoretical and Empirical Investigations* (Chicago: University of Chicago Press, 1973), pp. 267-78.

Möller, W. J. H. M., *Over Zekerheid en Waarschijnlijkheid in Natuurkunde en Biologie — Afscheidsrede Rijksuniversiteit Leiden* (Leiden: Rijks-Universiteit Leiden, 1995).

Morange, M., "EMBO and EMBL", in: J. Krige en L. Guzzetti (red.), *History of European Scientific and Technological Cooperation — 1995* (Florence: European Communities, 1997), pp. 77-92.

Morange, M., *A History of Molecular Biology* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1998).

Mouwen, C. A. M., en S. C. van Bijsterveld, *De Hybride Universiteit: Het Onverenigbare Verenigd? — De Integratie van Taak en Markt in de Universiteit van de Toekomst* (Den Haag: Elsevier Bedrijfsinformatie, 2000).

Mulkay, M., "Sociology of the Scientific Research Community", in: I. Spiegel-Rösing en D. de Solla Price (red.), *Science, Technology and Society: A Cross-Disciplinary Perspective* (Newbury Park, CA: Sage Publications, 1977), pp. 95-148.

Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie [NVBMB], *Verder met Biochemie en Moleculaire Biologie: Beleid voor een Vitale Wetenschap* (s.p.: NVBMB, 2001).

van Nieuwenburg, C. J., "De Nationale Organisatie van Wetenschappelijk-Technisch Werk", *Chemisch Weekblad* 17 (1920), 70-5.

OECD [P. Piganiol, voorzitter], *Science and the Policies of Governments: The Implications of Science and Technology for National and International Affairs* (Paris: OECD, 1963); gedeeltelijk herdrukt in: N. Kaplan (red.), *Science and Society* (Chicago: Rand McNally & Company, 1965), pp. 373-86.

Oudshoorn, N., *Beyond the Natural Body: An Archeology of Sex Hormones* (London: Routledge, 1994).

Pekelharing, C. A., *De Waarde der Physiologie voor den Beoefenaar der Ziektekunde* (Utrecht: C. H. E. Breijer, 1881).

Querido, A., "Necessity and Limitation of Biomedical Research", in: V. P. Eijsvoogel *et al.*, *Biomedical Research in Present and Future Society, November 21, 1978* (Amsterdam: North-Holland, 1979), pp. 27-38.

Raad van Europa & OECD [P. Piganiol], *Science and Parliament — Second Parliamentary and Scientific Conference* (Paris: OECD, 1965).

Rapport van de Commissie voor Hoger-Onderwijswetgeving, Ingesteld bij Beschikking van de Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen van 18 mei 1949, no. 98527, afd. H.O.W. [C. W. van der Pot, A. M. Donner en F. L. R. Sassen] ('s-Gravenhage: s.n., 1951).

Rheinberger, H.-J., "Putting Isotopes to Work: Liquid Scintillation Counters, 1950-1970", in: B. Jörges en T. Shinn (red.), *Instrumentation: Between Science, State and Industry* (Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001), 143-74.

Rockefeller Foundation Directory of Fellowship Awards, 1917-1950 (New York: s.n., s.d.).

Rörsch, A., en W. Hutter, "La Conférence Européenne de Biologie Moléculaire — De Organisatie van een Arrogant Ras", *Chemisch Weekblad* 66 (21) (1970), 23-9.

Rose, S., *Lifelines: Biology beyond Determinism* (Oxford: Oxford University Press, 1998).

Schoenheimer, R., *The Dynamic State of Body Constituents* (Cambridge, MA: Harvard University Press, 1942/1946).

Sjollema, B., "Rede Uitgesproken bij de Opening der Eerste Wetenschappelijke Vergadering van de Nederlandsche Vereeniging voor Biochemie op 4 Febr. 1928", *Chemisch Weekblad* 25 (1928), 146-52.

Slater, E. C., *Cell Physiology and Intracellular Enzymes — Rede, 28 November 1955* (Amsterdam: Scheltema & Holkema N. V., 1955).

Slater, E. C., *et al.*, *Enzymes: Lectures held at the Conference on Enzymes and Their Action* (Zwolle: W. E. J. Tjeenk Willink, 1959).

Slater, E. C., "An Australian Biochemist in Four Countries", in: R. Jaenicke en G. Semenza (red.), *Selected Topics in the History of Biochemistry: Personal Recollections V — Comprehensive Biochemistry Vol. 40* (Amsterdam: Elsevier, 1997), pp. 69-203.
SON-Jaarverslag 1957, in: *Chemisch Weekblad* 54 (1958), 389-95.
SON-Jaarverslag 1958, in: *Chemisch Weekblad* 55 (1959), 361-71.
SON-Jaarverslag 1959, in: *Chemisch Weekblad* 56 (1960), 365-76.
SON-Jaarverslag 1960, in: *Chemisch Weekblad* 57 (1961), 278-91.
SON-Jaarverslag 1961, in: *Chemisch Weekblad* 58 (1962), 281-98.
Szent-Györgyi, A., *Studies on Biological Oxidation and Some of Its Catalysts* (Leipzig: Johann Ambrosius Barth, 1937).
Tausk, M., *Organon: De Geschiedenis van een Bijzondere Nederlandse Onderneming* (Nijmegen: Dekker & Van de Vegt, 1978).
Theunissen, L. Th. G., *'Nut en Nog Eens Nut': Wetenschapsbeelden van Nederlandse Natuuronderzoekers* (Hilversum: Verloren, 2000).
Thung, P. J., *Medical Education in the Netherlands: Recent History and Developmental Trends* (Leiden: Universitair Medisch Centrum, 1970).
Veldstra, H., "Moleculaire Biologie, Ook in Nederland", *Intermediair* 5 (9 mei) (1969), 35, 37, 39, 41 & 55.
Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers, *De Organisatie van het Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek in Nederland — Verslag van het Congres op 22 November 1947* (Leiden: Verbond van Wetenschappelijke Onderzoekers, 1948).
Verkenningscommissie Biochemie [E. C. Slater, voorzitter], *Over Leven: Betekenis van de Biochemie in Nederland; Rapport van de Verkenningscommissie Biochemie* ('s-Gravenhage: Staatsuitgeverij, 1982).
Verkenningscommissie Biologie [K. Verhoeff, voorzitter], *Biologie — Van Levensbelang; Rapport van de Verkenningscommissie Biologie* ('s-Gravenhage: Staatsuitgeverij, 1983).
de Vries, B. G., A. F. A. Korsten en W. A. J. Gooren, *Evaluatie van de Totstandkoming van het Innovatieprogramma Biotechnologie* ('s-Gravenhage: s.n., 1984).
Watson, J. D., en J. Tooze, *The DNA Story: A Documentary History of Gene Cloning* (San Francisco: Freeman, 1981).
Weingart, P., "Interdisciplinarity: The Paradoxical Discourse" (2000), in: P. Weingart en N. Stehr (red.), *Practising Interdisciplinarity* (Toronto: University of Toronto Press, 2000), pp. 25-41.
Weiss, P. A., *Within the Gates of Science and Beyond: Science in Its Cultural Commitments* (New York: Hafner Publishing Company, 1971).
Werkgemeenschap van Wetenschappelijke Organisaties in Nederland, *Natuurwetenschappelijk Onderzoek in Nederland* (Amsterdam: Noord-Hollandsche Uitgevers Maatschappij, 1942).
Westenbrink, H. G. K., *et al.*, "B. C. P. Jansen als Mens en Geleerde", *Voeding* 15 (1954), 417-76.

Wittrock, B., en A. Elzinga (red.), *The University Research System: The Public Policies of the Home of Scientists* (Stockholm: Almqvist & Wiksell International, 1985).

Woerdeman, M. W., "Minderheidsnota naar Aanleiding van het Rapport der Sectie K (Geneeskunde)", in: Commissie Reinink-II [H. J. Reinink *et al.*], *Rapport van de Staatscommissie tot Reorganisatie van het Hoger Onderwijs* ('s-Gravenhage: Staatsdrukkerij- en Uitgeverijbedrijf, 1949), pp. 317-22.

Zetterberg, K., *The Nordic Countries and EMBO, EMBC, EMBL: The Decision-Making Process 1965-1973 on the Participation in the European Molecular Biology Research Co-Operation* (Stockholm: FEK, 1976).

Z.W.O. [H. J. Reinink *et al.*], *Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek: Voorbereiding en Werkzaamheden in de Oprichtingsperiode 1945-1949* ('s-Gravenhage: Z.W.O., 1950).

Lijst van afkortingen

BION: Stichting voor Biologisch Onderzoek
BUOZ: Beleidsnota Universitair Onderzoek
CBB: Commissie voor Biochemie en Biofysica
CERN: European Organization for Nuclear Research
DNA: Desoxyribonucleïnezuur
EMBC: European Molecular Biology Conference
EMBL: European Molecular Biology Laboratory
EMBO: European Molecular Biology Organisation
FOM: Stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie
FUNGO: Stichting voor Fundamenteel Geneeskundig Onderzoek
GRP: Gerard Roland Pomerat
IHB: International Health Board (Rockefeller Foundation)
Inv.nr.: Inventarisnummer (Rijksarchief Noord-Holland)
i.o.: in oprichting
IOP(b): Innovatiegericht Onderzoekprogramma (biotechnologie)
KNAW: Koninklijke Academie van Wetenschappen
KNCV: Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging
MS: Medical Sciences (Rockefeller Foundation)
NCV: Nederlandsche Chemische Vereeniging
NIvV: Nederlandsch Instituut voor Volksvoeding
NS: Natural Sciences (Rockefeller Foundation)
NVB: Nederlands(ch)e Vere(e)niging voor Biochemie
NVBMB: Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie
NWO: Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
NWO-CW: NWO Chemische Wetenschappen
RAC: Rockefeller Archive Center (Tarrytown, New York)
RANH: Rijksarchief Noord-Holland (Haarlem)
RAWB: Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid
R&D: Research & Development
RF: Rockefeller Foundation
RIMR: Rockefeller Institute for Medical Research (New York)
RG: Record Group (Rockefeller Archive Center)
RNA: Ribonucleïnezuur
RVO-TNO: Rijksverdedigingsorganisatie TNO
R.W.O.: Raad voor het Wetenschappelijk Onderzoek
SON: Stichting Scheikundig Onderzoek (in) Nederland
STW: Stichting Technische Wetenschappen
TNO: Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek TNO
Toeg.nr.: Toegangsnummer (Rijksarchief Noord-Holland)
W.U.B.: Wet Universitaire Bestuurshervorming
Z.W.O.: Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek

Curriculum Vitae van de Auteur

Ton van Helvoort (1954) is afgestudeerd als biochemicus aan de KU Nijmegen. In 1993 is hij gepromoveerd aan de toenmalige Rijksuniversiteit Limburg (thans de Universiteit Maastricht) op het proefschrift 'Research styles in virus studies in the twentieth century: Controversies and the formation of consensus', een bundel van zes gepubliceerde artikelen. Sindsdien heeft hij historisch werk gepubliceerd over de geschiedenis van de biochemie, het kankeronderzoek en de kankerbestrijding alsmede de petrochemische industrie. Voornoemd werk werd mede mogelijk gemaakt door fellowships van het Max-Planck-Institut für Wissenschaftsgeschichte te Berlijn, de American Philosophical Society te Philadelphia en het Rockefeller Archive Center in Tarrytown (New York).
Naast dit werk als wetenschapshistoricus is hij sinds 1986, onder de naam 'Acta Biomedica', werkzaam als zelfstandig (bio)technisch vertaler, onderzoeker en auteur in opdracht van universiteiten alsmede de chemische en farmaceutische industrie.

Tot zijn *peer reviewed* publicaties behoren: "'Purifying" science: E. C. Slater and post-war biochemistry in the Netherlands", *History of Science* 40 (2002), in druk; "Institutionalizing biochemistry: The Enzyme Institute of the University of Wisconsin at Madison", *Journal of the History of Medicine and Allied Sciences* 57 (2002), in druk; "Scalpel or rays ? Radiotherapy and the struggle for the cancer patient in pre-World War II Germany", *Medical History* 45 (2001), 33-60; "A dispute over scientific credibility: The struggle for an independent Institute for Cancer Research in pre-World War II Berlin", *Studies in History and Philosophy of Biological and Biomedical Sciences* 31 (2000), 315-54; "A century of research into the cause of cancer: Is the new Oncogene Paradigm revolutionary?', *History and Philosophy of the Life Sciences* 21 (1999), 293-330; "History of virus research in the 20th century: The problem of conceptual continuity", *History*

of Science 32 (1994), 185-235; "The construction of bacteriophage as bacterial virus: Linking endogenous and exogenous thought styles", *Journal of the History of Biology* 27 (1994), 91-139; "What is a virus? The case of tobacco mosaic disease", *Studies in History and Philosophy of Science* 22 (1991), 557-588.

Overige publicaties: "The start of a cancer research tradition: Peyton Rous, James Ewing and viruses as the cause of cancer", in Darwin H. Stapleton (red.), *Creating a Tradition of Biomedical Research: The Rockefeller University Centennial History Conference* (New York: Rockefeller University Press, 2002), in druk; [met Rein Vos en Ruth Benschop], "Blootstelling versus constitutie: Het humaan genoom-project & de werkplek", *TBV — Tijdschrift voor Bedrijfs- en Verzekeringsgeneeskunde* 10 (2002), 170-4; "Scalpel or rays? The struggle for the cancer patient in pre-World War II Germany", in: W. U. Eckart (red.), *100 Years of Organized Cancer Research — 100 Jahre organisierte Krebsforschung* (Stuttgart: Georg Thieme Verlag, 2000), pp. 43-6; diverse bijdragen in: H. Lintsen (red.), *Research tussen Vetkool en Zoetstof: Zestig Jaar DSM Research, 1940-2000* (Zutphen: Walburg Pers, 2000).