

Het ideaal van wetenschap voor de samenleving

Toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland, een historische case-study.



Jonathan Scheeres

Afstudeeronderzoek

**Het ideaal van wetenschap voor de samenleving:
Toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland, een
historische case-study.**

Datum

Oktober 2007

Auteur

Jonathan Scheeres
Studentnr. 0083178

Opleiding

Wijsbegeerte van Wetenschap, Technologie en Samenleving
Universiteit Twente

Afstudeercommissie

Dr. ir. F.J.Dijksterhuis (STeHPS, faculteit MB)
Dr. B.J.R. van der Meulen (STeHPS, faculteit MB)
Dr. P. Baggen (beleidsadviseur, VSNU)
Prof. dr. S. Kuhlmann (STeHPS, faculteit MB)



Universiteit Twente
de ondernemende universiteit

Samenvatting

Over de 75-jarige geschiedenis van de organisatie voor het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek, of TNO, is vrij weinig bekend. Uitgebreid historisch onderzoek naar de organisatie en haar werkzaamheden moet nog uitgevoerd worden. Een van de redenen om iets dergelijks te ondernemen is, het scheppen van inzicht in de dynamiek van de toegepaste natuurwetenschap in het algemeen. Een beter inzicht in de werking van de toegepaste natuurwetenschap is interessant in het licht van kenniseconomieën en het nastreven van continue innovativiteit. Bij dat soort thema's wordt verwacht dat, de wetenschap een maatschappelijke bijdrage levert. Maar hoe gaat dat in zijn werk? Hoe ga je van wetenschappelijke onderzoeksresultaten naar een maatschappelijke bijdrage? Kun je wel zeggen dat je van het één naar het ander gaat? Levert de maatschappij bijvoorbeeld ook een bijdrage aan de wetenschap? Door de geschiedenis van TNO heen is daar verschillend mee omgegaan, zoals blijkt uit dit onderzoek. Diverse invullingen van toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek worden naar voren gebracht en op een rijtje gezet in dit onderzoek. De onderzoeksvraag luidt dan ook; Hoe verandert het denken over toegepaste (natuur)wetenschap en de organisatie daarvan in de 20^{ste} eeuw?

Het verkennen van verschillende ideeën, op het gebied van de toegepaste natuurwetenschap, wordt aan de hand van een casus gedaan. Dat biedt een concreet referentiekader en brengt een zekere structurering van de onderzoeksempirie met zich mee. De casus die hier uitgewerkt wordt is de historie van de Nederlandse organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek. TNO is sinds haar oprichting in 1932 een centrale speler op het gebied van toegepaste natuurwetenschap. Sinds haar oprichting levert de organisatie een bijdrage aan de technische en toegepaste natuurwetenschap, het Nederlandse bedrijfsleven, de overheid en de samenleving in zijn geheel. Juist door de centrale aanwezigheid van TNO, op het gebied van toegepaste natuurwetenschap, leek TNO een goede partner voor dit onderzoek. De historie van TNO is in dit onderzoek opgemaakt aan de hand van archiefonderzoek en secundaire literatuur. Daarnaast is binnen het onderzoek nog gebruik gemaakt van een theoretisch raamwerk, dat wetenschappelijk onderzoek classificeert. Het gebruikte raamwerk is het kwadrantenmodel van Donald E. Stokes. Dat model is vrij neutraal, omdat het niet denkt vanuit de klassieke zuiver/toegepast dichotomie, die sterk aanwezig is in de onderzoeksempirie. Het model biedt meer vrijheid wat dat betreft en maakt een heldere contrastering van de verschillende ideeën, die naar voren komen uit de onderzoeksempirie, mogelijk. Het gebruik van het model maakt het ook mogelijk om de onderliggende vooronderstellingen van de verschillende ideeën bloot te leggen.

De totstandkoming van TNO heeft enkele decennia in beslag genomen, vanaf ongeveer 1917 tot 1932. In die periode is veel nagedacht en gesproken over de precieze invulling van de werkzaamheden, die de organisatie moest gaan uitvoeren en wat het doel van de organisatie moest zijn. Het interbellum, de periode waarin het grootste gedeelte van die discussie plaatsvond, kent Nederland een rijke discussie wat betreft de inrichting van het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek. Als in 1932 die ideeën vorm gekregen hebben met de oprichting van TNO, kent de organisatie veel moeilijkheden. De organisatie past eigenlijk niet goed in het Nederland van toen. Met het uitbreken van de Tweede Wereldoorlog verandert die moeilijke situatie in een gunstige. De bezetter laat TNO vrijwel ongemoeid en dat valt op. Mensen, financiële middelen en apparatuur werden bij TNO ondergebracht, om ze maar uit handen van de bezetter te houden. Na de oorlog valt er niets meer te merken van de moeizame start, TNO kreeg een kans tijdens de oorlog en wist zichzelf te bewijzen. Na de oorlog, mede onder invloed van het Amerikaanse wetenschapssysteem, begint het Nederlandse wetenschappelijke onderzoek uit te breiden. Daar kwam ook bij dat er onderzoeksonderwerpen voldoende waren vlak na de oorlog. TNO weet haar positie te consolideren tijdens de wederopbouw en blijft groeien. De rijke discussie over de invulling en de rol van het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek is dan opgehouden met bestaan. Die discussie heeft dan plaatsgemaakt voor een lineaire opvatting van het functioneren van de wetenschap. Het lineaire model veronderstelt dat, zuivere wetenschap leidt tot nieuwe ideeën, die vervolgens via de toegepaste wetenschap vertaald kunnen worden naar nieuwe technologie. Die stroom aan nieuwe technologie zorgt vervolgens voor welvaart. Zo breed als de discussie in het interbellum was, zo breed is de consensus onder de wetenschappers wat betreft het lineaire model. Model is eigenlijk niet het juiste woord, het is

veel sterker aanwezig dan dat. In deze scriptie wordt het lineaire model dan ook het Bush-paradigma genoemd. Het is een visie op de wetenschap die meer dan 20 jaar fanatiek wordt aangehangen. Dan ontstaan er financiële moeilijkheden, die er voor zorgen dat het Bush-paradigma kritisch onderzocht gaat worden. Zo blijkt de relatie tussen wetenschap en technologie niet zo lineair te verlopen als dat men tot dan toe dacht. Het belang van de zuivere wetenschap, zo vond men, was overschat. TNO, dat ook inzette op zuivere wetenschap, werd gedwongen om de invulling van onderzoek, goed onder de loep te nemen. De nadruk op het t.n.o.-gebied verschuift dan naar de toepasbaarheid van de wetenschap. Het is in diezelfde periode dat de overheid tot een inzichtelijk beleid probeert te komen voor de wetenschap. De opkomst van het wetenschapsbeleid begint eind jaren '60 met het ontstaan van de zorgen over de financiële situatie omtrent het wetenschappelijk onderzoek. De heroriëntatie van TNO en de ontwikkelingen op het gebied van het wetenschapsbeleid treffen elkaar in de innovatienota, die in 1980 wordt uitgebracht. TNO wordt zo ingericht, dat de organisatie past bij het Nederlandse bedrijfsleven en de interessevelden van de Nederlandse samenleving, maar TNO krijgt ook de ruimte om zich te ontwikkelen als een wetenschappelijke organisatie. De TNO-wet wordt mede voor dat doel aangepast in 1985. In de jaren daarna wordt het functioneren van TNO nog enkele malen onder de loep genomen, maar de oriëntatie van de organisatie verandert niet meer.

Het kwadranten schema van Stokes is goed toe te passen op de onderzoeksempirie. Het kwadranten schema beschrijft de ontwikkelingen, die het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland in de 20^{ste} eeuw heeft doorgemaakt. Alle van de eerder geschetste veranderingen hebben hun eigen plaats in Stokes' schema, van sterk wetenschappelijk georiënteerd, tot sterk op toepassing gerichte wetenschap. De veranderingen in de oriëntatie van het t.n.o. lijken afhankelijk te zijn van de eisen, die aan het onderzoeksgebied gesteld worden. Hieruit volgt, dat als de maatschappij niet stilstaat, er niet een 'juiste' oriëntatie van het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek bestaat en dat het veld zeer flexibel is.

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	5
Inhoudsopgave	7
Voorwoord.....	9
Hoofdstuk 1: Inleiding & Theorie.....	11
1.1 Waarom een onderzoek naar de ontwikkeling van TNO?	11
1.2 Centrale onderzoeksvraag van het onderzoek.....	12
1.3 Theoretische achtergrond bij deze studie.....	14
1.3.1 De dichotomie zuiver-toegepast betwist.....	16
1.3.2 Het niet complete plaatje	18
1.3.3 Een beleidsperspectief op het Bush-paradigma	19
1.3.4 Breken met Bush, Stokes' model voor classificatie van wetenschap	21
1.4 Verantwoording voor de structuur en opbouw van het onderzoek.....	24
Hoofdstuk 2: Een zo groot mogelijk nut.....	27
2.1 Het ontstaan van de basis voor TNO.	27
2.2 TNO in voorbereiding.....	31
2.3 Het organiseren van toegepaste natuurwetenschap volgens drie wetenschappers..	34
2.3.1 H.R. Kruijff door Geert Somsen.....	34
2.3.2 L.S. Ornstein door Han Heijmans.....	38
2.3.3 C.J. van Nieuwenburg door Jasper Faber	42
2.3.4 Enkele conclusies over de discussie over toegepaste natuurwetenschap.....	45
2.4 De TNO-wet.....	46
2.4.1 De eerste jaren van TNO in de praktijk	50
2.5 Samenvattend.....	52
Intermezzo I	55
I.1 TNO tijdens de oorlog	55
I.2 TNO en wederopbouwend Nederland	57
I.3 Tot slot.....	60
Hoofdstuk 3: Nederlands toekomst: Research.....	63
3.1 De stand van zaken in de jaren '50	63
3.2 De opkomst van het Bush-paradigma	64
3.3 Industrialisatiepolitiek.....	69
3.4 Het t.n.o. in de praktijk	73
3.5 Jaren '60, grootschalige ongeremde groei	74
Intermezzo II.....	77
II.1 Crisis in de jaren '70	77
II.2 Wetenschap betwist als de motor van economische groei	78
II.3 Beginnend wetenschapsbeleid in Nederland.....	80
II.4 Ontwikkeling van de problematiek binnen de industrie.....	82
II.5 Coördinatie	84
II.6 Innovatie& Conclusie.....	86
Hoofdstuk 4: Werk maken van kennis.....	89
4.1 Commissie Reinoud	89
4.2 Innovatienota.....	93
4.3 Wijziging van de TNO-wet (1985).....	99
4.4 Functioneren van TNO in de jaren '90	101
4.5 Epiloog.....	106
4.6 Conclusie.....	107

Hoofdstuk 5: Conclusie en reflectie.....	109
5.1 Reflecties op de denkbeelden van toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek	109
Literatuurlijst.....	112
Bijlage 1: Omvang der gedachte organisatie	116
Bijlage 2: Rapport der Commissie Went vergeleken met de wet op het t.n.o.	117
Bijlage 3: Financiële tabellen TNO 1932-1957	120
Bijlage 4: Weergave onderzoekslandschap verslag commissie Blankert	122
Bijlage 5: Clusters in de Nederlandse economie	122

Voorwoord

In 2005 was ik zoekende naar een afstudeeronderwerp. Iets met innovatie. Daar wilde ik mij mee bezig gaan houden voor het afstuderen. Het heeft denk ik wel een half jaar geduurd voordat het ‘iets’, in iets met innovatie, concreet genoeg geworden was om er echt mee aan de slag te gaan. In dat half jaar heb ik flink geworsteld met welke kant ik nu op wilde gaan. Meer sociologisch of wetenschapsfilosofisch, meer internationaal of juist historisch, ik kwam er maar niet uit. Tijdens een overleg met mijn afstudeerbegeleiders zei Barend iets in de trant van ‘joh, volgens mij moet jij je gaan richten op TNO’. Het was de gouden tip, waar ik hem nog steeds dankbaar voor ben. De keuze voor TNO als studieobject heeft ervoor gezorgd dat het afstudeerwerk mij altijd heeft geboeid en is blijven fascineren.

Eigenlijk had ik toen al kunnen weten welke twee karakteristieke zaken mij tijdens het hele afstudeertraject zouden blijven achtervolgen. Al met al is het een unieke periode geweest, die ik niet snel zal vergeten. Deze eindschrift is het eindresultaat van dat traject geworden, waarmee ik mijn opleiding wijsbegeerte van wetenschap technologie en samenleving afrond.

De volgende personen wil ik graag bedanken voor hun betrokkenheid en hun inzet voor mijn afstuderen. Fokko Jan Dijksterhuis, die in tweede instantie mijn eerste begeleider was. Bij hem kon ik met alles terecht wat me bezighield. Zijn scherpe opmerkingen heb ik erg kunnen waarderen. Barend van der Meulen, die in eerste instantie mijn eerste begeleider was en later mijn tweede. Met wie het overleg altijd vruchtbaar was en waardoor mijn werk op hoger niveau kwam. Peter Baggen wil ik bedanken voor het mogelijk maken van de stageplaats bij het AWT. Dankzij die stage heb ik de basis voor dit onderzoek kunnen leggen. Daarnaast ben ik Peter dankbaar voor het feit, dat hij naast zijn drukke werkzaamheden, de tijd heeft gevonden om mij van feedback te voorzien door het hele traject heen. Stefan Kuhlmann wil ik bedanken voor het feit dat hij vrijwel op het laatste moment toch lid wilde worden van de afstudeercommissie. Ook zijn ideeën over mijn onderwerp waren meer dan welkom, al is daar wellicht weinig direct van terug te zien. Ten slotte Adri de la Bruhèze, die het traject op een afstand heeft gevolgd, maar altijd erg enthousiast was over en zeer geïnteresseerd was in mijn werk.

Op persoonlijk vlak wil ik Vivian en mijn ouders bedanken. Vivian voor haar hulp bij het schrijven van deze scriptie, maar het meeste ben ik dankbaar voor haar steun. Zonder die steun was ik nooit door de moeilijkere perioden van het traject gekomen. Mijn ouders wil ik vooral bedanken voor hun financiële steun, ook zonder die steun was er weinig van dit afstudeerwerk terecht gekomen.

Hengelo, oktober 2007

Jonathan Scheeres

Hoofdstuk 1: Inleiding & Theorie

1.1 Waarom een onderzoek naar de ontwikkeling van TNO?

Over de geschiedenis van TNO is tot nog toe weinig geschreven. Historische analyses die inzicht bieden in de dynamiek van TNO en het toegepast natuurwetenschappelijke onderzoek (t.n.o.) zijn tot op de dag van vandaag niet uitgevoerd. Dit leidt tot vragen naar de precieze betekenis die de organisatie heeft gehad voor delen van de samenleving en de wetenschap. Er bestaan veel ideeën over de rol van de wetenschap in de samenleving, maar over de uitwerking van die ideeën is veel minder bekend. Er is daarmee ook weinig inzicht in de maatschappelijke en wetenschappelijke legitimatie van een organisatie als TNO. Gezien de continuïteit en de uniciteit van de organisatie, is dit op zijn minst vreemd te noemen. Er zitten een aantal nadelen aan dit gebrek van een geschiedschrijving. TNO is sinds haar oprichting in 1932, een prominent onderdeel van het Nederlandse wetenschappelijke onderzoekslandschap. De organisatie heeft sinds haar oprichting, ervaring met het toegepast wetenschappelijk onderzoek, multidisciplinair onderzoek en onderzoek in samenwerkingsverbanden. De organisatie heeft zich tijdens haar bestaan moeten manoeuvreren tussen wetenschap, bedrijfsleven, overheid en maatschappij. TNO bevat, dit gezegd hebbende, een rijke bron aan ervaringskennis die tot op heden zo goed als onbenut is. En dat terwijl de vraag naar dergelijke kennis groot is op het moment, ook bij TNO zelf. Actuele thema's als innovatie en kenniseconomie kunnen een dergelijke input zeker gebruiken. Een beter historisch begrip van TNO kan onder andere inzichten geven in de maatschappelijke functie van de toegepaste wetenschap. Niet in de laatste plaats is een beter historisch begrip interessant voor TNO zelf. De twee eerder genoemde thema's komen aan bod in de TNO strategienota's, ook daar kan door een beter inzicht winst behaald worden. Inzicht in het hoe en waarom van het verleden levert een bijdrage aan de situatie in het heden en geeft mogelijke richtlijnen voor de toekomst.

Ondanks het verschijnen van de reeks 'Techniek in Nederland twintigste eeuw' ontbreekt het vooral aan een diepte studie naar de ontwikkeling van het toegepaste wetenschappelijk onderzoek in Nederland op de lange termijn. TNO geeft een dankbare insteek in dit onderwerp, maar het onderwerp is natuurlijk breder dan de organisatie TNO. Dat er nuttige inzichten te vinden zijn in deze rijke historie, zal ook zeker blijken uit dit onderzoek. Bijvoorbeeld in hoofdstuk drie, als het werk van de commissie Blanker besproken wordt. Het gebrek aan historische kennis zorgt ervoor, dat de commissie in haar voorwerk een onjuist theoretisch kader ontwikkelt. Het kader baseert zich op achterhaalde ideeën over wetenschap en wetenschapsbeleid. Mede daardoor ontwikkelt de commissie zeer onhandige en onwerkbare aanbevelingen.

Het gebrek aan onderzoek in dit gebied, is de bron van een kennislacune. Dit is niet een persoonlijke opvatting, velen gingen mij daarin voor. Deze geschiedschrijving aan de hand van TNO, is slechts de top van de ijsberg. Dit gebied bevat, zeker voor verdere studie, ongetwijfeld een grote bron aan waardevolle en interessante informatie. Andere auteurs die onderzoek uitgevoerd hebben in dit gebied wijzen hier ook op. Jasper Faber schrijft in zijn proefschrift 'Kennisverwerving in de Nederlandse industrie': 'We komen niet te weten hoe bedrijven innovaties ontwikkelen, en evenmin waarom en onder welke omstandigheden. Juist deze informatie is echter essentieel om effecten op de innovativiteit van de industrie te kunnen begrijpen. Bovendien [...] is het onduidelijk hoe de gevonden patronen ontstaan zijn en hoe veranderlijk ze zijn. Lange-termijnontwikkelingen blijven daarom onduidelijk. Er zijn wel enkele studies die een overzicht geven van de historische ontwikkeling van s&o (speurwerk & ontwikkeling, ook R&D genoemd) activiteiten in de Nederlandse industrie, maar die zijn te beperkt opgezet om in deze lacunes te voorzien.'¹ Faber voegt toe dat de reeds bestaande studies zich gericht hebben op de R&D laboratoria van zeer grote bedrijven zoals Philips, DSM en Koninklijke/Shell. Verder is hij van mening dat de internationale literatuur zich kenmerkt door een nadruk op zeer grote technisch geavanceerde bedrijven. De kennis die ontsloten wordt door die studies is beperkt, in de zin dat die bedrijven en laboratoria atypisch zijn voor de Nederlandse industrie als geheel. Peter Baggen stelt in een onderzoeksvoorstel: 'Op dit moment wordt de geschiedenis van een aantal researchinstellingen,

¹ Jasper Faber, *kennisverwerving in de Nederlandse industrie 1870-1970*, (Amsterdam 2001) p. 2.

waaronder het Philips Natlab en DSM-research, te boek gesteld. Hiermee wordt een belangrijke bijdrage geleverd aan ons nationale geheugen. Gebrek aan kennis omtrent de ontwikkeling van TNO zou een ernstige lacune in dat geheugen betekenen.' Juist doordat TNO zo breed is opgezet, is de verwachting dat juist daar nog veel interessante inzichten te winnen zijn. Daar wijst ook Geert Somsen op. Hij schrijft in tijdschrift Gewina: 'Een diepgravende geschiedenis van de totstandkoming van TNO is nog niet geschreven, en er ligt hier zeker een interessant terrein braak.'² Maar de schatten liggen niet alleen bij TNO begraven. Ernst Homburg, bijzonder hoogleraar geschiedenis van wetenschap en techniek aan de universiteit van Maastricht, zegt over zijn vakgebied tijdens een oratie: "Er is nog zo weinig diepgaand onderzoek gedaan, er liggen nog zoveel vragen open, dat ik inderdaad het gevoel heb dat ik u over de toppen van enkele ijsbergen ga voeren, waarbij zich het meeste nog onder het wateroppervlak bevindt en ook voor mijzelf verborgen is." Dat er winst te behalen is in de beleidssector wordt mede bevestigd door Arie Rip en Barend van der Meulen. In 'Science and Public Policy' wijzen zij erop dat: 'Systems' terminology is now common in science and innovation policy analysis, but still without real theoretical and empirical elaboration. This is, we think, a missed opportunity, not just intellectually, but also for policy. Analysis of long-term developments of systems, combined with synchronic analysis of functioning of systems (in different countries) allows diagnosis at a deeper level.'³ De term 'systeem' moet hier overigens opgevat worden als het geheel van relevante (wetenschappelijke) instituten, procedures en hun functioneren voor maatschappelijk gericht onderzoek (Freeman, 1987).

Niet alleen vanuit de historische hoek is er een gebrek aan kennis op het t.n.o.-gebied. S.S. Blume, die een overzichtswerk schreef over het ontstaan en de opkomst van het wetenschapsbeleid, ziet in dat werk TNO en in de bredere zin het t.n.o. over het hoofd. In zijn studie naar het onderzoekssysteem in Nederland valt op, dat er weinig over het toegepaste onderzoek is geschreven. Dat terwijl het toegepaste onderzoek zeker een belangrijk onderdeel vormt van het onderzoekssysteem.

Ten slotte, dit onderzoek streeft hoe dan ook geen volledigheid na. Als insteek in de ontwikkeling van het t.n.o. in Nederland, is TNO gekozen. TNO is een dankbare casus. Het maakt een typering van het Nederlandse t.n.o. mogelijk, omdat de organisatie zo breed is opgezet. Toch moet daarbij gezegd worden dat de diepgang hier en daar wel beperkt is. Dit komt voornamelijk door beperkingen in de onderzoeksopzet en de beschikbare tijd. Dit onderzoek is, zoals eerder al gezegd, het tipje van een ijsberg. Het legt losse stukjes van een puzzel aan elkaar, die nog niet eerder is gelegd. Het doel hier is om enkele kenmerkende ontwikkelingen in de 20^{ste} eeuw te analyseren. Het onderzoek is niet uitputtend in het schrijven van een historie van TNO. Het is ook niet uitputtend in het beslaan van de Nederlandse kennisinfrastructuur. Dat zou simpelweg ondoenlijk zijn geweest in het beschikbare tijdsbestek. Het onderzoek stipt wel veelbelovende dynamieken aan en bevestigt veel van wat de hier boven genoemde auteurs claimen. Het de historie van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek is het bestuderen meer dan waard.

1.2 Centrale onderzoeksvraag van het onderzoek

Dit onderzoek bestaat uit een geschiedschrijving van een uniek Nederlandse onderzoeksorganisatie, voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek. Aangevuld met een theoretische beschouwing, over hoe ideeën over de toegepaste natuurwetenschap zich vertalen naar de organisatie en haar onderzoekspraktijken.

Het idee voor TNO ontstaat met het besef dat de wetenschap veel kan betekenen voor de maatschappij. Deze beweging ontstaat bij enkele maatschappelijk betrokken wetenschappers aan het begin van de 20^{ste} eeuw. Zij zagen veel voordelen in een intensief samenwerkingsverband tussen wetenschap en maatschappij. De grote vraag was hoe zij continuïteit in die samenwerking konden creëren. De overheid zag destijds ook het nut van een continue wetenschappelijke input in de samenleving. De overheid had al enkele decennia ervaring opgedaan met dergelijke samenwerkingsverbanden. Hieruit waren enkele proefstations en rijksvoorlichtingsdiensten

² Geert Somsen, *Hooge school en maatschappij: H.R. Kruyt en het ideaal van wetenschap voor de samenleving*, GEWINA 17 (1994), p. 171.

³ Arie Rip & Barend van der Meulen, *The post-modern research system*, Science and Public Policy (Volume 23, 6, 1996).

voortgekomen. Door de goede ervaringen was ook de overheid geïnteresseerd in het oprichten van een brede organisatie, waarin wetenschappers zich bezig konden houden met maatschappelijke zaken. Zo ontstond er draagvlak voor een instituut dat zich bezig zou gaan houden met de bevordering van de wetenschap in de samenleving. Na een lang voortraject wordt in 1932 TNO opgericht. Tijdens het lange oprichtingstraject is er veel discussie over de inrichting van de organisatie, haar kerntaken en doelstellingen.⁴ De naam van de organisatie, de Nederlandse organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO, roept vragen op. Waarom is de naam TNO geworden? Wat verstaat men onder TNO-type onderzoek? Is hier sprake van toeval, of is er sprake van systematisch denken, weloverwogen keuzes en visies?

De centrale onderzoeksvraag luidt dan ook:

Hoe verandert het denken over toegepaste (natuur)wetenschap, en de organisatie daarvan, in de 20^{ste} eeuw?

Het antwoord op een dergelijk brede vraag is uiteraard ook breed. De beantwoording van deze vraag krijgt dan ook een stapsgewijze opbouw. Voor u als lezer is het interessant om de onderzoeksvraag in het achterhoofd te houden tijdens het lezen. De empirische basis van dit onderzoek is zo breed, dat er ongetwijfeld nog scherpe perspectieven te vinden zijn, die mij zijn ontgaan. Er zijn vier deelvragen:

- (1) Hoe heeft TNO zich als organisatie ontwikkeld?
- (2) Hoe heeft TNO haar werkzaamheden met betrekking tot toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek organisatorisch vorm/structuur gegeven?
- (3) Hoe was en ontwikkelde het zelfbeeld van TNO, haar activiteiten met betrekking tot de toegepaste natuurwetenschap en de plaats en rol daarvan, in de samenleving?
- (4) Hoe kun je TNO 1932-2000 plaatsen in 'de geschiedenis van de toegepaste (natuur)wetenschap'?

Deze deelvragen zijn terug te vinden in de gehele opbouw van deze scriptie. De eerste deelvraag komt naar voren in het empirische gedeelte. De ontwikkeling van de organisatie vormt een rode draad door het tweede tot en met het vierde hoofdstuk van deze scriptie.

De tweede deelvraag komt ook naar voren uit het empirische gedeelte. Het antwoord op de deelvraag is een abstractie van de ontwikkeling van TNO. Het is erg interessant om te zien hoe toevalligheden en geplande effecten, hun uitwerking hebben op de structurering van TNO en de invulling van haar werkzaamheden. Er is hier feitelijk sprake van een wisselwerking, voortkomend uit de ontwikkeling van TNO zelf en de sociale omgeving van TNO.

De derde deelvraag komt naar voren, uit het samenspel tussen empirische gedeelte en de theoretische achtergrond bij deze scriptie. De invulling van wat toegepaste natuurwetenschap is, en hoe die zich tot andere zaken verhoudt, onderhevig aan constante verandering. Soms is die verandering merkbaar voor de actoren zelf, soms is die onmerkbaar. De veranderingen in het begrip 'toegepaste natuurwetenschap' komen naar voren uit de empirie. Het theoretische kader behandelt verschillende invullingen van het begrip en plaatst die in een breder perspectief. Zonder dat kader is het heel lastig om de vinger op de veranderingen in de empirie te leggen.

De laatste deelvraag komt naar voren in het contrast tussen de onderzoeksempirie en het theoretische kader. Tijdens de vorige deelvraag worden de verschillende benaderingen van toegepaste natuurwetenschap naar voren gehaald. Daarbij zijn ze, in het hier gehanteerde theoretisch kader geplaatst. In deze historische studie is het dan niet meer dan juist om de verschillende benaderingen ook in een historisch perspectief te zetten. Hierdoor ontstaat een begripsgeschiedenis met TNO als centrale casus. Met andere woorden, hoe is de historie van TNO te positioneren in het begrip 'toegepast (natuur)wetenschappelijk onderzoek'?

⁴ Zie hoofdstuk 1.

1.3 Theoretische achtergrond bij deze studie

De casus hier, TNO, is een instituut dat (natuur)wetenschappelijk onderzoek ten gunste van de maatschappij laat komen. Ten tijde van de oprichting van TNO was dat een vrij nieuw begrip. Het benadrukt dat de wetenschap die wordt uitgevoerd aan het instituut anders is dan bijvoorbeeld de wetenschap aan de universiteit. Volgens F.H. Brookman ontstond het onderscheid tussen zuivere en toegepaste wetenschap in Nederland met het oprichtingstraject van TNO (Brookman, 1979, p. 151). Het is een tijd waarin men in is gaan zien, dat wetenschappelijke kennis, technische en maatschappelijke vooruitgang tot gevolg kan hebben. Wat ook duidelijk is, is dat niet alle wetenschap interessant is voor de samenleving. Met die reden geeft men het nieuwe instituut de naam 'organisatie voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek'. De afgekeurde variant het technisch-wetenschappelijk onderzoek, geopperd door C.J. van Nieuwenburg, onderstreept het nogmaals. Er moest een helder contrast zijn met het andere, het meer abstracte zuivere wetenschappelijke onderzoek. Omstreeks 1947, tijdens de oprichting van de organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek, is er een discussie over hoe men die organisatie moet gaan noemen. Op voorstel van H.R. Kruyt verkiest men de term zuiver over termen als fundamenteel, primair en ongericht. Wat hieruit blijkt is dat er twee categorieën van wetenschap onderscheiden worden. Het scheidingscriterium is het doel van het onderzoek. Kortom er is dus sprake van twee conceptueel verschillende manieren van wetenschapsbeoefening op basis van hun onderliggende ideologie. De ene categorie is, de categorie waar wetenschappers werken aan praktische doelen. In de andere categorie werken wetenschappers aan de bevordering van de wetenschap zelf. In vrij algemeen geaccepteerde termen noemen we deze categorieën respectievelijk; toegepaste en zuivere wetenschap. Het klinkt logisch en voor de hand liggend, sterker nog deze indeling wordt tot op de dag van vandaag nog gebruikt. Het lijkt alsof de situatie nooit anders is geweest. Dat het idee van twee categorieën, die inherent zijn aan het bedrijven van wetenschap, er altijd is geweest. Dat is echter onjuist. Het idee van twee dichotomische categorieën kreeg vooral vanaf de Tweede Wereldoorlog veel aanhang. Dit feit gekoppeld aan het, verderop uitgelegde, causale verband tussen de twee categorieën, legitimeert mijns inziens dit een paradigma te noemen. Het feit, dat de fundamentele principes waar deze visie op gebaseerd is veelal impliciet blijven, draagt hier aan bij. Die na 1945 eind jaren '60 betwist wordt en vanaf de jaren '70 met moeite bestreden, doordat de tegenstrijdigheden niet meer te ontkennen waren. Toch was er veel weerstand vanuit de wetenschap om de visie in stand te houden. Dit werd gevolgd door een fase waarin er veel verschillende alternatieve visies ontstaan. Deze reeks van gebeurtenissen vertonen veel overeenkomst met Kuhns paradigma begrip, zoals beschreven is in zijn 'Structure of Scientific Revolutions' (Kuhn, 1962).

Ondanks dat de Amerikaanse wetenschap, van tijdens en voor de Tweede Wereldoorlog, model staat voor het Bush-paradigma, is het paradigma niet typisch Amerikaans te noemen. Zo is bijvoorbeeld het dichotomische concept van zuiver-toegepast niet typisch Amerikaans. Het werd al voor de Tweede Wereldoorlog door Nederlandse wetenschappers bedacht en uitgesproken. Bijvoorbeeld door H.R. Kruyt die veel voor de ontwikkeling van TNO heeft betekend en besproken wordt in het eerste hoofdstuk. Eerst als secretaris van de Commissie-Went, na het tot stand komen van TNO (1932) in verschillende functies culminerend in het voorzitterschap. Het ontstaan van de dichotomie, zo zal nog blijken, is te vinden in de wetenschap zelf, maar het gebruik ervan breidde later uit. Zo werd deze indeling van wetenschap ook als 'handig' gezien door overheden en bedrijven. Als opdrachtgevers en financierders van wetenschappelijk onderzoek, helpt het hen om het juiste loket te vinden.

De bovenstaande observatie is te abstraheren tot een van twee onderliggende principes, waar het raamwerk van het Bush-paradigma op rust. Door het verschil in doel van de zuivere en toegepaste wetenschap bestaat er een conceptueel verschil tussen deze typen onderzoek (Brookman, 1979). In systematische weergave:

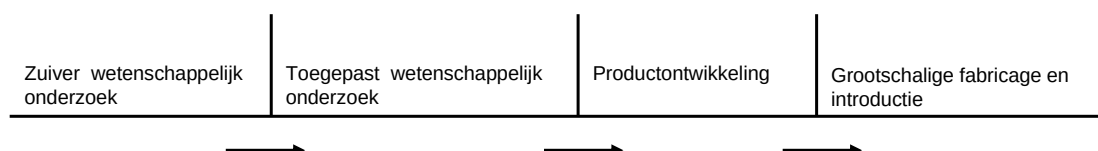
Zuiver Fundamenteel begrip

Praktische toepassing **Toegepast**

Figuur 1: twee dichotomische categorieën van wetenschap, gescheiden door onderzoeksdoel. (Stokes, 1997)

Naast het onderscheiden van twee categorieën van wetenschap kan er nog een principe benoemd worden. Dat principe is te vinden in de volgende lijn van argumentatie. Als de toegepaste wetenschap de enige interessante poot van de wetenschap is, waarom zou men dan nog interesse hebben in zuivere wetenschap? Met het ontstaan van een instituut voor toegepaste wetenschap begon men zich af te vragen, of de toegepaste wetenschap de zuivere wetenschap niet voorbij zou gaan streven. Niet dat men bang was dat het volgen van interesse uit de mode zou gaan raken, maar wel dat het belang van zuivere wetenschap ondergesneeuwd zou raken. Dat terwijl men de zuivere wetenschap zag als de oorsprong van nieuwe en baanbrekende wetenschappelijke concepten. Het antwoord op de vraag komt uit Vannevar Bushs rapport 'Science: the endless frontier'. Die overigens, naast het bepleiten van het onmisbare belang van zuiver wetenschappelijk onderzoek, ook het dichotomische principe onderschrijft. Zuiver en toegepast wetenschappelijk onderzoek overlappen elkaar niet, maar verschillen conceptueel op basis van onderzoeksdoel (Bush, 1945, p. 14-15). Volgens Bush wordt zuiver wetenschappelijk onderzoek uitgevoerd zonder overwegingen voor praktische doeleinden. Het resultaat van zulk onderzoek is algemene kennis over de natuur en natuurwetten. Deze algemene kennis is vervolgens het middel om een groot aantal belangrijke praktische problemen op te lossen. Al kan het zijn dat dat niet direct een specifiek passend antwoord is. Het passend maken van de algemene kennis op een praktisch probleem, is het domein van het toegepaste wetenschappelijk onderzoek. Bush zegt in zijn rapport ook hoe men de relatie tussen het zuivere en toegepaste wetenschappelijke onderzoek moet opvatten. 'Zuiver wetenschappelijk onderzoek leidt tot nieuwe algemene kennis. Het vormt wetenschappelijk kapitaal. Het vormt de middelen waaruit men de praktische applicaties van die kennis kan ontwikkelen.'⁵

De koppeling van zuiver en toegepast onderzoek als een causaal verband is het tweede onderliggende principe van het Bush-paradigma: zuivere wetenschap leidt via de toegepaste wetenschap tot technologische innovatie en vooruitgang. Dit staat ook wel bekend als het model van *lineaire innovatie*. Schematisch ziet deze sequentie er als volgt uit:



Figuur 2: het lineaire model van innovatie.

Bushs rapport is bijzonder in de zin dat het de eerste keer is dat beide principes gecombineerd op een dergelijke manier uitgesproken worden. Tot die tijd waren er veel verschillende opvattingen over abstracte en praktische wetenschap en hoe die zich tot elkaar verhouden. Hiervoor verwijs ik naar hoofdstuk 2, waar een aantal van deze opvattingen te vinden zijn. Een van de meest contrasterende opvattingen is die van C.J. van Nieuwenburg uit 1920. Van Nieuwenburg stelt dat wetenschap ingezet kan worden voor praktische doeleinden, dat wat hij technisch-wetenschappelijk werk noemt. Het is een op zichzelf staande discipline en wordt niet vooraf gegaan door zuivere wetenschap. Andere wetenschappers en tijdgenoten vallen weer meer in lijn met Bush. Daarnaast bevestigt Bush dat er een positief verband bestaat tussen zuivere wetenschap en economische vooruitgang, deze uitspraak voegt toe aan het baanbrekende van Bushs rapport. Bush formuleerde het eerste model dat iets zegt over de relatie tussen wetenschap en economie. De publicatiedatum van zijn rapport valt redelijk samen met het dominant worden van de dichotomische en lineaire benadering van wetenschap.

⁵ V. Bush, *Science: the endless frontier*, a report to president Truman outlining his proposal for post-war U.S. science and technology policy, (1945), p.19.

Met de publicatie vindt er als het ware een kristallisatiegolf plaats in de Westerse wereld. Zo vlak na het einde van de Tweede Wereldoorlog is men, vooral in Europa, onder de indruk van de Amerikaanse wetenschappelijke prestaties. Men wilde hier ook wel een dergelijk productieve en succesvolle wetenschap. Dit had als gevolg dat er opgekeken werd naar de manier waarop de wetenschap in Amerika georganiseerd was, waar Bushs rapport net gepubliceerd was. Dat Bushs rapport ook hier van invloed was blijkt bijvoorbeeld uit het feit dat er aan hem gerefereerd wordt door Gilles Holst op een Research-Congres in 1947. Het rapport werd ook besproken door F.A. Vening-Meinesz die voor een inventarisatie van het wetenschapssysteem naar Amerika was gestuurd. Zijn inventarisatie vormde een basis voor de oprichting van de organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek. De aanhang van deze visie op wetenschap breidt alleen maar verder uit in de jaren die volgen. Pas vanaf de jaren '70 begint die aanhang te slinken, maar is tot op de dag van vandaag zeker niet uitgestorven. Omdat Bush zo aan de basis van deze beweging staat, lijkt het voor de hand te liggen om naar zijn typologie te verwijzen als het Bush-paradigma. Juist vanwege het algemeen geaccepteerde gebruik van de dichotomische categorieën en het onderlinge lineaire verband van de wetenschap, is het goed om de fundamenteën eens aan een nader onderzoek te onderwerpen. Eerst kijken we naar de dichotomische indeling van de wetenschap.

1.3.1 De dichotomie zuiver-toegepast betwist

Als er zoiets is als een zuivere wetenschap, hoe wordt die dan gedefinieerd? De Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OECD) definieert zuivere wetenschap als: "Basic research is experimental or theoretical work undertaken primarily to acquire new knowledge of the underlying foundations of phenomena and observable facts, without any particular application or use in view."⁶ Zuiver wetenschappelijk onderzoek is dus, zoals eerder gezegd, dat onderzoek wat men uitvoert voor de bevordering van kennis en zonder praktisch doel. En wat verstaat men onder toegepaste wetenschap? Volgens de OECD: "Applied research is also original investigation undertaken in order to acquire new knowledge. It is, however, directed primarily towards a specific practical aim or objective."⁷ Toegepast onderzoek is dus onderzoek uitgevoerd voor kennis over een specifiek praktisch doel. Ook de OECD scheidt onderzoek op basis van doel. De reden waarom de OECD-definities hier genoemd worden, is omdat ze actueel zijn. De tweede reden is dat de OECD-landen deze definities daadwerkelijk hanteren. Dit creëert een internationale context waarin R&D statistieken met elkaar te vergelijken zijn, doordat dit raamwerk verschillende typen onderzoek onderscheid. Dezelfde internationale context zorgt er ook voor dat men in alle OECD-landen (en daarbuiten) in deze termen over onderzoek praat (en denkt). Met andere woorden deze definities zijn algemeen geaccepteerd, maar komen ze met de werkelijkheid overeen? Met andere woorden, komt de tweedeling overeen met de wetenschappelijke praktijk?

Er zijn activiteiten te noemen die de tweedeling bevestigen, maar er zijn zeker ook uitzonderingen. Een uitgebreide uitgewerkte case is opgemaakt door Donald E. Stokes in 'Pasteur's quadrant: Basic Science and Technological Innovation'. Stokes toont, aan de hand van Louis Pasteurs carrière, aan dat wetenschappelijk onderzoek niet beperkt hoeft te zijn tot twee typen onderzoeksdoelen (Stokes, 1997, p. 12). Zijn argumentatie zal dan ook hier gebruikt worden. Pasteur is een sleutelfiguur in de opkomst van de microbiologie in de negentiende eeuw. Er bestaat geen twijfel over het feit dat Pasteurs interesse in zijn werk fundamenteel van karakter is. Pasteur verdiepte zich in de processen achter ziekte en microbiologie. Aan de andere kant is er ook te zeggen dat Pasteur zijn verworven kennis, actief gebruikte voor praktische doelen. Bijvoorbeeld het langer houdbaar maken van bier, wijn en melk. Maar ook het voorkomen van flacherie bij de zijde worm, miltvuur bij schapen en ander vee. Pasteur was zich aan het begin van zijn carrière niet bewust van de verstrengeling van abstracte en praktische doelen. Als 22-jarige scheikundige stortte hij zich op de dan nog onverklaarbare optische eigenschappen van racemische zuren. Het oplossen van dat raadsel was Pasteur te doen om de verklaring van het verschijnsel. Daar bestaat geen twijfel over, echter voor Pasteur was dit pas het begin van de zoektocht. Hij vroeg zich vervolgens af waarom racemische zuren juist op bepaalde plaatsen opdoken. Hij concentreerde zich op micro-organismen die hij als een mogelijke oorzaak van de verschillen zag. Zo verschoof zijn interesse naar de micro-organismen, die verantwoordelijk waren voor de fermentatie van

⁶ Organisation for Economic co-operation and Development (OECD) The Frascati Manual 2002, (2002), p. 77.

⁷ Ibid., p. 78.

bietensap, tijdens zijn aanstelling in Lille. Wat volgde werd het raamwerk voor de verklaring van een klasse van natuurlijke verschijnselen door microbiologische processen. Van daaruit ontwikkelde Pasteur de theorie dat de oorzaak van veel ziekten een micro-organisme is, dit had een verschuiving van wereldbeeld tot gevolg. Het idee van het spontaan ontstaan van leven moest men als onjuist bestempelen, omdat het de specificiteit van Pasteurs proeven niet kon verklaren. Pasteurs onderzoek werd steeds abstracter van karakter, maar de onderzoeksobjecten werden steeds concreter. Door zijn fundamentele begrip van de microbiologie, veranderde hij de wereld om zich heen. Dit principe kenmerkt Pasteurs hele wetenschappelijke carrière. Pasteurs onderzoek naar microbiologische processen kreeg onder andere een impuls door het onderzoeken van problemen die aangeleverd werden door industriëlen uit Lille, het ministerie van landbouw en zelfs van keizer Napoleon de derde. De latere Pasteur deed enkel onderzoek naar praktische zaken, terwijl hij een hele nieuwe tak van wetenschap ontwikkelde. Stokes stelt dat Pasteur niet in te delen is, volgens het dichotomische schema. Vervolgens zegt hij dat er meer van dit soort gevallen zijn, maar gaat daar mager op in. Tot zover de case van Stokes.

De vraag is in welk van de twee categorieën Pasteur valt? Hij is nog een zuivere wetenschapper, nog een toegepaste wetenschapper, maar ongetwijfeld een wetenschapper. Pasteur is ook zeker niet het enige voorbeeld van een wetenschapper die buiten de zuiver-toegepast tweedeling valt. Lord Kelvins natuurkunde was geïnspireerd door de industrialisatie en de behoeften van het Britse rijk.⁸ De volgende drie wetenschappers worden besproken door Pickstone.⁹ Ondanks het fundamentele karakter van zijn natuurkunde bestond Faraday's publiek voor een groot deel uit technici en industriëlen. Ook besteedde Faraday veel tijd aan praktische problemen, zoals veilige verlichting in mijnen en vuurtorens. Irving Langmuir volgde een opleiding tot metallurgisch ingenieur en promoveerde bij Walter Nernst op het uiteenvallen van verschillende gassen rond een gloeiende platina draad. Bij General Electric deed Langmuir natuur- en scheikundig onderzoek naar oppervlakte verschijnselen. Langmuir was geïnteresseerd in principes, maar ook in de praktijk. Hij kreeg voor zijn wetenschappelijke inspanningen een Nobelprijs. Het wringt ergens om hem als zuivere wetenschapper af te schilderen en zijn laboratorium werk als uitsluitend toegepaste wetenschap af te doen. Langmuir wordt ook door Stokes in dezelfde zin aangehaald. Nernst werd destijds gezien als een leidend thermodynamicus, maar had ook interesse in praktische problemen; hij ontwierp een succesvolle elektrische lamp. De theoretische natuurkunde van Albert Einstein wordt over het algemeen gezien als het archetype van zuivere wetenschap. Toch waren er ook praktische zaken die Einstein bezighielden getuige het gepatenteerde ontwerp voor een koelkast.

Het niet passen van de zuiver-toegepast categorieën werkt ook de andere kant op. J. Robert Oppenheimer, bekend als de projectleider van het Manhattan-project, wordt over het algemeen een toegepast wetenschapper genoemd. Zelf was hij het daar ook mee eens: "The *real* things we learned in 1980 and 1905 and 1920, in every year leading up to the war, and we took this tree with a lot of ripe fruit on it and shook it hard and out came radar and atomic bombs. [...] The whole spirit was one of frantic and rather ruthless exploitation of the known; it was not that of the sober, modest attempt to penetrate the unknown." (Stokes, 1997, p. 16) Toch wordt Oppenheimer ook gezien als de grondlegger van de Amerikaanse theoretische fysica, een uiterst zuivere wetenschappelijke aangelegenheid. Oppenheimers scheikundige opleiding en latere promotie in Göttingen, destijds het toonaangevende instituut voor de theoretische natuurkunde, leidde tot een carrière in abstracte fysica.¹⁰ Het doet vreemd aan dit werk toegepaste wetenschap bij uitstek te noemen.

Wat blijkt is dat er eigenlijk geen dichotomie bestaat tussen zuivere en toegepaste wetenschap. Er is een grijs gebied dat ligt tussen de harde scheiding in figuur 1. Het gebruik van de OECD-definitie van het zuiver wetenschappelijke onderzoek is dus vrij problematisch. Slechts zeer weinig onderzoek zou in de categorie van zuiver onderzoek, waar toepassing en gebruikscontext taboe zijn, kunnen vallen. Als er iets naar voren komt uit de voorgaande voorbeelden uit de natuurwetenschap, dan is het wel dat er veel inspiratie uit de praktijk komt. Daarnaast is te stellen dat wetenschappelijke kennis voor een groot deel ontwikkeld wordt vanuit een praktische context. Dat laatste zal hieronder nog verder uitgebouwd worden.

⁸ Crosbie, Smith and M. Norton Wise, *Energy and Empire: A biographical study of Lord Kelvin*, (1989).

⁹ Zie: V. Pickstone, *Ways of knowing: A New History of Science, Technology, and Medicine*, Manchester University Press, (2001)

¹⁰ UCLA, *Oppheimer: A Life*, (2004).

1.3.2 Het niet complete plaatje

Het tweede principe is de causale relatie tussen wetenschap en technologie ontwikkeling. Ook dat principe roept vragen op. Als praktische problemen een inspiratie vormen voor het fundamentele onderzoek, dan kan de zuivere wetenschap niet gezien worden als een nieuwsgierigheid gedreven beoefening van de wetenschap. Die worden vervolgens omgevormd tot nieuwe technologie. Een ander punt is, dat de toegepaste wetenschap ondergeschikt is aan de zuivere wetenschap. Toegepaste wetenschap is een vertaling van zuiver wetenschappelijke principes. Met andere woorden, zonder zuivere wetenschap geen toegepaste wetenschap. Hoe goed voldoet het 'lineaire model' als een realistische weergave van de relatie tussen wetenschap en technologie ontwikkeling?

Na een oppervlakkige inspectie ligt het volgende voor de hand. Gezien de complexiteit van sommige wetenschappelijke kennis, en daaruit voortgekomen technologie, lijkt het onwaarschijnlijk dat het compact geformuleerde model realistisch is. De relatie wetenschap-technologie wordt hierdoor sterk gereduceerd beschreven. In werkelijkheid is die relatie veel complexer (Nelson, 1993). Dat moet destijds ook bij een wetenschapper als Bush zelf bekend zijn geweest. Bush heeft ongetwijfeld geprobeerd door de eenvoud van zijn model een doeltreffend statement te maken. Dat deze strategie succesvol uitpakte behoeft verder weinig onderbouwing.

Een tweede en belangrijker punt is, dat het model impliceert dat alle technologische innovatie uit zuivere wetenschap voortkomt. Dit was geen overweging voor de stijl van een argument. "new products and new processes do not appear full-grown. They are founded on new principles and new conceptions, which in turn are painstakingly developed by research in the purest realms of science."¹¹ Om deze opmerking in een bredere context te plaatsen, voor de 20^{ste} eeuw zou een dergelijk standpunt simpelweg niet juist kunnen zijn. Terugkijkend op de geschiedenis zijn het de ambachten die technologie ontwerpen en verbeteren. Deze situatie verandert pas ten tijde van de tweede industriële revolutie. Tegen het einde van de 19^e eeuw kwamen uitvindingen als elektriciteit en kleurstoffen voort uit nieuwe inzichten in de natuur- en scheikunde. En leidde, de hier niet te vergeten, opkomende microbiologie in verbeteringen in de hygiëne. Het leeuwendeel van de technologie echter ontwikkelde zich dus zonder zuiver wetenschappelijke input. Ook in de 20^{ste} eeuw is er voldoende technologie ontwikkeling aan te wijzen, die weinig tot geen zuivere wetenschappelijke input kreeg. Uit de analyse van militaire technologieontwikkeling in de V.S, bleek abstracte wetenschap slecht een kleine bijdrage geleverd te hebben.¹² Ook de industriële opmars van Japan is een tekenend voorbeeld. De Japanse industrie heeft zijn positie in de auto-industrie of de consumentenelektronica niet te danken aan een verdere toepassing van wetenschappelijke principes. Uit studie bleek dat die successen te danken waren aan verbeteringen van bestaande producten. Het verbeteren van productieprocessen doormiddel van slimme aanpassingen. En tot slot het slim inspelen op de prijs/kwaliteit afweging bij consumenten (Freeman, 1987).

Het grootste struikelblok van het lineaire principe is echter de veronderstelling, dat de dynamiek van technologieontwikkeling eenrichtingsverkeer is. Dat dit proces verloopt van zuiver wetenschappelijk onderzoek tot innovatie, zonder enige andere input of feedback. Het principe veronderstelt dat wetenschap zich exogeen verhoudt tot technologie, hoe complex en indirect die relatie in werkelijkheid ook mag zijn. Dit principe kan, gezien de gehele wetenschapsgeschiedenis, niet juist zijn. Het omgekeerde is waarschijnlijk nog eerder het geval. Gedurende wat Pickstone het 'tijdperk van analyse' (ca.1780-1850) noemt beginnen wetenschappers objecten te ontmantelen. De werking van de afzonderlijke onderdelen en de relatie van de onderdelen onderling worden bekeken en bestudeerd. Het zijn Franse ingenieurs die machines gaan zien als systemen. Ze kijken naar hoe mechanische energie zich door de onderdelen van de machine verplaatst. De analytisch wetenschappelijke methode gebruikte Sadi Carnot voor de wiskundige analyse van warmte stromen in stoommachines. Pas in een later stadium werd deze theorie, bekend als de thermodynamica, gebruikt voor de optimalisering van onder andere stoommachines. Het mechanische equivalent van de thermodynamica werd op een vergelijkbare manier ontwikkeld door Joule (Pickstone, 2000). Er bestaat historisch bewijs voor het in Bushs model onmogelijke, toegepaste wetenschap leidt tot zuivere wetenschap. Pas na deze periode van

¹¹ Bush, *Science: the endless frontier*, p.19.

¹² Project Hinsight wordt beschreven in Intermezzo II.

wetenschappelijke analyse, waren wetenschappers in staat om technologie enigszins te beheersen. De consensus onder historici is groot wat dit punt betreft. Wetenschap is van weinig betekenis in de technologie, van voor de tweede industriële revolutie. Pas vanaf die periode ontstonden er enkele wetenschapsgebieden met een voldoende basis voor de ontwikkeling van nieuwe technologie. De trend van technologieontwikkeling aan de hand van nieuwe wetenschappelijke inzichten zette door in de 20^{ste} eeuw. Daardoor werd er meer en meer technologie op wetenschappelijke principes gebaseerd. Met deze trend hang ook een ander, vaak onderbelicht, effect samen. De mogelijkheden die de nieuwe technologieën ontsloten werden een belangrijker onderzoeksgebied voor de wetenschap. Nieuwe technologieën stelden wetenschappers in staat om (nieuwe) wetenschappelijke principes te bewijzen. Dit betekent dat sommige wetenschapsgebieden alleen konden ontstaan door de ontwikkeling van de technologie. Een voorbeeld hier is, hoe nieuwe wetenschapsgebieden ontstonden door wetenschappelijk onderzoek aan elektrische apparaten bij Philips. Deze gebieden zijn onder andere de vastestoffysica/vastestofchemie, de polymeerchemie, en de katalyse. Dit industrie gerelateerde onderzoek leidde tot de instelling van leerstoelen aan universiteiten, die vrijwel uitsluitend door wetenschappers uit de industrie bemand werden (Boersma, 2002, p. 147-149).

Als er een conclusie te trekken is uit het bovenstaande, dan is het wel dat de invloed van technologie op de (zuivere) natuurwetenschap groot is. Dit is een direct omgekeerd verband van het lineaire model dat Bush schetste. Het lineaire principe is, gezien de veelheid aan historische informatie die iets anders zegt, een onjuiste beschrijving van de relatie wetenschap-technologie. In werkelijkheid is er veel meer interactie tussen wetenschap en technologie dan het Bush-model toelaat. Wetenschap heeft geen exogene relatie tot technologie. Sommige wetenschapsgebieden hadden zich zonder technologie niet kunnen ontwikkelen. De conclusie hier is dat de relatie wetenschap-technologie beter beschreven kan worden als een verband van wederzijdse ontwikkeling. Nu de stelling dat slechts zeer weinig onderzoek gecategoriseerd kan worden als zuiver wetenschappelijk onderzoek meer gesubstantieerd is, geeft dit ook een aanleiding om de definitie van zuivere wetenschap nog eens te bekijken. Omdat er een sterke wisselwerking bestaat tussen technologie en wetenschap, is juist 'without any particular application or use in view' moeilijk te verdedigen. Het overgrote deel van het wetenschappelijke onderzoek is in werkelijkheid dus, op een of andere manier praktisch georiënteerd of geïnspireerd.

De definitie van toegepast onderzoek is ook problematisch. Al is het in mindere mate, want in werkelijkheid kan er onderzoek onder deze noemer geschaard worden. 'Applied research is [...] directed primarily towards a specific practical aim or objective.' Wat bleek uit het bovenstaande, is dat toegepast onderzoek zich niet persé primair hoeft te richten op een praktisch doel. Het doel van praktisch onderzoek kan prima een abstract theorie, of zelfs leiden tot een nieuwe wetenschappelijke discipline.

1.3.3 Een beleidsperspectief op het Bush-paradigma

Vanuit een maatschappelijk perspectief is het Bush model ook problematisch. Bij het financieren van wetenschappelijk onderzoek op basis van Bushs model. Er wordt namelijk een bijzondere waarde gehecht aan het zuiver wetenschappelijk onderzoek. Bush stelt "Advances in science when put to practical use mean more jobs, higher wages, shorter hours, more abundant crops, more leisure for recreation, for study, for learning how to live without the deadening drudgery which has been burden of the common man for ages past. Advances in science will also bring higher standards of living, will lead the prevention or cure of diseases, will promote conservation of our limited national resources, and will assure of defense against aggression." en "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".¹³ De laatste uitspraak is overigens met de eerder genoemde sterke opkomst van de Japanse industrie teniet gedaan. Duidelijk naar voren komt wel dat Bush een hoge verwachting heeft van de vruchten van wetenschappelijk onderzoek. Die vruchten ontstaan volgens het lineaire model door zuiver wetenschappelijk onderzoek. Maar wat is het rendement van zuiver wetenschappelijk onderzoek? Wat blijkt uit het empirische gedeelte van deze studie is, dat er vanaf 1945 tot aan het einde van de jaren '60 veel geld in wetenschappelijk onderzoek wordt gepompt. Zonder dat er echt oog is voor het rendement van die investeringen. Men nam simpelweg voor waar aan dat er veel tegenover de investeringen stond.

¹³ Bush, *Science: the endless frontier*, p.19

De investeringen groeiden tot men zich zorgen ging maken om de hoogte ervan. Studies naar de relatie zuivere wetenschap en economische of technologische vooruitgang werden vanaf medio jaren '60 uitgevoerd. Vanaf eind jaren '60, met de afname van de economische groei wereldwijd, vroeg men zich af of de investeringen niet beter naar andere onderdelen van Bushs schema konden gaan. Voor die periode was er nauwelijks oog voor de werkelijke resultaten van het zuivere onderzoek. Deze vragen werden versterkt door de resultaten van bijvoorbeeld project Hindsight, dat zich richtte op de uitkomsten van zuiver wetenschappelijk onderzoek, voor het Amerikaanse leger. Uit de resultaten die werden gepubliceerd in 1969 kwam naar voren dat men beter kon investeren in de ontwikkeling van bestaande technologie. Opvallend is dat de discussie gaat over de verdeling van fondsen tussen de twee categorieën van het Bush schema. En niet over of het schema wel of niet deugt. Het dan opkomende wetenschapsbeleid baseert zich namelijk op het Bush schema, getuige de eerste OECD 'Frascati' handleiding, vernoemd naar de plaats waar deze werd opgesteld. Er wordt in de opvolgende handleidingen wel geëxperimenteerd met andere categorieën, zoals 'basic oriented research'. Wat zoveel wil zeggen als, abstract onderzoek dat georiënteerd is op het gebied waar een organisatie of instituut zich op richt (Stokes, 1998, p. 64-65). Maar zoals al eerder te zien was komen de categorieën zuiver en toegepast nog steeds voor in de Frascati handleiding. Een resultaat hiervan was dat men bleef investeren in de categorie zuiver wetenschappelijk onderzoek, zij het in mindere mate na de introductie van het wetenschapsbeleid.

Het grootste probleem met een wetenschapsbeleid gebaseerd op het schema van Bush zit hem in de financiering van onderzoek. Een wetenschapsbeleid gebaseerd op Bushs schema beschrijft niet alle wetenschappelijke activiteiten correct. Een onderzoek is of zuiver of toegepast. Het wetenschapsbeleid bracht daardoor financieringsmodellen voort die gekoppeld zijn aan de zuiver-toegepast dichotomie. Die dichotomie leidt tot problemen voor de financiering van onderzoek. De vraag hier is of een wetenschapper zoals Pasteur vanuit fondsen voor de zuivere wetenschap of de toegepaste wetenschap gefinancierd moet worden. Een antwoord hierop is lastig, want Pasteur valt tussen de twee categorieën in. Al het wetenschappelijk onderzoek, dat zich niet langs de dichotomische scheiding laat indelen, kan problemen ondervinden bij het verkrijgen van fondsen. Stokes wijst er zijdelings op dat dit een probleem is voor vrijwel alle medische wetenschap. Een vorm van wetenschap die bij uitstek betrokken is bij de samenleving en dus in staat is een goed investeringsrendement te leveren. Het medisch wetenschappelijke onderzoek voldoet echter niet aan de eisen van het financieringsmodel. Stokes stelt dat de zuiver-toegepast dichotomie hier een remmende factor vormt in de ontwikkeling van het veld. Dat het ook in Nederland een reëel probleem is, blijkt bijvoorbeeld uit een reactie van het ministerie van volksgezondheid en milieuhygiëne in de jaren '70.¹⁴ Daar merkt men op dat bij onderzoek in de gezondheidssector, de scheiding tussen zuiver en toegepast onderzoek moeilijk te trekken is. Een consequentie is dat het ministerie wel betaalt voor onderzoek, maar niet haar onderzoeksprogramma kan realiseren.

De classificering van wetenschappelijke activiteiten volgens de zuiver-toegepast dichotomie is dus lastig. Dit probleem werd al voor het ontstaan van het wetenschapsbeleid opgemerkt. James B. Conant, de eerste voorzitter van de National Science Board (de bestuursraad van de National Science Foundation), stelde in het voorwoord van NSF's eerste jaarrapport: 'No one can draw a sharp line between basic and applied research and the Foundation will support many investigations [financially] that might be classed in one area or the other.'¹⁵ Conant was overigens langdurig collega van, en bevriend met Bush. In Nederland is bijvoorbeeld te zien dat TNO onderzoek in de jaren '50 en '60 steeds fundamenteeler van karakter wordt. Juist omdat het zuivere onderzoek in de eerste periode dermate gewaardeerd werd, was er voldoende financiering voor te krijgen. Of er destijds sprake was van toegepast onderzoek dat door ging voor zuiver, of dat het onderzoek bij TNO over het algemeen fundamenteeler werd opgezet, is moeilijk te achterhalen. Wat blijkt is dat men in de praktijk flexibel met de categorisering omgaat. Dit leidt tot verschillende praktijken die door Harvey Brooks zijn omschreven, waarmee het bovenstaande wordt bevestigd. Bijvoorbeeld, dat het voorkomt dat een onderzoek op twee verschillende manieren wordt geïnterpreteerd door de uitvoerende wetenschapper en de financierende organisatie. Of, dat een wetenschapper werkt in een veld dat bekend staat om de goede toepasbaarheid

¹⁴ Zie: Hoofdstuk vier

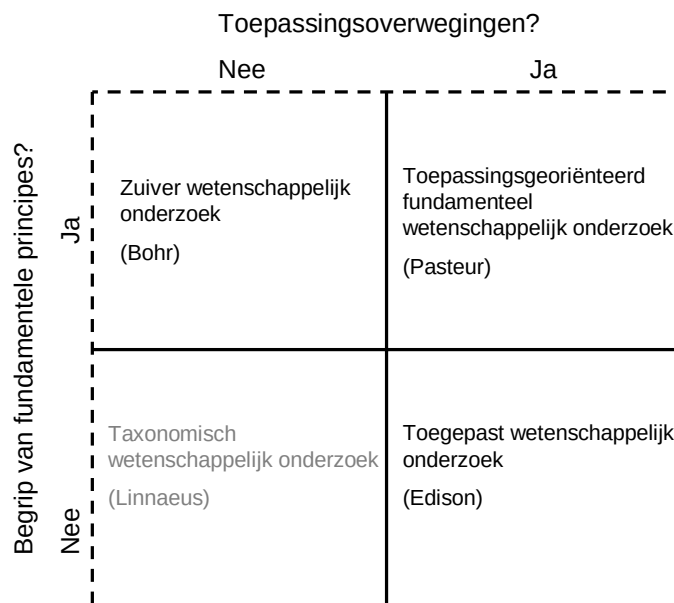
¹⁵ National Science Foundation (NSF), First Annual Report, Washington, DC: U.S. Government Printing Office National Science Foundation, (1951), p. viii.

van onderzoeksresultaten. Terwijl het verloop van het onderzoek zelf bepaald wordt door zuiver wetenschappelijke criteria. Soms wordt onderzoek geclassificeerd aan de hand van de plaats waar het onderzoek wordt uitgevoerd. Zo bleek dat onderzoek naar halfgeleiders, uitgevoerd aan een universiteit, werd bestempeld als zuiver. Terwijl vergelijkbaar onderzoek bij Bell Laboratories als toegepast werd bestempeld, omdat er op lange termijn potentiële klanten voor te vinden waren (Stokes, 1998, p. 62-63). Naast de inhoudelijke fouten van het Bush model is het gebruik ervan in de praktijk zeer inconsequent. Daarmee valt het werkelijke nut van het model te betwisten.

1.3.4 Breken met Bush, Stokes' model voor classificatie van wetenschap

Er heeft zich in de loop van deze verkenning een hoop bewijs opgebouwd, dat het slechte functioneren van Bushs ééndimensionale en lineaire model onderschrijft. Het model is een sterke reductie van de praktijk. Wat in principe niet problematisch hoeft te zijn. Beknopte schematische weergaven kunnen complexe zaken vaak handzaam en inzichtelijk maken. Echter in het Bush-model wordt de werkelijkheid op enkele punten simpelweg verkeerd weergegeven. Door de gebruikte categorisering, gekoppeld aan een lineair model, lijkt het net of toegepaste wetenschap geen *echte* wetenschap is. Toegepaste wetenschap volgens Bush is, een fase waarin een pakket zuiver wetenschappelijke kennis wordt toegepast op een praktisch probleem. Het model zegt daar impliciet mee, dat kennisverwerving alleen plaatsvindt in de zuivere wetenschap. Deze opvatting zal door deze studie heen op blijven duiken, zelfs nadat het Bush-model zijn grote aanhang verloor. In werkelijkheid vindt er ook kennisverwerving plaats in de toegepaste wetenschap. Zo is er sprake van kennisproductie bij het bestuderen van de onderliggende principes van technische componenten. Hierin kunnen praktische zaken tot abstracte kennis leiden, en meer, zoals eerder al duidelijk werd.

Stokes stelt voor om het Bush model te vervangen voor een ander conceptueel schema. Hij stelt dat een categorisering van wetenschappelijk onderzoek op basis van onderzoeksdoel te beperkt is. Het doel van onderzoek is namelijk niet uitputtend voor de karakterisering van wetenschappelijke onderzoeksactiviteit. Stokes zocht naar een model dat de heuristiek minder beperkt en een cruciale mogelijkheid openlaat. Stokes' voorstel bestaat uit een tweedimensionaal model. Hij hanteert hierin twee beoordelingscriteria. Het eerste criterium is of er toepassingsoverwegingen zijn. Het tweede criterium is of het onderzoek de fundamentele principes nastreeft. Zo ontstaat het volgende schema:



Figuur 3: Stokes' kwadranten van wetenschappelijk onderzoek. (Stokes, 1997)

Beide criteria vormen een aparte as in het conceptuele schema. De twee criteria vormen een nieuwe set van dichotomieën. Zo ontstaan er vier kwadranten die elk een bepaald type wetenschappelijk onderzoek weergeven. Links bovenin bevindt zich het meest abstracte soort onderzoek, dat wordt

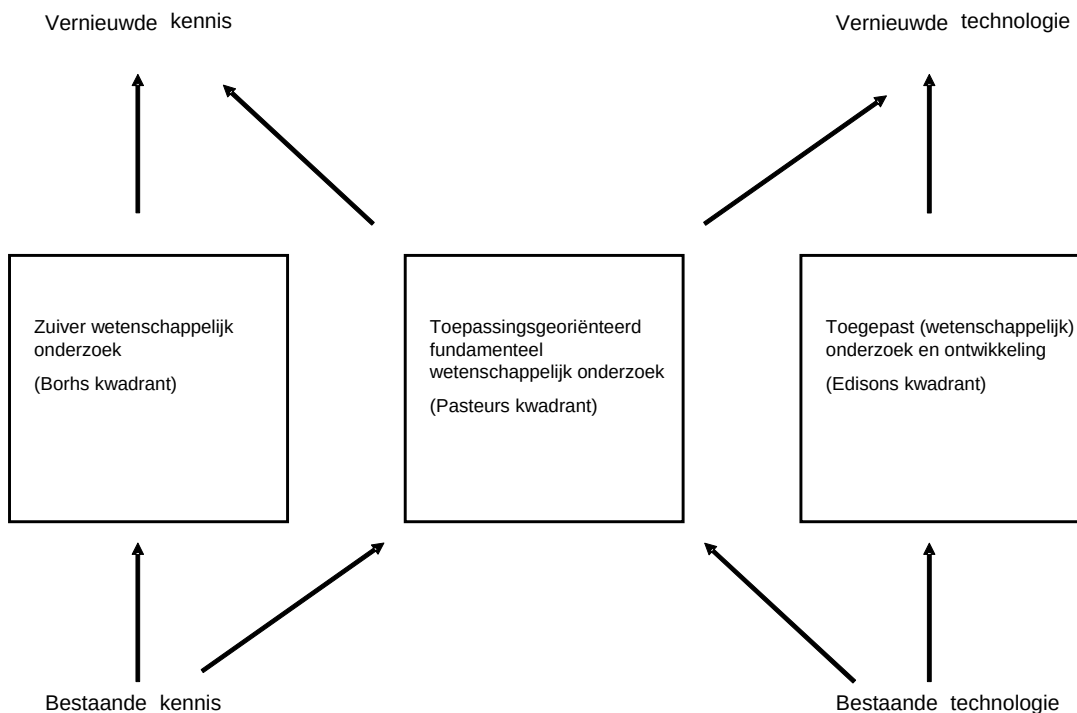
uitgevoerd voor een dieper begrip van de zaak zelf. Stokes noemt dit Bohrs kwadrant. Niels Bohr wordt gezien als één van de grondleggers van de atoomfysica. Het was Bohr, die een theoretische grondslag formuleerde voor het atoommodel. Dit type onderzoek gaat volledig zonder een overweging voor mogelijke toepassing. Het is het soort onderzoek dat door Bush zuiver wetenschappelijk onderzoek genoemd wordt. Rechtsonder bevindt zich het type onderzoek dat zich juist richt op de toepassing. Aan mogelijk onderliggende principes wordt geen aandacht besteed. Stokes noemt dit Edisons kwadrant. Stokes ziet Edison door zijn overwegingen meer als een uitvinder, dan een wetenschapper. Het onderzoek in dit kwadrant is, van technisch hoog niveau. Het is zeer systematisch en wordt door wetenschappelijke principes gevoed, maar is nauw in de zin dat het zich richt op snelle toepassing. In het Bush-model is dit type omschreven als het toegepast wetenschappelijk onderzoek. Wat vernieuwend is aan dit model, is het kwadrant rechtsboven. Het model erkent dat er een categorie van onderzoek is dat zich richt op de vermeerdering van kennis en toegepast kan worden. Stokes noemt dit Pasteurs kwadrant. Al eerder kwam Pasteur naar voren. Hij is als wetenschapper bijzonder in de zin dat zijn onderzoek niet per definitie zuiver of toegepast is. Om door te gaan op deze terugblik, het onderzoek van enkele andere daar genoemde wetenschappers valt in dat kwadrant. Zoals Langmuirs onderzoek naar oppervlakte verschijnselen. Maar ook Oppenheimer en zijn Manhattanproject, ondanks zijn zuiver wetenschappelijke bescheidenheid. En het Nat.Lab.-onderzoek, dat tot nieuwe technisch wetenschappelijke disciplines leidde, niet te vergeten. Wellicht is dit type onderzoek het meest effectieve wetenschappelijke onderzoek dat we kennen. Het is effectief in de zin dat het wetenschappelijke kennis bevordert *en* maatschappelijk relevant is.

Het kwadrant linksonder wordt niet benoemd door Stokes. Zelf zegt hij daarover dat het geen leeg kwadrant is. Stokes noemt het onderzoek dat systematisch naar specifieke zaken kijkt zonder dat het die zaken verklaart. ‘Peterson’s Guide to the birds of North America’ wordt als een mogelijk resultaat van dit type onderzoek genoemd. Ondanks dat Stokes het geen leeg kwadrant noemt, vult hij het ook niet echt in. Juist omdat dit model van kwadranten een poging doet om wetenschappelijk onderzoek beter te beschrijven, lijkt het mij van belang hier wel bij stil te staan. Waar Stokes al eerder op hintte is, dat dit type onderzoek gekarakteriseerd wordt door systematische inventarisatie. Dit type wetenschappelijk onderzoek wordt in het historische werk van Chunlin Kwa de taxonomische stijl genoemd (Kwa, 2005, p. 223). Taxonomie is volgens hem het rangschikken van feiten, dingen of entiteiten, op basis van een vergelijkende methode. Ze ordent de zaken, maar die ordening is tijdelijk. De theoretische grondslag die aan de ordening voorafgaat, ontbreekt namelijk. Een voorbeeld hier is Mendelejevs periodiek systeem van de elementen. De taxonomie draait voornamelijk om het scheppen van orde, in een chaos van feiten. De meest bekende taxonoom is de Zweed Carl Linnaeus. Linnaeus, die de binominale nomenclatuur voor levende wezens invoerde, dacht Gods ordening van de natuur ontdekt te hebben (Kwa, 2005, p.225). Het doel van Linnaeus’ onderzoek daargelaten, wij gebruiken zijn systeem van classificatie nog tot op de dag van vandaag. Vandaar dat hier zijn naam wordt toegekend aan het kwadrant van de systematische classificatie. Door de manier waarop het onderzoeksgebied in deze studie is opgebouwd, zal dit kwadrant niet op de voorgrond treden.

Het vernieuwende aan Stokes’ conceptuele kader van wetenschappelijk onderzoek is dat het de zuiver-toegepast dichotomie overwint. Voor wetenschappers schept dat de mogelijkheid om te zien, dat toegepaste doelen niet conflicteren met wetenschappelijke creativiteit en principes. Voor financiers van wetenschappelijk onderzoek is het mogelijk, om te zien dat fundamenteel onderzoek niet persé afdoet aan de mogelijkheden van toepassing. Deze extra ruimte geeft wetenschappers en financiers meer keuzevrijheid wat het wetenschappelijke onderzoek betreft. Daarnaast laat het model ruimte over voor onderzoek dat zeer abstract van karakter is. En het laat ook ruimte voor onderzoek waarvan men de resultaten op korte termijn wil exploiteren. Stokes ziet alle categorieën in zijn vier kwadranten als volwaardige wetenschapsgebieden. Ze kennen allen hun eigen bijdrage en kwaliteiten aan de wetenschap en de samenleving. Verder merkt Stokes op dat het classificeren van wetenschappelijk onderzoek, hoe dan ook, lastig is. Hoe bepaal je in welk kwadrant onderzoek valt? Dat kan op veel verschillende wijzen. Bijvoorbeeld in de fase waarin een projectvoorstel wordt opgesteld, of bij de goedkeuring ervan. Classificatie kan ook achteraf plaatsvinden op basis van resultaat. In de praktijk blijkt dat classificatie ook gekoppeld is aan de tradities van de onderzoekers. Ook is de uitkomst van het overleg tussen opdrachtgever, of bestuur van een instituut en de wetenschappelijke staf van invloed. De winst van Stokes’ model zit hem in het volgende. Door het opheffen van de scheidingslijn, tussen zuivere en

toegepaste wetenschap, kunnen compromissen en gemixte doelen zonder problemen besproken worden. Beide zaken liggen aan de basis van de identiteit van een instituut. Zo zou er bij een universiteit voor een meer fundamentele opzet gekozen kunnen worden. Stokes' model is vooral praktisch bij het indelen van TNO-onderzoek. Bij TNO waardeert men praktische doelen, maar ook de wetenschappelijke resultaten die voortkomen uit onderzoeksprojecten. TNO-onderzoek is in dit model geen toegepast wetenschappelijk onderzoek volgens de OECD-definitie. TNO kent een eigen onderzoeksdynamiek, afgestemd op de eigen omgeving van belanghebbenden en opdrachtgevers. Dat is niet alleen de theoretische conclusie, af te leiden uit Stokes' conceptuele kader. Het blijkt ook te stroken met de onderzoeksempirie, die verwerkt is in dit onderzoek. TNO heeft een eigen sociale omgeving en dat zorgt ervoor dat TNO-onderzoek een specifiek karakter kent. Wetenschappelijke kennis producerend enerzijds en anderzijds praktische toepassingen producerend. Het karakter van het TNO-onderzoek wordt al sinds de oprichting voornamelijk bepaald door de eisen en verwachtingen van drie andere partijen. Die drie partijen zijn: de overheid, de wetenschap en de industrie.

Voor de lineaire relatie die zo karakteristiek is voor het Bush-model, is in Stokes' model geen plaats. Bij Stokes hangt het innovatiepotentieel samen met het verloop van individueel wetenschappelijk onderzoek, afhankelijk van welke doelen er in projecten gesteld worden. Het idee dat alle innovatie begint met een doorbraak in de zuivere wetenschap is volledig verlaten hier. Stokes zegt hierover dat, sinds de eerste innovatiestudies in de jaren '70 duidelijk naar voren is gekomen hoe complex de materie is. De vele betrokken actoren en de vele koppelingen tussen die actoren, maken het onmogelijk om het proces simpel weer te geven. Stokes voegt toe dat dat soort innovatiestudies zich richten op actoren en niet zozeer op de relatie wetenschap-innovatie. En dat vanuit een economisch perspectief, innovatiestudies zijn gericht op de relatie innovatie-commerciële toepassing. Met andere woorden, de focus op de relatie tussen wetenschap en innovatie is sterk verminderd. Toch verwacht men nog steeds innovatie te bereiken door te investeren in wetenschap. Het is op zijn minst vreemd dat er zo weinig aandacht is voor de relatie tussen wetenschap en innovatie. Dit werd overigens ook al naar voren gebracht in de inleiding van deze scriptie, toen het opmerkelijke weinige onderzoek naar de toegepaste wetenschap werd aangestipt. Stokes doet een voorstel over hoe wetenschap en technologische innovatie zich tot elkaar verhouden. Wederom schematisch weergegeven en gebaseerd op twee eerdere conclusies. Stokes stelt dat, ten eerste het in de wetenschap gaat om het verwerven van kennis. Ten tweede stelt hij dat, technologische innovatie niet gestuurd, maar wel beïnvloed wordt door de wetenschap. Hij waardeert kennisverwerving en technologische innovatie als twee zelfstandige dynamieken. Wat blijkt is dat zijn kwadranten concept opmerkelijk goed gebruikt kan worden als verbinding tussen de twee dynamieken.



Figuur 4: De dynamische verhouding tussen wetenschap en technologie ontwikkeling. (Stokes, 1997)

1.4 Verantwoording voor de structuur en opbouw van het onderzoek

Veel studies op het gebied van wetenschapsbeleid hebben een normatief karakter, dat zich concentreert op de vraag hoe beleid tot stand zou moeten komen. Gezien het historische aspect en het gebruik van de case-study methodologie in dit onderzoek, is een descriptief karakter meer op zijn plaats. Een normatief kader zou in deze studie leiden tot een vertekening van de geschiedenis, een praktijk die huidige historici zoveel mogelijk proberen te voorkomen. Het is natuurlijk wel mogelijk dat de inzichten uit het verleden kunnen leiden tot een beter begrip van het heden en wellicht de toekomst. Het doel van de historicus is op de eerste plaats om recht te doen aan het historische karakter van zijn studieobject. Door het in acht nemen van de denkbeelden en ideeën van de besproken historische personae. Hoe goed het onderzoek ook uitgevoerd is, valkuilen zullen er altijd zijn. De balans die hier van belang is, is de balans tussen ideologie en praktijken. Uiteindelijk moet er een evenwichtig beeld ontstaan. Het is dan ook geen geschiedschrijving van TNO geworden en geen historie van de t.n.o. ideologie. Het is een begripsgeschiedenis van het t.n.o. geworden met TNO als concrete casus. Hier zit de volgende gedachte achter; het denken over het t.n.o. heeft een sterke invloed op de invulling en activiteiten van TNO enerzijds. Anderzijds hebben de werkzaamheden van TNO invloed op hoe wij over het t.n.o. denken.

De focus van deze historische studie, met TNO als casus, ligt op het kijken naar de interactie van betrokkenen en betrokken partijen. Hierbij ligt de nadruk op de manier waarop het t.n.o. in de praktijk gebracht wordt. Het gebruik van statistische informatie, zoals wel gebruikelijk is in historische analyses van R&D organisaties, zal alleen gebruikt worden in de ondersteuning van de interactieanalyse. TNO als organisatie heeft gedurende haar bestaan voortdurend te maken gehad met veel veranderingen. TNO is daardoor te karakteriseren als een zeer flexibele organisatie. Als een hoofdrolspeler op het gebied van t.n.o. in Nederland zegt dat veel over verandering in het onderzoeksveld zelf. De genoemde veranderingen zijn vertalingen van bepaalde maatschappelijke of wetenschappelijke trends. Deze trends komen niet altijd uit de statistische informatie naar voren.

Uit de historie van TNO komen een aantal karakteristieke perioden naar voren. Deze perioden hangen samen met een aantal van deze trends. Ze lenen zich voor een handige periodisering van dit onderzoek:

1) De voorbereiding en oprichting van TNO

Deze periode loopt van 1900 tot 1940 en is beschreven in hoofdstuk 1. Het behandelt de evolutie van de eerste ideeën over het toepassen van wetenschap tot en met de oprichting en de eerste jaren van TNO.

2) De Tweede Wereldoorlog en vlak daarna

Dit is het eerste intermezzo en beslaat de periode van 1940 tot ongeveer 1950. De Tweede Wereldoorlog zorgt voor een scherp contrast met de gang van zaken van voor die tijd. TNO doet goede zaken in de oorlog, voornamelijk omdat de Duitsers de opzet van de organisatie niet goed begrijpen. Vlak na de oorlog is er veel vraag naar t.n.o.-onderzoek. TNO had een goede reputatie opgebouwd tijdens de oorlog en profiteerde daarvan. De veranderingen die plaatsvonden in deze periode zijn voornamelijk externe factoren. Dit in tegenstelling tot de periode daarvoor en de periode daarna. De keuze voor een intermezzovorm is gebaseerd. In de twee intermezzo's zijn het vooral externe factoren die voor verandering zorgen.

3) De periode van groei tijdens de wederopbouw/industrialisatie van Nederland

Vanaf 1950 tot en met 1970 is er sprake van een nieuwe karakteristieke periode in het bestaan van TNO. Deze periode vormt hoofdstuk 2. Nadat de meeste acute naoorlogse problemen opgelost waren werd duidelijk hoe groot de verwoesting van de oorlog geweest was. Vooral op financieel gebied stond Nederland er slecht voor. De overheid nam het heft in handen met het opstellen van een serie opvolgende industrialisatienota's. Door industrialisatie wilde men de economie weer op gang brengen. De wetenschap kreeg daarin een eigen taak. Het zorgen voor vernieuwing in de industrie en het verbeteren van producten. Dit had als gevolg dat de wetenschap zo hard groeide, dat dit leidde tot een gouden tijd voor de wetenschap.

4) De opkomst van het wetenschapsbeleid om orde op zaken te stellen in de wetenschap

Deze periode loopt van ongeveer het einde van de jaren 1960 tot en met de jaren 1980. Deze periode is beschreven in het tweede intermezzo, omdat de ontwikkelingen vooral buiten TNO om verlopen. Wat opvalt, is dat er enige overlap is met het tweede hoofdstuk. Een scherpe demarcatie is hier niet. Het duurt ruim tien jaar voordat de eerste geluiden voor een wetenschapsbeleid zich vertalen naar de dagelijkse praktijk. Het is een chaotische periode vol tegenstrijdigheden, voor zowel wetenschap als overheid.

5) De aanloop naar de huidige periode waarin TNO van tijd tot tijd onderwerp is van onderzoeks- en functioneringscommissies en steeds opzoek is naar een solide strategie.

Ook hier is sprake van overlap met het voorgaande intermezzo. De periode die in dit derde hoofdstuk behandeld zal worden beslaat de jaren 1970 tot en met 2000. Een scherpe demarcatie is niet mogelijk, omdat de invloed van de voorgaande ontwikkelingen ook hier een rol spelen. Het is namelijk de crisis uit het tweede intermezzo die uiteindelijk leidt tot reorganisaties en de TNO wetwijziging van 1985. Juist in deze periode komt naar voren hoe de wetenschap, die in dienst staat van de samenleving, steeds moet voldoen aan veranderende eisen.

Het begrip waar het in dit onderzoek om draait, toegepaste natuurwetenschap, is moeilijk te definiëren. Het domein van dit type onderzoek is zeer breed, zowel in wat men er mee bedoelt, als in welke activiteiten er onder vallen. In het eerste hoofdstuk, tijdens de voorgeschiedenis van TNO, blijkt al dat er verschillende invullingen geformuleerd worden. Voor de een is het een wetenschappelijk onderbouwde toepassing maken. Voor de ander is het het toepassen van wetenschappelijke principes. Kortom, het zijn de betrokkenen of de betrokken partijen die het begrip construeren, door te handelen naar hun achtergrond of belangen. De keuze voor de naam toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek is geen toevalligheid. Deze naam werd verkozen boven het alternatieve wetenschappelijk-technisch werk van TH Delft hoogleraar C.J. van Nieuwenburg. De afwegingen hier was dat als de wetenschap een rol ging spelen in de samenleving dit op de hoogste niveaus van de wetenschap geregeld zou moeten worden. Binnen de KNAW vond men dat alleen vanuit de zuivere wetenschap dergelijke zaken goed te regelen waren. Het idee dat die rol uitgevoerd zou worden door de Technische Hogeschool te Delft was

onacceptabel voor de KNAW. Die stuurde dan ook aan op het bredere toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek. Dit betekent dat, in de praktijk, veel van het technische wetenschappelijk onderzoek onder het begrip t.n.o. valt. De commissie Went, die het voorwerk deed voor de oprichting van TNO, stelt dat de aard van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek breed is. De commissie noemt ijkingswerk, keuringswerk, en onderzoekingsmethoden als primaire taken. Daarnaast houdt het t.n.o. zich bezig met het toepassen van reeds bekende, langs zuiver wetenschappelijke weg verkregen, resultaten. Tot slot worden hieraan nog enkele, minder van direct belang zijnde, zaken toegevoegd. Bijvoorbeeld eisen van economische aard, of uitgebreide kennis van het in de praktijk reeds beproefde. Waarmee onder andere octrooiliteratuur bedoeld wordt. In de jaren '70, als de dominantie van de natuurwetenschap binnen de wetenschap af begint te nemen, ontplooit TNO nieuwe activiteiten in de richting van de maatschappijwetenschappen. Dat zijn activiteiten waarvan we ons kunnen afvragen of ze de term toegepaste natuurwetenschap wel kunnen dragen. Als er iets duidelijk wordt hier, dan is het wel dat er geen strakke of uitputtende definitie van t.n.o. gegeven kan worden.

De benaming van het domein is al evenzo divers, er wordt namelijk een waar veld van begrippen gebruikt voor de aanduiding van toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek. De begrippen waar hierover gesproken worden vaak in specifieke perioden gebruikt en benadrukken soms specifieke t.n.o. aspecten. Om een paar voorbeelden te noemen: Speurwerk is waarschijnlijk de eerste begrip dat gebruikt werd. Dit slaat voornamelijk op het werk dat wetenschappers in een industriële context uitvoerden aan het begin van de 20^{ste} eeuw, voor de oprichting van TNO. In het rapport van de commissie Went wordt de term researchwork eenmalig gebruikt, wat een vrij letterlijke vertaling is van speurwerk. Na de Tweede Wereldoorlog raakt de term speurwerk enigszins uit de mode en werd vervangen door research. Niet in de laatste plaats om te hinten op wetenschappelijk onderzoek Amerikaanse stijl, waar men destijds veel waardering voor had. Daarnaast wordt research vaak gebruikt om onderzoek in een industriële context aan te duiden. Vanaf 1959 gaat het CBS onderzoeksstatistieken bijhouden. Zij geven het domein de naam S&O, ofwel speurwerk en ontwikkeling. Deze term is een vertaling van het in OECD-verband gebruikte R&D, voluit research & development. De toevoeging ontwikkeling of development deed men, omdat research de lading van de activiteit eigenlijk niet dekte. De term research beschreef onvoldoende dat het uiteindelijke doel, nieuwe producten of diensten waren. Dat legitimeerde de grote investeringen die gedaan werden, zeker bij het bedrijfsleven. Het is echter wel de vraag in hoeverre de researchers die boodschap hebben meegekregen, gezien de geringe aandacht voor de uitkomsten van hun werk (Faber, 2001). Uiteindelijk krijgt de term R&D de overhand, waar zeker de toenemende internationalisering aan mee heeft geholpen. Later wordt de term innovatie geïntroduceerd, in eerste instantie begin jaren '80. Aanvankelijk is de term niet zo populair. Deze term voor de benaming van het domein t.n.o. benadrukt de maatschappelijke functie van het onderzoek. Het Bush-paradigma leeft dan nog sterk onder de wetenschappers en men moet dan nog aan het idee van een wetenschap in dienst van de maatschappij wennen. De term innovatie wint in de decennia die volgen wel aan populariteit en is waarschijnlijk op het moment het populairst.

Hoofdstuk 2: Een zo groot mogelijk nut

Dit is het eerste empirische hoofdstuk. Het behandelt de voorgeschiedenis van TNO tot en met de oprichting ervan. Het is, in het kader van deze studie, van belang om erachter te komen waarom TNO wordt opgericht en met welk doel. Het hoofdstuk zal beginnen met het beschrijven van enkele ontwikkelingen die aan de basis liggen van het idee voor een nationaal instituut als TNO. Er zal ook aandacht zijn voor gedachten over de invulling van het toegepaste natuurwetenschappelijke onderzoek. Juist in deze aanloopfase van het instituut TNO zijn er namelijk veel ideeën over wat toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek is en welk doel het moet dienen. Vanuit verschillende initiatieven wordt duidelijk dat er behoefte is, aan een organisatie die zich bezighoudt met het toepassen van wetenschap. Over wat die organisatie precies moet gaan doen en hoe die eruit moet gaan zien, is veel discussie. Deze discussie wordt gevoerd door verschillende partijen, ieder met eigen ideeën over wetenschappelijk onderzoek. Enkele van die ideeën zullen worden uitgelicht in dit hoofdstuk. Ze vormen een uniek stukje Nederlandse historie op het gebied van het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek. In het bredere kader zijn het deze ideeën die bewijzen, dat men niet altijd dacht in termen van de zuiver-toegepaste dichotomie. Het resultaat van alle inspanningen is het ontstaan van een organisatie waarin de belangen van, de onder andere genoemde, partijen zijn ondergebracht. Daarnaast is TNO een organisatie die wetenschap bedrijft in dienst van de samenleving. Het is een organisatie waarin wetenschappers, samen met vaklieden, zich bezighouden met het onderzoeken van problemen en het keuren van zaken. TNO, als zelfstandige organisatie, ziet zichzelf als de spin in het web van wetenschap, industrie en samenleving. Hierin is netwerken een sleutelwoord.

2.1 *Het ontstaan van de basis voor TNO.*

In de 19^e eeuw is er sprake van een stijgende kennisintensiteit. Nieuwe sleuteltechnieken en een nieuwe mentaliteit ontsluiten een ongekende groei in de productiemogelijkheden, van wat voorheen ambachtelijke en kleinschalige processen waren op werkplaatsen. In Nederland komt de industriële groei vergeleken met omringende landen pas laat op gang, tegen het einde van de 19^e eeuw. De toenemende complexiteit begon ook in Nederland te spelen, met een groeiende vraag naar geschoolde arbeid als direct gevolg. Zowel het lager, middelbaar als hoger technisch onderwijs groeiden snel na 1876.¹⁶ De druk op het onderwijssysteem neemt daarmee toe, met als gevolg dat de discussie over de indeling van praktische en theoretische vorming binnen het hoger onderwijs op scherp wordt gezet. Een conclusie van die discussie is de wetswijziging van 1905 op de *wet op het hooger onderwijs* die de polytechnische school in Delft verheft tot technische hoge school.¹⁷ De Delftse ingenieurs krijgen hiermee een nieuwe maatschappelijke status.

We blijven nog even vanuit het industriële perspectief kijken. Door de late industrialisatie in Nederland was er sprake van een volgzame houding binnen de industrie ten opzichte van het buitenland.¹⁸ Een korte beschouwing van de Nederlandse kennisinfrastructuur in die tijd leidt tot de conclusie dat die niet te vergelijken is met ons hedendaagse idee daarover. De kennisinfrastructuur bestond toen uit voornamelijk beknopte import- en diffusiesystemen, er was geen sprake van een systeem van instituties voor kenniscreatie of kennisontwikkeling. Internationaal gezien stond Nederland aan de consumentenzijde van de, voor zover men daarvan kon spreken, internationale kenniseconomie. Fabrikanten importeerden hun kennis op twee manieren. Door een buitenlandse reis te maken, om op de hoogte te raken van technische ontwikkelingen. Of door hun opvolgers naar bevriende ondernemingen in het buitenland te sturen.¹⁹ De tweede manier om kennis te importeren was het inhuren van buitenlandse

¹⁶ P. Baggen, *Vorming door Wetenschap; Universitair onderwijs in Nederland 1815-1960*, (Delft 1998) p. 112.

¹⁷ Ibid., p. 142.

¹⁸ J.W. Schot, *Innoveren in Nederland*, In: Lintsen et al., *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890*, deel VI (Zutphen, 1995) p. 216-239.

¹⁹ H.W. Lintsen, *Kennisverwerving in de Nederlandse industrie in de 19e eeuw*, in: *Tijdschrift voor de geschiedenis der geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek*, jaargang 9 (1986) p. 175-189.

technici of ingenieurs. Juist in de chemische industrie was dit prefereerbaar over de eerste manier, omdat voor chemische processen kennis over het procedé van groot belang was.

De eerste kennisnetwerken rond verschillende bedrijfstakken ontstonden aan het einde van de negentiende eeuw. Dit kan als het begin worden gezien van het ontstaan van een nationale kennisinfrastructuur. Jasper Faber verwijst naar de machine-industrie als een eerste voorbeeld van innovatieve samenwerking binnen een netwerk. Deze industrietak was toegespitst op het bouwen van stoommachines, maar begin jaren 1880 en 1890 begon men ook met het ontwikkelen van arbeidswerktuigen.²⁰ Deze verandering viel samen met de verandering op het gebied van de opleiding van hoger technisch geschoold personeel. Voor deze veranderingen in het onderwijs werden de meeste werktuigbouwkundigen simpelweg opgeleid in de praktijk. Nu langzamerhand de polytechnici uit Delft emplooi begonnen te vinden in de machine-industrie veranderde de industrie. Het zijn de Delftse polytechnici die door hun theoretische scholing belang hechten aan de kosmopoliteit van hun kennis in het vakgebied.²¹ Een belangrijk aspect van de ontwikkeling daarvan is het uitwisselen van ervaring en kennis, in verenigingsverband kon men dit doen. Samen met de werklieden uit de sector richtten zij de Nederlandsche Vereeniging van Werktuig- en Scheepsbouwkundigen (NVWS) op. De vereniging voorzag in een behoefte en dat bleek uit het ledental, wat groeide in tien jaar van 32 naar 316.²² Dit is het begin van een trend, omdat meer verenigingen van technisch, maar ook universitair, geschoolden in deze periode werden opgericht zoals de Nederlandsche Chemische Vereniging in 1903. Uiteindelijk gingen een hoop van deze studieverenigingen op in en centraal orgaan, het Koninklijk Instituut van Ingenieurs, aan het begin van de twintigste eeuw. Zo ontstonden er belangenverenigingen van 'wetenschappers' die werkten in de industrie.

De noodzaak voor de ontwikkeling van kennis in de industrie werd ook beïnvloed door de herinvoering van de octrooiwet in 1910. Nederland had in 1869 de octrooiwet afgeschaft, om de industriële ontwikkeling te bevorderen.²³ Er begon zich tegen de eeuwwisseling internationale druk op te bouwen voor de herinvoering van de octrooiwet. Ondanks protesten bezweet men onder de internationale druk. Een nieuwe octrooiwet werd in 1910 aangenomen. Het effect hiervan was, dat de verhandelbaarheid van kennis werd geherwaardeerd.

Speurwerklaboratoria

Tussen 1906 en 1925 richtte een tweetal grote industriële bedrijven speurwerklaboratoria op, die uitgroeiden tot toonaangevende R&D onderzoekscentra. Deze grote bedrijven waren op zoek naar verbetering van producten en procedés om een voordeel te behalen op de concurrentie. De oprichting van deze afdelingen had niets of weinig van doen met de invoering van de octrooiwet in Nederland.

Een voorbeeld is de Koninklijke Petroleum Maatschappij. Die door de wetenschappelijke ijver van technoloog W.C. Knoop de grote potentie van een speurwerklaboratorium inzag. Knoop had door zijn wetenschappelijke motivatie de kwaliteit van Koninklijke's Borneo-olie weten te verbeteren met een marktwaarde stijging tot gevolg. Hij werd na zijn vinding in 1906 permanent ingehuurd door de Koninklijke om een klein speurwerklaboratorium te Schiedam te leiden.²⁴ Pas enkele jaren later bleek dat de inschatting van de potentie van het speurwerk goed was, toen Koninklijke/Shell verward begon te raken met het Amerikaanse Standard Oil. Na de verplaatsing van het laboratorium naar Amsterdam steeg het aantal werknemers snel. In 1929 was het het grootste laboratorium in de Nederlandse industrie en in twintig jaar tijd was het aantal werknemers van één naar tachtig gegroeid.

²⁰ Jasper Faber, *Het Nederlandse Innovatie Systeem, 1870-1990*, NEHA jaarboek 2003 (deel 66) p. 208-232.

²¹ C. Disco, *Made in Delft: professional engineering in the Netherlands 1880-1940*, Proefschrift Universiteit van Amsterdam (1990), p. 206.

²² C. Disco en H. Lintsen, *de vervlechting van ingenieursberoep en industrie 1890-1925*, in: Tijdschrift voor Sociale Geschiedenis jaargang 9 (1983) p. 343-369.

²³ Frits Gerzon, *Nederland, een volk van struikrovers?*, (Den Haag 1986) p. 1-8; E. Schiff, *Industrialism without National Patents, The Netherlands 1869-1912, Switzerland 1850-1907*, Princeton university press (1971).

²⁴ E. Homburg, A. Rip en J. Small, *Chemici, hun kennis en de industrie*, in: J.W. Schot et al., *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, deel II (Zutphen 2000) p. 299-315.

Philips richtte in 1914 haar eigen speurwerklaboratorium op. Men ging over tot de oprichting van een speurwerkdienst, omdat er zorgen waren over de eigen internationale concurrentiepositie.²⁵ Door de introductie van de zogenoemde halfwattlamp door GE zag Philips haar goede marktpositie bedreigd. De dreiging werd minder doordat het onderzoek bij het Nat.Lab. naar de verbetering van de gloeilamp en de fysische verschijnselen die aan de gloeilamp ten grondslag liggen Philips de mogelijkheid gaf om met de marktontwikkelingen mee te gaan. Dat de oprichting van het Nat.Lab. later de drijvende kracht achter Philips zou gaan worden, dankzij Holsts diversificatievisie, overtrof ieders verwachting.

Dat de oprichting van speurwerklaboratoria een duidelijke trend begon te worden blijkt uit het feit dat ook kleinere en niet op de internationale markt opererende bedrijven Koninklijke/Shell en Philips volgden. Noury & van der Lande, een meel- en oliefabriek in Deventer, richtte een laboratorium op in 1916 met als doel het onderzoek naar het bleken van meel en lakolie. Het bedrijf had eerder een zelfstandig gevestigde scheikundige onderzoek laten doen in deze gebieden. Door de positieve resultaten besloot de bedrijfsdirectie de man in dienst te nemen.²⁶ Het onderzoek richt zich in de eerste jaren vooral op het verbeteren van de meelbleiking, op de ontwikkeling van een productieproces voor het bleekmiddel en op het octrooieren van andere methoden om meel te bleken. Op die manier kon men de concurrentie beperken. In de jaren dertig, toen de resultaten van Noury & van der Lande terugliepen, schakelde de directie het laboratorium in om te zoeken naar nieuwe producten waarmee het bedrijf meer winstgevende markten zou kunnen betreden.²⁷ In Hengelo huurde het elektrotechnische bedrijf Heemaf in 1914 een elektrotechnisch ingenieur in om nieuwe apparaten te ontwikkelen.²⁸ Juist in deze bedrijfstak motiveerde de octrooiwet om zelf tot ontwikkeling over te gaan, doordat het namaken van buitenlandse producten strafbaar was geworden.

Wat het ontstaan van nieuwe (kennis)netwerken betreft is hier te zeggen dat de onderzoekers op deze speurwerkdiensten contacten onderhielden met hun hoogleraren. Koninklijke kreeg advies van de Delftse hoogleraar H.I. Waterman, Philips van L.S. Ornstein uit Utrecht, en Noury & van der Lande van J. Böeseken uit Delft.²⁹ Deze contacten waren vaak tot stand gekomen omdat oud-studenten die in een industrieel laboratorium werkten, hun leermeester om advies vroegen bij het oplossen van problemen. Vanuit deze academische zijde stond men open voor dit soort samenwerking. Het is niet voorbarig om te zeggen dat men openstond voor de maatschappij. De hoogleraren gingen in op de verzoeken van hun leerlingen voor advies. Voor hoogleraren betekende een adviseurschap immers niet alleen een verhoging van hun inkomen, maar ook een manier om hun studenten een baan in het industriële onderzoek te bezorgen.³⁰ Uit een studie van Hutter blijkt dat er tussen 1900 en 1930 ongeveer 93 speurwerkdiensten zijn opgericht.³¹ De boodschap is duidelijk; de industrie ontwikkelde een interesse in het wetenschappelijke speurwerk voor nieuwe vindingen en het op de markt brengen van nieuwe producten.

De Eerste Wereldoorlog

De eerste wereldoorlog bracht voor de Nederlandse industrie twee tegengestelde invloeden met zich mee. Door de afgesneden verbindingen met het buitenland werden grondstoffen schaars, maar het wegvallen van de Duitse concurrentie bood ook mogelijkheden om de afzet op binnenlandse en buitenlandse markten te vergroten. Welke van deze twee effecten overheerste verschilde van sector tot sector, maar voor de Nederlandse economie als geheel was de oorlog niet ongunstig.³² Door de schaarste ontstond een vraag naar producten die Nederlandse bedrijven eerder niet hadden gemaakt. Om de

²⁵ Kees Boersma, *inventing structures for industrial research. A history of the Philips Nat.Lab. 1914-1946*, (Amsterdam 2002).

²⁶ Jasper Faber, *kennisverwerving in de Nederlandse industrie, 1870-1970*, (Amsterdam 2001), p. 202-205; P. Baggen, J. Faber en E. Homburg, *Opkomst van een kennismaatschappij*, in: J.W. Schot et al., *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, deel VII (Zutphen 2003), p. 141-173.

²⁷ Faber, *kennisverwerving*, p. 202-204, 214-222.

²⁸ *Ibid.*, p. 155-156.

²⁹ Homburg, Rip en Small, *chemici, hun kennis en de industrie*, 310-311.

³⁰ E. Homburg, *Speuren op de tast; Een historische kijk op industriële en universitaire research* (Oratie), Maastricht 2003.

³¹ J.J. Hutter, 'Nederlandse laboratoria 1860-1940: een kwantitatief overzicht', in: *Tijdschrift voor de geschiedenis der geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek*, jaargang 9 (1986) p. 150-174, aldaar 153.

³² Jan Pieter Smits et al., *Three Phases of Dutch Economic Growth and Technological Change (1815-1997)*, (1999).

fabricage ervan te beginnen moest men vaak wetenschappelijke en technische kennis ontwikkelen. Zo moest chemicus J.C. Hartogs, die in 1911 de NV Nederlandse Kunstzijdefabriek (ENKA) had opgericht, zelf de benodigde zwavelkoolstof produceren.³³ Hartogs consulteerde daarbij ongetwijfeld zijn leermeester, hoogleraar organische chemie A.F. Holleman, die de functie van commissaris in het bedrijf datzelfde jaar op zich nam.³⁴ Zo kwam door grondstoffenschaarste de kennisverwerving bij ENKA tot stand. Door de stijgende kennisbehoefte nam het aantal ingenieurs en natuurwetenschappers in de industrie tussen 1913 en 1918 met ongeveer vijftig procent toe.³⁵ Net zoals bij de Kunstzijdefabriek begonnen andere bedrijven ook met het aanstellen van hoogleraren als adviseur of commissaris.³⁶

Proefstations en voorlichtingsdiensten

Tussen 1889 en 1930 werden een aantal proefstations en voorlichtingsdiensten door de overheid opgericht. De oprichting van de verschillende industriële laboratoria bij de voornamelijk grotere bedrijven gingen niet onopgemerkt aan de rest van de industrie voorbij. Ook zij waren geïnteresseerd in onderzoek en keuringen, maar alleen de grotere bedrijven konden een dergelijke afdeling betalen. Door samen te werken kon het midden- en kleinbedrijf de overheid zover krijgen dat er proefstations en rijksdiensten werden opgericht.

De oprichting van drie nieuwe landbouwproefstations (in Groningen, Hoorn en Breda) was een gevolg van het advies uitgebracht door de Landbouwcommissie die onder invloed van de landbouwcrisis van de jaren tachtig was ingesteld. In 1898 kwam daar nog een proefstation in Maastricht bij. Naast het controleren van de economisch belangrijke kunstmesthandel, was een voorname taak van deze stations de uitvoering van de in 1889 aangenomen Boterwet, 'houdende bepalingen tot voorkoming van bedrog in de boterhandel'. Vooral het station in Hoorn was sterk gericht op de zuivelsector.³⁷ Deze landbouwproefstations kunnen gezien worden als de eerste Nederlandse onderzoeksinstellingen gefinancierd met overheidssubsidie.³⁸ De organisatie van de landbouwproefstations, met als taken zowel onderzoek als keuring en voorlichting, kreeg weldra een voorbeeldfunctie voor andere sectoren in de samenleving.

Het duidelijkst komt dat naar voren bij de oprichting van de Rijksnijverheidsdienst. In het eerste decennium van de twintigste eeuw pleitten de Middenstandsbond en de Maatschappij van Nijverheid gezamenlijk voor 'een staatsorgaan [...] om de klein-nijverheid te helpen zich te ontwikkelen, ongeveer in dezelfde geest, als dit reeds geschiedt voor den Landbouw'. In 1910 reageerde de overheid met de aanstelling van een Rijksnijverheidsconsulent en de oprichting van de Rijksnijverheidsdienst. Er was zoveel vraag naar advies dat na drie jaar nog twee consulenten werden aangesteld. Deze dienst voorzag de industrie van adviezen en inlichtingen op grond van literatuurstudies en vormt zo een element in de kennisdiffusie bij de hele industrie. In Delft werd in 1913 het Rijksnijverheidslaboratorium opgericht 'voor de verzameling van technische gegevens en de behandeling van technische vraagstukken ten dienste van de nijverheidsconsulenten'.³⁹

Na de Rijksnijverheidsdienst volgde een groot aantal instituten die gericht waren op specifieke sectoren. Deze diensten, zoals het Rijksproefstation en voorlichtingsdienst ten bate der Lederindustrie (Rijkslederdienst, 1911), de Rijksrubberdienst (1913), de Rijksvezeldienst (1919) en het Rijksturfproefstation (1925), deden keuringen en soms speurwerk voor de handel en industrie. De meeste van deze rijksdiensten kwamen voort uit een initiatief van een persoon of een fabrikantenvereniging. Hun oprichting paste binnen een streven van de rijksoverheid naar de bevordering van eerlijkheid in de handel, die in deze periode zichtbaar was, getuige de invoering van de Warenwet in 1919 en de oprichting van

³³ Max Dendermonde, *Nieuwe tijden, nieuwe schakels: de eerste vijftig jaren van de A..K.U.*, (1961) p. 25-30.

³⁴ Homburg, Rip en Small, *chemici, hun kennis en de industrie*, p. 308-311.

³⁵ J.J. Hutter, *Nederlandse laboratoria*, p. 150-174, aldaar 162.

³⁶ Homburg, Rip en Small, *chemici, hun kennis en de industrie*, p. 308-311; J.J. Hutter, *Nederlandse laboratoria*, p. 150-174, aldaar 162.

³⁷ M.S.C. Bakker, *Gedenkboek Rijkslandbouwproefstations (1927)*, p. 9-10, 32, 65, 99, 131; H.W. Lintsen e.a., 'Boter' in, *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving, 1800-1890*, deel 1 (Zutphen 1992), p. 102-133.

³⁸ Baggen, Faber & Homburg, *Opkomst van een kennismaatschappij*, p. 164-167.

³⁹ Ibid., p. 164-167.

een landelijk net van Keuringsdiensten van Waren.⁴⁰ In sommige gevallen ligt de nadruk op keuringen, toch kan gezegd worden dat in de meeste van de sectoren (landbouw, waterstaat, volksgezondheid, onderwijs, etc.) de Rijksonderzoeksinstituten knooppunten van kennisdiffusie en kennisverwerving vormden.

2.2 TNO in voorbereiding

Zoals in de eerste paragraaf staat beschreven is er sprake van een toenemende kennisintensiteit in de industrie en landbouw. Om aan de kennisvraag te kunnen voldoen ontstaan er allerlei onafhankelijke initiatieven. Verschillende partijen sturen hierop aan en zo ontstaan de eerste kennisnetwerken. Overigens is er ondanks overheidsinmenging in keuring en controle in landbouw en industriële sectoren, geen sprake van overheidsinmenging in spoorwerk. De desbetreffende departementen houden zich bezig met de Rijksvoorlichtings- en Rijkskeuringsdiensten, maar een gezamenlijke basis bestond niet. Het departement dat verantwoordelijk werd gesteld voor wetenschap, het ministerie van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, werd opgericht in 1917. De grootste nadruk lag bij dit ministerie in eerste instantie bij onderwijs. De aandacht was gericht op het consolideren van de uitkomsten van de problematiek rondom het uit zijn voegen gebaarsd schoolstelsel en vervolgens op het conserveren van kennis en cultureel bezit. De overheid had geen visie op wetenschap en technologie.

Toch is niet alleen de stijgende kennisbehoefte de enige factor die bijdraagt aan de dynamiek van verandering. Academici begonnen maatschappelijke oplossingen te zien in het toepassen van hun wetenschap. De wetenschappers zijn betrokken bij, of volgen, de veelal onafhankelijke initiatieven die ontstaan. Deze groep wetenschappers begon zich af te vragen of de zaak niet efficiënter geregeld kon worden. In 1917 is het de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen (KNAW) die daartoe een eerste initiatief neemt. Het was de voorzitter van de Afdeling Natuurkunde van de Akademie, Nobelprijswinnaar prof. Dr. H.A. Lorentz, die in 1917 de volgende vraag aan de orde stelde:

“Is het niet dringend nodig, alle kracht van wetenschap en ervaring, waarover Nederland beschikt, te doen zoeken naar middelen en wegen om uit de weinig beschikbare grondstoffen en productiemiddelen een zo groot mogelijk nut te trekken?”⁴¹

Het KNAW initiatief werd gehonoreerd en in 1917 kwam de Commissie Lorentz tot stand, die met een forse overheidssubsidie onderzoek deed naar ‘volkswelvaart en weerbaarheid’.⁴² De commissie stond onder de leiding van Lorentz zelf, samen met collega natuurkundige en mede Nobelprijswinnaar Zeeman. In die tijd van schaarste werd de commissie toch voorzien van ruime middelen, namelijk f 100.000 in 1918 en nogmaals hetzelfde bedrag in 1919. De commissie, inclusief bestuur, bestond uit dertig leden met zeer uiteenlopende achtergronden. Hierbij moet men denken aan industriëlen, landbouwwetenschappers, elektriciteitsproducenten, de veeartsenijsschool en hoogleraren van de TH Delft en andere universiteiten. Zij was onderverdeeld in verschillende subcommissies, die ieder een specifiek probleem bestudeerde. De meeste onderzochte problemen hingen samen met de schaarste, die het gevolg was van de handelsblokkade van Nederland. Er waren ook enkele subcommissies die onderwerpen in verband met de landverdediging bestudeerden. De commissie veruit de meeste tijd moet hebben gespendeerd aan het in kaart brengen van de problemen. Toch werden er verschillende voorstellen gedaan, zoals voor de communicatie met Indië (de commissie had berekend dat een radioverbinding mogelijk was) en voor het tekort aan mest (de commissie suggereerde om hiervoor de inhoud van openbare toiletten te gebruiken).⁴³ Van deze rapporten, zo moest de regering na de Eerste Wereldoorlog

⁴⁰ A.H. van Otterloo, *Nieuwe producten, schakels en regimes 1890-1920*, in: J.W. Schot et al., *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, deel III (Zutphen 2000) p. 249-261.

⁴¹ Th. J. van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO (1932-1957); gedenkboek bij de voltooiing van de eerste 25 jaar werkzaamheid van de organisatie TNO op 1 mei 1957*, (1957), p. 9-12.

⁴² Mededelingen betreffende de wetenschappelijke commissie van advies en onderzoek in het belang van volkswelvaart en weerbaarheid no. 1 (1918), p. 3.

⁴³ Baggen, Faber & Homburg, *Opkomst van een kennismaatschappij*, p. 166.

toegeven, was eenvoudig geen notitie was genomen.⁴⁴ In de daaropvolgende jaren bleef de Regering aarzelen verdere stappen te nemen. De commissie, die ontevreden was over de geringe invloed van haar adviezen op het regeringsbeleid, vroeg begin 1919 om ontheffing van haar taak. Zo werd zonder veel succes de commissie Lorentz opgeheven.

Wat wel gezegd moet worden is dat de commissie Lorentz een duidelijke wens belichaamde. De wens dat de natuurwetenschap ingeschakeld moest worden bij belangrijke beslissingen in Nederland en niet alleen op tijdelijke, maar op een permanente basis. Bij het inwinnen van adviezen en bij het verrichten van onderzoek op het gebied van de natuurwetenschap kon men vertrouwen op de leiding van experts op dat gebied.⁴⁵ De commissie Lorentz kan gezien worden als een nieuwe maatschappelijke trend en deze mentaliteitsverandering zette door tijdens het interbellum. Hoogleraren lieten zich welwillend strikken voor een positie als adviseur of commissaris bij een bedrijf. Een voorbeeld hiervan is H.R. Kruyt die overtuigd was van de noodzaak van maatschappelijk betrokken academisch gevormden.⁴⁶ Al kort na de start van zijn wetenschappelijke loopbaan in Utrecht zou Kruyt werk gaan maken van de maatschappelijke positie van de chemische wetenschap. De 'maatschappelijke werkkring' van de chemisch onderzoeker omvatte in die tijd in de eerste plaats de industrie. Toen Kruyt in 1918 voorzitter werd van de Nederlandsche Chemische Vereeniging, nam hij dan ook al gauw het initiatief om de chemische industrie daarbij te betrekken. Zijn natuurkundige collega, L.S. Ornstein, ging enkele jaren later zelfs over tot het openstellen van zijn laboratoriumruimte voor opdrachtonderzoek.⁴⁷ Kortom men was nog niet tot een oplossing gekomen voor de onsamenhangendheid van activiteiten.

Discussie over de organisatie van het wetenschappelijk-technische werk

Dat de overheid twijfelde was bekend bij de wetenschappers. Zij wilden niet afwachten, maar namen juist verder initiatief om de overheid over de streep te trekken en tot een besluit te manen. Dr. Ir. C.J. van Nieuwenburg, later hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft, hield daar eind 1919 een invloedrijke voordracht met de titel 'de nationale organisatie van wetenschappelijk-technisch werk'. De voordracht werd later in 1920 gepubliceerd in het Chemisch Weekblad en bereikte zo een nog breder publiek (chemici, maar ook wetenschappers, ingenieurs, leraren en apothekers). De kern van dit betoog is, het onderstrepen van het belang van de toegepaste natuurwetenschap voor de industrie. Hij stelde 'de vraag naar de mogelijkheid en de wenschelijkheid van nationale organisatie in alle zaken betreffende wetenschappelijk-technische onderzoekingen is, ook voor ons land hoogst actueel'.⁴⁸ Hij deed daarin uitgewerkte voorstellen voor een nieuwe organisatie van technische wetenschap, anders dan de Commissie Lorentz, onafhankelijk van de KNAW. Van Nieuwenburg stond zeer kritisch tegenover de commissie Lorentz, omdat de organisatie van technisch-wetenschappelijk werk geldelijk voordeel na moest streven.⁴⁹ In zijn ogen was dat dan ook de directe aanleiding tot het falen van de commissie Lorentz. Van Nieuwenburg was dan ook een van de practici die niet verzwegen, 'dat het niet naar wensch slagen van de Wetenschappelijke Commissie toe te schrijven is geweest aan de leiding van de Akademie qua talis'.⁵⁰ Van Nieuwenburg en zijn ideeën zullen later in dit hoofdstuk nog behandeld worden.

Behalve dat de minister van O,K&W op de hoogte was van Van Nieuwenburgs rede moet hij ook op de hoogte geweest zijn van andere kritische geesten. Wie die anderen waren is moeilijk te achterhalen, maar duidelijk is dat men kritiek geuit had op de werkwijze van de commissie Lorentz. Ook is er terug te vinden dat het onderwerp, de nationale organisatie van toegepast natuurwetenschappelijk werk, veel bediscussieerd werd. 'Omtrent den verder te volgen weg werden verschillende denkbeelden geopperd'.⁵¹

⁴⁴ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 9.

⁴⁵ Ibid., p. 9-10.

⁴⁶ Geert Somsen, *Hooge school en maatschappij: H.R. Kruyt en het ideal van wetenschap voor de samenleving*, GEWINA 17 (1994), p. 166.

⁴⁷ H.J. Heijmans, *Wetenschap en industrie; L.S. Ornsteins opvattingen over toegepaste natuurkunde*, Gewina 17 (1994), p. 177-190.

⁴⁸ C.J. van Nieuwenburg, 'De nationale organisatie van wetenschappelijk-technisch werk', Chemisch Weekblad 17 (1920), p. 70.

⁴⁹ Ibid.

⁵⁰ Commissie Went, *rapport der commissie ingesteld bij beschikking van zijne Excellentie, den Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen en zijne Excellentie de Minister van Binnenlandsche Zaken en landbouw d.d. 30 juni 1923*, ('s-Gravenhage, 1925).

⁵¹ Ibid.

Het zelfde jaar nog ontbood de minister van O,K&W Ir. I.P. de Vooy om een memorie op te stellen omtrent de samenwerking voor het algemeen belang van alle instellingen van overheid en particulieren voor 'technisch-wetenschappelijk onderzoek'.⁵² De Vooy, destijds Delfts hoogleraar en voormalig lid van de Commissie Lorentz, is een zeer maatschappelijk betrokken persoon. Waarom de minister juist De Vooy gevraagd had voor het opstellen van de memorie is niet direct te achterhalen. Naast zijn functie als hoogleraar schreef De Vooy veel artikelen over uiteenlopende onderwerpen. Zo schreef hij over zaken op economisch-technisch, hygiënisch en politiek vlak. Ook maakte hij zichzelf zeer verdienstelijk op sociaal vlak als voorzitter van het *Koninklijk Nationaal Steuncomité*. Dat als hoofddoel had de ondersteuning van hen die meestal als gevolg van de mobilisatie of werkloosheid in nood kwamen te verkeren. In 1930 werd hij directeur van de *Algemene kunstzijde Unie* te Arnhem. Wat laat zien dat De Vooy ook banden met het bedrijfsleven had.⁵³ Zijn succesvolle veelzijdigheid zal niet onopgemerkt zijn gebleven in de politiek. Van Kasteel die kort uitwijdt over De Vooy is zeer lovend over hem. 'De visionair Is. P. de Vooy. Een van die zeldzame persoonlijkheden, wier veelzijdige begaafdheid niet strekt tot nadeel voor het peil van hun [de leden van de commissie Went] prestaties.'⁵⁴ Verder wordt er benadrukt dat De Vooy een sterke maatschappelijke belangstelling had. Naast ingenieur was hij een industrieel, voorzitter van het steuncomité in oorlogstijd, schrijver en dichter. Al met al is De Vooy een man met een maatschappelijk brede binding, van veel markten thuis en diplomatisch ingesteld. Een zeer geschikt persoon om de verdeelde meningen en belangen over het onderwerp toegepaste natuurwetenschap samen te brengen in een visie. Iets wat ook lukte, zo blijkt uit het rapport van de commissie Went. De Vooy stelde dat Nederland op het t.n.o.-gebied 'eenheid onder deskundige leiding' nodig had.⁵⁵ De memorie wordt in het rapport van de commissie Went omschreven als belangrijk en overtuigend, stellend dat een betere nationale organisatie van de samenwerking tussen wetenschap en technische voortbrenging van urgent belang is. In zijn memorie oordeelde hij onder meer:

"Er wordt in ons land veel geld, en, wat nog meer is, veel van het allerbeste intellect verkwist, of ongebruikt gelaten. Een tijd als de onze, die tot zuinigheid en inspanning dwingt of spoedig dwingen zal, legt dan ook de taak om daartegen in te gaan [...] Om iets tot stand te brengen, dat eenheid en groter effect zal verkrijgen door de logische en rationeele samenwerking van alle nationale krachten, zoo uit de zuivere en de technische wetenschap als uit de techniek, moet uit de losse organen, die voor allerlei afzonderlijke doeleinden bestemd zijn, een groter geheel samengebouwd worden."⁵⁶

De commissie Lorentz had hetzelfde probleem van coördinatie al gesignaleerd, maar wist niet voldoende te overtuigen. De Vooy deed dat wel met zijn memorie. De regering nam zijn voorstel tot het vormen van een kleine commissie over. Toch had men blijkbaar geen haast. De ministers van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen en binnenlandse zaken en landbouw riepen in 1923 een commissie in het leven, ook genoemd naar haar voorzitter, de commissie Went. Deze had als opdracht 'te onderzoeken door welke maatregelen en in welken vorm het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek hier te lande in hooger mate dienstbaar kan worden gemaakt aan het algemeen belang'.⁵⁷ Een belangrijke noot hier is, dat de aard van de commissie Went anders is dan die van de commissie Lorentz. De commissie Went had als doel het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland te organiseren. De commissie Lorentz had vooral een inventariserende functie, zij zochten vooral naar oplossing voor de problemen die de Eerste Wereldoorlog met zich mee had gebracht.

Bij de doelstelling van de commissie Went is op te merken dat de term t.n.o. (toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek) voor het eerst officieel gebruikt wordt. De term is 'afgeleid' van het technisch-wetenschappelijk werk uit de memorie van De Vooy. Die op zijn beurt de term had uit van Van Nieuwenburg. Het was de KNAW die aanstuurde op een andere term dan technisch-

⁵² Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 10

⁵³ Jaarboek van de Maatschappij der Nederlandse Letterkunde te Leiden, 1953-1955, p. 101-104.

⁵⁴ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, 12.

⁵⁵ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, 12.

⁵⁶ Rapport der Commissie Went, p. 1.

⁵⁷ Ibid., p. 2.

wetenschappelijk werk. Dat was meer dan een redactionele aanpassing. De term toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek veronderstelt namelijk dat er iets is, wat kan worden toegepast. Het rapport van de commissie Went liet er geen twijfel over bestaan dat daar het zuiver-wetenschappelijk onderzoek mee werd bedoeld. Om de ‘volkswelvaart’, de ‘weerbaarheid’ en het ‘algemeen belang’ te bevorderen, diende in de ogen van wetenschappers binnen de KNAW dus zowel het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek als het zuiver-wetenschappelijk onderzoek te worden bevorderd. We zien hier overigens het begin van een andere ontwikkeling. Die van het Bush-paradigma, dat na de Tweede Wereldoorlog verder aan invloed zou winnen.⁵⁸

Uiteindelijk betreft men toch de KNAW er bij, ondanks de vele kritiek. Voorzitter Went is namelijk ook voorzitter van de KNAW afdeling natuurkunde. In februari 1925 wordt er een uitvoerig rapport uitgebracht. Het rapport bevat in principe de blauwdruk voor de organisatie TNO. De inhoud van het rapport zal zich later grotendeels vertalen naar de TNO-wet, die besproken wordt in 2.4. Voordat het rapport van de commissie Went en de wet het t.n.o. besproken gaan worden volgen eerst de denkbeelden van drie wetenschappers. Deze worden hier weergegeven om een idee te geven van rijkheid van de discussie over het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek. De besproken wetenschappers zijn tijdgenoten van elkaar, met ieder expliciete ideeën over hoe wetenschap in dienst van de maatschappij georganiseerd zou moeten worden.

2.3 Het organiseren van toegepaste natuurwetenschap volgens drie wetenschappers

Eerder werden maatschappelijk betrokken wetenschappers genoemd, drie van hen zullen uitgelicht worden in dit hoofdstuk. H.R. Kruyt (1882-1959), hoogleraar fysische chemie te Utrecht, L.S. Ornstein (1880-1941), hoogleraar natuurkunde te Utrecht en tot slot C.J. van Nieuwenburg (1889-1985), hoogleraar analytische scheikunde aan de TH. Allen werden beschouwd als prominente wetenschappers, zij zullen zeker hun invloed gehad hebben op de discussies over wetenschap en maatschappij. De gebruikte biografieën komen uit het tijdschrift GEWINA waar veel op geleund zal worden. Ze schetsen een beeld van enkele verschillende invalshoeken op de discussie over hoe het Nederlandse toegepast natuurwetenschappelijke onderzoek eruit moest gaan zien. Ondanks enkele buitenlandse invloeden heeft, zo zal blijken, de discussie een zeer Nederlands karakter. De begrippen toegepaste wetenschap en zuivere wetenschap hebben hun huidige betekenis dan nog niet gekregen. Dat komt pas later, na het einde van de Tweede Wereldoorlog, als er meer consensus gaat bestaan over de inhoud en karakteristieken van de begrippen.

2.3.1 H.R. Kruyt door Geert Somsen

Hugo Rudolph Kruyt (1882-1959) is secretaris binnen de commissie Went geweest, in die functie speelt hij een vrij directe rol in de oprichting van TNO. In 1946 zal hij zelfs zijn hoogleraarschap opgeven om voorzitter te worden van het dagelijkse TNO bestuur. Kruyt zette zich gedurende zijn hele carrière in voor de verwezenlijking van de maatschappelijke rol van de wetenschap. Hij deed dit onder meer in zijn vele spreekbeurten en publicaties, waarvan zijn brochure *Hooge School en Maatschappij* uit 1931 waarschijnlijk de bekendste is. Waar sommige collega's geïnspireerd werden door hun leermeesters, had Kruyt een zelfontwikkelde continue en algemene belangstelling in politieke en maatschappelijke vraagstukken. Zijn belangstelling daarvoor was ontstaan in het studentenleven van Amsterdam.⁵⁹ Als student was Kruyt zich bewust van een stijging in de algemene welvaart en zag de wetenschap als het grondbeginsel daarvan. Hij achtte het noodzakelijk dat wetenschappers zich van hun maatschappelijke taak bewust waren, en daarom mocht in hun vorming, evenals in die van de andere toekomstige intellectuele leiders, een oriëntatie op ‘sociale aangelegenheden’ niet ontbreken. Zo schreef Kruyt in het universiteitsblad *Propria Cures*:

⁵⁸ J. Schot en A. Rip, *Techniek en de geschiedenis van Nederland in de twintigste eeuw*, in: *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, deel VII, (2003), p. 166.

⁵⁹ Geert Somsen, *Hooge School*, p. 162-176.

“Ge zult toch wel voelen, dat wilt ge goed en sterk in Uw maatschappelijken werkkring komen te staan, ge in die maatschappij ook eenigermate georiënteerd moet zijn; dat ge de sociale beteekenis van uw werkkring zult moeten begrijpen. Gij, aanstaande medicus, dominee, advocaat, leeraar, gij zult in dat maatschappelijk leven Uw plaats moeten innemen, dan zult ge voor de gebreken onzer samenleving komen te staan ... Weet, dat begrip van sociale aangelegenheden, een noodwensig element in uw vorming is, om straks sterk en voor uw plaats berekend uw taak in de maatschappij te aanvaarden.”⁶⁰



Figuur 5: H.R. Kruyt tijdens een college. (bron: Somsen, Gewina (1994))

Kruyt geloofde in de maatschappelijke rol van academisch gevormden, en die van de chemicus kon niet kleiner zijn dan van de medicus, advocaat, dominee of leraar. Alleen liet, in die tijd, de verwezenlijking daarvan nog veel te wensen over.

Al kort na de start van zijn wetenschappelijke loopbaan in Utrecht zou Kruyt werk beginnen te maken van de maatschappelijke positie van de chemische wetenschap. De ‘maatschappelijke werkkring’ van de chemisch onderzoeker betrof in de eerste plaats de industrie. Toen Kruyt in 1918 voorzitter werd van de Nederlandsche Chemische Vereeniging, nam hij dan ook al gauw het initiatief daarin ook de chemische industrie te betrekken.⁶¹ Zo verscheen van 1923-1930 het Chemisch Weekblad met een bijlage ‘chemie en industrie’. Gedeeltelijk lukte het de aandacht van de industrie te krijgen, maar de industrie was niet altijd enthousiast. Traditie en ‘misverstanden’ stonden in de weg:

“[D]at ‘al die geleerdheid’ wat waard zou zijn, dat zoo’n professor die nooit in een fabriek gestaan heeft, den industrieel iets zou kunnen leeren, ‘nee meneer, de *praktijk* doet ‘t ‘em’”⁶²

⁶⁰ H.R. Kruyt, *voor de Jongstudenten*, *Propria Cures* 18, (13 oktober 1906), p. 46-47.

⁶¹ Somsen, *Hooge School*.

⁶² H.R. Kruyt, *Industrie en Wetenschap*, *In en Uitvoer* 1, (25 oktober 1916) 677.

Dit argument had haar houdbaarheid na de Eerste Wereldoorlog verloren, de opkomende buitenlandse concurrentie die diverse bedrijven onderzoekslaboratoria deed oprichten, dwongen de industriëlen tot nauwere samenwerking met de wetenschap. Toch was het Kruyt niet te doen om het (be)dienen van industriële belangen, dat blijkt als hij reageert op de dreigende sluiting van industriële onderzoekslaboratoria tijdens een kortstondige economische crisis in 1923. Het leek hem:

“Dat niet ieder er van overtuigd is, dat het wetenschappelijk onderzoek een zaak van groot algemeen belang geacht moet worden [...] De beteekenis van wetenschappelijk onderzoek ligt namelijk in de eerste plaats in de algemeene verheffing van den geest, die het medebrengt, veel meer nog dan in het rechtstreeksche nut, dat men er van hebben kan [...] De geest van het wetenschappelijk onderzoek is er een van verheffing, de beteekenis voor een natie van het wetenschappelijk niveau, waarop zij staat, is volkomen duidelijk.”⁶³

Behalve dat Kruyt erop hamert dat het wetenschappelijke onderzoek altijd van belang is voor de maatschappij, krijgen we hier ook inzicht over hoe Kruyt denkt over de verhouding van toegepaste en zuivere wetenschap. Het uiteindelijke doel van de wetenschap is de algemene begripsvorming, zuivere wetenschap dus. Hieruit is af te leiden dat hoewel Kruyt zich om de maatschappij bekommerde, de zuivere wetenschap het ultieme doel was. Deze speciale positie is ook te verklaren, hij geloofde dat de welvaartsstijging die hij al observeerde tijdens zijn studententijd op de vooruitgang van de wetenschap gebaseerd was.

Kruyt was ook betrokken bij de inrichting van het universitaire onderwijs, ook daar had hij een heldere mening over. Dankzij, de destijds controversiële brochure, *Hooge School en Maatschappij* (1931)⁶⁴ zijn de ideeën van Kruyt over onderwijs zeer goed bewaard gebleven. De overbevolking van de universiteiten en de conservatieve desinteresse in de samenleving aan de universiteiten waren voor Kruyt geen onoplosbare problemen. Hij had tijdens een verblijf in Amerika gezien hoe het anders kon en was na terugkomst duidelijk onder de indruk van een aantal kenmerken in het Amerikaanse systeem. Kruyt pleitte niet voor een Amerikanisering van het Nederlandse universitaire stelsel, maar in het kader van de maatschappelijke betrokkenheid van intellectuelen, was het naar zijn idee goed, om alumni onder te brengen in het bedrijfsleven voor de toepassing van het algemene begrip van de natuurverschijnselen. Zo was de overbevolking ook geen probleem meer en werd de universiteit verplicht betrokken bij het maatschappelijke leven. Ondanks de crisis van de jaren dertig was een baan bij een bedrijf, dat zich bezig hield met onderzoek & spoorwerk, geen slechte zet. Juist die bedrijven kenden de minste moeilijkheden.

Binding met TNO

Tot zover Kruyt als wetenschapper, wat is de relatie tussen Kruyt, zijn ideeën en TNO? Wat Kruyt wilde bewerkstelligen is duidelijk, een maatschappelijk geëngageerde wetenschap. Bij de industrie ondergebrachte universitair geschoolden waren niet de volledige oplossing, de toepassing van wetenschap vond slechts bij een handje vol Nederlandse bedrijven plaats. Kruyt loog niet in zijn brochure, in Amerika vond hij inspiratie, maar geen kant en klare oplossingen. Hij had echt geen Amerikanisering van de Nederlandse universiteiten voor ogen, maar hij wist ook niet hoe men hier het beste de toegepaste natuurwetenschap in dienst moest stellen van de maatschappij. Kruyt is in dat opzicht meer een theoreticus, dan wat anders. Met het opheffen van de commissie Lorentz in 1919 bleef Kruyt wel overtuigd van de noodzaak, van meer wetenschappelijke inmenging in de maatschappij, maar concreet gezien was er sprake van een impasse.

Volgens Somsen was het de rede van C.J. van Nieuwenburg, een chemisch ingenieur bij de Leerdamse glasfabriek, die de zaak opnieuw aan de orde bracht.⁶⁵ Van Nieuwenburg (die later besproken zal worden) was ook overtuigd van het maatschappelijke belang van de wetenschap, maar had hierover als binnen de industrie werkend ingenieur wel andere ideeën dan Kruyt.⁶⁶ Hij vond dat de industrie zeker behoefte had aan wetenschappelijke ondersteuning, juist in de vorm van keuringen, productcontrole en

⁶³ H.R. Kruyt, *Wetenschappelijk Onderzoek en Algemeen Belang*, Chemisch Weekblad 20 (6 oktober 1923) 541.

⁶⁴ H.R. Kruyt, *School en Maatschappij*, (2^e druk) Amsterdam, 1946.

⁶⁵ Geert Somsen, *Hooge School*, p. 170.

⁶⁶ Verderop in dit hoofdstuk zal C.J. van Nieuwenburg uitgebreid aan de orde gaan komen.

onderzoek naar nieuwe productiemethoden. Een veel tastbaardere en minder theoretische benadering, dan die van Kruyt. Zulk ‘wetenschappelijk-technisch werk’ kon daarom alleen ter hand genomen worden door mensen die met de industriële praktijk en belangen vertrouwd waren. Universitaire wetenschappers en zeker de KNAW⁶⁷ hoorden allerm minst tot die groep, en daarom moest de regering niet hun advies vragen. De reden waarom Van Nieuwenburg hier kort aangehaald wordt is om een tweestrijd tussen ingenieurs en academici te benadrukken. Kruyt, zoals we later zullen zien, was van mening dat de zuivere wetenschap weldegelijk van nut was voor de industrie. Enkel Kruyts ideaal van toepassing van algemene wetenschappelijke kennis was niet voldoende voor een succesvolle organisatie van het toegepast natuurwetenschappelijk werk. Zo had de industrie specifieke wensen waar ook naar geluisterd moest worden. Voor een gedeelte was er al ingegaan op die wensen, zoals de verschillende opgerichte proefstations, keuringsinstellingen en researchlaboratoria, maar het ontbrak daar aan samenhang en samenwerking.

Het proces dat leidt tot de oprichting van TNO gaat niet zonder Kruyts input, zo werd Kruyt ook betrokken in de commissie Went die aan de basis stond van het TNO-wetsvoorstel in 1930. De verwezenlijking van ideaal naar praktijk is vaak een complexere zaak dan men aanvankelijk voorziet, wat ook hier het geval lijkt te zijn. Toch moet er anderzijds ook gezegd worden dat Kruyt zich daardoor niet uit het veld heeft laten slaan, na de aanvaarding van de wet op het TNO bleef hij nauw bij de organisatie betrokken. Hij was er vanaf het begin bestuurslid van de Centrale Organisatie en hij werd voorzitter van twee Bijzondere Organisaties TNO, de voedingsorganisatie TNO en de nijverheidsorganisatie TNO. Tenslotte was Kruyt vanaf 1946 zeven jaar lang voorzitter van de Centrale Organisatie.

Wetenschapsvisie

Kruyt stond in de wetenschappelijke traditie van zijn tijd. Zuivere wetenschap die werd gestuurd door de honger naar kennis. Het dwingen van de wetenschap om naar maatschappelijke problematiek te kijken, hoort daar niet bij. In die zin is het bijzonder te noemen dat Kruyt zich überhaupt interesseerde voor maatschappelijke problematiek. In het artikel ‘Hooge School en Maatschappij; H.R. Kruyt en het ideaal van wetenschap voor de samenleving’⁶⁸ inventariseert Somsen Kruyts ideeën over het bedrijven van wetenschap. Kruyts betogen omvatten niet alleen een aansporing tot het slaan van een brug naar de maatschappij, maar ook een formulering van zijn taakopvatting als universitair onderzoeker. Het is deze taakopvatting die ik in het licht wil stellen van het thema wetenschapsbeleid.⁶⁹ Kruyts ideeën vormen een wetenschapsvisie, een explicitering van Kruyts idealen over het bedrijven van wetenschap zoals hij ze ervaart. Wetenschap kan men onderscheiden in twee categorieën, zuiver en toegepast. Kruyt liet zich duidelijk uit over zijn invulling van deze twee categorieën:

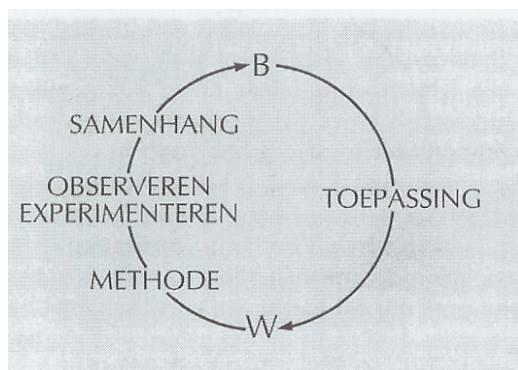
“De werkelijkheid was in de zuivere wetenschap object en het begrijpen doel; in de toegepaste wetenschap is het begrijpen uitgangspunt en het doel is om vanuit dat begrijpen de werkelijkheid te beïnvloeden”⁷⁰

⁶⁷ De commissie Lorentz bestond voornamelijk uit KNAW leden.

⁶⁸ Geert Somsen, *Hooge School*.

⁶⁹ Het thema wetenschapsbeleid zal later in deze scriptie uitgebreid terugkeren waarin de invulling van het begrip nader besproken zal worden.

⁷⁰ H.R. Kruyt, ‘Rede gehouden voor het Provinciaal Utrechts Genootschap van Kunsten en Wetenschappen’ in: Verslag van het verhandelde in de sectievergadering en de algemeene vergadering, gehouden den 30sten Mei en 31sten Mei 1939, p. 11-12.



Figuur 6: Kruid's schema van zuivere wetenschap.⁷¹

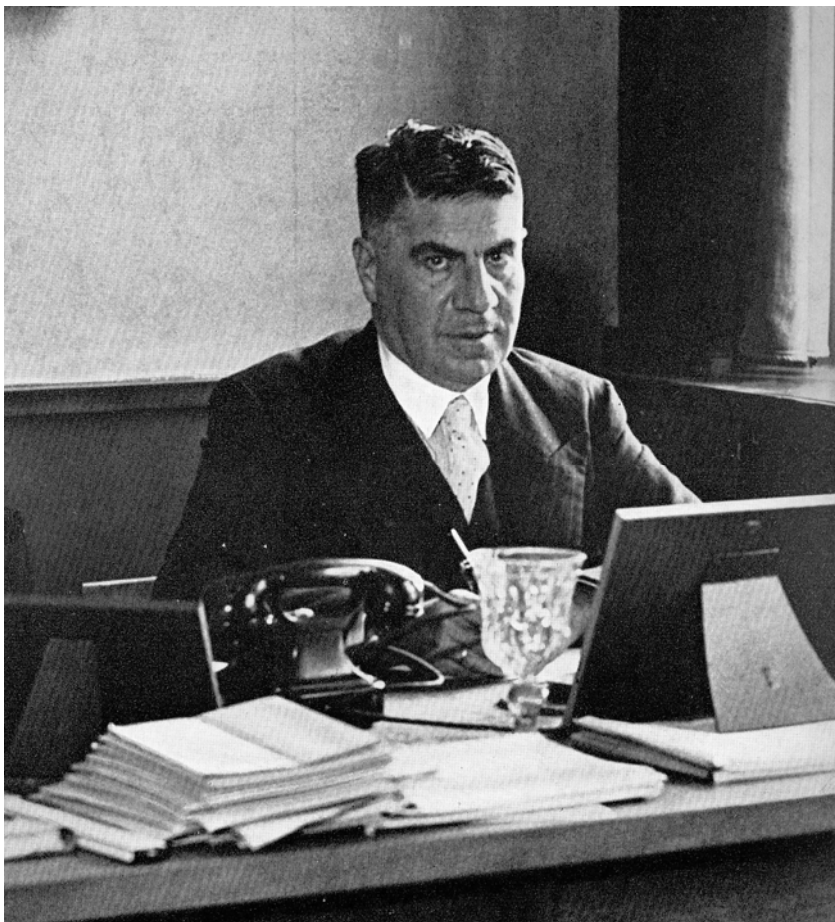
Zuiver wetenschappelijk onderzoek, daar kwam zijn definitie op neer, leidt steeds van de werkelijkheid (W in fig. 6), die uit zeer verscheidene feiten bestaat, tot het 'algemeen begrip' (B in fig. 6). Zulk onderzoek was dus een zaak van unificatie, van het uitstijgen boven het concreet tot een meer omvattende en hogere vorm van kennis. Deze visie stamde al uit zijn begintijd als onderzoeker, en was bijvoorbeeld ook al onderwerp van zijn inaugurele oratie 'Algemeene Theorie en Bijzondere Ervaring (1916)' In het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek werkte men van het algemene begrip vervolgens weer naar de specifieke werkelijkheid, bijvoorbeeld het beperkte gebied van een industrieel proces of een landbouwgewas. Hierin kwam de maatschappelijke betekenis van beide soorten onderzoek tot uitdrukking. De laatste schakel naar de maatschappij was dan nog, zoals gezegd, die der 'wetenschapstoepassing'. Ondanks dat de zuivere wetenschap het hoogste ideaal is, moet alle wetenschap leiden tot maatschappelijke vooruitgang. Dat kan niet zonder de toepassing van die kennis. Kruid is in zijn wetenschapsvisie zeer abstract en weinig concreet. In zijn visie blijven ideeën over structuren of organisatie voorstellen achterwegen.

2.3.2 L.S. Ornstein door Han Heijmans

Ornstein betoogde dat de wetenschap, die om de wetenschap zelve bestudeerd diende te worden, altijd vroeg of laat zijn vruchten voor de maatschappij af zou werpen. Hij droeg hiervoor ook passende voorbeelden bij aan, de ontwikkelingen in de elektrotechniek waren te danken aan het werk van Faraday en Maxwell, de stoommachine en de koeltechniek baseerden zich op de warmteleer van Clausius en Boltzmann, de moderne radiotechniek steunde op het werk van Heinrich Hertz en het onderzoek aan de elektronen-emissie van de Nobelprijswinnaar Richardson, enzovoort.⁷² Het grote profijt dat de maatschappij trok van wetenschap en techniek was daarbij niet in de eerste plaats te danken aan de vernuftige toepassing van wetenschap, maar aan de fundamentele wetten die door de natuurkundigen waren opgesteld in hun pogingen het diepere in de natuur te leren kennen, zonder dat zij daarbij enige toepassing voor ogen hadden. De pure wetenschap had zijn belangrijke plaats in de maatschappij daarom ten volle verdiend. Naast het vergroten van de culturele rijkdom en het praktische profijt dat de maatschappij op den duur van de wetenschap zou trekken, zou de wetenschap ook directer en concreter moeten bijdragen tot de volkswelvaart. Ook Ornstein drong met klem aan op samenwerking tussen universiteit en industrie. Zo onderhield hij contacten met beroepsverenigingen, publiceerde in vakbladen, kranten en economische tijdschriften en was lid van tientallen commissies met een technisch-wetenschappelijke inslag. In eerste instantie zou men kunnen denken dat Ornstein veel weg had van chemisch collega Kruid. Toch zou dit beeld niet kloppen, Ornstein valt juist op doordat hij deed wat geen ander deed. Hij heeft daadwerkelijk op grote schaal maatschappelijk relevant onderzoek in zijn laboratorium laten uitvoeren en heeft op die manier een concrete bijdrage geleverd aan de door velen bepleitte nauwere samenwerking tussen universiteit en industrie. Ornsteins belangstelling voor dit soort onderzoek leidde bovendien tot de instelling van vier bijzondere leerstoelen in Utrecht en tot de introductie van Technische Natuurkunde als officieel bijvak in het academisch curriculum.

⁷¹ Geert Somsen, *Hooge School*, p. 172-173

⁷² Zie bijvoorbeeld: L.S. Ornstein, *De maatschappelijke betekenis van natuurkundig onderzoek*, Utrechtsche Courant 28, 29 en 30 juni 1932, Separaat, p. 4.



Figuur 7: Ornstein in zijn werkkamer. (bron: Nederlandse Natuurkundige vereniging)

Leonard Salomon Ornstein (1880-1941) werd in 1915 benoemd tot hoogleraar in de theoretische natuurkunde. Ondanks zijn sterk wiskundige proefschrift over Gibbs' statische mechanica ontwikkelde hij een fotografische methode om lichtsterktes te bepalen. De brede toepasbaarheid van de fotometrie lijkt de belangrijkste reden voor Ornstein te zijn geweest om zich op de ontwikkeling van deze meettechniek te storten. Vijf jaar na zijn aanstelling volgt hij experimenteel natuurkundige W.H. Julius op als directeur van het laboratorium en na de dood van Julius in 1925 nam hij ook diens leerstoel over. In het begin van de jaren twintig past Ornstein zijn nieuwe meetmethode toe op de bepaling van de relatieve intensiteiten van de lijnen in atomaire en moleculaire emissiespectra. Dit werk heeft een niet onbelangrijke rol gespeeld in de kwantummechanica en Ornstein en zijn laboratorium verwierven hiermee binnen korte tijd een grote internationale naam.⁷³

Toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek.

Ingenieur F.G. Unger nam begin jaren '20 contact op met Ornstein. Unger was in dienst van het Technisch Economisch Genootschap, een stichting die zijn wortels in centrale verwarming- en ventilatie-industrie vind. Hij vroeg Ornstein om wetenschappelijke ondersteuning voor warmtetechnisch onderzoek.⁷⁴ De brandstoftekorten die heersten tijdens de Eerste Wereldoorlog hadden een grondige herziening van het gebruik van brandstof nodig gemaakt. De warmtetechnische bedrijven hadden de handen ineengeslagen om samen de problemen het hoofd te bieden. Een deel van die problemen leek niet te kunnen worden opgelost zonder een degelijke wetenschappelijke ondersteuning, dit leidde tot Ungers verzoek. Ornstein ging in op het verzoek, stelde ruimte, hulpmiddelen en personeel ter beschikking. Hij nam ook deel aan de verdere besluitvorming van het warmte-onderzoek. In 1925 werd Ornstein benoemd

⁷³ H.G. Heijmans, *de ontwikkeling van het Utrechts natuurkundig laboratorium tot fotometrisch instituut*, Gewina 15 (1992), p. 85-96.

⁷⁴ H.J. Heijmans, *Wetenschap en Industrie*, p. 177-190.

tot voorzitter, van de in dat jaar ingestelde Commissie tot onderzoek der Warmte-isolatie, die twee jaar later werd omgedoopt tot Warmtestichting. Ornstein zou voor die stichting het wetenschappelijke onderzoek van de thermo-technische dienst gaan uitvoeren en de werkplaats van de dienst werd ondergebracht in zijn laboratorium.⁷⁵

De, in 1925 opgerichte, N.V. Keuringsdienst voor Elektrotechnische Materialen in Arnhem, een initiatief van de Vereniging van Directeuren van Elektriciteitsbedrijven in Nederland, zocht ook naar een eigen laboratorium. In eerste instantie werd Delft als locatie gekozen en de financiering zou voor rekening van de VDEN komen. De hogeschool had bezwaren en de VDEN beseftte dat wetenschappelijke bestudering van problemen wellicht noodzakelijk zou zijn. Om die redenen werd er contact gezocht met Ornstein die wederom zijn laboratorium ter beschikking stelde. Er werd voornamelijk onderzoek gedaan naar transformatorolie, waarbij de isolerende werking, de verouderingsverschijnselen en de diëlektrische verliezen werden bestudeerd. Hierbij werd nauw samengewerkt met de Bataafsche Petroleum Maatschappij. Voor dit onderzoek werd een speciale stichting in het leven geroepen, het Fonds der Elektrotechnische Industrie ter Bevordering van Natuurwetenschappelijk Onderzoek. Ander werk werd verricht voor de verlichtingsindustrie via de Stichting voor Verlichtingskunde. Verder had de Stichting voor Photographie en Cinematographie er onderdak, ook de overheid deed regelmatig een beroep op Ornsteins laboratorium. Zo kwamen de NS, het ministerie van Oorlog en het ministerie van Binnenlandse Zaken langs voor onderzoek.⁷⁶

Naast het principe van kruisbestuiving waren er ook andere voordelen aan het opdrachtonderzoek. Ornstein kreeg betaald voor de onderzoeken die hij uitvoerde. Voor het onderzoek naar transformatorolie in 1930 een bedrag van f3500, terwijl het jaarlijkse materieel krediet rond die tijd voor Utrecht f20.000 bedroeg. Het besteedbare budget werd dus alleen al door het Fonds der Elektrotechnische Industrie met bijna 18% verhoogd. De overige onderzoeken kwamen daar nog bovenop.⁷⁷

Wetenschapsvisie

Na al enkele jaren met de warmtetechnische industrie gewerkt te hebben trad Ornstein met zijn standpunten over universitair onderzoek naar buiten. Zijn focus ligt op het duo wetenschap en techniek. Voor Ornstein was het de techniek die het moderne leven met zijn hoge stand van welvaart mogelijk had gemaakt, een niet ongebruikelijke opvatting. Die nieuwe techniek was op haar beurt weer gebaseerd op de wetten die natuurkundigen in hun wetenschappelijke laboratoria of studeerkamers hadden ontdekt. Omgekeerd had de techniek ook een stimulerende invloed op de ontwikkelingen binnen de fysica. De problemen uit de praktijk konden de natuurkundigen voor vraagstukken stellen, waarvan de oplossingen tot nieuwe natuurkundige inzichten zouden kunnen leiden. Hierbij trok hij een parallel met de relatie tussen de wiskunde en de natuurkunde. De natuurkundige hielp slechts zelden de wiskunde direct vooruit, maar de vraagstukken uit de natuurkunde konden hele nieuwe gebieden uit de wiskunde blootleggen. En zoals de wiskunde en de natuurkunde aan de universiteiten verenigd waren, zo moesten ook de natuurkunde en de techniek onder een dak worden samengebracht. Slechts op die manier kon de wetenschap voldoen aan haar ideaal: 'de vertegenwoordigster van het geheel der menselijke gedachte te zijn'.⁷⁸ Ornsteins concept van kruisbestuiving beschrijft wat we nu de co-evolutie van wetenschap en techniek noemen.

De kruisbestuiving is ook op een andere manier vruchtbaar te noemen. Dit had te maken met het verschil tussen de 'technische' en de 'wetenschappelijke' manier van werken. De wetenschappelijke atmosfeer in het laboratorium zorgde ervoor dat een praktisch probleem op verantwoorde wijze werd geanalyseerd, waarbij de onafhankelijke werkwijze, de onderzoeksmethode en ook het bedachtzamere werktempo het wetenschappelijke karakter van de oplossing van het probleem garandeerde. Omgekeerd zorgde een technische sfeer voor meer aandacht voor de efficiëntie van het werk en voor zaken als investeringen in tijd en geld.

⁷⁵ Ibid., p. 179

⁷⁶ Ibid.

⁷⁷ Ibid.

⁷⁸ L.S. Ornstein, *Techniek en Wetenschap, hun samenwerking aan de Universiteit*, *Electrotechniek* 4 (1926), p. 51-52, 51.

“De sfeer van zuiver onderzoek zal niet nalaten in te werken op het technisch denken, terwijl voor ons de aanraking met de problemen der techniek, met de grootere verhoudingen, waarin zij werkt, opvoedend moet zijn.”⁷⁹

Zowel de techniek als de wetenschap hadden dus in zijn ogen baat bij een nauwe samenwerking tussen universiteit en industrie. De techniek is hier als het ware een intermediair tussen wetenschap en samenleving. De samenleving was gebaat bij techniek en een verbeterde manier om techniek te maken was een stevig pact met de wetenschap. Hoe dan ook, de wetenschapper mocht geen geïsoleerde positie in de maatschappij innemen, de wetenschapper was een onderdeel van de maatschappij en Ornstein was daar een levend bewijs van.

Het, door Ornstein in praktijk gebrachte, toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek wekt wellicht de indruk dat zijn waardering van zuivere wetenschap anders was dan die van zijn collega's. Dit klopt niet helemaal. Ornsteins vorming was sterk theoretisch geweest en ondanks het feit dat hij zijn laboratorium openstelde wilde hij voorkomen dat zijn instituut een keuringsdienst werd. Na het herbergen van de Warmtestichting maakte hij zijn wens duidelijk dat de stichting zo spoedig mogelijk een eigen onderdak zou krijgen buiten het Utrechtse laboratorium.⁸⁰ Zijn laboratorium was in de eerste plaats een centrum voor wetenschappelijk onderzoek en onderwijs en moest dat bepaald ook blijven. Techniek en toegepaste natuurwetenschap hadden naast de zuivere wetenschap een plaats in een universitair natuurkundig laboratorium. Zij moesten de zuivere wetenschap niet vervangen. De technisch-fysische problemen die in het Utrechtse laboratorium werden bestudeerd hadden vaak een pure wetenschappelijke kant, zodat verschillende studenten die zich met dit technische werk bezighielden bij Ornstein op hun onderzoek konden promoveren. Zijn studenten moesten dus geen technici worden, maar mensen van de wetenschap die de pure wetenschappelijke methoden leerden toepassen op praktische problemen. Het wetenschappelijke karakter van het onderzoek werd dan ook volgens Ornstein niet zozeer bepaald door het onderwerp, als wel door de onderzoeksmethode, waarvan zelfstandige werkzaamheid, scherpe analyse en de mogelijkheid een beroep te doen op een hoger abstractieniveau, de belangrijkste kenmerken waren. Dat niet iedereen dit idee deelde blijkt bijvoorbeeld uit een brief van Delfts hoogleraar aëro- en hydrodynamica J.M. Burgers.

“Het experimenteren in de technische laboratoria [...] komt zeer weinig tot zijn recht; de geest van het onderwijs, dat in hoofdzaak op het ontwerpen van volledige machines, e.d. is gericht, geeft weinig aanknopingspunten voor een gedetailleerd onderzoek van een onderdeel. In het bijzonder leidt het bijna nooit tot het abstraheren van een voor onderzoek vatbaar fysisch vraagstuk uit een technisch probleem.”⁸¹

Zijn studenten moesten weliswaar mensen van de wetenschap blijven, maar zij moesten ook belangstelling hebben voor praktische problemen en gewend raken aan een meer technische manier van denken. Dat was de voornaamste reden voor Ornstein om een technische sfeer in zijn laboratorium te creëren. Doordat Ornstein van verschillende kanten was benaderd met verzoeken voor technisch wetenschappelijk onderzoek beseftte hij dat er een behoefte was aan technisch onderlegde natuurkundigen. Dit uitte zich in een voorstel van Ornstein in 1928 om de ‘Technische Physica’ in te voeren als officieel bijvak.⁸²

De opvattingen van Ornstein over het toepassen van wetenschap centreren zich rondom het concept van kruisbestuiving met de techniek als middelpunt, die de voordelen belichamen voor zowel de wetenschap als de samenleving. Dit is te zien als een breuk met een lange humanistische traditie, waarin de breed opgeleide intellectueel die fijnzinnige inzichten van natuurlijke processen koppelde aan eruditie, waarvoor meer pragmatische opvattingen in de plaats komen.⁸³ Dankzij de techniek kan de wetenschap een pragmatischer karakter krijgen, Ornstein maakt dat tastbaar in een driefasig onderscheid; het wetenschappelijk onderzoek, de toepassing van de resultaten van zulk onderzoek en de productie. Hierbij

⁷⁹ Ibid., 52.

⁸⁰ L.S. Ornstein, *Doel en Betekenis van de Warmtestichting*, Bouwbedrijf 5 (1928), p. 2-3, 3.

⁸¹ J.M. Burgers, Brief aan L.S. Ornstein d.d. 30 maart 1925.

⁸² L.S. Ornstein, *Technische Physica aan onze Universiteit*, Electrotechniek 6 (1928) p. 195.

⁸³ P. Baggen, *Vorming*, hoofdstuk 2, p. 21-64.

spelen respectievelijk de wetenschapper, de technicus en de fabrikant de hoofdrol. Ornstein verschilt hierin van Kruyt, die een veel abstractere visie op wetenschap en het toepassen daarvan. Ornstein zien we opzoek gaan naar wegen die vanuit zijn eigen wetenschappelijk laboratorium direct naar de samenleving leiden. In deze zin is Ornsteins toegepaste natuurwetenschap zelf als een experiment zien.

2.3.3 C.J. van Nieuwenburg door Jasper Faber



Figuur 8: C.J. van Nieuwenburg (bron: Faber, 1998)

Dr. Ir. Cornelis Johan van Nieuwenburg (1889-1985), hoogleraar aan de Technische Hogeschool te Delft, is eerder naar voren gekomen als de man die de overheid op het belang van toegepaste natuurwetenschap wees. Waarschijnlijk is onbedoeld zijn rede beroemd geworden in de oprichtingsgeschiedenis van TNO. Een onderzoek naar de geschiedenis van TNO kan niet om C.J. van Nieuwenburgs ideeën heen. Hij behaalde in 1911 het diploma scheikundig ingenieur aan de Technische Hogeschool Delft. Tijdens een assistentschap in de organische en fysische chemie aan de TH (1911-1915) promoveerde hij in 1914 bij W. Rijnders. Vervolgens trad hij in 1915 als scheikundig ingenieur in dienst van de Leerdamse Glasfabriek, waar hij vijf jaar werkte, tot zijn benoeming als hoogleraar analytische scheikunde aan de TH. Ten tijde van het uitspreken van zijn rede in 1919 was hij nog werkzaam bij de glasfabriek.

Van Nieuwenburg hield zijn rede over de nationale organisatie van wetenschappelijk-technisch werk voor het Delftsch Natuurwetenschappelijk Gezelschap.⁸⁴ Over het Gezelschap en haar leden is weinig bekend.⁸⁵ De publicatie van de rede in het Chemisch Weekblad hielp het stuk een breder publiek te bereiken. De lezers van het Chemisch Weekblad waren bijna uitsluitend chemici, wetenschappers, ingenieurs, leraren en apothekers. Van Nieuwenburg publiceerde wel vaker in het Chemisch Weekblad, tussen 1912 en 1930 verschenen in het totaal 30 artikelen van zijn hand. Bijna allemaal wetenschappelijk van aard. Naast wetenschappelijke artikelen bevatte het Chemisch Weekblad mededelingen van de Nederlandsche Chemische Vereeniging en opiniërende artikelen, die relevant waren voor chemici, zoals Van Nieuwenburgs rede. Naar aanleiding van die publicatie ontstond in het Chemisch Weekblad een

⁸⁴ C.J. van Nieuwenburg, *De nationale organisatie*, p. 70.

⁸⁵ Jasper Faber, *C.J. van Nieuwenburg over de organisatie van wetenschappelijk technisch werk*, Gewina, 21, 15-29 (1998), p. 18.

discussie over de organisatie van technisch wetenschappelijk werk en zo bleef het onderwerp in de belangstelling.⁸⁶ De zaak van Van Nieuwenburg en zijn medestanders kwam onder de aandacht van de minister. De minister van O,K&W had ook de adviezen van de commissie Lorentz in het achterhoofd en gezien de actualiteit van het onderwerp waren er ongetwijfeld meer adviezen. Zoals al eerder gezegd is, de diversiteit aan suggesties deed de minister besluiten om advies te vragen aan De Voofs.

Wetenschappelijk-technisch werk

We gaan over tot het inhoudelijk behandelen van Van Nieuwenburgs rede.⁸⁷ De rede geeft een mooi beeld van hoe Van Nieuwenburg over het wetenschappelijk-technisch werk dacht. Zo is er een invulling te geven aan, hoe zijn gedachten waren over de het toepassen van wetenschap. Van Nieuwenburg begon zijn betoog met het noemen van twee redenen waarom het juist op dat moment van belang was om over een nationale organisatie van wetenschappelijk-technisch werk na te denken. Ten eerste wilde de regering ‘haar eenig algemeen wetenschappelijk-technisch college van advies’ reorganiseren, doelend op de commissie Lorentz. Ten tweede was volgens hem de industrie in de oorlog het nut van wetenschap gaan inzien. Bovendien had de industrie aanzienlijke oorlogswinsten kunnen incasseren, waardoor investeringen in onderzoek mogelijk waren.⁸⁸ Van Nieuwenburg maakt een onderscheid tussen wetenschappelijk-technisch werk en zuivere wetenschap op twee punten:

“Wij zouden een definieerend onderscheid tusschen technisch-wetenschappelijk en zuiver-wetenschappelijk werk gaarne willen leggen in het aanwezig zijn bij het eerste van het essentieel technische element: het doelbewuste streven naar geldelijk voordeel.”⁸⁹

En het tweede verschil tussen zuiver- en technisch-wetenschappelijk werk:

“(het zuiver-wetenschappelijk werk) streeft naar de grootst mogelijke algemeenheid, is divergent in wezen; (het technisch-wetenschappelijk werk) wordt gekenmerkt door haar wel-overwogen beperkingen, zij convergeert naar een meestal vooraf gekozen punt.”⁹⁰

Anders gesteld, het technisch-wetenschappelijk werk is gericht op concrete doelen, bijvoorbeeld op nieuwe producten of productiemethoden die de winst van een bedrijf zouden doen toenemen. Daarom vergde dit werk een andere mentaliteit dan het zuiver-wetenschappelijk onderzoek. Een technisch-wetenschappelijke onderzoeker had naast technische aanleg ook kennis van ‘de commercieele zijde van het bedrijf in kwestie’ nodig. ‘Geleerden-pur-sang’ waren hier niet op hun plaats. Naar mening van Van Nieuwenburg zou alleen technische wetenschap vruchtbaar kunnen zijn voor de industrie. Zuivere wetenschap kon dienen als bron van kennis en een geleerde als adviseur, maar een positieve bijdrage aan de winst van een bedrijf zouden ze nooit leveren. Dit is ook de reden waarom volgens Van Nieuwenburg de geleerden van de commissie Lorentz niet tot goede resultaten kon komen, bovendien konden ze nooit het vertrouwen van de industrie winnen. Tot zover de problemen aan de academische zijde. Er was ook een hoop dat aan zich te wensen overliet in de Nederlandse industrie wat het technisch-wetenschappelijk werk betreft. Hij was er niet erg over te spreken. Routinematige controles en analyses werden weliswaar op grote schaal toegepast, maar ‘het werkelijk wetenschappelijk-technisch werk, baanbrekende onderzoekingen in verband met nieuwe produkten en fabricagemethoden’ was niet van hoog niveau. Hij weet dit overigens aan de kleinschaligheid van de fabriekslaboratoria waar onderzoekers vaak alleen werkten en het stimulerende contact met collega’s ontbeerden. Als onderzoek van verschillende bedrijven in een groot laboratorium samengebracht zou worden, zouden de omstandigheden voor research gunstiger zijn.

⁸⁶ Ibid., p. 22.

⁸⁷ C.J. van Nieuwenburg, *De nationale organisatie*, p. 70-75.

⁸⁸ Ibid., p. 70.

⁸⁹ Ibid., p. 70.

⁹⁰ Ibid.

Vervolgens besprak Van Nieuwenburg de situatie in Duitse, Engelse en Amerikaanse organisaties. Over het Duitse systeem zei hij: 'Het [...] is eigenlijk helemaal geen systeem'.⁹¹ Het kwam er op neer dat kleine bedrijven advies konden vragen aan hogescholen en universiteiten, een manier waarin hij alleen nadelen zag en niet voor Nederland aanraadde. Voor de onderwijsinstellingen was het technisch-wetenschappelijk werk te specialistisch en zonder didactische waarde. Bedrijven hadden er ook geen baat bij. Zij konden namelijk geen goed advies krijgen bij docenten die aangesteld waren voor pedagogische en zuiver-wetenschappelijke bekwaamheden. Als de TH advies aan bedrijven zou moeten geven, zou dat 'leiden tot verlaging van het thans terecht geroemde hoge peil van het Technisch Hooger Onderwijs en tot schade aan de degelijkheid van den Hollandschen Ingenieur'.

Er was meer waardering voor het Engelse systeem waar de regering de oprichting van 'Research Associations' bevorderde. Deze werden opgericht door de industrie met een gedeeltelijke subsidie van de overheid en deden onderzoek voor een bepaalde bedrijfstak. Volgens Van Nieuwenburg was het systeem een succes, niet in de laatste plaats omdat de Associations geleid werden door technici. Engeland was ook in het bezit van een goed staatslaboratorium, het 'national physics laboratory', opgericht door de *Royal society*, maar later ondergebracht bij het 'Department for Industrial Research' onder leiding van een 'onverdacht technische' directeur.⁹² Ondanks de gekoesterde waardering was er ook plaats voor een kritische blik. Het Engelse systeem zou in Nederland minder toepasbaar zijn, omdat het voor 'een kleine eenheid als ons land [...] verbazend kostbaar' zou zijn.⁹³ Ook werd het contact tussen verschillende industrieën niet bevorderd door de bedrijfstakgerichte associations.

De beste oplossing voor Nederland was het Amerikaanse systeem. Dat bestond uit drie elementen: samenwerking tussen bedrijven op wetenschappelijk gebied, een centraal onderzoekslaboratorium voor de industrie en voortreffelijke staatslaboratoria buiten de universiteiten. Het eerste onderdeel was volgens Van Nieuwenburg minder relevant, omdat er in Nederland te weinig bedrijven met grote onderzoekslaboratoria waren. Hij stelde voor, om naar voorbeeld van het 'Mellon Institute', in Nederland een instelling op te richten die goed uitgerust zou zijn voor technisch-wetenschappelijk onderzoek.⁹⁴ Het 'Mellon Institute of Industrial Research and School of Specific Industries' was een onderzoeksinstituut in Pittsburg. Opgericht in 1913 door de gebroeders Mellon. Twee Pittsburgse industriëlen die zich lieten inspireren door de ideeën van Robbert Kennedy Duncan.⁹⁵ Die hoogleraar chemie was aan de Universiteit van Kansas en later directeur van het Mellon Institute. Duncan had in zijn boek 'The Chemistry of Commerce' een nauwere samenwerking tussen wetenschap en industrie bepleit. In het bijzonder propageerde hij dat onderzoek op de universiteiten gericht zou moeten zijn op het oplossen van technische problemen, wat voordelen zou opleveren voor zowel de wetenschap als de industrie. Duncan bracht de voorgestelde samenwerking in praktijk door 'industrial fellows' in zijn laboratorium aan te stellen, die voor een bepaald bedrijf onderzoek verrichtten. De fellow werd betaald door de industrie, evenals het gebruik van de faciliteiten. De universiteit stelde dan laboratorium en andere faciliteiten ter beschikking voor een onderzoek van bepaalde duur. Aan het einde van de fellowship rapporteerde de fellow aan het bedrijf. De universiteit beloofde de resultaten daarna nog drie jaar geheim te houden. Het verschil tussen Duncans laboratorium en het Mellon Institute is de laatste onafhankelijk is van een universiteit. Daar kon men zich volledig richten op het onderzoek. Van Nieuwenburg zag als voordelen van een Mellon Institute de grotere omvang met de mogelijkheid van het creëren van een wetenschappelijke sfeer, de stimulans van de omgang met gelijkgezinden voor het werk van de onderzoeker, de lagere kosten door gemeenschappelijk gebruik van bibliotheek en instrumenten en de toegankelijkheid voor bedrijven zonder eigen laboratorium. De oprichting zou gefinancierd moeten worden door de 'particuliere nijverheid'. Alleen indien de bedrijven niet voldoende geld zouden kunnen opbrengen, zou de overheid moeten bijspringen.

Voor de staat zag Van Nieuwenburg een andere rol weggelegd. De staat moest een staatslaboratorium oprichten. Hier gaf hij twee redenen voor. De eerste was er een categorie van onderzoekingen,

⁹¹ Ibid., p. 71.

⁹² C.J. van Nieuwenburg, *De nationale organisatie*, p. 72.

⁹³ Ibid., p. 73.

⁹⁴ Ibid.,

⁹⁵ Jasper Faber, *C.J. van Nieuwenburg over de organisatie van wetenschappelijk technisch werk*, p. 20-21.

“van zeer algemeenen aard, waarvan het entameren voor particulieren praktisch uitgesloten is, aangezien de eventueel gunstige resultaten van [...] algemeen belang zouden zijn.”⁹⁶

Dit soort ideëel onderzoek zou nooit winstgevend kunnen zijn voor particulieren. Ten tweede moest de overheid voorlichting geven aan ‘technisch noodlijdende industrie’. Zij had dit in het verleden al gedaan, door bijvoorbeeld de oprichting van de Rijksvoorlichtingsdienst voor de rubberhandel en de rubbernijverheid. Als nu andere industrieën daar zouden aankloppen, kon zij hen uit billijkheid geen steun weigeren. Door dit onder te brengen bij het staatslaboratorium had met profijt van grootte voordelen die losse instituten niet konden bieden. Naast goedkoper onderzoek zou het onderlinge contact tussen collega’s, de kwaliteit van het onderzoek, ten goede komen.

“Wordt [het staatslaboratorium] in opzet voldoende groot gekozen, dan zouden daarin alle nieuwe Rijks technische diensten op goedkope wijze verenigd kunnen worden, in het bijzonder ook die van meer fysische aard, als het langgevraagde Rijks-Prüfungsamt, [...] en wellicht zelfs een instituut voor bouwmaterialen.”⁹⁷

De meest voor de hand liggende vestigingsplaats van de beide instellingen zou Delft zijn. Daar zou de omgang van de onderzoekers met ‘gelijk-gezinden’ in de Hogeschool bevruchtend werken op het onderzoek. Bovendien zou ‘de nabijheid van onverdacht technisch werk op het technisch onderwijs een gunstigen invloed uitoefenen’.

Het systeem dat Van Nieuwenburg voorstelde zou afgemaakt worden door een ‘centrale commissie van advies in wetenschappelijk-technische zin’.⁹⁸ De commissie zou de regering adviseren, het staatslaboratorium beheren, en het curatorium zijn van het ‘Mellon Instituut’. De commissie zou de Koninklijke Akademie van Ingenieurswetenschappen moeten gaan heten. Waarmee Van Nieuwenburg aangaf dat de commissie een gelijke status zou moeten hebben aan die van de KNAW.

Op een vrij fundamenteel niveau expliciteert CJ van Nieuwenburg zijn visie op het toepassen van wetenschap. Hij ziet de toegepaste natuurwetenschap als een op zichzelf staande discipline die doelgericht onderzoek doet in het belang van de industrie. Het grootste probleem van de toegepaste natuurwetenschap is volgens Van Nieuwenburg de spreiding en de kleine schaal. Hij concludeert dat de oplossing daarvoor opschaling en centralisatie is. Bovendien is er voor zuivere wetenschap geen plek binnen de industrie. Hiermee verwoordt Van Nieuwenburg een praktisch ingenieursstandpunt. Dat veel verschilt van de abstracter denkende academici, zoals Kruyt en Ornstein die wel geloofden in het nut van zuivere wetenschap voor de industrie.

2.3.4 Enkele conclusies over de discussie over toegepaste natuurwetenschap

Wat uit de drie biografieën te halen is, is dat er veel ideeën waren over hoe de wetenschap optimaal een bijdrage kon leveren aan de maatschappij. Dat de wetenschap een positieve invloed op de samenleving had was stond buiten kijf, maar over de structuur waarin dit vorm moest gaan krijgen was veel onenigheid. De overheid wist zich hier geen raad mee en uiteindelijk zijn het de wetenschappers die het initiatief nemen. Zij zijn degenen die de discussie over de organisatie van de toegepaste natuurwetenschap voeren. Het tijdsbestek die de discussie beslaat wordt afgekaderd door de opheffing van de commissie Lorentz in 1919 en de oprichting van TNO in 1932. Het is niet verwonderlijk dat de stukken waar aan gerefereerd wordt in de biografieën allemaal uitgebracht zijn in deze periode.

In sommige werken die de oprichtingsgeschiedenis van TNO beschrijven wordt het belang van de rede van Van Nieuwenburg benadrukt.⁹⁹ Zijn ideeën vormen misschien een theoretische basis voor TNO,

⁹⁶ C.J. van Nieuwenburg, *De nationale organisatie*, p. 74.

⁹⁷ C.J. van Nieuwenburg, *De nationale organisatie*, p. 74.

⁹⁸ Ibid., p. 75.

⁹⁹ Jan Al, *Research als overheidstaak*, Proefschrift TH Delft, (1952) p. 26; Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 10; Geert Somsen, *Hooge School*, p. 170.

maar hij kan eigenlijk niet als een initiator van de discussie over het onderwerp gezien worden. Eerder werd namelijk al duidelijk dat de minister van O,K&W niet kon kiezen uit de vele denkbeelden die waren geopperd. Bovendien waren er verschillende onverenigbare kampen ontstaan en de minister van O,K&W was ook daarvan op de hoogte. Hij koos niet voor niets De Vooy om hem te laten adviseren over wat Nederland nodig had op dit gebied. Twee van die kampen komen naar voren uit de hierboven behandelde biografieën. Zo was Kruyt, mede vertolker van KNAW-standpunten waar hij lid van was, een voorstander van door de zuivere wetenschap aangedreven toegepaste wetenschap. Een ander kamp is dat van Van Nieuwenburg, die als ingenieur en industrieel zo zijn eigen achterban had. Zij waren niet overtuigd van het nut van de zuivere wetenschap voor het bedrijf en wilden een autonome toegepaste natuurwetenschap. Die van een zelfde status was als de zuivere wetenschap. De Vooy combineerde de tegenstellingen in de denkbeelden van bepaalde industriële wetenschappers en de ideeën van bepaalde academici. De Vooy nam enkele ideeën over van Van Nieuwenburg, maar maakt ook duidelijk 'dat het niet gewenst is nieuwe instituten en commissies in het leven te roepen, doch wel het bestaande logisch en rationeel samen te voegen'.¹⁰⁰ Zo kwam men tot een compromis.

Als we de hierboven besproken visies koppelen aan het theoretische kader van deze scriptie ontstaat nog een interessant beeld. De visie van Kruyt is zeer theoretisch en abstract. De kern van Kruyt is dat het ultieme doel van de wetenschap algemene begripsvorming is. Hoewel Kruyt zich om de maatschappij bekommerde, lag voor hem de prioriteit bij de bevordering van de wetenschap. Hij geloofde dat de welvaartsstijging, die hij al observeerde tijdens zijn studententijd, op de vooruitgang van de wetenschap gebaseerd was. Het werken aan toepassingen is van een lager belang, omdat bevordering van de wetenschap, toepassingen als bijproduct heeft. Vertalen we deze visie naar het kwadrantenmodel van Stokes, dan zouden we Kruyt moeten plaatsen in Bohrs kwadrant. Voor Ornstein geldt iets anders. Hij bracht zijn studenten bewust in contact met de praktijk. Inspiratie halen uit praktische problemen helpt de vorming van de student. Ook uit de initiatieven van Ornstein komt een helder beeld naar voren. Wetenschappelijk onderzoek kan best een praktisch probleem als basis hebben. Dat doet niets af aan het wetenschappelijke karakter van het onderzoek. Ornstein, vertaald naar het kwadranten schema, zou daarom in het Pasteurs kwadrant vallen. Dan is er tot slot nog Van Nieuwenburg die een sterk industrieel standpunt had. In zijn visie zou het onderzoek juist de problemen van de industrie op moeten lossen. Het doel van dat soort wetenschappelijk onderzoek is dus niet de kennisverwerving, maar het verbeteren van technologie. Praktisch gezien zou in een onderzoek snelle toepassing boven een dieper begrip van principes gekozen worden. Daarom kan Van Nieuwenburgs visie vertaald worden naar het Edisons kwadrant. Wat is nu het doel van deze vertalingen? Ondanks dat alle drie sterke argumenten hebben voor bepaalde configuraties, zijn er twee die met elkaar conflicteren. Dat zijn de visies van Kruyt en die van Van Nieuwenburg. De meeste vrijheid kent de visie van Ornstein, omdat daar het idee van kruisbestuiving centraal staat. Die vrijheid is het hele idee achter Stokes' kwadranten model. Het model stelt juist dat wetenschap en praktijk geen tegenstrijdige doelen zijn. Daarnaast heeft het een waardering voor de persoonlijke achtergronden, overtuigingen en belangen, die tot een specifieke invulling van t.n.o. leiden.

2.4 De TNO-wet

De directe aanleiding voor de TNO-wet was, zoals eerder gezegd, het rapport van de commissie Went. Dit onderzoek kan er niet omheen, dus zal het rapport nader bekeken worden.

Rapport commissie Went

Jan Al, die in zijn proefschrift het rapport van de commissie Went heeft geanalyseerd, bespreekt de 12 adviezen van de commissie Went aan de regering, in zijn proefschrift.¹⁰¹ Zijn analyse laat de vele facetten zien waar de commissie Went rekening mee heeft gehouden en daarmee komt de grondige werkwijze van de commissie duidelijk naar voren. In de adviezen komen de volgende onderwerpen aan de orde: Wat er onder toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek verstaan wordt en hoe het zich positioneert in de wetenschap. De huidige en de gewenste rol in het toegepaste natuurwetenschappelijk

¹⁰⁰ Jan Al, *Research*, p. 28-29.

¹⁰¹ Ibid., p. 33-46.

onderzoek van de overheid. De rol van het bedrijfsleven daarin. De problemen die de slechte organisatie in de huidige situatie met zich meebrengen. Hoe de oplossing, de organisatie TNO, eruit zou moeten zien. Tot slot worden de verwachte voordelen gesommeerd van de voorgestelde organisatie. Zowel het rapport van de commissie, als de analyse van Al zijn erg uitgebreid. Ik wil me beperken tot die zaken die de regeling van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland beogen.

Een aantal adviezen uit het ‘Rapport der Commissie Went’ zullen hier besproken worden. Ze vormen de grondbeginselen van de organisatie TNO en laten zien waarom TNO nodig is. De oude situatie is er een van gebrek aan (toegepaste) kennis en coördinatie. In haar rapport wil de commissie een basis leggen voor een werkbare oplossing. Te beginnen met advies 2, dat een definitie omvat van de noemer toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek. Die definitie is interessant, omdat dit te zien is als een eerste consensus over de discussie van het toegepast natuurwetenschappelijk werk sinds 1917. Het resultaat, de definitie van toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek, is vrij onorthodox als we terugkijken naar de denkbeelden uit deel 2.3.4 van dit hoofdstuk. ‘Eene definitie van wat onder toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek moet worden verstaan kan, zonder de grenzen of te eng of te ruim te stellen, bezwaarlijk gegeven worden. Het kan in het algemeen geacht worden te omvatten: (1). Het vaststellen en ten nutte maken van volledig uitgewerkte ijkings-, keurings- en onderzoekingsmethoden (keuringswerk). (2). Het onderzoek, waarbij doelbewust getracht wordt door het toepassen van reeds bekende, door de beoefenaren der zuivere of vrije wetenschap verkregen resultaten, dat bekende dienstbaar te maken aan het algemeen belang (advieswerk). (3). Het in studie nemen van problemen, die de praktijk stelt, geheel of ten deele van de grondslagen af, al naar gelang voor de oplossing daarvan geene of onvoldoende resultaten als onder 2 bedoeld ten dienste staan (researchwork).’¹⁰² De taak van TNO is hiermee zo gedefinieerd, dat het veel van de eerder besproken opvattingen over de toegepaste natuurwetenschap combineert. Dit koppelt terug aan het idee van De Vooy die voorstelde om niet een nieuw instituut in het leven te roepen, maar het reeds bestaande onder te brengen bij een organisatie. In deze zin is TNO eigenlijk geen nieuwe organisatie, maar de oplossing voor het coördinatie probleem.

Advies 3 breidt advies 2 uit door in te gaan op de aard van de toegepaste natuurwetenschap en laat zien hoe de commissie haar gepositioneerd ziet. ‘Naast de vaststelling, dat de researchwerker sterk aan een doelstelling gebonden is, wordt terecht het standpunt verdedigd hem zo min mogelijk met voorschriften lastig te vallen.’ Men stelt dat de samenwerking tussen research en zuivere wetenschap een dringende eis is. Ook hier wordt een visie op toegepaste natuurwetenschap ingebouwd in de opzet van de nog op te richten organisatie. Het is overigens niet zo dat er met deze twee adviezen een algemeen geaccepteerde definitie van toegepaste natuurwetenschap was opgesteld. Dit blijkt bijvoorbeeld uit Als proefschrift dat, 25 jaar na het uitkomen van het rapport van de commissie Went, een hoofdstuk weidt over wat research is. Met de term research doelt Al op toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek en hij stelt zelf al dat ‘omtrent de begrenzing van dit begrip allesbehalve eenstemmigheid heerst’.¹⁰³

De commissie Went formuleert na onderzoek het probleem van de huidige organisatie van het (natuur)wetenschappelijke onderzoek. Men stelt dat er een behoefte is aan praktische kennis en behoefte aan coördinatie. De overheid heeft een behoefte aan kennis op de gebieden van gezondheidszorg, het klimaat en de bodemgesteldheid in het algemeen en brandstoffeneconomie. Er is volgens de commissie echter geen zicht op de kostenbaten verhoudingen, van het door de overheid uitgevoerde onderzoek op die gebieden. Hoe men het onderzoeksgeld besteed is dus niet te beoordelen. De commissie Went stelt in advies 4 dat: ‘Die beoordeling alleen goed mogelijk is door een lichaam, dat er mee bekend is wat de toegepaste wetenschap kan geven en waar zij machteloos staat, en dat daarnaast een inzicht heeft in de noden en wensen van de practijk’.¹⁰⁴ Ook is het ambtelijk verband niet optimaal voor het functioneren van wetenschappers, zo stelt advies 5. Het bezwaar is de stroefheid van de ambtelijke machine. Dat moeilijkheden oplevert met het uitbreiden en krimpen van onderzoek. De ‘comptabele voorschriften en administratieve regelen’ zijn volgens de overtuiging van de commissie overbodig en ongewenst.¹⁰⁵ Vervolgens schetst men in advies 7 een huidige stand van zaken en de bijbehorende gebreken. De

¹⁰² Rapport der Commissie Went, p. 2.

¹⁰³ Jan Al, *Research*, p. 13-20.

¹⁰⁴ Ibid., p. 35.

¹⁰⁵ Ibid., p. 35-36.

commissie is vrij hard in haar oordeel door te stellen dat er op het gebied van inrichten van nieuwe laboratoria, keuringsdiensten en andere inrichtingen van onderzoek geen systematiek te bespeuren valt. Zo zijn er geen garanties ten opzichte van dubbel werk. Zeker op dat punt heeft men een grote behoefte aan coördinatie.¹⁰⁶ Advies 8 gaat in op de oorzaken van de huidige situatie. Men ziet de oorzaak van de huidige ‘inrichting’ vooral in het feit dat deze zo onbedoeld historisch gegroeid is. Bovendien is er sprake van een neiging van lokale autoriteiten, om zaken autonoom te regelen. De commissie stelt dat ‘de tijd voorbij is, waarin ongeordend mag worden opgetreden en waarin het toeval mag bepalen welk deel van de veelomvattende taak wel en welk niet tot zijn recht moet komen’.¹⁰⁷

Advies 10 beschrijft hoe de voorgestelde nieuw op te richten organisatie voor het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek er uit moet gaan zien. Dit advies is opgebroken in 8 onderdelen: (a). ‘De Regering geve haar geldelijke steun in de vorm van een subsidie.’ (b) ‘Het subsidie worde beheerd door een Uitvoerend Comité.’ Dit comité zou moeten bestaan uit personen die algemeen als wetenschappelijk of maatschappelijk hoogstaand worden erkend. (c) ‘De leden van het Uitvoerend Comité worden voorgedragen door een daartoe bijeen te roepen speciaal college.’ Dit college zou moeten bestaan uit 25 leden. Het voorstel noemt de geledingen van de leden: de natuurkundige afdeling van de KNAW, het Koninklijk Instituut voor Ingenieurs, de vijf genoemde nijverheidsverenigingen, de vijf genoemde instellingen op het gebied van landbouw, de voorzitter van het College van Zeevisserijen, de voorzitters van de kamer van Koophandel te Amsterdam en Rotterdam en tot slot de voorzitter van de Koninklijke Vereniging “Koloniaal Instituut”. (d) ‘Vertegenwoordigers der Regering worden als buitengewone leden aan het Uitvoerend Comité toegevoegd.’ De commissie heeft hierbij de hoofden van afdelingen van departementen, die met onderzoek op natuurwetenschappelijk gebied te maken hebben, of die adviezen op dit gebied nodig hebben op het oog. Deze leden zouden een adviserende functie krijgen en worden ook belast met een controlerende functie naar de overheid toe. (e). ‘Het Uitvoerend Comité worde ter zijde gestaan door een comptabele en administratieve dienst en voorgelicht door een Adviserende Commissie.’ (f) ‘Sub-commissies uit de Adviserende Commissie behartigen speciale belangen.’ (g). ‘De onderzoekers en het overige personeel der laboratoria komen niet meer in Staatsverband.’ (h). ‘Verworven rechten van tegenwoordige ambtenaren worden gewaarborgd.’

Advies 11 vat de instellingen en de subsidies die volgens de commissie onder het bestuur het Uitvoeren Comité moeten vallen samen.¹⁰⁸ De lijst bevat instellingen werkzaam in verschillende gebieden en disciplines, maar de werkzaamheden van de instellingen zijn terug te leiden op de drie categorieën beschreven in advies 2. Het zijn allemaal instellingen die zich bezig houden met keurings-, advies- of researchwerk. Het is een interessante lijst, omdat men door deze instellingen onder te brengen in een organisatie verwacht een duidelijke systematiek te verkrijgen in het Nederlandse onderzoekslandschap. Dat terwijl de herkomst en de disciplines van de instellingen juist zo divers zijn.

Tot slot kwam de commissie tot de volgende conclusies, de verwachte voordelen van het gedachte stelsel (advies 12): (1). Het is een belangrijke taak voor de Nederlandse regering een oplossing te vinden voor het vraagstuk van de organisatie van het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek ten dienste van het algemeen belang. (2). Door betere samenwerking zullen aanvankelijk op de uitgaven voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek besparingen verkregen kunnen worden; later zullen die uitgaven juist moeten worden verhoogd en dit zal ruimschoots de moeite lonen. (3). Er zal een centraal, coördinerend en organiserend lichaam moeten komen (het rapport spreekt van een Uitvoerend Comité) ter behartiging van de belangen van het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek; het dient te bestaan uit hoogstaande vertegenwoordigers van wetenschap en maatschappelijk leven, nauw samenwerkende met vertegenwoordigers der Regering. (4). Bij het Uitvoerend Comité, niet bij de departementen, dient de leiding te berusten van toegepast-natuurwetenschappelijk werk, met rijksgelden verricht. Over de beschikbare gelden, uiteraard afhankelijk van de algemene regels voor toekenning van Rijksgelden, dient het Comité in vrijheid te kunnen beschikken. (5). De commissie verwacht, dat belanghebbende bedrijven door het voorgestelde systeem meer belangstelling voor het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek zullen krijgen en dat zij zich daarvoor ook financieel vlotter zullen interesseren.

¹⁰⁶ Ibid., p. 36-37.

¹⁰⁷ Jan Al, *Research*, p. 37.

¹⁰⁸ Zie bijlage 1: Omvang der gedachte organisatie

Het verslag van de commissie Went was een doorbraak. De ministerraad stemde in met de denkbeelden die in het rapport waren neergelegd. De minister van O,K&W werd verzocht de uitvoering van de denkbeelden en aanbevelingen voor te bereiden. Men wilde het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland formeel te regelen. Op aanbeveling van de commissie Went is bij Koninklijk Besluit Ir. A. de Mooij als tijdelijk adviseur aan het Ministerie van Onderwijs verbonden om, in samenwerking met de Commissie Went, de wettelijke regeling van het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland voor te bereiden. Hij moest een brug vormen tussen de wettelijke regeling van de voorstellen van de commissie enerzijds en de mogelijkheden die de ambtelijke en overheidsstructuren boden anderzijds. Het beoogde resultaat moest een stelselmatige samenwerking worden tussen overheid en particuliere instanties. Hierin komt het intermediaire karakter van de nog op te richten organisatie al naar voren. Een nationale organisatie buiten het ambtelijke systeem, maar ook niet zo particulier ingesteld dat ideëel onderzoek door lage winstverwachtingen niet uitgevoerd zal worden. Dit zal uitgroeien tot het unieke kenmerk van de organisatie TNO. De praktische uitwerking van dit kenmerk is tweezijdig. In de eerste jaren zal het problematisch blijken, omdat deze organisatievorm vanuit overheid en bedrijfsleven als ongemakkelijk ervaren wordt.¹⁰⁹ Later is het intermediaire karakter van TNO juist zeer succesvol, zoals tijdens de Tweede Wereldoorlog.¹¹⁰

Uiteindelijk lukt het De Mooij om tot een wetsontwerp tot regeling van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek te komen. Dat op 13 juni 1929 aan de Tweede Kamer wordt aangeboden. Het wetsontwerp is een uitwerking van het tiende advies van de commissie Went. De overige denkbeelden uit het rapport Went worden overgenomen door de regering. Het wetsontwerp regelt het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland en het is een vrij unieke wet. De wet heeft namelijk als kenmerk plooibaarheid en daarmee blijven er mogelijkheden open voor bijzonderheden. De invulling van het t.n.o. is open gelaten, zodat er verschillende visies ondergebracht kunnen worden onder één organisatie voor t.n.o..

De TNO-wet

De wet voorziet in de instelling van een publiekrechtelijk lichaam als centrale instantie voor het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland. Het eerste artikel is het fundament voor de organisatie TNO. Dit is de verwezenlijking van het hoofdadvisie van de commissie Went, een nationaal coördinerende organisatie of een Uitvoerend Comité zoals dat in het Rapport der Commissie Went genoemd werd. In de wettekst wordt deze, de centrale organisatie genoemd. ‘Artikel 1.1: Er is eene centrale organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek, die tot taak geeft te bevorderen, dat dit onderzoek op de doelmatigste wijze dienstbaar gemaakt wordt aan het algemeen belang. 1.2. De centrale organisatie is rechtspersoon; zij draagt den naam “Nederlandsche Centrale Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek” en heeft haren zetel te ’s-Gravenhage.’

Het tweede artikel regelt de wens voor een betere coördinatie voor het onderzoek in Nederland. Bovendien besteedt de overheid haar verantwoordelijkheden ten aanzien van het onderzoek uit aan de nieuwe organisatie. ‘De centrale organisatie dient onze Ministers desgevraagd of eigener beweging van advies op het gebied van het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek. Zij bevordert de eenheid in de bemoeiing van het Rijk met het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek benevens de algemeene samenwerking op dit gebied en verricht voorts de werkzaamheden, die haar bij wet, algemeenen maatregel van bestuur of op andere wijze van Regeeringswege worden opgedragen.’

Toch werden niet alle adviezen van de commissie Went opgevolgd door de overheid. Jan Al weidt een kort hoofdstuk aan de vergelijking tussen het Rapport der Commissie Went en de TNO-wet. Zoals daar te zien is, zijn er enkele organisatorische verschillen. Bijvoorbeeld dat de leden van het Uitvoerend Comité door de overheid zelf worden aangewezen. Dat in plaats van een speciaal college met leden van alle betrokken partijen.¹¹¹ Het voornaamste is toch wel dat de overheid de leden van de centrale organisatie aanwijst en niet een onafhankelijke wetenschappelijke commissie.

Ook is er een verschil de manier van de bestuursoverdracht van bestaande Rijksinstellingen, actief op het gebied van toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek. Men stelde voor vanuit de commissie Went dat een aantal instellingen direct aan de organisatie werden overgedragen (advies 11), maar hier

¹⁰⁹ Zie: 2.4.1 *De eerste jaren in de praktijk* verderop in dit hoofdstuk.

¹¹⁰ Zie: Intermezzo I; *TNO tijdens de oorlog*.

¹¹¹ Jan Al, *Research*, p. 68.

gingen de verantwoordelijke ministers niet mee akkoord. Advies 11 is verwerkt in TNO-wetsartikel 26 en Memorie van toelichting paragraaf 4.¹¹² De verantwoordelijke minister heeft de mogelijkheid eventuele afwijkende regelingen te treffen. Ook is het mogelijk dat een instelling niet ondergebracht wordt bij TNO, maar tijdelijk gedetacheerd wordt. Het komt er dus op neer dat de verantwoordelijke minister besluit hoe en wanneer een overdracht verloopt.¹¹³ Bij de latere oprichting van de centrale organisatie zijn er dan ook geen overdrachten.

Tot slot is er iets bijzonders aan de hand met artikel 14.¹¹⁴ In het rapport Went werd hier niet in voorzien, maar de wet stelt dat er bijzondere organisaties opgericht kunnen worden. Zij zorgen ervoor dat ‘toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek op de doelmatigste wijze dienstbaar wordt gemaakt aan eenig volksbelang of eenigen tak van volkswelvaart’. Dit zijn op zichzelf staande organisaties die enkel financieel afhankelijk zijn van de centrale organisatie. De TNO-wettekst zal hier niet in zijn geheel behandeld worden. Het voorgaande zijn echter wel de belangrijkste kenmerken voor de regeling van het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland. Men erkent met de wet dat het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek een zaak is van nationaal belang.

Aan de Wet ligt de gedachte ten grondslag dat de werkzaamheid van TNO dient te berusten op een vrije samenwerking van de Nederlandse wetenschap met het maatschappelijk leven in Nederland, begunstigd door de Nederlandse Regering. Na het aannemen van de wet duurt het nog anderhalf jaar voordat het uitvoeringsbesluit in het Staatsblad verscheen op 1 mei 1932. Op 10 mei 1932 Installeerde Mr. J. Terpstra als minister van O,K&W het eerste bestuur van de Centrale Organisatie TNO. Dit bestond uit Prof. Went (voorzitter van het bestuur), dhr. Welter (ondervoorzitter) en Prof. Dr. van Iterson. Ir. de Mooij was naast secretaris ook penningmeester van het dagelijks bestuur. Deze combinatie van functies bleef bestaan tot 1949, toen er nog eens vijf bijzondere organisaties TNO bijgekomen waren. Voor het vervolg van dit onderzoek is het goed om hier kort te vermelden dat Prof. Went bij zijn installatierede wees op ‘de grootste moeilijkheid van samenwerking, met de verschillende Departementen van Algemeen Bestuur, waar het gold toepassingen van de natuurwetenschappen in het algemeen belang’.¹¹⁵

2.4.1 De eerste jaren van TNO in de praktijk

Met de realisatie van de TNO-wet en de installatie van het bestuur van de centrale organisatie konden de werkzaamheden gaan beginnen. TNO zet zichzelf neer als een intermediair in de driehoek wetenschap, overheid en industrie. Toch bleek het vervullen van die rol zeer moeizaam te verlopen. Het idee TNO lijkt vooruit te lopen op zijn tijd, de organisatie past slecht in de bestaande structuren. Vanuit de overheid en de industrie zorgen traditie en achterdocht voor een terughoudende reactie. Het enthousiasme van de eerste TNO’ers werd op de proef gesteld. Wat volgde waren 9 problematische en onzekere jaren voor de net gestichte organisatie.

Voor de jaren 1932 en 1933 werden subsidies aangevraagd van respectievelijk f 14.000 en f 29.500 door de centrale organisatie. Bij deze aanvragen hield het bestuur rekening met een volledig functioneren der Wet.¹¹⁶ Er werd direct gedacht aan de uitbreiding van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland. Men had plannen voor het oprichten van bijzondere organisaties TNO, voor de nijverheid, de landbouw en de voor de visserij. Bovendien zouden diverse rijkslaboratoria en proefstations overgedragen worden aan TNO. Voor de jaren 1932 en 1933 kreeg men echter respectievelijk f 12.000 en f 20.000. Wat betreft de plannen voor de bijzondere organisaties TNO bleek er alleen draagvlak te zijn voor een nijverheidsorganisatie. Die werd opgericht in 1934, maar daarover volgt in het volgende hoofdstuk meer. Van de overdracht van rijksfaciliteiten was geen sprake, omdat de departementen die onmisbaar voor het rijk vonden.¹¹⁷ In 1935 overleed TNO’s eerste voorzitter Prof. Went. Prof. van Iterson nam zijn positie over. Hij was een logische keuze voor opvolging, omdat hij

¹¹² Bijlage 2: Rapport der Commissie Went vergeleken met de wet TNO

¹¹³ Jan Al, *Research*, p.47.

¹¹⁴ Zie bijlage 2: Rapport der Commissie Went vergeleken met de wet TNO.

¹¹⁵ Jan Al, *Research*, p. 32.

¹¹⁶ Van Kasteel e.a , *Een kwart eeuw TNO*, p. 18

¹¹⁷ Ibid., p. 23

lid was van de Commissie Lorentz, secretaris was van de Commissie Went en lid van het dagelijks bestuur. Van Iterson wist hoe TNO ervoor stond, wat men wilde bereiken en was bekend met de terughoudendheid van de overheid wat subsidiëring en overdracht van faciliteiten betreft. De terughoudendheid van de overheid was zijn grootste probleem, zonder fondsen en faciliteiten kon TNO simpelweg niet functioneren. Het oplossen van dit probleem kostte Van Iterson zoveel energie dat hij in 1937 al kenbaar maakte op te willen stappen als voorzitter. Na zijn aftreden in 1939 verklaarde hij over de problematische samenwerking met de overheid:

“Ik deed dit ten koste van plichten als hoogleraar, met opoffering van vele persoonlijke wensen en belangen, met opoffering ook van praktisch iedere rust en ontspanning. Na afloop was ik echter overtuigd, dat veel van wat ik had voorbereid, lam was gelegd en dat veel bij hervatting opnieuw van de bodem af zou moeten worden begonnen. Het is spoedig een jaar geleden, dat na uitvoerige gedachtewisseling belangrijke voorstellen bij de Regering werden ingediend en dat naar aanleiding daarvan tot heden alleen een onduidelijk algemeen antwoord van de Regering binnenkwam, niettegenstaande sedert met klem op een nadere toelichting van dit antwoord en op bericht aangaande de overige voorstellen werd aangedrongen.”¹¹⁸

De communicatie tussen de betrokken ambtenaren en TNO mensen was dermate verslechterd dat er amper met elkaar werd gesproken. Zodoende werd ook de samenwerking met de overheid een gevaar voor het voortbestaan van de organisatie. Interessant is de visie die penningmeester De Mooij op de relatie TNO-overheid heeft. Hij bespreekt zijn visie uitvoerig in een lezing gehouden voor het KIVI, welke later gepubliceerd werd in ‘de Ingenieur’. In zijn lezing over de organisatie van toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek stelt hij dat TNO behoort tot een nieuw type lichamen, ontstaan in samenhang met de ontwikkeling van onze maatschappij. Men ondervond juist hinder door dit nieuwe. TNO moest samengaan met reeds bestaande instellingen, waarvoor oude instanties zich verantwoordelijk voelden en als eigendom beschouwde. Het is die overdracht van bevoegdheden van overheid naar *de maatschappij*, waarbij de overheid slechts nog een indirecte vorm van sturing kon uitoefenen, die zeer grote weerstanden bij de overheid zelf, als bij de betrokken instituten opriep. De financieel verantwoordelijke departementen zagen TNO niet als een intermediair voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in dienst van de samenleving, maar als een extra financiële last op de departementsbalans. De overdracht van de door de departementen bestuurde overheidsinstituten werd vanuit een ambtenarenperspectief gezien als een verlies van autonomie. Blijkbaar stond ook het idee dat rijks gelden, in de economisch moeilijke jaren ’30, beschikbaar werd gesteld voor onderzoek ten behoeve van het bedrijfsleven (zonder dat het bedrijfsleven tenminste de helft van de kosten op zich nam) tegen.

Bij de instituten zelf was men ook niet blij met de beoogde overdracht naar TNO. De weerstand van wetenschappers in dienst van deze instituten bestond ook uit zorgen om het inleveren van autonomie. Het feit dat bij overdracht het instituut TNO als nieuwe werkgever kreeg betekende dat men de ambtenaren status moest inleveren, voor velen een serieus bezwaar.¹¹⁹ Alles bij elkaar genomen is er te concluderen dat de overheid beloften had gemaakt die ze niet kon nakomen en dit bedreigde de positie van TNO. TNO was het slachtoffer van starre maatschappelijke verhoudingen. Uiteindelijk hoopte men door strategisch, een opvolger voor van Iterson te kiezen de relatie met de overheid weer op het goede spoor te krijgen. Het oog viel op Mr. Dr. Alingh Prins. De juridisch en chemisch geschoolde voorzitter van de Octrooiraad. Prins zag de positie in eerste instantie niet zitten, maar was toch over te halen. Voor zijn aanstelling was hij al enkele malen bij de Minister van Economische Zaken langsgeslagen. Op aandringen van Prins werd de overdrachtskwestie opnieuw bekeken en kwam men tot een compromis. De laboratoria zouden stichtingen worden, met elk een lid in het bestuur van vier aangewezen door de minister.¹²⁰ Men verwachtte van TNO uit nu een makkelijkere toekomst. De organisatie had toegang gekregen tot de nodige faciliteiten, maar ondanks het werk van Prins stopt de ingezette koers hier. Het is eind 1939 en de Tweede Wereldoorlog breekt uit.

¹¹⁸ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 20.

¹¹⁹ Jan Al, *Research*, p. 81-88.

¹²⁰ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 23.

2.5 Samenvattend

Ter afsluiting van dit hoofdstuk is het goed om nog eens de hoofdlijn samen te vatten. Er ontstaat aan het begin van de 20^{ste} eeuw een groeiende kennisbehoefte. Daaruit ontstaan verschillende initiatieven. Voornamelijk particuliere en enkele vanuit de overheid. Vanuit de wetenschap gaat men deze ontwikkeling al gauw als inefficiënt beschouwen. Er ontstaat een fase waarin wetenschappers zich uitspreken over hoe de zaak beter opgepakt kan worden. Enkele visies daarover werden behandeld om een beeld te geven van de rijkheid van de destijds gevoerde discussie. Ook proberen de wetenschappers de overheid te betrekken. Die had namelijk de macht om de vele lokale initiatieven landelijk te regelen en onder te brengen. Hetgeen de efficiëntie bevorderde. Na een lang traject waarin verschillende voorstellen worden gedaan komt de TNO-wet er dan. Wat er dan onder het t.n.o. verstaan wordt is een compromis tussen verschillende visies op de toegepaste wetenschap. Het takenpakket is vrij breed. TNO heeft niet alleen een spoorwerkfunctie, maar moet ook keuringen en ijkingswerk gaan verrichten. De TNO-wet is een raamwet, een wet waaraan bewegingsvrijheid is gegeven. Dat wil zeggen dat de wet beschrijft welke taken TNO heeft en hoe de organisatie er grofweg uit moet gaan zien. De wet zegt echter niets over de visie op het t.n.o. van de overheid, of anderen. In de eerste jaren van het bestaan van TNO is het moeilijk om de vinger te leggen op welke visie, op het t.n.o., wordt aangehangen. Het is aannemelijk dat de visie van Kruyt (die aansluit bij de KNAW-visie) dominant was, mede door het voorzitterschap van Went. Het is mij echter niet bekend uit welke TNO-werkzaamheden dat zou kunnen blijken. De door mij gebruikte empirie behandelt voornamelijk de kleinschaligheid van de organisatie destijds en de zorgen over het voortbestaan.

De oprichting van TNO zelf is als iets vrij unieks te zien. Als er globaal naar de hele geschiedenis van de organisatie gekeken wordt lijkt TNO de grootste speler in haar gebied. Zo lijkt het alsof TNO het eindresultaat is, van de discussie over de nationale organisatie van het toegepast natuurwetenschappelijk werk en dat TNO nooit concurrenten heeft gekend. Dat beeld is niet zondermeer juist. Een zeer interessant TNO-alternatief is te vinden in het boek over de geschiedenis van het Nat.Lab. van Boersma. De ontwikkeling van dat initiatief begint bij Ornsteins Fonds der Elektrotechnische Industrie ter Bevordering van Natuurwetenschappelijk Onderzoek. Wat eerder besproken werd in het hoofdstuk over Ornstein. Het fonds, opgericht door Ornstein, had twee doelen. In de eerste plaats werd de toegevoegde waarde van een samenwerking tussen industrie en universiteit benadrukt. Zo kon het bedrijfsleven, het elektrotechnisch wetenschappelijk onderzoek financieren ten gunste van zichzelf. In de tweede plaats konden door de financieringen vanuit het bedrijfsleven, beurzen uitgekeerd worden aan veelbelovende onderzoekers. De oprichting verliep niet soepel. Blijkbaar bestond het bestuur enkel uit universitaire hoogleraren (onder wie Ornstein, Went en Zeeman) en om onderzoek uit te voeren voor de industrie was veel meer laboratoriumruimte nodig dan zij zelf konden bieden. De oplossing zag men in een samenwerking met het Philips Nat.Lab. en zo raakte ook Nat.Lab. directeur Holst betrokken. Uiteindelijk werd een medewerker van Holst, ingenieur en manager Otten, toegevoegd aan het bestuur van het Fonds.¹²¹ Beide partijen raakten overtuigd van het voordeel van deze vorm van toegepaste natuurwetenschap en dit hoefde niet op te houden bij alleen de elektrotechnische industrie.

In 1931 wordt de naam van het fonds veranderd in Fonds voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek ter Bevordering van Volkswelvaart.¹²² Wat duidt op een uitbreiding van de activiteiten. Ornstein wilde activiteiten van het fonds uitbreiden en zodoende een brug vormen tussen de universiteit en het bedrijfsleven. Als men de parallel trekt naar TNO ontbreekt alleen de overheid. In essentie is dit het soort samenwerking dat Van Nieuwenburg in zijn rede voorstelde. Een soort Mellon Institute waar de industrie bij een goed uitgeruste faciliteit wetenschappelijk onderzoek kon financieren, waarvan de resultaten ten goede kwamen van het bedrijfsleven. Het fonds bestond niet lang. Men probeerde te voorkomen om gezien te worden als een tweede TNO, maar van samenwerking met TNO kwam het ook niet. Volgens Boersma is het de wetmatige positie van TNO die uiteindelijk zorgt voor de doorslag om het fonds op te heffen in 1939.

¹²¹ Kees Boersma, *Inventing structures*, p. 142.

¹²² Ibid.

De eerste jaren van TNO verlopen problematisch. Opdrachten kwamen sporadisch binnen, de overdracht van overheidsinstellingen verliep traag. Er waren serieuze twijfels over het voortbestaan van TNO. In het intermezzo dat hier volgt is te zien hoe TNO op aparte wijze door externe omstandigheden beïnvloed wordt.

Intermezzo I

I.1 TNO tijdens de oorlog

De oorlog is een interessante periode in de geschiedenis van TNO. De organisatie bevindt zich nog in een moeilijke situatie als de oorlog uitbreekt, maar dat is volledig omgeslagen als de oorlog eindigt. Hier is geen beleidsvisie of een invloedrijke commissie verantwoordelijk voor. Hier ontwikkelen zich twee spontane consoliderende factoren.

De eerste consolidatie

Bij het uitbreken van de oorlog ontstond er vrijwel direct een schaarste aan goederen. Daar hing een grote vraag naar vervangingsgoederen mee samen. Men deed hierbij een beroep op TNO. Dat startte direct met het opzetten van projecten die als doel hadden om surrogaten te produceren die de weggefallen goederen konden gaan vervangen. Voor voeding werd voor dat doel in 1940 de voedingsorganisatie TNO ingesteld. De mobilisatie van 300.000 man in 1939 had in de Nederlandse volkshuishouding voor moeilijkheden gezorgd. Ir J. Straub, hoofd van de gemeentelijke Keuringsdienst van Amsterdam, achtte wetenschappelijk onderzoek over voedingsvraagstukken dringend noodzakelijk en trad daarover met TNO in overleg. De militaire intendance had er geen belangstelling voor. Directeur-generaal van volksgezondheid Dr. C. van den Berg, Utrechts hoogleraar Julius en directeur van het Centraal Laboratorium voor de volksgezondheid Dr. Timmerman hadden wel interesse. Zo werd de voedingsorganisatie TNO het eerste TNO onderdeel dat beschikte over een eigen laboratorium ruimte.¹²³

Volgens Van Kasteel begreep de Duitse bezetter weinig van de opzet van TNO. 'Een tussending tussen een staatsinstelling en een particuliere onderneming was op zichzelf voor hen reeds een ongewone zaak'.¹²⁴ Dit is aannemelijk, omdat de vooroorlogse situatie in Nederland vergelijkbaar was. De intermediaire opzet van TNO was voor de Nederlandse overheid ook een probleem in eerste instantie. Het paste niet tussen het bestaande ambtelijke apparaat.¹²⁵ Daarbij was in Duitsland het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek op een hele andere manier geregeld. Daar konden kleine bedrijven advies vragen bij hogescholen en universiteiten, die zich traditioneel richtten op zuivere wetenschap.¹²⁶ In het kader van ons theoretische kader is dat Bohrs kwadrant onderzoek, TNO op dat moment valt het beste in Pasteurs of Edisons kwadrant. Daarnaast werd tijdens de oorlog de Duitse wetenschap vrijwel volledig in dienst gesteld van het Nazi-regime. De TNO-begroting liep via het ministerie van O,K&W en passeerde daardoor niet via een Duitse afdeling. TNO kon de rol spelen van onschuldige particuliere instelling of juist van onmisbare publieke instelling, al naar gelang het in Nederlandse zin het beste uitkwam. In dat verband bleek het flexibele karakter van de wet een uitkomst, bijvoorbeeld als het ging om *arbeitseinsatz* te voorkomen. Op deze manier werd geld, wetenschappelijk apparatuur en rijksinstellingen uit Duitse handen gehouden. Tegen deze achtergrond ging de Nederlandse overheid eindelijk over tot de overdracht van Rijksinstellingen. Medio 1941 werden de rijksvezeldienst, rijksrubberdienst en het rijkskleiproefstation overgedragen aan de nijverheidsorganisatie TNO. De rijkslederdienst werd in 1942 overgedragen en het rijksinstituut voor brandstoffeneconomie in 1945. Het rijkslandbouwproefstation en het bodemkundiginstituut werden op 1 maart 1945 overgedragen aan de landbouworganisatie TNO.¹²⁷

De starre maatschappelijke verhoudingen die zo problematisch waren voor TNO voor de oorlog veranderen totaal door de oorlogssituatie. Voor de eerste keer sinds de oprichting van TNO werkte de bijzondere opzet van de organisatie in haar voordeel. Het bonafide effect blijft werken na de oorlog, de vooroorlogse situatie is dan voorgoed verleden tijd. Er is fundamenteel iets veranderd in het maatschappelijke landschap waardoor de overgedragen rijksdiensten en de tijdens de oorlog opgerichte

¹²³ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 24.

¹²⁴ Ibid., p. 25.

¹²⁵ Zie: hoofdstuk 1.4.1 *De eerste jaren in de praktijk*.

¹²⁶ Van Nieuwenburg, *De nationale organisatie*, p. 71.

¹²⁷ Jan Al, *Research*, p. 83.

TNO onderdelen definitief TNO onderdelen blijven. Van Kasteel stelt 'aan het einde van de oorlog was TNO een gevestigde organisatie met een jaarbegroting van 6 miljoen gulden'.¹²⁸

De tweede consolidatie

Bij de opzet van TNO had men in het beoogde systeem ook een plaats voor de Nederlandse industrie ingekaderd. TNO zou de R&D afdeling van het middelgrootbedrijf kunnen worden en contract research uitvoeren voor iedereen die erom verlegen zat. De Nederlandse industrie bleek niet zo geïnteresseerd als men van te voren gedacht had.¹²⁹ Van Kasteel zegt over de houding van de industrie ten opzichte van de TNO researchactiviteiten dat 'zij toonde zich weinig actief en niet enthousiast'.¹³⁰ De redenen daarvoor zijn verder niet omkleed. Vanuit het perspectief van de Nederlandse industrie zijn er bezwaren aan te dragen om niet met TNO in zee te gaan. Men maakte zich zorgen om de bescherming van productie methoden en dergelijke. Zo wees het Philips patent bureau medewerkers van het Nat.Lab. er op dat men voorzichtig om moest gaan met patentrechten in onderzoek waar TNO bij betrokken was.¹³¹ Zorgen over patentrechten zijn logisch, omdat TNO zich opstelde als een organisatie gericht op brede samenwerking. Bovendien waren de moeilijkheden waar TNO mee te maken kreeg in de eerste jaren geen geheim. Geld investeren in onderzoek dat uitgevoerd moet worden door een organisatie met een onzekere toekomst is gevaarlijk. Al met al lijkt TNO alles behalve een betrouwbare zakenpartner.

Ook hier verandert het plaatje totaal door de oorlogssituatie. Het was niet alleen de overheid die profiteerde van de vrijheid die TNO genoot van de Duitsers. De Nederlandse industrie bracht werknemers onder bij TNO. Enerzijds om ze uit Duitse handen te houden, anderzijds om ze bezig te houden. Zo werd door de Duitse inval van 1940 werd de Bataafsche Petroleum Maatschappij afgesneden van de rest van het wereldconcern en stopte de toevoer van grondstoffen. In de daaropvolgende periode werden alle installaties van BPM's "Pernis" raffinaderij (destijds de grootste van Nederland) naar Duitsland getransporteerd.¹³² Tegen deze achtergrond kwam de op het Amsterdamse BPM-lab werkzame scheikundige G.A. Kohnstamm in '40/'41 op het idee om het personeel zoveel mogelijk in dienst te houden en uit te lenen aan overheidsorganisaties en aan andere bedrijven.¹³³ Zo werd een deel van het personeel uitgeleend aan de *Technische Afdeling* TNO. De technische leiding bestond uit de ingenieurs Jan Al en M.J. van Westrienen. Directeur-voorzitter van de afdeling werd de van de BPM afkomstige vezeltechnoloog Jan Uytenbogaart. Prof. Baas Becking uit Leiden verzamelde onderwerpen die voor onderzoek in aanmerking kwamen. De uiteindelijke lijst bestond uit 200 onderwerpen. Uit deze lijst werd een selectie gemaakt en een begroting opgesteld die ruim drie ton bedroeg. Secretaris-generaal van Economische Zaken Dr. Hirschfeld verklaarde zich onmiddellijk akkoord.¹³⁴ Bij deze afdeling zijn in 1944 36 gasten, onder meer afkomstig van BPM, CIMO, Gist- en Spiritusfabriek, AKU en Philips, betrokken bij onderzoek.¹³⁵ Homburg stelt dat uit zijn onderzoekingen is gebleken dat er blijvende contacten ontstonden en dat BPM-technici soms in dienst traden bij de bedrijven voor wie ze hadden gewerkt.¹³⁶ Jammer genoeg zijn de langetermijn effecten van deze oorlogscontacten nooit in kaart gebracht. Voor verdere studie naar de historie van het t.n.o. kan het zeker interessant zijn om deze nieuwe netwerken en hun verdere ontwikkeling in kaart te brengen. Wat wel te zeggen is dat TNO contacten met de industrie heeft gelegd en dat de gastonderzoekers TNO in het vervolg wisten te vinden. Dit is zeer goede reclame geweest voor TNO in zijn geheel.

Het effect wordt versterkt als na de oorlog de resultaten van de projecten, uitgevoerd tijdens de oorlog, duidelijk worden. De industrie was daarvan onder de indruk en natuurlijk hadden er eigen onderzoekers tijdelijk voor TNO gewerkt. Ook dat effect werkt door na de oorlog. In een zekere mate was

¹²⁸ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 26.

¹²⁹ Ibid., p. 124-125.

¹³⁰ Ibid., p. 25.

¹³¹ Kees Boersma, *Inventing structures*, p. 142.

¹³² F.J.F.M. Duynstee en J. Bosmans, *Het kabinet Schermerhorn-Drees 24 juni 1945-3 juli 1946*, (1977), p. 15.

¹³³ E. Hombrug, *Speuren op de tast*, p. 36.

¹³⁴ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 25.

¹³⁵ G.A. van de Schootbrugge, *50 jaar TPD in beweging; een halve eeuw natuurkunde voor de praktijk*, (1991), p.

30.

¹³⁶ E. Hombrug, *Speuren op de tast*, p. 37.

het bedrijfsleven afhankelijk van TNO voor de wederopbouw en de daaropvolgende industrialisatie. In beide perioden krijgt het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek een impuls.

De financiële groei van TNO

Het verloop van de al gedeeltelijk beschreven situatie van voor, tijdens en na de oorlog komt ook goed naar voren in de financiële tabellen die in het gedenboek van TNO staan. Dit onderzoek richt zich primair op veranderende dynamieken en niet op economische of statistische informatie. Toch wordt hier kort ingegaan op de financiële situatie van TNO vanaf 1932 tot 1945, omdat deze gegevens de twee hier boven genoemde effecten zeer sterk onderbouwen. De data zijn afkomstig uit de twee tabellen die zijn weergegeven in bijlage 3.

In de eerste jaren, van 1932 tot 1937, vertienvoudigt de jaarlijkse rijkssubsidie van f 12.000 tot f 122.000. De organisatie bestaat dan uit de centrale organisatie en de nijverheidsorganisatie TNO. Verder heeft de organisatie amper faciliteiten om onderzoek uit te kunnen voeren. De overige inkomsten zijn opgebouwd uit contract research voor derden, maar ook schenkingen en dergelijke. De categorie is dus niet representatief voor de investeringen vanuit de industrie, maar toont wel een trend. Tot 1937 zijn er geen overige inkomsten. Voor 1937 tot en met 1938 bedragen de totale overige inkomsten slechts f 6.000.

Tijdens de oorlogsjaren vertienvoudigt de rijkssubsidie nogmaals, van f 275.000 in 1939 tot f 2.522.000 in 1945. De groei van de rijkssubsidie is deels te verklaren door het feit dat men geld uit Duitse handen wilde houden. Doordat TNO redelijk ongemoeid blijft maakt dat de organisatie ideaal om fondsen weg te sluiten. Daarnaast moest van de gegroeide rijkssubsidie ook de nieuwe TNO onderdelen, met bijbehorende faciliteiten, onderhouden worden.

In 1946 bedraagt de overheidssubsidie bijna f 4.000.000 en groeit in 9 jaar uit tot een overheidssubsidie van f 20.464.000. De bijna verdubbeling die plaatsvindt tussen 1945 en 1946 bevestigt dat de gunstige effecten van de oorlog blijven doorzetten. De overige inkomsten van TNO bedragen in 1946 f 617.000, een achtste van de overheidssubsidie. In 1955 is zijn de overige inkomsten uitgegroeid tot f 9.788.000, wat ongeveer de helft van de overheidssubsidie is.¹³⁷ Hieruit blijkt dat de industrie TNO na de oorlog anders gaat waarderen. TNO bouwt tijdens de oorlog een goede reputatie op, wint de interesse van de industrie en doorbreekt de starre maatschappelijke barrière die in de weg liggen. Er liggen geen bezwaren meer in de weg voor investeringen in TNO.

1.2 TNO en wederopbouwend Nederland

Na een moeilijke start staat TNO er na 1945 stukken beter voor. Het verbeteren van die situatie heeft helemaal niets te maken met de discussie over hoe men in Nederland het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek zou moeten organiseren. Voor de oorlog was er een veelzijdige discussie gaande, bij de wetenschappers, bij de overheid en bij de industrie over het functioneren en voortbestaan van TNO. De oorlog stopt die discussie en dwingt alle groepen eigenlijk tot praktische oplossingen. De dynamieken die zich daarbij ontwikkelen zijn vrij spontaan van aard. Het bestaan van TNO zal na 1945 niet meer ter discussie staan tot aan het begin van de zeventiger jaren. De discussie over de rol van de wetenschap in de samenleving laaide na 1945 wel weer op. De maatschappelijke betrokkenheid van wetenschappers bleef en werd na de Tweede Wereldoorlog alleen maar versterkt. Vele brochures en artikelen gingen in op de vraag 'wat is de rol van wetenschap in de samenleving?' Deze vraag speelde constant een rol als wetenschappers spraken over de crisis van de universiteit, de reorganisatie van het hoger onderwijs, de vrijheid van wetenschap, de verschillen tussen alfa's en bèta's en de organisatie van het Nederlandse wetenschappelijk onderzoek.¹³⁸ Niet alleen de discussie breidde uit, ook de wetenschappelijke activiteiten in dienst van de samenleving breidde uit. Zo ontstond na de oorlog een nieuwe organisatie die zich richtte op de bevordering van de zuivere wetenschap, ZWO. Ook bij de rol van de voor de oorlog opgerichte ETI's (Economisch-Technologische Instituten) zal worden stil gestaan.¹³⁹ Zowel ZWO en de ETI's worden later nog behandeld.

¹³⁷ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 124.

¹³⁸ Marjan van de Goor, *Organisatie van wetenschap: op weg naar een nationaal wetenschapsbeleid*, in: Neha jaarboek 2003, (2003), p. 314-315.

¹³⁹ Faber, *Het Nederlandse innovatiesysteem*, p. 221.

Uitbreiding van activiteiten

Bij TNO is er na de oorlog dus sprake van een uitbreiding van onderzoeksactiviteiten en een verdere ontwikkeling van de organisatie. Van Kasteel merkt op dat 'In deze jaren viel er een verheugende, sterke groei te bespeuren in de belangstelling van de industrie voor TNO in het algemeen en voor het werk van de Nijverheidsorganisatie in het bijzonder. Er kwamen meer vrijwillige bijdragen, er kwamen vooral ook meer opdrachten.'¹⁴⁰ Verder wordt er gesproken over het ontstaan van een prettige samenwerking met de grote industrieën en hun research laboratoria. Die samenwerking berustte voornamelijk op de uitwisseling van wederzijdse informatie over ter hand genomen projecten. Daarover meer in de volgende paragraaf.

Er werd volop gebruik gemaakt van de flexibiliteit van de TNO-wet voor uitbreiding van de organisatie. Op grond van artikel 14 van de wet werden vijf verschillende bijzondere organisaties TNO opgericht. Enkele van die bijzondere organisaties TNO werden al eerder genoemd. Ze worden hier nogmaals genoemd voor een compleet overzicht. In 1934 werd de nijverheidsorganisatie TNO als eerste bijzondere organisatie opgericht. Waarschijnlijk was de nijverheidsorganisatie een resultaat van de traditionele idealen van verschillende industriële wetenschappers om zich intensief in te kunnen zetten voor de industrie zonder al te veel intermediaire structuren. De tweede bijzondere organisatie is de voedingsorganisatie TNO, waarvan de ontstaansgeschiedenis aan het begin van dit intermezzo beschreven is. In 1943 volgde de oprichting van de landbouworganisatie TNO, die overigens in 1957 overging in de Nationale Raad voor Landbouwkundig Onderzoek. In 1946 en 1948 werden respectievelijk de rijksverdedigingsorganisatie TNO en de gezondheidsorganisatie TNO opgericht. Zeker bij de rijksverdedigingsorganisatie TNO is er sprake van een unieke situatie. Het ligt voor de hand dat research voor defensie in de handen ligt van de staat. Met de oprichting van de rijksverdedigingsorganisatie TNO kwam de verantwoordelijkheid voor deze taak te liggen bij een onafhankelijke organisatie. In dit onderzoek zal niet diep ingegaan worden op deze tak van TNO, omdat dit ook de minst toegankelijke tak is. Toch is het goed om hier te vermelden dat onderzoek voor het militaire apparaat niet bij toeval in handen kwam van TNO. Volgens ir. Staf, minister van Oorlog en Marine in 1957, is er een groot verschil tussen de organisatie en de werkwijzen van de militaire en de wetenschappelijke samenleving. Volgens de minister is uit de praktijk gebleken dat research-werkers het vruchtbaarst kunnen werken, wanneer zij in onafhankelijke kleine groepen werken en daarbij een zekere mate van vrijheid en zelfstandigheid hebben.¹⁴¹ Een unieke visie op defensie t.n.o. die vrij uniek was voor Nederland destijds. Men wilde het onderzoek laten plaatsvinden buiten het militaire apparaat. Door militaire research uit te laten voeren in een wetenschappelijke omgeving, zo was de ervaring, leidde tot kwalitatief beter onderzoek. Daarnaast wilde men de optie openhouden om wetenschappelijke doorbraken niet beperkt te houden tot het defensie domein. Zo zou defensie onderzoek niet alleen ten gunste komen van het militaire apparaat, maar de hele samenleving. Het kenmerk hier is veelzijdigheid, binnen het onderzoek werd rekening gehouden met de belangen van verschillende partijen.

Sommige TNO instituten ontwikkelden zo ver dat ze volledig zelfstandig konden opereren. Financiële zelfstandigheid leverde vaak een breuk op met de centrale organisatie TNO. Zo verdween het label TNO bij het Nationaal Luchtvaart Laboratorium in Amsterdam en de stichting waterbouwkundig laboratorium in Delft.¹⁴² Bij het NLL, dat in 1937 was ondergebracht bij TNO, betekende financiële onafhankelijkheid van de centrale organisatie TNO dat men zelf kon kiezen voor een eigen onderzoeksagenda.¹⁴³ Deze agenda had het NLL in overleg met een samenwerkingsverband van de Nederlandse luchtvaartindustrie en de overheid opgesteld. Het doel van deze agenda was voornamelijk de wederopbouw van de Nederlandse luchtvaartindustrie. Binnen het NLL wilde men nieuwe windtunnels, nieuwe laboratoriumapparatuur en een uitbreiding van de kantoorruimten.¹⁴⁴ Door het grote belang dat de overheid hechte aan vliegtuigbouw werd er veel geld beschikbaar gesteld voor het luchtvaartonderzoek en de NLL-onderzoekers kregen daarbij een centrale rol aangeboden met veel autonomie. Het NLL kon zo financieel onafhankelijk van TNO zijn en zelfs uitbreiden. Het aanbod was zo aantrekkelijk dat de

¹⁴⁰ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 31.

¹⁴¹ C. Staf, *Defensie over TNO*, in: Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 73-75.

¹⁴² Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 31.

¹⁴³ J.A. van der Bliek, *75 Years of Aerospace Research in The Netherlands*, (1994), p. 179.

¹⁴⁴ *Ibid.*, p. 36.

onderzoekers de directe relatie met de luchtvaartindustrie en de overheid wel aan wilden gaan. In de eerste TNO-Nieuws van na de oorlog werd de breuk met TNO aangekondigd door ir. C. Koning. Hij stelde dat het NLL liever een bijdrage wilde leveren aan de 'vooruitgang van den wetenschap' dan dat het opdrachtonderzoek deed.¹⁴⁵ Eigenlijk een vreemde uitspraak gezien de nieuwe beoogde samenwerkingsverbanden van het NLL het instituut in principe als research afdeling voor de luchtvaartindustrie zou gaan fungeren. Hoe dan ook, per 1 januari 1948 was de onafhankelijkheid een feit.

Centralisatie en coördinatie

Niet alleen was de functie van TNO in de voorgaande jaren duidelijker geworden, TNO had ook een goede reputatie op weten te bouwen en ook de overheid begon aan te dringen op het gebruik van TNO bij industrieel onderzoek. Het bedrijfsleven was ondertussen meer vertrouwd geraakt met wetenschappelijk onderzoek en TNO. Door de normalisatie van deze praktijken, kan men stellen dat er een systeem was ontstaan van samenwerking tussen industrie en wetenschap. De oorlog had de samenwerking sterk geïntensiveerd. Zo begon Philips met het financieren van bijzondere leerstoelen na 1946. Degenen die deze posities bezetten waren vaak enkele dagen per week werkzaam op het Nat.Lab. en de rest van de tijd aan een universiteit of hogeschool.¹⁴⁶ Ook zien we hoe de activiteiten worden uitgebreid en TNO zijn coördinerende functie tot expressie laat komen in een project dat moest leiden tot de ontwikkeling van de Nederlandse kunststoffen industrie. In dit project komen de Staatsmijnen en AKU kort na de oorlog overeen dat de eerste de grondstoffen zou produceren voor de synthetische vezels die AKU zou gaan maken. Het speurwerk werd langs overeenkomstige lijnen verdeeld.¹⁴⁷ Dit gebeurde in een gezamenlijke inspanning, onder aanmoediging van de overheid en in samenwerking met het in 1946 opgerichte kunststofinstituut TNO. Dit instituut is een voorbeeld van de uitbreiding van de Nijverheidsorganisatie TNO. Voor dit nieuwe instituut waren de verwachting groot, het werd van nationaal en international belang geacht. Verwachtingen waar al vrij snel aan werden voldaan. Zo stelt Van Kasteel dat door verkenning van de nieuwe wereld van de synthetische materialen, waardoor technisch ongekende, vaak omwentelende mogelijkheden zijn ontstaan.¹⁴⁸ Een ander veelbelovend gebied dat na de oorlog in opkomst was, de bestrijdingsmiddelen voor land- en tuinbouw, waren het Philips Duphar en Koninklijke/Shell die de dienst uitmaakten. Samen met Noury & van der Lande hadden ze zitting in de biocidencommissie TNO, die het onderzoek vanuit TNO zijde op dit gebied leidde.¹⁴⁹ Interessant hier is dat Noury & van der Lande uit het project stapte, omdat het onderzoek gedomineerd werd door Philips Duphar en Koninklijke/Shell.¹⁵⁰ Blijkbaar kon TNO wel de verbindende factor vormen, maar niet de spelers tevreden houden. Wat buiten kijf staat is dat de industrie duidelijk waarde hechtte aan wetenschappelijk onderzoek. De samenwerking tussen industrie en wetenschap waar mannen zoals Kruyt, Ornstein en Van Nieuwenburg ongeveer dertig jaar eerder op aan stuurden is dan eindelijk tot stand gekomen.

Waar TNO sterk in blijkt te zijn, is het creëren van mogelijkheden voor samenwerking tussen verschillende bedrijven en hun research afdelingen onderling. Zo krijgt TNO als intermediaire organisatie vorm en bij TNO zelf beseft men dit ook. Tijdens een vergadering in 1956 benadrukt Alingh Prins het nut van 'dwarsverbindingen'.¹⁵¹ Voor het aantrekken van geïnteresseerden is publiciteit nodig. Al in 1946 krijgt de centrale organisatie TNO een afdeling publiciteit. Tot slot werden er nieuwe contactvormen opgezet vanuit TNO. Er werden researchverenigingen opgericht. De industriële uit verschillende takken van nijverheid konden in samenwerking met TNO een gezamenlijk researchprogramma opzetten. Dat onder toezicht van hen door TNO wordt uitgevoerd. De voordelen zijn duidelijk, de kosten voor de research worden gedeeld, er wordt geen dubbel werk uitgevoerd en TNO is op de hoogte van waar men in des betreffende industrieën behoefte aan heeft. Een tweede initiatief vanuit TNO gericht op samenwerking zijn de contactmannen. Door TNO opgeleid en gespecialiseerd in persoonlijk contact met

¹⁴⁵ C. Koning, *Luchtvaart en onderzoek*, in: T.N.O.-Nieuws 1 (1946), p. 5-6.

¹⁴⁶ Faber, *Het Nederlandse innovatie systeem*, p. 223.

¹⁴⁷ Lintsen, *'Research tussen vetkool en zoetstof: zestig jaar DSM Research 1940-2000'* (Zutphen, 2000), p. 32-43.

¹⁴⁸ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 30.

¹⁴⁹ Jan Al, *Research*, p. 143.

¹⁵⁰ Faber, *Kennisverwerving*, p. 232.

¹⁵¹ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 29.

industrieën. De contactmannen konden rechtstreeks overleggen wat al gedaan was door TNO of anderen. Ze waren ook instaat om te inventariseren welke research nog gedaan moest worden of elders gekocht kon worden. Op deze manier werden ook particuliere laboratoria, die normaliter kennis aanboden, klant van TNO. Deze laboratoria waren geïnteresseerd in kennislacunes van bedrijven, zodat zij rechtstreeks op behoeften konden inspelen. De rol van TNO is dan sterk coördinerend van karakter. Dit is overigens een beoogd doel van de organisatie, dat in het eerste artikel van de TNO-wet terug te vinden is. Het gaat er om dat TNO overzicht kan creëren op het Nederlandse onderzoekslandschap om zo de doelmatigheid van het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek te verbeteren. Tijdens de wederopbouw, waarbij efficiency een rol speelt, weet TNO deze rol zeer goed te vervullen. Dit overzicht zal overigens door de snelle groei van het onderzoekslandschap, in de jaren na de wederopbouw, snel afnemen.

Consolidatie en industrialisatie

Na de oorlog moest er in Nederland veel gebeuren om in het land orde op zaken te stellen. Men had te maken met onvoorstelbare problemen. Het land was leeggeplunderd, er was geen voedsel, geen industrie, geen handel, geen nijverheid en geen transportmiddelen. Complete fabrieksinstallaties en zelfs complete laboratoria waren door de voormalige bezetter naar Duitsland gesleept.¹⁵² Vlak na het einde van de oorlog is Nederland verdeeld over hoe de vernieuwing van de economische structuur het beste georganiseerd kon worden, maar in 1948 ontstaat er politieke consensus. Dit resulteert in de “Nota inzake de industrialisatie in Nederland” die in september 1949 verschijnt onder EZ minister Van den Brink. Deze nota was een eerste van totaal acht industrialisatienota’s die tot 1963 gepubliceerd zouden worden.

Voor TNO zijn de industrialisatienota’s van groot belang. In de nota’s stippelt de overheid een koers uit voor de ontwikkeling van hoogwaardige producten en productieprocessen. In dat beleid krijgt de Nederlandse industrie een hoofdrol en het wetenschappelijk onderzoek een bijrol. Extra stimulansen worden dan ook uitgekeerd, die uiteraard ook ten goede van TNO komen. Industrialisatie en met name de opvoering van de industriële productiviteit vormen de kern van deze plannen. Met de financiële winsten die men hoopte te behalen kon men de Marshallplan schulden aflossen. Hoe dan ook zou er meer werkgelegenheid ontstaan. Het idee dat industrialisatie, en niet zozeer een verdere verwetenschappelijking van de samenleving, oplossingen kon bieden aan maatschappelijk problematiek is dan niet nieuw. Zo werden de provinciale ETI’s al in de jaren dertig opgericht. Dit initiatief was afkomstig van Tilburgs hoogleraar, directeur van de Provinciale Limburgse Elektriciteit Maatschappij en de latere minister van Handel en Nijverheid Gelissen. Gelissen was van mening dat de werkloosheid en het welvaartsverlies, waarmee men kampte in de jaren 30 van de twintigste eeuw, alleen bestreden konden worden door industrialisatie. Dit in tegenstelling tot de wetenschappers uit hoofdstuk 1 die voor een grotere rol van wetenschap in de maatschappij bepleitten. Voor deze wetenschappers die een instituut voor t.n.o. wilden oprichten, speelde de slechte economische situatie in de jaren ’30 bijna geen rol. Het doel van Gelissens ETI’s was het bevorderen van de industrialisatie. Door bedrijven bij te staan op bedrijfseconomisch, maar ook op technisch gebied. Hoewel de achtergrond van de ETI’s verschilt van die van TNO, is er toch sprake van enige overlap in activiteiten. In de loop van de jaren vijftig verloor het technische advies aan belang en gingen de ETI’s zich vooral richten op social-economisch onderzoek.¹⁵³

I.3 Tot slot

Twee unieke perioden staan centraal in dit intermezzo. De oorlog en de periode na de oorlog. In 25 jaar TNO noemt men de periode 1946-1953 een periode van opbouw en consolidatie. Eigenlijk begint die consolidatie in de oorlog. De oorlog bracht voor TNO twee onvoorziene, maar zeer gunstige effecten. Vervolgens gaven de wederopbouw en het enthousiasme dat men voor TNO had gekregen, een impuls aan de organisatie. De wederopbouw is een periode waarin TNO een ontwikkeling doormaakt die ongetwijfeld parallel loopt aan de tijdsgeest van de Nederlandse samenleving toen. Aan het einde van die periode stelt De Vooy: “TNO heeft een vaste plaats en burgerrecht verworven in het Nederlandse

¹⁵² F.J.F.M. Duynstee en J. Bosmans, *het kabinet Schermerhorn-Drees*, p. 15.

¹⁵³ Faber, *Het Nederlandse innovatiesysteem*, p. 221.

leven”.¹⁵⁴ Sinds de oprichting van TNO is zowel het Nederlandse leven veranderd, evenals de ideeën over de toegepaste wetenschap. Vooral de gebeurtenissen vlak na de Tweede Wereldoorlog, de wederopbouw, zijn hier verantwoordelijk voor. Een nieuwe visie op het t.n.o., die zich sterk aan het ontwikkelen is, staat centraal in hoofdstuk 3.

¹⁵⁴ Van Kasteel e.a , *Een kwart eeuw TNO*, p 34.

Hoofdstuk 3: Nederlands toekomst: Research

3.1 De stand van zaken in de jaren '50

De jaren vijftig zijn het begin van een bloeiperiode voor het Nederlandse speurwerk en de natuurwetenschap. De overheid, grote bedrijven, speurwerkinstituten en allerlei maatschappelijke organisaties verkondigden de boodschap, dat speurwerk goed was en meer speurwerk beter.¹⁵⁵ De opvatting dat wetenschap en techniek, oplossingen kunnen geven voor bijna alle vraagstukken van zowel maatschappelijke als wetenschappelijke aard, is nadrukkelijk aanwezig in de jaren '50 en '60.¹⁵⁶

Het t.n.o. heeft tijdens en vlak na de Tweede Wereldoorlog momentum op weten te bouwen. De groei blijft doorzetten, maar de achterliggende dynamiek verandert wel. De taak en de invulling van het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek neemt in de naoorlogse jaren een andere vorm aan. Er zijn daarvoor twee factoren aan te wijzen. De industriepolitiek die effect heeft op het t.n.o. en TNO. Daarnaast is er de opkomst van het Bush-paradigma in de wetenschap.

Na de oorlog wordt de toegepaste natuurwetenschap door politici en beleidsmakers gezien als een instrument bij de industrialisatie van Nederland. De eerder aangestipte industrialisatienota's staan centraal in dat beleid. In eerste instantie wordt er inhoudelijk in die nota's niet veel waarde gehecht aan het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek. Centraal in de eerste industrialisatienota's staan de taakstellingen voor werkgelegenheid, productie en investeringen voor 1948 tot eind 1952.¹⁵⁷ In 1952 zou er volgens plan een overschot moeten zijn op de betalingsbalans, waarmee er Marshallplan schulden afbetaald konden worden. Uiteindelijk verschijnen er, in die periode in totaal, drie industrialisatienota's die succesvol te noemen zijn. In 1952 is de betalingsbalans weer positief en bloeit de Nederlandse industrie. De overheid is grondig en dirigistisch in haar aanpak. Er werden harde plannen voor de lange termijn opgesteld, voor de expansie van een aantal basisindustrieën, arbeidsintensieve traditionele bedrijfstakken en industrieën van hoog gekwalificeerde (export)-producten. Toch is er een koppeling tussen de industrialisatiepolitiek en het t.n.o. in Nederland. In dit geval is die koppeling een man, G.A. Kohnstamm. Als een van de bedenkers van het industrialisatiebeleid beseft hij al in een vrij vroeg stadium, dat de ontwikkeling van de industrie niet zonder wetenschappelijke input kan. Kohnstamm, die verderop behandeld zal worden, ziet daarin vooral een taak voor TNO weggelegd. Uiteindelijk zal de rol van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in de industrialisatie groeien. Het t.n.o. wordt in dienst gesteld van de industrie, die daardoor met hoogwaardige exportproducten de economie kan stimuleren. Toch wordt zeker niet alle toegepaste natuurwetenschap in dienst gesteld van de industrie.

En zo komen we bij de tweede factor, die de groei van het t.n.o. stimuleert. Dit komt door een andere ontwikkeling in het Nederlandse onderzoekslandschap, waar TNO destijds een groot deel van uitmaakt. Die nieuwe ontwikkeling op het gebied van de natuurwetenschap is het fundamentele wetenschappelijke onderzoek. Het ministerie van O,K&W trekt in 1950 extra geld uit voor de oprichting van ZWO, een organisatie voor het fundamentele onderzoek. Dit was een reactie op initiatieven van academische wetenschappers. Zij waren onder de indruk van de wetenschappelijke vooruitgang in de Verenigde Staten, waarop ze tijdens de oorlog geen zicht hadden gehad; een voorbeeld is de ontwikkeling van de atombom. Zij, en met hen later anderen, gaan het Amerikaanse wetenschapssysteem als een voorbeeld zien. Er werd een wetenschapper naar de V.S. gestuurd, om uit te zoeken hoe de zaken daar geregeld waren. De ideologie die hij mee naar huis bracht, kennen we als het Bush-paradigma. De opkomst van het Bush-paradigma zal als eerste behandeld worden in dit hoofdstuk. Daarna zal er worden ingegaan op de industrialisatiepolitiek.

Verder moet er nog over de periode, die dit hoofdstuk beslaat, gezegd worden dat hierover de minste onderzoeksempirie beschikbaar is. Tijdens het verzamelen van de onderzoeksempirie bleek dat materiaal over deze periode het lastigste te verkrijgen was. Er waren geen bijzondere archieven tot mijn

¹⁵⁵ Jasper Faber, *Het Nederlandse Innovatie Systeem*, p. 208-233.

¹⁵⁶ *Techniek In Nederland in de twintigste eeuw*, deel VII (2203), p. 15-31.

¹⁵⁷ De Hen, *Actieve en re-actieve industrialisatiepolitiek*, (Amsterdam 1980), p. 278-283.

beschikking tijdens dit onderzoek. Over de jaren '50 heb ik, mede dankzij het boek 'een kwart eeuw TNO' en het proefschrift van Jan Al, nog veel informatie kunnen verzamelen. De jaren '60 zijn het echte probleem. Dat merk ik niet alleen in mijn eigen onderzoek, ook in de geraadpleegde literatuur blijkt informatie over TNO-werkzaamheden, dun gezaaid te zijn in die periode. De jaren '60 vormen een uitzondering, zo is er al veel meer empirisch materiaal beschikbaar over de jaren '70. Een reden voor het afwezig zijn van empirische bronnen is bijvoorbeeld het ontbreken van een projectenadministratie bij veel wetenschappelijke instituten. Dat geldt ook voor TNO. Daarnaast werkt ook het Bush-paradigma hier niet mee. Men was het eens over het feit dat investeren in onderzoek gegarandeerd een goed rendement oplevert. Er was weinig overtuigingskracht nodig, om investeerders te lokken. Dat in tegenstelling tot bijvoorbeeld de jaren '30 en '70 waarin weloverwogen argumenten, die gedocumenteerd werden, aangedragen moesten worden om iets gedaan te krijgen.

3.2 De opkomst van het Bush-paradigma

De besproken gebeurtenissen laten een verandering zien in de opvattingen over de rol van de wetenschap in de samenleving. Voor de Tweede Wereldoorlog komt met moeite, TNO tot stand. Maatschappelijk betrokken wetenschappelijk onderzoek is voornamelijk een bezigheid van wetenschappers en industriëlen, met terughoudende ambtenaren als sparringpartner. De ideeën die de wetenschappers hadden over het uitvoeren van t.n.o. is zeer divers van aard geweest, zoals bleek in hoofdstuk 2. Dat verandert totaal na de Tweede Wereldoorlog. Geïnspireerd door de vorderingen van de wetenschap in Amerika, en overtuigd van de grote voorsprong van de Amerikanen, wilden wetenschappers dat hier de zaak anders geregeld ging worden. Over de vraag hoe dat geregeld zou moeten worden ontstaat een discussie. Tijdens de wederopbouw was de bereidheid van wetenschappers, om hun kennis en kunde ter beschikking te stellen van de industrie, groot.¹⁵⁸ De overheid wil ook dat de zaak anders geregeld gaat worden. Minister-president Schermerhorn had na de bevrijding, in 1945, een gesprek gevoerd met het dagelijks bestuur van TNO over de opbouw van research in Nederland.¹⁵⁹ Na het bestuderen van het vraagstuk, werd door wetenschap en overheid besproken hoe men de onderzoekscapaciteit in Nederland uit kon breiden. In dat overleg werden verschillende aspecten meegenomen, zoals de ervaringen en de status van TNO en de ervaringen van het Philips Nat.Lab.. Ook de wens om de wetenschappelijke achterstand op Amerika in te halen speelde hier een rol. Door de concentratie op het maatschappelijk nut van het onderzoek was geen aandacht besteed aan het voornemen van Schermerhorn dat de stimulering ook het onderzoek in de geesteswetenschappen moest insluiten.¹⁶⁰ Dit betekende dat het overleg gedomineerd werd door de natuurwetenschappen. Al eerder is gesteld dat inrichting van TNO als organisatie, een mogelijke invulling is van het toepassen van wetenschap. De ervaringen die besproken werden zullen ongetwijfeld de invulling van het t.n.o. bij TNO, die door een lang proces van overleg tot stand was gekomen, hebben omvat. De ervaringen bij het Nat.Lab. vormen hier een alternatief op. De inrichting van het t.n.o. bij het Nat.Lab. is zeker voorbeeldig en toonaangevend geweest. Zodoende leverde het Nat.Lab., vanuit die positie, een bijdrage aan de discussie over de inrichting van het natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland.

Voor dit onderzoek zijn de ideeën van natuurwetenschappelijk onderzoek bij het Nat.Lab. relevant. Daarom zal er kort ingegaan worden op het t.n.o. gedachtegoed aldaar. De eerste die de Nat.Lab.-visie op t.n.o. expliciteerde was eerste directeur Gilles Holst. Homburg wijst op een lezing gegeven door Holst in 1947. Waarin Holsts opvattingen over onderzoek, die Homburg de 'filosofie-Holst' noemt, tekenend naar voren komen.

"Het heeft vaak zin om een onderzoek zo fundamenteel mogelijk op te zetten en niet te direct op het doel af te stevenen. Hiermee vergroot men de kans om een nieuwe of betere weg te vinden. De directe weg is meestal door anderen ook al betreden en

¹⁵⁸ Jasper Faber, *Kennisverwerving*, p. 53.

¹⁵⁹ Albert Kersten, Een organisatie van en voor onderzoekers: *de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.), 1947-1988*, (1995), p. 10.

¹⁶⁰ Ibid., p. 13-14.

heeft hen klaarblijkelijk niet het gewenste resultaat opgeleverd. Hoe beter men de verschijnselen op de achtergrond beheerst, des te groter de kans om de beste oplossing te vinden [...].”¹⁶¹

De, op het fundamenteel wetenschappelijk onderzoek gebaseerde, filosofie van Holst werd ook door zijn opvolgers Casimir, Verwey en Rinia onderschreven. De prestaties die het Nat.Lab. tussen 1914 en 1946 onder leiding van Holst had geleverd leken het succes van deze filosofie bovendien te onderstrepen. Bij Philips had juist deze methode tot een grote productdiversificatie en een uitgebreid octrooiportfolio geleid. Holst had een overtuigende wetenschappelijke werksfeer weten te creëren in het Nat.Lab. Hij had op die manier de terughoudendheid van wetenschappers om voor de industrie te gaan werken, succesvol weg kunnen nemen en veelbelovende wetenschappers aan weten te trekken.¹⁶² Holst was invloedrijk, maar zijn filosofie kreeg pas na de Tweede Wereldoorlog bredere steun.

Tot zover de filosofie Holst, we gaan weer verder met de ontwikkeling van het overleg over de uitbreiding van de onderzoekscapaciteit in Nederland. De atoombom en, in mindere mate, de radar werden genoemd als de meest indrukwekkende wetenschappelijke vooruitgang in de Verenigde Staten.¹⁶³ Beide uitvindingen zijn natuurwetenschappelijke hoogstandjes, die voorkwamen uit fundamenteel natuurwetenschappelijk onderzoek. Als de onderzoekscapaciteit in Nederland uitgebreid ging worden, zo schatte men in, kon het meeste van dat veld verwacht worden. Deze gedachte werd in de praktijk gebracht. Wiskundigen richtten met overheidssteun het Mathematisch centrum op, dat fundamenteel onderzoek combineerde met opdrachtonderzoek en gegevensbewerking voor de industrie. Natuurkundigen richtten de stichting Fundamenteel Onderzoek der Materie (FOM) op om onderzoek te doen naar de vreedzame toepassing van atoomenergie.¹⁶⁴ Ook deze ontwikkeling had invloed op het overleg, maar uiteindelijk wisten de overheid en de wetenschappers niet zo goed welke kant men op moest gaan.

Er was ook een Amerikaanse input in het overleg. In een vergadering, waar ook minister Lieftinck van Financiën aanwezig was, werd besloten Prof. Dr. Ir. F.A. Vening-Meinesz in de winter van 1945/1946 naar de Verenigde Staten te sturen, om te achterhalen hoe groot de achterstand van de wetenschap precies was.¹⁶⁵ Bij zijn terugkeer rapporteerde Vening-Meinesz over het spraakmakende rapport ‘Science, the endless frontier’ van Vannevar Bush, de Rockefeller Foundation en over de oprichting van de National Science Foundation. Vooral het rapport van Bush zal zeer invloedrijk blijken bij de uitbreiding van de onderzoekscapaciteit in Nederland.

Oprichting van ZWO

Vanaf 1946 was het overleg, dat toen de status Staatscommissie ten behoeve van het Fundamenteel Onderzoek kreeg, bezig geweest met het bestuderen van mogelijkhedenvoorwaarden en mogelijke inrichtingen. Men concludeerde dat, ‘zonder fundamenteel onderzoek hier te lande zal men wellicht op onvolkomen wijze, wat in het buitenland gedaan is, na kunnen volgen, een vooropgaan dat in verband met de noodzaak tot exporteeren dringend gewenst is, is echter uitgesloten.’ Nu juist dit exporteren zo belangrijk werd geacht besloot de overheid, om het fundamentele onderzoek in zijn totaliteit te stimuleren en te organiseren. Zo kwam in 1950 de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek tot stand. Het primaire doel van de organisatie was het stimuleren van het zuiver of fundamentele onderzoek in Nederland. Het moest mogelijkheden creëren om jonge wetenschappers bekend te laten worden met fundamenteel onderzoek. De organisatie kreeg ook fondsen om dat type onderzoek te financieren. De basis waar dat op moest gebeuren, was naar model van de Rockefeller Foundation.¹⁶⁶ In dat model worden onafhankelijke instellingen en individuen gesubsidieerd. Dat is een contrast met TNO, waar men zoveel mogelijk faciliteiten binnen de muren van de organisatie wilde trekken. Een overeenkomst met TNO is, dat ook ZWO een onafhankelijke stichting wordt, dat was

¹⁶¹ Ernst Homburg, *Speuren op de tast*, p. 32.

¹⁶² Boersma, *Inventing structures*.

¹⁶³ Baggen, Faber en Homburg, *Opkomst van een kennismaatschappij*, p. 168.

¹⁶⁴ *Ibid.*, p. 168.

¹⁶⁵ Kersten, *Een organisatie van en voor onderzoekers*, p. 10-20.

¹⁶⁶ *Ibid.*, p. 15.

een aspect van TNO dat zeer goed was bevallen. Men wilde de organisatie nadrukkelijk tegen ambtelijke beïnvloeding beschermen.¹⁶⁷ Er was ook nagedacht over de positionering van ZWO in de bestaande organen. Volgens de staatscommissie was het onmogelijk om de grens 'zuiver' te trekken. Het werkterrein werd omschreven als 'verder dan de directe toepassing af dan dat van TNO.' Belangrijker dan een afbakening was wel dat de twee organisaties een innige samenwerking zouden ontwikkelen. Als een onderzoek in de toepassingsfase zou raken, dan kon men het overdragen aan TNO of de industrie.¹⁶⁸

De oprichting van de stichting ZWO gaat niet zonder slag of stoot. In het interbellum was men na veel discussie tot de consensus gekomen, dat TNO de organisatie bij uitstek was, voor al het maatschappelijk betrokken wetenschappelijk onderzoek. Deze uitgekristalliseerde fase stond nu onder druk. Vanuit de universiteiten was men bang dat de komst van ZWO het zuiver wetenschappelijke onderzoek op universiteiten zou verdwijnen. Dat de beste wetenschappers zo verloren zouden gaan voor het onderwijs. De meeste wetenschappers wilden vasthouden aan het uitvoeren van zuiver wetenschappelijk onderzoek op universiteiten, in dienst van wetenschappelijk onderwijs.¹⁶⁹ De overheid wil echter de wetenschappelijke invloed op de samenleving uitbreiden. Men is ervan overtuigd geraakt dat wetenschap en techniek, oplossingen kunnen geven voor bijna alle vraagstukken van zowel maatschappelijke als wetenschappelijke aard. Dit is niet anders dan een sterk natuurwetenschappelijke benadering van de zaak te noemen. De uiteindelijke opzet van ZWO vertoont enige overeenkomsten met de opzet van TNO. ZWO is een intermediair tussen overheid en wetenschap met als taak '[...] het zuiver-wetenschappelijk onderzoek aan alle universiteiten en hogescholen alsmede daarbuiten en de coördinatie daarvan voor zover nodig te bevorderen met alle daartoe dienstige middelen, in het bijzonder door het beschikbaar stellen van gelden'.¹⁷⁰

Met de oprichting van ZWO neemt het Nederlandse onderzoekslandschap een nieuwe vorm aan. Dit is een belangrijk punt in dit onderzoek. Voor de oorlog was TNO het enige onafhankelijke wetenschappelijke instituut, het zuivere onderzoek werd uitgevoerd aan de universiteiten. Nu werd de bestaande situatie uitgebreid met de organisatie ZWO. Ook dit instituut wordt opgericht met een specifieke visie, het bevorderen van het zuivere wetenschappelijke onderzoek. Teruggrijpend op het theoretische kader van dit onderzoek zien we hier de institutionalisering van de zuiver-toegepast dichotomie. De dichotomie is gebaseerd op een scheiding van onderzoeksdoel, dezelfde scheiding is aanwezig bij ZWO en TNO. Er zijn hierboven twee opmerkelijke uitspraken gedaan, die in dit licht nogmaals bekeken worden. De eerste uitspraak is dat, belangrijker dan een afbakening van terreinen, ZWO en TNO een innige samenwerking moeten ontwikkelen. Een samenwerking lijkt bij voorbaat geen probleem, enkele betrokkenen bij de oprichting van ZWO, zijn TNO-ers. Diverse zaken, zoals weefselkweek onderzoek, werden besproken door beide organisaties. Voornamelijk om uit te maken wie de subsidiering ervan op zich zou nemen. Daarbij lette het ZWO-bestuur nauwgezet op het zuiver wetenschappelijke karakter van het onderzoek.¹⁷¹ Van samenwerking was wel sprake, maar de afbakening van terrein speelt daar in de praktijk wel een rol in. Verder is er weinig te vinden over de invulling van de innige samenwerking in 'Een organisatie van en voor wetenschappers'. Het lijkt erop dat men in de samenwerking vooral uitmaakt welke organisatie een bepaald project krijgt toegewezen. Gecombineerde projecten worden door deze houding niet ondernomen. Ondanks dat de voornemens anders liggen, ontstaat er in de praktijk een scheiding tussen het zuivere en het toegepaste onderzoek. Zo komen we bij de tweede opmerking. Volgens de staatscommissie was het onmogelijk om de grens 'zuiver' te trekken. Men koos ervoor om het werkterrein te omschrijven als 'verder dan de directe toepassing af dan dat van TNO.' In werkelijkheid blijkt dat men die grens dus wel trekt. Waar die grens door het ZWO-bestuur gelegd wordt, komt niet naar voren uit de gebruikte bronnen, maar de grens werd scherp in de gaten gehouden. ZWO was een organisatie voor zuiver onderzoek, toepassingsgerichtheid beïnvloedde de kwaliteit van onderzoek. Zuiver en toegepast onderzoek werden gescheiden en door de afbakening van terreinen, ontstaat vervolgens een barrière.

¹⁶⁷ Kersten, *Een organisatie van en voor onderzoekers*, p. 15.

¹⁶⁸ Ibid., p. 17.

¹⁶⁹ Van de Goor, *Organisatie van wetenschap*, p. 129.

¹⁷⁰ Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek(ZWO), *Vorbereiding en werkzaamheden in de oprichtingsperiode, 1945-1949*, (1949), p. 52.

¹⁷¹ Kersten, *Een organisatie van en voor onderzoekers*, p. 91-92.

Een tweede punt dat bij de oprichting van ZWO niet aan bod komt, is het vraagstuk van coördinatie van onderzoeksactiviteiten. De commissie Went had in haar adviezen het nog op te richten TNO aangewezen als een exclusieve coördinator van (toegepast) natuurwetenschappelijk onderzoek. De oprichting van ZWO betekende een einde aan die exclusieve coördinerende taak, voor zover deze al had bestaan. Echter de TNO-wetstekst waarin de coördinerende taak beschreven staat wordt niet aangepast. Dit doet vreemd aan, in een tijd waarin de overheid op veel fronten nadrukkelijk aanwezig is. Ook werd de positie van ZWO ten opzichte van andere partijen tijdens de oprichting besproken. Het kwam er dus op neer dat TNO en ZWO beide een coördinerende taak hadden.

Hoe zit het nu met dat Bush-paradigma?

Bush is tot nu toe, in dit hoofdstuk, eenmaal genoemd. ZWO is, volgens de organisatie zelf, ingericht zoals de Amerikaanse Rockefeller Foundation. Bushs rapport lijkt op te zijn gegaan in het bredere plaatje, dat de oprichting van ZWO is. In eerste instantie lijkt dat zo, maar als we wat dieper op de zaak ingaan blijkt de vork anders in de steel te steken.

Vannevar Bush raakte in 1941 betrokken bij het 'Office of Scientific Research and Development (OSDR) als directeur. Dit overheidsorgaan was, onder andere, belast met de organisatie van het Manhattan project tot 1943 (toen werd de verantwoordelijkheid aan het leger overgedragen). Het bureau stuurde 30.000 man aan en was verantwoordelijk voor de ontwikkeling van ongeveer 200 wapens en defensieapparatuur. Onder die projecten vallen sonar, radar, de nabijheidsontsteker, amfibievoertuigen, een richtmechanisme voor bommewerpers. Men had grote verwachtingen van deze technologieën, hetgeen het belang van de OSDR voor het winnen van de oorlog bevestigde.¹⁷² Bushs beroemd geworden rapportage, 'Science: the endless frontier', werd in 1945 aangeboden aan president Roosevelt. De inhoud van het rapport spiegelt zijn persoonlijke ervaringen met onderzoeksprojecten, zoals die bij de OSDR. Bush betoogt dat zuivere wetenschap de grondslag vormt voor belangrijke wetenschappelijk-technische doorbraken. De mogelijkheid voor onderzoek was, door de Amerikaanse overheid mogelijk gemaakt door de intensieve financiële steun aan de wetenschap. Het bewijs dat Bushs formule een succes was bleek volgens hem uit de doorslaggevende voordelen, die het Amerikaanse leger had gekregen. Bush extrapoleerde deze ervaring en voorzag dat als men de wetenschap financieel zou blijven steunen buiten oorlogstijd, de maatschappelijke welvaart zou groeien door wetenschappelijke vooruitgang. De focus van Bushs rapport lag op het benadrukken van de socio-economische voordelen van wetenschappelijk onderzoek. Dat was ook het doel van het rapport. Bush wilde de Amerikaanse president (en de overheid in het algemeen) overtuigen van het feit dat er fondsen voor de wetenschap vrijgemaakt moesten worden. Dat de argumentatie overtuigend is, zeker voor overheden in de naoorlogse situatie, blijkt uit de volgende passage uit Bushs rapport.

"Advances in science when put to practical use mean more jobs, higher wages, shorter hours, more abundant crops, more leisure for recreation, for study, for learning how to live the deadening drudgery which had been the burden of the common man for past ages. Advances in science will also bring higher standards of living, will lead to the prevention or cure of diseases, will promote conservation of our limited resources, and will assure means of defense against aggression."¹⁷³

Door het rapport heen is er een uiteenzetting aanwezig van hoe het wetenschapssysteem ingericht zou moeten zijn; nieuwe fundamenteelwetenschappelijke ontdekkingen zorgen via de toegepaste wetenschap voor een onophoudelijke stroom van innovaties. Deze visie op het wetenschappelijk onderzoek staat ook wel bekend als het 'lineaire innovatiemodel'. Bush heeft zijn uiteenzetting overigens nooit een model genoemd. Wel staat buiten kijf, wat de kern van Bushs wetenschapssysteem was. Een land dat zijn zuivere wetenschap verwaarloosde, zou op den duur hopeloos achter raken en de concurrentieslag met andere landen op economisch en militair gebied verliezen.¹⁷⁴ "Basic science is the pacemaker of technological progress."¹⁷⁵ In de V.S. werd zijn rapport toonaangevend. Men gaat daar direct aan de slag met het oprichten van de in het rapport voorgestelde National Science Foundation, een centrale organisatie voor zuiver onderzoek in het belang van de wetenschap, de industrie en het leger. Het

¹⁷² Pascal G. Zachary, *Endless Frontier: Vannevar Bush, Engineer of the American Century*, The Free Press, (1997).

¹⁷³ V. Bush, *Science, the endless frontier*, p. 10.

¹⁷⁴ Ibid., p. 19.

¹⁷⁵ Ibid., p. 19.

toegepaste onderzoek werd elders uitgevoerd, bijvoorbeeld bij de industrie of het leger. De invloeden van het rapport zijn, in de jaren die volgde, ook in Nederland voelbaar.

Vening-Meinesz, die door de overheid naar Amerika was gestuurd om een inventarisatie te maken, neemt het rapport mee naar het Ministerie van O,K&W. Waar men het idee van een wetenschapssysteem volgens Bush meeneemt in het overleg voor de groei van de onderzoekscapaciteit in Nederland. Het kan haast niet anders dan dat de overheid oren had naar Bushs voorspelde effect van investeren in wetenschap. Een stroom van technische en maatschappelijk vooruitgang was namelijk precies wat Nederland nodig had, tijdens de wederopbouw en daarna. Meer onderzoekscapaciteit komt er in Nederland, door de oprichting van ZWO. Hiermee conformeert de Nederlandse overheid zich met de stelling van Bush dat de wetenschap efficiënter kan opereren als er actieve overheidssteun plaatsvindt. Vanuit de overheid wordt er weinig aan Bush gerefereerd, maar de ideeën van Bush leven hier wel. Referenties aan ‘Science, the endless frontier’ waren er wel tijdens het eerste congres in Nederland toegespitst op industriële en landbouwkundige research. Zowel congresvoorzitter Twijnstra als lezer Holst halen diverse malen Bushs ideeën aan.¹⁷⁶ Dit toont op zijn minst aan dat er een hoop wetenschappers bekend moeten zijn geweest met het stuk.

Wat opvalt is dat de ideeën van Bush zeker aanwezig zijn in Nederland, maar dat er weinig naar verwezen wordt. Het is lastig om de vinger te leggen op wat de bijdrage van Bush is. Aanwijzingen dat de ontwikkelingen van de wetenschap in Nederland zeer Bushiaans verlopen, zijn er voldoende. Zo neemt de overheid actief deel in het stimuleren van wetenschappelijk onderzoek, met name het zuivere onderzoek. Door de oprichting van ZWO wilde men de onderzoekscapaciteit in Nederland uitbreiden. De achterliggende gedachte hiervan was dat, door een verdere verwetenschappelijking van problemen, dit uiteindelijk de economie zou stimuleren.¹⁷⁷ Dat wetenschappelijk onderzoek socio-economische voordelen zou brengen werd voor het eerst door Bush op die manier verwoordt. Ook al was de retoriek en de discussie daarover al eerder ontstaan. Of er nu aan gerefereerd wordt of niet, er is hier sprake van het lineaire verband zoals dat in ‘Science, the endless frontier’ uiteengezet werd.¹⁷⁸ Eerder zagen we het ontstaan van de, voor het Bush-model, typische zuiver-toegepast dichotomie.¹⁷⁹ Dit kwam doordat ZWO en TNO elk hun terrein, in samenwerking met elkaar, afbakenden. De uitbreiding van het onderzoekslandschap, waarin al een organisatie voor ‘toegepast’ bestond, met een organisatie voor ‘zuiver’ verraadt in welke termen betrokken actoren dachten. ZWO is van het type organisatie dat Bush in zijn rapport aanprijst als de ‘zuivere’ bron van innovatie. Dit treedt nu nog niet zo op de voorgrond, maar de scheidingslijn tussen de twee typen onderzoek zal in de jaren die volgen alleen maar groeien. Met deze zaken op een rijtje valt te zeggen dat Bush aanwezig is op een vrij ontastbare wijze. Juist het feit dat actoren handelen volgens het door Bush opgestelde model, maar zich daar niet expliciet over uitspreken, zegt iets over het paradigmatische karakter van Bushs model. Bushs ideeën zijn niet nieuw, wat hij formuleert in ‘Science, the endless frontier’ is een samenvatting van ideeën die al bij veel wetenschappers leven. Kijk bijvoorbeeld naar Kruyt of Holst die al Bushiaans denken, voordat ‘Science, the endless frontier’ gepubliceerd wordt. Het dominant worden van het Bush-paradigma in Nederland is eigenlijk niet de verdienste van Bush. Het omslagpunt wordt mede veroorzaakt door de Tweede Wereldoorlog, de oprichting van ZWO en het overleg over de nieuwe organisatie van wetenschappelijk onderzoek.

In het kort nog enkele woorden over het verloop van de ontwikkeling van het Nederlandse onderzoek. De Nederlandse overheid ontpopte zich dan ook in de naoorlogse jaren als een welwillende financier van de Nederlandse wetenschap. De investeringen werden besteed zoals de experts, de wetenschappers, het uitkwam. Dit moet mede mogelijk zijn geweest door de gouden bergen die Bush in zijn rapport schetst. In het gedenkboek ‘een kwart eeuw TNO’ zegt auteur van ‘Speurwerk en laboratorium in het verleden’ R. Forbes dat elke dollar belegd in speurwerk gemiddeld 100-200% rente

¹⁷⁶ T.J. Twijnstra, *Openingswoord*, in: Redevoeringen, uitgesproken tijdens het Research-Congres (...) gehouden op 16 en 17 oktober 1947, (1947), p. 1-3; G. Holst, *Noodzaak en betekenis der research*, in: Redevoeringen, uitgesproken tijdens het Research-Congres (...) gehouden op 16 en 17 oktober 1947, (1947), p. 12.

¹⁷⁷ Kersten, *Een organisatie van en voor onderzoekers*, p. 15.

¹⁷⁸ Zie: figuur 2, Hoofdstuk 1

¹⁷⁹ Zie: figuur 1, Hoofdstuk 1

oplevert. Hij baseert dit op het werk van R.H. Ewell, die in opdracht van Bush, een van de eerste kwantitatieve R&D analyses uitvoerde over de correlatie tussen research en industriële productie.¹⁸⁰

Paragraaf 3.4 gaat verder in op de praktijk van het t.n.o. in de jaren '50. Eerst moet nog worden stilgestaan bij de politieke factor, die het wetenschappelijk onderzoek in Nederland stimuleerde, de industrialisatiepolitiek.

3.3 Industrialisatiepolitiek

Met het overleg over de nieuwe inrichting van de wetenschap in Nederland werden er ook andere initiatieven ondernomen. Het ministerie van Economische Zaken probeerde intussen de wetenschap, op een meer directe wijze aan de industrie ten goede te laten komen. In de eerste jaren na de oorlog had het ministerie bepaald dat de grootste prioriteit, voor Nederland, de ontwikkeling van de industrie was. Het ministerie bracht lacunes in de Nederlandse voortbrenging in kaart en ontwikkelde ideeën over hoe de Nederlandse industrie, optimaal kon profiteren van het wegvallen van de Duitse concurrentie. Aanvankelijk gebeurde dit in tal van productcommissies, waarin bedrijven, wetenschappers en ambtenaren van EZ zitting hadden.¹⁸¹ De eerder besproken kunststoffencommissie is hier een voorbeeld van. De overheid was het eens met deze visie en zag in de industrialisatie de oplossing voor Nederlands grootste problemen. De snel groeiende bevolking kon werk vinden in de industrie en de productie van goederen zorgde voor omzet. Vooral in de export van industriële producten zag men de efficiëntste manier om de betalingsbalans weer positief te krijgen. Deze eerste ronde van probleemanalyse en – inventarisatie werd opgevolgd door een uitgewerkt plan van G.A. Kohnstamm.

G.A. Kohnstamm

De industrialisatie was op het ministerie van Handel en Nijverheid, een taak van het directoraat Handels en Industrieel Beleid. Binnen dat directoraat bestond een afdeling Technisch Economische vraagstukken. Als hoofd van die afdeling werd de chemicus G.A. Kohnstamm aangewezen. Kohnstamm was afkomstig van de researchafdeling van de Koninklijke/Shell.¹⁸² Uiteindelijk verliet Kohnstamm de afdeling Technisch Economische vanwege de verschillen van mening over de hoeveelheid overheidsbemoeienis voor de plannen van zijn afdeling.¹⁸³ Enkele maanden na zijn vertrek publiceerde hij, zijn beroemd geworden prae-advies waarop hij in december 1947 ook promoveerde. Dit werk is Kohnstamms plan voor de industrialisatie. De uitgangssituatie daarbij was dat Nederland, zeker na een eventuele zelfstandigheid van Nederlands-Indië, over te weinig deviezen beschikte om zijn importen te kunnen betalen. Bovendien groeide de bevolking snel en leidde de mechanisering van de landbouw tot arbeidsuitstoot in die sector. Industrialisatie was het antwoord op deze problemen: mensen zouden werk kunnen vinden in de industrie en de export van industriële producten zou Nederlands deviezen kunnen opleveren. Kohnstamm stelde dat de industrialisatie vooral zou moeten worden gericht op het produceren van schaarse goederen en van hoogwaardige goederen die 'veel hersenwerk en handenarbeid vereisen'. Op grond van deze uitgangspunten stelde hij samen met TNO een 'nationaal researchprogramma' op, dat gericht was op baanbrekende activiteiten.¹⁸⁴ Hij beklemde de noodzaak van wetenschappelijke research voor de industrialisatie van Nederland. 'Een van de grootste bottlenecks voor een krachtige industrialisatie is een naar verhouding te zwakke en vooral te veel versnipperde research-activiteit in de Nederlandse industrie.' Dat is opmerkelijk te noemen, omdat TNO hierin had moeten voorzien.

In dit onderzoek mag Kohnstamms visie op het onderzoeksonderwerp niet ontbreken. "Research is tenslotte – statistisch beschouwd – de combinatie van een kansspel met een behendigheidspel. Tot op het eind der 19^e eeuw waren de grote technische en wetenschappelijke vindingen bijna volslagen *individuele* prestaties van reuzen in de wereld van de geest. Sinds het begin der 20^{ste} eeuw hebben de landen met de grootindustrie - Amerika en Duitsland voorop – ons de weg gewezen

¹⁸⁰ R.H. Ewell, *Role of Research in Economic Growth*, in: Chemical and Engineering News, July (1955), p. 2980-2985.

¹⁸¹ De Hen, Actieve en re-actieve industrialisatiepolitiek, p. 267-273.

¹⁸² Ibid., p. 256.

¹⁸³ Ibid., p. 273-274.

¹⁸⁴ Ibid, p. 277.

om door teamwork, door paring van de fantasie van enkelen aan de systematische toewijding en ijver van velen, een versnelling in de technologische vooruitgang te bereiken, die zonder deze principiële wijziging in methode van onderzoek ondenkbaar zou zijn geweest. De atoombom en de radar zijn voor ieder zichtbare triomphen van dit teamwork geworden; maar achter de muren van ontelbare industriële en andere laboratoria in de wereld zijn er iedere dag opnieuw dergelijke thriomphen-van-samenwerking – zij het van kleiner formaat en van minder wereldschokkende uitwerking – te signaleren.”¹⁸⁵

Kohnstamm heeft een visie op wetenschappelijk onderzoek, die typisch voor zijn tijd genoemd kan worden. In de quote hierboven wordt in een zeer compacte vorm het Bush-paradigma verwoord. De kern van de quote is dat wetenschappelijk onderzoek leidt tot technologische vooruitgang. De zuiver-toegepast dichotomie komt niet sterk naar voren.

Om vooruitgang te gaan boeken, of thriomphen-van-samenwerking te creëren, moest men dus veel wetenschappers hebben. Maar het bijeenkrijgen van een wetenschappelijk team, dat in staat is om die wetenschappelijke arbeid te verrichten. Vooral een, die kan leiden tot werkelijke vernieuwing, kostte een middelgrote of kleine onderneming, te veel geld. Kohnstamm ziet hier een taak weggelegd voor een collectieve research organisatie. Kohnstamm stelt dat TNO nog in de kinderschoenen staat, maar dat het zich net als de grote industriële laboratoria, met de tijd sterk kan ontwikkelen. Wat TNO nodig had, was geld van ondernemers en overheid.¹⁸⁶ TNO krijgt in zijn schema voor economisch herstel van Nederland door het uitvoeren van wetenschappelijk onderzoek een duidelijke functie. Hij vat TNO op als een unieke organisatie die de taak van collectieve researchafdeling als geen ander kan vervullen.¹⁸⁷

Kohnstamm was als researchman actief bij Koninklijke/Shell en Philips. Het ligt voor de hand dat hij zich zo uitsprekt voor de ontwikkeling van meer researchactiviteiten in Nederland, om tot economisch herstel te komen. Hij ziet research zelfs als enige manier om dat doel te bereiken. Nederland had op dat moment de economische handicaps van grondstoffentekorten, landbouwklimaat en structurele oorlogsverliezen. De enige overgebleven mogelijkheid tot herstel is de door hem genoemde ‘human factor’.¹⁸⁸ Met die factor doelt hij op de vindrijkheid van de mens. Daarmee is Kohnstamms roep om meer research, niet alleen te zien in economisch belang. Research is meer dan alleen een manier om meer geld binnen te krijgen, het is een waarde in zichzelf. “Is er één gebied aan te wijzen, waar intellect en fantasie zó samenspelen als in de wereld der research?” Met het uitbrengen van zijn Prae-adviezen had Kohnstamm een zeer overtuigend statement weten te maken voor de industrialisatie en voor research.

Industrialisatiebeleid en het t.n.o.

Het onderwerp industrialisatie werd mede door Kohnstamm ontwikkelt tot wasdom. Van 1950 tot 1964 voerden de achtereenvolgende ministers van Economische Zaken, te beginnen met J.R.M. van den Brink, een actief en dirigistisch industrialisatiebeleid.¹⁸⁹ In navolging van Kohnstamm benadrukt Van den Brink de achterstand op het gebied van de ‘technische research en ontwikkeling’.¹⁹⁰ Hij wees op het belang van TNO en kondigde aan nieuwe instituten te willen oprichten, met name op het gebied van de metallurgie en de metaalbewerking. Ook de bedrijven zelf moesten aan de slag. Naast de grote ondernemingen, die eigen laboratoria hadden, ‘[was] het dringend gewenst, dat ook de minder grote ondernemingen in toenemende mate worden doordrongen van het belang van de research arbeid in eigen bedrijf’.¹⁹¹ De industrie moest streven naar ‘een groter gehalte aan “brains” in onze producten’.¹⁹² Een

¹⁸⁵ H.J. Frietema en G.A. Kohnstamm, *Welke duurzame structuurveranderingen hebben zich laatstelijk voorgedaan in de welvaartsbronnen van ons land, in het bijzonder ten aanzien van landbouw en industrie?: in welke richting zullen als gevolg hiervan landbouw en industrie zich moeten ontwikkelen teneinde een zo groot mogelijke welvaart aan onze bevolking te verzekeren?*, preadviezen van H.J. Frietema en G.A. Kohnstamm, (Den Haag 1947), p. 139.

¹⁸⁶ Ibid., p. 139-140.

¹⁸⁷ Ibid., p. 141.

¹⁸⁸ Ibid., p. 141.

¹⁸⁹ Marjan van de Goor, *Organisatie*, p. 321-322.

¹⁹⁰ Verbond van Nederlandsche Werkgevers, *De Nederlandse industrie sinds 1945: een wereld van groei* (1952) tegenover 385.

¹⁹¹ Ibid., p. 36.

uitspraak die legendarisch is geworden en tot op de dag van vandaag nog gebruikt wordt. Uitbreiding van de research zou in de ogen van de minister vooral een zaak moeten zijn van de bedrijven zelf, maar voor de kleine en middelgrote ondernemingen beval hij TNO aan. Het kabinet vergrootte de subsidie aan de Nijverheidsorganisatie TNO van f 3,5 miljoen in 1949 tot f 28 miljoen in 1963. Daarbij kreeg TNO de opdracht om het contact met de industrie te verbeteren. Dit resulteerde vanuit TNO-zijde in de eerder besproken researchverenigingen en TNO contactmannen. In eerste instantie gaat men er nog vanuit, dat de achterstand op wetenschappelijk gebied met de Verenigde Staten in te halen is, maar later wordt dat betwijfeld.

Van den Brink was overtuigd geraakt door het werk van Kohnstamm en besloot tot het uitbrengen van de zogenaamde Industrialisatienota's. Deze nota's waren beleidsplannen voor de ontwikkeling van de industrie en te verwachten bijbehorende strategische investeringen. De industrialisatieschema's hadden een looptijd van vijf jaren. Qua gedachtegoed vertoonde ze overeenkomsten met Kohnstamms prae-adviezen.

De eerste Industrialisatienota bestreek de periode 1948-1952, maar verscheen pas als bijlage bij de begroting van 1950. De Nederlandse economie had toen al de wind in de zeilen gekregen. In 1948 was de Marshall-hulp van start gegaan en ook in dat jaar was het productiepeil van Nederland, voor het eerst sinds de oorlog weer op het niveau van voor de oorlog gekomen. De eerste industrialisatienota had de trend gezet voor de jaren tot en met 1952 en de tweede en derde nota waren dan ook slechts 'Voortgangsrapporten aan parlement en volk: bijstellingen van het industrialisatieschema' en 'kwantificeringen van voorgenomen beleid, dat alert op de wisselende omstandigheden (...) wil inspelen.'¹⁹³ De vierde nota verscheen onder Van den Brinks opvolger, J. Zijlstra. In deze nota werd het tweede indicatieve vijfjarenplan gepresenteerd. Dit plan bestreek de periode 1952-1957. De vijfde nota die drie jaar later verscheen liet zien dat de industrialisatie zoals die in dat schema geschetst was, voorspoedig verliep. Er waren wel problemen ontstaan wat de beoogde export betreft. Minister Zijlstra stelde in de nota dat, vanwege de opkomst van nieuwe industrielanden, Nederland zich meer moest richten op die goederen waar de concurrentie zich niet mee bezig hield. Dit betekende een stimulans voor diversificatie plannen en projecten gericht op kwaliteitsverbetering. Een aandachtspunt in het beleid was dan ook de bevordering van de technisch-wetenschappelijke research. 'Door het nieuwe researchwerk wordt immers de grondslag gelegd voor nieuwe ontwikkelingsmogelijkheden van de industrie en voor verruiming van de technische kennis van industriëlen.'¹⁹⁴ Zijlstra benadrukte dan ook het belang van research en spoorde bedrijven aan gebruik te maken van de diensten van TNO.¹⁹⁵ De laatste industrialisatienota die Zijlstra schreef was beknopter dan de eerdere twee. De overheid was tevreden met het verloop van de industrialisatie en liet het initiatief dan ook steeds meer over aan het bedrijfsleven zelf. Zijlstra bleef wel wijzen op de noodzaak van het wetenschappelijke speurwerk voor het behoud van een goede concurrentiepositie.¹⁹⁶

Onder de volgende minister van Economische Zaken, J.W. de Pous, verschenen nog twee industrialisatienota's. De zevende verscheen in 1960 na een verzoek van de Tweede kamer en is in feite een verslag over de eerste twee jaren van het schema 1957-1962. De laatste nota, die eerder een rapportage van geboekte vooruitgang was, bevestigde de voltooiing van de industrialisatie. De ontwikkeling van basis- en verwerkende industrieën was voltooid. De nota sprak over de bevordering van het industriële klimaat en had weinig taakstellends meer. Vanaf de jaren zestig is eerder sprake van

¹⁹² J. Zijlstra, *vijfde Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie van Toelichting op het X^{de} hoofdstuk (Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1956, (Den Haag 1955).

¹⁹³ Van den Brink, *Zoeken naar een 'heilstaal'*, in: *Tweede Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie van Toelichting op het X^{de} hoofdstuk (Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1951, Den Haag 1950; *Derde Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie van Toelichting op het X^{de} hoofdstuk (Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1952, Den Haag 1951.

¹⁹⁴ J. Zijlstra, *Vierde Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie van Toelichting op het X^{de} hoofdstuk (Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1953, (Den Haag 1952).

¹⁹⁵ J. Zijlstra, *vijfde Industrialisatie Nota*.

¹⁹⁶ J. Zijlstra, *Zesde Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie van Toelichting op het X^{de} hoofdstuk (Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1959, (Den Haag 1958).

industriepolitiek dan industrialisatiepolitiek.¹⁹⁷ Wel ging De Pous in deze industrialisatienota voor de laatste keer in op het belang van wetenschap en technologie voor de industrialisatie. Hij stelde dat ‘de snelle technische en economische ontwikkeling, welke zich in de gehele westerse wereld sinds 1945 heeft voorgedaan, zou niet denkbaar zijn geweest zonder de ongekennd sterke groei van het natuurwetenschappelijk speurwerk en de technische ontwikkelingsarbeid’. Op één punt was De Pous niet tevreden, hij constateerde dat Nederland minder geld uitgaf aan speurwerk (1,5% BNP in Nederland versus 2% in de V.S.). Hij waarschuwde net als voorganger Zijlstra op de gevaren daarvan voor de concurrentiepositie. De taak van de overheid zag De Pous in het scheppen van mogelijkheden tot het doen van speurwerk. Daartoe verleende de overheid extra financiële steun aan diverse organisaties, zoals TNO en ZWO.¹⁹⁸

Voor dit onderzoek is het interessant om te zien, dat het overheidsbeleid van sturing van industriële ontwikkeling, overgaat naar stimulering van research. In eerste instantie (1949) wordt wetenschappelijk onderzoek gezien als een essentieel instrument voor de industrialisatie en later (1952) voor de verbetering van de kwaliteit van de Nederlandse industrie. Vanaf 1957 werd het wetenschappelijk onderzoek echter, mede onder invloed van de shock die de lancering van de eerste Sovjet Spoetnik veroorzaakte, gezien als de belangrijkste factor voor innovaties, voor doorgaande economische groei en het handhaven van de internationale positie van de Nederlandse economie.

De gevoerde industrialisatiepolitiek wordt over het algemeen als zeer succesvol beschouwd. Nederland ging economisch gezien, net als de rest van de Westerse wereld na de Tweede Wereldoorlog, vooruit. De minister van Economische Zaken in 1958 schetst het volgende beeld: “Meer nog dan ten tijde van het indienen van de vierde industrialisatienota in 1953 leeft thans het besef, dat wij ons bevinden in een golf van technische ontwikkeling, die vergelijkbaar is met de eerste industriële revolutie, welke het economisch en ook ruimer, het maatschappelijk leven onherkenbaar heeft veranderd. De opmars der kunststoffen, de economische toepassingen van de kernsplitsing, alsmede het geheel van bestuur- en regeltechniek van industriële processen -welk geheel kan worden samengevat als automatisering- vormen van deze industriële revolutie (of –als men wil- versnelde evolutie) de kernpunten.”¹⁹⁹ Wat ook blijkt uit het voorgaande, is dat de nota’s zelf in eerste instantie sturend zijn, maar later rapportages worden van het uitgevoerde beleid. De overheid bleef een gunstig klimaat voor de industrie creëren, maar inhoudelijk viel er weinig meer te industrialiseren. In de eerdere nota’s, wat het t.n.o. betreft, spreekt men over stimulering van het technisch-wetenschappelijk onderzoek, ten bate van de industrialisatie. In de latere nota’s veranderd dat accent in, dat het wetenschappelijk onderzoek niet persé direct toepasbaar behoefde te zijn om nuttig te zijn voor de Nederlandse industrie. Sturing vanuit de overheid beperkt zich tot de industrie, er is geen sprake van een sturend beleid wat wetenschappelijke activiteit betreft. De overheid stelt geld beschikbaar, maar de invulling van de wetenschappelijke onderzoeksprogramma’s wordt overgelaten aan de wetenschap zelf. De wetenschap bouwt hierdoor een grote autonomie op.

Ten slotte blijkt dat de overheid zich steeds actiever op gaat stellen wat de ontplooiing van wetenschappelijke activiteiten in Nederland. Het zou echter verkeerd zijn om wetenschap als een doel van het industrialisatiebeleid te zien. De economische doelen zijn belangrijker dan wat dan ook en de beleidsomvang van de nota’s is zeer groot. De economische doelstelling gaat men de ‘magische driehoek’ noemen. Daaronder vallen voldoende werkgelegenheid, een sluitende betalingsbalans en een stabiel prijsniveau.²⁰⁰ Om een idee te geven van de grote omvang van het beleid, er werden hele industrieën gedirigeerd. Het doel van dat ingrijpen was om ervoor te zorgen dat de stand van zaken in lijn kwam met het beleid.²⁰¹ Men verwachtte de meeste financiële groei in eerste instantie door het uitbreiden van industriële activiteiten. Pas later komt men tot de conclusie dat er een grens zit aan de industrialisatie en vervolgens de meeste financiële groei gaat verwachten van nieuwe (technische) ontwikkelingen. Dat de ontwikkeling van de wetenschap weinig prioriteit had, blijkt ook uit een overzichtswerk van de

¹⁹⁷ Innovatienota, achtergronddocument III, p.105.

¹⁹⁸ J.W. de Pous, *Achtste Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie van Toelichting op het X^{de} hoofdstuk (Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1964, (Den Haag 1963).

¹⁹⁹ J. Zijlstra, *Zesde Industrialisatie Nota*.

²⁰⁰ De Hen, *Actieve en re-actieve industrialisatiepolitiek*, p. 281.

²⁰¹ Ibid., p. 281.

industrialisatiepolitiek door Paul de Hen. Hij verwijst sporadisch naar TNO of de ontwikkeling van het t.n.o. in Nederland.

3.4 Het t.n.o. in de praktijk

Het effect van de heroriëntatie van de wetenschap in Nederland en de industrialisatiepolitiek op de Nederlandse kennisinfrastructuur zijn ongekend. De kennisstromen die voorheen voornamelijk van universiteit naar industrie liepen keerden om. Door de ontwikkeling van de industriële laboratoria werd steeds meer onderzoek gedaan op terreinen waarover aan universiteiten nauwelijks kennis bestond. Dit gebeurde vooral op, voor de industrie relevante interdisciplinaire gebieden, die aan de langs klassieke disciplinaire lijnen verkavelde universiteiten, niet aan bod kwamen. Zo ontwikkelden bij Philips gebieden zoals vaste-stoffysica en vaste-stofchemie, de fysica en chemie van polymeren en de katalyse. Ook op terreinen waarvoor dure apparatuur nodig was, zoals de molecuulspectroscopie en de instrumentele analyse, verkreeg het industriële onderzoek in de jaren vijftig een voorsprong. Voor de oorlog had Philips enkele hoogleraren geleverd aan de TH in Delft. Toen in de jaren zestig leerstoelen ontstonden op de genoemde nieuwe terreinen, werden deze vrijwel uitsluitend door wetenschappers uit de industrie bemand.²⁰² TNO zelf was ingericht om op elk mogelijk vlak toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek uit te voeren. Deze werkwijze was vooral van nut voor de grotere of samenwerkende bedrijven. Het belang voor de kennisinfrastructuur hier is vooral gelegen in de diversiteit die de organisatie aanbracht. Deze bijdrage aan de wetenschap in Nederlands is direct toe te schrijven aan de ontwikkeling van de toegepaste wetenschap. De multidisciplinairiteit was ook zeer praktisch. De discipline overtreffende werkwijze zag men bij TNO destijds, als een van haar sterkste punten. ‘Mensen van verschillende wetenschappelijke opleiding, vaak werkzaam op verschillend maatschappelijk terrein, worden tot samenwerking geroepen doordat het praktisch leven een oplossing vraagt voor een probleem, waarover zij van verschillende kanten licht kunnen laten schijnen. Dagelijks is er in het t.n.o. sprake van samenwerking tussen de wetenschapsman en de praktijkman [...], al of niet wetenschappelijk geschoold, juist dit soort samenwerkingen levert dikwijls goede resultaten op.’²⁰³ Zo had TNO een krachtig instrument in handen waarmee specifieke problemen aangepakt konden worden. Noury & Van der Lande slaagde er bijvoorbeeld steeds niet in een goed procédé voor de bereiding van ascorbinezuur te ontwikkelen, maar na inschakeling van TNO lukte het wel.²⁰⁴ TNO stelt zich op als een soort collectieve R&D afdeling voor de Nederlandse industrie.²⁰⁵ Deze positie was onder andere door minister Zijlstra bedacht in één van zijn industrialisatienota’s.²⁰⁶ Al lijkt het er wel op dat TNO voornamelijk onderzoek uitvoert voor de grootste bedrijven van de Nederlandse industrie. Dit hoeft niet persé waar te zijn, vanuit de gebruikte empirische basis is dit niet te erkennen of te ontkennen.

In het hierboven geschetste beeld lijkt het alsof TNO de enige speler is op het gebied van het t.n.o. in Nederland. Toch is er weldegelijk concurrentie voor TNO op dit gebied. Zo heeft een bedrijf als Philips bijvoorbeeld directe contacten of zelfs eigen mensen bij de universiteiten.²⁰⁷ Een vorm van samenwerking die voor Philips vruchtbaar bleek. Naast TNO hadden er zich ook andere researchnetwerken tussen industrieën en universiteiten ontwikkeld. Er zou een verkeerd beeld geschetst worden door TNO hier als de centrale speler in een nationaal netwerk voor het t.n.o. neer te zetten. Zo heeft Ernst Homburg uitgebreid onderzoek gedaan naar de ontwikkeling van Nederlandse industrieel-academische netwerken. In diverse cases beschrijft hij de ontwikkeling van netwerken en het ontstaan van verbanden tussen onderzoekers, instituten en bedrijven.²⁰⁸ Netwerken waarin de kennisstromen voornamelijk buiten TNO om verlopen.

Aan het einde van de jaren '50 is de wetenschap in Nederland geheroriënteerd en is daarbinnen het Bush-paradigma opgekomen. Het onderzoeksideaal wordt gevormd door het idee dat het zuivere

²⁰² Boersma, *Inventing structures*, p. 147-149.

²⁰³ Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, p. 4.

²⁰⁴ Faber, *Kennisverwerving*, p. 225-226, p. 236-237.

²⁰⁵ Van Dijk, Frankfoort, Horn en Vos, *Wetenschaps- en technologiebeleid in Nederland*, (Leiden 1993), p. 143-145.

²⁰⁶ J. Zijlstra, *Vijfde Industrialisatie Nota*.

²⁰⁷ Boersma, *Inventing structures*, p. 147-149.

²⁰⁸ E. Homburg, *Speuren op de tast*, p. 27-35.

onderzoek de bron is van vooruitgang. De inrichting van het onderzoekslandschap is in handen van de wetenschap zelf. Dit leidt tot een grote autonomie voor de wetenschappers zelf. Ook bereikt de industrialisatie haar economische piek. Het t.n.o. profiteert volop van de gunstige economische situatie en ziet veel investeringen haar kant op komen. Dit zijn zaken die karakteristiek zijn voor de jaren '50. De industrialisatie blijft doorzetten in de jaren '60 en het wetenschapsapparaat blijft groeien.

3.5 Jaren '60, grootschalige ongeremde groei

We komen aan bij de periode 1963-1971 waarin er een industrieel gunstig klimaat door de politiek gecreëerd wordt, maar er verschijnen geen industrialisatienota's meer. De overheid begint haar invloed op het bedrijfsleven in te perken. Een aantal veranderingen markeren het einde van de voorgaande periode. In de tweede helft van de zestiger jaren worden een aantal structurele problemen in bepaalde sectoren van de Nederlandse industrie duidelijk zichtbaar. Deze sectoren raken bekend als de probleemsectoren. Na jaren van economisch succesvolle industrialisatiepolitiek is er in 1966 en 1967 sprake van een recessie en niet alleen in Nederland. De wereldhandel neemt af met 3,1% in 1967, terwijl de groei van de wereldhandel in 1965 nog 9,4% is. Hierdoor ontstond er een harder concurrentieklimaat. De bekendste sector die door afname van de handel de concurrentiestrijd niet kon overleven is de textielsector.

Zoals al aan het begin van dit hoofdstuk vermeld werd, is dit de lastigste periode wat onderzoeksempirie betreft. In de behandeling van deze periode is geprobeerd om een zo volledig mogelijk beeld te geven, wat de ontwikkeling van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek betreft.

De Nederlandse industrie, over zijn geheel, zal nog tot 1973 blijven groeien op vrijwel hetzelfde peil van de periode 1953-1963.²⁰⁹ Wat er aan de basis ligt van die ongekeerde groei is duidelijk. Nederland, arm aan grondstoffen, moest vertrouwen op de hoge opleiding van haar bevolking. Niemand in de grote research laboratoria had twijfels over het nut van fundamentele research. Een karakteristiek voorbeeld is Duphar, de farmaceutische poot van Philips. Research bij Duphar verliep geheel volgens de 'filosofie Holst' en werd dus zeer fundamenteel opgezet. In de jaren zestig wordt daar maar liefst twintig procent van de omzet aan research besteed. Dit percentage is in huidige tijden ongekend hoog. Op het lab in Weesp werken 360 mensen waarvan zijn ongeveer 60 academici.²¹⁰ Het voorbeeld Duphar is ongetwijfeld niet een doorsnede van de Nederlandse industrie, maar laat wel een trend zien. De uitgaven voor research van ondernemingen namen tussen 1959 en 1973 toe van f 336 miljoen tot f 1790 miljoen. Ongeveer twee derde van dit geld kwam voor rekening van de vijf grootste bedrijven, Koninklijke/Shell, Unilever, Philips, Staatsmijnen en AKU.²¹¹ ZWO en TNO, geleid door wetenschappers, waren de instanties die zich primair richtten op de vraag in welke richting de wetenschap zich moest ontplooiën. Begrippen als 'bedrijf en efficiency' kunnen op het terrein van wetenschappelijk onderzoek, zeker in de hoogtijdagen van het Bush-paradigma, slechts beperkte toepassing vinden. Dergelijke begrippen zijn ondergeschikt aan de vrijheid van onderzoek.²¹² Externe invloeden zijn funest voor het zuivere wetenschappelijke werk, dat alleen door de interesses van de onderzoekers zelf gestuurd kan worden. De wetenschappers bij deze organisaties hadden zo goed als een volledig mandaat gekregen over hun gebied van de overheid. In een zelfde manier had men op Philips' Nat.Lab. weinig te maken met de wensen van de rest van het bedrijf. En masse was men het er over eens dat inmenging van overheid of bedrijfsleven schadelijk kon zijn voor de fundamentele ontwikkeling van de wetenschap. Deze ideeën over zuivere wetenschap, die opkwamen na de oorlog en een stevige voet aan de grond kregen in de onderzoeksfilosofie van de jaren '50, domineerden het wetenschappelijk onderzoek in de jaren '60 tot in extremen. De jaren zestig kennen de grootste stimulatie van de wetenschap in de gehele tijdsspanne van dit onderzoek. Zo stijgt het aandeel van de overheid in de totale uitgaven voor speur- en ontwikkelingswerk van ongeveer 30% in het begin van de jaren zestig tot ongeveer 40% aan het eind.²¹³

²⁰⁹ Innovatienota, achtergrond document III, p.105-107.

²¹⁰ De Vries, *80 Years of Research at the Philips Natuurkundig Laboratorium (1914-1994)* Amsterdam University Press, p. 40-41.

²¹¹ Jasper Faber, *Het Nederlandse innovatiesysteem*, p. 229.

²¹² Van de Goor, *Organisatie van wetenschap*, p. 331.

²¹³ Jasper Faber, *Kennisverwerving*, p. 56.

De jaren '50 en '60 kunnen daardoor met recht beschouwd worden als gouden jaren. In retrospect is het feit dat men subsidies uitkeert op basis van onderzoeksgebied en niet zozeer op resultaat opvallend.²¹⁴ De sterke focus op de vrijheid van het wetenschappelijke onderzoek kent een keerzijde. Organisaties zoals TNO, maar ook bedrijven als Philips verloren hun 'commerciële' doel volledig uit het oog. Het onderzoek werd georiënteerd op de bevordering van de wetenschap.

In politieke kringen wordt wetenschappelijk (maar ook technologisch) onderzoek als een instrument voor verdergaande industrialisering gezien en hun instituties als leverancier van gekwalificeerd personeel. Dit instrumentalistisch denken leidt echter tot grote weerstand, vooral bij de universiteiten. Deze menen dat wetenschappelijk onderzoek ook een belangrijke culturele functie heeft en zoveel mogelijk in vrijheid moet worden verricht, zonder dat de overheid daar invloed op uitoefent. Dit is overigens een kenmerk van de Bush-ideologie. De grote verwevenheid van het onderzoek, dat binnen TNO en de industrie wordt uitgevoerd kon die onafhankelijke positie wel eens bedreigen.²¹⁵ Dat de overheid (of het bedrijfsleven) zeer weinig invloed had op het onderzoek binnen de universiteiten staat buiten kijf. Bij TNO was dat anders, daar was wel plaats voor beïnvloeding van onderzoek door overheid en bedrijfsleven. Het is dan ook logisch dat de overheid daar zoveel mogelijk wetenschappelijk talent onder wilde brengen. Er was wel wat voor nodig om die wetenschappers bij de universiteit vandaan te krijgen. Dit deed men door een vergaand wetenschappelijk klimaat te creëren bij TNO en gaf de onderzoekers veel vrijheid. Door deze gang van zaken ontstaat er bij TNO een uitwaaiing van activiteiten en onderzoek dat steeds meer fundamenteel van karakter wordt. Bij de universiteiten werd dit gehegeld. De beste wetenschappers werden weggekaapt en betrokken in onderzoek, dat niet aan academische waarden voldeed.

Dit spanningsveld wordt deels gevoed door het Bush-paradigma, waarin een oriëntatie op toepassing het zuivere karakter van de wetenschap uitsluit. De overheid kreeg wel enige invloed op het onderzoek, maar door het heersende wetenschappelijke klimaat was die invloed wel beperkt. Dit moet over het algemeen een probleem zijn geweest voor alle belanghebbenden. De oriëntatie op de zuivere (natuur)wetenschap zorgde ervoor dat belanghebbenden weinig in te brengen hadden op de programmering van TNO-onderzoek. Eerder was het mogelijk voor belanghebbenden om hun wensen ten opzichte van TNO kenbaar te maken. Daar lag nu een taboe op. Ook bij TNO zorgde de Bush-ideologie voor een verschuiving van activiteiten naar Bohrs kwadrant, om het theoretische kader nogmaals aan te halen.

Ingrijpen of niet?

De industrialisatie- en industriepolitiek lopen vrijwel parallel aan de levensspanne van het Bush-paradigma. Zowel de industrialisatie- en industriepolitiek, als de oriëntatie van de wetenschap naar idee van Bush, worden als zeer succesvol beschouwd. Het gebrek aan kritiek is kenmerkend voor deze periode. Evenals de consensus over de inrichting van de wetenschap, die in het heden vrijwel ondenkbaar is. Uiteindelijk komt er een einde aan het succes. In de jaren '60 beginnen de eerste barsten te ontstaan in de industrie. De industrialisatie bereikt dan zijn plafond. Het is in die periode, dat ook de idealen van het Bush-paradigma onder vuur komen te liggen. De wetenschappelijke inhaalslag die men begon vlak na de Tweede Wereldoorlog was begonnen raakte voltooid. Bovendien vertoont, door de vele financiële steun, het wetenschappelijk onderzoekslandschap in Nederland wildgroei en verkeert daardoor in een slechte staat van organisatie. De hamvraag is dan of er, van buitenaf, al dan niet ingegrepen moet gaan worden.

In intermezzo II zullen deze ontwikkelingen verder besproken worden. Het is nu tijd om de gebeurtenissen in dit hoofdstuk kort samen te vatten. Na de Tweede Wereldoorlog vindt er een grootschalige expansie plaats van wetenschappelijke activiteiten in Nederland. Het t.n.o. is dan niet meer, het enige domein waar het accent op ligt. Het t.n.o. moet eerst de aandacht delen met het opkomende zuiver wetenschappelijke onderzoek. Daarna valt het t.n.o. bijna uit de gratie, doordat het onderzoek door zijn toepassingsoriëntatie geen zuivere wetenschap is. Mede doordat men goede wetenschappers wil aantrekken creëert men een zuiver wetenschappelijk onderzoeksklimaat binnen TNO. TNO dat eigenlijk de plaats voor het bedrijven van t.n.o. bij uitstek zou moeten zijn. Het feit dat TNO zijn onderzoek steeds

²¹⁴ Innovatienota, achtergronddocument III, p. 106.

²¹⁵ Van Dijk, Frankfoort, Horn en Vos, *Wetenschaps- en technologiebeleid*, p. 145.

fundamenteler op gaat zetten, leidt ertoe dat TNO in mindere mate interessant is voor de industrie. Er zit ook een tegenstrijdigheid in het feit dat, ondanks de drang bij TNO onderzoek fundamenteel op te zetten, ZWO en TNO hun terreinen strak afgebakend hebben. De oriëntatie van het onderzoek bij TNO verschuift, van het Edisons kwadrant tijdens de wederopbouw, naar het Bohrs kwadrant waarin de vermeerdering van kennis het primaire doel is. Het is duidelijk dat niet alles volgens de Bush-ideologie is ingedeeld, maar die ideologie is wel dominant. De actoren voeren namelijk de discussie over het wetenschappelijk onderzoek volgens die retoriek en dragen de bijbehorende ideologie uit.

Intermezzo II

II.1 Crisis in de jaren '70

Na de jaren '60 komt er een einde aan wat men een gouden tijd voor de wetenschap kan noemen.²¹⁶ In hoofdstuk drie zagen we hoe er een klimaat van groei voor de Nederlandse wetenschap was ontstaan. Na twee decennia van exponentiële groei van R&D-uitgaven, neemt deze in 1973 voor het eerst af.²¹⁷ De situatie zoals die in de jaren '50 en '60 bestond, wordt onhoudbaar tegen het einde van de jaren '60. Kosten rijzen de pan uit, de wetenschappelijke ontwikkeling levert minder op dan verwacht en door de oriëntatie op het zuiver wetenschappelijk onderzoek was de wetenschap de maatschappij uit het oog verloren. Dat laatste had een vrij apathische houding tot gevolg. Om het tij te keren wordt, al ver voor de echte problemen ontstaan, in de jaren zestig de eerste stappen naar een wetenschapsbeleid gezet. Van daaruit groeit het belang van dat beleid alleen maar. Er werd een ministerspost ingesteld voor het Wetenschapsbeleid en Hoger Onderwijs. Stuart Blume deelt het proces van opkomst en vervolgens implementatie van het wetenschapsbeleid in Nederland op, in drie karakteristieke perioden. Deze indeling uit zijn rapport 'The development of Dutch science policy in international perspective, 1965-1985' zal hier worden aangehouden. Deze driedeling bestaat uit; een periode waarin er beleid wordt gemaakt ten gunste van de wetenschap; een periode waarin de wetenschap door beleid, sociale problematiek dient op te lossen; een periode waarin wetenschap als strategisch middel ingezet wordt voor vernieuwing in de samenleving (en voor het stimuleren van de economie).²¹⁸ We volgen de indeling van Blume, maar richten ons enkel op relevante ontwikkelingen.

De opkomst van het wetenschapsbeleid markeert een omslag in de status van het wetenschappelijke onderzoek in Nederland. Enerzijds is er sprake van een verandering in de relatie tussen de overheid en de wetenschap, waarin de overheid zich gaat bemoeien met het wetenschappelijke onderzoek. Anderzijds zien we de geboorte van het wetenschapsbeleid. Na een passieve periode van analyse en inventarisatie in de jaren '60, start de overheid in de jaren '70 met het voeren van een actief wetenschapsbeleid.

Tot in de jaren '60 was wetenschap bedrijven een proces aangestuurd door de interesses van de onderzoekers. Men zag het als een voorwaarde voor het bedrijven van kwalitatief hoge wetenschap. Overheidsingrijpen of enig ander beleid tot sturing is in het Bush-paradigma een taboe. Ingrijpen zou immers de gunstige effecten van het wetenschappelijk onderzoek doen afzwakken. Dat men aarzelde vanuit overheid en bedrijfsleven, kwam mede door dit argument. De grote bedragen die deze partijen hadden geïnvesteerd in wetenschappelijk onderzoek mochten niet verloren gaan. Uiteindelijk bleek deze positie onhoudbaar, bij het uitblijven van de economische vooruitgang in het verloop van de jaren '60. Geleidelijk aan worden de stemmen, die voor een overheidsingrijpen in de wetenschap pleiten, luider. Het idee voor een 'wetenschapsbeleid' wordt definitief op de kaart gezet, als directeur-generaal van O,K&W A.J. Piekaar hierover in 1963 een artikel publiceert, in 'Universiteit en Hogeschool'.²¹⁹ Hij signaleert daarin een verandering in de rol van de wetenschap in de samenleving: 'wetenschap als doel in zichzelf is niet meer het enige motief voor haar beoefening. Wanneer de maatschappij het zuiver-wetenschappelijk onderzoek bevordert doet zij dat niet in de laatste plaats omdat zij verwacht straks van haar uitkomsten te kunnen profiteren'. Piekaar stelt hiermee dat het krampachtige vasthouden aan het vrije karakter van de wetenschap, gezien de grote investeringen onzinnig is. Ook uitte hij de zorg dat de wetenschap en techniek zich zo snel ontwikkelden, dat de mensheid haar greep op de ontwikkeling dreigde te verliezen. Daarmee was het noodzakelijk geworden om vast te stellen welke vakgebieden wel en welke niet zouden mogen groeien. Alleen zo kon de wetenschap in een door de maatschappij gewenste richting worden

²¹⁶ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy in international perspective, 1965-1985*, Amsterdam 1985, p. 3; Donald E. Stokes, *Pasteur's quadrant*, p. 90.

²¹⁷ Jasper Faber, *Kennisverwerving in de Nederlandse industrie*, p. 58.

²¹⁸ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 71-76.

²¹⁹ A.J. Piekaar, *De organisatie van het wetenschapsbeleid*, in: *Universiteit en Hogeschool* 9 (1963), p. 225-246.

gestuurd.²²⁰ De controversiële aard van deze ideeën blijkt wel uit het feit dat, Piekaar niet ingaat op hoe dit ingevuld zou moeten worden en zijn ministerie geen actie onderneemt in die richting. Piekaar probeerde 'voorzichtig' de discussie op gang te brengen.

Hoe gevoelig het onderwerp lag, blijkt ook uit de reactie die minister Cals gaf naar aanleiding van een uitnodiging voor de OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling) conferentie over wetenschapsbeleid. Wetenschap kon volgens Cals niet worden besproken in een economisch gremium als de OESO, omdat het behalve productiefactor, ook een hoog cultuurgoed was met een niet-economisch intrinsieke waarde. Met zijn protesten tegen economische interventie op zijn beleidsterrein kon hij de conferentie echter niet meer tegenhouden.²²¹ Ondanks de protesten vertonen de ontwikkelingen die volgden veel parallellen met de ontwikkelingen in andere OESO landen.²²² Het werd duidelijk dat er aan de ongekende grootschalige groei, wel eens nadelen konden zitten.

Dit intermezzo is bedoeld om enkele begrippen, ontwikkelingen en kernpunten in de opkomst van het wetenschapsbeleid, in het licht van TNO te bespreken. Het schetst de achtergrond waartegen de ideeën over de maatschappelijke functie van wetenschap veranderen. In het bijzonder die zaken die relevant zijn voor het onderzoekskader. De relevante historie van TNO voor de jaren '60, '70 & '80 zijn respectievelijk beschreven in de hoofdstukken drie en vier van deze scriptie.

II.2 Wetenschap betwist als de motor van economische groei

In de jaren '60 is er dus sprake van een groeiende maatschappelijke kritische houding tegenover de wetenschap. Doordat een organisatie als TNO zich op fundamenteel onderzoek richt, is het nut van de organisatie voor andere partijen dan de wetenschap verminderd. De manier waarop de wetenschap wordt bedreven tijdens het Bush-paradigma, leidde tot een steeds luider wordende vraag. Wat levert al die onderzoeksactiviteit op? Het is, onder andere, deze vraag waardoor een kleine groep mensen op onderzoek uitgaat. De enkelen die zich bezighielden met de, door de wetenschappelijk ontwikkelde, statistische methoden zagen zorgwekkende trends. Bijvoorbeeld de snel stijgende kosten die het wetenschappelijk onderzoek met zich meebracht. Lord Bowden, voorzitter van het University of Manchester Institute of Science and Technology, schetste dat de groei van de wetenschap vijf maal sneller verloopt dan de groei van het bruto nationaal product.²²³ In eerste instantie werd er, in de wetenschap en politiek, niet naar deze geluiden geluisterd.²²⁴ De belofte van economische groei door het fundamentele onderzoek was immers onbetwist, daarnaast zag men de wetenschap niet alleen als een economische productiefactor. Als hoog cultuurgoed was wetenschap ook van niet-economisch intrinsieke waarde. Als tegenargument werd gesteld dat, als wetenschap hoog cultuurgoed was, men de kosten niet kon blijven verantwoorden. Voor het deel dat wel bijdroeg aan de maatschappij was subsidiering wel te verantwoorden.²²⁵ Er moest ingegrepen worden om de scheve verhouding recht te trekken. De overheid overweegt het opstellen van een beleid voor de wetenschap, maar zit vooral met de vraag wat het doel van dat beleid moet zijn.

In Amerika lag de nadruk wel op de economisch gunstige effecten van wetenschappelijk onderzoek. Om inzicht te krijgen in onderzoeksactiviteiten en later ook in rendementsverhoudingen, start men daar met verzamelen van R&D-statistieken.²²⁶ Sinds 1951 verzamelde de National Science Foundation nationale statistieken over R&D activiteiten.²²⁷ Voor de NSF hadden deze statistieken, in eerste instantie, geen economisch accent. Het ging de NSF er eigenlijk om, inzicht te krijgen waar er in de

²²⁰ A.J. Piekaar, *De organisatie van het wetenschapsbeleid*, in: Universiteit en Hogeschool 9 (1963), p. 225-246.

²²¹ F.H. Brookman, *the making of a science policy, A historical study of the institutional and conceptual background to Dutch science policy in a West-European perspective*, (1979), p. 332.

²²² S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 20.

²²³ Ibid., p. 6.

²²⁴ P. Baggen, J.Faber en E. Homburg, *Opkomst van een kennismaatschappij*, p. 170.

²²⁵ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 7.

²²⁶ Ibid., p. 27.

²²⁷ Benoît Godin, *The Linear Model of Innovation; The Historical Construction of an Analytical Framework*, Science, Technology, & Human Values, Vol. 31 Nr. 6 (2006), p. 648.

V.S. researchactiviteiten plaatsvonden.²²⁸ De NSF wilde namelijk een inventarisering van activiteiten verkrijgen, om zo uit te zoeken waar de Amerikaanse wetenschap behoefte aan had. Ook daar breidde men na de Tweede Wereldoorlog de onderzoeksactiviteiten uit. De ordening van die gegevens leidde tot de eerste statistische informatie over de wetenschap. Men deelde de gegevens in, aan de hand van twee categorieën, zuiver of toegepast onderzoek en probeerde te achterhalen hoeveel er werd geïnvesteerd in beide categorieën. Al vormde dit wel een probleem voor statistici. Volgens een van hen was de echte moeilijkheid in een beoordeling van de gegevens om een scheiding te trekken tussen zuivere en toegepaste wetenschap.²²⁹

Het gaat hier overigens om (zuiver) natuurwetenschappelijk onderzoek, het Engelse 'science' heeft een sterke natuurwetenschappelijke nadruk. De NSF wilde Amerika op verschillende manieren overtuigen om meer te investeren in de natuurwetenschap. Een manier was het gebruik van de wetenschapsstatistieken voor een studie, die het doel had om een (positief) verband te leggen tussen R&D activiteiten en industriële productiviteit. Dit leidde in eerste instantie tot de indrukwekkende voorlopige conclusies van bijvoorbeeld R.H. Ewell. Die stelde dat elke dollar uitgegeven aan R&D grofweg 100-200% rendement opleverde. De methodologie van Ewell is omstreden. Zo gebruikte hij data over een periode van 25 jaar, die voor 1951 volgens Ewell zelf gebaseerd waren op grove schattingen met een factor 2 foutenmarge.²³⁰ Hoe dan ook, de beperkingen van Ewells resultaten waren niet van invloed voor de uitkomsten. Naar huidige maatstaven is dit soort statistisch onderzoek echter ongeloofwaardig, maar destijds maakte het veel indruk. In het TNO gedenkboek uit 1957 wordt Ewells onderzoek aangehaald, om het economisch belang van wetenschappelijk onderzoek nog maar eens te benadrukken.²³¹ Aan dit maatschappelijke positieve beeld van natuurwetenschap en technologie kwam enkele jaren later een einde.²³²

Het Bush-paradigma onder vuur

Het Amerikaanse ministerie van Defensie was jaren lang de grootste financier van wetenschappelijk onderzoek in Amerika.²³³ Het ministerie van Defensie voelde de druk om het Vietnam-conflict te winnen, maar kon het met technologie alleen niet winnen. De middelen leidden niet tot het doel. In 1963 werd *project Hindsight* opgestart. Verschillende onderzoeksteams kregen de opdracht het ontwikkelingstraject van een aantal wapensystemen te reconstrueren en te zien hoe en wat het zuivere natuurwetenschappelijke onderzoek daaraan bijgedragen had. De conclusies, die in het tussenrapport in 1966 en de eindrapportage in 1969 stonden, lieten weinig heel van het Bush-paradigma. Na een dominantie van 21 jaar kwam men tot de conclusie dat verbeteringen in specificaties of kostenreductie het resultaat waren van een scala aan wetenschappelijke en technische verbeteringen. Van die verbeteringen was 9% het resultaat van wetenschappelijk onderzoek en 91% het resultaat van nieuwe technologie. Nog geen half procent van alle innovaties kwam, hoe dan ook, voort uit fundamenteel natuurwetenschappelijk onderzoek.²³⁴ Als praktisch gericht onderzoek effectiever was, dan was het budget wellicht effectiever te besteden. De ontsteltenis bij verschillende partijen was groot. Zo groot zelfs dat de NSF (National Science Foundation) een eigen onderzoek lanceerde; *Technology in Retrospect and Critical Events in Science (TRACES)*. Dit onderzoek bracht de ontwikkelingsgeschiedenis van een vijftal innovaties in kaart. De NSF concludeerde dat 70% van kritische punten in de ontwikkelingsfase door toepassing van basic research wetenschap overwonnen werd.²³⁵ Dergelijke studies hadden een toename van statistische gegevens tot gevolg, ook laaide er een discussie op over de financiering van het wetenschappelijk onderzoek.

²²⁸ Benoît Godin, *The Linear Model*, p. 648.

²²⁹ Ibid., p. 649.

²³⁰ R.H. Ewell, *Role of Research*, p. 2985.

²³¹ R. Forbes, *Speurwerk en laboratorium in het verleden*, in; Th. J. van Kasteel e.a.: Een kwart eeuw TNO (1932-1957); gedenkboek bij de voltooiing van de eerste 25 jaar werkzaamheid van de organisatie TNO op 1 mei 1957, (1957), p. 46.

²³² S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 27.

²³³ Ernst Homburg, *Speuren op de tast*, p. 46.

²³⁴ Chalmers W. Sherwin en Raymond S. Isenson, *Project Hindsight: A Defense Department study of the utility of research*, Science 156 (1967), p. 1571-1577.

²³⁵ D.E. Stokes, *Pasteur's Quadrant; Basic Science and Technological Innovation*, (Washington D.C., 1997), p. 56.

Internationaal overleg over wetenschappelijk onderzoek

In de vorige paragraaf zagen we het ontstaan van R&D statistieken. De statistieken maakten wetenschappelijke activiteiten inzichtelijker voor de organisaties zelf, maar ook voor een breder publiek.²³⁶ Ze zijn te zien als een reflectie op de wetenschapsidealen vanaf 1945 en op de praktijken van de wetenschap. De discussie over de waarde van wetenschappelijk onderzoek, en later de vragen over het werkelijke rendement van wetenschappelijk onderzoek, ontstaat niet veel later ook in andere westerse landen.

De Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling (OECD) ontstond in 1961 als opvolger van de Europese organisatie die zich bezighield met het uitvoeren van het Marshallplan. De OECD had als doel om de Europese landen in economisch opzicht, na de Marshallhulp, verder te stimuleren. Het is een van de eerste internationale organen dat vergelijkend economisch onderzoek uitvoerde onder de lidstaten. Doordat men in Amerika, de door de NSF bijgehouden R&D statistieken, als economisch relevant zag waaierde dit ook over naar de OECD. Tijdens een OECD-conferentie in het Italiaanse Frascati werden de richtlijnen voor de verzameling van deze statistieken opgesteld. Christopher Freeman droeg een statistische handleiding aan, waarbij wetenschappelijke activiteiten op geijkte statistische categorieën gemeten zouden worden. Hij definieerde de statistische categorieën op basis van NSF-methoden.²³⁷ Deze statistische handleiding is beter bekend als de Frascati-manual, waarvan de eerste editie verscheen in 1963. De handleiding bood de OECD-landen handvaten voor het 'meten' van het wetenschappelijk onderzoek in het eigen land. De gehanteerde methodologie maakte tegelijkertijd internationale vergelijking mogelijk.²³⁸ Freeman was tot zijn voorstel gekomen als voorzitter van een onderzoeksgroep voor wetenschapsbeleid in Engeland. Binnen die groep kwam onder andere het volgende aan bod. De onderzoeksgroep wilde meer inzicht in de vraag waarom Europa minder profijt trok van het fundamentele natuurwetenschappelijk onderzoek dan de Verenigde Staten.²³⁹ Voor er sprake kon zijn van een beleid om dit te compenseren was er meer inzicht in de achtergrond nodig volgens Freeman. Hiervoor zou men een grote verzameling van statistische gegevens nodig hebben.²⁴⁰

De bovenstaande ontwikkelingen zijn vooral gericht op de zuivere natuurwetenschap. Het toegepaste onderzoek, het t.n.o., is een categorie in de statistieken, maar deze tak ligt volledig buiten de ontstane discussie. De reden hiervoor is dat het zuivere onderzoek het centrum van alle aandacht is. Het was namelijk het functioneren van de zuivere wetenschap dat de meeste zorgen baarde. Dat de toegepaste wetenschap veelal buiten beschouwing blijft, is karakteristiek voor dit hele intermezzo. Pas nadat de RAWB haar innovatieadvies uitbrengt in 1972, komt TNO pas onder de aandacht van het wetenschapsbeleid.

II.3 Beginnend wetenschapsbeleid in Nederland

In 1962, een jaar voor het ontstaan van de Frascati handleiding, vindt er een andere conferentie plaats onder OECD-vlag. Bij dit internationale ministeriële overleg staat de economische relevantie van de wetenschap centraal. Een van de redenen voor het organiseren van de conferentie was, de observatie dat Amerika betere rendementen haalde uit fundamenteel onderzoek dan Europa.²⁴¹ Bij de uitnodiging voor de conferentie kwam het zogenaamde Pigianol-rapport. Dit rapport was een document dat door de OECD was opgesteld ter inleiding van de conferentie. Het rapport sprak slechts over wetenschap als een economisch en politiek instrument. Wat Cals van O.K&W betreft ging het geheel voorbij aan de culturele waarde van wetenschap. In het rapport werd overigens geen onderscheid gemaakt tussen zuiver wetenschappelijk onderzoek en het toegepaste wetenschappelijk onderzoek. Ook werd er nauwelijks aandacht geschonken aan de geesteswetenschappen, het waren de natuurwetenschappen en techniek waar het rapport over sprak. Cals was van mening dat de OECD, een organisatie voor economische

²³⁶ Benoît Godin, *The Linear Model*, p. 655.

²³⁷ D.E. Stokes, *Pasteur's Quadrant*, p. 64.

²³⁸ S.S. Blume, *The development of Dutch science*, p. 10.

²³⁹ Techniek In Nederland in de twintigste eeuw, deel VII, p. 170.

²⁴⁰ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 10.

²⁴¹ Techniek In Nederland in de twintigste eeuw, deel VII, p. 170.

samenwerking, niet de juiste instantie was om zich met wetenschap te bemoeien.²⁴² Minister Cals uitte zijn ongenoegen, maar de protesten van hadden geen effect.²⁴³ De voorstellen werden door de overheid met weerstand ontvangen.

De weerstand van Cals ten spijt, het resultaat van de conferentie bleek een keerpunt te zijn voor Nederland. Op de conferentie werd een, op onderzoek gebaseerde, ranglijst van landen gepresenteerd, waaruit bleek dat Nederland tot de staartgroep behoorde. Het inmiddels nieuw aangetreden kabinet accepteerde de gegevens, overlegd tijdens de conferentie, wel en besloot tot een nationaal wetenschapsbeleid over te gaan.²⁴⁴ Binnen het ministerie van O,K&W kwam het vraagstuk over de rol van de wetenschap in de maatschappij weer naar boven. Dat vraagstuk moest de kern van het op te stellen wetenschapsbeleid gaan vormen. Piekaar, die in het vorige hoofdstuk al naar voren kwam, stelde vanuit O,K&W een gespreksgroep van acht wetenschappers in. Zij werden gevraagd om ideeën te ontwikkelen over de mogelijkheden van een te voeren wetenschapsbeleid. De ‘gespreksgroep voor de organisatie van het wetenschapsbeleid in Nederland’ bestond uit: Prof. Dr. C.J.F. Böttcher (Leiden), Prof. Ir. J.J. Broeze (Delft), Prof. Dr. H.B.G. Casimir (Leiden), Prof. Dr. E.W. Hofstee (Wageningen), Prof. Dr. H.W. Julius (TNO), Prof. Drs. H.W. Lambers (Rotterdam), Mr. G.E. Langemeijer (KNAW) en Prof. Dr. E.M. Uhlenbeck (Leiden).²⁴⁵ Mede dankzij deze gespreksgroep kreeg het wetenschapsbeleid, over een periode van drie jaar, daadwerkelijk inhoud. De invulling verliep moeizaam, er was immers geen ervaring met wetenschapsbeleid. Veel tijd ging zitten in de vraag, hoe sturing van de wetenschap mogelijk was, zonder de vrijheid van de wetenschappers te veel aan te tasten. De vrijheid binnen het wetenschappelijk onderzoek is het grootste fort dat men moet nemen om het Bush-paradigma te beëindigen. Dit vraagstuk zou thematisch worden voor de eerste periode in de ontwikkeling van wetenschapsbeleid.²⁴⁶ In 1964 presenteerde deze gespreksgroep drie voorstellen in haar rapport.²⁴⁷ Ten eerste was de gespreksgroep van mening dat het ministerie van O,K&W een coördinerende rol diende te gaan spelen met betrekking tot het wetenschappelijk onderzoek. Een tweede plan had betrekking op de uitgaven voor wetenschap die in de loop der jaren sterk waren gestegen. De gespreksgroep stelde voor een jaarlijks overzicht samen te stellen waarop te zien was hoe de overheidssubsidiering werd besteed, het zogenaamde wetenschapsbudget. Waarvan de eerste editie in 1965 verscheen, maar daarover later meer. Het derde plan betrof de instelling van een Raad van Advies voor het WetenschapsBeleid, de RAWB. Deze adviesraad werd in 1966 ingesteld door de overheid. Het werk van de gespreksgroep is succesvol te noemen. Met het uitvoeren van de adviezen, werd een basis gelegd voor de ontwikkeling van het wetenschapsbeleid. Ondanks krachtige woorden van de overheid verliep het proces langzaam.

Veranderende invloed van de fundamentele natuurwetenschap

Voor de kritische studies naar de resultaten van wetenschappelijk onderzoek heerste het Bush-paradigma. Fundamentele wetenschap zou via een lineair verband tot allerlei nuttige toepassingen leiden. In deze visie ligt er een sterk accent op het fundamentele wetenschappelijk onderzoek. In deze visie is het vooral belangrijk dat de basis van het systeem gestimuleerd werd. De fundamentele natuurwetenschap wordt als het ware gezien, als de motor waar het hele wetenschapssysteem op draait. Uit onderzoeken, uitgevoerd in de twee daaropvolgende decennia, zal blijken dat de relatie tussen wetenschappelijk onderzoek en geslaagde toepassing daarvan, lang niet zo rechtlijnig is als eerder werd aangenomen. Daarmee was het economisch rendement van de onderzoeksgelden ook niet meer een vanzelfsprekendheid. Dat brengt met zich het probleem dat de aanhangers van de oude principes, die in dit geval de wetenschappers zijn, aan invloed verliezen bij hun grootste financierder. Dat was, destijds, de overheid.

Voordat er in II.5 ingegaan wordt op het coördinatievraagstuk, is het goed om te benadrukken dat hier, tegen het einde van de jaren '60, invloedsverhoudingen veranderen. De ideeën over de inrichting van het wetenschapsbeleid krijgen in de jaren '70 een ander karakter. De reden hiervoor is volgens Blume, het feit dat de wetenschap achter de bestaande filosofie voor wetenschappelijk onderzoek bleef staan, het Bush-paradigma. De zorgwekkend hoge financieringskosten en de betwiste rendementen uit onderzoek

²⁴² Marjan van de Goor, *Organisatie*, p. 335.

²⁴³ Techniek In Nederland in de twintigste eeuw, deel VII, p. 170.

²⁴⁴ Ibid., p. 170.

²⁴⁵ Marjan van de Goor, *Organisatie*, p. 335, 336.

²⁴⁶ S.S. Blume, *The development of Dutch science*, p. 9.

²⁴⁷ Marjan van de Goor, *Organisatie*, p. 336.

die daaruit voortkwamen maakten dat standpunt echter ongeloofwaardig.²⁴⁸ De verandering in ideeën zit hem voornamelijk in het feit dat, de overheid het onderzoekslandschap kritisch wil gaan doorlichten. Om vervolgens de zaak efficiënter te kunnen reorganiseren.

II.4 Ontwikkeling van de problematiek binnen de industrie

Het is tijd om stil te staan bij de ontwikkelingen die de industrie doormaakt gedurende de de bovenstaande periode die het ontstaan en de ontwikkeling van het wetenschapsbeleid beslaat. In het werk van Blume staan voornamelijk de ontwikkelingen van het wetenschapsbeleid in overheidsperspectief centraal. De reden hiervoor is, dat het in Nederland en ook daarbuiten in dat gebied de meeste verandering plaatsvindt. Het zijn voornamelijk overheden die hele onderzoekslandschappen gaan reorganiseren. De discussies die daar gevoerd worden, en dit is zeker ook het geval bij het werk van Blume, zien wetenschap als een geheel. Er wordt weinig gediscrimineerd tussen zuivere, toegepaste of technische wetenschap. Doordat deze karakterisering dominant is in de onderzoeksempirie, is het lastig om wel naar een specifiek onderdeel van de wetenschap te kijken. Een oplossing hier is, om de beschikbare gegevens over de industrie te gebruiken als een insteek voor het t.n.o.-gebied. De industrie maakt namelijk een belangrijk deel uit van de sociale positionering van TNO, die onderbelicht blijft in studies zoals die van Blume.

In deze paragraaf zal dan ook beschreven worden, hoe de opkomst van het wetenschapsbeleid uitwerkt op de industrie. De problemen die gesignaleerd werden in de jaren '60 zijn niet exclusief het gebied van de overheid. Ook binnen de industrie begint men zich zorgen te maken over de rap groeiende research kosten en het werkelijke rendement van researchinspanningen. Dit economische aspect is binnen de industrie juist van belang.

Sinds het begin van de jaren vijftig stonden de researchleiders van alle grote Nederlandse bedrijven zeer nauw met elkaar in contact. In de loop van 1954 had de directeur van de Nijverheidsorganisatie TNO, Daniël Dresden, namelijk het initiatief genomen om de researchleiders van Shell, Philips, AKU, Unilever en Staatsmijnen bij elkaar te roepen om onderling te overleggen over zaken als de organisatie van research, budgetteringssystemen en over alles wat verder ter sprake kwam. Dat initiatief vond weerklank, want sinds dat jaar kwam deze informele 'Contactcommissie Nijverheidsorganisatie' (in de wandelgangen de 'Researchclub' genoemd) bestaande uit de leiders van de vijf grootste industriële laboratoria en de directeur van de Nijverheidsorganisatie TNO, gedurende decennia en mogelijk tot op de dag van vandaag bij elkaar.²⁴⁹ Het is TNO dat zijn sterke punt, het creëren voor mogelijkheden tot samenwerking, gebruikt om dit overleg tot stand te brengen. Het overleg bracht TNO, de verschillende bedrijven en hun research afdelingen, onderling met elkaar in contact. Zeker toen de zuiver wetenschappelijke benadering van het onderzoek onder vuur kwam te liggen, moet er meer dan voldoende gespreksstof geweest zijn. Ook binnen deze club werd gesproken over R&D-statistieken en het wetenschapsbeleid.

Ook was de (grootste) Nederlandse industrie betrokken bij het OECD-overleg over de R&D statistieken en hun betekenis. In februari van 1963 organiseerde de OECD een conferentie over 'Research Policy and Company Policy' in Monte Carlo, waaraan naast enkele Amerikanen de researchdirecteuren van de belangrijkste Europese ondernemingen deelnamen. Op deze conferentie, die door Casimir van het Philips Nat.Lab. geopend werd, nam men het initiatief tot de oprichting van de European Industrial Research Management Association. Deze organisatie, die in 1966 definitief tot stand kwam, is sinds die tijd een platform waar beleidsideeën en managementconcepten uitgewisseld konden worden. Talloze rapporten en aanbevelingen over zaken als octrooien, licenties, personeelkosten en budgetteringssystemen zijn sindsdien gepubliceerd.²⁵⁰

In het verloop van de jaren '60 begon men, binnen de industrie, het meer dan twintig jaar gekoesterde geloof in de vruchtbaarheid van fundamenteel onderzoek te verliezen. Het toenemende

²⁴⁸ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 27.

²⁴⁹ E. Homburg, *Speuren op de tast*, p. 46.

²⁵⁰ E. Homburg, *Speuren op de tast*, p. 46.

kostenbewustzijn van de jaren zestig zette voor de industrie vooral de vraag naar de effectiviteit en de efficiency van fundamenteel onderzoek op de agenda. Deze benadering verschilt fundamenteel van de overheidsbenadering, waarin men het wetenschapssysteem opnieuw wil inrichten. Waar de overheid keek naar een alternatieve inrichting van het wetenschapssysteem, wilde de industrie uitzoeken, hoe het fundamentele onderzoek verbeterd kon worden.

Moeilijke inschattingen moesten gemaakt worden door de bedrijven om te beslissen of de uitkomsten van fundamenteel onderzoek überhaupt te gering waren, of dat er sprake was van een ‘verminderde meeropbrengst’. Met deze ideeën was Casimir van het Nat.Lab. in 1962, een van de eerste die zich zorgen maakt over het rendement van het fundamentele onderzoek.²⁵¹ Bij hem blijft het echter bij zorgen, zijn geloof en vertrouwen in het Bush-paradigma verzwakt niet.²⁵² Voor Casimir waren de ideeën van Bush en zeker ook die van voorganger Holst zo vertrouwd, dat hij ze niet los kon laten.

Wat er volgt tussen 1962 en 1970 is een periode van stilte. Men wacht blijkbaar de ontwikkelingen elders op het gebied van het wetenschapsbeleid af en inventariseert de eigen situatie. De stilte wordt verbroken in 1970, als het eerste bedrijf breekt met het Bush-paradigma. In 1970 is het Akzo dat begint met snoeien in de researchorganisatie. Het bedrijf heeft, net zoals elk ander bedrijf met eigen R&D, gekozen voor een grondige koerswijziging wat onderzoeksstrategie betreft. Daarna volgen Shell en Unilever. Shell bezuinigde vanaf 1972 fors op het onderzoek, het sloot het plastics laboratorium en concentreerde het onderzoek in Amsterdam. Unilever sloot een pas opgericht laboratorium in Duiven en trok zich terug in Vlaardingen. Onderzoekstrajecten worden verkort en men gaat zich richten op onderzoek, waarvan men op korte termijn resultaten verwacht. Wat blijkt hier is dat veranderingen in de onderzoeksstrategie binnen de industrie weinig geleidelijk verlopen. In de plaats van het idee dat onderzoek volgens het zuivere principe moest verlopen, komt het idee dat onderzoek vooral nuttig moest zijn, als het bedrijf er in investeerde. De benadering van de industrie, het verbeteren van het bestaande paradigma, leidde tot het inzicht dat die verbeteringen zinloos waren. Ten einde raad koos men ervoor om een nieuwe strategie op te zetten. Ter vergelijking, bij de overheid verloopt het ingezette traject geleidelijker. De keuze van de overheid om bij voorbaat alle opties toe te laten en te bespreken, zorgen ervoor dat men niet in een wanhoopspositie terechtkomt. Dit sluit aan bij hoe Blume de veranderingen door de overheid geïnitieerd als geleidelijk karakteriseert.²⁵³

Al met al beseft de industrie begin jaren '70 dat de in de voorgaande decennia gevolgde strategie niet persé succesvol is. Dit besef wordt gevolgd door een radicale omslag in onderzoeksstrategie en een terugbrengen van investeringen in, vooral zuiver, onderzoek. Het onderzoek dat het belang op korte termijn dient groeide. Om de eisen van de markt en de mogelijkheden van de research beter op elkaar af te stemmen voerden veel bedrijven de zogeheten matrix-organisatie in.²⁵⁴ Dit model koppelt de onderzoekers van de R&D afdeling direct aan een productdivisie. Hierdoor ontstaat de situatie dat de productdivisies hun problemen aan kunnen kaarten, zodat die het onderzoeksobject worden. Dit is het kenmerkende van de opzet, werken met programma's of projecten, die gedefinieerd werden vanuit de behoeften van de markt. Onderzoeksoverwegingen vanuit de wetenschap worden in sterke mate gereduceerd. Over het hele front is er een teruggang te zien in industriële R&D-uitgaven vanaf midden jaren '70. Het netto effect komt neer op de neiging van de industrie om zich te concentreren op verbetering van bestaande producten.²⁵⁵ Met andere woorden, het fundamentele onderzoek is de grootste verliezer.

De verschuiving die plaatsvindt in de industrie, wat het wetenschappelijke onderzoek betreft, is dat men gaat van een oriëntatie op het Bohrs kwadrant, naar een oriëntatie op het Edisons kwadrant. Zowel overheid als industrie maken in grofweg drie decennia een transitie door van lineaire wetenschap, met vrij zuiver wetenschappelijk onderzoek als motor van vernieuwing. Naar een doelmatig georiënteerde visie op wetenschap als werkpaard voor economische groei. Bij de industrie is daarbij sprake van een sterkere nadruk op Edisons kwadrant.

²⁵¹ E. Homburg, *Speuren op de tast*, p. 46.

²⁵² H.B.G. Casimir, *Haphazard reality: Half a century of science*, (1983), p. 295, 297.

²⁵³ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 75.

²⁵⁴ E. Homburg, *Speuren op de tast*, p. 43.

²⁵⁵ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 52

II.5 Coördinatie

We vervolgen de ontwikkeling van het wetenschapsbeleid aan de hand van de periodisering van Blume, na de bovenstaande industriële ontwikkelingen. Het derde punt in de ontwikkeling van het wetenschapsbeleid volgens Blume, is de coördinatie van wetenschappelijke onderzoeksactiviteiten. De overheid neemt in de jaren '70 de leiding in de herstructurering van het onderzoekslandschap. Hierbij wilde men beleidsmatig ingrijpen in het onderzoekslandschap. Dit wordt overigens gezien als een aanvullend feit voor de omslag in het wetenschapsbeleid. Vóór deze overheidsplannen was dit namelijk een omstreken punt geweest, zoals we zagen aan het begin van dit intermezzo. Binnen de overheid had men zich over de zorgen van regels, die de wetenschappelijke creativiteit zouden kunnen beïnvloeden, heen gezet. In een RAWB-advies uit 1969 wordt het voorstel gedaan voor die chartering, om de inrichting zoals die was in kaart te brengen. De eerste 'verkenningcommissie' wordt in 1971 opgericht.²⁵⁶ Na enige ervaring op te hebben gedaan met dit soort verkenningen ontstaan er twee onderzoeksdoelen.²⁵⁷ Doel a: 'de identificatie van mogelijke ongelijkheden, dubbele activiteiten en lacunes en de verzameling van data die (wellicht aangevuld met het resultaat van een diepere studie) de basis vormen voor organisatorische verbeteringen.'²⁵⁸

Waar punt a juist op het analyseren van effectiviteit gericht is, richt doel b zich juist op het sturen van activiteiten. Doel b: 'het onderzoeken van mogelijkheden, om bestaand onderzoek te beëindigen of af te bouwen voor nieuw onderzoek conform beleidsdoelen en -prioriteiten.' De commissies zouden dus ook met adviezen moeten komen voor een betere afstemming van onderzoek. Dit soort werkwijzen zijn een voorbeeld van de overgang van een voornamelijk inventariserende houding, naar een sturende houding van de overheid.

Deze resultaten van deze verkenningen leidde tot een golf van kritiek op de organisatie van het onderzoekslandschap, zoals het dan bestaat. Dit was slechts het begin van een golf, want later uitten ook de OECD-onderzoekers scherpe kritiek. Die slaat vooral op de rol van ZWO, die naar de mening van de OECD-onderzoekers onvoldoende is.²⁵⁹

Het vraagstuk van coördinatie wordt, zoals in het voorgaande op te merken valt, opgevat als een overheidstaak. De overheid heeft als overkoepelende actor en als instantie voor beleid daarvoor een goede positie. De overheid is veelal stakeholder en klant in het wetenschappelijke onderzoek. De overheid deed een voorstel voor een nieuwe aanpak met het uitkomen van de Nota Wetenschapsbeleid in 1974. Deze aanpak, ontwikkeld in OECD-context, staat beter bekend als het gezamenlijke actiemodel. Een systeembenadering voor het wetenschapsonderzoek. Het voorstel laat betrokken spelers in overleg met elkaar bepalen hoe de (onderzoeks)agenda eruit komt te zien. Zo kan men tot een verantwoorde afweging komen en de juiste prioriteiten stellen.²⁶⁰ Dit is echter niet het enige doel van het voorstel. Men wil ook de doelmatigheid vergroten door stimulering van samenwerking en zo dubbele activiteiten te voorkomen.²⁶¹ In de derde plaats stipt het de wens van coördinatie van het complexe onderzoekslandschap aan. De gedachte hier dat één organisatie de gegroeide complexiteit niet aankan. Door de overleggende actoren elk verantwoordelijk te houden voor een deel van het onderzoekslandschap, kunnen de activiteiten toch gecoördineerd worden. Een goede onderlinge afstemming van het onderzoek zorgt ervoor dat, de juiste vraagstukken bij de juiste disciplines terechtkomen.²⁶² Zo behouden de actoren ook gedeeltelijk hun autonomie en wordt de wetenschappelijke vrijheid zo min mogelijk beperkt door regels.

Bijzonder aan deze ontwikkeling is, dat de overheid het beleid maakt, maar ervoor kiest om niet de leiding binnen dat beleid te nemen. Zo wordt in de nota nadrukkelijk gewaarschuwd voor een 'te' departementale aanpak van de coördinatie. 'Doordat de departementale indeling niet parallel loopt aan de

²⁵⁶ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 16-17.

²⁵⁷ Ibid.

²⁵⁸ Ibid., p. 17.

²⁵⁹ Ibid., p. 24-25.

²⁶⁰ Nota Wetenschapsbeleid, staatsuitgeverij, (Den Haag 1974), p. 62.

²⁶¹ Ibid.

²⁶² Ibid.

indeling van de wetenschapsbeoefening (volgens wetenschapsgebieden en disciplines) zou een departementale aansturing niet tot een optimaal gebruik van het onderzoeksmiddel leiden.²⁶³

In de nota Wetenschapsbeleid staan overleg en balans centraal. Dit is mede de kracht achter de steun die de nota politiek gezien kreeg.²⁶⁴ Volgens Blume zijn in de nota verder nog van belang; het behoud van een middellange termijn strategie, het besef dat succesvolle implementatie van het beleid de steun van alle betrokken partijen nodig heeft, dat alle betrokken partijen inspraak in het beleid hebben en het belang van een onafhankelijke partij (RAWB) wordt onderstreept.²⁶⁵ Verder staan er in de nota nog twee ideeën voor verdere invulling van het onderzoekssysteem. Deze zijn van organisatorische vorm, er wordt geen visie gegeven op welke lijn specifieke typen onderzoek te werk zouden moeten gaan. Wat in de nota verstaan wordt onder de invulling van het onderzoekssysteem, is het betrekken van alle betrokken partijen in overlegorganen. De eerste is de vorming van de sectorraden. Deze raden, elk ingesteld voor een maatschappelijk aandachtsgebied, zouden het onderzoek voor die gebieden moeten overzien.²⁶⁶ Deze raden zouden voor advies op de betreffende gebieden moeten zorgen, maar ook voor het opstellen van een meerjarenplanning voor het onderzoek. Een raad zou opgebouwd moeten worden uit de partijen die de raad zou gaan vertegenwoordigen. Dit zou betekenen dat de vertegenwoordiging bestaat uit de overheid, de wetenschappers van universiteiten en instituten en de klanten van onderzoek.²⁶⁷ Binnen een raad valt dan zowel het zuivere, als het toegepaste onderzoek. Er wordt geen onderscheid gemaakt tussen de verschillende instituten. Wat duidelijk naar voren komt is dat men het hele wetenschapssysteem op de schop wil nemen, ongeacht het type onderzoek dat uitgevoerd wordt. De nieuwe organisatie van het wetenschapssysteem moet vervolgens in overleg met alle betrokkenen opgebouwd worden. Het idee is dat de wetenschappers uit de ivoren toren van hun afgebakende organisatie gehaald moeten worden en met elkaar en anderen om de tafel moeten gaan zitten. Wat de overheid wil bereiken is dat de wetenschap deels in dienst komt te staan van de maatschappij, de autonomie van de wetenschappers verminderen en vooral minder zuiver wetenschappelijk onderzoek.

Het tweede voorstel voor de invulling van het onderzoekssysteem dat wordt gedaan, is een nieuw financieringssysteem voor wetenschappelijk onderzoek. Hierbij wordt de bestaande onoverzichtelijke manier van financiering opgedeeld in drie componenten. Expliciet voor het universitaire onderzoek, maar men suggereert dat dit systeem ook toegepast kan worden voor overheidsinstituten en semi-overheidsinstituten. De eerste component is het zo genoemde eerste-geldstroomonderzoek. Dat is onderzoek uitgevoerd door instellingen van wetenschappelijk onderwijs, ook wel bekend als de basisfinanciering. De tweede component is het tweede-geldstroomonderzoek. Daaronder valt de aanvullende financiering ten behoeve van fundamenteel of niet beleidsbetrokken onderzoek. Deze aanvullende financiering keert de overheid uit aan universiteiten op basis van haar, nog vast te stellen, beleidsdoelen. Tot slot is er een derde component, waaronder alle inkomsten vallen die ontstaan door het uitvoeren van onderzoek in opdracht van derden.²⁶⁸ Het doel van dit voorstel is, door het opbreken van algemene subsidiering in verschillende componenten, om helderheid te creëren in de financiering van het wetenschappelijke onderzoek. Daarbij moesten deze plannen, de vorming van de nieuwe coördinatie van het wetenschapssysteem ondersteunen.

De geformuleerde plannen in de Nota Wetenschapsbeleid werden met wisselend succes in de praktijk gebracht.²⁶⁹ Het driestromen financieringsmodel van onderzoek werd wel in de praktijk gebracht. In het algemeen is het doel van het beleid de wetenschap richting verschillende maatschappelijke en economische doelen te sturen. Kenmerkend volgens Blume voor Nederland is het ontstaan van overlegstructuren waarin betrokken actoren zitting hebben en in overleg met elkaar een planning maken. Dit in tegenstelling tot elders, waar de wetenschap overheidsdoelen op korte termijn moest dienen, of aan

²⁶³ Ibid., p. 63.

²⁶⁴ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 40.

²⁶⁵ Ibid., p. 40-41.

²⁶⁶ Nota Wetenschapsbeleid, staatsuitgeverij, (Den Haag 1974) p. 76.

²⁶⁷ Ibid., p. 76.

²⁶⁸ Ibid., p.70-71.

²⁶⁹ Techniek In Nederland in de twintigste eeuw, deel VII, p. 170.

financiering moest komen via principes van marktwerking. Dat laatste leidde ook vaak tot verkorting van de duur van projecten.²⁷⁰ Ontwikkeling van de wetenschap mag nog steeds een doel zijn van onderzoek, maar dit type onderzoek wordt wel beperkt. In termen van het kwadranten model, de overheid staat open voor alle typen onderzoek, behalve Bohrs kwadrant onderzoek. Voor TNO betekent het wetenschapsbeleid vooral kortere onderzoekshorizonten. Daarnaast zal de ontwikkeling van nieuwe kennis in TNO-onderzoeksgebieden meer uit handen gegeven moeten worden.

II.6 Innovatie& Conclusie

Blume spreekt van een nieuwe fase in het wetenschapsbeleid na 1977. Die derde fase wordt ingeluid volgens Blume, als in Amerika onder leiding van president Carter een onderzoek naar innovatie start.²⁷¹ Ook in Nederland verschuift de focus van het wetenschapsbeleid. Dat wordt duidelijk zichtbaar na het uitkomen van de innovatienota in 1979. In verband met overwegingen voor de opbouw van deze scriptie is ervoor gekozen om de innovatienota in het volgende hoofdstuk te behandelen. De innovatienota wordt hier aangestipt, omdat Blume het de laatste fase van het wetenschapsbeleid noemt. Tussen Blume's tweede en derde fase zit het werk van de commissie Reinoud dat van grote invloed is geweest op TNO. Aansluitend volgt dan de innovatienota.

Kenmerkend voor deze fase in de ontwikkeling van het wetenschapsbeleid door Blume is, dat de rol van wetenschap in de samenleving verandert. Deze verschuift van oplosser van maatschappelijke problemen, in de jaren '70, naar schepper van strategische economische kansen, in de jaren '80.

Tot zover de evolutie van het wetenschapsbeleid in drie fases zoals beschreven door Blume. De drie fases zijn gebaseerd op de doelen van het wetenschapsbeleid, maar ook op de impliciete theorieën over technologische verandering (en hoe dit proces gestimuleerd kan worden).²⁷² Dit idee koppelt met de kwadranten theorie van Stokes. Achter elk van de vier kwadranten zit een verschillende opvatting over de relatie tussen wetenschap en technologie. In Bohrs kwadrant vat men die relatie op, zoals in het lineaire model. In Pasteurs kwadrant is de relatie tussen wetenschap en technologie vooral interactief van karakter. Tot slot, in Edisons kwadrant is de relatie vooral 'technology driven'. Wetenschap ondergeschikt is aan de ontwikkeling van nieuwe technologie.

In dit intermezzo is vooral de omslag van de eerste fase naar de tweede fase het hoofdthema. De omslag zelf laat zien dat de maatschappij het lineaire model van innovatie los begint te laten en de alternatieven begint te verkennen. Over het algemeen genomen wordt Bohr kwadrant onderzoek ingeruild voor Pasteurs en Edisons kwadrant onderzoek.

In hoofdstuk drie is geprobeerd aan te tonen, dat er in de daar besproken periode, maar zeker ook daarvoor, een specifieke mentaliteit ten opzichte van het wetenschappelijk onderzoek bestaat. Die mentaliteit noemen we hier het Bush-paradigma. Het maatschappelijke vertrouwen in deze mentaliteit van vooruitgang door wetenschappelijk en technologie, brokkelt af eind jaren '60 en begin jaren '70. Het is de eerste stap in het breken met het bestaande paradigma. De dominantie van Bushs ideologie veroorzaakt een maatschappelijke vervreemding van de wetenschap. De oriëntatie, die zo succesvol was in de jaren '50 en '60, begint problematisch en onhoudbaar te worden. Dan pas gaat men opsommen welke koers men had gevaren en ontstaat het idee dat TNO haar maatschappelijke doel uit het oog heeft verloren. Het beeld dat ontstaat, als men de wetenschappelijke activiteiten gaat analyseren, is een explicitering van de ongeschreven en veelal impliciete principes van de wetenschap.

Dit is het begin van een traject waarin de organisatie van de wetenschap wordt aangepakt. Bij dit traject zijn wetenschappers betrokken van verschillende achtergronden, zoals universiteit, ZWO en TNO. De overheid is de touwtrekker van het geheel. De overheid is vrij succesvol in het organiseren van overleg tussen alle betrokkenen. Ook bij de overheid zelf spelen er verschillende belangen. Het ministerie van EZ wil vooral dat er een einde komt aan de groeiende uitgaven. Het ministerie van O,C&W wil dat er een beleid komt dat samen met, en niet voor, de wetenschap gemaakt is. De industrie wordt betrokken bij

²⁷⁰ Techniek In Nederland in de twintigste eeuw, deel VII, p. 52.

²⁷¹ S.S. Blume, *The development of Dutch science policy*, p. 44.

²⁷² Ibid., p. 71.

verschillende initiatieven van bijvoorbeeld de OECD en de Nederlandse overheid. Met het verloop van de industrialisatie was het overheidsingrijpen afgenomen. In de jaren '70, waarin de overheid aanstuurt op een overleg met alle betrokkenen, moet de industrie eigen afwegingen maken. Over wat te doen met de eigen R&D, maar ook over welke eigenschappen de wetenschap moet hebben om effectief te zijn voor de industrie. De meest duidelijke uitkomsten van het onder de overheid gevoerde overleg met betrokkenen, is dat de wetenschap meer voor de maatschappij moet gaan betekenen. Het effect van dit alles is dat het zuiver wetenschappelijke onderzoek werd afgeslankt. Een heroriëntatie op het t.n.o. volgde, zoals te zien is in hoofdstuk 4.

Hoofdstuk 4: Werk maken van kennis

In Intermezzo II is de opkomst van het wetenschapsbeleid beschreven. De laatste fase die Blume erkent, het innovatiebeleid, zal na het werk van de commissie Reinoud te vinden zijn. Naast het verschuiven van de maatschappelijke behoeften aan wetenschap begon men ook anders tegen de rol van de wetenschap aan te kijken. Bij het uitblijven van resultaten in economisch zwaardere tijden, was vooral het abstracte zuiver wetenschappelijke onderzoek een doorn in het oog geworden. Daar waar er moeilijk grip op de onafhankelijke wetenschappelijke organisaties te krijgen was reorganiseerde men. Dat traject omvat zo'n twee decennia en kent een toename in de graad van overheidsingrijpen. De veranderingen die plaatsvinden zorgen voor turbulente tijden. Er breekt een nieuwe periode voor het t.n.o. in Nederland aan. Deze periode betekent voor TNO dat de organisatie zich dichterbij de belanghebbenden moet positioneren.

Voor TNO is er sprake van een nieuwe benadering van haar onderzoeksgebied en een veranderde rol daarin. Er zou gezegd kunnen worden dat er weinig nieuws aan de hand is. Gedurende de periode die dit onderzoek beslaat, is dit de derde verandering in die zin. De eerste invulling van het t.n.o. beslaat de periode van grofweg 1900-1940 en bestaat eigenlijk uit verschillende opvattingen. De tweede invulling is het Bush-paradigma met een zuiver natuurwetenschappelijke ideologie. Een periode die loopt van 1945-1970. Toch is het zeer interessant om te zien hoe de verhoudingen verschuiven, opvattingen veranderen en men creatief omgaat met nieuwe doelstellingen. Bovendien betreft het hier een stuk historie waar nog weinig over geschreven is. Het doel van dit hoofdstuk is, om een beeld te geven van de effecten die van invloed waren op TNO in de periode vanaf 1970 tot 2000.

4.1 Commissie Reinoud

Na het verschijnen van de nota Wetenschapsbeleid ging men over tot de reorganisatie van de wetenschap. Een eerste dringende behoefte daarbij, was voor inzicht in de verschillende onderzoeksorganisaties en –instituten en hun verhouding tot de overheid. Er werden onderzoekcommissies opgericht met dit doel en de commissie Reinoud is daar één van.

Waarom verandering nodig was blijkt enerzijds uit intermezzo II, maar er zijn bij TNO ook praktische zaken die problematisch verlopen. Die problemen werden geanalyseerd door de Commissie Relatie Overheid-TNO (CRO), ook wel de commissie Reinoud genoemd. Die komt tot stand door de wens van de overheid om een intensievere relatie met TNO aan te gaan.²⁷³ Het doel van de commissie, naast het aanpakken van de wildgroei bij TNO, is een aanscherping van de maatschappelijke doelstellingen van TNO. Het benadrukken van de taak van TNO, was noodzakelijk geworden op dat punt. TNO was vervreemd geraakt van haar taak, het dienstbaar maken van het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek voor het algemeen belang. De rol en oriëntatie van TNO moest worden bijgesteld. In 1972 bracht de RAWB een innovatieadvies uit. Een belangrijk onderdeel van dat advies vormt het pleidooi voor een centrale instantie, die toegankelijk moet zijn voor het bedrijfsleven dat wil innoveren. De Raad dacht daarbij aan TNO, zij het dat de raad de nodige aarzelingen had over het functioneren van deze organisatie. In de jaren die volgden adviseerde de raad vervolgens om TNO te reorganiseren.²⁷⁴ Naast die nieuwe rol waren er ook problemen met de organisatie van TNO. Uit een, door de minister overgenomen, RAWB-advies voor een beter functioneren van TNO, wordt als oorzaak van de slechte coördinatie binnen TNO, de autonomie van de wetenschappers aangewezen. De nieuwe programmering van TNO, 'die niet alleen budgettair kan zijn, vraagt een intensievere samenwerking en betere onderlinge afstemming binnen het TNO-apparaat. Het sterk sprekende, maar misschien niet zo sterk bedoelde, autonome handelen van de bijzondere organisaties, van de instituten en zelfs van de individuele onderzoekers, moet dan aanzienlijk worden beperkt.'²⁷⁵ Dit advies is niet zonder controverse. De beleidsmakers zijn dan wel bereid om een beleid voor de wetenschap te implementeren, de

²⁷³ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, (mei 1975), p. 1.

²⁷⁴ Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB), *Een kwart eeuw wetenschapsbeleid*, Jaaradvies 1990, (1990), p. 13.

²⁷⁵ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 28.

wetenschappers houden nog vast aan de wetenschapsidealen van de decennia daarvoor. Autonomie hoorde toen zeker nog bij het wetenschapsideaal of dat nu een betere coördinatie van het wetenschappelijk onderzoek in de weg stond of niet. Het RAWB-advies wordt een onderdeel van het wetenschapsbeleid. In de nota Wetenschapsbeleid staat dat ‘de in vele gevallen te grote autonomie van door de overheid gesubsidieerde onderzoekinstellingen [...] een negatieve invloed op [de] kwaliteit en doelmatigheid van het wetenschappelijk onderzoek- en ontwikkelingswerk [hebben].’²⁷⁶ Bij de aanbevelingen voor het opheffen van de grootste tekortkomingen staan onder andere, prioriteitbepaling en de programmering van het onderzoek.²⁷⁷ Wat blijkt is, dat men vanuit de overheid geen zicht heeft op wie, wat doet binnen TNO. Men wordt met de neus op de feiten gedrukt, er wordt jaarlijks subsidie uitgekeerd en er is geen zicht op de besteding daarvan. Dit punt is de aanleiding voor de onderzoekscommissie relatie Overheid-TNO (CRO-TNO).

Per juni 1974 werd de CRO-TNO ingesteld en kreeg als taak: 1. Een onderzoek in te stellen naar de betrekkingen tussen de overheid en TNO met het doel aanbevelingen te formuleren ten aanzien van de wijze waarop deze betrekkingen kunnen worden geïntensiveerd. 2. Na te gaan welke structurele en procedurele aanpassingen daartoe nodig zijn aan de zijde van de departementen zowel als aan die van TNO en in hoeverre deze aanpassingen binnen het kader van de bestaande wettelijke regelingen kunnen worden gerealiseerd, c.q. hiervoor wetswijzigingen noodzakelijk moeten worden geacht.²⁷⁸ In werkelijkheid bleek de taak van de commissie omvangrijker en complexer. De commissie zelf is zich hiervan bewust. De commissie zegt hierover dat naast de directe taakstelling, zij zich ook bewust is van de door de minister geschetste achtergrond. Die achtergrond omvat onder andere de volgende punten; - Een gewenste uitbreiding van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in verband met de uitputting van de natuurlijke hulpbronnen en de zorg over het milieu. -Het toegepast onderzoek heeft zich te eenzijdig in natuurwetenschappelijke richting ontwikkeld, maatschappij en maatschappijwetenschappen zijn achtergebleven. -Er is in het toegepaste onderzoek een verschuiving naar meer fundamenteel onderzoek te constateren, terwijl de maatschappelijke relevantie een lagere rangorde krijgt. -Er is onvoldoende coördinatie ten aanzien van R&D-activiteiten door het bedrijfsleven, de overheid en TNO. -Er ontbreekt een centraal punt op R&D-gebied en de RAWB adviseert dat TNO zich tot dit centrale punt zal ontwikkelen.²⁷⁹ Zo ondernam de commissie op eigen initiatief een onderzoek naar het functioneren van de organisatie zelf en kwam tot harde conclusies.

Het rapport vervolgt met een beschrijving van het functioneren van TNO. Met name over hoe het bestuur opgebouwd is en hoe die vertaald is naar de werkelijkheid. Dan volgt er een opmerking over artikel 2 van de TNO-wet over de functie van de Centrale Organisatie TNO (CO-TNO).²⁸⁰ De commissie stelt de indruk gekregen te hebben dat, de bedoelde adviesfunctie noch de bevordering van de eenheid in de bemoeiing van het rijk met het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek tot ontwikkeling zijn gekomen. Bovendien vindt de commissie dat het (dagelijks)bestuur van de centrale organisatie zich niet ontwikkeld heeft tot een centraal beleidsorgaan voor TNO. De Bijzondere Organisaties waren feitelijk vrij van de CO-TNO, er werd geen verantwoording afgelegd over uitgevoerde of uit te voeren onderzoek. De CO-TNO was in onvoldoende mate bezig met ‘beraad en formulering van de doelstellingen voor de totaliteit van TNO en de wijze waarop die te realiseren zijn’.²⁸¹ Een van de punten waarop deze indruk gebaseerd is, is de projectenadministratie van TNO. Het bleek dat de projectenadministratie geen uniforme opzet kende en dat er geen overzicht bestond.²⁸² Dit betekent zoveel als, er kan zelfs geen verantwoording afgelegd worden aan de CO-TNO over onderzoeksactiviteiten. Concluderend stelt de commissie dat TNO in zijn geheel op basis van een verouderde conceptie functioneert en dat daarom fundamentele wijzigingen in de structuur van zijn leiding en organisatie en daarmee ook van de TNO-wet en -besluiten gewenst zijn.²⁸³

²⁷⁶ Nota Wetenschapsbeleid, p. 69.

²⁷⁷ Ibid., p. 69-70.

²⁷⁸ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 1.

²⁷⁹ Ibid., p. 1-2.

²⁸⁰ Zie: hoofdstuk 1.4 *De TNO-wet*.

²⁸¹ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 8.

²⁸² Ibid., p. 17.

²⁸³ Ibid., p. 19.

Het doorlichten van de organisatie TNO is niet het eigenlijke doel van de commissie geweest. Toch had de commissie besloten dit te doen op basis van de door de minister gegeven achtergrond. De resultaten zijn veelzeggend over de staat van TNO in die periode. In een tijd van economische stagnatie was het moeilijk om investeringen in TNO te verantwoorden. Daarnaast waren de resultaten van deze doorlichting een klap voor de geloofwaardigheid van TNO. De organisatie gedroeg zich te wetenschappelijk en stond te ver van haar markt af. Niet langer moest wetenschap centraal staan, maar toepassing, belanghebbenden en de samenleving.

In het rapport wordt de relatie overheid-TNO vanuit de ministeries beschreven. Deze analyse bestaat uit interviews gehouden met ministers of hoge ambtenaren, die gevraagd werden naar de beleving die zij hadden wat hun relatie met TNO betreft. Minister Lubbers van EZ stelt dat hij de relatie met TNO onvoldoende achtte. Dat kwam naar zijn mening door het weinige overleg en weinige inzicht dat men had in de programmering van onderzoek bij TNO. Een probleem dat niet op te lossen was met de staat waarin TNO verkeerde. TNO kon de minister geen inzicht geven in de programmering, omdat er simpelweg geen projectadministratie bestond. Binnen het ministerie leidde dit tot de indruk dat het ministerie niet voldoende waar krijgt, voor het grote bedrag dat op de begroting voorkomt. Echter de houding van de minister ten opzichte van TNO is wel positief.²⁸⁴

Uit de interviews, gehouden op het ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, komt een ander probleem naar voren. Het ministerie stelde dat het geen invloed kon uitoefenen op het bedrag dat, op zijn begroting voor onderzoeken door de gezondheidsorganisatie TNO wordt gebracht. De hoogte van dit bedrag komt namelijk voort uit het overleg tussen het dagelijkse bestuur van de CO-TNO en het ministerie van Financiën. Bijkomend probleem is dat de het budget onvoldoende is voor het realiseren van het onderzoeksprogramma van het ministerie. Hieruit volgt dat het ministerie zich onvoldoende betrokken voelt bij de gezondheidsorganisatie TNO.²⁸⁵ De kern van het probleem is hier, dat het ministerie geen inspraak heeft in de programmering van het onderzoek. Doordat het onderzoek niet aansluit bij de wensen van het ministerie worden eventuele uitkomsten niet benut. In het hoofdthema van dit onderzoek staat het type onderzoek veelvuldig ter discussie, maar in dit geval maakt het niet uit welke aard het onderzoek heeft. Hoe abstract of hoe praktisch TNO onderzoeksresultaten mogen zijn, het ministerie kan ze niet gebruiken. Feitelijk gezien is de verleende subsidie aan de gezondheidsorganisatie TNO vanuit het verantwoordelijke ministerie nutteloos.

Het rapport van de commissie Reinoud werd binnen TNO-kringen als vernietigend beschouwd.²⁸⁶ Men was bang dat de TNO-federatie uit elkaar getrokken of misschien opgegeven zou worden. Zeker gezien de vele ideeën over het herpositioneren en herstructureren van de wetenschap in Nederland, die in die tijd de ronde deden.²⁸⁷ De onafwendbare opheffing van ZWO zal zeker ook indruk hebben gemaakt bij de wetenschappers. Toch heeft commissie Reinoud veel waardering voor TNO, haar werk en haar wetenschappers, zoals we al eerder zagen. Ze noemen het een uniek instituut dat ten behoeve van de overheid, het bedrijfsleven, andere organisaties, de wetenschap en technologie op adequate wijze in stand dient te worden gehouden.²⁸⁸ Ondanks dat de minister voor het Wetenschapsbeleid de positie voor TNO naar alle kanten open zag, spreekt de commissie zich uit voor het behoud van de organisatie. Wellicht raakte dit punt wat ondergesneeuwd bij de TNO-ers, in het licht van de onzekere tijden. Ook minister Lubbers van Economische Zaken ziet in TNO een nuttig orgaan en een bijdrage voor de samenleving. De slechte staat van de organisatie van TNO vond zijn oorzaak in een gebrek aan structuur en coördinatie. Het aanpakken van deze punten werd dan ook de kern van de aanbevelingen uit de rapportage van de commissie Reinoud, maar het voortbestaan van TNO liep weinig gevaar. Daarmee werd het belang van Pasteurs en Edisons kwadrant onderzoek voor de samenleving onderstreept.

Het rapport sluit af met een aantal aanbevelingen, die als doel hebben de organisatiestructuur van TNO te moderniseren. Er zal hier niet stil worden gestaan bij alle 22 adviezen. Sommigen vallen buiten de context van dit onderzoek, omdat ze bijvoorbeeld inhoudelijk ingaan op personeelsbeleid of

²⁸⁴ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 21-22.

²⁸⁵ Ibid., p. 22.

²⁸⁶ Van Dijk, Frankfoort, Horn en Vos, *Wetenschaps- en technologiebeleid*.

²⁸⁷ Nota Wetenschapsbeleid, p. 79-80; AWT, Jaaradvies 1990, 'Een kwart eeuw wetenschapsbeleid', 1990, p. 13.

²⁸⁸ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 38.

administratiebeleid. De eerste acht adviezen betreffen het aanpassen van de organisatiestructuur en vormen daarmee de kern van de aanbevelingen.²⁸⁹ Het doel van de adviezen is het omvormen van TNO tot een geïntegreerde researchorganisatie, geïntegreerd in externe en interne zin. Zo wordt er in de externe zin, een rol gecreëerd voor TNO in de context van een nationaal onderzoekssysteem. In interne zin creëert men een hiërarchisch systeem waarbij elk onderdeel verantwoording moet afleggen aan een overlappend orgaan, hierbij is het de bedoeling dat de centrale organisatie en de bijzondere organisaties TNO onder de leiding komen te staan van één orgaan.

Zo luidt het eerste advies dat er een raad van bestuur wordt aangesteld die met deze taak belast zou moeten worden. Ten tweede zou de raad zich bezig moeten houden met de behoeften van de maatschappij op TNO gebied. Aan de hand van die behoeften zouden prioriteiten gesteld moeten worden en het specifieke doelstellingen geformuleerd voor alle TNO-onderdelen. Dus ook voor de, tot dan toe redelijk onafhankelijke, bijzondere organisaties. Ten derde zou de raad zelf, zorg moeten dragen voor de evaluatie van het gevoerde beleid. Het vierde advies behandelt hoe de commissie de bijzondere organisaties TNO zich binnen het nieuwe stelsel behoren te gedragen. Men moet werkplannen opstellen en prioriteitsbepalingen overleggen met de centrale organisatie. Ten vijfde krijgt de leiding van de bijzondere organisatie de taak, verantwoording af te leggen over het gevoerde beleid. In het zesde advies wordt de positionering van de afzonderlijke instituten besproken. Het gaat de commissie hier voornamelijk om het onderbrengen van instituten in grotere beheerseenheden. Op deze manier kan er beter gereageerd worden op gezamenlijk beleid, is er meer overleg binnen directies over programmering en is een efficiëntere inzet van middelen beter te garanderen. De commissie is zich bewust van de uniciteit van sommige instituten. Advies zeven, die instituten die niet te clusteren zijn, zouden ondergebracht moeten worden bij de centrale organisatie. De autonomie van de TNO onderdelen wordt ingeperkt, maar zowel de bijzondere organisaties als de instituten blijven in staat om hun eigen werkplannen te maken (eventueel in overleg met derden) en eigen prioriteiten te stellen. In het achtste advies verklaart de commissie waarom ze heeft gekozen voor de voorgestelde organisatiestructuur. Deze staat volledig in het licht van het gezamenlijke actiemodel uit de Nota Wetenschapsbeleid. De commissie wil een organisatie-model waarbij er een verdeling van verantwoordelijkheden ontstaat.²⁹⁰ Dit kan men bereiken door het betrekken van de werkgemeenschappen binnen TNO bij het centrale beleid en de daarvan afgeleide beleidsvormingen en uitvoering op eigen niveau. Zo ontstaat er een informele en collectieve verantwoordelijkheid voor het te voeren onderzoeksbeleid en zo worden de wetenschappers meer betrokken bij de organisatie TNO. Deze adviezen vallen overigens in lijn met de RAWB aanbevelingen voor een intensieve samenwerking en betere afstemming in het TNO apparaat uit 1972.²⁹¹

De commissie Reinoud is de eerste commissie in jaren die zich richt op TNO, de inrichting ervan en de rol van de organisatie in de maatschappij. De commissie komt eigenlijk tot de conclusie dat TNO een waardevolle toevoeging is voor het Nederlandse onderzoekslandschap en samenleving. De commissie is van mening dat er een aantal punten zijn, die problematisch zijn voor het functioneren van TNO. Geen van die problemen worden als onoverkoombaar gezien. Het belangrijkste is toch wel dat TNO zich moet gaan richten op het toepassen van wetenschap voor de maatschappij. De commissie Reinoud vindt eigenlijk het t.n.o. opnieuw uit. Het is ook de eerste keer, sinds de oprichting van TNO in 1932, dat er onderzocht wordt hoe TNO functioneert ten opzichte van de TNO-wet.²⁹² Voor het eerst wordt TNO erop gewezen wordt, dat het zich niet tot de, in de wet beoogde, adviesinstantie voor de regering voor het t.n.o. heeft ontwikkeld. Dit is opvallend, want die situatie had al decennia zo bestaan.

Wat verder nog benadrukt moet worden is het opmerkelijke resultaat van de Commissie Relatie Overheid-TNO. De commissie ging aan de slag met als doel, te onderzoeken hoe de relatie tussen de overheid en TNO verbeterd kan worden. De conclusie van de commissie is, dat de organisatiestructuur van TNO het probleem is en dat deze sterk aangepast moet worden. Op een enkele opmerking na blijft het overheidsapparaat volledig buiten de beschouwingen van de commissie.²⁹³ Het werk van de commissie werd goed ontvangen binnen de overheid. De commissie was in staat geweest de problemen die een goed

²⁸⁹ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 38-40.

²⁹⁰ Nota Wetenschapsbeleid, p. 64-65.

²⁹¹ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 28.

²⁹² Ibid., p. 35.

²⁹³ Ibid., p. 20,42.

functioneren van TNO en een goede relatie met de overheid helder naar voren te brengen. De, door de commissie opgestelde, adviezen vormen, na een lang traject, de basis voor een wetswijziging van de TNO-wet, doorgevoerd in 1985. De commissie was zich erg bewust van hoe de wetenschappers hun beroep beleefden. Autonomie is een van de grootste strijdpunten in het wetenschapsbeleid tijdens de jaren '70. De commissie Reinoud zegt hierover: 'Het is niet zo dat de autonomie van TNO, haar bijzondere organisaties of instituten een doorn in het oog van de beleidsmakers was.'²⁹⁴ Hierbij doelend op het feit, dat hier en daar autonomie weggenomen ging worden in de nieuwe plannen. Men deed dit echter niet om de wetenschap te dwarsbomen, maar om het gezamenlijke actiemodel te introduceren binnen TNO. Met als doel om het functioneren en de effectiviteit van het t.n.o. te verbeteren. Deze plannen werden overigens in 1981 gerealiseerd.²⁹⁵ Wat men hier wil bereiken is een breuk met het Bush-paradigma. Over hoe de zaak alternatief georganiseerd moest gaan worden was veel onduidelijkheid. De overheid probeert in overleg met de betrokkenen tot een passende oplossing te komen. In die oplossing moest een maatschappelijke oriëntatie van het wetenschappelijke onderzoek centraal staan. De innovatienota is een van de ideeën die daarbij ontwikkeld worden.

4.2 Innovatienota

Dan komen we nu aan bij de derde fase die Blume onderscheidt in de evolutie van het wetenschapsbeleid. Na het werk van de commissie Reinoud wil men aan de slag met TNO, om het weer op het goede spoor te zetten. Mede van betekenis in de veranderingen die TNO ondergaat als onderzoeksorganisatie is de innovatienota. De innovatienota uit 1979 is een initiatief van het ministerie van Economische Zaken.

In mindere mate waren ook het ministerie van O,C&W en TNO betrokken.²⁹⁶ Op welke manier O,C&W hierin betrokken werd is mij niet duidelijk. Over de rol van TNO is het volgende te zeggen. De RAWB geeft in haar innovatieadvies uit 1972 aan dat het, in het onderzoekssysteem ontbreekt aan een centraal punt op R&D-gebied. De raad adviseerde dat TNO zich tot dat centrale punt kon ontwikkelen. Een onderdeel van het werk van de commissie Reinoud was een overleg met de RAWB inzake het verbeteren van het functioneren van TNO. De commissie heeft, naar eigen zeggen, met de RAWB uitvoerig van gedachten gewisseld. Op enkele nuanceverschillen na bleek er, na de toelichting van de RAWB op de aanbevelingen, overeenstemming van opvattingen te zijn.²⁹⁷ Het beeld van een centraal punt op R&D-gebied werd via deze wijze opgenomen in de reorganisatieplannen voor TNO. Hieraan kan worden toegevoegd dat EZ in 1975 uitgebreid bezig was met overleg betreffende industriële innovatie met het bedrijfsleven, de NijverheidsOrganisatie TNO (NO-TNO) en andere instanties. EZ deelde mee, dat de opvattingen en plannen van een gereorganiseerd TNO en de NO-TNO terzake dienen zorgvuldig te worden geharmoniseerd met de plannen van EZ.²⁹⁸ Het genoemde overleg mondt uit in de innovatienota en EZ had daarbij dus een speciale interesse in TNO, die hieronder verklaard wordt.

De nota is een voortzetting van de systeemaanpak van de wetenschap, maar het accent is verschoven. Tegen de achtergrond van een ongunstig economisch klimaat doet de overheid wederom een beroep op de wetenschap. De nota beschrijft een overheidsbeleid, waarin men de economie impulsen wil geven door technologische innovatie. Met technische vernieuwing in de industrie hoopt men op meer investeringen en goedkopere (of kwalitatief hogere) productie. Het door de overheid gefinancierde onderzoeks- en ontwikkelingswerk moet meer gericht zijn op de problemen in het bedrijfsleven en een duidelijke oriëntatie op technologische vernieuwingen krijgen. Dit verklaart mede waarom EZ een speciale interesse in TNO had, via TNO kon EZ dit realiseren. EZ had niet voor niets ruim baan gevraagd voor de innovatieplannen bij de commissie Reinoud. Daarnaast probeert de nota het bedrijfsleven, het

²⁹⁴ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 28.

²⁹⁵ TNO (Nederlands Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek), TNO Magazine, editie Industrie en Techniek, maart 2007, p. 18.

²⁹⁶ G. van de Schootbrugge, *Toen.Nu.TNO; 75 jaar TNO-onderzoek voor overheid, bedrijfsleven en samenleving*, TNO (2007), p. 15.

²⁹⁷ Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 28.

²⁹⁸ Ibid., p. 28.

investeren in research zo aantrekkelijk mogelijk te maken.²⁹⁹ Met dat laatste hoopt de overheid de, vanaf 1972 fors teruglopende, R&D-budgetten van het bedrijfsleven te stabiliseren.³⁰⁰

In deze plannen neemt de overheid zich voor om de onderzoeksgelden op peil te houden, maar het wetenschappelijke onderzoek meer praktisch te oriënteren. Een belangrijk punt in de innovatienota, is de nadruk op het verbeteren van de kennisoverdracht. Zo wil de overheid, samenwerkingsverbanden stimuleren waarbij industrie en nationale onderzoeksorganisaties betrokken zijn. Kennisoverdracht is binnen de industrie altijd een lastig punt geweest, in verband met octrooien en patenten. Door het betrekken van TNO was de kennisoverdracht wellicht makkelijker te maken. Daarnaast moet relevante kennis (nationaal & internationaal) snel beschikbaar gemaakt kunnen worden voor bedrijven.³⁰¹ Het ultieme doel van de innovatienota is het verbeteren van de (internationale) concurrentiepositie op de middellange en lange termijn.³⁰² Dit doel is niet iets nieuws, het werd al eerder genoemd in de industrialisatienota's.³⁰³ De internationale concurrentie is echter sinds de jaren '50 heftiger geworden. Nederland kan niet op tegen de productie van conventionele goederen in opkomende industrielanden. Concreet gezien wil men, door te investeren in wetenschappelijk onderzoek, hoogwaardige goederen en diensten produceren door goed opgeleid personeel. Dit idee werd al uitgewerkt in de jaren '50, 'een groter gehalte aan "brains" in producten'.³⁰⁴ Dit motto was opnieuw van toepassing, er moest strategisch gekozen worden voor nieuwe winstgevende producten. De innovatienota beperkt zich niet alleen tot de industrie, innovaties moeten ook ingezet worden voor maatschappelijke problematiek. Deze doelen kwamen dus op in de jaren '50, verdwenen in de jaren '70 en komen vervolgens weer terug op de agenda in de jaren '80. Het is niet verwonderlijk dat, door deze parallellen het innovatiebeleid ook wel een herindustrialiseringsbeleid genoemd wordt.

Toch is de nota meer dan een plan voor herindustrialisatie. Het is de eerste nota waarin het thema innovatie centraal staat. Dit punt is interessant in het licht van dit onderzoek. Het begrip innovatie ontwikkelt zich op de achtergrond in de jaren '70 als de technologische suprematie van de traditionele industrielanden minder vanzelfsprekend blijkt dan voorheen. Redenen daarvoor zijn er genoeg.³⁰⁵ De maatschappelijke kritiek die ontstaat tegen het militair-industrieel complex, dat feitelijk jaren lang de hoofdsponsor van de natuurwetenschap is geweest. De opkomst van nieuwe maatschappelijke waarden, zichtbaar in bijvoorbeeld de milieubeweging. De twijfel die ontstaat over het Bushs ideologie van lineaire innovatie. De oliecrisis van 1973 legde een aantal pijnlijke plekken bloot. Aanhoudende maatschappelijke problemen zoals werkeloosheid en hoge inflatie. Het concept innovatie wordt als opvolger van het lineaire model ontwikkeld. Het concept probeert de essentie van vernieuwing van producten en diensten te beschrijven. Vernieuwend aan dit idee is, het feit dat niet-wetenschappelijke factoren ook van invloed zijn op het succes van een nieuw product. Dit idee ontwikkelt zich naar aanleiding van een studie naar de industrie in Japan. Vanaf de jaren '60 weet de Japanse industrie zich in een snel tempo als industriemacht te ontwikkelen.³⁰⁶ Het feit dat Japanse producten, grote marktaandeelen van traditionele westerse markten (consumentenelektronica, motoren en automobielen) veroverden, werd als zeer bedreigend ervaren door de gevestigde orde. In Amerika begint men medio jaren '70 te onderzoeken wat (sommige) Japanse uitvindingen succesvol maakt over andere (westerse).³⁰⁷ De introductie van revolutionaire ideeën op het gebied van productietechnologie en kwaliteitswaarborging bleek daarin een grote rol te spelen.³⁰⁸ Hoogwaardige producten die relatief goedkoper zijn bleken veelal succesvol op de markt. Het gehalte wetenschappelijke input bleek veel minder van belang te zijn. Dat is het netto effect te noemen van de overgang van het Bush-paradigma naar het innovatiedenken. De nadruk van het t.n.o. verschuift van de

²⁹⁹ Innovation, Summary of the Dutch government white paper on innovation, Den Haag, 23 October 1979, p. 3.

³⁰⁰ Zie: intermezzo II

³⁰¹ Innovation, Summary of the Dutch, p. 4.

³⁰² Ibid., p. 4.

³⁰³ Zie hoofdstuk 2.

³⁰⁴ Minister van Economische Zaken J. Zijlstra, *Vijfde Industrialisatie Nota*.

³⁰⁵ S.S. Blume, The development of Dutch science policy, p. 52.

³⁰⁶ G. Van de Schootbrugge, *Toen.Nu.TNO; 75 jaar TNO-onderzoek*, p. 14-15.

³⁰⁷ S.S. Blume, The development of Dutch science policy, p. 44.

³⁰⁸ G. Van de Schootbrugge, *Toen.Nu.TNO; 75 jaar TNO-onderzoek*, p. 14-15.

ontwikkelingen van de wetenschap, naar de ontwikkeling van producten en technologie. In OECD-verband waait het begrip innovatie ook over naar Nederland.

Om het opgestelde innovatiebeleid succesvol te laten zijn, zo stelt men in de innovatienota, moet de overheid een beeld hebben welke factoren van belang zijn in innovatieprocessen. Vervolgens moet er duidelijkheid komen over welke factoren tot gunstige effecten leiden. Er wordt eerlijk toegegeven dat er dan nog weinig bekend is over hoe het innovatieprincipe werkt en welke factoren en effecten van belang zijn. Sommige delen van het innovatieproces zijn goed in kaart gebracht door recente (OECD) studies.³⁰⁹ Twee belangrijke factoren in het bijzonder worden daarbij gespecificeerd; technologische trajecten en het selectiemilieu.³¹⁰ Met technologische trajecten bedoelt men wetenschappelijke en technische trends die dominant zijn voor een bepaalde periode. Een voorbeeld hiervan is de opschaling van industriële productie, of de miniaturisering van micro-elektronica. De term selectiemilieu doelt op de graad van acceptatie van een innovatie door de markt of andere actoren. Beide factoren komen niet voor in de Bush-ideologie.

Op het niveau van de industrie noemt men als essentiële factor de strategie van het bedrijf.³¹¹ Waar mogelijk moeten bedrijven de technologische trends volgen en producten op de markt brengen die binnen een actueel selectiemilieu vallen. Dit is een punt waar bijvoorbeeld het midden- en kleinbedrijf veel moeilijkheden ondervindt, onder andere door de hoge kosten van R&D die nodig zijn om trends bij te houden. Een probleem dat de overheid wil gaan ondervangen door de R&D-risico's en kosten terug te brengen door samenwerkingsverbanden te stimuleren, waar ook TNO bij betrokken moet zijn. Voor een succesvol innovatiebeleid is er ook een noodzaak voor goede scholing. Een hoge opleidingskwaliteit, omscholingscursussen en opfriscursussen moeten helpen bij het innovatieproces. Goede scholing van werknemers wordt ook genoemd als een belangrijke factor bij innovatie.³¹² Participatie van de wetenschap is nodig in deze plannen, maar het doel is vooral economisch van aard.

Nieuw is ook het idee dat het geheel van diverse onderzoeksorganisaties opgevat wordt als een systeem. Er is een hoofdstuk in de nota opgenomen over de rol van het R&D-systeem in het innovatiebeleid.³¹³ Jammer genoeg wordt er niets gezegd over wat een R&D-systeem precies is. Wel gaat men kort in, op waar het uit opgebouwd is. Men noemt onder andere de R&D-capaciteit van de vijf grote Nederlandse multinationals en TNO en wat de financieringsverhoudingen tussen de overheid en de industrie zijn. De kern van het hoofdstuk is echter welke obstakels het systeem kent en hoe die weggenomen kunnen worden. Zodat men de R&D-activiteiten op een effectievere manier kan inzetten.

Nederland kent een lange traditie van wetenschappelijk en technologisch onderzoek, zo stelt men in de nota. Er is veel kennis beschikbaar in allerlei onderzoeksgebieden. TNO en de vijf multinationals worden als de steunpilaren voor onderzoek en ontwikkeling genoemd. Deze organisaties nemen een groot deel van het toegepaste onderzoek voor hun rekening. De overheid aan de andere kant betaalt juist het grootste gedeelte van het fundamentele onderzoek. Ondanks de vele mogelijkheden voor onderzoek wil de overheid toch het wetenschappelijke onderzoek gaan intensifiëren. Feitelijk betekent dit, dat er beperkingen komen in de breedte van het onderzoekslandschap. Men wil alleen lange termijn onderzoek in onderzoeksgebieden te stimuleren die van belang zijn voor Nederland. Zoals het bio-technologisch onderzoek, wat men als voornamelijk fundamenteel onderzoek ziet. Op de korte termijn wil men effectiever gebruik gaan maken van onderzoeksresultaten. Door bijvoorbeeld het opzetten van samenwerkingsverbanden waarbij wetenschappers en het bedrijfsleven betrokken zijn. Dit punt werd hierboven al eerder genoemd en wordt overigens gezien als een van de grootste obstakels in het R&D-systeem.

Een ander obstakel in het effectief functioneren van het R&D-systeem is het slechte bewustzijn van verschillende onderzoeksorganisaties, wat betreft de onderzoeksbehoeften van de industrie en samenleving.³¹⁴ Door dit gebrek aan marktkennis is er sprake van een gat tussen kennisleveranciers en -

³⁰⁹ Innovation, Summary of the Dutch, p. 8.

³¹⁰ Ibid.

³¹¹ Ibid.

³¹² Ibid.

³¹³ Ibid., p. 12-15.

³¹⁴ Ibid., p. 12.

klanten. Dit gat levert een probleem voor de effectiviteit van het toegepaste wetenschappelijk onderzoek. Onderzoeksresultaten neigen fundamenteel wetenschappelijk van karakter te zijn in plaats van toepassingsgericht en zijn daardoor onbruikbaar voor de klanten. Die vervolgens daardoor minder geneigd zijn, om in onderzoek te investeren.

De genoemde obstakels in het onderzoekssysteem zijn voor TNO een echo van de problemen die de commissie Reinoud al signaleerde. De, in de innovatienota genoemde, obstakels worden aangemerkt als bijzondere aandachtspunten voor het innovatiebeleid.³¹⁵ De nota gaat ook in op hoe deze punten zich concreet vertalen naar TNO.³¹⁶ Men wil doorgaan met de grondige reorganisatie van TNO. Hierbij wordt feitelijk bedoeld op het creëren van een geïntegreerd TNO, zoals beschreven in het rapport van de commissie Reinoud hierboven. Deze reorganisatie werd, zoals eerder al genoemd, in 1981 voltooid. Het onderhouden en ontwikkelen van specifieke expertise die nuttig is voor industrieel R&D-werk. Die plannen krijgen uiteindelijk vorm als de hoofdaandachtsgebieden, kennisportfolio's gericht op industrie sectoren, een betere marktorientatie van onderzoek en verbetering van de aangeboden diensten van TNO.³¹⁷ Een proces dat langzaam op gang komt, doordat de nog problematische inflexibiliteit van TNO in de weg staat. Er moet meer onderzoek komen naar de researchbehoeften van klanten, zowel op de korte en de lange termijn. Het derde punt; het versterken van de banden met andere spelers die zich bezighouden met advisering op het gebied van innovatie, bijvoorbeeld management-consultants en het MKB Nederland. Daarnaast moet men onderzoeksresultaten gaan vrijgeven voor onderwijsdoeleinden. En tot slot wil men de interne en externe mobiliteit van TNO onderzoekers verbeteren.

Wat direct aan deze punten opvalt is, dat er veel nadruk ligt op de verbetering van TNO's marktorientatie, de verbetering van de kennisuitwisseling. Er worden geen punten aangedragen die met de plaats van TNO in het onderzoekssysteem te maken hebben. De nadruk op de verbetering van TNO is wel te verklaren. De innovatienota kan staan of vallen met de reorganisatie van TNO, omdat de organisatie prominent genoemd wordt als een intermediair. Een organisatie die de verbinding kan vormen tussen de verschillende partijen die genoemd worden in de nota. EZ heeft dus veel belang bij een succesvolle reorganisatie van TNO. TNO moet zich als het ware integreren in haar maatschappelijke omgeving.

Naast de concrete punten voor TNO zijn er ook enkele andere concrete veranderingen en initiatieven in de innovatienota te vinden, die van invloed zijn op de inrichting van het onderzoekslandschap. Het eerder genoemde punt van de samenwerkingsverbanden moet bijvoorbeeld vorm krijgen in de op te richten Innovatiegerichte OnderzoeksProgramma's (IOP). Hierbij worden onderdelen van verschillende onderzoeksorganisaties samengebracht. Deelname wordt gevraagd van (technische) universiteiten, TNO, andere onderzoeksorganisaties en de industrie.³¹⁸ Het doel van de innovatiegerichte onderzoeksprogramma's is de onderzoekswereld toegankelijker maken voor het bedrijfsleven, en contacten tussen bedrijfsleven en onderzoekswereld verbeteren en intensiveren. Dit is een instrument te noemen in de marktorientatie van de onderzoekswereld. Het komt niet duidelijk naar voren in de innovatienota, maar ook hier heeft EZ een rol voor TNO weggelegd. Binnen de IOP's kan een verbeterd TNO, zoals hierboven beschreven, de verbinding vormen tussen de universiteiten en de afnemers van de kennis. De rol van TNO is dan het middelste vierkant in figuur 4 uit hoofdstuk 1 (1.3.4). Het idee van de IOP's vertalen zich overigens, naar het hier gehanteerde, theoretische kader, als Pasteurs kwadrant onderzoek. Doordat er zowel voor wetenschappelijke en praktische doeleinden plaats is, past IOP-onderzoek het beste in dat kwadrant.

Overheidsfinanciering die eerder uitsluitend bedoeld was voor fundamenteel onderzoek zal dat uitsluitende karakter gaan verliezen. Deze fondsen moeten worden gebruikt voor hoogwaardig wetenschappelijk onderzoek met een innovatief karakter.³¹⁹ In het licht van de innovatienota moet dat opgevat worden als onderzoek met het oog op toepassing. Verder moet er een regionaal systeem voor kennisoverdracht opgezet worden. De 'loketten' daarvan zouden ondergebracht moeten worden bij de

³¹⁵ Innovation, Summary of the Dutch, p. 13.

³¹⁶ Ibid.

³¹⁷ TNO (Nederlands Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek), Middellange termijnplan TNO (1985-1988), 1985.

³¹⁸ Innovation, Summary of the Dutch, p. 14.

³¹⁹ Ibid.

technische universiteiten, de Raad Nederlandse Detailhandel en TNO. Ook is het de bedoeling dat universiteiten meer contractresearch moeten gaan uitvoeren. Dit houdt in dat de markt van TNO meer competitief wordt.

De innovatienota is in retrospect wisselend succesvol geweest. Ten tijde en na het uitkomen van de innovatienota is er nog steeds weerstand tegen het slinken van autonomie bij de wetenschappers. Het strijdpunt nieuwsgierigheid versus nuttigheid zal nog jaren blijven bestaan.³²⁰ Het creëren van nieuwe samenwerkingsverbanden tussen verschillende spelers wordt ervaren als succesvol. De IOP's hebben daarbij een grote rol gespeeld. Hier en daar ontstonden kennisnetwerken die uitgroeiden tot toonaangevende onderzoeksclubs. Het grote voorbeeld hier is het IOP biotechnologie. Enkele biotechnologen werkten in het programma om hun fundamentele onderzoek beter aan te laten sluiten bij de vernieuwingsbehoefte van het bedrijfsleven. Spil in dat netwerk was professor Schilperoord.³²¹ Het bedrijfsleven reageerde verschillend op de nota. In een laagconjunctuur is het nemen van een R&D-investeringsrisico omstreven. Shell koos ervoor om haar Amsterdamse laboratorium geleidelijk te laten krimpen in de jaren '80. De chemische research werd bij Shell grotendeels weggesaneerd. Daar tegenover staat dat bedrijven als DSM en Philips in hetzelfde decennium soms duidelijke perioden kenden, waarin er weer fors in de research werd geïnvesteerd.³²² Homburg stelt dat de verschillende reacties samenhangen met het verdwijnen van breed geschakeerde ondernemingen. Bedrijven kozen voor een beperkte set kernactiviteiten, net zoals men in de innovatienota kiest voor een beperkt aantal onderzoeksgebieden. Dat vormt dan ook het laatste punt in deze beschouwing van de innovatienota. Er worden een aantal kernactiviteiten, of succesvolle gebieden waar Nederland sterk is op het gebied van innovatie, genoemd. Onder andere de al eerder besproken biotechnologie, de micro-electronica en de vliegtuigindustrie. Het idee is dat er juist voor deze 'vruchtbare' gebieden geïnvesteerd zal gaan worden in onderzoek. Onder vruchtbaar wordt het volgende verstaan; er is voor wetenschap en economie vooruitgang in deze gebieden te boeken. Nog geen tien jaar later zal blijken hoe lastig het kiezen van kernactiviteiten werkelijk is. Zo kwam de vliegtuigindustrie in grote problemen met het faillissement van Fokker in 1996.

Industrie, wetenschap & innovatie

Interessant, in het kader van dit onderzoek, is hoe de industrialisatienota's, de nota Wetenschapsbeleid en de innovatienota zich tot elkaar verhouden. De industrialisatienota is een beleid dat primair gericht is op de bevordering van de industrie, de bevordering van het t.n.o. is een secundair doel. Het beleid is afkomstig van het ministerie van EZ en de doelgroep van het beleid is de industrie. De overheid moedigt het gebruik van het t.n.o. ter bevordering van de productie aan, maar er is geen sprake van een wetenschapsbeleid. In latere industrialisatienota's wordt meer nadruk gelegd op het belang van research, maar het blijft bij verwijzingen naar waar men daarvoor terecht kan. De mogelijkheden worden geschept, maar TNO wordt niet actief betrokken in het beleid. Er was geen expliciete visie vanuit de overheid over de inrichting van het t.n.o., de wetenschappers waren hier de experts in en, zo was de gedachte, wisten hoe het moest. De stimulering van onderzoeksorganisaties zoals TNO leverde niet het effect waar men op gehoopt had. Het wetenschappelijke onderzoek bleek veelal te abstract te zijn om van nut te kunnen zijn. Dat lag niet aan het gebrek aan visie bij de overheid op het t.n.o., of aan de grootte van de subsidiering van wetenschapsorganisaties. De beperking in de prestaties van het t.n.o. liggen aan de neiging van wetenschappers, om fundamentele principes in onderzoek na te streven. Dit werd aanvankelijk niet zo begrepen, de manier waarop de wetenschap bedreef werd niet ter discussie gesteld en werd als een vanzelfsprekendheid gezien.

De vanzelfsprekendheid van het Bush-paradigma komt ten einde als men de balans gaat opmaken, nadat de wetenschap ter discussie gesteld werd. De reflecties op de wetenschap leiden tot de nota Wetenschapsbeleid. De onbedoeld grote autonomie van wetenschapsorganisaties en van individuele wetenschappers, is de oorzaak van de wanorganisatie in het onderzoekslandschap. Om orde op zaken te

³²⁰ Nederlands Forum voor Techniek en Wetenschap, *Naar een betere benutting van kennis in de industrie*, (1994), p. 16.

³²¹ A. Jorritsma-Lebbink, Rede van de Minister van Economische Zaken, *20 jaar Innovatiegericht Onderzoek Programma*, Ede, 17-02-2000.

³²² Ernst Homburg, *Speuren op de tast*, p. 49.

stellen wordt de nota Wetenschapsbeleid ontwikkeld, door de minister voor het Wetenschapsbeleid. Deze nota is vooral gericht op de wetenschap in het algemeen, onderscheid tussen verschillende gebieden wordt nauwelijks gemaakt. In overleg met alle partijen, waaronder de overheid zelf, ZWO, TNO en de industrie, wil men de slechte organisatie, de groei van de wetenschap en de oriëntatie op het fundamentele aanpakken. TNO wordt actief betrokken bij het beleid, het neemt deel aan overleg en wordt zelf het onderwerp van het beleid. De visie op het t.n.o. luidt; 'bij de (semi-) overheidsinstituten en het bedrijfsleven overheerst de op concrete toepassingen gerichte R&D. [...] de doelstelling van dit soort onderzoekactiviteiten kan worden omschreven als het richten van de inspanningen op het vinden van passende oplossingen voor maatschappelijke, technische, sociale, politieke problemen, die tot het aandachtsgebied van de opdrachtgever van het onderzoek [...] behoren.'³²³ Deze visie is dan geen werkelijkheid. De nota is een inspanning om domeinen af te bakenen en bestaande organisaties op te heffen of in te passen naar die afbakening. De plannen die uiteengezet worden in de nota blijken vrij abstract van karakter.

De innovatienota is een breuk met de, tot dan gevoerde, overheidskoers. Die koers wordt vrij goed weergegeven in het gedachtegoed van de nota Wetenschapsbeleid. De innovatienota laat het aandachtsveld verschuiven, van het wetenschapsbeleid, naar de gunstige socio-economische aspecten van wetenschappelijk onderzoek. De innovatienota is eerder een beleid voor technologische vernieuwing te noemen, dan een beleid voor de wetenschap. Al wordt de wetenschap wel betrokken in het beleid, vooral voor TNO zijn er taken weggelegd. Doordat in de visie op het t.n.o. in de nota maatschappelijke doelen geaccentueerd zijn, ontstaat er verbintenis tussen doel en onderzoek. Deze verbinding laat de autonomie van de wetenschappers verder afnemen en is zelfregulerend. Dit is een tegenstelling met de nota Wetenschapsbeleid. Daar wil men de autonomie terugdringen door reorganisaties, een niet zelfregulerend instrument. Het gedachtegoed van de innovatienota wordt in praktijk gebracht door de innovatiegerichte onderzoeksprogramma's, waarin verschillende onderzoeksorganisaties, van universiteiten tot TNO, en het bedrijfsleven bij betrokken zijn. Die programma's worden als een succes gezien. Dat is te zien als een bevestiging dat praktisch georiënteerd wetenschappelijk onderzoek bijdraagt aan wetenschap en economie. De grootte van de invloed die de innovatienota had op TNO is moeilijk in te schatten. Enerzijds raakte TNO betrokken bij diverse IOP's, anderzijds was men al bezig de organisatie op maatschappelijke doelen te richten. De reorganisatie van TNO in 1981 en de wetwijziging van 1985 zijn eerder het werk te noemen van de commissie Reinoud, dan van de EZ-visie op TNO. De innovatienota draagt wel bij aan de maatschappelijke oriëntatie van TNO.

Nu de drie verschillende beleidsnota's naast elkaar gezet zijn valt op te merken, dat de rol van TNO steeds een andere is. Die rollen zijn vrij kenmerkend voor de behoeften van de respectievelijke perioden, gekoppeld aan het theoretische kader van deze studie ontstaat er een interessant beeld. De verschillende rollen laten zich makkelijk vertalen naar het kwadranten model van Stokes. In de rol van TNO tijdens de industrialisatiepolitiek is de economie het ultieme doel. Toepassing van wetenschap leidt tot betere producten of goedkopere productie. Het is de snelle toepassing van wetenschap dat de meest waardevolle eigenschap is voor de industrialisatiepolitiek. Dat beeld komt ook naar voren uit de diversificatieschema's die de grote bedrijven met R&D-afdeling nastreefden.³²⁴ Dergelijke eigenschappen zijn karakteristiek voor Edisons kwadrant type onderzoek. In de nota Wetenschapsbeleid analyseert men het wetenschapssysteem, zoals het zich heeft ontwikkelt vanaf de jaren '50. Uit deze analyses komt het beeld naar voren dat TNO zich sterk op de wetenschap heeft georiënteerd. In Stokes' model is dit Bohrs kwadrant, waarin de wetenschappelijke kennisontwikkeling centraal staat. Ten slotte is er de innovatienota, die zowel een wetenschappelijke rol, als een praktische rol voor TNO weglegt. De innovatienota is gericht op economische en wetenschappelijke vooruitgang. De combinatie van deze twee doelen vertalen zich naar Pasteurs kwadrant.

Na het verschijnen van de innovatienota en de reorganisatie van TNO in 1982 volgt er een wetwijziging. Die is vooral bedoeld om de TNO-wet te actualiseren en enkele zaken die voortkomen uit het werk van de commissie Reinoud vast te leggen.

³²³ Nota Wetenschapsbeleid, p. 29.

³²⁴ Techniek In Nederland in de twintigste eeuw, deel VII, p. 266.

4.3 Wijziging van de TNO-wet (1985)

Men constateerde dat de organisatiestructuur van TNO en de wijze waarop de relaties met haar omgeving waren geregeld, na decennia van ongecontroleerde groei, onvoldoende garanties boden voor een effectief en efficiënt functioneren. Om het tij te keren werd TNO, zoals het bestond sinds de dertiger jaren, onder het mes genomen. En na de voltooiing van de reorganisatie restte er nog één officiële wijziging. Zo werd in de nieuwe TNO-wet de rechtspositie van de bijzondere organisaties TNO opgeheven en werden deze nu ondergebracht bij de CO-TNO. Daarnaast werd de financieringsstructuur, maar ook de arbeidsvoorwaarden aangepast.³²⁵ Verder heeft men in de wijzigingen rekening met de gegroeide complexiteit van het onderzoekslandschap. Anno 1984 kan onmogelijk één instantie verantwoordelijk worden gesteld [voor het wetenschappelijk onderzoek]. Het spectrum van toepassingsgebieden en van daarbij betrokken disciplines, alsmede aantal en de spreiding van op dit gebied actieve universitaire en niet-universitaire instellingen is daarvoor te groot geworden.³²⁶ Dit is een belangrijke conclusie te noemen, omdat deze conclusie de breedte van Nederlandse onderzoekslandschap waardeert. Bovendien is het de eerste keer dat de overheid TNO niet meer als enige of centrale coördinator voor toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland ziet. Impliciet zegt dat er ook andere partijen opereren in hetzelfde landschap. De overheid is zich, daar ook expliciet van bewust en wijst er dan ook op dat de onderzoeksgebieden van TNO overlap kunnen ondervinden van andere organisaties, zoals NWO.³²⁷ Het idee dat dit conflicterend is of inefficiënt heeft men in de memorie van toelichting verlaten. Alle organisaties die zich bewegen op het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoeksgebied hebben allen een verantwoordelijkheid in de coördinatie van onderzoek.

De wijzigingen in de TNO-wet in 1985 zijn voor een groot deel een vertaling van het werk van de commissie Reinoud naar de TNO-wet. Het uitgangspunt van de wetswijziging is de herpositionering van TNO als onderzoeksorganisatie.³²⁸ Historisch gezien heeft TNO zich binnen het kader van de TNO-wet ontwikkeld tot een wetenschappelijke onderzoeksorganisatie. Waar men zich naast op toepassingsgericht natuurwetenschappelijk onderzoek ook bezig hield met sterk uiteenlopende andere zaken. Men stelt dat er in de wereld slechts weinig organisaties bestaan, die deze taak op zo een breed aandachtsgebied en in een dergelijke omvang verrichten. Nu door deze uitwaaiing van activiteiten TNO als geheel, het kerndoel uit het oog verloren had, moest een en ander wel veranderen. Volgens de overheid is de TNO-wet op de volgende vlakken vernieuwd: een hernieuwde plaatsbepaling van TNO in het Nederlandse onderzoekbestel, een herijking van doelstelling en taken van de organisatie, een aanpassing van de bestuurlijke en financiële verhoudingen tussen TNO en overheid en een herziening van de bestuurstructuur en van de wijze waarop van buitenaf invloed op het TNO-beleid kan worden uitgeoefend.³²⁹

Het veranderen van de bestuurlijke en financiële verhoudingen en de mogelijkheden van invloed op het TNO-beleid hebben praktisch gezien veel met elkaar te maken. Zo is het systeem van de sectorraden, zoals beschreven in de Nota Wetenschapsbeleid, in werking getreden.³³⁰ Maar de operationalisering hiervan vindt ook plaats door de basissubsidie op te splitsen in een basis- en een doelsubsidie. Zo kregen de vakdepartementen de mogelijkheid om via hun doelsubsidies invloed uit te oefenen op de besteding van hun middelen.³³¹ Hiermee werd bijvoorbeeld het probleem van het ministerie van Volksgezondheid en Milieuhygiëne, dat genoemd werd in de paragraaf over het werk van de commissie Reinoud in dit hoofdstuk, opgelost. Namelijk dat de subsidiering van TNO voortvloeit uit het

³²⁵ Tweede Kamer der Staten-Generaal, *regeling van de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO*, Nr. 3, Memorie van Toelichting, vergaderjaar 1983-1984, p. 26, 27.

³²⁶ Tweede Kamer der Staten-Generaal, *regeling van de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek*, p. 30.

³²⁷ *Ibid.*, p. 32.

³²⁸ *Ibid.*, p. 20.

³²⁹ *Ibid.*

³³⁰ Nota Wetenschapsbeleid, p. 82.

³³¹ Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, *Reactie op Strategisch Plan TNO 1999-2002*, AWT advies nr. 34, (1998), p. 12.

overleg tussen het dagelijkse bestuur van de CO-TNO en het ministerie van Financiën. Waardoor het budget onvoldoende was voor het realiseren van het onderzoeksprogramma van het ministerie.

Een vergelijking tussen de TNO-wetten uit 1930 en 1985

De hernieuwing van de plaatsbepaling moest vooral de positie van TNO in het onderzoekssysteem beter gaan omschrijven. Zo ging de wet uit 1930 er vanuit dat TNO de enige organisatie is, die zich bezig houdt met het toepassen van natuurwetenschappelijk onderzoek. Mede door de uitbreiding van het aantal onderzoeksinstellingen, die begon na de Tweede Wereldoorlog, was dit niet reëel meer. Vanaf de nota Wetenschapsbeleid wordt een systeembenadering gehanteerd die vraagt om een specifieke positionering van TNO. Belangrijk punt daarbij is de coördinatie van onderzoeksactiviteiten. Qua coördinatie van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland (en elders) wordt er nu van TNO verwacht, dat deze een actieve bijdrage levert. In de wet van 1930 was voorzien dat TNO een coördinerende rol zou gaan vervullen in het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek in Nederland. Deze rol kwam volgens de commissie Reinoud onvoldoende naar voren.³³² TNO zelf nam, zoals eerder te zien was in hoofdstuk drie, wel initiatieven om met andere betrokkenen onderzoeksprojecten op nationale schaal te coördineren. Dit vond men vanuit de overheid onvoldoende en zo werd met de wetwijziging van 1985 het punt van coördinatie weer op de agenda gezet. Het was te verwachten dat de overheid daar op aan zou sturen, deze wilde immers bezuinigen op de post wetenschap en een beter op elkaar afgestemd onderzoekssysteem zou daar bij helpen. Men besloot om de positionering van TNO wettelijk op te nemen. TNO werd vanaf de wetwijziging officieel gezien als een onderdeel van het grotere onderzoekssysteem in Nederland. TNO moet haar doelen bereiken in samenwerking met anderen. Dit zou daarmee, zo was de gedachte, ook de marktwerking ten goede moeten komen.

Het is niet alleen TNO, dat door de nieuwe wet beter zou gaan functioneren. De reden om de relatie tussen TNO en de overheid te veranderen is, mede de grote en steeds groeiende subsidiering van de organisatie geweest. De summiere wettelijke regeling voor subsidiering en de hoogte van de toegekende subsidies creëerden een onhoudbare situatie voor de overheid. Het probleem hiervan werd, aan het einde van de jaren '60 al gedefinieerd, toen verantwoording van onderzoeksgelden als onderwerp van het wetenschapsbeleid ontstond. De subsidies waren niet te verantwoorden voor de overheid, omdat er volgens de oude wet geen zicht was, op hoe die besteed werden. De nieuwe meer uitgewerkte wettelijke regeling zorgt voor een behoud van overheidscontrole over de uitgekeerde subsidies.³³³

Een toevoeging aan de TNO-wet is artikel 19, het strategisch plan. Hierin stelt men dat, de raad van bestuur eens per vier jaren een strategisch plan op moet stellen. Het strategisch plan formuleert, de op middellange en lange termijn te realiseren doelstellingen en de hoofdlijnen van het daarop te richten beleid. Het strategisch plan moet zich houden aan, de door de overheid gevoerde lijn in het wetenschapsbudget.³³⁴ Feitelijk gezien regelt dit plan de programmering van het onderzoek bij TNO en de doelen die men bij TNO voor zichzelf stelt. Dit laatste is vooral een zaak van verantwoordelijkheden. Aan het einde van de vier jaren worden deze doelen geëvalueerd.

Het strategische plan expliciteert niet alleen enkele verantwoordelijkheden van de raad van bestuur, maar schept ook transparantie voor outsiders. In eerste instantie is deze transparantie bedoeld voor de ministers van de verschillende overheidsdepartementen.³³⁵ Zo is duidelijk welk onderzoek hun departement aangaat en waarin zij investeren. Het strategisch plan is echter niet uitsluitend bedoeld voor de ministeries. Het document is vrij beschikbaar, zo wordt het huidige strategische plan van TNO vrij toegankelijk aangeboden op haar website. Daar is ook een goede reden voor. Een van de conclusies van de commissie overheid-TNO was het gebrek aan overzicht binnen de organisatie. Niemand wist precies wie waar en welk onderzoek deed binnen TNO. Met het uitbrengen van het strategisch plan kunnen outsiders, mogelijke klanten van TNO, zien welke groepen relevant zijn. Wie ze moeten benaderen voor

³³² Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, p. 35.

³³³ Tweede Kamer der Staten-Generaal, *regeling van de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek*, p. 21.

³³⁴ Artikel 16a van de Wet op de Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek.

³³⁵ Artikel 19.4 van de TNO-Wet, www.wetten.overheid.nl.

vragen en eventuele opdrachten. Verdere wijzigingen waren vooral bedoeld om de TNO-wet te moderniseren. Zo is er bijvoorbeeld een pensioenbepaling in opgenomen.

Er zijn ook bepaalde zaken uit de wet die vrijwel niet veranderen. Zo luidt artikel 4, die het doel van de organisatie omschrijft: ‘De Organisatie heeft ten doel ertoe bij te dragen dat op toepassing gericht technisch- en natuurwetenschappelijk onderzoek en daarmee te verbinden sociaal-wetenschappelijk en ander op toepassing gericht onderzoek op doelmatige wijze, dienstbaar wordt gemaakt aan het algemeen belang en de daarbinnen te onderscheiden deelbelangen.’³³⁶ Wat in principe een vernieuwde vorm is van de brede doelstelling die de organisatie kreeg in 1930. Belangrijk is wel dat het sociaal-wetenschappelijk onderzoek bij de doelstelling is opgenomen. In de Nota Wetenschapsbeleid bracht men naar voren, dat juist dit type onderzoek was achtergebleven. Ondanks deze verbreding van de aard van het onderzoek is er, voor zover mij bekend, geen discussie geweest over herziening van de naam TNO. Opvallend, want hierdoor gaat het begrip toegepaste natuurwetenschap, een nog grotere lading dekken.

De aanvullingen op artikel 4 zijn interessant om hier te noemen, omdat ze richtlijnen geven over de operationalisering van de wettelijke doelstelling: 1. Het verrichten en doen verrichten van onderzoek op werkerterreinen te bepalen op eigen initiatief, dan wel in overleg met of in opdracht van overheden, ondernemingen, andere maatschappelijke groeperingen en natuurlijke processen. 2. Het toegankelijk maken en overdragen van resultaten van onderzoek door middel van voorlichting en advisering, begeleiding en ondersteuning. 3. Samenwerking met andere onderzoekinstellingen. 4. Bijdragen aan de coördinatie van het onderzoek in Nederland en aan internationale samenwerking op dit gebied.³³⁷ In de wet van 1930 was enkel de doelstelling van de organisatie opgenomen. Aanvullende eisen werden niet gesteld. Vanuit de overheid had men destijds simpelweg geen idee hoe dit type onderzoek uitgevoerd werd en liet men het over aan de wetenschappers. Een functioneel punt, want zo konden de verschillende visies op het t.n.o. onder één dak samengebracht worden. In de wet van ’85 is er een meer expliciete visie op het t.n.o. opgenomen. Er is geen sprake van een uitputtende definitie op het t.n.o., maar er worden wel vier richtlijnen voor het t.n.o. gesteld.

4.4 Functioneren van TNO in de jaren ‘90

Met de reorganisaties en de wetswijziging achter de rug, was het nu aan TNO om de wijzigingen in de praktijk te brengen. Na ongeveer 10 jaar maakt de overheid een nieuwe balans op. Naar aanleiding van het rapport *Heroverwegingsonderzoek Subsidies TNO* in 1994 is de staatssecretaris van O,C&W , tevens belast met de coördinatie van het Wetenschapsbeleid, benieuwd naar het functioneren van TNO. Om een beter inzicht te krijgen in deze materie stelt de staatssecretaris op 8 juli 1994 de commissie *Bedrijfsleven-TNO* in. Deze had als taak: inzicht te verwerven in de ontwikkelingen in de kennismarkt van toegepast onderzoek en van daaruit aanbevelingen te doen. Specifiek op 2 punten: 1. Ter versterking van de positie van TNO met het oog op drie functies; huislaboratorium voor de minister van Defensie, onderzoeklaboratorium voor de private sector en onderzoeklaboratorium voor delen van de publieke sector. 2. Om eventuele belemmeringen bij de benutting van kennis en de uitbesteding van R&D door het bedrijfsleven weg te nemen teneinde de wisselwerking tussen bedrijfsleven en TNO te versterken.³³⁸ Gezien de aparte status van het defensieonderzoek van TNO en de exclusieve relatie met het Ministerie van Defensie werd besloten dit niet bij de advisering te betrekken.³³⁹

Op een algemeen niveau brengt de commissie in kaart hoe de verhoudingen tussen TNO en de industrie zijn. Uit het verslag komen ook de beoordelingscriteria van de commissie naar voren. Vooral dat laatste is interessant voor de theoretische achtergronden van dit onderzoek. Beide aspecten zullen in de beschouwing van het rapport ‘kennis van zaken’ van de commissie Blankert besproken worden.

Deze beschouwing van het rapport begint met de werkwijze van de commissie.³⁴⁰ Het voorwerk bestaat uit een literatuurstudie van recente studies en rapporten met betrekking tot het doel van de

³³⁶ Art. 4 TNO-wet, www.wetten.overheid.nl.

³³⁷ Commissie Blankert, *Advies van de commissie Bedrijfsleven-TNO, Kennis van zaken*, (1995)p. 15.

³³⁸ *Ibid.*, p. 7.

³³⁹ *Ibid.*, p. 9.

³⁴⁰ *Ibid.*, p. 8.

commissie. Hierbij is te denken aan het rapport Heroverwegingsonderzoek Subsidies TNO (1993), het kabinetsstandpunt daarop en de, in november 1994 door TNO uitgebrachte, strategienota. Deze studie schept de achtergrond en uitgangspunten van de commissie. De overige werkzaamheden bestonden uit interviews gehouden met deskundigen uit bedrijfsleven, wetenschap en overheid. De nadruk lag in deze interviews (natuurlijk) op het functioneren van TNO in relatie tot het bedrijfsleven. Daarbij werd ook ingegaan op geconstateerde belemmeringen, alsmede op suggesties en aanbevelingen ter verbetering van die relatie. Ook werden er gesprekken gevoerd met drie buitenlandse onderzoekinstellingen, het Fraunhofer-Gesellschaft (Duitsland), het Technical Research Centre of Finland en het IMEC (België). Deze gesprekken hadden als doel een beeld te krijgen van de nationale context waarin deze instituten functioneren.

De uitgangspunten van het commissieonderzoek is gebaseerd op het materiaal van het voorwerk. De commissie benadrukt het overheidsstandpunt wat betreft het wetenschaps- en technologiebeleid in die periode. Voor een sterke internationale concurrentiepositie dient Nederland zich te richten op de ontwikkeling van hoogwaardige producten en diensten. Een offensief beleid is vereist voor de vernieuwing van de industrie- en dienstensector zo stelt de commissie.³⁴¹ Deze punten zijn in principe een echo van de innovatienota, die 15 jaar daarvoor een nieuw overheidsbeleid voor herindustrialisatie aankondigde. Maar er is meer. Ook maatschappelijke vraagstukken op het terrein van onder andere infrastructuur, verkeer en vervoer, milieu, gezondheidszorg en criminaliteit vragen om een inbreng van kennis en technologie.³⁴² Deze punten benadrukken het belang van de wetenschap voor de maatschappij.

Wederom komen we weer op het punt van de organisatie van het wetenschappelijk onderzoek uit. Doordat, zo stelt de commissie, Nederland relatief gezien een klein land is met relatief beperkte mogelijkheden en middelen, is een goede coördinatie van onderzoek van groot belang. Maar wat is een goede coördinatie van onderzoek? Het punt van coördinatie is al meerdere malen naar voren gekomen in deze scriptie en de invulling daarvan is telkens verschillend. Ditmaal is de coördinerende functie veranderd ten opzichte van die zoals bedoeld in (de innovatienota) en de wetswijziging 1985 eerder in dit hoofdstuk. De verandering met de periode van voor 1980 is eigenlijk de introductie van het principe van de marktwerking. TNO was niet langer meer monopolist op het gebied van toegepast wetenschappelijk onderzoek. De onderzoeksgebieden van TNO moesten overlap ondervinden van andere organisaties.³⁴³ Het effect van de marktwerking, waar men in de jaren '80 toch zeker een significant efficiëntievoordeel dacht te kunnen behalen, bleek in de jaren '90 anders uit te pakken. De commissie Blankert meent dat de marktwerking onbedoeld leidde tot fragmentatie, kostendruk, missieervaging en elkaar verdringen op de markt.³⁴⁴ De oplossing, volgens de commissie, is een dynamischer klimaat waarin kwaliteit en samenhang belangrijke factoren zijn. Daarbij hebben alle onderzoekinstellingen een eigen rol binnen de samenhangende kennisinfrastructuur. Onderlinge samenwerking waar nodig en onderlinge concurrentie waar zinvol. Men wil weer enige afbakening van terrein gaan invoeren. Hiervoor zijn een helder en consistent technologie-, industrie- en wetenschapsbeleid op nationaal niveau noodzakelijk. Niet in de laatste plaats omdat de onderzoekinstellingen verschillende missies en rollen hebben. De instituten met hun eigen missie en positie moeten een onderdeel uitmaken van een samenhangende kennisinfrastructuur, elk in hun eigen rol.³⁴⁵ De commissie is zich bewust van het feit dat de relaties van de instituten tot de overheid en 'klanten' constant aan verandering onderhevig zijn. Dit vraagt de betrokken partijen om flexibel te zijn.

De rol van TNO volgens de commissie Blankert

De uitgangspunten van de commissie, zoals ze hierboven zijn weergegeven, zijn feitelijk een evaluatie van het onderzoekssysteem. De rol van TNO ziet de commissie vooral in een brugfunctie. Dat wil zeggen, dat TNO tussen fundamenteel onderzoek en de industrie in zit. De bijbehorende grafische weergave, bijlage 4, van het onderzoekslandschap laat weinig twijfel bestaan over wat de rol van TNO is. TNO (en de overige GTI's) voeren onderzoek en ontwikkeling uit met kennis die voortkomt uit

³⁴¹ Commissie Blankert, Bedrijfsleven-TNO, p. 11.

³⁴² Ibid.

³⁴³ Tweede Kamer der Staten-Generaal, *regeling van de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek*, p. 32.

³⁴⁴ Commissie Blankert, Bedrijfsleven-TNO, p. 12.

³⁴⁵ Ibid.

fundamenteel onderzoek. Daarbij worden de universiteiten en overheidslaboratoria als mogelijke kennisleveranciers aangewezen. Aan de hand van de, in dit onderzoek gebruikte, theoretische achtergronden is te stellen, dat hier sprake is van een opleving van het Bush-paradigma.

In haar verslag komt niet naar voren waarom de commissie juist dit model gekozen heeft, of waarom juist dit model gebruikt werd om de positie en functie van TNO weer te geven. Het model wordt niet gebruikt in de strategienota's van TNO zelf.³⁴⁶ TNO stelt zich in haar strategienota's op als een bedrijf dat zich inzet voor versterking van de innovatiekracht en de concurrentiepositie van het bedrijfsleven. Door het uitvoeren van onderzoek- en ontwikkelingsopdrachten, technologieadviesing en kennisoverdracht. TNO investeert in strategisch technologisch onderzoek op die gebieden, die van belang zijn voor sectoren en bedrijven waarmee TNO een structurele samenwerkingsrelatie heeft.³⁴⁷ TNO stelt zichzelf op als een unieke intermediaire organisatie of als R&D-afdeling voor de industrie, maar zeker niet als verbindend element tussen fundamentele kennis en praktische toepassing. Anders gezegd TNO ontwikkelt zelf of in samenwerking met anderen, de (fundamentele) wetenschappelijke kennis die het gebruikt in haar projecten en programma's. De rol en de positionering die de commissie Blankert schetst is een vertrek van de tot dan gevaren koers. De commissie Blankert kiest ervoor om een eigen visie op het t.n.o. te ontwikkelen, wat leidt tot een opleving van het lineaire model.

Advisering

Tot slot volgen dan de aanbevelingen van de commissie Blankert.³⁴⁸ Deze aanbevelingen zijn voor drie verschillende niveaus bedoeld. Het niveau van de markt, doelend op de interactie van TNO met de kennisafnemers. Het niveau van de kennisinfrastructuur, waarbij gekeken wordt naar de organisatie van kennisaanbieders. Ten slotte het derde niveau, is dat van het technologie-, industrie- en wetenschapsbeleid.

Ten eerste de aanbevelingen die gedaan worden op het niveau van de markt.³⁴⁹ De commissie is van mening dat TNO nog dichterbij het bedrijfsleven moet komen. TNO moet als externe R&D-afdeling, onderdeel worden van het bedrijf van de klant. Het investeringsrisico dat bij het uitvoeren van de research hoort wordt op deze manier door bedrijf en TNO gedeeld. TNO, zo vindt de commissie, moet een voor de industrie interessante onderzoeksportefeuille hebben. Met name de technologievolgende delen van het bedrijfsleven kunnen daarmee gediend worden. En tot slot constateerde de commissie Blankert een imago probleem. TNO had zich sinds de jaren '80 dichterbij haar klanten gepositioneerd.³⁵⁰ Op basis van de gesprekken met vertegenwoordigers van TNO en het bedrijfsleven constateert de commissie dat het imago van TNO achterloopt bij de feitelijke ontwikkelingen. De commissie vindt het van belang dat TNO haar imago beter gaat uitdragen.

De commissie wil, dat er duidelijk herkenbare regionale of branche 'loketten' als doorverwijzings- of adviesinstanties komen, als toenaderingspunten voor het bedrijfsleven.³⁵¹ Er wordt niet ingegaan welke verantwoordelijkheden deze moeten krijgen, of onder wiens verantwoordelijkheid deze moeten gaan vallen. Een niet-vrijblijvend onderzoeksprogramma wordt als concreet plan genoemd voor interessante onderzoeksportefeuilles bij TNO. Deze zouden dan opgesteld worden door de programma-adviesraden van de overheid en in hecht overleg met het bedrijfsleven. Ondanks het feit dat het versoepelen, of verhechten van de relatie met het bedrijfsleven, het tweede onderzoeksdoel was van de commissie, is de advisering vrij beperkt op dit punt.

TNO nam zich overigens voor, om aan drie punten te gaan werken.³⁵² Het eerste punt is imago. Verbetering wil men tot stand brengen door het beter zichtbaar maken van het TNO-aanbod en het vergroten van de toegankelijkheid van TNO, door middel van een accountmanagementorganisatie. De accountmanagers zullen het relevante TNO-aanbod per bedrijf zichtbaar maken en op strategisch niveau

³⁴⁶ Middellange termijnplan TNO (1985-1988); Strategie voor de jaren negentig (juni 1990); Strategienota 2000, *Werk maken van kennis* (1994).

³⁴⁷ TNO (Nederlandse Organisatie voor toegepast- en natuurwetenschappelijk onderzoek) Strategienota 2000, 'Werk maken van kennis', (1994), p. 26-27.

³⁴⁸ Commissie Blankert, *Bedrijfsleven-TNO*, p. 22-23.

³⁴⁹ *Ibid.*, p. 23.

³⁵⁰ *Ibid.*, p. 16.

³⁵¹ *Ibid.*, p. 24.

³⁵² TNO Strategienota 2000, *Werk maken van kennis*, p. 27.

werken aan het opbouwen en versterken van de vertrouwensrelatie met TNO.³⁵³ Deze accountmanagers zijn feitelijk de jaren '90 variant van de TNO-contactmannen uit hoofdstuk 3. Het tweede punt is de onderzoeksportefeuille van TNO. TNO is bereid extra te investeren in strategisch technologisch onderzoek op die gebieden die van belang zijn voor de bedrijven waarmee zich een structurele samenwerkingsrelatie ontwikkelt.³⁵⁴ Ten derde wil TNO de betrokkenheid met haar klanten verbeteren. Dit wil TNO bereiken door het commercieel beleid te versterken. TNO wil zich sterker betrekken bij de toepassing door de opdrachtgever. En door te participeren in kleine bedrijven die technologie of kennis toeleveren aan TNO.³⁵⁵

De aanbevelingen die gedaan worden op het niveau van de kennisinfrastructuur, schetst de rol voor TNO in het onderzoekslandschap.³⁵⁶ De kern van de boodschap hier is, dat intensieve interactie nodig is tussen de verschillende schakels in de kennisketen, zodat de kennis snel en effectief kan doorstromen. Snelheid naar de markt toe, zo stelt de commissie, is van toenemend economisch belang. Maar er is nog een ander voordeel. Door het de strategische samenwerkingsverbanden met de universiteiten beter te benutten, kan kennis sneller doorgegeven worden aan TNO. Zo kunnen de universiteiten zich concentreren op onderwijs en hoogwaardig fundamenteel onderzoek. Een nauwer samenwerkingsverband tussen deze partijen is sowieso gewenst. Volgens de commissie schept dat voor beide partijen een uitzicht op continuïteit, wat weer een voorwaarde is voor investering in een kennisveld. Het geheel ziet de commissie als het aan elkaar smeden van twee schakels, of ook wel een kenniscentrum. De samenwerking kan worden uitgebreid met een derde schakel, de kennisgebruiker (het bedrijfsleven, overheid). Als nauw betrokken partij, zou de kennisgebruiker invloed moeten hebben op de programmering van het onderzoek. Door de nauwe samenwerking binnen de kennisketen zou kennis effectief en efficiënt naar de markt kunnen doorstromen. Daarmee zouden hoogwaardige kenniscentra met een internationale toppositie (centres of excellence) kunnen ontstaan. De commissie erkent overigens dat er reeds informeel vele samenwerkingsverbanden binnen het onderzoekssysteem bestaan. Toch wil men naast en ter ondersteuning van, wat op de werkvloer reeds gebeurt, op bestuurlijk niveau versterken.³⁵⁷

Wat de commissie nodig acht voor het creëren van centres of excellence, is substantieel. Een langjarig (financieel) commitment van de betrokken partijen is nodig om een dergelijk centrum op te kunnen bouwen. Daarbij is er ook een relatief hoog niveau van overheidsfinanciering nodig (zoals bij het IMEC in België het geval is). Mede veroorzaakt door het hoge 'technology push' karakter van een dergelijk centrum om vooruit te kunnen lopen op de markt. De kenniscentra zelf zouden een praktische oriëntatie moeten hebben, zoals arbeidsomstandigheden, product/procestoepassingen of toegepaste fysica. Dat laatste laat zich makkelijk als voorbeeld lenen. Het was namelijk een reeds bestaand samenwerkingsverband tussen de TU Delft en TNO, namelijk de TPD-TU Delft. De genoemde oriëntaties hebben een sterk industrieel accent. De kenniscentra zouden langs de clusters, zoals weergegeven in bijlage 5, ingedeeld kunnen worden. Deze aanbeveling is op te vatten als een betoog voor een industriële oriëntatie van het hele onderzoekssysteem.

De commissie vervolgt met de noodzaak voor het uitbouwen van bestaande kenniscentra/ -netwerken tot centres of excellence. Ze zouden namelijk een gunstig vestigingsklimaat voor technologiebedrijven creëren. Aan de kennisinfrastructuur (de samenwerkende universiteiten, Grote Technologische Instituten (GTI's) en TNO) worden ook ingrijpende eisen gesteld. TNO zou het initiatief moeten nemen tot het oprichten van een samenwerkingsverband (forum) dat tot taak krijgt een effectieve en efficiënte bundeling van het disciplinegericht en het toegepast wetenschappelijk onderzoek en ontwikkelingswerk tot stand te brengen.³⁵⁸ Dit forum krijgt de taak om tot een goede onderlinge afstemming te komen, het nationale kennisreservoir in stand te houden en verkenningen uit te voeren. Hiermee moeten ongewenste duplicaties en lacunes voorkomen worden. Met andere woorden, de door de overheid opzettelijk tot stand gebrachte concurrentie op t.n.o. gebied in de jaren '80, is onwenselijk.

³⁵³ TNO Strategienota 2000, *Werk maken van kennis*, p. 27.

³⁵⁴ Ibid.

³⁵⁵ Ibid., p. 57.

³⁵⁶ Commissie Blankert, *Bedrijfsleven-TNO*, p. 27-31.

³⁵⁷ Ibid., p. 30.

³⁵⁸ Ibid.

Enige afbakening van terrein is gewenst. Dat is vooral praktisch gezien een punt, bij het MKB in het bijzonder, de overlap van GTI's, TNO en Innovatiecentra als onhandig ervaren.³⁵⁹

Deze aanbeveling tot een meer industriële oriëntatie van het hele onderzoekssysteem werd bij de overheid matig ontvangen. De AWT stelt in een advies aan de overheid, dat in de aanbevelingen van de commissie Blankert onvoldoende consequenties terugkomen uit de beoogde marktorientatie van TNO.³⁶⁰ De raad stelt dat TNO een van de kennisaanbieders is, dus er moet een mate van concurrentie zijn. Verder is de raad van mening dat het niet de bedoeling is, dat er TNO-basisfinanciering gebruikt gaat worden om regionale centra voor MKB-advisering op te zetten. Met dat doel had de overheid eerder al de InnovatieCentra opgericht, of het opzetten van internationaal georiënteerde vestigingen, of kennis verder commercieel te exploiteren als nu het geval is.³⁶¹ Een oriëntatie van het TNO langs de eerder getoonde clusterindeling van de Nederlandse economie werd wel door de overheid aangemoedigd. Dit uitte zich in de (her-)vorming van een aantal (nieuwe) TNO-instituten.³⁶²

Het derde niveau is dat van het nationaal technologie-, industrie- en wetenschapsbeleid. De commissie Blankert is van mening dat een samenhangend en effectief technologie-, industrie- en wetenschapsbeleid dringend nodig is, dat zich richt op nationale prioriteiten.³⁶³ Kernpunt is het verbeteren van de benutting van nieuwe kansen in de economie en om een effectieve inzet van kennis en technologie voor de oplossing van maatschappelijke vraagstukken. De commissie stelt dat de overheid daarvoor verantwoordelijk moet zijn. Dit advies heeft feitelijk geen betrekking op TNO, maar op het geheel van het technologie-, industrie- en wetenschapsbeleid. Daarom zal er slechts kort bij stil gestaan worden.

Het advies vraagt om een goede afstemming van het technologie-, industrie- en wetenschapsbeleid in Nederland. Met name de afstemming op de vraagzijde (het bedrijfsleven en de maatschappij) wordt nogmaals benadrukt. Er wordt een Nationaal Overleg voor het Technologiebeleid (NOT) voorgesteld.³⁶⁴ Hierin zouden de coördinerende ministers voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, vertegenwoordigers van de grote landelijke ondernemersorganisaties en vertegenwoordigers van de nationale kennisinstellingen (universitair en niet-universitair) plaatshebben. Het is de bedoeling dat het NOT, de huidige ingewikkelde overlegstructuur vervangt (zie nota Wetenschapsbeleid). Een intensievere vorm van overleg is nodig, volgens de commissie, om te kunnen komen tot effectieve, samenhangende aanpakken en een optimaal gebruik van marktsignalen uit het bedrijfsleven. Het voorstel tot oprichting van een NOT is overigens niet tot stand gekomen.

De reacties op het rapport van de commissie Blankert is verschillend. Zo heeft de AWT bezwaren tegen enkele adviezen. Die adviezen passen ook niet bij de koers die de overheid vaart. Een voorbeeld hier is de inrichting van een ministerspost voor Wetenschapsbeleid of Technologiebeleid. Ook TNO heeft moeite met de adviezen van de commissie. De rol die de commissie voor TNO schetst, past niet bij het beeld dat de organisatie zelf neer wil zetten. TNO wil meer zijn dat een doorgeefluik voor kennis, of een toepasser van kennis. Het beeld dat TNO van zichzelf schetst is, als een wetenschappelijk instituut dat zich richt op maatschappelijke doelen.

Ten slotte, de constatering van de commissie dat TNO met een imago probleem kampt, is interessant in de onderzoekscontext hier. De commissie bevestigt, dat sinds de jaren '80, TNO zich weer is gaan richten op haar maatschappelijke doel. Daarmee kunnen we de verschuiving van het onderzoek bij TNO, van het Bohrs kwadrant naar het Pasteurs of Edisons kwadrant, een feit noemen.

³⁵⁹ Commissie Blankert, Bedrijfsleven-TNO, p. 31.

³⁶⁰ Adviesraad voor het Wetenschaps- en technologiebeleid (AWT), Advies over relatie overheid-TNO, persbericht over AWT-advies 21, april 1995.

³⁶¹ Ibid.

³⁶² Kabinetsstandpunt strategisch plan TNO 1999-2002, brief van de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, april 1998, p. 2.

³⁶³ Commissie Blankert, Bedrijfsleven-TNO, p. 33.

³⁶⁴ Ibid., p. 34.

4.5 Epiloog

Door afwegingen die gemaakt zijn voor een snellere afronding van dit onderzoek, is de commissie Blankert het einde van de onderzoeksempirie. Hiermee beslaat dit onderzoek de 20^{ste} eeuw en niet verder. Dit epiloog zal worden gebruikt om de commissie Wijffels te bespreken, die net buiten de periodisering valt, maar zeker relevant is binnen dit onderzoek. Er gekozen voor een summiere behandeling van het werk van deze commissie. Dat wil zoveel zeggen als, dat er op onderzoeksrelevante zaken is geselecteerd.

Visie van O,C&W op het t.n.o. in 2002

TNO ontwikkelde, uiteraard, verder in de 21^{ste} eeuw, waar een nieuwe nadruk op kennis en innovatie gelegd wordt. De organisatie staat niet stil, de overheid ook niet. In 2002 stelt het ministerie van O,C&W een onderzoek naar TNO en de GTI's in. Kortom, die groep, die hier t.n.o.-instellingen genoemd worden. Het ministerie is vooral geïnteresseerd in een evaluatie van de brugfunctie van TNO, de Grote Technologische Instituten (GTI's) en eventueel andere instellingen.³⁶⁵ De minister expliciteert haar visie over de plaats van deze organisaties. Volgens de minister vervullen zij de brugfunctie tussen het fundamenteel-strategisch onderzoek aan de ene kant en praktische toepassing van kennis in bedrijven en maatschappelijke sectoren, aan de andere.

De herkomst van het beeld dat de minister van het t.n.o. heeft, ligt in de jaren '90. Er is iets aan de hand met de perceptie van t.n.o. in de jaren '90. De brugfunctiemetafoor die voor het eerst expliciet naar voren in het rapport van de commissie Blankert. Deze opvattingen over het lineaire verband tussen wetenschap en technologie kwam onder vuur in de jaren '70. Na onderzoek kwam men destijds tot de conclusie, dat de functie van TNO meer omvatte dan slechts het toepassen van kennis. Vooral in de jaren '80, met het gedachtegoed van de innovatienota, veranderde de visie op de kennisinfrastructuur en het onderzoekslandschap werd bijpassend gereorganiseerd. Men gaat de kennisintensieve relaties van het t.n.o. beter waarderen en daarmee raakt het denken in termen van zuiver-toegepast achterhaald. Deze visie uit de jaren '80 raakt, in de jaren '90 wat op de achtergrond bij de overheid en de industrie. Overigens bouwt TNO zelf wel voort op de ervaringen uit de jaren '80 en blijft TNO haar kennisverwervende karakter benadrukken. In de jaren '90 is er sprake van een opleving van het Bush-paradigma. Dit is een goed voorbeeld van hoe de Bush-ideologie nog altijd invloed heeft op het wetenschappelijk onderzoek en het wetenschapsbeleid. Het is in deze zin een concurrerende ideologie op het gebied van het wetenschappelijke onderzoek.

De AWT, bewust van de misvatting, probeert de minister ervan te overtuigen dat het t.n.o. anders in elkaar steekt. 'Het idee van een brug gaat uit van een lineair model met een vaste volgorde van kennis-productie tot benutting. Het veronderstelt tevens een kloof tussen twee werelden, van onderzoekers en van toepassers, die gedicht moet worden door een organisatie met een brugfunctie. Beide veronderstellingen van de brugmetafoor [...] behoeven nuanceren. Innovatieprocessen verlopen doorgaans niet volgens een lineair model waarin een pakketje kennis volgens een vast stramien wordt doorgeschoven in een keten van partijen en bij iedere schakel aan toepassingsmogelijkheden wint. [...] Een innovatieproces kent bijvoorbeeld feedback-lussen via gebruikers naar onderzoekers, inbreng van diverse competenties via zijpaden en onvoorspelbare wendingen in de doelformulering, voordat het resultaat van fundamenteel-strategisch onderzoek benut wordt in een concreet product.'³⁶⁶ Opmerkelijk genoeg stelt de AWT de minister voor om de brugfunctiemetafoor wel te blijven gebruiken. 'Hoewel de brugmetafoor in de ogen van de Raad dus niet voldoet, stelt hij –omdat het woord 'brugfunctie' nu eenmaal in het (beleid)spraakgebruik is ingeburgerd– toch voor hem te blijven gebruiken voor organisaties die verbindingen leggen tussen fundamenteel-strategisch onderzoek en praktische toepassing.'³⁶⁷

Zowel de AWT en de commissie Wijffels wijzen erop dat de brugfunctie op een bepaalde manier opgevat moet worden. De commissie Wijffels wijdt er in haar rapportage voldoende aandacht aan.³⁶⁸ Het

³⁶⁵ Adviesraad voor het Wetenschaps- en technologiebeleid, advies brugfunctie TNO en GTI's, (2002), p. 1.

³⁶⁶ AWT, advies brugfunctie TNO en GTI's, p. 3.

³⁶⁷ Ibid.

³⁶⁸ Commissie Weiffels, Rapport van de commissie, *Brugfunctie TNO en GTI's: De kracht van directe verbindingen* (2004), p. 7.

gebruik van de brugfunctiemetafoor in het rapport van de commissie is verwarrend. Naast de brugfunctie wordt de term ‘intermediaire organisatie’ gebruikt, terwijl in werkelijkheid beide termen niet zonder meer uitwisselbaar zijn. Zo spreekt de commissie over de brugfunctie van TNO en stelt men elders dat TNO ‘veruit de grootste intermediaire organisatie in de Nederlandse kennisinfrastructuur’ is.³⁶⁹ Uit het bovenstaande is te concluderen, dat het gebruik van brugfunctiemetafoor, de visie op het t.n.o. enigszins vertekent.

TNO moet gezien worden als een kennisonderneming

In 2003 gaat de commissie ‘Brugfunctie TNO en GTI’s’, ook bekend als de commissie Wijffels, bezig met het evalueren van invloeden in de context van TNO en de GTI’s op de effectiviteit van hun brugfunctie. Om meer inzicht in het onderwerp te krijgen, deed de commissie onderzoek naar geld- en kennisstromen in de Nederlandse kennisinfrastructuur. Daarbij werd er ook gekeken naar de wijze waarop vergelijkbare problematiek elders in de wereld wordt benaderd.

Eén van de eerste zaken die de commissie uitwerkt in haar rapport zijn de actuele ontwikkelingen op het t.n.o.-gebied, de rol van de verschillende organisaties daarin en wijst een obstakel voor een effectief functioneren aan. De commissie definieert de meest efficiënte situatie, voor het t.n.o., als een optimale afstemming van kennisvraag op kennisaanbod.³⁷⁰ Deze opvatting is de rode draad voor de inrichting van de kennisinfrastructuur. De commissie ziet dat dit principe al een rol speelt. De commissie noemt kennisvalorisatie bij universiteiten, het regieorgaan van IOP’s als Genomics en het openstellen van industriële R&D-infrastructuur voor partijen van buiten, als voorbeelden. De commissie vervolgt met te stellen, dat eerdere segmentering in fundamenteel onderzoek, toepassingsgericht onderzoek en toepassing van onderzoeksresultaten, is ingehaald door nieuwe verhoudingen. De rol van de overheid in die nieuwe verhoudingen noemt de commissie intensief. Er ging veel sturing uit van de overheid, en hier komen we uit bij het gesignaleerde obstakel, die veelal weinig coherent was en zonder strategische visie ging.³⁷¹ De veranderende verwachtingen van de overheid zijn door dit hoofdstuk heen prominent aanwezig. Er moet gezegd worden dat men binnen de t.n.o.-organisaties vrij flexibel met deze veranderingen is omgegaan. In verband met de effectiviteit van het t.n.o.-gebied vraagt de commissie, aan de overheid, om duidelijke keuzes te maken voor richting waarin de t.n.o.-organisatie zich verder moeten ontwikkelen. Daarnaast wil de commissie dat de overheid meer afstand neemt van de t.n.o.-organisaties.³⁷² Zo neemt de sturende functie van de overheid enigszins af.

Tot slot karakteriseert de commissie Wijffels, TNO als een kennisonderneming. Het werkveld van organisaties op t.n.o.-gebied bestaat uit dynamische netwerken. In die netwerken hebben de processen van kennisontwikkeling en –toepassing een interactief en cyclisch karakter. In het kader van deze historie van het t.n.o. is dit een doorbraak te noemen.³⁷³ De commissie Wijffels is de eerste commissie die de kenmerken van het t.n.o. zo articuleert, dat er een heldere omschrijving van het gebied ontstaat. Deze typering is wellicht de helderste spiegeling in de geschiedenis van het t.n.o.. Met dit inzicht in de ontwikkeling van het t.n.o. sluit het empirische gedeelte van dit onderzoek af.

4.6 Conclusie

De overheidsvisie op het onderzoekslandschap en op de onderdelen daarbinnen verandert regelmatig in 30 jaar tijd. De nota Wetenschapsbeleid kondigt het begin van een systeembenadering van de wetenschap aan. Die visie is deels descriptief, een indeling van bestaande organisaties en instituten na een inventarisatieronde. En deels normatief, in de zin dat sommige bestaande organisatie ingepast gaan worden in een voorgestelde structuur. Van de oude verhoudingen tussen zuiver en toegepast blijft, behalve in gedachten, weinig meer over. Zo wordt bijvoorbeeld, de tegenpool van TNO, de organisatie ZWO opgeheven. Ook voor TNO volgen er veranderingen. TNO moet activiteiten afbouwen en wordt er nadrukkelijk op gewezen op de bedoeling van TNO-onderzoek maatschappelijke doelen zijn. TNO wordt destijds vooral als een wetenschappelijk instituut gezien.

³⁶⁹ Commissie Weiffels, *De kracht van directe verbindingen*, p. 51.

³⁷⁰ Ibid., p. 6-7.

³⁷¹ Ibid., p. 8.

³⁷² Ibid., p. 10.

³⁷³ Ibid., p. 9.

Vervolgens, in de innovatienota, wordt het praktische nut van TNO-onderzoek benadrukt. De visie in de innovatienota is, dat TNO een verbindend element is tussen wetenschappelijk onderzoek en het overbrengen van kennis voor de samenleving. De functie van TNO in het onderzoekslandschap, volgens de innovatienota, is dat van intermediaire organisatie. Dat gaat ook voor de andere onderzoeksinstituten, bijvoorbeeld de GTI's, gelden. Men gaat die taak uiteindelijk 'brugfunctie' noemen. De visie van TNO op de eigen organisatie is terug te vinden in de, vanaf 1985 met regelmaat, verschijnende TNO-strategienota's. TNO denkt actief mee over haar rol in het onderzoeksveld. De brugfunctiemetafoor wordt niet in die nota's benadrukt. TNO zet zichzelf liever neer als een GTI met een extra, waarmee de participatie in het probleem van de opdrachtgever bedoeld wordt. TNO kan zich, met goede reden, niet vinden in de essentie van de brugfunctie. Naast het vervullen van een brugfunctie, wil de organisatie ook haar wetenschappelijke ontwikkelingen benadrukken. In werkelijkheid dekt die visie de lading ook beter, want TNO ontwikkelt ook onafhankelijk wetenschappelijke kennis.

Uiteindelijk komt de brugfunctiemetafoor om die reden onder vuur te liggen, binnen TNO heerst een uniek klimaat waarin maatschappelijke en wetenschappelijke doelen nagestreefd worden. Juist daar heeft de commissie Wijffels waardering voor. Ook binnen TNO wordt dat klimaat gewaardeerd. De TNO-visie op het t.n.o., zoals die naar voren komt uit de strategienota's, komt overeen met figuur 4 uit hoofdstuk één. Dit is, volgens het kwadrantenmodel van Stokes, Pasteurs kwadrant-onderzoek, dat zich kenmerkt door het gecombineerde onderzoeksdoel. Waarmee bedoeld wordt dat een organisatie, zoals TNO, een tweezijdige functie heeft. Het bevorderen van de wetenschap enerzijds, en het realiseren van praktische doelen anderzijds. De hier besproken visies benadrukken elk een ander deel van Stokes's spectrum. Het Bohrs kwadrant komt echter niet meer aan bod, dat is bestemd voor andere organisaties.

De veranderingen die voorbij kwamen in dit hoofdstuk, volgen elkaar in een stevig tempo op. Dit zorgt voor veel turbulentie binnen de wetenschap en de organisaties voor het wetenschappelijk onderzoek. Dit is het resultaat van 30 jaar wetenschap in dienst van de samenleving te noemen. Het contrast is groot met grofweg de 30 jaar daarvoor, toen de wetenschap vooral in dienst stond van zichzelf. In 2004 is de commissie Wijffels de eerste commissie die erkent dat er sprake is van een te grote aansturing van TNO. Doordat de verwachtingen steeds veranderen, krijgt TNO niet de kans om zich in een bepaalde onderzoeksrichting te kunnen ontwikkelen.

De meest tekenende dynamiek van deze periode is die van het lineaire model, hier ook wel aangeduid als het Bush-paradigma. Rosenberg zei in 1994: "Everyone knows that the linear model of innovation is dead."³⁷⁴ Deze uitspraak blijkt niet juist te zijn. De Bush-ideologie, die aan invloed verloor in de jaren '70, duikt hier in de jaren '90 weer op en blijft de discussie over t.n.o. en t.n.o.-beleid beïnvloeden.

Ten slotte valt op dat bij de verschillende besproken adviescommissies en in het innovatie- en wetenschapsbeleid, er een traditie lijkt te bestaan om voorhande problemen vooral te vergelijken met situaties in het buitenland. Deze werkwijze gebruikt men, om een referentiekader voor het eigen werk te scheppen en om een idee te krijgen welke consequenties bepaalde keuzes dragen. Geen van deze onderzoeken bekijken de rijke historie die Nederland op dit gebied. In het kader van het scheppen van vergelijkingsmateriaal zou dat zeker ook een werkwijze kunnen zijn, voor het scheppen van een referentiekader.

³⁷⁴ Benoît Godin, *The Linear Model*, p. 640.

Hoofdstuk 5: Conclusie en reflectie

Ter afsluiting van dit onderzoek zullen hier wat zaken geïnventariseerd worden en enkele conclusies getrokken en besproken worden. De historie van TNO en de ontwikkelingen op het gebied van het t.n.o. in verschillende perioden zijn uitvoerig naar voren gekomen. Deze evaluatie zal van start gaan met de onderzoeksvraag:

Hoe verandert het denken over toegepaste (natuur)wetenschap, en de organisatie daarvan, in de 20^{ste} eeuw, met TNO als casus?

Als er iets uit dit onderzoek naar voren komt, dan is het wel dát het denken over het t.n.o. verandert, in de 20^{ste} eeuw. Het kwadrantenconcept van Stokes was succesvol toe te passen op de onderzoeksempirie. Daarnaast bracht het gebruik van dat kader de veranderingen in het denken over het t.n.o. helder naar voren. Voor TNO geldt, dat de visie op het t.n.o., die de organisatie uitdraagt over het algemeen verandert, als er onoverkomelijkheden ontstaan bij één van de betrokken partijen. Vervolgens ontstaat er vanuit die crisissituatie, veelal in overleg met de betrokken partijen en als verschuiving van paradigma, een nieuwe visie waarin de belangen van de partijen een nieuwe balans vinden.

Het lijkt weinig zinvol om hier nog een beknopte samenvatting op te maken van het onderzoek, waarover uitgebreid is geschreven in de voorgaande hoofdstukken. In de volgende paragraaf zullen er daarom enkele voorzichtige lessen getrokken worden uit dit historische werk.

5.1 Reflecties op de denkbeelden van toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek

Naast het feit dat dit onderzoek een uniek stuk Nederlandse geschiedenis heeft blootgelegd, is het goed om de vraag te stellen welke inzichten dit onderzoek nog meer heeft voortgebracht. Welke lessen zijn er te trekken uit dit historische onderzoek? De plaats voor dat soort reflecties is niet tussen de onderzoeksempirie, die moet zo objectief mogelijk gehouden worden. Mijns inziens zijn er drie lessen te trekken uit dit historische onderzoek. Die lessen hebben vooral betrekking op de verschillen in opvatting van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek.

1. Drie kwadranten uit Stokes' model ondervangen het grootste deel van de bestaande visies op het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek.

De eerste les is dat de verschillende invullingen van het t.n.o. in te delen zijn in 3 categorieën. Het verschil in de invulling ligt voornamelijk in de opzet en het doel, van het toegepaste natuurwetenschappelijk onderzoek. Aan het begin van de 20^{ste} eeuw ontstaat in Nederland het idee dat wetenschap voor maatschappelijke vooruitgang ingezet kan worden. Er ontstaan verschillende initiatieven, waarbij er wetenschappelijke oplossingen worden gezocht voor praktische of maatschappelijke problemen. Die activiteit gaat men toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek noemen. Over de invulling van dat begrip bestaat dan weinig consensus. Wat ontstaat is een discussie onder wetenschappers over de organisatie en invulling van het gebied. Er is dan sprake van drie concurrerende visies, zoals ze in dit onderzoek door Kruyt, Van Nieuwenburg en Ornstein naar voren zijn gebracht. Deze drie visies laten zich respectievelijk karakteriseren als; een visie waarin het wetenschappelijke karakter centraal staat, een visie met een praktische oriëntatie en een oriëntatie die beide voorgaande visies combineert. Deze categorieën vertalen zich respectievelijk naar Stokes' classificatieschema voor wetenschappelijk onderzoek als, de Bohr, Edison en Pasteur kwadranten.

Deze drie categorieën blijven een stempel drukken op de invulling van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek. Na de Tweede Wereldoorlog verandert de wetenschap in Nederland aanzienlijk. Het Bohrs kwadrant onderzoek gaat, mede door invloeden vanuit Amerika, het natuurwetenschappelijke onderzoek domineren. Doordat binnen het Bush-paradigma zuiver onderzoek gezien wordt als de motor van de vooruitgang, ontstaat er een statusverschil tussen het zuiver en toegepaste onderzoek. Uiteindelijk willen de TNO-wetenschappers ook kwalitatief hoogwaardige

wetenschap bedrijven, zodoende krijgt het onderzoek bij TNO een zuiver wetenschappelijke oriëntatie. Door deze zuivere oriëntatie van het t.n.o. is, in de jaren '50 en '60, het nut van de onderzoeksresultaten beperkt voor bijvoorbeeld de industrie.

Aan het einde van de jaren '60 en begin jaren '70 gaan de financiers van het wetenschappelijke onderzoek vraagtekens zetten bij het rendement van het zuivere onderzoek. Het verslechterende economische klimaat zorgt ervoor, dat er een evaluatie van het wetenschapssysteem wordt uitgevoerd. Men komt tot de conclusie dat, door de zuiver wetenschappelijke oriëntatie van TNO, de onderzoeksresultaten slecht hanteerbaar zijn voor de klanten van TNO. Beleidsmakers sturen aan op een nieuwe invulling van het t.n.o., één die het onderzoek dichtbij de praktijk positioneert en de doelen van de klanten echt dient. Over een periode van tien jaar verandert de oriëntatie van TNO, van Bohrs kwadrant, naar Edisons kwadrant. De looptijd van onderzoeken worden sterk verkort en de nadruk komt te liggen op de productie van concrete toepassingen. Het t.n.o. moet niet meer in dienst van de wetenschap staan, maar in dienst van de samenleving.

Na de heroriëntatie van het t.n.o. in de jaren '70 blijft men zoeken naar een goede balans tussen wetenschap en toepassing en komt er een reorganisatietraject op gang voor TNO. In de jaren '80 resulteert dit onder andere in een positionering van het t.n.o., waarbij er zowel plaats is voor de ontwikkeling van de wetenschap, als het praktijk gerichte onderzoek. Deze visie komt vooral kenmerkend naar voren in de innovatienota. De gecombineerde doelstellingen zorgen ervoor dat TNO-onderzoek in het Pasteur kwadrant valt.

Uit deze korte samenvatting van de onderzoeksempirie komen is ook te zien dat de drie categorieën van Stokes de veranderingen ondervangt.

2. Er bestaat geen 'juiste' oriëntatie van toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek.

De oriëntatie van het t.n.o. heeft veel te maken met de aanwezige opvattingen op het gebied van t.n.o., zowel binnen, als buiten een organisatie als TNO. In dit historische onderzoek is uitgewerkt welke drie karakteristieke oriëntaties van t.n.o. mogelijk zijn. Is er een oriëntatie aan te wijzen die optimaal is, of duidelijk beter functioneert dan de anderen?

Als we kijken naar de oriëntatie van het t.n.o. en de inrichting daarvan bij TNO, dan is daarin een dynamisch samenspel te ontdekken. Dat komt vooral naar voren uit de tweede en derde deelvragen, die bij dit onderzoek horen. De tweede deelvraag was, hoe TNO haar werkzaamheden met betrekking tot t.n.o. organisatorisch vorm heeft gegeven. De derde deelvraag was, hoe het zelfbeeld van TNO en haar activiteiten zich ontwikkelden door de (externe) invulling van het t.n.o.-begrip. De structurering van TNO-werkzaamheden geven invulling aan het begrip t.n.o. en de afnemers van dat onderzoek beïnvloeden de structurering van TNO-activiteiten. Daarbij is er een discussie over het functioneren van TNO. In het kader van die discussie worden er, bewust en onbewust, TNO-activiteiten en relaties van TNO met andere actoren geëvalueerd. In die evaluaties komen veelal verschillende visies, opvattingen en verwachtingen naar voren. Die uitkomsten leiden tot een overleg waarin de invulling van het t.n.o. ter discussie staat. Van daaruit ontstaan er veranderingen in de uitvoering van t.n.o.-activiteiten, die vervolgens weer tot nieuwe evaluaties leiden. Gezien deze wisselwerking is het lastig om de tweede en derde deelvraag van elkaar gescheiden te zien. Interne, externe invloeden en andere factoren hebben een uitwerking op alle betrokken partijen. Zo spelen ook maatschappelijke factoren een rol in het t.n.o., deze factoren horen veelal bij een specifieke periode. Zo is te zien dat vlak na de Tweede Wereldoorlog, de noodzaak tot wederopbouw van Nederland mee speelt. Die factor is van invloed op de TNO-werkzaamheden. TNO gaat zich op praktisch onderzoek richten en organiseert onderzoek in netwerkverbanden met andere partijen. Met het veranderen van die maatschappelijke situatie verandert ook de oriëntatie van het t.n.o.. Zo ontstaat er aan het einde van de jaren '50, als de wederopbouw thematiek zich al naar de achtergrond heeft verplaatst, een maatschappelijke stroming die de nadruk legt op de zuivere kant van de natuurwetenschap. In die periode vond mede vanuit de samenleving de ontwikkeling van de wetenschap van groot belang. Dat idee is van invloed is op de activiteiten van TNO, de organisatie focusteert zich dan op de wetenschappelijke kant van het t.n.o.. Op een minder maatschappelijk breed niveau spelen er ook factoren die van invloed zijn op het imago van TNO. Zo gaat men bijvoorbeeld een aantal onderzoeksactiviteiten als R&D bestempelen in de loop van de jaren '80, om een betere aansluiting te vinden bij de industrie. Zo zijn er verschillende externe thema's die mede de

invulling van het t.n.o. bepalen. Wat men onder het t.n.o. verstaat, vereenzelvigt zich met TNO en andersom.

Uit het voorgaande valt op te maken dat verschillende perioden verschillende oriëntaties van t.n.o. kennen, die hun eigen kenmerken hebben. Zo leidde t.n.o. in Bohrs kwadrant tot het idee, dat zuivere wetenschap de motor zou zijn van technologische vooruitgang. Men wilde de kwaliteit van het t.n.o. verbeteren en dus moest het onderzoek kwalitatief van hoog niveau zijn. Dat het verlies van de marktorientatie daar een consequentie van was van weinig invloed, dat speelde destijds geen rol in de discussie op het gebied van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek. Bohrs kwadrant leidde tot het ontstaan van nieuwe (natuur)wetenschappelijke disciplines, waar destijds wel waarde aan werd gehecht. Een ander voorbeeld van een oriëntatie-effect is, dat het Edisons kwadrant in jaren '80 leidde tot constant veranderende doelstellingen voor TNO. Een gevolg daarvan was, dat het t.n.o. de industriële ontwikkeling kon bevorderen, maar dit ging ten koste van de groei van traditionele wetenschapsdisciplines. Met deze effecten in het achterhoofd, kijken we naar de wettelijke doelstelling van TNO. De TNO-wet schrijft voor, dat de organisatie het t.n.o. op doelmatige wijze dienstbaar maakt aan het algemeen belang. Het algemeen belang is afhankelijk van maatschappelijke factoren, die aan verandering onderhevig zijn. Er kan geen juiste invulling van het t.n.o. bestaan. Het t.n.o. is wel een zeer flexibel gebied te noemen.

3. De oriëntatie van het t.n.o. is afhankelijk van externe factoren en de belangen van betrokkenen.

De relatie tussen wetenschap en technologieontwikkeling wordt anders verondersteld in elk van de Stokes kwadranten. Dat zorgt ervoor dat de werkzaamheden van TNO in elk van de kwadranten anders zijn. Zo wordt binnen Bohrs kwadrant de relatie als volgt opgevat, de ontwikkeling van de wetenschap leidt min of meer automatisch tot nieuwe technologie. Vooral het fundamenteel wetenschappelijke onderzoek wordt, in dat kwadrant, als de oorsprong van technologische vooruitgang gezien. In Edisons kwadrant is de relatie tussen wetenschap en technologieontwikkeling vooral een kwestie van, een door de wetenschap geïnitieerde, systematische verbetering van bestaande technologie. De wetenschap heeft daar vooral een ondersteunende rol. In Pasteurs kwadrant wordt de ontwikkeling van wetenschap en technologie vooral als een interactief proces opgevat. De wetenschap kan zich ontwikkelen doordat er theorie in praktijk wordt gebracht. Aan de andere kant ontwikkelt de technologie, doordat bestaande problemen door de groeiende wetenschap wordt opgelost. De veronderstelde relatie hier is te zien als een co-evolutie van wetenschap en technologie.

Door de geschiedenis van TNO heen is de oriëntatie van het t.n.o.-onderzoek van verschillende belangen en historische gebeurtenissen afhankelijk geweest, dat zal in de toekomst niet anders zijn. Een invulling geven aan het t.n.o. is een kwestie van puzzelen, deels bewust en deels onbewust. Die dynamiek is voor een gedeelte gebaseerd op het continue overleg tussen alle betrokkenen, waarbij verschillende belangen vertolkt worden. In de huidige situatie legt men bij TNO de nadruk op het zo aantrekkelijk mogelijk maken van haar onderzoek voor industrie, overheid en verschillende maatschappelijke thema's. Sinds de wijzigingen in het Nederlandse onderzoekslandschap in de jaren '70 wordt het hele spectrum van kwadranten in Stokes' schema bediend. Het doel van TNO is daardoor in mindere mate van belang geworden. Wat nu vooral bepalend is voor de koers van TNO zijn de interacties die de organisatie heeft. Er is vanuit TNO aandacht voor verschillende onderzoeksprogramma's en -netwerken, die hun eigen invloed kennen op de invulling van TNO-activiteiten. De eisen die daarin aan TNO gesteld worden veranderen constant. Zo moet er rekening gehouden worden met de ontwikkelingen in de gebruikers van TNO-onderzoek. Onderzoeksvelden zelf veranderen en ontwikkelen. Er zijn veranderingen in het overheidsbeleid. Met andere woorden het veld van beïnvloeding is groot.

De, voor de maatschappij ingezette wetenschap, is een zeer divers gebied, dat weinig grenzen aan de mogelijkheden van onderzoek kent. Door die diversiteit aan mogelijkheden is het mogelijk dat alle, bij het t.n.o., betrokken partijen een bijdrage leveren aan de visie op het toegepaste natuurwetenschappelijke onderzoek.

Literatuurlijst

- J. Al, *Research als overheidstaak*, proefschrift TH Delft, (1952).
- Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, Reactie op Strategisch Plan TNO 1999-2002, AWT advies nr. 34, (1998).
- Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, advies brugfunctie TNO en GTI's, (2002).
- Adviesraad voor het Wetenschaps- en Technologiebeleid, Advies over relatie overheid-TNO, persbericht over AWT-advies 21, april 1995.
- P. Baggen, J. Faber en E. Homburg, *Opkomst van een kennismaatschappij*, in: J.W. Schot et al., *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, deel VII (Zutphen 2003).
- P. Baggen, *Vorming door Wetenschap, Universitair onderwijs in Nederland 1815-1960*, (Delft 1998).
- M.S.C. Bakker, *Gedenkboek Rijkslandbouwproefstations*, (1927).
- J.A. van der Blik, *75 Years of Aerospace Research in The Netherlands*, 1994.
- S.S. Blume, *The development of Dutch science policy in international perspective, 1965-1875*, Amsterdam 1985.
- Kees Boersma, *inventing structures for industrial research. A history of the Philips Nat.Lab. 1914-1946*, (Amsterdam 2002).
- Van den Brink, *Tweede Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie van Toelichting op het X^{de} hoofdstuk (Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1951, (Den Haag 1950).
- Van den Brink, *Derde Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie van Toelichting op het X^{de} hoofdstuk (Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1952, (Den Haag 1951).
- F.H. Brookman, *The making of a science policy, A historical study of the institutional and conceptual background to Dutch science policy in a West-European perspective*, (1979).
- J.M. Burgers, Brief aan L.S. Ornstein d.d. 30 maart 1925.
- V. Bush, *Science; the endless frontier*, a report to president Truman outlining his proposal for post-war U.S. science and technology policy, (1945).
- H.B.G. Casimir, *Haphazard reality: Half a century of science*, (1983).
- Commissie Blankert, Advies van de commissie Bedrijfsleven-TNO, *Kennis van Zaken*, (1995).
- Commissie Reinoud, Interimrapport Commissie relatie Overheid-TNO, (mei 1975).
- Commissie Went, *rapport der commissie ingesteld bij beschikking van zijne Excellentie, den Minister van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen en zijne Excellentie de Minister van Binnenlandsche Zaken en landbouw d.d. 30 juni 1923*, ('s-Gravenhage 1925).
- Commissie Wijffels: Rapport van de commissie 'Brugfunctie TNO en GTI's': *De kracht van directe verbindingen*, (2004).
- Max Dendermonde, *nieuwe tijden, nieuwe schakels: de eerste vijftig jaren van de A..K.U.*, (1961).
- Van Dijk, Frankfoort, Horn en Vos, *Wetenschaps- en technologiebeleid in Nederland*, (leiden 1993).
- C. Disco, *Made in Delft: professional engineering in the Netherlands 1880-1940*, Proefschrift Universiteit van Amsterdam (1990).
- C. Disco en H. Lintsen, *de vervlechting van ingenieursberoep en industrie 1890-1925*, in: *Tijdschrift voor Sociale Geschiedenis*, jaargang 9 (1983).
- F.J.F.M. Duynstee en J. Bosmans, *het kabinet Schermerhorn-Drees. 24 juni 1945 – 3 juli 1946*, (1977).
- R.H. Ewell, *Role of Research in Economic Growth*, Chemical and Engineering News, (1955).
- Jasper Faber, *kennisverwerving in de Nederlandse industrie, 1870-1970*, (Amsterdam 2001).
- Jasper Faber, *C.J. van Nieuwenburg over de organisatie van wetenschappelijk technisch werk*, Gewina 21, (1998).

- Jasper Faber, *Het Nederlandse Innovatie Systeem 1870-1990*, Neha jaarboek, (2003).
- R. Forbes, *Spurwerk en laboratorium in het verleden*, in; Th. J. van Kasteel e.a.: Een kwart eeuw TNO (1932-1957); gedenkboek bij de voltooiing van de eerste 25 jaar werkzaamheid van de organisatie TNO op 1 mei 1957, (1957).
- H.J. Frietema en G.A. Kohnstamm, *Welke duurzame structuurveranderingen hebben zich laatstelijk voorgedaan in de welvaartsbronnen van ons land, in het bijzonder ten aanzien van landbouw en industrie?: in welke richting zullen als gevolg hiervan landbouw en industrie zich moeten ontwikkelen teneinde een zo groot mogelijke welvaart aan onze bevolking te verzekeren?*, preadviezen van H.J. Frietema en G.A. Kohnstamm, (Den Haag 1947).
- Frits Gerzon, *Nederland, een volk van struikrovers?*, (Den Haag 1986).
- Benoît Godin, *The Linear Model of Innovation; The Historical Construction of an Analytical Framework*, Science, Technology, & Human Values, Vol. 31 Nr. 6, (2006).
- Marjan van de Goor, *Organisatie van wetenschap: op weg naar een nationaal wetenschapsbeleid*, Neha jaarboek 2003, (2003).
- H.J. Heijmans, *de ontwikkeling van het Utrechts natuurkundig laboratorium tot fotometrisch instituut*, Gewina 15, (1992).
- H.J. Heijmans, *Wetenschap en Industrie; L.S. Ornsteins opvattingen over toegepaste natuurkunde*, Gewina 17, (1994).
- De Hen, *Actieve en re-actieve industrialisatiepolitiek in Nederland*, (Amsterdam 1980).
- G. Holst, *Noodzaak en betekenis der research*, in: Redevoeringen, uitgesproken tijdens het Research-Congres (...) gehouden op 16 en 17 oktober 1947, (1947).
- E. Homburg, A. Rip en J. Small, *Chemici, hun kennis en de industrie*, in: J.W. Schot et al., *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw, deel II*, (Zutphen 2000).
- E. Homburg, *Speuren op de tast; Een historische kijk op industriële en universitaire research*, (Oratie), Maastricht 2003.
- J.J. Hutter, *Nederlandse laboratoria 1860-1940: een kwantitatief overzicht*, in: Tijdschrift voor de geschiedenis der geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek, jaargang 9, (1986).
- Innovation, Summary of the Dutch government white paper on innovation, Den Haag, 23 October 1979.
- Jaarboek van de Maatschappij der Nederlandse Letterkunde te Leiden, 1953-1955.
- Jorritsma-Lebbink, Rede van de Minister van Economische Zaken: 20 jaar Innovatiegericht Onderzoek Programma, Ede 17-02-2000.
- Kabinetsstandpunt strategisch plan TNO 1999-2002, brief van de minister van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen, april 1998.
- Th. J. van Kasteel e.a.: *Een kwart eeuw TNO (1932-1957); gedenkboek bij de voltooiing van de eerste 25 jaar werkzaamheid van de organisatie TNO op 1 mei 1957*, (1957).
- Albert Kersten, Een organisatie van en voor onderzoekers: *de Nederlandse Organisatie voor Zuiver-Wetenschappelijk Onderzoek (Z.W.O.) 1947-1988*, (1995).
- Koning, *Luchtvaart en onderzoek*, in: T.N.O.-Nieuws 1, (1946).
- H.R. Kruyt, *voor de Jongstudenten*, Propria Cures 18, (13 oktober 1906).
- H.R. Kruyt, *Industrie en Wetenschap*, In en Uitvoer 1, (25 oktober 1916).
- H.R. Kruyt, *Wetenschappelijk Onderzoek en Algemeen Belang*, Chemisch Weekblad 20, (6 oktober 1923).
- H.R. Kruyt, *School en Maatschappij*, (2^e druk) Amsterdam, (1946).
- H.R. Kruyt, *Rede gehouden voor het Provinciaal Utrechts Genootschap van Kunsten en Wetenschappen* in: Verslag van het verhandelde in de sectievergadering en de algemeene vergadering, gehouden den 30sten Mei en 31sten Mei 1939, 1939.
- H.W. Lintsen e.a., *Boter in: Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving, 1800-1890, deel 1*, (Zutphen 1992).
- H.W. Lintsen, *Research tussen vetkool en zoetstof : zestig jaar DSM Research 1940-2000*, (Zutphen 2000).

- H.W. Lintsen, *Kennisverwerving in de Nederlandse industrie in de 19e eeuw*, in: Tijdschrift voor de geschiedenis der geneeskunde, natuurwetenschappen, wiskunde en techniek, jaargang 9 (1986).
- Mededeelingen betreffende de wetenschappelijke commissie van advies en onderzoek in het belang van volkswelvaart en weerbaarheid no. 1, (1918).
- National Science Foundation (NSF), First Annual Report, Washington, DC: U.S. Government Printing Office National Science Foundation, (1951).
- Nederlands Forum voor Techniek en Wetenschap, *Naar een betere benutting van kennis in de industrie*, (1994).
- Nederlandse Organisatie voor Zuiver Wetenschappelijk Onderzoek (ZWO), *Vorbereiding en werkzaamheden in de oprichtingsperiode 1945-1949*, (1949).
- C.J. van Nieuwenburg, *De nationale organisatie van wetenschappelijk-technisch werk*, Chemisch Weekblad 17, (1920).
- Nota Wetenschapsbeleid, staatsuitgeverij, (Den Haag 1974).
- Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD), *The Frascati Manual 2002*, (2002).
- L.S. Ornstein, *De maatschappelijke betekenis van natuurkundig onderzoek*, Utrechtsche Courant 28, 29 en 30 juni 1932. Separat.
- L.S. Ornstein, *Techniek en Wetenschap, hun samenwerking aan de Universiteit*, Electrotechniek 4, (1926).
- L.S. Ornstein, *Doel en Betekenis van de Warmtestichting*, Bouwbedrijf 5, (1928).
- L.S. Ornstein, *Technische Physica aan onze Universiteit*, Electrotechniek 6, (1928).
- A.H. van Otterloo, *Nieuwe producten, schakels en regimes 1890-1920*, in: J.W. Schot et al., *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, deel III, (Zutphen 2000).
- A.J. Piekaar, *De organisatie van het wetenschapsbeleid*, in: Universiteit en Hogeschool 9, (1963).
- V. Pickstone, *Ways of Knowing: A New History of Science, Technology, and Medicine*, Manchester University Press, (2001).
- J.W. de Pous, *Achtste Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie van Toelichting op het X^{de} hoofdstuk (Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1964, (Den Haag 1963).
- Raad van Advies voor het Wetenschapsbeleid (RAWB), *Een kwart eeuw wetenschapsbeleid*, Jaaradvies 1990, (1990).
- Arie Rip & Barend van der Meulen, *The post-modern research system*, Science and Public Policy (Volume 23, 6, 1996).
- E. Schiff, *Industrialism without National Patents, The Netherlands 1869-1912, Switzerland 1850-1907*, Princeton university press, (1971).
- G.A. van de Schootbrugge, *50 jaar TPD in beweging; een halve eeuw natuurkunde voor de praktijk*, (1991).
- G. Van de Schootbrugge, *Toen.Nu.TNO; 75 jaar TNO-onderzoek voor overheid, bedrijfsleven en samenleving*, TNO (2007).
- J. Schot en A. Rip, *Techniek en de geschiedenis van Nederland in de twintigste eeuw*, in: *Techniek in Nederland in de twintigste eeuw*, deel VII, (2003).
- J.W. Schot, *Innoveren in Nederland*, In: Lintsen et al., *Geschiedenis van de techniek in Nederland. De wording van een moderne samenleving 1800-1890*, deel VI, (Zutphen 1995).
- Chalmers W. Sherwin en Raymond S. Isenson, *Project Hindsight: A Defense Department study of the utility of research*, Science 156, (1967).
- Crosbie Smith and M. Norton Wise, *Energy and Empire: A biographical study of Lord Kelvin*, (1989).
- Jan Pieter Smits et al., *Three Phases of Dutch Economic Growth and Technological Change (1815-1997)*, (1999).
- Geert Somsen, *Hooge school en maatschappij: H.R. Kruyt en het ideaal van wetenschap voor de samenleving*, GEWINA 17, (1994).

- D.E. Stokes, *Pasteur's Quadrant; Basic Science and Technological Innovation*, (Washington D.C. 1997).
- TNO (Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek), Middellange termijnplan TNO (1985-1988), 1985.
- TNO (Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek), TNO Magazine, editie Industrie en Techniek, maart 2007.
- TNO (Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek), Middellange termijnplan TNO (1985-1988), Strategie voor de jaren negentig (juni 1990),
- TNO (Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek), Strategienota 2000, 'werk maken van kennis' (1994).
- Tweede Kamer der Staten-Generaal, *regeling van de Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek TNO*, Nr. 3, Memorie van Toelichting, vergaderjaar 1983-1984, (1984).
- T.J. Twijnstra, *Openingswoord*, in: Redevoeringen, uitgesproken tijdens het Research-Congres (...) gehouden op 16 en 17 oktober 1947, (1947).
- Verbond van Nederlansche Werkgevers, *De Nederlanse indsutrie sinds 1945: een wereld van groei*, (1952).
- UCLA, *Oppheimer: A Life*, (2004).
- De Vries, *80 Years of Research at the Philips Natuurkundig Laboratorium (1914-1994)*, Amsterdam University Press, (2005).
- Pascal G. Zachary, *Endless Frontier: Vannevar Bush, Engineer of the American Century*, The Free Press, (1997).
- J. Zijlstra, *Vierde Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie vaan Toelichting op het X^{de} hoofdstuk(Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1953, (Den Haag 1952).
- J. Zijlstra, *viijfde Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie vaan Toelichting op het X^{de} hoofdstuk(Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1956, (Den Haag 1955).
- J. Zijlstra, *Zesde Nota inzake de Industrialisatie van Nederland*, Bijlage IV van de memorie vaan Toelichting op het X^{de} hoofdstuk(Economische Zaken) van de Rijksbegroting voor het dienstjaar 1959, (Den Haag 1958).

Bijlage 1: Omvang der gedachte organisatie

44

Ad. XI. Omvang der gedachte organisatie.

De commissie geeft verder een aantal instellingen aan welke naar haar oordeel onder leiding van het gedachte Comité zouden moeten komen en welker subsidies onder bemoeienis van dit Comité zouden moeten vallen.

Deze lijst was als volgt samengesteld:

De Nederlandse Vertegenwoordiging bij het Int. Landbouwinstituut te Rome.

Het subsidie aan de Proefzuivelboerderij te Hoorn.

De Rijkslandbouwproefstations.

De Rijksbosbouwproefstations.

Het Rijkszuivelstation.

Het Rijksinstituut voor Biologisch Visserijonderzoek.

Het Rijksinstituut voor Hydrografisch Visserijonderzoek.

Het subsidie aan het Ned. Visserijproefstation.

De subsidies en verdere uitgaven ter bevordering van de visserij en de visserijnijverheid door het verschaffen van deskundige voorlichting.

De Plantenziektenkundige Dienst.

Het Laboratorium van het Marine-établissement te Amsterdam.

De Rijkscommissie voor Graadmeting en Waterpassing.

Het Laboratorium voor de Visserijen op de Schelde en de Zeeuwse Stroom.

De Rijksstudiedienst voor de Luchtvaart.

Het subsidie aan de Geologische Dienst.

De Meteorologische Dienst.

Het Instituut voor Zuivering van Afvalwater.

De Rijksnijverheidsdienst.

Het Rijksbureau voor Onderzoek van Handelswaren.

Het Rijkslederproefstation.

De Rijksrubberdienst.

De Rijksvezeldienst.

Het Instituut voor Brandstoffeneconomie.

Het subsidie aan het Station voor Maalderij en Bakkerij.

Het subsidie aan het Ned. Instituut voor Volksvoeding.

Het subsidie voor de Hoofdcommissie voor Normalisatie.

De Rijkskeuringsdiensten voor Waren.

Het Rijksbureau voor Drinkwatervoorziening.

Het onderzoek van Indische Houtsoorten.

Het Laboratorium van het Koloniaal Etablissement.

Het subsidie aan de Kon. Ver. „Koloniaal Instituut”.

Opgemerkt wordt dat de lijst verre van volledig is, doch dat als algemeen principe dient te gelden, dat alle laboratoriumwerk, dat tot dusver met Rijksgelden werd bekostigd (behalve dat voor onderwijs en het zuiver-wetenschappelijke) te rekenen is onder de bemoeienis van het nieuw op te richten Comité. Ook ten aanzien van adviezen wordt opgemerkt, dat men zich daartoe zeer in het alge-

Bijlage 2: Rapport der Commissie Went vergeleken met de wet op het t.n.o.

In deze bijlage is advies X van de commissie Went (R.d.C.W.) vergeleken met de desbetreffende onderdelen uit de uiteindelijke TNO-wet.

Advies X 'De voorgestelde nieuwe organisatie'

R.d.C.W.: (a) 'De Regering geve haar geldelijke steun in de vorm van een subsidie.'

TNO-wet: Artikel 3.

1. Aan de centrale organisatie wordt jaarlijks van Rijkswege een subsidie verleend.
2. Zij dient jaarlijks bij Onzen Minister van Financiën een met redenen omkleed voorstel in omtrent het Rijkssubsidie voor het eerstvolgende jaar en omtrent de verdeling daarvan over de daarvoor in aanmerking komende hoofdstukken van de Rijksbegroting.

Opm.: De wet komt op dit punt overeen met het advies. De subsidie komt uitsluitend ten gunste van de centrale organisatie. De wet stelt dat om subsidie te krijgen de centrale organisatie een begroting in moet dienen.

R.d.C.W.: (b) 'Het subsidie worde beheerd door een Uitvoerend Comité.'

TNO-wet: zie Artikel 3 hierboven.

Opm.: Het advies van de commissie Went is hier overgenomen in de wet zonder wijziging.

R.d.C.W.: (c) 'De leden van het Uitvoerend Comité worden voorgedragen door een daartoe bijeen te roepen speciaal college.'

TNO-wet: Artikel 5.

1. Wij benoemen en ontslaan de gewone leden op voordracht van Onze Ministers onderscheidenlijk van Onderwijs, Kunsten en Wetenschappen, van Binnenlandsche Zaken en Landbouw, van Arbeid, Handel en Nijverheid, van Waterstaat, van Defensie en van Koloniën. De helft van de gewone leden wordt benoemd uit personen, die geacht worden deskundig te zijn op natuurwetenschappelijk gebied, en de helft uit personen, die geacht worden deskundig te zijn hetzij inzake de economische verhoudingen in het algemeen, hetzij inzake de economische belangen, die door de natuurwetenschappen worden gediend.
2. Wij bepalen bij algemeenen maatregel van bestuur het aantal gewone leden, dat door ieder Onzer voornoemde Ministers wordt voorgedragen.
3. Voor iedere voordracht van personen, die geacht worden deskundig te zijn op natuurwetenschappelijk gebied, wordt de Afdeeling Natuurkunde van de Koninklijke Akademie van Wetenschappen uitgenoodigd eene aanbeveling in te dienen.
4. Voor iedere voordracht van personen, die geacht worden deskundig te zijn hetzij inzake de economische verhoudingen in het algemeen, hetzij inzake de economische belangen, die door de natuurwetenschappen worden gediend, worden de door Ons bij algemeenen maatregel van bestuur aan te wijzen personen, colleges of lichamen uitgenoodigd eene aanbeveling in te dienen.

TNO-wet: Artikel 11.

1. Ieder der in het eerste lid van artikel 10 onder a, b en c bedoelde gedelegeerden kan verzet aantekenen tegen een besluit van het bestuur van de centrale organisatie, hetwelk betrekking heeft op de bestemming van het van Rijkswege verleende subsidie.
2. Onze Minister, wiens gedelegeerde verzet heeft aangeteekend tegen een besluit, beslist over de ten uitvoerlegging daarvan, na de centrale organisatie

gehoord te hebben. Wanneer gedelegeerden van meer dan één Minister verzet hebben aangeteekend, kan het besluit slechts ten uitvoer gelegd worden, indien geen dier Ministers anders beslist.

3. Wij geven bij algemeenen maatregel van bestuur regelen omtrent de wijze, waarop verzet wordt aangeteekend, de centrale organisatie wordt gehoord en de beslissing van Onze Ministers wordt verkregen.

Opm.: Zoals uit de wettekst blijkt verloopt de voordracht van leden volgens een heel andere manier dan de commissie Went voor ogen had. In plaats van een speciaal college waarin geen ambtenaren zitting hebben worden de leden nu voorgedragen door de ministeries. Het wordt nergens uitgesproken, maar dit is ongetwijfeld te wijten aan de beperkte invloed van de overheid volgens het door de commissie Went geopperde systeem. Dit vermoeden wordt ondersteund door artikel 11, waarin men ook gedelegeerden van de minister vetorechten geeft.

R.d.C.W.: (d) 'Vertegenwoordigers der Regering worden als buitengewone leden aan het Uitvoerend Comité toegevoegd.'

Opm.: Hiervan is dus geen sprake zoals in het bovenstaande al bleek. Bovendien vervullen door de regering aangewezen leden een volwaardige bestuurdersrol.

R.d.C.W.: (e) 'Het Uitvoerend Comité worde ter zijde gestaan door een comptabele en administratieve dienst en voorgelicht door een Adviserende Commissie.'

TNO-wet: Artikel 9.

1. Het bestuur benoemt een secretaris en een penningmeester en zoo noodig een of meer personen, die den secretaris en den penningmeester bijstaan en hen bij verhindering, afwezigheid of ontstentenis vervangen. Zij kunnen geen lid van het bestuur zijn.

2. Het bestuur stelt hunne instructie vast, regelt hunne bezoldiging en verleent hun ontslag.

Opm.: Er werd minimaal ingegaan op dit advies zoals te zien is. Er is geen sprake van een Adviserende Commissie, maar wel van een administratieve dienst.

R.d.C.W.: (f) 'Sub-commissies uit de Adviserende Commissie behartigen speciale belangen.'

TNO-wet: Artikel 14.

1. Onze Ministers kunnen, op voordracht van de centrale organisatie of na haar gehoord te hebben, al dan niet in samenwerking met anderen, bijzondere organisaties in het leven roepen, die tot taak hebben te bevorderen, dat het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek op de doelmatigste wijze dienstbaar wordt gemaakt aan eenig volksbelang of eenigen tak van volkswelvaart. De door hen vast te stellen statuten behoeven Onze goedkeuring en worden door plaatsing in de Nederlandsche Staatscourant ter algemeene kennis gebracht.

2. Deze organisaties zijn rechtspersonen en hebben haren zetel te 's-Gravenhage.

Opm.: Van Adviserende Commissies is, zoals we al eerder zagen, geen sprake. Het idee van de Sub-commissies is aangepast en wel opgenomen in de wet in de vorm van de bijzondere organisaties.

R.d.C.W.: (g) 'De onderzoekers en het overige personeel der laboratoria komen niet meer in Staatsverband.'

TNO-wet: Artikel 26.

Onze Ministers dragen de onder hunne departementen ressorterende diensten, laboratoria en dergelijke instellingen of gedeelten daarvan, die daarvoor naar hun oordeel in aanmerking komen, aan eene bijzondere organisatie in beheer over bij regelingen, waaromtrent zoowel het bestuur van de bijzondere organisatie als dat van de centrale organisatie wordt gehoord.

Memorie van toelichting

Par. 4 Om het gewenste resultaat te bereiken zullen verschillende Rijksdiensten, -instellingen, -laboratoria of gedeelten daarvan in beheer bij die lichamen moeten kunnen overgaan. Ten einde daarbij geleidelijkheid te betrachten, ieder geval op

zichzelf te kunnen beoordelen en rekening te kunnen houden met bijzondere omstandigheden, zal dit plaats dienen te vinden bij afzonderlijke regelingen, terwijl de beoordeling of het gewenst is, dat overdracht plaats vindt, steeds moeten blijven aan de Minister, die daarbij betrokken is.

Bij die regelingen zal tevens rekening gehouden moeten worden met eenmaal verkregen rechten van reeds in Rijksdienst zijnd personeel. Wellicht zal, voor zover dit niet definitief wenst over te gaan naar de instellingen zelf, detachering dan de beste vorm van regeling zijner positie zijn.

Opm.: In de wet is wat dit punt betreft veel ruimte voor onderhandeling over gelaten. Artikel 26 dat over de overdracht van diensten, laboratoria en dergelijke instellingen gaat staat geen vermelding over het dienstverband van het personeel. In paragraaf 4 van de memorie van toelichting staat wel beschreven hoe men de uitvoering van de wet ziet wat het dienstverband betreft bij de overdracht van een instelling. Een dergelijke overdracht zou geleidelijk moeten verlopen en met bijzondere omstandigheden moet rekening worden gehouden. Wat geleidelijk en bijzondere omstandigheden zijn laat men over aan de verantwoordelijke minister.

R.d.C.W.: (h) ‘Verworven rechten van tegenwoordige ambtenaren worden gewaarborgd.’

Opm.: Hier is volledig gehoor aan gegeven in de wet zoals te zien is in paragraaf 4 van de memorie van toelichting hierboven.

Bronnen:

- Jan Al, *Research als Overheidstaak*, proefschrift TH Delft, 9 juli 1952.
- F.A.F.C. Went, *Rapport der Commissie, met opdracht te onderzoeken, door welke maatregelen en in welken vorm het toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek hier te lande in hooger mate dienstbaar kan worden gemaakt aan het algemeen belang*, 1925.
- Tweede kamer der Staten General, Zitting 1928-1929, Blad 425: *Regeling van het toegepast natuurwetenschappelijk onderzoek*, No. 2. *Ontwerp van Wet*, No. 3. *Memorie van Toelichting*.

Bijlage 3: Financiële tabellen TNO 1932-1957

FINANCIËLE UITKOMSTEN VAN TNO OVER 25 JAAR

(in duizendtallen guldens)

VOOROORLOGSE PERIODE				
Jaarrekeningen	Rijkssubsidie	Overige inkomsten	Investerings in appara- tuur c.a. en gebouwen	Overige kosten en verstekte subsidiën
1932	12	—	2	10
1933	20	—	1	20
1934	20	—	—	19
1935	120	—	—	85
1936	124	—	—	97
1937	122	2	1	134
1938	147	4	1	123
1939	275	5	1	222
	840	11	6	710
OORLOGSPERIODE				
1940	392	47	46	369
1941	934	77	13	811
1942	1.531	503	9	1.673
1943	1.580	346	69	1.814
1944	1.961	501	23	1.911
1945	2.522	335	41	2.213
	8.920	1.189	201	8.791
NA-OORLOGSE PERIODE				
1946	3.970	617	149	4.302
1947	5.111	1.190	1.079	5.294
1948	7.683	1.805	1.463	7.636
1949	7.034	2.454	1.304	8.973
1950	9.171	2.766	1.635	11.023
1951	11.177	4.328	1.487	13.698
1952	12.215	5.263	2.503	14.487
1953	14.163	5.916	2.806	16.587
1954	15.284	7.580	2.816	20.394
1955	20.464	9.788	6.264	23.692
	106.272	41.707	21.506	126.086
Voorlopige cijfers 1956	24.621	10.735	6.539	28.030
	130.893	52.442	28.045	154.116
TOTAAL OVER VIJFENTWINTIG JAAR				
1932-1956	140.653	54.262	28.252	163.617

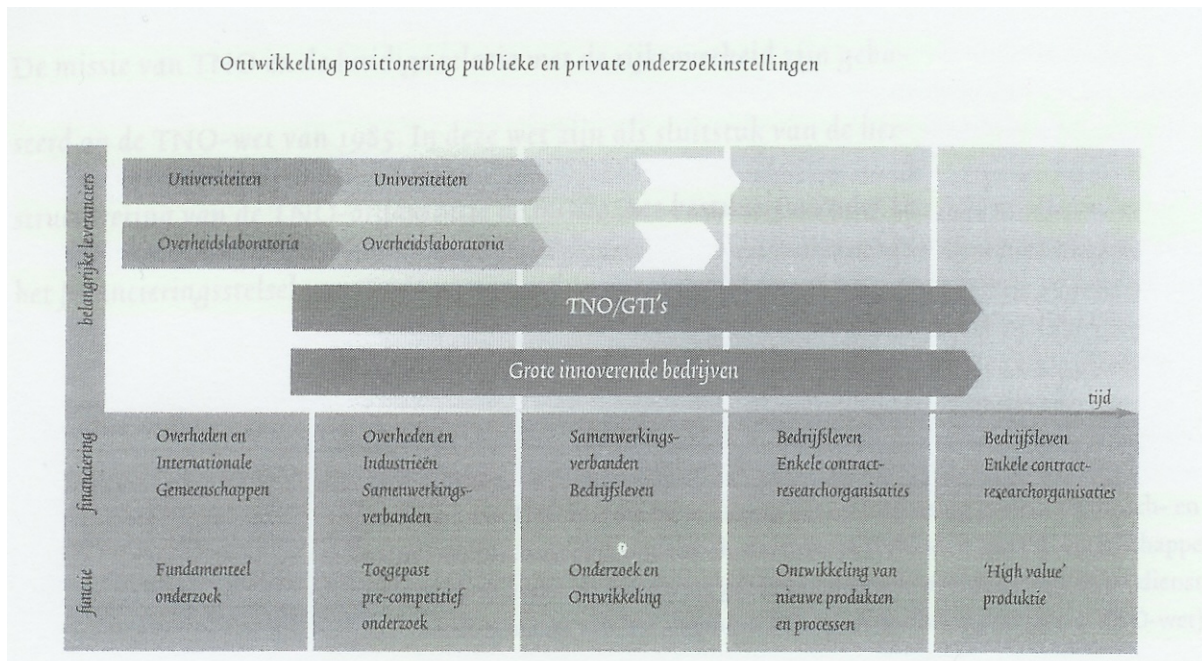
DEZELFDE UITKOMSTEN NAAR DE ORGANISATIES
(in duizendtallen guldens)

VOOROORLOGSE PERIODE 1932-1939				
Organisatie TNO	Rijkssubsidie	Overige inkomsten	Investerings in appara- tuur c.a. en gebouwen	Overige kosten en verstrekke subsidiën
Centrale Organisatie	177	11	6	148
Nijverheidsorganisatie	663	—	—	562
	840	11	6	710
OORLOGSPERIODE 1940-1945				
Centrale Organisatie	3.146	746	163	2.727
Nijverheidsorganisatie	4.883	925	18	5.364
Voedingsorganisatie	508	136	20	575
Landbouwororganisatie	383	2	—	125
	8.920	1.809	201	8.791
NA-OORLOGSE PERIODE 1946-1956				
Centrale Organisatie	20.682	9.568	9.889	22.311
Nijverheidsorganisatie	50.420	32.101	10.328	69.668
Voedingsorganisatie	7.373	2.001	1.709	7.724
Landbouwororganisatie	19.147	5.983	1.099	23.771
Rijksverdedigingsorg.	22.810	2.328	4.372	20.489
Gezondheidsorganisatie	10.461	461	648	10.153
	130.893	52.442	28.045	154.116
TOTAAL OVER VIJFENTWINTIG JAAR				
Centrale Organisatie	24.005	10.325	10.058	25.186
Nijverheidsorganisatie	55.966	33.026	10.346	75.594
Voedingsorganisatie	7.881	2.137	1.729	8.299
Landbouwororganisatie	19.530	5.985	1.099	23.896
Rijksverdedigingsorg.	22.810	2.328	4.372	20.489
Gezondheidsorganisatie	10.461	461	648	10.153
	140.653	54.262	28.252	163.617

De uitkomsten der in de oorlogsperiode opgerichte en later weder opgeheven Landbouwnijverheidsorganisatie TNO zijn in het bovenstaande samengevoegd met die van de Nijverheidsorganisatie TNO.

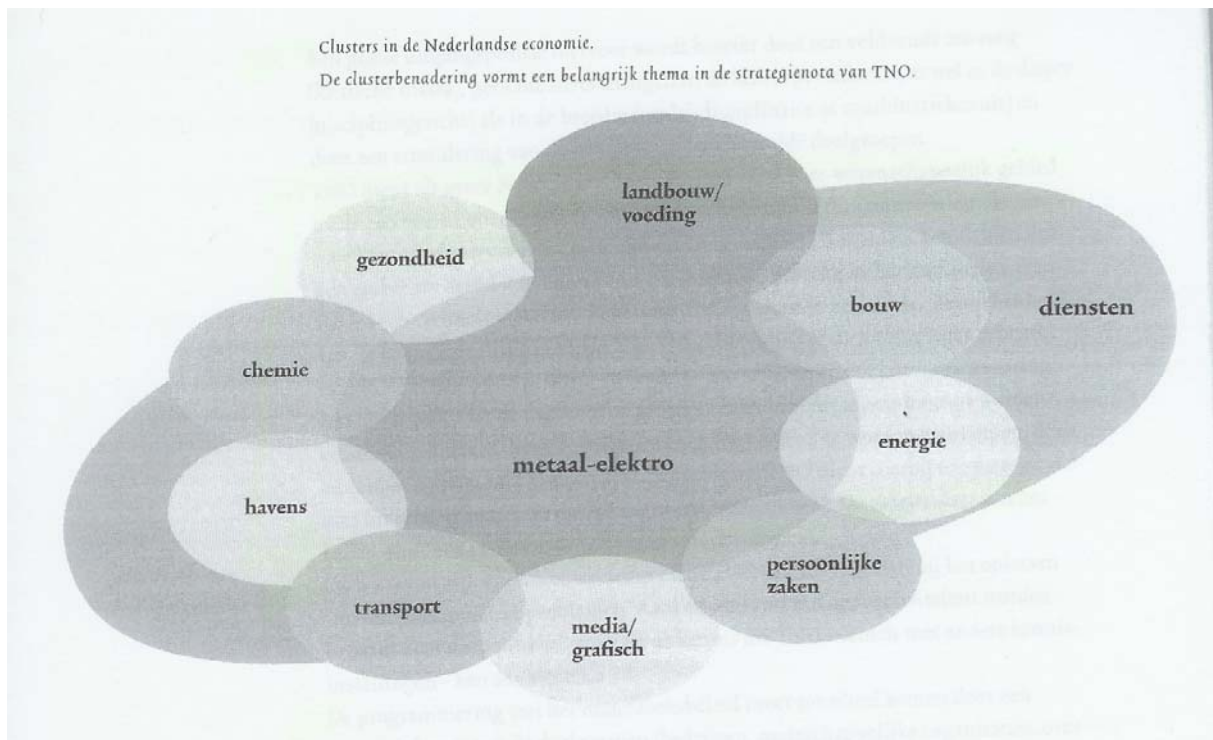
Bron: Van Kasteel e.a., *Een kwart eeuw TNO*, 1957.

Bijlage 4: Weergave onderzoekslandschap verslag commissie Blankert



Bron: Advies van de commissie Bedrijfsleven-TNO, Kennis van Zaken, 1995

Bijlage 5: Clusters in de Nederlandse economie



Bron: Advies van de commissie Bedrijfsleven-TNO, Kennis van Zaken, 1995