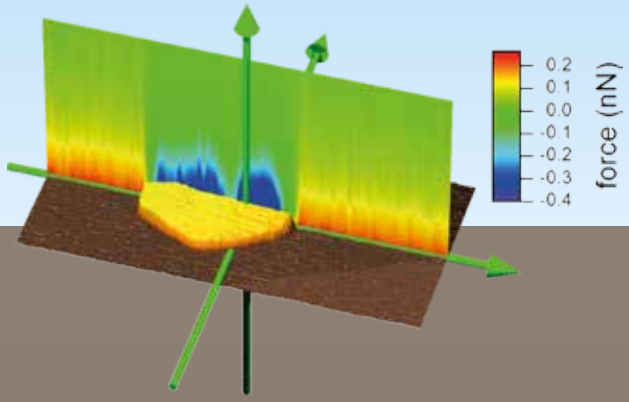
KOERS VAST



AANBEVELINGEN

van

de Commissie Breimer

aan

de minister en staatssecretaris
van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap

ter

VERDERE VERSTERKING
VAN DE BÈTA-DISCIPLINES
NATUUR- EN SCHEIKUNDE

5 november 2015

De figuur op de voorkant van dit document illustreert onderzoek uit een nieuwe samenwerking tussen het NWO-gebied Chemische wetenschappen, de Stichting FOM en de firma BP in een (Chemical) Industrial Partnership Progamme, (CH)IPP. Het onderzoek betreft fysisch-chemische processen tijdens oliewinning uit zandsteen, met als uiteindelijk doel een hoger rendement van oliewinning. De adsorptie van ionen op het oppervlak van gesteente speelt een cruciale rol voor de hechting van olie aan de rots in een oliereservoir. Met behulp van Atomic Force Microscopie (AFM), röntgen-verstrooiing, niet-lineaire optische spectroscopie en andere technieken willen de onderzoekers van het consortium de microscopische mechanismen van dit proces en detail in kaart brengen en nieuwe strategieën ontwikkelen om olie efficiënter van de rots los te halen.
(credits figuur: I. Siretanu et al. Scientific Reports 4, 4956 (2014))

Inhoud

1 Inleiding 4

ORIËNTATIE EN KOERSBEPALING 5

2 Inspiratiebronnen en omgevingsverkenning 6
2.1 Wetenschapsvisie 2025 'Keuzes voor de toekomst' 6
2.2 Nationale Wetenschapsagenda 6
2.3 AWTI-advies 'Verwevenheid van onderzoek en hoger onderwijs' 7
2.4 Strategische Agenda Hoger Onderwijs en Onderzoek 2015-2025 'De waarde(n) van weten' 8
2.5 Platform #Onderwijs2032 8
2.6 Vision Paper 2025: 'Chemistry and Physics: Fundamental for our Future' 9
2.7 Tweede Tussenrapportage inzake implementatie Sectorplan Natuur- en Scheikunde 11
2.8 Wetenschaps-, Technologie- en Innovatie Indicatoren 2014 12

3 Zicht op 2025 14

AANBEVELINGEN 16

4 Onderwijs 17
4.1 Verhoging participatie vrouwen en minderheden in studentenpopulatie 17
4.2 Verbetering opzet en vergroting werfkracht van de lerarenopleiding 18
4.3 Versterking van de universitaire onderwijsinfrastructuur 19
4.4 Verbreding outreach activiteiten van universiteiten naar het primair onderwijs 20

5 Onderzoek 22
5.1 Herstel internationale concurrentiepositie bij aanstellen van toptalent 22
5.2 Verhoging participatie vrouwen en minderheden in de wetenschappelijke staf 23
5.3 Versterking van de universitaire onderzoekinfrastructuur 23
5.4 Incorporeren chemisch en fysisch onderzoek buiten de universitaire chemie en fysica- afdelingen 25

6 Maatschappij en Innovatie 31
6.1 Chemie en fysica als basis voor multidisciplinair onderzoek 31
6.2 Publiek-Private Samenwerking in de chemie en fysica 31

7 Het instrument 'Sectorplan' 28

8 Samenvatting van conclusies en aanbevelingen 29

Bijlage A: Samenstelling van de Commissie Breimer per 5 november 2015 32

1 Inleiding

In de Wetenschapsvisie 2025 vragen de minister en staatssecretaris van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap ons als Commissie Breimer, die de uitvoering van de sectorplannen Natuur- en Scheikunde overziet, aanbevelingen op te stellen voor versterking van de bètadisciplines. Omdat wij met de bewindslieden van mening zijn dat (verdere) versterking van deze disciplines inderdaad geboden is, geven wij aan dit verzoek graag gehoor. Deze rapportage is daarvan het resultaat. Conform nadere aanwijzingen in een ambtelijke briefing ten departemente op 10 december 2014 concentreren wij ons daarbij primair op de natuur- en scheikunde. Wij onderhouden goede contacten met de Commissie Fokkema die in een parallel traject werkt aan een Deltaplan voor de Nederlandse wiskunde; dit is belangrijk omdat er vele dwarsverbanden zijn.

Wij vinden dat de versterking van de bètadisciplines natuur- en scheikunde primair via drie invalshoeken gestalte moet krijgen: onderwijs, onderzoek, alsmede maatschappij en innovatie. Daarin volgen wij de conclusies en aanbevelingen uit het Vision Paper 2025 van de Commissie Dijkgraaf[2]. Het is belangrijk op deze plaats te benadrukken dat de interactie tussen deze invalshoeken groot is. Zij zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden en moeten in samenhang worden bezien. In concreto bevelen wij in drie hoofdstukken (4, 5 en 6) in totaal tien maatregelen aan als ankerpunten voor een – koersvast – nationaal beleid. Steeds identificeren wij eerst het knelpunt, vervolgens benoemen wij de maatregel met de oplossing, en tot slot geven wij telkens een indicatie van de daarmee gemoeide kosten.

Voorafgaand aan de concrete maatregelen vindt in hoofdstuk 2 een korte verkenning plaats van relevante ontwikkelingen en trends in de omgeving. Dit om het actuele speelveld goed in het vizier te krijgen. In hoofdstuk 3 schetsen wij de situatie die we in 2025 hopen aan te treffen. Dit doel voor 2025 is de opmaat voor de aanbevelingen die direct daarna in de hoofdstukken 4, 5 en 6 volgen. Voordat we in hoofdstuk 8 onze conclusies en aanbevelingen samenvatten, schenken wij in hoofdstuk 7 aandacht aan de goede ervaringen die wij met het instrument ‘Sectorplan’ hebben opgedaan. Een ‘tool’ die ook op de route naar 2025 van grote waarde kan zijn.

1 *Wetenschapsvisie 2025: keuzes voor de toekomst; Kabinetsreactie op het Interdepartementaal Beleidsonderzoek Wetenschappelijk onderzoek en de beleidsreacties op de AWT-adviezen ‘Boven het maaiveld’ en ‘Maatwerk in onderzoeksinfrastructuur’, november 2014.*

2 *Vision Paper 2025: Chemistry & Physics; Fundamental for our Future, 2013. Aangeboden aan minister Bussemaker van OCW op 2 december 2013 te Den Haag.*

ORIËNTATIE EN KOERSBEPALING

2 Inspiratiebronnen en omgevingsverkenning

2.1 Wetenschapsvisie 2025 'Keuzes voor de toekomst'

Het inzicht dat de bètadisciplines in ons land versterking nodig hebben, komt in paragraaf 2.4 van de Wetenschapsvisie aan de orde onder de titel 'Bedrijfsleven: werken aan maatschappelijke uitdagingen'. Daar stelt het kabinet terecht dat het bedrijfsleven een bijzonder belang heeft bij bèta- en technische wetenschappen. "Deze disciplines zijn bijvoorbeeld van groot belang voor de maakindustrie en ook voor het oplossen van maatschappelijke vraagstukken op het gebied van energie, klimaat en water." En wij voegen daar in lijn met Dijkgraaf c.s. gezondheid, duurzaamheid en materiaalschaarste graag aan toe, zie paragraaf 2.6.

Verder wijzen wij op het belang dat organisatie en profilering binnen disciplines worden versterkt. En op de aandacht die visiedocumenten - als die van de Commissie Dijkgraaf - vragen voor vergroting van de interesse voor bètavakken in het (voortgezet) onderwijs. Buiten de specifiek aan de Commissies Breimer en Dijkgraaf gewijde passages biedt de Wetenschapsvisie uiteraard ook een breder kader ter inspiratie.

De aangekondigde transitie van NWO biedt nieuwe impulsen voor de 'granting' van excellent onderzoek, en kansen om de nationale regievoerende en organiserende rol van de tweede geldstroom met nog meer kracht te kunnen spelen. Ook voor de natuur- en scheikunde en hun verbinding met andere disciplines schept dit nieuwe mogelijkheden.

2.2 Nationale Wetenschapsagenda

Als uitvloeisel van de Wetenschapsvisie wordt momenteel onder leiding van Alexander Rinnooy Kan en Beatrice de Graaf de Nationale Wetenschapsagenda opgesteld. Deze agenda beoogt een betere aansluiting van onderzoek op maatschappelijke behoeften en economische kansen. De agenda laat ook zien op welke onderwerpen Nederlands onderzoek zich zal focussen, waar het excelleert en zich onderscheidt, of dat juist ambieert. Het is een agenda voor de wetenschap, bestaande uit vragen die gericht zijn aan de wetenschap. Internationaal sluit de agenda aan op H2020.

Voor de verdere versterking van de natuur- en scheikunde zal de Nationale Wetenschapsagenda een belangrijk referentiekader zijn. Aard en omvang van de sturende werking zullen uiteraard afhangen van het aggregatieniveau en de overtuigingskracht van het uiteindelijke document. De organisatiegraad van beide disciplines in zowel eerste als tweede geldstroom staat er evenwel borg voor dat een aantal vragen voortvarend in een goede nationale afstemming zal worden geadresseerd, en door de kennisinstellingen geadopteerd en metterdaad aangepakt. Voor de te ontwikkelen slagkracht is niet de goede wil, maar de beschikbaarheid van middelen de kritieke factor.

Het kabinet stelt in de Wetenschapsvisie dat het bedrijfsleven een bijzonder belang heeft bij bèta- en technische wetenschappen.

Quantuminstituut Qutech start samenwerking met Intel

03 september 2015

Het Amerikaanse elektronicabedrijf Intel en QuTech, het quantuminstituut van TU Delft en TNO, gaan de komende tien jaar intensief samenwerken. De bijdrage van Intel aan QuTech vertegenwoordigt een waarde van ongeveer 50 miljoen dollar, plus inbreng van expertise, menskracht en faciliteiten. "QuTech is verheugd om Intel als partner te mogen verwelkomen. De grote uitdaging voor het ontwikkelen van quantumtechnologie, zoals een quantumcomputer, zal het komende decennia 'opschaling' zijn: het kunnen maken van complexe structuren met zeer veel quantumbits. Deze samenwerking stelt ons in staat onze wetenschappelijk kennis te combineren met de beste engineering-kennis uit de computerindustrie", zegt Lieven Vandersypen, onderzoeksleider van de samenwerking bij QuTech.

Bron: TU Delft

Het voorgaande laat onverlet dat er ook voldoende ruimte moet zijn voor ongebonden onderzoek, zoals de KNAW in een recent advies heeft bepleit[3].

2.3 AWTI-advies 'Verwevenheid van onderzoek en hoger onderwijs' [4]

Dit recent verschenen advies behandelt de vraag hoe het beleid kan stimuleren dat de verwevenheid tussen hoger onderwijs en onderzoek sterk(er) bijdraagt aan onderzoekskwaliteit en de toekomstperspectieven van studenten.
De regering stelt deze vraag terecht, want het onderwerp is belangrijk en actueel.
In haar antwoord geeft de AWTI aan dat de verwevenheid tussen onderwijs en onderzoek van groot belang is en concludeert de adviesraad dat dit belang eerder toe- dan afneemt, nu de arbeidsmarkt steeds vaker vraagt om 21st century skills. Wij onderschrijven dat.

3 *Ruimte voor ongebonden onderzoek, Signalen uit de Nederlandse wetenschap; Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen 2015 | ISBN 978-90-6984-697-2*
4 *AWTI-advies*

De verwevenheid wordt op verschillende plaatsen in het hoger onderwijs bedreigd. Onderzoek en onderwijs raken uit balans: hierbij zijn er grote verschillen tussen bachelor- en masteropleidingen, tussen universiteiten en tussen verschillende studierichtingen. Het hoger onderwijs staat voor de uitdaging om, waar nodig, het tij te keren en de koppeling tussen onderwijs en onderzoek – gedifferentieerd – op de toekomst te richten. De instellingen zijn zelf als eerste aan zet. Binnen de natuur- en scheikunde is de traditie van de verwevenheid sterk[5]. Deze dient de kwaliteit van zowel het onderwijs als het onderzoek. En de in de opleiding opgedane kennis en kunde openen brede perspectieven op hoogwaardige werkgelegenheid.

2.4 Strategische Agenda Hoger Onderwijs en Onderzoek 2015-2025 'De waarde(n) van weten' [6]

Het kabinet wil in de komende jaren een sprong maken naar de toekomst: naar een hoger onderwijs van de 21e eeuw. De middelen vanuit het studievoorschot[7] moeten dit mogelijk maken. De ambitie is dat een toekomstbestendig hoger onderwijs opleidt voor leven en werken in een toenemend onvoorspelbare, complexe en globaliserende omgeving. De aandacht voor 'Bildung' spreekt ons aan, evenals de strijd tegen de grote uitval in het hoger onderwijs. Wij herkennen de constatering dat bij menige universiteit de waardering voor het onderwijs en voor lesgeven achter lijkt te blijven ten opzichte van onderzoek (doen). Dit is de consequentie van het feit dat een individu gemakkelijker waardering (en beloning) oogst voor toponderzoek dan voor toponderwijs. Het streven naar een betere balans heeft onze steun, maar voor de natuur- en scheikunde zou het funest zijn als dit vorm zou krijgen door aanstelling van docenten die zelf geen wetenschappelijk onderzoek in hun eigen discipline meer doen. De verwevenheid van universitair onderwijs en onderzoek is in deze disciplines essentieel (zie paragraaf 2.3). De toedeling van de middelen vanuit het studievoorschot moet met beleid gebeuren en ruimte bieden voor maatwerk. Het gebeurt niet vaak dat er zoveel geld te verdelen is; dan is het zeker zaak ervoor te zorgen dat het effectief wordt besteed. Verderop doen wij daarvoor aanbevelingen.

2.5 Platform #Onderwijs2032

In reactie op de inventarisatie van Platform #Onderwijs2032 hebben de beroepsverenigingen met een bèta-achtergrond[8] een visie[9] op het bètacurriculum voor primair- en voortgezet onderwijs opgesteld. In deze visie wordt de nadruk gelegd op het belang van:

- funderend onderwijs in de natuurwetenschap, wiskunde en techniek;
- stimuleren van een nieuwsgierige en onderzoekende houding bij leerlingen;

---

5 *Voorstel van de Regiegroep Chemie aan het ministerie van OCW*
6 *Strategische Agenda Hoger Onderwijs en Onderzoek 2015-2025 'De waarde(n) van weten'*
7 *Dit zijn de gelden voor de studiefinanciering die vrijvallen door de invoering van het leenstelsel.*
8 *KNCV, NNV, KWG, NIBI, NVON en NVvW.*
9 *Visie op het Bèta-curriculum*
Zie ook hun aanbiedingsbrief

- wetenschappelijke geletterdheid;
- conceptueel en modelmatig leren denken;
- onderlinge afstemming en samenhang om te komen tot een disciplineoverstijgende aanpak.

Wij onderschrijven het belang van bovengenoemde thema's, om zo te komen tot een versterking van zowel de relevante kennis als de adequate vaardigheden van de huidige generatie in het pre-universitair onderwijs. Dit zal tevens bijdragen aan een betere aansluiting op de vervolgopleidingen in de bètadisciplines.

2.6 Vision Paper 2025: 'Chemistry and Physics: Fundamental for our Future' [10]

Volgens de Commissie Dijkgraaf staan de wereld en de wetenschap voor de grote uitdaging om oplossingen te vinden voor maatschappelijke problemen, zoals duurzaamheid, energie, gezondheidszorg, materiaalschaarste en klimaatverandering. Bovendien vindt globalisering plaats van wetenschap en onderwijs en zijn regionale innovatiegebieden in opkomst. In de wetenschap zelf spelen ook nog drie grote wereldwijde trends: a) steeds meer informatie en big data, b) leren van- en ontwerpen voorbij de natuur en c) het slechten van grenzen tussen disciplines en samenwerken met de technische wetenschappen.

Chemie en fysica zijn bij uitstek vakgebieden om al deze uitdagingen aan te gaan. De Nederlandse chemie en fysica zijn toonaangevend in de wereld en verkeren in een uitstekende positie om bij te dragen aan een gezonde toekomst van Nederland. Om zowel die toppositie te behouden als de mogelijkheden voor Nederland te versterken doet de Commissie Dijkgraaf voorstellen voor nieuwe initiatieven, inspanningen en investeringen in wetenschap, onderwijs en samenleving. De Commissie identificeert onderzoekslijnen, die alle aansluiten op onderzoek waarin de Nederlandse chemici en fysici wereldwijd gezien uitblinken. Deze zijn gegroepeerd in zeven terreinen, die overigens een diverse omvang hebben:

1. de chemie en fysica van leven en gezondheid;
2. energie en klimaat;
3. nanowetenschap, nanotechnologie en geavanceerde materialen;
4. complexe (moleculaire) systemen, zachte materialen en vloeistoffen;
5. duurzame (bio)chemische proceskunde;
6. het (quantum) heelal;
7. quantumtechnologieën.

Deze thema's komen ook, direct of indirect, terug in de Nationale Wetenschapsagenda (zie paragraaf 2.2) en verdienen daarin een prominente plaats.

10 *Vision Paper 2025: Chemistry & Physics; Fundamental for our Future, 2013. Aangeboden aan minister Bussemaker van OCW op 2 december 2013 te Den Haag.*

Voor een vervolg op het vigerende Sectorplan acht de Commissie Dijkgraaf vier nieuwe elementen essentieel:

1. Het pre-universitaire onderwijs versterken, te beginnen bij het basisonderwijs en door verbetering van de lerarenopleiding (hier zal volgens ons nauwe samenwerking met het Platform #Onderwijs2032 onder leiding van Paul Schnabel gezocht moeten worden). Ook pleit de Commissie voor het aantrekken van meer studenten en stafleden van het vrouwelijk geslacht of afkomstig uit minderheidsgroeperingen.
2. Aanvullende maatregelen om een carrière in de wetenschap aantrekkelijker te maken en toponderzoekers naar Nederland te halen en ze hier te houden. Vooral de financieringsmogelijkheden voor onderzoek moeten verbeterd worden.
3. Meer aandacht voor multi- en interdisciplinair onderzoek, inclusief samenwerking met de technische wetenschappen.
4. Acties om de kloof tussen wetenschap en innovatie te dichten. Daarnaast bepleit de Commissie om vastberaden aan outreach te blijven werken. Dit is van belang om ook de publieke opinie en de politiek meer kennis van- en daardoor waardering voor het belang van de bètawetenschappen te laten krijgen.

Commissie Dijkgraaf raadt aan maatregelen te treffen om carrière in de Nederlandse wetenschap aantrekkelijker te maken.

Piet Hein Eek: 'We gaan prototypes, ook de mislukkingen, gewoon laten zien' p3

deVolkskrant

Buitenland biedt meer mogelijkheden en meer geld

Wetenschap vreest uittocht toptalent

Zeker bij jonge mensen gaat het meer om de inhoud dan om een hoog salaris

Een doodzonde of domme fout?

Ritalin: Partydrug of medicijn?

2.7 Tweede Tussenrapportage inzake implementatie Sectorplan Natuur- en Scheikunde [11]

In de zomer van 2014 hebben wij als Commissie Breimer onze Tweede Tussenrapportage over de voortgang van de implementatie van het Sectorplan Natuur- en Scheikunde aangeboden en besproken met minister Bussemaker en staatssecretaris Dekker van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap.

Resultaten

Voor de realisatie van het Sectorplan is door de regering vanaf 2011 M€ 20 per jaar beschikbaar gesteld. Hiervan wordt zeventig procent via de eerste en dertig procent via de tweede geldstroom geleid. Hoewel met de uitvoering van het Sectorplan toen nog maar drie jaar eerder was begonnen, heeft de Commissie al in 2014 gezegd onder de indruk te zijn van de op dat moment al door de instellingen geboekte resultaten:

- De studentenaantallen zijn sterk gegroeid. De doelen voor 2016 zijn over het geheel genomen nu al bereikt;
- Het studierendement van de BSc-opleidingen laat een aanzienlijke verbetering zien;
- Kwalitatief behoren het chemische en fysische onderzoek in Nederland tot de wereldtop;
- Van de 96 nieuwe posities is 32 procent door een vrouw bezet, waardoor het aandeel vrouwen in de wetenschappelijke staven in korte tijd aanzienlijk gestegen is;
- Het Bètadecanenoverleg heeft zich een gezagvolle positie verworven bij de nationale afstemming van lokale onderzoekzwaartepuntvorming (profilering, taakverdeling en concentratie);
- De koppeling van het masteronderwijs aan de onderzoekzwaartepunten is voortvarend ter hand genomen. Door herstructurering en samenwerking is de beoogde jaarlijkse instroom van minstens twintig studenten per MSc-opleiding binnen bereik gekomen.

Op 1 april 2016 zullen wij onze eindrapportage opleveren. Daarop vooruitlopend kunnen wij nu al concluderen dat het door de faculteiten gevoerde beleid dankzij de specifieke middelen van het Sectorplan de bètawetenschappen over een breed front heeft versterkt. Dit geldt in het bijzonder voor de disciplines natuur- en scheikunde. Wij zien dit als een eerste stap in de goede richting, maar er is nog een lange weg te gaan. De tevredenheid over de behaalde prestaties laat namelijk onverlet dat op een aantal punten nog forse slagen nodig zijn. Daarvoor zijn nieuwe impulsen nodig, bijvoorbeeld in de vorm van een Sectorplan 2025. Daarbij denken wij in het bijzonder aan:

- de (verdere) verhoging van de participatie van vrouwen en minderheden (bij zowel studenten als stafleden);
- de opzet en werfkracht van de eerstegraads universitaire lerarenopleiding;
- het herstel van de internationale concurrentiepositie bij het aantrekken en behouden van toptalent en
- de versterking van de universitaire infrastructuur.

---

11 Tweede Tussenrapportage inzake implementatie Sectorplan Natuur- en Scheikunde

Net als bij het vigerende Sectorplan is het belangrijk om ook dan de doelen SMART te formuleren, dat wil zeggen specifiek, meetbaar, acceptabel, realistisch en tijdgebonden. Dat is geen sinecure en vereist nauwgezet 'zwaluwstaarten' met nieuwe elementen die door de Commissie Dijkgraaf naar voren zijn gebracht. Wij staan achter de speciale aandacht die Dijkgraaf c.s. vragen voor de breedte van de sector, in het bijzonder de positie van de moleculaire levenswetenschappen buiten de chemie-afdelingen en de overbrugging van de kloven tussen science & engineering en science & innovation.
De sector zou naar onze mening gebaat zijn bij een integrale aanpak van dit geheel. Uiteraard vereist dit draagvlak bij de betrokken stakeholders, en de à priori bereidheid van de bewindslieden van het ministerie van OCW, om een goed plan ook van adequate financiële middelen te voorzien.

2.8 Wetenschaps-, Technologie- en Innovatie Indicatoren 2014

De op verzoek van OCW gemaakte WTI2-rapporten en voordien NOWT-rapporten laten al jaren het beeld zien dat scheikunde en natuurkunde in Nederland weliswaar ondervertegenwoordigd zijn (lage onderzoekspecialisatie-index), maar naar internationale maatstaven nochtans een zeer hoge impact hebben (hoge citatie-impact). Van Saarloos heeft er vorig jaar oktober in een artikel in Science Guide[12] op gewezen, dat met name de basisvakken in de bètadisciplines (naast de natuur- en scheikunde ook de wiskunde) de laatste jaren in relatieve omvang sterk zijn teruggevallen. Het WTI2-rapport dat vervolgens in december 2014[13] verscheen, laat zien dat deze negatieve ontwikkeling zich voortzet. Zoals uit onderstaande tabel kan worden afgeleid, is de ondervertegenwoordiging van de chemie toegenomen van 11 procent in 2005 naar 40 procent in 2014. Bij de fysica en materiaalkunde steeg de ondervertegenwoordiging in die periode van 22 procent naar 43 procent.

Prestatieprofiel van de bètadisciplines ten opzichte van de wereldportfolio

	NOWT-rapport 2005 tabel 4.6	WTI2 rapport 2011 tabel 19	WTI2 rapport 2014 tabel 3
Chemie	OSI* = 0,89	OSI = 0,69 CI** = 1,58	OSI = 0,60 CI = 1,56
Fysica en materiaalkunde	OSI = 0,78	OSI = 0,61 CI = 1,81	OSI = 0,57 CI = 1,77

N.B.: Helaas beschikken wij niet over soortgelijke gegevens uit een rapport van 2008, noch over gegevens over de impact uit het rapport 2005.
** OSI = Onderzoeksspecialisatie-index (mondiaal gemiddelde is 1,0)*
*** CI = Genormeerde citatie-impact score (mondiaal gemiddelde is 1,0)*

12 *W. van Saarloos, Science Guide, 20-10-2014*
13 *Wetenschap, Technologie en Innovatie Indicatoren 2014, een publicatie in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap, Directie Onderzoek en Wetenschapsbeleid.*

Via een eenvoudige rekensom is de omvang van het 'bètagat' in ons land ook in geld uit te drukken. Aan de (para-)universitaire natuur- en scheikunde wordt in Nederland per jaar momenteel circa M€ 400[14] besteed. Zoals hierboven aangegeven is de relatieve presentie ten opzichte van de wereldportfolio met alle andere disciplines amper zestig procent (OSI ~0,6). Een verhoging tot het mondiaal gemiddelde presentieniveau van 1,0 zou bij benadering een jaarbudget van M€ 670 vergen (= 400 x 1.0/0,6). Het bètagat bedraagt in 2014 dus al M€ 270![15] Zonder maatregelen die de trend 2005-2014 keren, zal dit gat naar verwachting verder groeien. Hoewel een structurele verhoging met een dergelijk bedrag op korte termijn moeilijk werkbaar zal zijn, geeft dit wel aan dat hier sprake is van groot achterstallig onderhoud waar spoedig verdere aanpak voor nodig is. Het eerder door het kabinet gesignaleerde belang van de bètadisciplines voor de maakindustrie c.q. de Nederlandse economie, net als het bewezen kwaliteitsniveau van onderwijs en onderzoek op wereldniveau, rechtvaardigen deze aanpak. Een hoogwaardige kennisinfrastructuur in Nederland is van groot belang voor het vestigingsklimaat van (grote) technologische bedrijven; hun technologiecentra floreren mede door het 'proximity-effect' van kennisinstituten. In principe kunnen deze bedrijven hun kennis mondiaal halen, dus is het belangrijk dat Nederland in dit opzicht aantrekkelijk blijft. Inmiddels lijkt de oplopende onderfinanciering ook gevolgen te krijgen voor de kwaliteit: de citatie-impact van de chemie en de fysica is recent wat gedaald. Deze daling lijkt zich ook in andere, minder eenvoudig te meten parameters van onderzoekskwaliteit te manifesteren. Het herstel van de internationale concurrentiepositie komt ook aan de orde in paragraaf 5.1.

14 *Dit bedrag van M€ 400 betreft voor circa M€ 245 eerste en voor M€ 155 tweede geldstroom (voornamelijk STW, CW en FOM (inclusief instituten)); ook de SNS-middelen zijn bij de bedragen inbegrepen. Deze bedragen zijn ontleend aan onze Tweede Tussenrapportage (universiteiten) en financiële documenten van de genoemde NWO-onderdelen.*

15 *Het betreft een ruwe schatting, waarbij is aangenomen dat Nederlandse fysici en chemici even productief zijn als hun collega's in het buitenland en overigens ook het onderhavige Nederlandse ecosysteem goed spoort met mondiaal gangbare verhoudingen.*

3 Zicht op 2025

Wat betekenen de inspiratiebronnen en de omgevingsverkenning uit hoofdstuk 2 voor de ontwikkeling van de natuur- en scheikunde in de verdere toekomst? Wat is de stip aan de horizon? Welke koers moeten we varen? Mede gevoed door de vele gesprekken die we met diverse stakeholders uit de kringen van wetenschap, bedrijfsleven, maatschappij en overheid hebben gevoerd, presenteren wij in dit hoofdstuk een ruwe schets van de 'toestand' waarin we de natuur- en scheikunde in 2025 door een gemeenschappelijke inzet van alle belanghebbenden zouden willen brengen.

Zoals terecht gesteld in de Wetenschapsvisie hebben maatschappij en bedrijfsleven een bijzonder groot belang bij de bèta- en technische wetenschappen. De opleving van de maakindustrie als drager van de Nederlandse economie en de toename in urgentie van de maatschappelijke vraagstukken op het gebied van gezondheid, duurzaamheid, materiaalschaarste, energie, klimaat en water, vragen om meer natuur- en scheikundigen[16]. Als we dit in Nederland belangrijk vinden, zal daar ook naar gehandeld moeten worden. Dan moet er structureel perspectief geboden worden aan universiteiten en NWO om daar bestuurlijk met een beleid voor de lange termijn op in te kunnen spelen. Afstemming en samenwerking op nationale schaal zijn meer dan ooit nodig, zowel binnen- als tussen eerste en tweede geldstroom. Bundeling van krachten is de enige optie om als een verenigd Nederland internationaal op het hoogste niveau de concurrentie aan te kunnen en een hoofdrol te kunnen spelen. Brede bewegingen als de Nationale Wetenschapsagenda, het topsectorenbeleid en Publiek-Private Samenwerking moeten hieraan bijdragen, in zowel inspirerende als faciliterende zin.

Het doel dat wij voor 2025 beogen, is het verdubbelen van de instroom aan studenten in de bachelor opleidingen ten opzichte van het basisjaar 2007/2008, tot een totaal van 3000 studenten in de natuur- en scheikunde gezamenlijk. Gedurende het vigerende Sectorplan Natuur- en Scheikunde is dit einddoel al voor de helft bereikt[17]. Een verdere groei van de instroom kan volgens ons vooral uit de groepen studenten van het vrouwelijke geslacht en/of van allochtone afkomst komen. Het bewerkstelligen van deze groei vraagt om een drieledige aanpak, bestaande uit de versterking van de outreach naar het primair en voortgezet onderwijs, het verbeteren van de instroom en uitstroom in de lerarenopleidingen[18], en een verdere versterking van de universitaire infrastructuur. Het op deze wijze uitbouwen van de basis zal een directe weerslag hebben op de top, zowel omdat er uit een bredere basis meer toptalent opgeleid kan worden, maar ook omdat een

16 *Lees o.a. de artikelen van ScienceGuide, NOS en Consultancy.nl*
17 *Zie de Tweede Tussenrapportage*
18 *Het artikel in ScienceGuide onderstreept de urgentie*

bredere basis een grotere aantrekkingskracht op buitenlands toptalent zal hebben. De beoogde diversiteit in de instroom kan verder gestimuleerd worden door hierop ook nadruk te leggen bij de werving van buitenlands toptalent. Om dit talent te werven en in Nederland vast te houden, is een verdere versterking van de eerste en tweede geldstroom naar de disciplines nodig. Het doel is de beoefening van topwetenschap over een breed front!
De in dit document geschetste koers zal ons leiden naar nieuwe oorden met kenmerken als excellentie, nieuwe baanbrekende wetenschappelijke ontdekkingen, innovatie, betere/bredere bètageletterdheid van de gemeenschap… Kortom, excellente natuur- en scheikunde midden in de samenleving. Voorzien wij hierbij dan geen grenzen aan de groei? Wellicht. Tien jaar is een verre horizon, en de maatschappij verandert en ontwikkelt zich snel. Wij willen ons dan ook niet positioneren als een 'rupsje nooit genoeg'. Zo is het goed denkbaar dat het bètagat niet in één beweging wordt dichtgelopen. Ook moeten we goed rekening houden met het absorptievermogen van het systeem. Laten we geen tijd verliezen en de steven wenden naar 2025!

AANBEVELINGEN

De maatregelen die wij in de hoofdstukken 4, 5 en 6 bepleiten, vormen de contouren van het nationale plan voor de natuur- en scheikunde dat de Commissie Breimer in hoofdstuk 8 bepleit.

4 Onderwijs

Wij benoemen op het gebied van het onderwijs vier knelpunten die naar onze overtuiging met de hoogste urgentie zouden moeten worden aangepakt. Op veel terreinen is in de afgelopen jaren door het Platform Bèta Techniek veel, belangrijk en succesvol werk gedaan. Naast dit werk en in vervolg daarop, zijn in het kader van het Sectorplan organisatie en output van de opleidingen sterk verbeterd. Wij bepleiten een voortzetting c.q. intensivering daarvan in een meer geïntegreerde setting, met en van de universitaire natuur- en scheikunde.

4.1 Verhoging participatie vrouwen en minderheden in studentenpopulatie

Vrouwen en minderheden zijn onder studenten natuur- en scheikunde nog steeds sterk ondervertegenwoordigd. Meer diversiteit is nodig: de populaties van studenten moeten volgens ons een afspiegeling zijn van de Nederlandse samenleving. De daarvoor vereiste cultuurverandering is een zaak van lange adem. Nodig zijn: voortvarendheid, doelgerichtheid, vastberadenheid en volharding. Verdere groei van studentenaantallen moet vooral komen van een hogere instroom van meisjes en uit allochtone minderheden. Eerste doel: verhoging van het aandeel meisjes eerstejaars BSc-studenten scheikunde naar 40 procent in 2025 (nu 30 procent), bij natuurkunde naar 30 procent (nu 15 procent). Ook voor minderheden zouden streefcijfers moeten worden geformuleerd en statistieken bijgehouden, om te monitoren of de beoogde doelen ook echt gehaald worden[19]. De basis voor de cultuurverandering moet worden gelegd in het primair en voortgezet onderwijs. Adequate outreach en rolmodellen moeten hieraan bijdragen.

Concrete maatregelen:

- in het curriculum van het primair onderwijs meer aandacht schenken aan natuur en techniek en wat je daarmee kunt (p.m.). Daarom is het ook van groot belang hiervoor bij leraren meer kennis, interesse en enthousiasme te kweken;
- structurele outreach activiteiten ontplooien vanuit universiteiten en (para-) universitaire instituten voor leerlingen en docenten, regionaal georganiseerd en professioneel uitgevoerd (M€ 5 per jaar). Evalueer wat werkt en focus daar vervolgens op;
- substantiële verhoging aandeel vrouwen en minderheden onder natuur- en scheikundeleraren in het voortgezet onderwijs (p.m.), zowel via de opzet en werfkracht van de opleiding (zie paragraaf 4.2) als via de rekrutering door de scholen.

19 *Dat lijkt niet zo makkelijk, want dit staat mogelijk op gespannen voet met de privacywetgeving, waardoor doelen en resultaten op een andere manier gesteld en gemeten moeten worden.*

Om hier een blijvend resultaat te bereiken, is een substantiële en langdurige inzet van extra middelen nodig. De p.m.-posten vallen buiten de sector wetenschappelijk onderwijs en onderzoek en zijn daarom hier niet geraamd; de daarvoor benodigde middelen zijn evenwel aanzienlijk.

4.2 Verbetering opzet en vergroting werfkracht van de lerarenopleiding

Het animo voor de universitaire lerarenopleidingen natuur- en scheikunde is gering. Dit geldt overigens ook voor wiskunde en informatica. Deze vakken hebben in het onderwijs veel samenhang: bijvoorbeeld het wiskundeonderwijs heeft ook een directe impact op de ontwikkeling van natuurkundetalent. De geringe belangstelling voor de universitaire lerarenopleidingen vormt een bedreiging voor de kwaliteit van het vwo en de continuïteit van de bestaande lerarenopleidingen. Het gevaar van een negatieve spiraal dreigt: dat de academisch geschoolde eerstegraadsleraar (die zelf wetenschappelijk onderzoek heeft gedaan en daar enthousiast over is) verdwijnt, is goed denkbaar. Stevige – wellicht zelfs onconventionele – maatregelen zijn nodig om het tij te keren. Terugkeer van de fascinatie voor het leraarschap en een gemakkelijke toegang van academisch geschoolde chemici

Terugkeer van de fascinatie voor het leraarschap en een gemakkelijke toegang van academisch geschoolde chemici en fysici tot dit amb(ach)t en deze roeping zijn geboden. Leraren zijn voor leerlingen immers belangrijke rolmodellen.

Natuurkundedocent Ellen Moerman met een 5-vwo-klas van het Rodenborch College in Rosmalen

en fysici tot dit amb(ach)t en deze roeping zijn geboden. Leraren zijn voor leerlingen immers belangrijke rolmodellen. Het is belangrijk om meer studenten, aio's of postdocs te interesseren voor een lerarenopleiding naast hun vaste programma aan de universiteit en daarvoor aangepaste trajecten in te richten. Ook denken we aan werkleertrajecten voor zij-instromers.

Het is essentieel de lerarenopleidingen weer meer in het bètadomein te trekken, zodat de relatie met de disciplines sterker en duidelijker wordt en meer (met name vrouwelijke) studenten worden aangetrokken tot deze richting. Hiervoor is een ingrijpende organisatieverandering nodig en meer samenwerking op nationale schaal. Het is inmiddels gebruikelijk om (aanstaande) leraren kennis te laten maken met onderzoek door hen 'onderwijsonderzoek' (bijvoorbeeld op het gebied van sociologie of pedagogiek) te laten uitvoeren. Bètastudenten met passie voor hun discipline haken daardoor vaak af op weg naar het leraarsvak. Het is hard nodig bètaleraren juist onderzoek te laten doen in de discipline die ze gaan doceren, dus in natuurkunde, scheikunde of wiskunde. Dat zou tot onmiddellijke toename in de instroom van de lerarenopleiding leiden. Serieus moet overwogen worden om de beloning van academisch opgeleide natuur- en scheikundeleraren structureel op een substantieel hoger peil te brengen (p.m.).

Wij bevelen de instelling aan van een speciale commissie die de bètadecanen en het ministerie daartoe van advies moet dienen en een concreet actieplan opstelt. Uiteraard zal ook het vwo zelf in deze commissie vertegenwoordigd moeten zijn, evenals actieve onderzoekers in het bètadomein. In dit kader vinden wij de recente instelling van een nationale commissie voor bètadidactiek, door de bètadecanen, een belangrijke ontwikkeling. Maar dat adresseert slechts een enkel aspect. Naar schatting zal een betere opzet van de lerarenopleiding volgens ons een structurele impuls van tenminste M€ 5 per jaar vergen.

4.3 Versterking van de universitaire onderwijsinfrastructuur

Het onderwijs in de natuur- en scheikunde betreft scholing in zowel theorie als praktijk. Net als voor het onderzoek (zie hoofdstuk 5) is voor de practica veel apparatuur nodig. Met de enorme toename van het aantal eerstejaarsstudenten is er een steeds grotere capaciteit nodig om het onderwijs te verzorgen[20]. De begeleiding van de practica is arbeidsintensief en doet dus ook een steeds groter beroep op de vaste staf, die eveneens gebukt gaat onder zware administratieve lasten. Deze druk zal zelfs onaanvaardbare proporties aannemen als er over de hele linie een beurzenstelsel voor promovendi zou worden ingevoerd. De substantiële onderwijstaken die aio's momenteel uitvoeren, komen dan nog eens extra op de schouders van de vaste wetenschappelijke staf[21]. Overigens ontraden wij ook om een

20 *Hoewel bij menige instelling niet zozeer de absolute bedragen voor onderwijs en onderzoek door bezuinigingen zijn gedaald (bij sommige instellingen is dat overigens wel degelijk zo), zijn de bedragen per student en graad overal flink afgekalfd. Dat geldt ook voor de promotiepremie.*

21 *Bij 2000 promovendi die tien procent van hun tijd aan onderwijs besteden, gaat dit om circa 200 fte per jaar, ofwel M€ 25 à 30 per jaar netto-onderwijstijd op U(H)D-niveau.*

andere reden een dergelijke ontwikkeling met klem: onderwijs geven heeft voor promovendi namelijk een grote vormende waarde! Het in stand houden hiervan kan ook een belangrijke investering zijn in toekomstige wetenschappelijke stafleden. In de academische opleiding tot chemicus en fysicus zijn onderwijs en onderzoek geïntegreerd (zie ook paragraaf 2.3). Een substantieel deel van het onderwijs krijgt gestalte door het doen van onderzoek. Zowel de student als de docent is gebaat bij deze integratie van onderwijs en onderzoek: de docent door de frisse kijk van de student op het te onderzoeken probleem, en de student doordat deze in de praktijk leert hoe het is om onderzoek te doen.

De enorme groei van de aantallen studenten vergt een structurele budgetverhoging voor de universitaire natuur- en scheikunde van circa M€ 40. Dit is bestemd voor extra docenten, studieadviseurs, huur van collegezalen, extra practicumfaciliteiten en dergelijke. Verder is binnen de bètafaculteiten de wederzijdse dienstverlening op het gebied van onderwijs sterk toegenomen, omdat ook de studentenaantallen in de wiskunde, informatica en biologie aanzienlijk zijn gestegen. Ook dat werkt kostenverhogend. Bovendien kan de benodigde onderwijscapaciteit niet ongebreideld, noch blijvend ten laste van de onderzoekscapaciteit worden gebracht. Door herverdeling van interne bekostigingsmodellen komt na verloop van verscheidene jaren naar schatting M€ 15 beschikbaar. Per saldo is een aanvulling van het reguliere exploitatiebudget voor de faculteiten nodig ter grootte van circa M€ 25 per jaar. De capaciteitsuitbreiding vergt een eenmalige investering in de infrastructuur van M€ 25.

4.4 Verbreding outreach activiteiten van universiteiten naar het primair onderwijs

Universiteiten kunnen meer outreach activiteiten laten ontwikkelen om de interesses van basisschoolleerlingen in wetenschap te stimuleren en de interactie in het kader van hoger, middelbaar en primair onderwijs te bevorderen. Het is belangrijk dat dit in nationale samenhang gebeurt, en ook gezamenlijk met andere partijen die zich hierop richten (zoals het PBT). Essentieel is dat een analyse plaatsvindt van welke activiteiten het beste werken, zodat er meer eenheid in de initiatieven tot stand gebracht kan worden. Deze outreach activiteiten sluiten goed aan bij de aanbevelingen in paragraaf 4.1 Een goede onderlinge afstemming is geboden, mede uit het oogpunt van kostenbesparing. Wij denken dat met een structurele aanvulling van M€ 5 per jaar de genoemde outreach doelen goed kunnen worden bekostigd.

Het is belangrijk dat outreach activiteiten van universiteiten naar het basisonderwijs in nationale samenhang tot stand komen.

Elk jaar vindt het populaire Techniek Toernooi plaats, een techniekwedstrijd voor leerlingen uit alle groepen van het basisonderwijs. Het wordt gesponsord door bedrijven, kennisinstellingen en organisaties die techniek een warm hart toedragen en het belang van wetenschap en techniek voor de toekomst inzien. Professoren, in toga en met baret, vormen de hooggeleerde jury.
Foto: *Het Techniek Toernooi*

5 Onderzoek

Ook op het gebied van onderzoek identificeren wij vier knelpunten die als eerste adequaat moeten en kunnen worden opgelost.

5.1 Herstel internationale concurrentiepositie bij aanstellen van toptalent

Bij het aantrekken van chemische en fysische toponderzoekers die zich elders in de wereld al bewezen hebben, is Nederland helaas niet meer concurrerend[22]. De invulling van met name de senior-Sectorplanposities is moeizaam gebleken; daarnaast zijn enkele van de benoemden binnen twee jaar alweer uit Nederland vertrokken. Hoewel de Nederlandse positie op de internationale markt voor tenure trackers nu nog redelijk is, komt ook deze de laatste tijd steeds meer onder druk te staan, en eenmaal aangestelde tenure trackers zijn pessimistisch over een toekomst in Nederland, in zowel onderzoek als onderwijs. Ook de brain drain neemt toe. Aan velen wordt getrokken. Meer dan tien zeer vooraanstaande jonge en mid-career fysici en chemici zijn in de afgelopen jaren daadwerkelijk naar het buitenland vertrokken (Max Planck, Princeton, Cambridge, Brisbane, Abu Dhabi, ...) vanwege de veel grotere mogelijkheden aldaar en dat is – naar valt te vrezen – nog maar het begin. Vooral het ontbreken van een goed perspectief op adequate funding beïnvloedt onze concurrentiepositie negatief. In de eerste plaats is vergroting van de honoreringskansen nodig. Er wordt nu veel tijd verdaan met het schrijven en beoordelen van onderzoeksvoorstellen die ondanks hoge wetenschappelijke kwaliteit wegens geldgebrek afgewezen worden. Verder is het zaak dat grotere 'grants' meer regel dan uitzondering worden, zowel qua omvang in geld, als qua duur in tijd. Mede gezien het grote belang van beide disciplines voor het bedrijfsleven en de societal grand challenges is een actiever overheidsbeleid noodzakelijk. Enerzijds valt te denken aan start-up funding op een niveau zoals dat in Duitsland en Zwitserland gangbaar is; anderzijds kunnen retentiebudgetten voor mid-career onderzoekers worden ingesteld. Tevens is het van groot belang dat jong aangeworven talenten (onder andere de via het Sectorplan aangetrokken tenure trackers) ook later over voldoende middelen kunnen beschikken om hier tot bloei te komen en in bloei te blijven. Voor start-up funding moeten decanen en instituutsdirecteuren de beschikking krijgen over additionele armslag om in voorkomende gevallen slagvaardig te kunnen handelen. Bij een gemiddeld 'revolving' budget van M€ 1 per discipline/instelling c.q. per para-universitair instituut is hiervoor in totaal M€ 22 per jaar nodig. Om jong talent ook later van adequate onderzoekfinanciering te kunnen voorzien, is uitbreiding van de

22 *De recent sterk verminderde mogelijkheden om postdocs in tijdelijke dienst te nemen, zorgt inmiddels voor een extra complicatie.*

middelen voor de vrije competitie in de tweede geldstroom noodzakelijk. Ook de beperkte carrièremogelijkheden voor onderzoekers in de post-Vernieuwingsimpulsfase pleiten voor hogere budgetten. Wij denken aan een accres van M€ 10 per jaar voor beide disciplines samen.

5.2 Verhoging participatie vrouwen en minderheden in de wetenschappelijke staf

Door het vigerende Sectorplan is het aandeel vrouwen in de vaste staf in de periode 2010 tot 2013 sterk gestegen: bij scheikunde van tien naar vijftien procent, bij natuurkunde van negen naar dertien procent. Door deze ervaring lijkt een groei naar vijfentwintig procent in 2025 haalbaar. Daarvoor is in die periode een instroom van ongeveer honderd nieuwe vrouwen nodig. Dit vergt een budget van M€ 14 per jaar[23]. Wij bevelen aan daarvan de helft ten laste van structurele additionele middelen van OCW te brengen (M€ 7) en de andere helft door de instellingen zelf te laten bekostigen (door bij de herbezetting van vacatures diversiteit zwaarder te laten wegen). Aangezien de tot nu toe bereikte toename van het aandeel vrouwen vrijwel geheel toe te schrijven is aan de komst van jonge tenure-track-onderzoekers (grotendeels uit het buitenland), zal in de komende jaren aandacht besteed moeten worden aan de bestendiging van hun positie in het Nederlandse onderzoeklandschap. Hetzelfde geldt voor de nieuw aan te trekken generatie tenure-trackers en senior staf. Voor zover daarvoor onderzoekmiddelen nodig zijn, kunnen deze uit budgetten van andere maatregelen geput worden (zie bijvoorbeeld paragraaf 5.1). Om het percentage minderheden in de vaste staf te verhogen zijn analoge maatregelen nodig (p.m.).

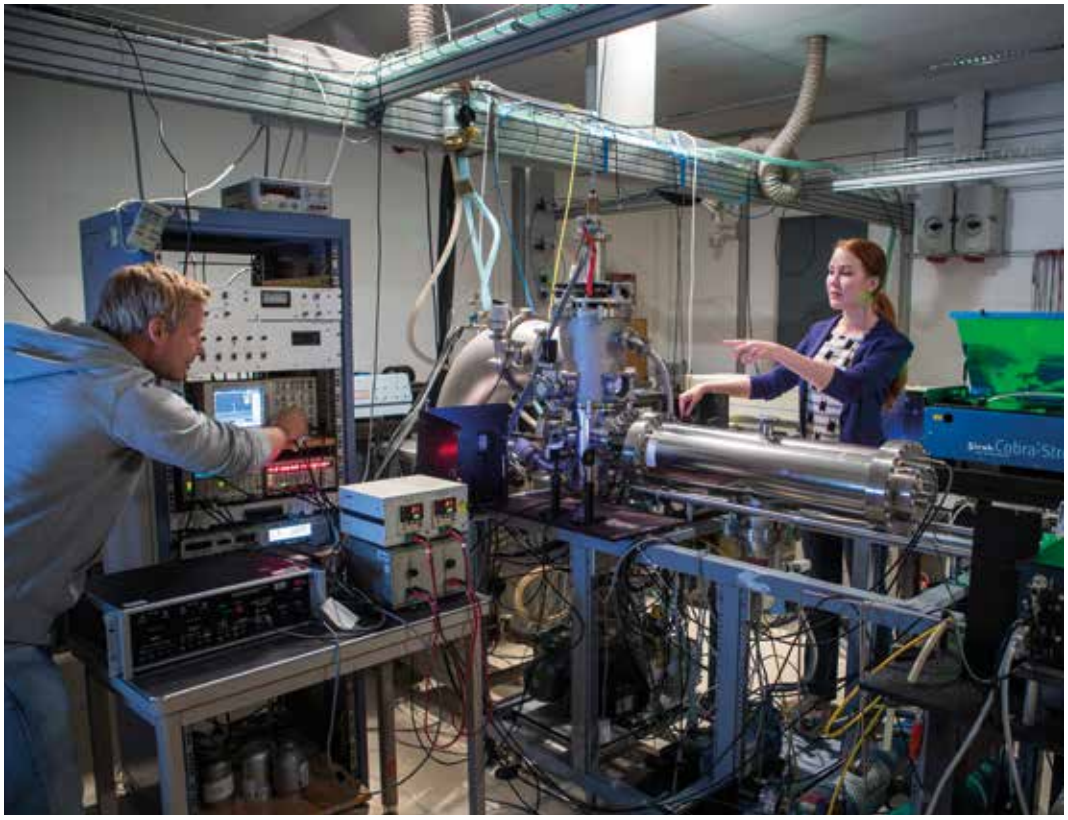
5.3 Versterking van de universitaire onderzoekinfrastructuur

Het Nederlandse bestel is zodanig ingericht dat de tweede geldstroom alleen de marginale kosten van het onderzoek vergoedt. Dit betekent dat de infrastructurele kosten ten laste komen van de faculteiten en instituten waar het onderzoek wordt uitgevoerd. Te denken valt aan de vaste wetenschappelijke staf, technici, basale laboratoriuminrichting, cleanrooms, werkplaatsen, huisvesting, nutsvoorzieningen en dergelijke. In het huidige bestel is het wel mogelijk – zij het in beperkte mate – middelen voor de aanschaf van nieuwe, kostbare apparatuur te verwerven om de infrastructuur te versterken, maar de exploitatie hiervan is expliciet uitgesloten en universiteiten hebben daarom in toenemende mate een probleem om te blijven voorzien in operationele kosten voor het onderhouden van deze apparatuur. Omdat wetenschappers een steeds groter deel van hun onderzoeksmiddelen op de markt moeten verdienen, is het voor de instellingen financieel steeds moeilijker om gastvrijheid te verlenen. Vooral bij experimentele disciplines als chemie en fysica, die apparatuurintensief zijn, is dit een nijpend probleem. Een gerichte wijziging van bekostigingssystematiek

23 Geld om onderzoek te doen zit daar niet bij.

is nodig. Het betreft hier zowel grote investeringen als 'workhorse' apparatuur voor onderzoek[24] en apparatuur voor onderwijsdoeleinden. De meest rigoureuze oplossing zou zijn dat de tweede geldstroom in één keer overstapt op een full-cost model. Bij gelijkblijvende honoreringskansen zou dit echter vrijwel een verdubbeling van de tweede geldstroom vergen; voor natuur- en scheikunde samen zo'n M€ 75 per jaar. Een andere optie is de hoogte van de promotiepremie meer afhankelijk te maken van de kosten van het onderzoek. Wij kiezen eenvoudigheidshalve voor de vorm van een doeluitkering ter grootte van M€ 20 voor alle universiteiten samen. Dit in aanvulling op de middelen die in paragraaf 4.3 zijn begroot voor de versterking van de universitaire onderwijsinfrastructuur.

Infrastructurele kosten komen ten laste van de faculteiten en instituten waar het onderzoek plaatsvindt; universiteiten hebben in toenemende mate een probleem om te blijven voorzien in de operationele kosten voor het onderhouden van apparatuur.



Laseropstelling waarmee chemici van het Van 't Hoff Institute for Molecular Sciences (HIMS) van de UvA chemische reacties van fotoactieve moleculen en materialen onderzoeken.
***Foto:** Ivar Pel voor HIMS UvA*

24 Alleen al de inrichting van een eenvoudig biochemie-lab zonder grote apparaten kost meer dan M€ 1.

5.4 Incorporeren chemisch en fysisch onderzoek buiten de universitaire chemie en fysica-afdelingen

Het vigerende Sectorplan richt zich niet op de gehele academische chemie en fysica. Bij de chemie ontbreekt aandacht voor de moleculaire levenswetenschappen buiten de universitaire chemieafdelingen en voor de eveneens aan de chemie gelieerde farmacie in het bèta-domein, zoals aangegeven door de Commissie Dijkgraaf. Ook op onderzoeksinstituten buiten de universiteiten vindt chemisch en fysisch onderzoek plaats; veel instituutsonderzoekers hebben deelaanstellingen bij universiteiten. Wij stellen voor deze activiteiten niet langer uit te sluiten van de huidige Sectorplanmiddelen voor de tweede geldstroom en evenmin van toekomstige accressen voor natuur- en scheikunde van overheidswege (bijvoorbeeld op basis van de onderhavige aanbevelingen). Verder bevelen wij aan goede aandacht te schenken aan (de relatie tot c.q. integratie van) deze activiteiten bij toekomstige beleidsvorming (zoals bij de voorbereiding van een Sectorplan 2025).

6 Maatschappij en Innovatie

In het vigerende Sectorplan staat de koppeling onderwijs-onderzoek centraal. In de onderhavige aanbevelingen koppelen wij daaraan ook maatschappij en innovatie. Op dit gebied geven wij twee beleidsdoelen de hoogste prioriteit.

6.1 Chemie en fysica als basis voor multidisciplinair onderzoek

Het chemisch en fysisch onderzoek zijn essentiële pijlers voor het werken aan maatschappelijke uitdagingen in multidisciplinair verband. Chemici en fysici zoeken van nature al naar onderlinge samenwerking en met onder andere wiskundigen, biologen, technici en medici om gezamenlijk vragen in het onderzoek te beantwoorden. Het is belangrijk om de samenwerking over disciplinegrenzen heen verder te faciliteren en te stimuleren, ook in de verbinding van bèta- met gamma-onderzoek. De Commissie Dijkgraaf geeft in haar visie 'Chemistry & Physics: Fundamental for our Future' duidelijk aan dat scheikunde en natuurkunde een essentiële rol spelen bij de oplossing van vele 'grand societal challenges'. De door Dijkgraaf c.s. gepresenteerde researchagenda voor chemie en fysica zou naar onze mening integraal moeten worden opgenomen in de Nationale Wetenschapsagenda (NWA) die de regering in de Wetenschapsvisie 2025 heeft aangekondigd. In de toolbox, waarmee de NWA gestalte zal moeten krijgen, kan Sectorplanning een belangrijk instrument zijn. De zeven onderzoekslijnen die door de Commissie Dijkgraaf zijn geïdentificeerd, lenen zich bij uitstek voor de ontwikkeling van strategische programma's waarin met focus en massa, door het nieuw te vormen bètadomein van NWO, onderzoek wordt geëntameerd dat diepgang heeft, relevant is en waarmee Nederland zich internationaal kan onderscheiden. Mede gezien de vele oormerkingen van middelen bij NWO (onder andere Vernieuwings Impuls, topsectoren) zijn de financiële mogelijkheden hiervoor echter te beperkt. Benodigd extra budget: M€ 10 per jaar.

6.2 Publiek-Private Samenwerking in de chemie en fysica

De chemie en fysica werken veel samen met het bedrijfsleven en er komt uit het onderzoek veel nieuwe bedrijvigheid voort (onder andere via start-ups). Chemie en fysica zijn belangrijk voor topsectoren als Chemie, HTSM, Energie, Water, LSH en AgriFood. Publiek-Private Samenwerking (PPS) vindt plaats in zowel projecten, programma's als grotere centra. In de afgelopen jaren zijn de beschikbare middelen hiervoor (zoals FES, waarvan deze disciplines veel gebruik maakten) sterk afgenomen.

Om de kennis- en innovatieketen integraal te kunnen bedienen (van funderend onderzoek tot multidisciplinair onderzoek, toepassingsgericht onderzoek en samenwerking met

het bedrijfsleven) is het van belang actief gestalte te geven aan de architectuur van het onderzoekslandschap en de programmering. Om dit proces te versnellen en nieuwe activiteiten van voldoende massa te kunnen voorzien, is het wenselijk dat daarvoor via de tweede geldstroom fondsen beschikbaar komen. De ambities in de Kennis- en Innovatie Agenda's van de topsectoren en de beschikbare private commitments vragen meer publieke middelen voor cofinanciering van PPS, inclusief topsectoroverschrijdende activiteiten. Wij bevelen aan hiervoor M€ 10 per jaar beschikbaar te stellen, onder andere in te zetten via PPS-instrumenten als KIEM (samenwerking met het mkb), LIFT (klein PPS-project) en Industrial Partnership Programmes (groter PPS-programma op 50/50-basis gefinancierd). Ook kan gedacht worden aan regelingen, zoals de TU/e Impuls, aan grote PPS-programma's met een bescheidener private financiering en aan Publiek-Private Programmering (PPP's). Langs deze weg kunnen bij de samenwerking tussen (para-)universitaire instituties en een breed scala aan bedrijven snel meters worden gemaakt. Het chemisch en fysisch onderzoek kan hierin een belangrijke verbindende rol spelen in relatie tot de verschillende topsectoren en in het koppelen van wetenschappelijke sterktes aan innovatiepotentieel.

7 Het instrument 'Sectorplan'

Zoals we hiervoor al hebben aangegeven, is het Sectorplan Natuur- en Scheikunde opgezet om het wetenschappelijk onderwijs en onderzoek structureel te versterken en te profileren. Het werkende weg door ons ontwikkelde instrument (er lag geen blauwdruk) kenmerkt zich door een integrale aanpak en heldere en meetbare doelstellingen en resultaten (SMART). Significante sterktes van het Sectorplan Natuur- en Scheikunde zijn de koppeling onderwijs-onderzoek en de specifieke wisselwerking tussen eerste en tweede geldstroom. Er is door OCW een commissie ingesteld om het Sectorplan tot stand te laten komen en de implementatie ervan vervolgens te monitoren. Dit heeft bevorderd dat bijstelling mogelijk was, terwijl het budget van de disciplines waarvoor het werd toegekend, beschermd bleef. Deze commissie heeft continu en intensief overleg met de bètadecanen, die een belangrijke rol spelen in de implementatie van het Sectorplan. De vorming van zwaartepunten is in competitie gestimuleerd, wat een geschikt vehikel is gebleken om gezamenlijk onderwerpen aan te pakken. Deze thema's vragen wél om continuïteit alsook impulsondersteuning. Het mechanisme heeft bewezen universiteiten in beweging te kunnen krijgen en onderwijs en onderzoek beter te koppelen.

De beschikbaarheid van een additioneel budget, dat bij gebleken succes structureel zou indalen, in samenhang met het ontbreken van allerlei matchingsplichten, heeft goed gewerkt. Van groot belang is ook geweest dat de middelen in competitie zijn verdeeld en zonder 'strings attached' rechtstreeks op de werkvloer terecht zijn gekomen. Een aldus opgezet Sectorplan is derhalve uitermate geschikt gebleken om de visie op wetenschap(sterreinen) effectief vorm te geven binnen zowel de eerste als tweede geldstroom, met in beide gevallen een zelfgekozen commitment voor de lange termijn. Daarmee is tevens gezegd dat een breed gedragen visie op de toekomst van een sector een cruciale voorwaarde is voor een Sectorplan met overtuigingskracht. Wij zijn er als Commissie Breimer van overtuigd dat de invulling van het onderhavige Sectorplan bijdraagt aan de met het ministerie afgesproken verdere profilering van het universitair onderwijs en onderzoek. En deze overtuiging sterkt het geloof dat Sectorplanning, mits 'SMART' opgezet, een probaat middel is om ook de grote uitdagingen voor de toekomst van de natuur- en scheikunde, en daarmee voor de samenleving, succesvol aan te kunnen gaan.

8 Samenvatting van conclusies en aanbevelingen

Het Sectorplan heeft ervoor gezorgd dat het belang van natuur- en scheikunde voor onderwijs, wetenschap en samenleving weer goed op ieders netvlies is gekomen. Het heeft geleid tot nieuw elan, dat onder andere tot uitdrukking komt in sterk gestegen en nog steeds toenemende studentenaantallen. Er zijn ook ernstige tekortkomingen gebleken, zoals bij de lerarenopleiding en de ondervertegenwoordiging van vrouwen en minderheden onder studenten en in de vaste staf. Ook zijn er sterke aanwijzingen dat Nederland bij de chemie en de fysica te lang 'voor een dubbeltje op de eerste rij' heeft willen zitten, met als gevolg dat het toptalent in toenemende mate aan ons land voorbijgaat. Wij vinden dat een moderne kenniseconomie die Nederland ambieert te zijn/blijven/worden, zich dat niet kan en mag veroorloven. De financiering van het wetenschappelijk onderwijs en onderzoek in de natuur- en scheikunde moet verder worden verhoogd tot een niveau dat de vergelijking met een internationale voorhoede van landen als Duitsland en Zwitserland goed kan doorstaan[25].

Wij bevelen op het gebied van onderwijs (hoofdstuk 4), onderzoek (hoofdstuk 5) en maatschappij & innovatie (hoofdstuk 6) een aantal maatregelen aan om de knelpunten die volgens ons het meest urgent zijn, daadkrachtig en vastberaden aan te pakken. Zoals tabel 1 laat zien, zijn de maatregelen fors en geldt hetzelfde voor het structurele accres van M€ 119 per jaar dat nodig is om deze maatregelen te bekostigen. Wij roepen de regering op koersvast te zijn en te blijven, en door te gaan op de met succes ingeslagen weg van versterking van de bètadisciplines natuur- en scheikunde.

Om het grote accres in perspectief te plaatsen, twee opmerkingen:

a met een accres van M€ 119 wordt in de komende tien jaar nog niet de helft van het bètagat gedicht;

b een budgetverhoging van slechts dertig procent accommodeert niet alleen een verdubbeling van het aantal studenten, maar faciliteert daarnaast ook een maatschappelijk relevante onderzoeksagenda en versterkt de internationale concurrentiepositie van Nederland aanzienlijk.

25 *Nederland is opgeklommen naar plaats 5 op de lijst van meest concurrerende economieën van het World Economic Forum, zie: The Global Competitiveness Report 2015-2016.*
De Europese landen Zwitserland en Duitsland staan op plaatsen 1 en 4. Op posities 2 en 3 staan Singapore en de Verenigde Staten.

Samenvatting van aanbevolen maatregelen (inclusief kosten) voor wetenschappelijk onderwijs en onderzoek[26]

maatregel	paragraaf	kosten (in M€)	
		incidenteel	structureel/ jaar
Onderwijs			
Outreachactiviteiten voor leerlingen en docenten	4.1 + 4.4	-	10
Verbetering lerarenopleiding	4.2	-	5
Versterking universitaire onderwijs-infrastructuur	4.3	25	25
Onderzoek			
Start-up funding voor aantrekken toptalent	5.1	-	22
Versterking vrije competitie tweede geldstroom	5.1	-	10
Nieuwe stafposities voor vrouwen en minderheden	5.2	-	7
Versterking universitaire onderzoek-infrastructuur	5.3	-	20
Maatschappij en Innovatie			
Strategische programma's op thema's uit Visiedocument Chemie & Fysica	6.1	-	10
Intensivering Publiek-Private Samenwerking	6.2	-	10
Totaal		**25**	**119**

In de tabel zijn alleen maatregelen opgenomen waarvan wij als Commissie Breimer de implicaties en de kosten goed kunnen overzien. Dit betreft in het algemeen zaken die normaal gesproken uit het gedeelte van de OCW-begroting voor wetenschappelijk onderwijs en onderzoek gefinancierd (zouden moeten) worden. Andere maatregelen die eveneens een groot effect zouden kunnen sorteren, zoals een gerichte verhoging van lerarensalarissen en een aanpassing van de onderwijsdoelen van het basisonderwijs, vallen daar dus buiten.

Hoewel de economie aantrekt, beseffen wij dat ook op het ministerie van OCW het geld niet voor het oprapen ligt. Toch willen wij als suggestie meegeven beleidsmatig te werk te gaan bij de inzet van de gelden die vrijkomen door de invoering van het leenstelsel voor

26 *Het gaat om netto kosten. Inverdieneffecten voor een relatief groter aandeel studenten en BSc, MSc en PhD graden zijn al verrekend.*

studiefinanciering en daarbij – om redenen zoals omschreven in onze aanbevelingen – prioriteit te geven aan de natuur- en scheikunde.
Wellicht kan ook een deel van de gelden die naar verluidt voor de Nationale Wetenschapsagenda beschikbaar zouden komen, in dit kader besteed worden.

Onze eindconclusie is dat het dringend gewenst is dat er voor de natuur- en scheikunde een nationaal plan komt, waarmee deze disciplines in 2025 weer geheel tot de internationale voorhoede gebracht kunnen worden. Wij bevelen aan dit op de volgende uitgangspunten te baseren:

a Neem het Vision Paper 2025 van de Commissie Dijkgraaf en onze mede daarop gebaseerde aanbevelingen voor dit nationaal plan als vertrekpunt;
b Laat een nieuwe commissie dit nationaal plan – in nauwe samenwerking met de belangrijkste stakeholders: het Bètadecanenoverleg en NWO – opzetten en de implementatie ervan monitoren;
c Geef deze commissie een duidelijk financieel kader mee. Ons advies is een structureel accres van M€ 119 per jaar, geleidelijk op te bouwen in de periode 2017-2025;
d Kies voor een integrale aanpak, creëer synergie en gebruik het instrument Sectorplanning (SMART) op dynamische wijze;
e Laat de Commissie Breimer - die daartoe bereid is - de weg voor de nieuwe commissie effenen, zodat het momentum behouden blijft en het succesvolle vernieuwingsproces niet wordt onderbroken;
f Als financiering niet eerder geheel kan worden toegezegd: zorg dat het nationaal plan voor de volgende verkiezingen voor de Tweede Kamer in 2017 gereed is, zodat het bij de kabinetsformatie en het opstellen van het nieuwe regeerakkoord kan worden betrokken.

Bijlage A: Samenstelling van de Commissie Breimer per 5 november 2015

Voorzitter	
Prof.dr. D.D. (Douwe) Breimer	Oud-Rector Magnificus en Oud-Voorzitter College van Bestuur Universiteit Leiden en Hoogleraar Farmacologie Universiteit Leiden

Overige leden	
Prof.dr.ir. J.P.H. (Jos) Benschop	Senior Vice-President Technology ASML en Hoogleraar Industriële Fysica Universiteit Twente
Prof.dr. L.J. (Ineke) Braakman	Hoogleraar Cellulaire Eiwitchemie Universiteit Utrecht
Dr. T. (Teun) Graafland	Manager External Research Shell
Prof.dr. D.M. (Denise) Krol	Professor of Applied Science, University of California Davis en Gasthoogleraar Nanofotonica Universiteit Utrecht
Prof.dr. E.W. (Bert) Meijer	Hoogleraar Macromoleculaire en Organische Chemie Technische Universiteit Eindhoven Universiteitshoogleraar en Akademiehoogleraar
Prof.dr. B.Q.P.J. (Bernard) de Wit	Groepsleider FOM-instituut voor Subatomaire fysica Nikhef en Hoogleraar Theoretische Natuurkunde Universiteit Utrecht

Secretarissen	
Dr. T. (Tanja) Kulkens	Adjunct-directeur Chemie (Gebied Chemische Wetenschappen en TKI Nieuwe Chemische Innovaties) NWO
Drs. H.G. (Hendrik) van Vuren	Hoofd Onderzoekbeleid en Plaatsvervangend directeur Stichting FOM

Het secretariaat van de Commissie wordt bijgestaan door dr.ir. R. (Remko) Achten en dr. M.P. (Mark) Boneschanscher, programmacoördinatoren bij NWO-CW respectievelijk FOM.

Colofon

SNS-15.0125/D

Redactie	Anita van Stel
Opmaak	Mooizo Design
Print	Drukkerij Badoux
Oplage	300