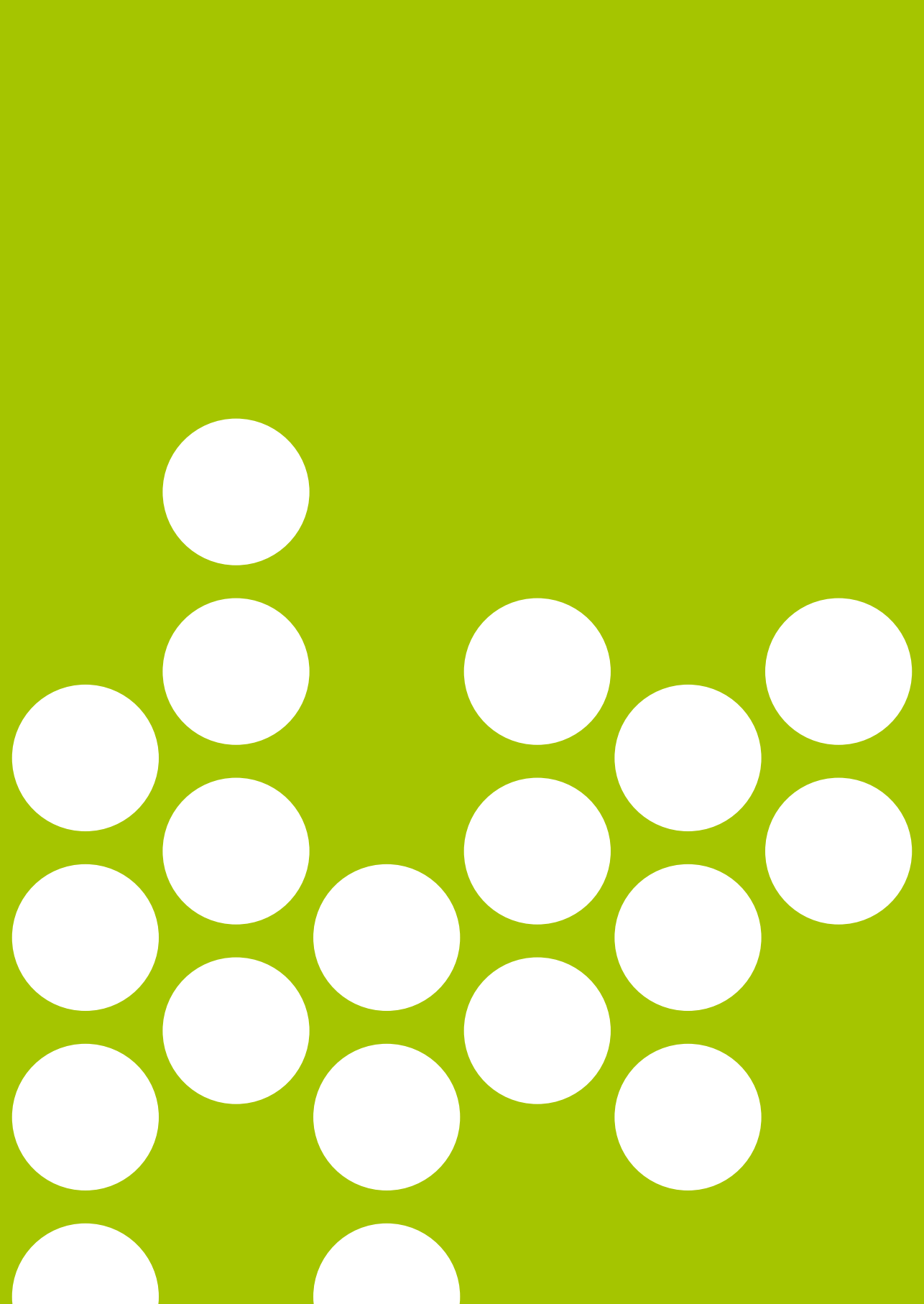




NWO

Jaarboek 2010

Chemische Wetenschappen



Jaarboek 2010

Chemische Wetenschappen

Den Haag, september 2010

Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek

Cluster Chemische en Exacte Wetenschappen



Colofon

Redactie

Annemarijke Jolmers, Jennifer Schuytvlot,
Marjolein Schlarmann, Ursula Bihari

Interviews en eindredactie

Mariette Huisjes, Amsterdam i.s.m.
De Twee Hanen, Kimsword

Fotografie

Portretfotografie en beeldmontage interviews:
Willy Slingerland, Bloemendaal
Fotografie rondetafelgesprek:
Sicco van Grieken, Zoetermeer
Foto studiegroep Macromoleculen:
Bart van Overbeeke, Eindhoven

Ontwerp

Tegenwind grafisch ontwerpburo,
Roelant Meijer i.s.m. Laurelien de Vries

Druk

Artoos, Rijswijk

Uitgever

Nederlandse Organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
Cluster Chemische en Exacte Wetenschappen
www.nwo.nl/cw

Bezoekadres:

Anna van Saksenlaan 51
Den Haag

Postadres:

Postbus 93460, 2509 AL Den Haag

Telefoon 070 344 07 40

E-mail cw-ew@nwo.nl

Den Haag, september 2010

Introductie

Het NWO-gebied Chemische Wetenschappen (CW) richt zich op het stimuleren van excellent vernieuwend fundamenteel en toepassingsgericht onderzoek. CW doet dit onder meer door onderzoeksprojecten en -programma's te subsidiëren en wetenschappelijke bijeenkomsten te organiseren.

In dit jaarboek 2010 laat het NWO-gebied Chemische Wetenschappen zien hoe het in het afgelopen jaar zijn missie heeft uitgevoerd en wat subsidies uit eerder jaren in het afgelopen jaar aan wetenschappelijke resultaten hebben opgeleverd. Tevens biedt het jaarboek een momentopname van de Nederlandse chemische gemeenschap.

Grofweg valt het jaarboek uiteen in drie delen. In de hoofdstukken 2, 3 en 4 vindt u een verantwoording van wat er in het afgelopen jaar is besloten en bereikt. Hoofdstuk 2 behandelt thematisch geordend het beleid, aan de hand van de vijf verschillende rollen die NWO-CW speelt: die van drijvende kracht achter goed onderzoek, initiatiefnemer van onderzoek voor de samenleving, makelaar voor wetenschap en industrie, belangenbehartiger van het chemisch veld in Nederland en belangenbehartiger van de Nederlandse chemie in het buitenland. Hoofdstuk 3 bevat een kort overzicht met feiten en cijfers over de het chemisch wetenschappelijk veld en de middelen die NWO verdeelt. Hoofdstuk 4 geeft een selectie weer van hoogtepunten uit het onderzoek van het afgelopen jaar.

Hoofdstuk 1 en de vijf losse interviews verspreid over het jaarboek zijn van meer beschouwelijke aard. Wat is er voor de chemische gemeenschap bereikt en wat zijn de uitdagingen voor de toekomst? In hoofdstuk 1 gaan gerenommeerde chemische wetenschappers en bestuurders hierover met elkaar in gesprek. In de interviews komen mensen aan het woord die vanuit een prominente positie in de samenleving met het werk van CW in aanraking zijn gekomen of daarbij betrokken zijn. Hoe kijken zij 'van buitenaf' naar de rol van CW en wat zijn volgens hen urgente kwesties voor de chemische gemeenschap in Nederland?

Veel leesplezier gewenst!

Inhoud

1 Rondetafelgesprek over heden en toekomst van de chemie in Nederland 7

Interview *prof. dr. Ewine van Dishoeck* 23

2 Jaaroverzicht: naar een *environment of excellence* 25

- 2.1 Drijvende kracht achter goed onderzoek 26
- 2.2 Initiatiefnemer van onderzoek voor de samenleving 30
- 2.3 Makelaar voor wetenschap en industrie 31
- 2.4 Belangenbehartiger van het chemisch veld in Nederland 34
- 2.5 Belangenbehartiger van de Nederlandse chemie in het buitenland 36

Interview *prof. dr. Jan van Mill en prof. dr. Bart Noordam* 41

3 CW in vogelvlucht 45

Interview *prof. Karel Luyben* 51

4 Wetenschappelijk jaaroverzicht 53

- 4.1 Analytische scheikunde 54
- 4.2 Biomoleculaire chemie 56
- 4.3 Homogene katalyse en coördinatiechemie 57
- 4.4 Chemie van de vaste stof en materiaalkunde 58
- 4.5 Eiwitten 59
- 4.6 Farmacochemie 60

Interview *prof. dr. Aart Kleyn* 63

- 4.7 Kristal- en structuuronderzoek **64**
- 4.8 Katalyse (Nederlands Instituut voor Onderzoek in de Katalyse) **65**
- 4.9 Lipiden en biomembranen **67**
- 4.10 Macromoleculen **68**
- 4.11 Nucleïnezuren **69**
- 4.12 Ontwerp en synthese **71**
- 4.13 Procestechnologie **72**
- 4.14 Structuur en reactiviteit **73**
- 4.15 Spectroscopie en theorie **75**
- 4.16 Vloeistoffen en grensvlakken **76**

Interview *dr. Herman van Wechem* **79**

Subsidies, cijfers, mensen **81**

Toekenningen **82**

Financieel overzicht **90**

Samenstelling Gebiedsbestuur Chemische Wetenschappen **92**

Samenstelling Bureau Chemische Wetenschappen / ACTS **92**

Samenstelling programmacommissies en stuurgroepen 2009 **93**

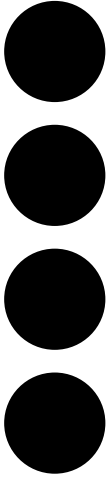
Lijst met afkortingen van programma's en organisaties **98**



**Rondetafel-
gesprek**
over heden
en toekomst
van de chemie
in Nederland







.....

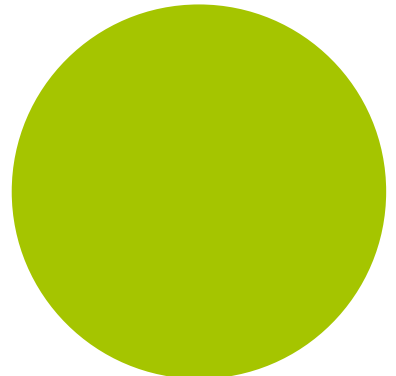
1 Rondetafelgesprek over heden en toe- komst van de chemie in Nederland

Natuurlijk vindt u in de volgende hoofdstukken van dit jaarboek harde feiten over wat er voor en in de chemie in Nederland is bereikt. Maar om te beginnen willen we meer beschouwend reflecteren op de status van de chemie in Nederland. Waar staan we nu, wat zijn actuele vragen en dilemma's en wat is er nodig om de chemische gemeenschap in de toekomst nog beter te laten functioneren? Het gesprek hierover werd gevoerd door vier gerenommeerde wetenschappers en de directeur van NWO Chemische Wetenschappen.



'Dat er door het Sectorplan Natuur- en Scheikunde jaarlijks 10 miljoen extra naar de chemie gaat, is een keerpunt. Gelukkig is er weer meer waardering voor onze discipline!'

.....
dr. Louis Vertegaal
directeur van het NWO-cluster Chemische
en Exacte Wetenschappen



Wat is er de laatste tijd bereikt voor de chemie?

Titia Sixma: 'Heel positief vind ik dat er weer een echte studenteninstroom op gang komt. Zo'n vijf jaar geleden waren er heel weinig studenten. Nu is chemie blijkbaar weer aantrekkelijk.'

Wilhelm Huck: 'Dat klopt, maar het komt denk ik ook doordat de opleidingen breder worden: moleculaire levenswetenschappen, life sciences, natural sciences, enzovoort. Op zich is dat prima hoor.'

Jaap Schouten: 'Ja, in Eindhoven zien we dat ook. Scheikundige Technologie is nog de enige opleiding die scheikunde in de naam voert. Maar al die gecombineerde studies zijn inderdaad niet per se verkeerd: de studenten komen wel in aanraking met de chemie.'

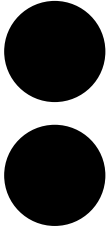
Louis Vertegaal: 'Ik denk dat wij hier aan tafel allemaal met onze studie zijn begonnen toen er jaarlijks nog 150 eerstejaars instroomden bij chemie. Later liep dat bij sommige opleidingen terug tot zo'n twintig tot dertig. Nu trekt het weer aan en dat zal zeker nog doorzetten dankzij het zojuist door OCW bekrachtigde Sectorplan. Dat de studenten de scheikunde in een ander jasje leren kennen, is helemaal niet erg.'

Titia Sixma: 'Het is misschien een goede constatering dat we niet meer ingeperkt zitten in de pure chemie.'

Wilhelm Huck: 'Ik heb lang gedacht dat het iets slechts was, zo'n brede opleiding. Maar sindsdien heb ik tien jaar in Cambridge gezeten. Daar bestaat helemaal geen opleiding chemie; iedereen kiest pas aan het eind van zijn studie een specialisatie. Nu denk ik er anders over. Het chemisch onderzoek gaat steeds meer richting technologie, materiaalkunde en levenswetenschappen; met die multidisciplinaire studies kweek je mensen die daartussen bruggen kunnen slaan. En die hebben we straks nodig.'

Vanaf 2011 is vanuit het Sectorplan jaarlijks 10 miljoen extra beschikbaar voor de chemie, waarvan 7 miljoen direct naar de universiteiten gaat.***Wat levert dit op?***

Louis Vertegaal: 'Vandaag (1 juni 2010: de dag waarop het Ministerie van OCW de profileringsplannen van de universiteiten heeft bekrachtigd, red.) is er veel bereikt. De afgelopen tien jaar zagen we een aanzienlijke afkalving van onder andere de chemie aan de universiteiten:



zo kunnen promovendi en postdocs eigenlijk alleen nog via de tweede geldstroom of met financiële steun uit Brussel worden gefinancierd. Met het Sectorplan Natuur- en Scheikunde gaat er jaarlijks tien miljoen extra naar het chemisch wetenschappelijk onderzoek en onderwijs¹. Dat is een keerpunt. Blijkbaar is er weer meer waardering voor de chemie.'

Ben Feringa: 'We doen investeringen in apparatuur en er is goed nagedacht over focussing: wat zijn de zwaartepunten in Nederland.? Daarnaast zie ik het Sectorplan als een algemene stimulans: eindelijk weer extra budget.'

Jaap Schouten: 'Er zijn veel *tenure track*-posities gereserveerd. Ik zie veel goede jonge wetenschappers rondlopen met een tijdelijke aanstelling. Die krijgen nu perspectief.'

Louis Vertegaal: 'Er is met veel mensen gewerkt aan het Sectorplan. Dat heeft de banden tussen chemici extra versterkt. Het is heel belangrijk dat de universitaire chemie-opleidingen nauwer gaan samenwerken. En dat we in tijden van economische krimp er structureel 10 miljoen bij krijgen is een opsteker, een heel belangrijk signaal.'

Hoe zou het komen, dat die waardering voor de chemie weer toeneemt?

Ben Feringa: 'De chemie heeft een centrale rol op zo veel andere gebieden: van moleculaire geneeskunde tot aan nieuwe materialen en de nanofysica. Op al die terreinen is een moleculaire benadering relevant en dat zal nog verder toenemen. Veel onderzoeksprojecten gaan dwars door alle vakgebieden heen; daardoor realiseren veel onderzoekers zich het belang van de chemie. Bedenk ook dat we als chemici partners nodig hebben om concurrerend toponderzoek te kunnen blijven doen. Dankzij het Sectorplan kunnen we nu eindelijk weer groepen op het juiste niveau brengen, qua omvang. Maar voor toponderzoek heb je ook heel goede collega's nodig met *verschillende* invalshoeken in het chemisch onderzoek.'

Wat zijn dan nu de grootste uitdagingen voor de chemie?

Louis Vertegaal: 'Deze tijd roept bij mij wel de vraag op hoe we, met die grote behoefte aan multidisciplinair onderwijs en onderzoek, ook nog voor voldoende diepgang kunnen blijven zorgen.'

.....
¹ Kijk op pagina 31 voor meer gedetailleerde informatie hierover.



‘Laten we duidelijk maken wat in de chemie de grote, fundamentele vragen zijn.’

.....
prof. dr. Ben L. Feringa
hoogleraar organische chemie aan de Rijksuni-
versiteit Groningen en voorzitter van het NWO-
gebiedsbestuur Chemische Wetenschappen

Wilhelm Huck: ‘Verlies aan diepgang is inderdaad een risico. Bij de synthetisch-organische chemie moeten promovendi in hun eerste jaar behoorlijk bijgespijkerd worden. Het is lastig voor ze om in het monodisciplinaire te groeien.’

Titia Sixma: ‘Nu er steeds meer van die brede opleidingen komen is het ook van belang om de juiste student op de juiste plaats te krijgen. De een is een generalist, de ander is monodisciplinair; daar moeten we wel oog voor hebben. We hebben voldoende specialisten nodig én generalisten.’

Wilhelm Huck: ‘Nog een uitdaging: de *life sciences* als geheel moeten weten hoe belangrijk chemie is. Dat besef is nog maar pril.’

Ben Feringa: ‘Ja, het besef dat verschillende disciplines elkaar nodig hebben komt langzaam. Het is belangrijk voor de chemie om zichtbaar te worden en een rol op te eisen in centrale thema’s als gezondheid, ouder worden, water of duurzame energie. Nu denken mensen bij energie aan aardolie of kernenergie, maar niet aan chemie. En ook als je het over elektrische auto’s hebt, staat niemand erbij stil dat je dan materialen voor betere batterijen nodig hebt. We moeten duidelijk maken dat chemie van belang is bij de grote maatschappelijke vraagstukken van de komende vijftig jaar. En daarbij moeten we gezamenlijk optrekken: naar buiten toe het verhaal van de chemie vertellen en ook binnen NWO voor de chemie opkomen.’



Jaap Schouten: 'Bij mijn veld, de chemische technologie, denken mensen aan grote raffinaderijen – en die zijn ook nog steeds van belang, maar het veld wordt breder. Denk bijvoorbeeld aan microfluidische technologie en transportprocessen, om syntheses te kunnen doen die je met traditionele apparatuur nog niet aankunt. Die verbreding is gelukkig ook in het Sectorplan erkend en nu beginnen benoemingen binnen de chemische technologie erop aan te sluiten.'

Hoe zorgen we ervoor dat onderzoekers die inhoudelijk aan de randen van de chemische gemeenschap opereren, toch bij die gemeenschap betrokken blijven?

Ben Feringa: 'Bijvoorbeeld bij academisch-medische centra komen verschillende disciplines samen. Het is heel belangrijk dat, als onderzoekers bijvoorbeeld geld van NWO Chemische Wetenschappen krijgen, ze zich bewust zijn van het chemisch karakter van hun onderzoek. Dat ze bijvoorbeeld naar de studiegroepbijeenkomsten komen en het gevoel hebben dat ze deel uitmaken van de chemische gemeenschap. Als je zo verspreid zit over verschillende disciplines dan horen vooral nieuwkomers te weten waar ze bij horen, waar ze kunnen discussiëren over hún vak.'

Titia Sixma: 'Ik ben zo iemand die in een medische omgeving werkt, maar onderzoek doet dat door NWO-CW wordt gefinancierd. Daardoor heb ik de neiging om de chemische gemeenschap ook als de mijne te zien. Maar nog belangrijker dan waar het geld vandaan komt, is het soort vragen waar je mee bezig bent. Voor mij gaan die in de eerste plaats over hoe moleculen werken. Pas in tweede instantie zijn het medische vragen. Daarom praat ik graag met andere chemici; zij spreken dezelfde taal. Ik ga bijvoorbeeld graag naar de jaarlijkse bijeenkomst van mijn studiegroep. Die draagt veel bij aan de gemeenschapsvorming. CW moet echt aandacht geven aan de studiegroepen en zorgen dat het daar goed mee blijft gaan. Het is bijvoorbeeld positief dat degenen die een Vidi hebben ontvangen van CW nu automatisch worden uitgenodigd als lid. Ik weet niet zeker of de verdere betrokkenheid van jongere onderzoekers goed geregeld is.'

Louis Vertegaal: 'Wij vinden de studiegroepen inderdaad erg belangrijk. Gelukkig hebben we ze nog, want bij een aantal andere NWO-gebieden zijn ze verdwenen. We willen de studiegroepen wel dynamisch houden. Zo denken we bijvoorbeeld ook aan gezamenlijke activiteiten met de natuurkundigen of de biologen.'

**'Ik werk bij een medische instelling,
maar praat graag met andere chemici.
Zij en ik spreken dezelfde taal.'**

.....
 prof. dr. Titia K. Sixma
 groepsleider aan het Nederlands Kanker Instituut – Antoni
 van Leeuwenhoek Ziekenhuis in Amsterdam en bijzonder
 hoogleraar in de structuur en functie van eiwitten aan de
 Erasmus Universiteit Rotterdam



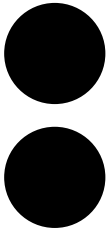
Titia Sixma: 'Ja, vraag eens een extra groepje erbij van buiten de chemie. Schud de boel af en toe op en zorg dat het niet als een pudding inzakt. Dat bereik je vooral als iedereen uit het vakgebied elkaar daar kan ontmoeten. Een programma met topsprekers is in feite minder van belang.'

Ben Feringa: 'Dat is een goed idee, want als chemicus moet je ook de taal van de ander leren spreken. We zijn vaak geïnteresseerd in dezelfde vragen als bijvoorbeeld fysici, al benaderen we die misschien heel anders.'

Wilhelm Huck: 'De chemici die nu aan de randen zitten, zijn degenen die straks de kern vormen en dus moeten we die er zeker bij houden. Elkaar begrijpen gaat niet vanzelf. Chemici willen direct iets doen, biologen en medici willen eerst inzicht krijgen in wat er gebeurt in levende systemen, zonder in te grijpen. Als je dat niet snapt, dan snappen celbiologen en fysici jou ook niet. Als je beiden op verschillende golf lengtes blijft zitten kun je ook niets uitwisselen en dan is je onderzoek misschien interessant voor je mede-chemici, maar jouw kennis komt niet op de juiste plek terecht!'

Hoe kunnen we de chemie als zelfstandige discipline zichtbaar houden?

Louis Vertegaal: 'We moeten duidelijk maken dat chemie een rol speelt bij de oplossing van de grote maatschappelijke problemen. Maar daar schuilt ook een gevaar in. De analytische chemie bijvoorbeeld is zo gefocust geweest op toepassingen dat zij bijna te veel een *enabling science* is geworden. Dan raakt zo'n vakgebied zijn fundamenten kwijt.'



Ik zie het ook bij de informatica: dat vakgebied wordt vooral gezien als *enabling science* en veel minder als een funderende wetenschap. Vanuit zo'n uitgangspositie lukt het maar heel moeizaam om de broodnodige extra middelen te krijgen, zoals natuur- en scheikunde met het Sectorplan wél is gelukt.'

Jaap Schouten: 'De fundamenteen van de chemie blijven belangrijk. Dat belang moeten we binnen NWO blijven onderstrepen.'

Louis Vertegaal: 'Dat is inderdaad hard nodig. De bijdrage van de chemie wordt te gemakkelijk over het hoofd gezien. Mij staat nog helder voor de geest dat een minister ooit met een mobieltje in de hand stond en zei: "Kijk eens hoe veel fundamentele natuurkunde hierin zit. Maar de chemie die er óók in zit ziet men over het hoofd! Chemie is overal, alleen valt het niet op."

Ben Feringa: 'We moeten duidelijker maken in onze gemeenschap wat in de chemie de grote, fundamentele vragen zijn. Misschien kan het NWO-thema Nieuwe Materialen, dat door CW getrokken wordt, hierin iets betekenen. Daarin staat de vraag centraal hoe we ervoor zorgen dat er straks überhaupt nog materialen zijn om de producten te kunnen maken die zo gewoon zijn geworden in onze moderne welvaartsstaat: auto's, computers, medicijnen en ga zo maar door. Dat spreekt tot de verbeelding.'

Hoe zien we de rol van chemie in de nieuwe NWO-thema's voor 2011-2014? Waar ligt de balans tussen vrij onderzoek en thematische onderzoeksprogramma?

Wilhelm Huck: 'In Engeland en de Verenigde Staten duiken dezelfde thema's op als in Nederland. Dat is niet vreemd, het zijn nu eenmaal overal belangrijke vragen. In Engeland wordt er veel geld in gestopt. Dat heeft als nadeel dat onderzoekers die niet in een thema zitten buiten de boot vallen. Maar het staat helemaal niet vast dat onderzoek binnen die thema's nieuwe wetenschappelijke inzichten oplevert. Ik weet dus niet of ik er zo blij mee ben. Ze komen uit de politiek. Zijn dit nu de grote chemische vragen? De rol van CW is in de eerste plaats om goede wetenschap mogelijk te maken. Reserveer dus óók geld voor onderzoek in een onverwachte hoek. Doe het niet zoals in het Verenigd Koninkrijk, waar bijvoorbeeld de anorganische chemie helemaal geen geld meer krijgt.'

Jaap Schouten: 'Houd de TOP en de ECHO overeind, juist voor vrij onderzoek en nieuwe ideeën. Verder ontkomen we er niet aan om mee te doen met de thema's. De uitdaging is om daarbinnen zulke verrassende combinaties van onderzoekers bij elkaar te krijgen dat er iets nieuws gebeurt: innovatie. Anders wordt het veel van hetzelfde.'

Titia Sixma: 'Ik ben blij dat CW een grote pot voor vrij onderzoek heeft teruggewonnen. De thema's kunnen daarnaast stimuleren dat we op een andere manier gaan nadenken, dat heb ik zelf wel gemerkt. Laten we de inhoudelijke grenzen van de thema's zo ruim mogelijk nemen. Anders ligt het gevaar op de loer dat onderzoek wordt beoordeeld op hoe goed het in een thema past, in plaats van op hoe goed het is.'

Ben Feringa: 'Ik ben trots op ons budget voor vrij onderzoek: per jaar zetten we daarvoor tien tot twaalf miljoen weg. Het nieuwsgierigheids-gedreven onderzoek blijft de kern! Maar het is ook goed om mee te gaan met wat in de maatschappij leeft. Laten we de chemische gemeenschap aansporen: als dit leeft in de maatschappij, hoe kunnen wij daar dan op inspelen?'

Wetenschap houdt niet op bij de landsgrenzen. Wat kunnen we leren van andere landen?

Louis Vertegaal: 'In sommige opzichten zijn de verschillen tussen landen eigenlijk te groot om ze met elkaar te kunnen vergelijken. Wat ik in China



'Al die multidisciplinaire opleidingen zijn niet zo verkeerd; studenten leren toch de chemie kennen.'

.....
prof. dr. ir. Jaap C. Schouten
hoogleraar chemische reactortechnologie aan de Technische Universiteit
Eindhoven en lid van het Gebiedsbestuur Chemische Wetenschappen van NWO



wel aantrekkelijk vind, is de snelheid waarmee de overheid besluiten neemt en vanuit een coherente visie geld steekt in richtingen die zij belangrijk vindt. Nederland kan daar nog veel van leren. Aan de andere kant is het heel verheugend dat een land als de Verenigde Staten gretig naar ons kijkt en juist van óns willen leren, omdat onze wetenschap en wetenschappers gewoon top zijn.'

Wilhelm Huck: 'De Verenigde Staten zijn het enige land waar Nederland zich aan hoeft te spiegelen, voor de rest is dat niet aan de orde. Nederland doet het heel goed! We hebben veel hoogleraren aan de wereldtop en kunnen makkelijk de concurrentie op wereldniveau aan. Dat zou ook voor jonge mensen moeten gelden, maar die gaan vaak naar de VS. Ja, dat is goed als ze er ervaring opdoen, maar niet als ze er blijven! Nederland heeft een soort *tenure track*-programma's nodig. Wel minder streng dan in de VS, maar toch een helder en coherent loopbaanbeleid.'

Titia Sixma: 'Daar ben ik het mee eens. Wat Nederland vooral van het buitenland kan leren zijn de *tenure track reviews*, die het loopbaanbeleid beter en objectiever maken. Buiten Nederland hebben jongeren echt zicht op een betere loopbaan. Hier is het ad hoc geregeld, ondoorzichtig, en niet sturend op kwaliteit.'

Ben Feringa: 'Goed loopbaanbeleid is vooral iets wat de universiteiten voor hun rekening moeten nemen. Aan de Rijksuniversiteit Groningen bijvoorbeeld worden onderzoekers die op een *tenure track* zitten soms ook **niet** aangenomen, dus er wordt echt wel naar kwaliteit gekeken en



**'De Verenigde Staten zijn het enige land
waaraan Nederland zich hoeft te spiegelen.'**

.....
 prof. dr. Wilhelm T.S. Huck
 hoogleraar fysisch organische chemie aan de Radboud
 Universiteit Nijmegen en deeltijdhoogleraar in Cambridge,
 vanwaar hij telefonisch deelnam aan het gesprek



ze weten ook van tevoren wat we van ze vragen. Maar wat wij in Nederland doorgaans aan een jonge onderzoeker kunnen bieden is minimaal.'

Louis Vertegaal: 'Met het Sectorplan komt er deels een oplossing voor dit probleem. Er ontstaat ruimte om nieuwe posities te financieren en nieuwe groepen op te zetten. Wat CW kan doen is meerjarige afspraken maken met de universiteiten. Niet NWO *versus* de kennisinstellingen, maar veel meer kijken wat je samen kunt doen.'

Titia Sixma: 'Ik ben er niet zo zeker van dat NWO een rol moet spelen in het loopbaanbeleid. Dan vallen wij als Nederlands Kanker Instituut weer buiten de boot, net als met het Sectorplan. De vraag waar het om gaat is: wie gaat er door van al die jonge onderzoekers en hoe regel je dat goed?'

Ben Feringa: 'Maar NWO kan wel de internationale standaard aangeven zodat universiteiten zich daarvan bewust zijn. De lat hoog leggen voor jonge mensen en daarmee de kwaliteit verhogen... dat is toch wat we allemaal willen?'

Louis Vertegaal: 'Vroeger financierden we goede onderzoekslijnen. Dan werd er niet alleen naar een onderzoeksaanvraag gekeken maar ook, meer dan nu, naar iemands onderzoekslijnen en naar zijn of haar *track record*. Nu we meer projectmatig financieren staat de continuïteit onder druk. Een ander probleem is dat veertigplussers moeilijker aan de bak komen. Misschien moet er voor hen ook een soort Vernieuwingsimpuls komen? Een langdurige *rolling grant* waarbij je de administratieve lasten voor onderzoekers omlaag brengt en je ze langere garantie op financiële ondersteuning biedt; dat zie ik als de subsidievorm voor de toekomst.'

2011 is het 'International Year Of Chemistry'. Welk beeld van het vakgebied moet er na dat jaar blijven hangen?

Jaap Schouten: 'Chemie wordt geassocieerd met petrochemie, met slecht nieuws zoals de ramp met het lekkende olieplatform van BP. Vergelijk dat eens met een studie luchtvaart- en ruimtevaarttechniek aan de Technische Universiteit Delft. Die staat goed aangeschreven, de beste studenten gaan erheen en die vinden ook nog eens meteen een baan. We bouwen in Nederland niet eens vliegtuigen maar het wordt geassocieerd met hightech, nieuwe materialen en nieuwe technologie. Het gaat om de uitstraling! Ook wij kunnen laten zien dat we een spannend gebied vormen waar heel veel nieuwe dingen gebeuren. Bij de beeldvorming hierover kunnen het bedrijfsleven en de overheid zeker ook een rol

spelen. Kijk naar Duitsland. Daar hebben bedrijfsleven en overheid de afgelopen jaren samen bijgedragen aan een beter imago van de chemie.'

Ben Feringa: 'De Duitse chemische industrie is trots op wat ze bijdraagt aan de maatschappij. In Nederland is de industrie eerder bang voor een slecht imago; de Nederlandse chemie verschuilt zich. Terwijl we wel trots zijn op bedrijven als Boskalis en dergelijke, die eilanden opspuiten bij Dubai. Maar met de chemie hebben we een vergelijkbare internationale topositie. We zouden meer de verdiensten van de chemie kunnen uitdragen; dat het overal in zit: van de iPod van onze puber tot de pil van onze oma. Dat is een taak voor allemaal: de schoonheid van ons vak laten zien.'

Wilhelm Huck: 'Maar er is ook wel een verschil tussen de media in Europa en de Verenigde Staten; daar zie je in kranten veel berichtgeving over nieuwe vondsten.'

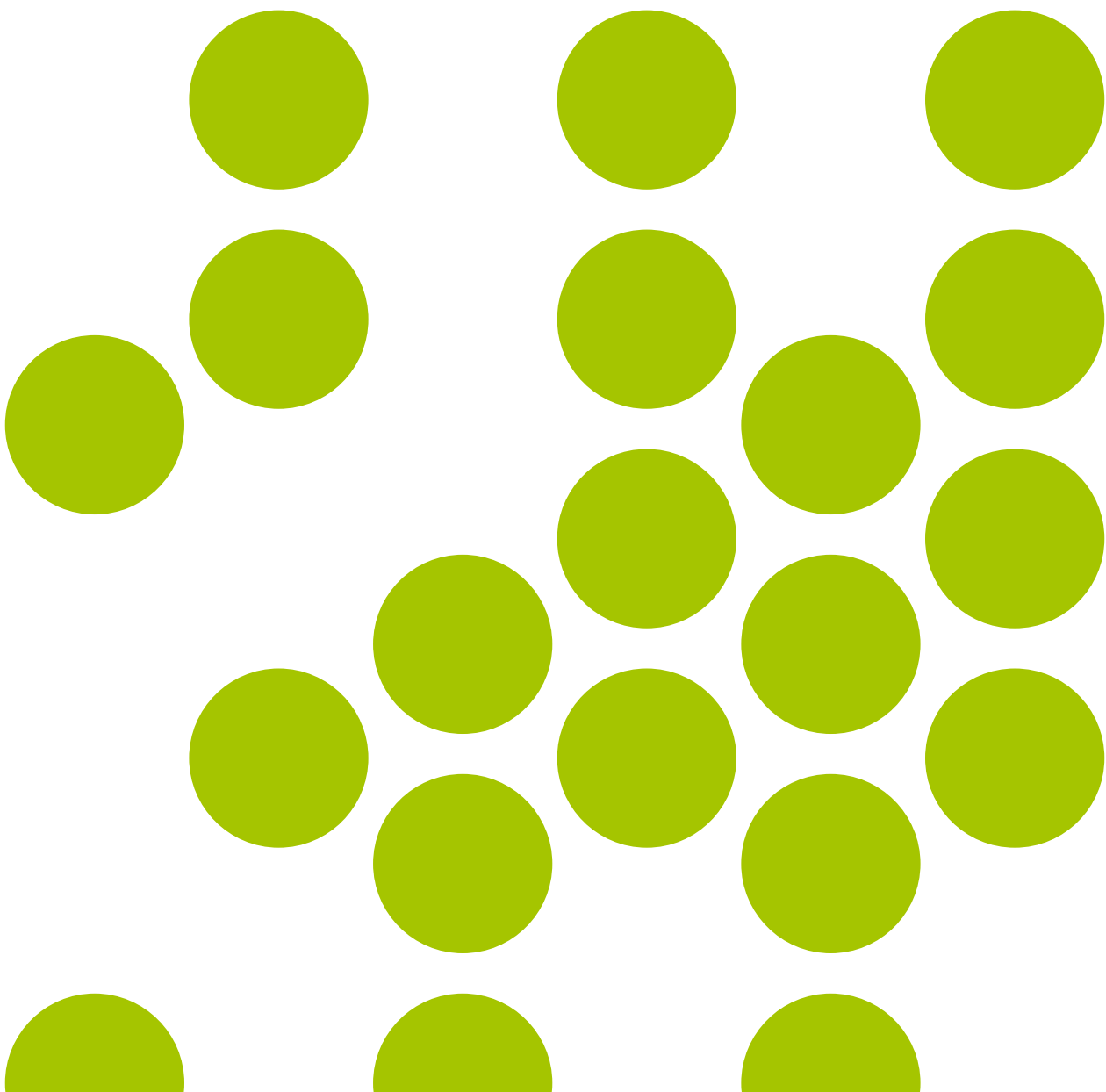
Titia Sixma: 'Ik zie ook dat verschil dat Wilhelm noemt. Hier wordt lang niet elk persbericht dat je naar buiten brengt opgepikt door de media. Dat gebrek aan belangstelling voor bètawetenschap zit diep geworteld in onze cultuur, onze opvoeding, ons onderwijs. Als er in Nederland een tankauto is omgevallen en de lading lekt weg, dan wordt gesproken over "een chemische lading". In de VS wordt de specifieke stof met naam en toenaam genoemd. De pers voedt hier niet op, en gaat er ook van uit dat mensen het niet willen weten.'


Ben Feringa: 'Je zou in 2011 elke chemicus willen verplichten om iets over zijn onderzoek naar buiten te brengen. Eigenlijk moeten we iedereen oproepen, ook aio's en studenten: kom met een goed verhaal voor een groot publiek. Het gaat niet alleen om vondsten, maar ook om het proces van ontdekken: de hoge toppen en de diepe dalen die erbij horen, dat is heel interessant. Zo'n invalshoek maakt het onderzoek veel levendiger en dat kan jongeren stimuleren.'

Wilhelm Huck: 'Er is bijvoorbeeld een promovenda bij CERN, Lucie de Nooij, die heeft een blog op de website van *de Volkskrant*. Jonge onderzoekers moeten al heel veel, dus je zou ze niet willen overbelasten, maar als iemand het leuk vindt en het goed kan, is zoiets best een idee.'

Louis Vertegaal: 'Astronomen krijgen het belang van *outreach* met de paplepel ingegoten, al tijdens hun opleiding. Chemicus kunnen dat ook leren, een strakkere uitstraling, meer trots. Dat we goed zijn en mooie dingen doen: daar zijn we nog te onbeholpen in. We zouden hieraan bewust aandacht moeten besteden tijdens de studie. Ik wil een positiever beeld van ons gevarieerde vakgebied. Het moet minder over het

product gaan en meer over hoe leuk het is om ontdekkingen te doen.
Het International Year of Chemistry moet minstens zo leuk worden als
het International Year of Astronomy!





De ruimte is een uniek laboratorium

prof. dr. Ewine van Dishoeck, begonnen met een studie chemie, nu hoogleraar astronomie aan het Huygens Laboratorium in Leiden en betrokken bij de opzet en coördinatie van het nieuwe onderzoeksprogramma Astrochemistry.

Dromen

'Al 25 jaar droom ik van een onderzoeksprogramma astrochemie. Mijn chemisch hart gaat sneller kloppen bij het idee dat we straks beter begrijpen hoe simpele en complexe moleculen in de ruimte ontstaan. De omstandigheden daar zijn zo anders dan in een laboratorium op aarde dat we misschien fundamenteel nieuw inzicht in chemische processen zullen blootleggen. Die gedachte geeft veel intellectuele voldoening.

Oogsttijd

Het is voor Nederland heel logisch om iets te doen met de grote hoeveelheid data die we binnenkrijgen van faciliteiten als de ruimtetelescoop Herschel en de Atacama Large Millimeter Array in Chili. We hebben veel geïnvesteerd in die faciliteiten, nu is het tijd om wetenschappelijk te oogsten. Een programma Astrochemistry was een wens van de astronomen, ook al omdat Nederland op dat gebied over enkele topexperts beschikt. Het NWO-cluster Chemische en Exacte Wetenschappen heeft op die wens goed ingespeeld. Voorheen had de astrochemie niet meer dan een aio'tje hier of een aio'tje daar. Dit programma tilt het vakgebied naar een ander niveau en geeft het een internationale uitstraling.

Coherent programma

We hebben van het begin af aan gestreefd naar een samenhangend programma; wilden voorkomen dat het uit elkaar zou vallen in tien kleine projectjes. Daarom hebben we voor een onorthodoxe aanpak gekozen: geen *call for proposals* gericht op individuen, maar een kennismakingsbijeenkomst waar *bottom-up* en in overleg een programmavoorstel werd opgesteld. Ik vond dat een leuke, persoonlijke manier van werken. Mensen komen elkaar tegen en spreken af: als jij dit experiment doet, lever ik de theorie erbij. Zo zijn we tot een coherent programma gekomen, dat begint bij chemische reacties en eindigt bij astronomische modellen.

Wezenlijke vragen

We gaan aan de slag met heel wezenlijke vragen. Hoe en waar worden biomoleculen gevormd die de basis voor leven elders in het heelal kunnen vormen? Hoe ontstaan sterren en planeten? Doordat we met de nieuwe geavanceerde instrumenten steeds scherper en steeds verder in de ruimte kunnen kijken, zoomen we in op gebieden waar planeten worden gevormd en gaan we verder terug in de tijd. Maar we zullen ook fundamenteel chemisch onderzoek doen. De ruimte is een uniek laboratorium en dwingt je om naar eenvoudige reacties op een heel nieuwe manier te kijken.'



Jaaroverzicht:
naar een
environment
of excellence

2 Jaaroverzicht: naar een *environ- ment of excellence*

Het gebiedsbestuur Chemische Wetenschappen van NWO wil in Nederland een *environment of excellence* scheppen voor de (bio)chemie, de chemische technologie en de toepassingen daarvan. Vanuit verschillende rollen is ook in het afgelopen jaar hard gewerkt om de goede internationale positie die de Nederlandse chemie heeft voor de toekomst veilig te stellen. Met de bekrachtiging van het Sectorplan Natuur- en Scheikunde, afspraken met de VS en China, een Spinozapremie en tal van nieuwe initiatieven op onderzoeksgebied was het jaar 2009 zonder meer succesvol te noemen.

2.1 Drijvende kracht achter goed onderzoek

Terwijl in de onderzoeksfinanciering steeds meer nadruk komt te liggen op maatschappelijk geïnspireerde wetenschap, moet er ook ruimte blijven om goede, originele onderzoeksideeën uit te voeren die puur zijn ingegeven door nieuwsgierigheid en uitsluitend worden beoordeeld op kwaliteit. NWO-CW zorgt dat de twee lijnen in balans blijven.

VRIJ ONDERZOEK

TOP- en ECHO-subsidies

De subsidieprogramma's TOP en ECHO van NWO-CW vormen gezamenlijk de Vrije competitie. ECHO-subsidies (Excellent CHEMisch Onderzoek) zijn projectsubsidies van 260.000 euro die de mogelijkheid bieden om creatieve risicovolle ideeën uit te werken. Zo kan wetenschappelijke vernieuwing tot stand komen en worden de kiemen gevormd voor de onderzoeksthema's van de toekomst. TOP-subsidies bedragen 780.000 euro, bedoeld voor gevestigde onderzoeksgroepen met een bewezen track record. De subsidies bieden deze groepen de gelegenheid en vrijheid om excellente, uitdagende en innovatieve onderzoekslijnen te versterken en/of uit te breiden. Het totale budget voor beide subsidies wordt verdeeld binnen drie focusgebieden: chemie in relatie met biologische/medische

wetenschappen, chemie in relatie met fysica/materialen en chemie in relatie met technologie/duurzaamheid.

Gebiedsoverschrijdende TOP-subsidies

In 2010 wordt voor het eerst – en vooralsnog eenmalig – geëxperimenteerd met gebiedsoverschrijdende TOP-subsidies (TOP-GO), in samenwerking met de NWO-gebieden Aard- en Levenswetenschappen, Exacte Wetenschappen en met ZonMw (medisch en gezondheidsonderzoek). Het initiatief komt voort uit de wens om het onderzoeksveld te 'ontschot-ten', zodat samenwerking op de grensvlakken tussen de disciplines wordt aangemoedigd en het allerbeste onderzoek kan worden geselecteerd, los van de discipline waarin het plaatsvindt. De vier samenwerkende onderzoeksorganisaties verkennen zo de meerwaarde van wetenschapsbredere competitie en ook de wijze waarop gebiedsoverschrijdende initiatieven in een dergelijke opzet het beste tot hun recht komen.

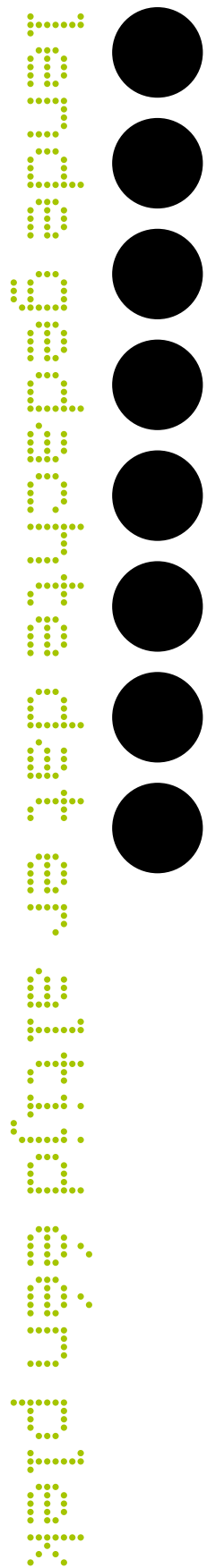
NWO-Middelgroot en -Groot

Onderzoekers aan universiteiten worden soms belemmerd door verouderde infrastructuur. Door middel van de investeringsprogramma's NWO-Middelgroot en -Groot wordt dit enigszins ondervangen. In februari 2010 heeft het gebiedsbestuur CW binnen NWO-Middelgroot zes voorstellen van onderzoekers in de chemie gehonoreerd. Binnen NWO-Groot honoreerde het Algemeen Bestuur van NWO drie voorstellen van chemici. Om de achterstand op het gebied van *workhorse*-apparatuur serieus weg te werken investeert CW de komende paar jaar ook nog eens in totaal 6 miljoen euro uit de middelen die vrijkomen dankzij het Sectorplan Natuur- en Scheikunde.

PERSOONSGEBONDEN SUBSIDIES

Spinozapremie

In juni 2010 viel de meest prestigieuze Nederlandse wetenschapsprijs onder andere in de chemie. Prof. dr. Piet Gros, hoogleraar Biomacromoleculaire kristallografie aan de Universiteit Utrecht, ontving een Spinozapremie. Gros bepaalde de driedimensionale structuur van het reusachtige C3-eiwit en legde daarmee de basis voor medicijnontwikkeling op het gebied van reuma, lupus, sepsis, nierziekten en hart- en vaatziekten (zie ook p.59). Met de 2,5 miljoen euro die hij vrij mag besteden binnen de wetenschap wil Gros vervolgonderzoek doen naar hoe andere immuuncellen communiceren met het C3-eiwit.



Vernieuwingsimpuls

De persoonsgebonden Veni-, Vidi- en Vici-impulsen van NWO bieden talentvolle, creatieve onderzoekers in verschillende fasen van hun loopbaan de kans om onderzoek naar hun keuze uit te voeren en de doorstroom naar wetenschappelijke onderzoeksinstellingen te bevorderen. In het afgelopen jaar werden binnen het gebiedsbestuur CW elf Veni's, zeven Vidi's en drie Vici's toegekend.

Athena-premies voor excellente vrouwelijke onderzoekers

De chemie kampt nog steeds met een gering aantal vrouwelijke onderzoekers in stafposities. Het NWO-brede ASPASIA-programma is bedoeld om doorstroom van vrouwen naar hogere academische posities te stimuleren. Vrouwelijke Vidi-laureaten krijgen een 'bruidsschat' van 100.000 euro mee als universiteiten hen bevorderen tot universitair hoofddocent. Voor Vici-laureaten geldt hetzelfde als zij tot hoogleraar worden benoemd. NWO-CW heeft aan deze twee NWO-brede subsidie-instrumenten de Athena-premie toegevoegd, bedoeld om universiteiten te stimuleren Veni-laureaten in een vaste positie te benoemen. De mogelijkheid om een Athena-premie aan te vragen liep oorspronkelijk tot eind 2009. Het gebiedsbestuur heeft echter besloten deze mogelijkheid te continueren.

In 2009 werden twee Athena-premies ter waarde van 100.000 euro uitgereikt. Eén aan dr. Adone Mohd Sarip, universitair docent aan het Rotterdamse Erasmus Medisch Centrum. Zij zal de haar toegekende premie gebruiken om haar onderzoek naar de rol van Polycomb Group-eiwitten bij de ontwikkeling van eigenschappen in cellen uit te breiden. De tweede Athena-premie ging naar dr. Anouk Rijs van het FOM-instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen. Zij zal met behulp van de vrije-elektronenlaser FELIX de dynamiek van het actieve centrum van het eiwit F1-ATPase gaan bestuderen.

THEMATISCH ONDERZOEK

Nieuwe multidisciplinaire programma's

In het afgelopen jaar was CW betrokken bij de voorbereiding van drie nieuwe onderzoekprogramma's. Hierin wordt een bepaald onderzoeksthema waarin Nederland excelleert en dat actueel is dankzij recente ontwikkelingen in de wetenschap, vanuit verschillende disciplines tegelijk bestudeerd. Elk programma heeft een budget van ongeveer 3 miljoen euro en zal in de loop van 2010 verder worden uitgewerkt.

Het programma Forensic Science dat CW coördineert samen met Exacte Wetenschappen, concentreert zich op sporenonderzoek ten behoeve van het strafrecht. Het wil daarbij een fundament leggen onder reeds gebruikte technieken en wil tevens verder kijken naar mogelijke nieuwe methoden. Het programma Science for Arts – dat CW uitvoert samen met de gebiedsbesturen Geesteswetenschappen en Exacte Wetenschappen van NWO – zal met technieken uit de bètawetenschappen vragen trachten te beantwoorden over kunstwerken, bijvoorbeeld rond de ontstaansgeschiedenis, authenticiteit, veroudering en restauratie. Het programma Astrochemistry ten slotte wil de data die nu beschikbaar komen dankzij grote telescopen en satellieten waaraan Nederland heeft bijgedragen, benutten voor onderzoek naar moleculen in het heelal. Dit onderzoek raakt aan fundamentele vragen als die naar het ontstaan van sterren en de mogelijkheid van leven op andere planeten.

‘Voor chemici is het een geruststellende gedachte dat er altijd één plek zal blijven waar ze terecht kunnen met goede onderzoeksideeën, ook als die niet direct maatschappelijk relevant lijken.’

Ivo Ridder, manager chemie

ChemThem-initiatieven

In 2009 besloot NWO-CW een extra budget van 5 miljoen euro beschikbaar te stellen voor nieuwe thematische onderzoeksprogramma's met een leidende rol voor de chemie. Dit in aanvulling op de TOP- en ECHO-subsidies voor vrij onderzoek. Om deze zogenaamde ChemThem-initiatieven gestalte te geven is in 2010 het onderzoeksveld geraadpleegd. De werkgroepvoerders van alle CW-studiegroepen konden tot juli 2010 ideeën aandragen voor een vernieuwend programma voor grensverleggend onderzoek waaruit de kracht en schoonheid van de chemie naar voren komen. Het gebiedsbestuur kiest uit de lijst met voordrachten de meest geschikte en laat aan de hand daarvan een of meer ChemThem-initiatieven opzetten. Elk onderzoeksprogramma afzonderlijk zal via een open *call for proposals* invulling geven aan de eigen specifieke ambities.

2.2 Initiatiefnemer van onderzoek voor de samenleving

Naast nieuwsgierigheidsgedreven onderzoek wil NWO-CW ook onderzoek stimuleren dat geïnspireerd is door maatschappelijke vraagstukken. De vraag naar kennis vanuit de samenleving neemt toe en chemie breidt zich uit naar steeds meer takken van wetenschap. Chemisch onderzoek draagt bij aan het vergaren van meer kennis van moleculaire processen en reacties: kennis die ingezet kan worden bij de overschakeling naar hernieuwbare energie, bij het duurzamer maken van productieprocessen, het bestrijden van ziektes en het ontwikkelen van nieuwe materialen.

Thema's voor maatschappelijk gedreven onderzoek

Voor de strategieperiode 2007 tot 2011 heeft NWO dertien thema's gekozen die maatschappelijk en/of wetenschappelijk urgent zijn. Op die thema's zijn brede, multidisciplinaire onderzoeksprogramma's opgezet. In vijf van de dertien thema's spelen chemische wetenschappen een rol, als eigenstandig wetenschapsgebied én als *enabling science*. Daarbij gaat het om Funderend Energieonderzoek, Systeembioïologie, Nanowetenschap en -technologie, Duurzame Aarde en Research & Innovation in Smart Creative Contexts. Chemie is ook van belang bij vier van de zes onderzoeksthema's in de nieuwe NWO-strategie: Duurzame energie, Leven in gezondheid, Water en klimaat, en Materialen: oplossingen voor schaarste.

Nieuw NWO-thema Materialen: oplossingen voor schaarste

Voor de periode vanaf 2011 heeft NWO zes nieuwe onderzoeksthema's geïdentificeerd. Een daarvan kwam tot stand op initiatief van het gebiedsbestuur CW, in samenwerking met STW en FOM: het thema Materialen: oplossingen voor schaarste. De groei van de wereldbevolking en het welvaartsniveau leidt de komende decennia tot een sterk stijgende vraag naar grondstoffen, energie, voedsel en water. Hoewel de aarde een haast onuitputtelijke bron van grondstoffen lijkt te zijn, zal straks het punt bereikt worden dat deze niet meer tegen redelijke kosten gedolven kunnen worden. Grondstoffen worden dan schaars. Dat dit geldt voor fossiele grond- en brandstoffen is genoegzaam bekend. Maar ook mineralen en metalen die een essentiële functie hebben in uiteenlopende producten als elektronica, katalysatoren, elektrische auto's en zonnecellen, zullen over enkele decennia moeilijk te krijgen zijn. Binnen het onderzoeksthema wil NWO bijdragen aan nieuwe oplossingen voor het terugdringen en vertragen van de aanstaande schaarste en het rechtvaardiger verdelen van grondstoffen, het geschikt maken van hernieuwbare grondstoffen voor gebruik, het ontwikkelen van nieuwe en betere materialen, het verminderen van afvalstromen en het mogelijk maken van hergebruik.

Nanotechnologie

CW neemt deel aan het onderzoeksprogramma Nanotechnologie van de technologiestichting STW samen met het NWO-gebied Aard- en Levenswetenschappen en de stichtingen FOM en ZonMW. Eind 2009 werd een oproep uitgebracht voor multidisciplinaire onderzoeksvoorstellen op het gebied van nanowetenschappen en -technologie. Het onderzoeksprogramma, dat een budget heeft van ruim 10 miljoen euro, richt zich op die onderwerpen uit de Strategische Research Agenda Nanotechnologie die in het grote publiek-private programma HighTech Systems and Materials onvoldoende aan bod komen. Voor de chemie zijn dat bijvoorbeeld functionele nanodeeltjes, nanodevices (waaronder moleculaire motoren), energieopslag en synthetische biologie. Er is ruimte voor zowel toepassingsgericht als fundamenteel onderzoek.

Scheidingstechnologie

In juni 2010 is het programma Scheidingstechnologie – waarin CW en STW samenwerken – officieel afgerond. Het programma ging op initiatief van CW van start in 2002 en richtte zich op de ontwikkeling van nieuwe concepten voor industrieel toepasbare scheidingstechnologieën die nodig zijn voor een doorbraak in de toepassing van geavanceerde synthesetech-nieken. Deze nieuwe technologieën zullen in belangrijke mate bijdragen aan schonere en duurzame processen in de chemische industrie. Het programma heeft onder meer een vervolg gekregen in het Dutch Separation Technology Institute en in een compleet nieuwe onderzoekslijn, die focust op de integratie van scheidingstechnologie met procesintensificatie.

2.3 Makelaar voor wetenschap en industrie

In 2005 wees het Innovatieplatform de chemie aan als een van de belangrijkste pijlers van de Nederlandse kenniseconomie. Sindsdien heeft NWO-CW in de Regiegroep Chemie samen met vertegenwoordigers van de chemische industrie geijverd voor een herstructurering en versterking van het wetenschappelijk onderwijs en onderzoek in Nederland.

Bedreiging Nederlandse chemie bestreden met Sectorplan Natuur- en Scheikunde

Zowel de chemie als de natuurkunde is getroffen door het gegeven dat studenten de laatste jaren 'uitwaaiëren' uit de harde bètastudierichtingen over min of meer nieuwe (bèta)opleidingen. De financiële mogelijkheden voor ongebonden en vernieuwende wetenschap zijn in beide vakgebieden decennialang niet meegegroeid met de stijgende kosten. Er is een onbalans ontstaan in de opbouw tussen vaste en tijdelijke staf en een kaalslag in de infrastructuur. Dit is een bedreiging van de positie

van de Nederlandse chemie. Zou het tij niet gekeerd worden, dan ontstaan op den duur grote problemen, niet alleen voor de wetenschap maar ook voor de industrie en economie.

Gelukkig komt, op grond van het Sectorplan Natuur- en Scheikunde, er vanaf 2011 jaarlijks 10 miljoen euro extra beschikbaar voor de chemie en 10 miljoen voor de natuurkunde. Het grootste deel (jaarlijks totaal 14 miljoen euro) wordt besteed via de eerste geldstroom. Leidend hierbij zijn de profileringsplannen die alle bètafaculteiten hebben opgesteld en op grond waarvan de commissie-Breimer een voorstel voor verdeling van de middelen heeft gemaakt. Dit voorstel is in juni 2010 goedgekeurd door staatssecretaris Van Bijsterveld. Een kleiner deel (jaarlijks totaal 6 miljoen euro) loopt via de tweede geldstroom: de helft via NWO-CW voor de chemie en de andere helft via FOM voor de natuurkunde. CW verdubbelt het uit het Sectorplan voortgekomen bedrag met eigen middelen, waardoor tussen 2011 en 2016 jaarlijks 6 miljoen euro beschikbaar komt om binnen de chemische wetenschap de ambities uit het Sectorplan te ondersteunen.

De extra miljoenen die beschikbaar zijn gekomen voor de universitaire chemie zet CW in voor *workhorse*-apparatuur, voor instroom van nieuwe hoogleraren en ten slotte voor verdere versterking van onderzoek binnen de zwaartepunten uit het Sectorplan.

Op basis van het Sectorplan zijn gerichte keuzes in zwaartepunten van onderzoek en goede afspraken hierover tussen universiteiten gemaakt. Daardoor ontstaan niet alleen meer focus en massa in het onderzoek, maar krijgen ook het bachelor- en masteronderwijs nieuwe impulsen. Onderzoekszwaartepunten en masteropleidingen worden nadrukkelijk aan elkaar gekoppeld: elk zwaartepunt zal een instroom van minimaal twintig eerstejaarsstudenten hebben. Doel is om jaarlijks zo'n 700 eerstejaarsstudenten te laten beginnen aan een studie met een chemisch karakter. Met een studierendement van 70 procent betekent dit dat er in de toekomst jaarlijks een kleine 500 studenten uitstromen met een BSc-diploma, dat aansluit bij de wensen van toekomstige werkgevers. Op deze manier worden in Nederland de talenten ontwikkeld en ten volle benut.

Advanced Chemical Technologies for Sustainability (ACTS)

Onder de koepel ACTS zijn de afgelopen acht jaar vijf publiek-private programma's uitgevoerd waarin industrie en wetenschap samen hebben gewerkt aan fundamentele vragen die voor de industrie belangrijk zijn en waarvoor nog geen oplossing is. ACTS is een gezamenlijk initiatief van de ministeries van Economische Zaken en van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu, het bedrijfsleven en NWO-CW. Het bureau van CW en

ACTS biedt ambtelijke ondersteuning aan alle vijf programma's. Aan twee ervan draagt CW bovendien financieel bij: Integration of Biosynthesis and Organic Synthesis (IBOS) en Duurzaam Waterstof. Binnen IBOS zijn in 2009 twee samenwerkingsprojecten tussen universiteiten en het midden- en kleinbedrijf gefinancierd voor zo'n 650.000 euro. In totaal heeft IBOS nu ruim 2,2 miljoen euro geïnvesteerd in elf mkb-projecten op het gebied van bio- en organische synthese. De overige drie programma's binnen ACTS zijn: Advanced Sustainable Processes for Engaging Catalytic Technologies (ASPECT), BioBased Sustainable Industrial Chemistry (B-Basic) en Process on a Chip (Poac). Alle vijf programma's zullen in 2012 goeddeels zijn afgerond.

'Het is bijzonder dat de chemie er in deze tijd 10 miljoen extra bij krijgt. Met het Sectorplan Natuur- en Scheikunde is bij de universiteiten verrassend veel in beweging gekomen.'

Tanja Kulkens, plaatsvervangend directeur

Binnen ACTS is veel ervaring opgedaan met het opzetten van samenwerkingsmodellen voor wetenschap en industrie. De lessen van ACTS zullen worden toegepast in toekomstige samenwerkingsprogramma's. Eén zo'n les is dat de industrie vooral geïnteresseerd is in kleinschalige gezamenlijke activiteiten met de wetenschap, die een kweekvijver vormen voor mogelijke grootschaliger programma's in de toekomst. Op basis van deze wens zijn begin 2010 de contouren geschetst voor TASC (Technology Areas for Sustainable Chemistry). In dit plan voor een volgende fase van ACTS worden relatief kleinschalige, flexibele publiek-private samenwerkingsprojecten voorgesteld op onderwerpen die nauw aansluiten bij de innovatielijn 'Katalyse en duurzame processen' van de Regiegroep Chemie, aangevuld met een impuls voor analytische chemie. Met de eerste vier TASC's is een budget gemoeid van 35 miljoen euro. Het Ministerie van Economische Zaken en het Algemeen Bestuur van NWO staan garant voor de helft van dit bedrag, de andere helft wordt opgebracht door industriële en academische deelnemers. In de loop van 2010 zal ACTS de TASC's verder uitwerken.

2.4 Belangenbehartiger van het chemisch veld in Nederland

Het gebiedsbestuur Chemische Wetenschappen heeft als geen ander een totaaloverzicht van wat er speelt in de Nederlandse chemie, zowel aan de universiteiten als bij onderzoeksinstituten en ziekenhuizen en in de industrie. Het wordt ook gevoed vanuit de overheid, die aangeeft welke maatschappelijke behoeften er leven.

Vanuit die positie kan CW signaleren wat de Nederlandse chemie nodig heeft om haar vooraanstaande positie te behouden. Daarnaast biedt het gebied een forum voor alle chemische onderzoekers in Nederland. Aan deze rol geeft het onder andere gestalte door de studiegroepen te faciliteren. Mede dankzij de bindende rol van NWO-CW en de samenwerking met de industrie binnen de Regiegroep Chemie geldt de chemie binnen Nederland als een goed georganiseerd wetenschapsgebied, met daaruit voortvloeiend een grote slagkracht.

Nieuwe strategie in voorbereiding

In 2009 heeft NWO-CW deelgenomen aan de interne consultatieronde voor de nieuwe NWO-strategie 'Groeien met kennis', die van 2011 tot 2014 koersbepalend zal zijn. Doel is om Nederland volwaardig te laten participeren in het wereldwijde grensverleggende onderzoek. Daarmee kunnen we onze concurrentiepositie als kenniseconomie handhaven en versterken, en maatschappelijke uitdagingen het hoofd bieden. CW en ACTS (zie p.32) bereiden hiernaast ook samen een eigen vernieuwde strategie voor de chemie bij NWO voor. Daarmee zetten zij de koers van de afgelopen jaren voort. Vanzelfsprekend sluiten de plannen aan bij de NWO-strategie, maar de chemie legt ook een aantal eigen accenten. De nadruk zal komen te liggen op het versterken van het vrije onderzoek, maatschappelijk geïnspireerde programma's, internationale samenwerking en *community building*.

Dynamiek in studiegroepen

De studiegroepen van NWO-CW vormen van oudsher een levendig forum voor onderzoekers. Daarnaast spelen ze een belangrijke rol in de beleidsvorming en beoordelingsprocessen. Jaarlijks ontmoeten de wetenschappers uit de zestien studiegroepen elkaar tijdens bijeenkomsten die (deels) door CW worden gefinancierd. De laatste jaren is een zekere dynamiek ontstaan in de bijeenkomsten van de studiegroepen. Door grotere bijeenkomsten te organiseren met verschillende studiegroepen kan kennis in breder verband worden uitgewisseld en ontstaat een stimulerend klimaat voor samenwerking tussen verschillende (sub)disciplines. Deze grootschaliger bijeenkomsten omvatten vaak een aantal plenaire lezingen door gastsprekers uit binnen- en buitenland en parallelsessies die gewijd zijn

aan een bepaald onderzoeksthema. De ingezette lijn uit 2008 om bijeenkomsten te clusteren en zo kennisuitwisseling en netwerkvorming te bevorderen, wordt voortgezet. Deze nieuwe aanpak blijkt vooral bij jongere onderzoekers goed te bevallen.

Communicatie en kennisoverdracht

Een belangrijk streven vanuit NWO-CW is om het werk van onderzoekers onder de aandacht te brengen bij andere wetenschappers, bij de industrie en bij het algemene publiek. Regelmatig worden daarom de media voorzien van persberichten over interessante onderzoeksresultaten. In 2009 kwam NWO-onderzoek in het nieuws in onder meer de gratis bladen *Spits* en *Metro* (beide ruim anderhalf miljoen lezers per dag), en met meerdere achtergrondverhalen op de website *Kennislink* (half miljoen bezoekers per maand).

Beleidsmedewerkers van CW verzorgen geregeld een workshop over de subsidies en werkwijze van NWO, waar vooral onder jonge chemici belangstelling voor bestaat. Behalve tijdens de studiegroepbijeenkomsten werden deze workshops in 2009 onder andere gegeven tijdens het BCF Event in de RAI, en in 2010 tijdens de KNCV CareerExpo in de Jaarbeurs Utrecht. Het wetenschappelijke veld wordt verder door CW geïnformeerd via de website, de nieuwsbrief en tijdens de studiegroep- en programma-bijeenkomsten.

In sommige gevallen, met name als het om een groot publiek gaat, werkt CW ook samen met andere partijen om de chemie in de schijnwerpers te zetten. Zo ondersteunt CW de stichting Communicatie Centrum Chemie (kortweg C3) die materialen en activiteiten ontwikkelt om jongeren in de basisschool- en middelbareschoolleeftijd te interesseren voor chemie. Via de Regiegroep Chemie draagt CW samen met de VNCI bij aan de campagne 'Chemie is Overal', die onder meer bestaat uit posters, free cards, folders en een online-game. Verder gaf toponderzoeker Bert Meijer in augustus 2009 een hoorcollege op het muziek- en cultuurfestival Lowlands en verzorgde hij in oktober de avond 'Spinoza te Paard', waar NWO samen met *NRC Next* en het Rathenau Instituut een laagdrempelig podium biedt aan winnaars van de Spinozapremie.

Tot slot brengt NWO met de uitgever van magazine *Quest* jaarlijks het boek *Experiment NL* uit in een oplage van ruim 10.000 stuks, met het leukste en opvallendste onderzoek in Nederland. CW zorgt er elke editie voor dat de chemische wetenschap(pers) goed vertegenwoordigd zijn in deze publieksuitgave.

2.5 Belangenbehartiger van de Nederlandse chemie in het buitenland

NWO-CW werkt actief aan relaties over de grenzen, met het doel de Nederlandse onderzoekspositie te versterken. Door expertise, materialen en infrastructuur te delen komt nieuw, grensverleggend onderzoek binnen bereik en wordt gemeenschapsgeld op de meest efficiënte wijze uitgegeven. Internationale samenwerking is nu meer dan ooit noodzakelijk, nu urgente maatschappelijke vraagstukken op het gebied van klimaat en schaarste aan energie of materialen zich op wereldwijd niveau afspelen.

Uitgangspositie

NWO-CW heeft in het internationale speelveld niet alleen de ambitie om relaties aan te knopen, maar ook om door de juiste beleidsmatige keuzes de positie van ons land in het internationale speelveld krachtig te houden. De Nederlandse chemie staat bijzonder goed bekend. Volgens het Nederlandse Observatorium voor Wetenschap en Technologie behoort zij blijkens citatie-impactscores tot de drie best presterende Nederlandse wetenschapsdisciplines, dankzij een rijke wetenschappelijke traditie, een hecht georganiseerde gemeenschap en een inspirerende industriële omgeving. De uitdaging voor de toekomst is nu om deze positie te handhaven.

'China is een opkomende grootmacht in de wereldeconomie. Het is goed dat we nu een connectie hebben met de gedrevenheid die daar heerst.'

Arlette Werner, programmamanager

Lorentz Centrum

Het Lorentz Centrum is een internationaal centrum verbonden aan de Universiteit Leiden, opgericht met het doel internationale interactieve workshops te organiseren in de exacte wetenschappen, chemie, natuurkunde en levenswetenschappen. Gezien het belang van het Lorentz Centrum voor de ideeënvorming van onder meer chemisch onderzoekers heeft het gebiedsbestuur CW in mei 2010 besloten de steun van 50.000 euro per jaar te continueren tot 2016.

ERA-netten

In de ERA-netten zetten Europese onderzoeksfinanciers zich met steun van Brussel in om subsidiëringssystemen op elkaar af te stemmen en zo voor onderzoekers de weg te effenen naar grootschalige samenwerking rond een bepaald onderwerp. ACENET, een ERA-net op het gebied van

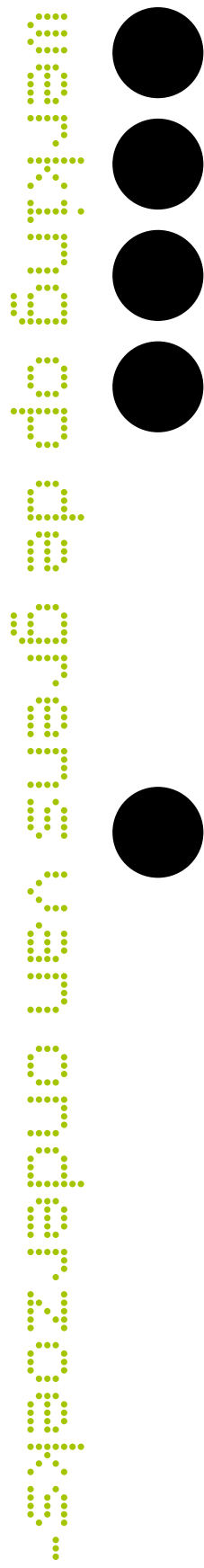
toegepaste katalyse, kreeg in 2009 een verlenging om de werkzaamheden tot september 2010 voort te zetten. Er zal vooral worden onderzocht hoe de *lessons learned* kunnen worden vertaald naar een nieuw op te zetten ERA-net met een bredere scope: katalytische processen voor innovatieve technologische toepassingen. In ERA-IB, dat zich focust op industriële biotechnologie, is in 2009 een tweede *call* uitgegaan, waarvoor veel animo was. Nu de ERA-netten de Europese onderzoeksfinanciers dichter bij elkaar hebben gebracht zullen in de toekomst vaker ook flexibele bilaterale 'joint calls' worden opgezet door twee of meer financieringsorganisaties onderling, zonder tussenkomst van Brussel.

INNOVA BIOCHEM

In 2009 was CW – als partner in de Regiegroep Chemie – betrokken bij de voorbereiding van de aanvraag voor INNOVA BIOCHEM, een initiatief van het Europese Technologieplatform SusChem. Inmiddels heeft de Europese Commissie een bedrag van 3 miljoen euro toegekend aan het project, dat 1 februari 2010 van start ging. Doel van INNOVA is om een brug te slaan tussen het universitaire onderzoek op het gebied van biochemie en jonge, innovatieve bedrijven die *bio-based* producten op de markt brengen. Daarvoor komen er onder meer een website waar ondernemers en onderzoekers elkaar kunnen vinden, en een *toolbox* vol markt-informatie en hulpmiddelen voor businessplanning. CW is betrokken bij een competitie tussen businessplannen voor *startups*. De winnaars ontvangen financiële steun in de lastige overgangsfase van idee tot *proof-of-concept*. Met medewerking van CW worden ten slotte vier zogeheten Accelerator Fora georganiseerd, waar ondernemers en onderzoekers van kennisinstellingen met elkaar in contact kunnen komen. De Europese Unie hoopt via INNOVA BIOCHEM het ondernemerschap in *bio-based* producten, die zij als een van de belangrijkste Europese markten beschouwt, te stimuleren.

Gezamenlijk programma met China

In 2009 ging het Joint Scientific Thematic Research Programme (JSTP) tussen Nederland en China van start. Van Nederlandse zijde participeren hierin NWO, de Koninklijke Nederlandse Akademie van Wetenschappen en het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen. Doel is om de samenwerking in Chinees-Nederlandse onderzoeksteams te bevorderen, via *calls for proposals* waarin aanvullende expertise van onderzoekers uit beide landen naar voren komt. Deze *calls* worden jaarlijks gepubliceerd, met telkens een ander thema. Voor 2010 is gekozen voor het thema 'hybride conversie van biomassa'. CW maakte hiervan gebruik door een workshop te organiseren voor onderzoekers uit Nederland en China. Zij ontmoetten elkaar eind maart in Delft en konden daar hun gezamenlijke onderzoeksvoorstellen nader uitwerken vóór de sluitingsdatum eind april.



Bezoek aan China en Hongkong

In januari 2010 bracht een delegatie van NWO Chemische en Exacte wetenschappen een bezoek aan China en Hongkong. Doel van het bezoek was om de mogelijkheden tot samenwerking te verkennen in vier wetenschappelijke disciplines: chemie, astronomie, informatica en wiskunde. Hiertoe bezocht de delegatie onderzoeksfinanciers, universiteiten en industriële bedrijven.

In het algemeen bleken de Chinese zusterorganisaties van NWO bereid tot nieuwe vormen van samenwerking, variërend van het uitwisselen van onderzoekers tot gezamenlijke workshops en meer strategische vormen van samenwerking. De gesprekken bij de uitvoerende onderzoeksorganisaties leverden enkele specifieke ideeën op voor mogelijke samenwerking in de toekomst die past bij de prioriteitsgebieden van NWO. Deze zullen in workshops verder worden uitgewerkt. Ook met de Chinese industrie werd gesproken, in het bijzonder over mogelijke samenwerking bij hybride conversie van biomassa. Op dit gebied blijken reeds goede contacten tussen Nederlandse en Chinese onderzoekers te bestaan; deze zullen verder worden uitgebouwd via het JSTP (zie hierboven). Enkele grote chemische bedrijven toonden zich eveneens zeer geïnteresseerd in het onderwerp en in samenwerking met Nederland.

'We willen samenwerking op de grens van onderzoeksvelden stimuleren, maar ook monodisciplines beschermen. We willen creatieve wetenschappers de ruimte geven, maar ook maatschappelijke problemen oplossen. Het is een voortdurend zoeken naar de balans.'

Louis Vertegaal, directeur

In gesprekken met de Research Grants Council in Hongkong werd ervoor gekozen de samenwerking tussen Nederland en Hongkong te laten aanvangen met uitwisseling van onderzoekers en gezamenlijke workshops, gevolgd door een meer programmatische benadering, trilaterale samenwerking met China en gezamenlijke *bottom-up* aangestuurde onderzoeksprojecten.

Het bezoek aan China en Hongkong was inspirerend en succesvol. In totaal leverde het 35 concrete *leads* op voor gesprekken over verdere samenwerking.

Overeenkomst met National Science Foundation

In 2009 werd NWO-CW benaderd door de Amerikaanse National Science Foundation. Zij wilde graag de samenwerking tussen Amerikaanse en Nederlandse chemici versoepelen. In april 2010 werd hiertoe een partnerovereenkomst getekend. NWO is nu een partner in het International Collaborations in Chemistry-programma van de National Science Foundation. Dit maakt het makkelijker voor Nederlandse onderzoekers om gezamenlijke projecten op te starten met collega's uit de Verenigde Staten. Het is ook een extra stimulans voor het vrije onderzoek. CW ontwikkelt een speciale *call* voor het najaar van 2010 om invulling te geven aan de afspraken met de NSF.



De harde bestuurlijke schotten in het bèta- onderzoek moeten snel verdwijnen

.....
prof. dr. Jan van Mill, hoogleraar wiskunde
en tot 1 september 2010 decaan van de
Faculteit der Exacte Wetenschappen aan de
Vrije Universiteit Amsterdam en prof. dr. Bart
Noordam, hoogleraar natuurkunde, oud-
consultant bij McKinsey&Company en sinds
2009 decaan van de Faculteit der Natuurwe-
tenschappen, Wiskunde en Informatica van
de Universiteit van Amsterdam

Sectorplan

'Het Sectorplan Natuur- en Scheikunde is een enorme kwaliteitsimpuls voor onderwijs en onderzoek. Het zorgt ervoor dat alle bètafaculteiten in Nederland zich meer gaan specialiseren en heeft ook onze samenwerking een zetje in de goede richting gegeven. Vooral omdat er meer geld beschikbaar komt. Initiatieven komen en gaan, maar extra middelen helpen om een goede ontwikkeling te bestendigen. Dankzij het Sectorplan ontstaat voor onderzoekers en studenten een helder landschap en kan er over de gehele linie efficiënter worden gewerkt.

Stijgende studentenaantallen

Ongeveer twee derde van onze studenten kiest voor een thematische studie: *science, business en innovation, future planet studies*, medische natuurwetenschappen, forensisch onderzoek, psychobiologie... De pure scheikunde-, wiskunde- en natuurkundestudenten blijven ook wel komen, maar ze zijn een relatief kleine groep. Dankzij de verbreding van het studie-aanbod neemt het aantal bètastudenten gestaag toe: aan de UvA is het aantal studenten dat instroomt de laatste vijf jaar verdriedubbeld, aan de VU is een vergelijkbare trend te zien. Ook het aandeel vrouwelijke studenten neemt toe. Zij voelen zich blijkbaar meer aangetrokken tot een themastudie. Maar als ze eenmaal binnen zijn, stappen ze soms alsnog over naar scheikunde of natuurkunde.

Samen sterk

Zo'n breed, compleet en hoogwaardig curriculum willen wij blijven aanbieden, ondanks de bezuinigingen die we over ons heen krijgen. Daarom werken we steeds meer samen. Al jaren bieden UvA en VU de masteropleidingen Natuurkunde en Scheikunde gezamenlijk aan; we zijn nu druk bezig om ook de bacheloropleidingen in elkaar te schuiven. Het is al lang duidelijk dat we samen sterker staan, ook voor het Sectorplan. Als universiteitsbestuurder moet je tegenwoordig ondernemer zijn; je kunt niet achteroverleunen en wachten tot de euro's binnenrollen.

De charme van kwaliteit

Een risico van het Sectorplan is misschien dat alles te veel vast komt te liggen. Een te stringente nationale regie op de onderzoeksagenda reduceert de universiteiten tot gebouwenbeheerders. Maar geniale wetenschappers komen vaak bij toeval aanwaaien, of laten zich niet in een mal persen. We hebben dan de flexibiliteit nodig om zo iemand toch aan te

kunnen nemen, ook al past hij of zij niet in ons zwaartepuntenprofiel. Maar waarschijnlijk kan er in zo'n geval wel iets geregeld worden. Bestuurders zwichten altijd voor de charme van kwaliteit, is onze ervaring.

Doorlaatbare schotten

Het is jammer dat in het Sectorplan de twee disciplines zo strak van elkaar afgebakend zijn: er komt een vast budget voor natuurkunde en één voor scheikunde. Dit terwijl alles erop wijst dat de bètavakken steeds meer naar elkaar toe groeien. De studenten studeren het liefst op het snijvlak van disciplines, de maatschappelijke problemen – zoals het energievraagstuk – vergen een gezamenlijke aanpak en onderzoekers weten elkaar allemaal te vinden en trekken zich niets van grenzen aan. De bestuurlijke structuren moeten deze trend volgen. Natuurlijk zijn er schotten nodig, maar die moeten wel doorlaatbaar zijn. Dit zien we niet terug in het Sectorplan – al valt dit niemand te verwijten omdat het historisch zo is gegroeid – en we zien het bij NWO ook nog niet zo gebeuren, helaas.

Nieuw type werknemers

Voor de toekomst voorzien we dat de samenwerking tussen universiteiten nog verder zal doorzetten en dat de grenzen tussen de bètadisciplines nog verder zullen vervagen. Met een beetje geluk zijn over tien jaar de bloedgroepen verdwenen. We voorzien ook dat de chemische industrie zal wennen aan het nieuwe type studenten dat wij afleveren. De traditionele route – een "harde" bèta promoveert, doet drie jaar research in de industrie en stroomt dan door naar het management – heeft zijn tijd gehad. Daarvoor zijn er nu gewoon te weinig harde bèta's. Maar we hebben wél heel veel studenten die iets anders willen dan research. Ze hebben verstand van scheikunde, zijn breed ontwikkeld en kunnen in een industriële omgeving heel veel verschillende functies uitoefenen.

Verliefd

Om als universitair bestuurder te "ondernemen" terwijl er continu financiële problemen zijn, is lang niet altijd makkelijk. Maar we hebben een geweldige populatie aan studenten en docenten. Ze zijn slim, ze willen wat en ze komen niet voor het geld. Als je de collegezaal binnenkomt word je gewoon verliefd op dat stelletje.'



CW

in vogelvlucht

3 CW in vogelvlucht

Nieuwe chemici bij de KNAW

In het voorjaar van 2009 werden Rienk van Grondelle en Paul Hooykaas benoemd tot Akademietoelichting. Vier chemisch-moleculaire wetenschappers werden in dezelfde periode gekozen tot KNAW-lid. Dat zijn Arnold Driessen, Bert Poolman, Willem de Vos en Andries Meijerink.

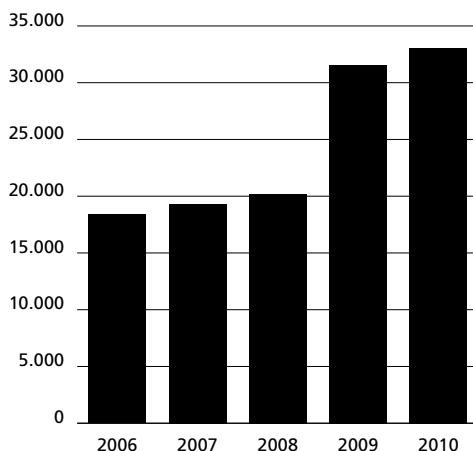
In 2010 traden vijf biochemici toe als lid van de KNAW: Ton Bisseling, Dirk Jan Broer, Piet Gros, Thomas Palstra en Ivonne Rietjens.

Samenwerking Amerikaanse en Nederlandse chemici versoepeld

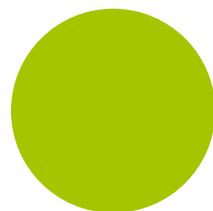
Op 13 april 2010 ondertekenden NWO-CW en de Amerikaanse National Science Foundation (NSF) een overeenkomst voor samenwerking op het gebied van chemie. Dit maakt CW tot partner in het NSF-programma International Collaborations in Chemistry (ICC). Het wordt hierdoor makkelijker voor Nederlandse onderzoekers om gezamenlijke projecten te starten met collega's uit de Verenigde Staten. Het is bovendien een extra stimulans voor het vrije onderzoek. De NSF is in de VS goed voor een kwart van alle overheidssteun voor fundamenteel onderzoek.

Ontwikkeling beschikbaar budget NWO-CW 2006-2010

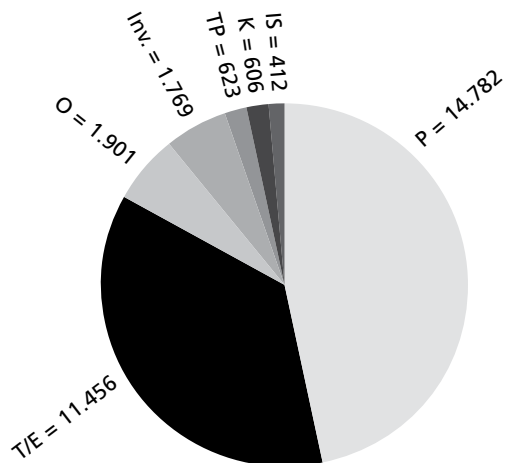
(in duizenden euro's; bedrag 2010 is onder voorbehoud)



Louis Vertegaal (NWO) (rechts) en Luis Echegoyen (NSF) ondertekenen de partnerovereenkomst op het gebied van chemie



Uitgaven NWO-CW 2009



TOP/ECHO = 11.456

Persoonsgebonden = 14.782

Thematische programma's = 623

Intern. samenwerkingsverbanden = 412

Investerings = 1.769

Kennisoverdracht en algemeen = 606

Overige incl. beheerskosten = 1.901

Totaal uitgaven NWO-CW = 31.549

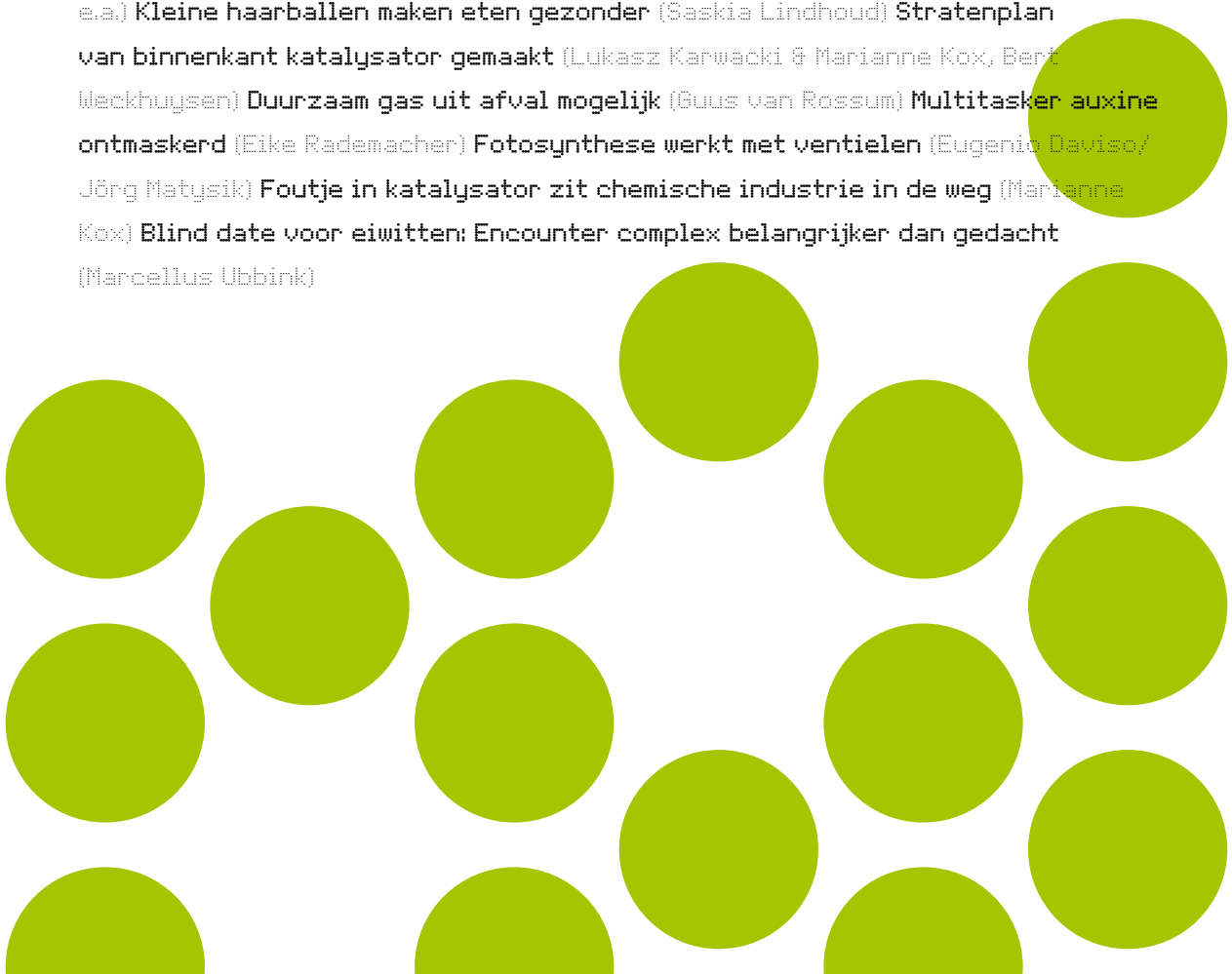
(in duizenden euro's)

Welke instelling kreeg hoe veel toegekend in 2009?

Kennisinstelling (hoofdaanvrager)	Euro's
Universiteit Leiden, incl. LUMC	4.250.000
Universiteit Twente	4.170.000
Universiteit Utrecht incl. UMCU	3.749.845
Rijksuniversiteit Groningen	2.574.750
Vrije Universiteit Amsterdam	2.500.000
Technische Universiteit Delft	2.030.000
Radboud Universiteit Nijmegen	960.000
FOM-instituten	820.000
Universiteit van Amsterdam	751.370
Hubrecht Instituut voor Ontwikkelings-biologie en Stamcelonderzoek	720.000
Nederlands Kanker Instituut-AVL	490.000
Erasmus MC	100.000
Totale waarde toekenningen NWO-CW 2009	23.115.965

Impressie onderzoeksnieuws 2009

Miljoenen mensen te helpen met synthetische huidcrème (Robert Rißmann) Vorming van botten, tanden en schelpen scherp in beeld (Nico Sommerdijk) Transportfactor verdeelt eiwitsynthese tussen moeder- en dochtercel (Liesbeth Veenhoff & Bert Poolman) Mogelijk minder infecties door bacterie na te apen (Maarten Merlox) DNA klem in nanogaatjes (Serge Lemay) Zelfassemblage onder controle: onderzoekers reguleren vorming G-quadruplexen (David Gonzalez & Bert Meijer) Kettingreactie van het afweersysteem bevroren (Piet Gros & Jos van Strijp) Nieuw licht op SARS-virus (Matthijs Raaben) Molecuulstructuur voor het eerst in beeld (Peter Liljeroth e.a.) Kleine haarballen maken eten gezonder (Saskia Lindhoud) Stratenplan van binnenkant katalysator gemaakt (Lukasz Karwacki & Marianne Kox, Bert Weckhuysen) Duurzaam gas uit afval mogelijk (Guus van Rossum) Multitasker auxine ontmaskerd (Eike Rademacher) Fotosynthese werkt met ventielen (Eugenio Daviso/Jörg Matysik) Foutje in katalysator zit chemische industrie in de weg (Marianne Kox) Blind date voor eiwitten: Encounter complex belangrijker dan gedacht (Marcellus Ubbink)





Studenten zijn een soort halffabrikaat

.....
prof. Karel Luyben trad op 1 januari 2010
aan als rector magnificus van de Technische
Universiteit Delft en is voorzitter van de
stuurgroep human capital binnen de
Regiegroep Chemie, waarin ook NWO-CW
partner is.

Absurde koppeling

'Ik vind het absurd dat het volume aan onderwijs en onderzoek binnen de universiteiten in zo grote mate wordt bepaald door de interesse van middelbare scholieren. Langs die weg zijn er vele tientallen miljoenen aan onderzoeksgeld uit bepaalde bètadisciplines verdwenen, omdat de instroom in vijftien jaar met een factor vier of vijf afnam. Gelukkig groeit het aantal bètastudenten de laatste jaren weer, maar de koppeling tussen studentenaantallen en financiering blijft een principieel probleem.

Gemotiveerd eindproduct

In mijn visie zijn studenten een soort halffabrikaat. Welke industrie is bereid een halffabrikaat in willekeurige hoeveelheden en van willekeurige kwaliteit te accepteren en toch een bepaald eindproduct te garanderen? De Nederlandse universiteiten moeten dat wel, in tegenstelling tot veel buitenlandse onderwijsinstellingen. Voor Delft zou ik het liefst zien dat wij de hele studenteninstroom selecteren. Als we zelf het aantal studenten per opleiding mogen bepalen en de criteria waarop we hen aannemen, kunnen we sturen op wat de maatschappij belangrijk vindt. Bovendien kweken we zo gemotiveerde studenten en leveren we als eindproduct gemotiveerde werknemers en wetenschappers af, die een opleiding van hoog niveau hebben afgerond.

Dreigend tekort

Als we de ambities van de Regiegroep Chemie waarmaken en een verdubbeling realiseren van de bijdrage van de chemie aan het bruto nationaal product, dreigt er een tekort aan goed opgeleide werknemers, vooral op hbo-niveau en daaronder. We werken hieraan door binnen het primair en secundair onderwijs extra aandacht te vragen voor chemie, samenwerkingsprojecten op te zetten tussen bedrijfsleven en onderwijs en het imago van werkgevers in de chemie te verbeteren. Die activiteiten zijn nog pril, maar ik denk dat het de goede kant op gaat, mits we erin slagen onze inspanningen een jaar of twintig vol te houden.

Van het land

Over een halve eeuw moet wat we nu uit olie halen van het land komen: energie, chemicaliën, grondstoffen voor de bouw... Die mondiale overgang van klassieke petrochemie naar een *biobased economy* wordt vaak onderschat. Nederland heeft de kennis en manschappen in huis om hieraan een belangrijke bijdrage te kunnen leveren. De chemische wetenschappen in brede zin kunnen, nee moeten, een bijdrage leveren aan de ontwikkelingen die ons in de goede richting sturen. Of dit lukt hangt óók af van de aandacht die NWO-CW hiervoor heeft. Het kan zijn invloed ten goede aanwenden voor de balans tussen onderwijs en onderzoek, de interesse voor het chemiedomein en zeker voor overgang naar een *bio-based economy*.'



Weten- schappelijk jaaroverzicht

4 Wetenschappelijk jaaroverzicht

Studiegroepen bij NWO-Chemische Wetenschappen

Onder het gebied Chemische Wetenschappen van NWO zijn zestien studiegroepen actief. Zij organiseren jaarlijks een wetenschappelijke bijeenkomst en zijn ook daarnaast een belangrijk forum voor het chemisch onderzoek in Nederland.

De bestuursleden van een studiegroep zijn vaak het aanspreekpunt voor het gebiedsbestuur. Zij hebben sinds enkele jaren een actievere rol gekregen in het beleid en het beoordelingsproces van CW. De taken van de besturen zijn daarbij als volgt:

- zitting nemen in de beoordelingscommissies voor TOP/ECHO- en Vernieuwingsimpulsrondes
- aandragen van aanvullende kandidaten voor een pool van commissieleden die kunnen worden ingezet voor de prioritering van onderzoeksvoorstellen
- aanleveren van referentensuggesties voor de evaluatie van onderzoeksvoorstellen, met name in de vrije competitie
- bijdragen aan de ontwikkeling van de strategie en het beleid van CW
- organiseren van een gezamenlijke (eventueel geclusterde) jaarlijkse wetenschappelijke bijeenkomst.

In dit hoofdstuk vindt u een overzicht per studiegroep van de ontwikkelingen en hoogtepunten van het afgelopen jaar.

4.1 Analytische scheikunde

Ruwe aardolie onder het vergrootglas

Kennis van fysisch-chemische eigenschappen, zoals dichtheid, viscositeit en zwavelgehalte, is cruciaal voor een optimale verwerking van ruwe aardolie. De huidige methoden om deze eigenschappen te bepalen zijn bewerkelijk en kunnen niet in een olieraffinaderij of op een boorplatform uitgevoerd worden. Als alternatief is in de groep van Weckhuysen (Universiteit Utrecht) onderzoek uitgevoerd naar de bruikbaarheid van gecombineerde spectrometrie en chemometrie. Zes verschillende spectroscopische technieken zijn bestudeerd: infrarood, nabij-infrarood, Raman, UV-Vis, $^1\text{H-NMR}$ en $^{13}\text{C-NMR}$. Aangetoond is dat de combinatie van

infraroodspectroscopie en chemometrie een waardevol alternatief biedt voor de bepaling van diverse fysisch-chemische eigenschappen van ruwe aardolie. Deze methodiek kan *on site* worden toegepast. De ontwikkelde modellen zijn zelfs geschikt om de eigenschappen van het olieresidu na twee destillatiestappen te voorspellen aan de hand van het spectrum van de oorspronkelijke ruwe olie. De methode kan ook worden gebruikt voor mengsels van verschillende typen ruwe aardolie. Het blijkt mogelijk de bijbehorende spectra te simuleren uit de data van de samenstellende oliën. Dit biedt de mogelijkheid om grote aantallen mengsels te karakteriseren zonder ze te bereiden.

Snelle diagnose van tuberculose

De wereldwijde groei van tuberculose wordt door de World Health Organization gezien als een acuut probleem. Alleen een vroege diagnose gevolgd door adequate behandeling kan deze ziekte bestrijden. Tot op heden bestaat er echter geen snelle manier om tuberculose in een vroeg stadium betrouwbaar aan te tonen. De huidige methoden zijn onvoldoende specifiek, wat resulteert in een te grote kans op een vals-positieve diagnose. In samenwerking met het Tropeninstituut heeft de groep van Schoenmakers en Janssen (Universiteit van Amsterdam) een nieuwe methode ontwikkeld voor de snelle en specifieke detectie van tuberculosebacteriën in humaan sputum. Het sputum kan bijna direct ingebracht worden in een geavanceerde injector, gekoppeld aan een gaschromatograaf uitgerust met massaspectrometrische detectie. Na de injectie wordt het sputum automatisch gedroogd, gederivatiseerd en geanalyseerd. Door de parallelle detectie van meerdere biomarkers is het mogelijk om de tuberculosebacteriën te identificeren op een zeer laag niveau, wat vroege diagnose mogelijk maakt.

Bijeenkomst

De bijeenkomst van de studiegroep in 2009 werd georganiseerd in samenwerking met de Nederlandse Vereniging voor Massa Spectrometrie. Deze samenwerking versterkte het programma en verhoogde het aantal deelnemers. Hoogtepunten waren de overzichtslezing over verschillende typen massaspectrometers door Andries Bruins (Rijksuniversiteit Groningen) en de avondlezing van Renato Zenobi (ETH Zürich) over atmosferische ionisatie-technieken.

De studiegroep Analytische scheikunde houdt zich bezig met het ontwikkelen en verbeteren van analytische methoden en technieken en met de toepassing ervan op talloze gebieden binnen onderzoek, industrie en maatschappij. Binnen de studiegroep is veel activiteit op het gebied van scheidingsmethoden en massa spectrometrie. Deze technieken worden vaak in combinatie toegepast.

4.2 Biomoleculaire chemie

Flavo-enzym baant de weg voor zenuwvezels

Het flavo-enzym MICAL behoort tot een groep enzymen die normaal betrokken zijn bij de afbraak van biomassa, het ontgiften van toxische verbindingen of de aanmaak van hormonen en antibiotica. MICAL echter heeft een belangrijke functie in onze hersenen, aldus een recente publicatie van Van Berkel (Universiteit Wageningen) met Amerikaanse neurobiologen in *Nature*.



Van Berkel

MICAL blijkt voor groeiende uiteinden van zenuwcellen essentieel te zijn bij het vinden van de juiste weg. Deze axonen, die wel een meter lang kunnen worden, kunnen met al hun vertakkingen vele delen van de hersenen bereiken en daar signalen afgeven aan andere cellen. Een groeiend axon snuffelt met zijn groeipunt de omgeving af op eiwitten die de zenuwvezel aantrekken of afstoten. MICAL speelt daarbij een sleutelrol, want het enzym verschaft het axon de mogelijkheid de celwand van lichaamscellen lokaal op te lossen. Dat doet hij met actief bleekwater. MICAL komt niet alleen in zenuwcellen voor, maar is ook aangetroffen in long-, milt- en testisweefsels van jonge en volwassen dieren. Het enzym opereert voortdurend in samenwerking met andere eiwitten, krijgt daarbij signalen van eiwitten buiten de cel en stuurt op zijn beurt eiwitten in de cel aan. De lichaamscellen veranderen daardoor voortdurend van vorm.

Van Berkel heeft de *Nature*-publicatie te danken aan de Amerikaanse neurowetenschapper die hem opzocht op een congres en die meer te weten wilde komen over de zuurstofreactiviteit van flavo-enzymen. Zo ontstond een verrassende samenwerking. Van Berkel zoekt al jaren uit hoe flavo-enzymen precies werken en bestudeert daarnaast ook hun praktische toepassingen. Flavo-enzymen zijn goede biosensoren en kunnen – naast fijnchemicaliën en voedingsmiddelen – ook interessant zijn als bouwstenen voor medicijnen. Met zijn Amerikaanse collega's wil Van Berkel nu verder uitzoeken hoe MICAL samenwerkt met andere eiwitten bij de vorming van organen en welke rol het speelt bij het ontstaan en verloop van kanker. Zijn werk krijgt subsidie vanuit het IBOS-programma (zie pagina 33) waarin ook NWO-CW partner is.

Prijs gaat naar congres

De Nederlandse Vereniging voor Biochemie en Moleculaire Biologie (NVBMB) kende in 2009 haar prijs voor een veelbelovende biochemicus of moleculair bioloog toe aan Luc Brunsveld (Technische Universiteit Eindhoven). De 34-jarige Brunsveld werkt in het multidisciplinaire veld van de chemische biologie aan eiwitinteracties. Hij gebruikte de prijs om

in 2010 het NVBMB-voorjaarsymposium te organiseren, onder de titel *Molecular insights in protein interactions*.

Het gebied van de biomoleculaire chemie bestrijkt de studie naar biomoleculen in de volle breedte. De ontwikkeling en de studie architecturen en de ontwikkeling van het voorspellen van gedrag van complexe modellen is van groot belang.

4.3 Homogene katalyse en coördinatiechemie

Duurzaam gebruik van fosfor

De onderzoeksgroep van Lammertsma, Ehlers en Slootweg (Vrije Universiteit Amsterdam) verkent nieuwe perspectieven die gericht zijn op het duurzaam gebruik van fosfor. Dit essentiële element zal bij een onveranderde consumptie van de wereldvoorraden nog voor het einde van de eeuw schaars worden. Door synthetische methoden te combineren met *high-level*-theoretische modellering worden nieuwe reagentia, op maat gemaakte bouwstenen, nieuwe verbindingklassen, katalysatoren, liganden en (opto-elektronische en polymere) materialen ontworpen met atoom- en stap-efficiënte methoden voor synthetische en katalytische toepassingen. Door het verkennen van de relatie tussen fosfor en koolstof, de elektronische invloed op overgangsmetalen en de valentie van het element fosfor worden onderzoeklijnen ontwikkeld voor een duurzaam en veelzijdig gebruik van organofosforverbindingen. De focus ligt momenteel bij:

- het hergebruiken van bekende organofosforafvalstoffen
- katalytische reacties die organofosforafval elimineren
- overgangsmetaalcomplexen met laagvalente fosforliganden
- duurzame bouwstenen, polydentate liganden en katalysatoren.

De groep slaagde erin om in een éénpotsreactie een zeldzame fosforanaloog van het nog onbekende bis(H_4 -cyclobutadieen)ijzer(0)-complex te synthetiseren: het 16e sandwich-complex $[Fe(P_2C_2^tBu_2)_2]$. Voor dit aan het bekende ferrocene gerelateerde systeem zijn interessante toepassingsmogelijkheden. Een illustratie van het werk sierde het omslag van *Angewandte Chemie*.

Meer zichtbaarheid

De studiegroep Homogene katalyse en coördinatiechemie heeft in maart 2009 haar jaarlijkse bijeenkomst gehouden tijdens de Netherlands Catalysis and Chemistry Conference in Noordwijkerhout. Vrijwel alle groepen waren



Groep
Lammertsma,
Ehlers en
Slootweg

vertegenwoordigd met een of meer lezingen van een promovendus of postdoc. De postersessie was van indrukwekkend hoog niveau. Het aantal leden is het afgelopen jaar weer gegroeid. In de bestuursvergadering werd besloten om verder te werken aan de zichtbaarheid van de studiegroep. Zo streeft de studiegroep ernaar om de komende jaren weer een belangrijke internationale conferentie naar Nederland te halen. Een bod om de International Society of Heterocyclic Chemistry in 2016 in Amsterdam te houden is in de maak.

Activiteiten van de werkgroep Homogene katalyse en coördinatiechemie zijn gericht op de synthese, structuur, eigenschappen, reactiviteit en toepassingen van de moleculaire complexen van metalen en metaalionen. Dit omvat alle aspecten van coördinatiechemie en organometaalchemie, de twee richtingen die het hart van homogene katalyse en bioanorganische chemie vormen.

4.4 Chemie van de vaste stof en materiaalkunde

Licht biedt leven een helpende hand

Circulair gepolariseerd licht (CPL) in gebieden in het heelal waar sterren gevormd worden zou wel eens de oorzaak kunnen zijn voor het optreden van linkshandigheid in de natuur. De chemische effecten van CPL op moleculen zijn echter erg klein. Daarom was het nog nooit gelukt om er daadwerkelijk hoge enantiomere overschotten mee te maken.

In een artikel in *Nature Chemistry* heeft Noorduin uit de groep van Vlieg (Radboud Universiteit) nu met behulp van een ECHO-subsidie van NWO-CW aangetoond dat bestraling van een mengsel van gelijke hoeveelheden kristallen van een links- en rechtsdraaiende vorm van een aminozuur met CPL wel degelijk een volledig pure enantiomere fase kan opleveren. Door de kristallen voortdurend te blijven vermalen tijdens de bestraling wordt na verloop van tijd een enantiomere fase gevormd, waarvan de links- of rechtsdraaiendheid volledig wordt bepaald door de richting van polarisatie van het CPL.

Deze resultaten laten duidelijk de mogelijke invloed zien die CPL kan hebben gehad op het optreden van moleculaire asymmetrie in de natuur. Dat is van groot belang voor de eenhandigheid die in bijna alle biologische moleculen optreedt.

Nieuwe onderzoeksgroep

Gedreven door het energie- en klimaatprobleem hield Bernard Dam op 11 november 2009 zijn oratie aan de Technische Universiteit Delft. Zijn

nieuw opgezette groep 'Materials for energy conversion and storage' gaat zich richten op de ontwikkeling van functionele materialen voor duurzame energietoepassingen. Dit betreft onder meer het splitsen van water in waterstof en zuurstof onder invloed van zonlicht, de opslag van waterstof in metalen en de ontwikkeling van waterstofdetectoren op basis van optische fibers.

Het onderzoeksveld van de studiegroep Chemie van de vaste stof en materiaalkunde omvat onder meer nanogestructureerde materialen, dunne films, materialen voor duurzame energie en materialen met nieuwe elektronische eigenschappen en groei/morfologie-verschijnselen. Het veld heeft raakpunten met de moderne vastestoffysica en het kristallografisch onderzoek.

4.5 Eiwitten

De biochemische werking van de reinigingsdienst in ons bloed

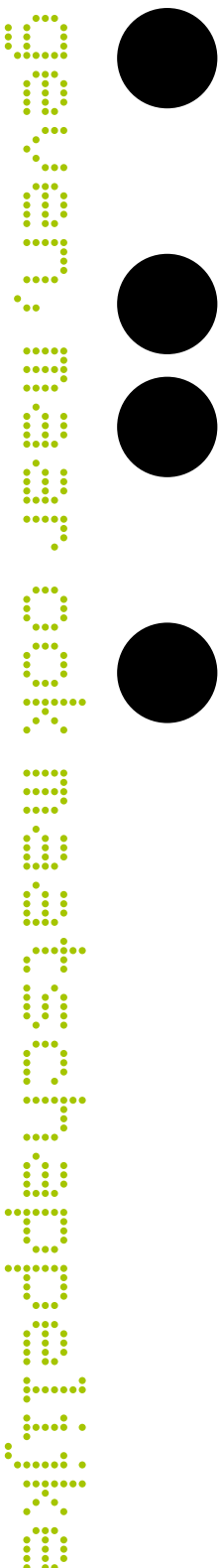
Ons immuunsysteem in het bloedplasma bevat een aantal grote eiwitmoleculen, die samen het zogeheten complementsysteem vormen. Deze eiwitten kunnen samen bacteriën, virussen en ster-vende eigen cellen herkennen en opruimen. Centraal in de kettingreac-tie van dit systeem staat het C3-eiwit. Dit eiwit wordt door een knip geactiveerd, waarna de geactiveerde vorm (C3b genaamd) cellen bindt en initieel markeert. In de centrale en cruciale stap wordt tijdelijk en lokaal veel C3 in C3b omgezet door een instabiel enzymcomplex waar ook C3b weer deel van uitmaakt. Het enzymcomplex wordt gevormd op het aan te vallen oppervlak.

Om de aanval op gezonde eigen cellen te voorkomen beschikken onze cellen over zogenaamde regulatoren. De regulatoren versnellen de afbraak van het enzymcomplex honderd maal en helpen bij de afbraak van C3b, zodat er geen nieuwe complexen gevormd kunnen worden. Op deze manier voorkomen zij dat veel C3b op eigen cellen gebonden wordt en verhinderen zij afbraak.

Met behulp van kristallen van eiwitcomplexen is de groep van Gros (Spinozist 2010, Universiteit Utrecht) er dankzij een TOP-subsidie van NWO-CW in geslaagd het moleculaire mechanisme achter aanval en verdediging op te helderen. Om het labiele enzymcomplex met een half-waardetijd van negentig seconden te kunnen kristalliseren heeft de groep dankbaar gebruikgemaakt van de ziekteverwekker *S. aureus*, die aan het complement ontsnapt door het enzymcomplex tegelijkertijd te blokkeren en stabiliseren. Het resultaat was een tweevoudig enzymcomplex, dat



Joyce Lebbink



aangaf hoe het substraat C3 gebonden wordt om geknipt te worden tot C3b. Daarnaast is de structuur bepaald van het C3b in het complex met de meest voorkomende regulator: 'factor H'. Factor H bindt in langgerekte toestand en duwt daardoor het katalytisch fragment van het enzym-complex. Vervolgens biedt het complex C3b-factor H kans voor weer een ander enzym om C3b te knippen tot een inactieve variant.

Het kennen van de onderliggende moleculaire mechanismen biedt nieuwe kansen om medicijnen te ontwerpen tegen infectieziekten of een overgevoelige immuunreactie.

Reparatiesysteem in reageerbuis

Met een Vidi-subsidie onderzoekt Lebbink (Erasmus Medisch Centrum Rotterdam) hoe in DNA kopieerfouten worden gecorrigeerd door het 'mismatch-reparatiesysteem'. De eiwitten in dit systeem herkennen en verwijderen verkeerd ingebouwde DNA-basen op een gecontroleerde, stapsgewijze manier. Ook controleren ze DNA-uitwisselingsstappen in andere processen waar schade wordt hersteld. Lebbink probeert dit samenspel in detail te ontrafelen door het in een reageerbuis gecontroleerd na te bootsen met gezuiverde eiwitcomponenten en DNA-substraten.

Gezamenlijke studiegroepbijeenkomst

Ook dit jaar is er een gezamenlijke bijeenkomst gehouden samen met de studiegroepen Lipiden en biomembranen en Nucleïnezuren. De bijeenkomst vond begin december plaats in Veldhoven.

In de studiegroep Eiwitten staat het begrip van de functie en structuur van eiwitten centraal. Dit is van cruciaal belang om inzicht in fundamentele biochemische processen te krijgen.

4.6 Farmacochemie

Het gesulfateerde N-eindstuk bootst binding door de C5a-receptor uitstekend na!

De C5a-receptor (C5aR) is een aan G-eiwit gekoppelde receptor die aanwezig is in het celmembraan van neutrofielen, monocytten en macrofagen. Deze receptor speelt een grote rol in ontstekingsreacties. Binding van liganden aan C5aR vindt plaats aan het N-terminale extracellulaire gedeelte van de receptor, waarin twee tyrosine aminozuurresiduen voorzien zijn van een sulfaatgroep.

De groep van Liskamp en Van Strijp (Universiteit Utrecht) wilde weten of dit N-eindstuk bruikbaar was om de binding van liganden eraan te onderzoeken. Het zou immers een uitkomst zijn als we een dergelijk veel kleiner molecuul dan C5aR konden gebruiken om de bindingssterkte van allerlei liganden relatief snel te bepalen. Op deze manier zouden (ant)agonisten van het natuurlijke ligand C5a ontwikkeld kunnen worden, om het ontstekingsproces af te remmen.

Een groot molecuul dat heel goed bindt aan C5aR is het eiwit CHIPS, dat geproduceerd wordt door bacteriën en de ontsteking sterkt remt. De groep heeft een nieuwe methode ontwikkeld voor de synthese van gesulfateerde peptiden. Daarna vond ze dat het gesulfateerde eindstuk bijna net zo goed in staat is CHIPS te binden als de hele C5a-receptor. Met dit kleine eindstuk was het mogelijk om via NMR in moleculair detail naar de binding te kijken en de sterkte daarvan te bepalen uit het warmte-effect (calorimetrie: ITC). We stelden vast dat alle twee de gesulfateerde aminozuurresiduen echt nodig zijn voor een zeer sterke (nanomolaire) binding en dat het tweede gesulfateerde tyrosine residu (sY-14) het belangrijkste is.

Het gesulfateerde eindstuk bootst binding door de C5a-receptor dus uitstekend na en kan goed gebruikt worden voor het vinden van andere liganden die binden aan C5aR. Een van de benaderingen hierbij is om kleinere varianten van het eiwit CHIPS, dat te sterk immunogeen is voor medische toepassingen, te synthetiseren. CHIPS wordt dus als het ware in kleinere stukken 'gehakt'. Op deze manier is al een eerste verbinding ('CHOPS') gevonden.

Multicomponentenreactie

Orru en Ruijter (Vrije Universiteit Amsterdam) c.s. vestigden een wereldrecord met hun nieuwe multicomponentreactie. Acht eenvoudige, commerciële bouwstenen reageren in één pot tot een complex product, waarbij negen nieuwe bindingen ontstaan. De reactie verloopt onder hoge atoom- en stapefficiëntie, met als enige bijproduct water. Het record haalde *Angewandte Chemie* (hot paper) en *Nature* (Highlight), maar ook de *Spits*. Deze chemie opent de weg naar gevarieerde bibliotheken van complexe biologisch actieve stoffen. (zie ook pagina 48)

Farmacochemie is een op de chemie gebaseerde discipline met aspecten van de biologische, medische en farmaceutische wetenschappen. Leden uit deze studiegroep houden zich bezig met het ontdekken, ontwerpen, identificeren en bereiden van biologisch actieve verbindingen, de interpretatie van interacties op moleculair niveau, de bepaling van relaties tussen structuur en activiteit en tussen structuur en eigenschap en de studie van hun metabolieten.



Groep Liskamp-Van Strijp



De grens tussen chemie en fysica is altijd al vaag geweest

prof. dr. Aart Kleyn, directeur FOM-instituut voor Plasmafysica Rijnhuizen en per 15 oktober 2010 directeur Van 't Hoff Institute for Molecular Sciences in Amsterdam, voorzitter van de voorbereidingscommissie voor het NWO-thema Funderend Energieonderzoek.

Enorm potentieel

‘Bij het omschakelen naar duurzame energie heeft vooral biomassa-conversie voor Nederland een enorm potentieel. We hebben al veel industrie, infrastructuur en expertise op het gebied van chemische technologie, en we hebben de universiteit in Wageningen. Dat geeft ons een voortreffelijke uitgangspositie.

Biobrandstoffen

De eerste generatie biobrandstoffen waren een regelrechte ramp, de tweede generatie was al spannender en nu de derde generatie biobrandstoffen in aantocht is, kunnen we langzaam gaan geloven dat er misschien iets uitkomt. Maar om op een slimme manier energie uit biomassa te halen, is nog steeds een grote uitdaging, zeker ook voor chemici.

Niet alles op één hoop

Gelukkig staat de Nederlandse chemie op hoog niveau. Dat niveau moeten we vooral behouden. Het is goed dat NWO-CW de TOP- en ECHO-subsidies verdeelt over drie focusgebieden en niet al het onderzoek op één hoop gooit. Zo wordt over de gehele linie een zeker volume in stand gehouden. Anders ontstaan er al snel *hypes* en vliegen de geldstromen enorm heen en weer. Het kan best zijn dat er in een bepaald vakgebied even niets spannends gebeurt, maar vroeg of laat heb je het weer nodig. Wil de Nederlandse chemie haar vooraanstaande positie in de wereld bewaren, dan moet zij over de gehele linie overeind blijven.

Funderend Energieonderzoek

Energie is nu een van de meest prangende maatschappelijke onderwerpen. Het NWO-thema Funderend Energieonderzoek wil antwoorden zoeken naar vragen op het gebied van energiebronnen, -besparing, -opslag, -transport en -distributie. Biologen, fysici, chemici, wiskundigen, informatici, ingenieurs en gedragswetenschappers werken daarbij samen. Zo'n thema heeft een samenbindend effect, omdat het dwars door alle onderzoeksvelden heensnijdt.

Kunstmatige grens

De grens tussen fysica en chemie is altijd al vaag geweest; soms worden de disciplines zelfs kunstmatig uit elkaar getrokken omdat er nu eenmaal bestuurlijke schotten moeten worden geplaatst. Nu de technologie het toelaat dat fysici steeds complexere systemen gaan onderzoeken, schuiven beide disciplines steeds meer naar elkaar op. Zo participeert NWO-CW in de vrije-elektronenlaser FELIX hier op het FOM-instituut Rijnhuizen. Vroeger lag het niet voor de hand dat chemici investeerden in initiatieven van fysici. Zeker bij energieonderzoek zijn beide disciplines nauw met elkaar verweven. Ik hoop dan ook dat bij het nieuwe FOM-instituut voor Energieonderzoek in Eindhoven chemici een rol van betekenis zullen gaan spelen.’

4.7 Kristal- en structuuronderzoek

Multiferroïca, een veelbelovend nieuw soort materiaal

Multiferroïca vertegenwoordigen een nieuwe klasse functionele materialen die gekenmerkt wordt door zowel magnetische als ferro-elektrische ordening. Volgens het *Science magazine* vormden zij in 2008 een van de 'gebieden om in de gaten te houden'.

De reden voor de populariteit van multiferroïca is dat ze in potentie de grootste koppelingen tussen magnetische en elektrische vrijheidsgraden vertonen. In dergelijke materialen kan de elektrische polarisatie door een magneetveld worden omgedraaid en omgekeerd ook de magnetisatie door een elektrisch veld. Hierdoor zijn er buitengewoon interessante nieuwe toepassingen, zoals het omkeren van een magnetisch geheugen-bit door het aanleggen van een elektrische spanning, of *spin-valves* die met een elektrisch veld geschakeld kunnen worden in plaats van met een magneetveld.

Er is wel een probleem op te lossen: multiferroïca zijn onder normale omstandigheden uitermate zeldzaam. Op het moment is slechts één materiaal bekend dat multiferroïsch is bij kamertemperatuur: BiFeO_3 .

In 2009 heeft de groep van Palstra en Noheda (Rijksuniversiteit Groningen) met behulp van een TOP-subsidie van NWO-CW voor het eerst dunne lagen van TbMnO_3 , een multiferroïcum bij lage temperatuur, laten groeien op substraten SrTiO_3 met behulp van laserdepositie. De magnetische eigenschappen van deze lagen verschillen duidelijk van die van het antiferromagnetisch bulkmateriaal. Dat wil zeggen dat er een netto magnetisch moment is in de dünnere lagen. Bovendien neemt het magnetisch moment lineair toe met afnemende dikte. Diffractie met röntgenstraling uit een synchrotron en transmissie-elektronenmicroscopie laten zien dat er een netwerk van domeinwanden is gegenereerd dat de kristallografische passing vergemakkelijkt. De dichtheid van domeinwanden vertoont dezelfde afhankelijkheid van de dikte ($1/d$) als het geïnduceerde magnetisch moment. Er zijn sterke aanwijzingen dat de domeinwanden van antiferromagnetisch TbMnO_3 in feite ferromagnetisch zijn.

Dit resultaat heeft veel indruk gemaakt op het onderzoeksveld, omdat het nu voor het eerst mogelijk blijkt om de functionaliteit van de laag te verhogen via de domeinwanden en niet via de domeinen zelf.

Alle bekende eiwitstructuren opnieuw bekeken

De onderzoeksgroepen Vriend (Centre for Molecular and Biomolecular Informatics, Nijmegen) en Perrakis (Nederlands Kanker Instituut – Antoni

van Leeuwenhoek Ziekenhuis, Amsterdam) hebben de modellering-methode PDB_REDO ontwikkeld. Daarmee kunnen bestaande modellen voor eiwitkristalstructuren worden verbeterd, zodat hun geometrische structuur beter aansluit bij de biochemische voorkennis én bij de experimentele data. De supercomputers van SARA in Amsterdam hebben geholpen met dit zeer computerintensieve project. De vernieuwde structuurmodellen geven beter inzicht in de biomedische eigenschappen van eiwitten.

Kristallografisch onderzoek aan molecuulstructuren is van groot fundamenteel en praktisch belang voor vele materialen, variërend van anorganische en organische verbindingen tot grote, farmacologisch interessante moleculen. De studiegroep is afhankelijk van grootschalige onderzoeksfaciliteiten, zoals de Vlaams-Nederlandse bundellijn DUBBLE (ESRF, Grenoble) die door NWO en het Vlaamse FWO wordt gefinancierd.

4.8 Katalyse (Nederlands Instituut voor Onderzoek in de Katalyse)

***Shaken, not stirred*: mechanogevoelige autokatalyse**

De onderzoeksgroep van Sijbren Otto (Rijksuniversiteit Groningen) heeft een nieuw mechanisme van autokatalyse ontdekt dat een ongekennde gevoeligheid kent voor mechanische energie.

De onderzoekers bestudeerden een kleine dynamische combinatoriële bibliotheek van moleculen met peptidezijketens, die door disulfide-uitwisseling in elkaar kunnen worden omgezet. De groep heeft onlangs in *Science* beschreven hoe twee typen moleculen uit het mengsel elk hun eigen vorming kunnen katalyseren. Deze twee moleculen gaan daarbij de competitie aan voor een gemeenschappelijk substraat. Het roeren of schudden van de (op het oog homogene) oplossing bepaalt welke van de twee autokatalysatoren deze competitie wint.

Dit opmerkelijke gedrag is het gevolg van zelfassemblage van de replicerende moleculen. Deze leidt tot de vorming van vezeltjes van enkele nanometers in diameter en enkele honderden nanometers in lengte. De vezeltjes groeien vanuit hun uiteinden. Door te roeren of te schudden is het mogelijk om de vezeltjes selectief te breken, waardoor meer uiteinden ontstaan. Dit kan leiden tot exponentiële groei van een van de twee vezeltypes.

Dergelijke exponentiële groei wordt, als gevolg van productinhibitie, slechts zelden gerealiseerd in autokatalytische systemen. Het feit dat



Sijbren Otto,
Jérôme Peyralans,
Marc Stuart

productinhibitie in het huidige systeem geen rol speelt, betekent een belangrijke stap voorwaarts in het onderzoek naar de oorsprong van het leven. Alleen exponentieel groeiende replicatoren zijn in staat om concurrerende replicatoren volledig te doen uitsterven.

De resultaten zijn ook van belang voor de materiaalwetenschappen. De zelfreplicerende moleculen organiseren zich spontaan in nanovezeltjes, waarbij het assemblageproces de vorming van de assemblerende moleculen aanstuurt. Het materiaal synthetiseert zichzelf!

NWO-CW heeft onlangs een ECHO-subsidie toegekend voor vervolgonderzoek.

Nieuwe vijfjarige onderzoeksprijs

In maart 2009 vond de tiende editie plaats van de meer dan geslaagde Netherlands Catalysis and Chemistry Conference te Noordwijkerhout. Ruim vijfhonderd deelnemers hebben genoten van lezingen door zeer gerenommeerde sprekers uit binnen en buitenland. Tevens is de nieuwe vijfjarige onderzoeksprijs *Netherlands Catalysis and Chemistry Award* uitgereikt. De prijs ter waarde van 10.000 euro is ingesteld door de Netherlands Organisation of Catalysis Industries (VIRAN) en de Sectie Katalyse van de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging. De prijs is bestemd voor academische of industriële onderzoekers die in de afgelopen tien jaar hoogstaand onderzoek aan katalysatoren hebben gedaan in Nederland of België. Hij ging dit jaar naar Bert Weckhuysen (Universiteit Utrecht) voor zijn baanbrekend spectroscopisch onderzoek naar de werking van heterogene katalysatoren.

De belangen van de studiegroep Katalyse worden behartigd door het bestuur van het Nederlands Instituut voor Onderzoek in de Katalyse (NIOK). Binnen het NIOK werken onderzoekers van acht Nederlandse universiteiten samen op het gebied van homogene, heterogene en biokatalyse. Het NIOK zet zich in voor de versterking van het Nederlands katalyseonderzoek en -onderwijs, via samenwerking tussen de academische wereld, het bedrijfsleven en de overheid.

4.9 Lipiden en biomembranen

Fluorescerende biosensoren belichten de dynamiek van sleutelmoleculen

Biomembranen hebben een primaire functie als grensvlak en diffusiebarrière. Daarnaast wordt in toenemende mate de betekenis duidelijk van de extreme dynamiek van biomembranen en van de vele moleculaire interacties, zowel binnen de membraan als geassocieerd daaraan. Deze vormen de basis voor de belangrijkste processen in de cel als het gaat om signaaltransductie, metabolisme en transport.

Het grote gebrek aan kennis van membraaneiwitten, hun dynamiek, laterale organisatie en de biochemie van lipide-second messengers en -metaboliëten vormt een enorme uitdaging. Daarom heeft de European Science Foundation het EuroMembrane-programma gelanceerd en ondersteunt NWO-CW daarbinnen vier Nederlandse onderzoeksgroepen die in verschillende netwerken actief zijn. Bij één daarvan, het Trappsnetwerk, staan fosfoinositiden in de membraan centraal.

Deze signaallipiden spelen een cruciale rol bij de productie van (lipide-) second messengers en het rekruteren van sleutelenzymen aan de membraan. De signaaltransductieroutes die ze aanschakelen regelen onder andere celmigratie, celpolarisatie en celdeling. Afwijkingen in deze cascades veroorzaken diverse meer of minder ernstige medische problemen zoals allergie, hartfalen, carcinogenese en metastase.

De laterale organisatie in de membraan van fosfoinositiden en van de betrokken enzymen is echter grotendeels onbekend. Maar ook de lokale enzymactiviteit die nodig is om cascades in gang te zetten is onbekend. In het Trappsnetwerk worden de biochemisch lastig te hanteren lipiden gevisualiseerd met sensoren die lipiden binden en tegelijk fluoresceren. Deze aanpak wordt gecombineerd met nieuwe ultrasolutie-fluorescentiemicroscopie. Tevens worden met behulp van methoden uit de synthetische biologie functionaliteiten gekoppeld aan de enzymen die lipiden metaboliseren en ermee interacteren.

Zodoende kunnen enzymen *on demand* naar de membraan worden gestuurd. Ook kan hun activiteit veranderd worden of gaan ze een gedwongen interactie aan met andere membraaneiwitmoleculen. Dit stelt ons in staat om de dynamiek van deze membraancomponenten te manipuleren en te visualiseren in levende cellen.

Het onderzoek binnen de studiegroep Lipiden en biomembranen richt zich op de biogenese, organisatie, regulatie en functie van biologische membranen. Het onderzoek is veelal multidisciplinair van aard. Het bevindt

zich op het grensvlak van chemie, (bio)fysica, biomedische wetenschappen, farmacie, celbiologie en informatica. Recente technologische ontwikkelingen in lipidomics, biomoleculaire microscopie, bio-informatica en modellering geven dit dynamische vakgebied enorme nieuwe mogelijkheden.

4.10 Macromoleculen

Een moleculaire trekschakelaar voor chemische reacties

De onderzoeksgroep-Sijbesma (Technische Universiteit Eindhoven) heeft een geheel nieuwe manier ontwikkeld om chemische reacties te starten. Door te trekken aan een polymeerketen – een moleculair koord – wordt een katalysator van een slapende naar een actieve vorm omgeschakeld. Het onderzoeksteam met de post-docs Piermattei en Sivasubramanian heeft laten zien hiermee verschillende reacties te kunnen starten, waaronder polymerisaties.



Het is voor het eerst dat mechanische krachten gebruikt worden om katalytische activiteit – een van de meest fundamentele concepten in de scheikunde – onder controle te krijgen. De resultaten vormen de culminatie van werk dat sinds 2002 onder meer in het kader van een Pionier- en een ECHO-project is uitgevoerd.

In het onderzoek, dat gepubliceerd is in het nieuwe tijdschrift *Nature Chemistry*, werd een metaalcomplex gebruikt dat voorzien was van twee lange polymeerketens. Deze complexen werden opgelost en de vloeistof werd blootgesteld aan ultrageluid. Imploderende belletjes in de oplossing zorgen voor een extreem sterke stroming, die de ketens strekt en uiteindelijk het metaalcomplex in twee stukken breekt. Een van die beide fragmenten versnelt chemische reacties.

De vinding opent de mogelijkheid om zelfherstellende materialen te ontwikkelen. Zij versterken zichzelf onder invloed van mechanische spanning.

De vinding zal ook leiden tot onderzoek naar andere toepassingen waarin reacties naar behoeven aan- en uitgeschakeld moeten kunnen worden. Denk bijvoorbeeld aan het spuitgieten van kunststof voorwerpen en chemische synthese op microschaal.

Perfekte polymeren

In de onderzoeksgroep-Herrmann (Rijksuniversiteit Groningen) werd de polymeraseketenreactie gebruikt om perfect gedefinieerde blokkopolymeren te maken tot en met de pentablokarchitectuur en met ultrahog molecuulgewicht. De contouren van de verschillende blokken werden zichtbaar gemaakt met behulp van een speciale mechanische AFM-manipulatietechniek, die tot een opgeblazen circulaire topologie leidt. Het belang van deze ontwikkeling zit hem vooral in de treffende wijze waarop zij laat zien hoe de synthetische limieten van de polymeersynthese kunnen worden opgerekt door methoden uit de moleculaire biologie te gebruiken.

De studiegroep Macromoleculen verenigt onderzoekers met een interesse in macromoleculaire systemen in de breedste zin van het woord. Het onderzoek strekt zich uit van de organische synthese via karakterisering en modellering tot verwerking en toepassing. Toepassingsgebieden zijn mechanische en thermische eigenschappen van polymeren, (nano)composieten en vezels, maar ook biomedische materialen, displays, zonnecellen en geleidende polymeren.

4.11 Nucleïnezuren

Op zoek naar waardevolle DNA-elementen in de afvalberg van ons genoom

De functie van het genoom wordt bepaald door meer dan de genen alleen. DNA-variaties die worden geassocieerd met specifieke ziekten of andere fenotypische kenmerken blijken vaker buiten de genen te liggen dan erin. Studies op het gebied van *high-throughput chromatin immuno-precipitation* (ChIP) laten zien dat transcriptie- en chromatine-eiwitten vaker ver weg dan in de buurt van coderend DNA binden.

Een van de grote uitdagingen in het post-genomicatijdperk is nu om te begrijpen wat de functie is van dit soort stukjes DNA. Een reconstructie van de driedimensionale vouwing van DNA zal hierin onontbeerlijk zijn. In het recente verleden heeft de groep-De Laat (Universiteit Utrecht) laten zien dat het DNA in de levende celkern lussen vormt die ver weggelegen *enhancers* en andere transcriptieregulerende DNA-elementjes in de buurt van genpromotoren brengen, om zodoende transcriptie te reguleren. De Laat heeft dit gedemonstreerd aan de hand van het globinelocus. Vele andere groepen hebben daarna aangetoond dat het hier gaat om een algemeen principe voor genregulatie. De eiwitten die een rol spelen bij de vouwing van het genoom worden momenteel geïdentificeerd. De doorbraak in het onderzoek aan 3D-vouwing van het genoom is



Wouter de Laat

gebaseerd op de ontwikkeling van een biochemische techniek genaamd *chromosome conformation capture* (3C). De Laat en anderen hebben de 3C-technologie verder ontwikkeld tot een *high-throughput*-techniek die het hele genoom kan afspeuren naar stukjes DNA welke in de ruimte van de celkern bij elkaar komen. Ze gebruiken deze techniek – ‘4C-technologie’ – nu om functie te geven aan DNA-elementjes die ver van genen verwijderd liggen en om zodoende interactienetwerken van DNA bloot te leggen die de identiteit van verschillende celtypen bepalen. Naast deze toepassing wordt 4C-technologie ook gebruikt om chromosomale herschikkingen in cellen van patiënten op te sporen en te karakteriseren. De focus daarbij is nu het vinden van genetische veranderingen die een rol spelen bij borstkanker.

Gezamenlijke bijeenkomst van drie studiegroepen

In vervolg op de succesvolle gezamenlijke bijeenkomst van de studiegroepen Nucleïnezuren, Eiwitten en Lipiden en biomembranen in 2008 werd de jaarlijkse bijeenkomst in december 2009 wederom gezamenlijk gehouden. De door de studiegroep Nucleïnezuren uitgenodigde buitenlandse sprekers waren Lynne Maquat (Rochester, NY & US), die sprak over ‘*Nonsense-mediated mRNA decay: Why it matters*’ en Bertrand Seraphin (Straatsburg, FR), die sprak over ‘*Quality and quantity: controlling gene expression through RNA decay*’. De projectleiders waren overwegend positief over de gezamenlijke bijeenkomst.

Nucleïnezuren zijn bepalend voor de opslag en expressie van genetische informatie. De gelijknamige studiegroep richt zich met name op de regulatie van genexpressie, zowel op epigenetisch niveau als op post-transcriptioneel niveau. Reacties tussen eiwit en DNA, en eiwit en RNA en kleine, niet-coderende RNA's spelen een grote rol en zijn speerpunten van het nucleïnezuuronderzoek.



4.12 Ontwerp en synthese

Suikers in actie: grip op de synthese van complexe bacteriële celwandstructuren

Suikers zijn wellicht de meest complexe moleculaire bouwstenen die de natuur gebruikt om fundamentele processen in de cellen van alle organismen te regelen. Omdat het moeilijk is suikers (oligo- en polysacchariden) in voldoende hoeveelheid te isoleren uit de natuur is organische synthese dé manier om deze moleculen in handen te krijgen. Dan kunnen structuur-activiteitsrelaties worden vastgesteld. De synthese van deze verbindingen is echter een grote uitdaging, omdat suikerbouwsteentjes erg op elkaar lijken maar vaak verschillend reageren.

Het onderzoek in de groep Bio-organische synthese van de Universiteit Leiden richt zich op de ontwikkeling van nieuwe syntheses technieken om suikers sneller en beter te kunnen maken. Belangrijk daarbij zijn de fundamentele aspecten van de synthetische-suikerchemie. Aan de hand hiervan kunnen we een beter inzicht krijgen in hoe glycosidische bindingen gevormd worden.

Synthetische studies gericht op de constructie van bacteriële anionische oligosacchariden hebben geleid tot de ontdekking van een uiterst ongebruikelijk reactief intermediair. Promovenda Marthe Walvoort heeft met behulp van koude-temperatuur-NMR het bestaan van een equatoriaal triflaaat aangetoond, dat op basis van de toenmalige suikerchemie-kennis, nauwelijks voor mogelijk gehouden werd. Door het aantonen van dit vreemde deeltje is een nauwkeurig beeld ontstaan van hoe de gebruikte suikerbouwstenen stereoselectief gekoppeld kunnen worden aan een andere suiker. Verder onderzoek heeft geleid tot het inzicht in ongebruikelijke reactiviteit van suikerbouwstenen en de constructie van een heptasaccharide dat voorkomt in de suikermantel van *Micrococcus luteus*, een bacterie welke onder andere hersenvliesontsteking kan veroorzaken.

Naast de fundamentele aspecten worden ook nieuwe syntheses technieken onderzocht om de suikersynthese zo efficiënt mogelijk te maken. Onlangs is er een automatische suikersynthesizer geïnstalleerd om geautomatiseerd langere oligosacchariden te kunnen maken. Ook wordt er begonnen met de implementatie van microreactorchemie, om efficiënter bouwstenen te produceren en nog beter de reactiviteit van de suikerbouwstenen te kunnen onderzoeken.



Floris van Delft

Metaalvrije klik-chemie

De in 2002 ontwikkelde 'klik-reactie' heeft, ondanks haar enorme populariteit, één groot nadeel: de noodzaak om (giftig) koper te gebruiken. Een elegant alternatief zonder koper omvat het gebruik van een ring-gespannen cyclooctyn, maar helaas zijn cyclooctynen lastig verkrijgbaar. In 2009 zijn diverse nieuwe cyclooctyn-syntheses ontwikkeld en toegepast voor cycloaddities met azides, maar ook met nitronen. Het gebruik van metaal-vrije 'klik-chemie' zal de komende jaren dan ook een grote vlucht kunnen nemen.

Het onderzoek binnen de studiegroep Ontwerp en synthese staat centraal in de chemie en omvat het ontwerp en de synthese van complexe organische moleculen en de ontwikkeling van nieuwe synthesesmethodologie. De organische synthese is een zelfstandige discipline die van groot belang is voor het onderzoek binnen andere studiegroepen, zoals Structuur- en reactiviteit, Macromoleculen, Katalyse, en Farmacochemie.

4.13 Procestechnologie



Rob Mudde

Thoraxfoto van bellen in stromende poeders

In veel industriële processen worden poeders gebruikt. Bijvoorbeeld in de farmaceutische industrie, maar evengoed bij allerlei chemische processen. Stromende poeders zijn fascinerend: ze gedragen zich soms als een vloeistof, maar soms ook niet. Door lucht door de poeders te blazen worden de vloeistofachtige eigenschappen versterkt. Dit maakt de poeders uitermate geschikt voor continue processen. Indien de hoeveelheid lucht die door de poeders geblazen wordt een kritische waarde overschrijdt, ontstaan er grote bellen. Deze bellen bevatten bijna geen poeder en zijn dus relatief licht. Net als luchtbellen in water stijgen ze op, daarmee de poedermassa omroerend. De stroming van de bellen bepaalt veel van de eigenschappen van de poedermassa.

Echter, poeders zijn niet transparant; de bellen kunnen dan ook niet zomaar waargenomen worden. Toch is dit hard nodig om wetenschappelijke vooruitgang te boeken. De bellen moeten geobserveerd kunnen worden zonder dat het stromende poeder wordt verstoord. Daarom is de groep-Mudde (Technische Universiteit Delft) enige jaren geleden begonnen met het ontwikkelen van een snelle röntgenscanner. Hiermee is het mogelijk in het poeder te kijken, op een manier die vergelijkbaar is met het maken van röntgenfoto's in een ziekenhuis. Alleen: onze 'patiënt' ligt niet erg stil, maar beweegt voortdurend. Juist die beweging is erg interessant en daarom worden de foto's heel snel achter elkaar gemaakt: zo'n

500 per seconde en dat gedurende vele seconden. Eigenlijk wordt er een snelle film gemaakt, maar dan in twee parallelle meetvlakken. Hierdoor zie je de bellen passeren. Ook kan zo de snelheid van elke bel worden bepaald. Het was een fantastisch moment om, na jaren bouwen en onderzoeken, de eerste bellen op het beeldscherm te zien verschijnen!

In de komende jaren verwacht de groep-Mudde veel plezier van het unieke nieuwe apparaat te hebben. Het geeft Nederlandse onderzoekers prachtige nieuwe mogelijkheden om de fascinerende wereld van stromende poeders te bekijken.

Aanbevelingen

In 2008 is, op instigatie en met financiële steun van de Industriële Raad van de Onderzoekschool Procestechnologie, een *position paper* tot stand gekomen waarin aanbevelingen worden gedaan voor een versterking van de positie en het imago van de procestechnologie. In 2009 heeft dit bijgedragen aan de invulling van initiatieven als het Dutch Separation Technology Institute, het Sectorplan Natuur- en scheikunde, en het nationale Institute for Sustainable Process Technology.

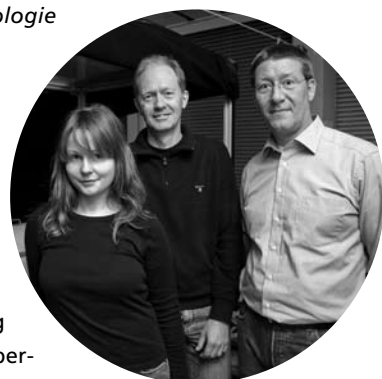
Procestechnologie is het op industriële schaal efficiënt omzetten van grondstoffen in gewenste producten. De studiegroep Procestechnologie bestaat geheel uit de hoogleraren van de drie technische universiteiten, de Rijksuniversiteit Groningen en de Universiteit Wageningen. Zij participeren in de landelijke Onderzoekschool Procestechnologie. De studiegroep organiseert jaarlijks met de onderzoekerschool en het platform Nederlandse Procestechnologie het Nederlands Procestechnologie Symposium in Veldhoven.

4.14 Structuur en reactiviteit

Moleculaire spionnen verraden glasovergang in polymeerfilms

Polymeren gaan bij een bepaalde temperatuur over van een glasachtige in een rubberachtige toestand. Deze glasovergang is van groot belang voor allerlei toepassingen, want in de rubberachtige toestand is het materiaal zachter en is er meer vrije ruimte aanwezig waarin de polymeerketens kunnen bewegen.

De groep-Brouwer (Universiteit van Amsterdam) gebruikt Single Molecule Spectroscopy en doet met de fluorescentiemicroscopie metingen aan individuele moleculen. Door ze één voor één te bekijken kun je zien hoe groot de verschillen zijn tussen moleculen die in verschillende nano-omgevingen



Groep-Brouwer

zitten. Het idee alleen al dat je een experiment kunt doen met één molecuul blijft fascinerend! In de scheikunde is dat immers de absolute limiet.

De groep koos voor kleurstofmoleculen – waarvan de fluorescentie makkelijk aan en uit te schakelen is – en stopte ze in polymeerlaagjes. De moleculen werden bekeken bij temperaturen van een paar graden onder en een paar graden boven de glasovergangstemperatuur van het polymeer. Volgens verwachting bleek dat alle moleculen in de glas-toestand sterk fluoresceren, maar in de rubbertoestand niet. Als je de temperatuur geleidelijk verhoogt tot in het gebied waar de glasovergang plaatsvindt, gaan de moleculen één voor één van de fluorescerende naar de niet-fluorescerende toestand. Als je ze weer afkoelt gaan ze één voor één weer licht geven. Het is alles of niets. Dat hadden we helemaal niet verwacht. Elk molecuul ziet als het ware zijn eigen glasovergang, terwijl in het hele polymeersample de overgang plaatsvindt in een traject van ca. 5 graden.

Het is moeilijk te geloven dat de overgang voor elk molecuul werkelijk zo abrupt is, dus nu probeert de groep in te zoomen en te kijken hoe scherp die overgang nu precies is. Het eerste deel van dit werk is onlangs gepubliceerd in het *Journal of The American Chemical Society*.

European Research Grant

Ferdinand Grozema, onderzoeker Opto-elektronische Materialen van de Technische Universiteit Delft heeft van de European Research Council een Starting Grant ontvangen. Hij gaat nieuwe moleculen ontwikkelen waarin een invallend lichtdeeltje niet één, maar meerdere elektronen kan losschieten. Dat kan het rendement van zonnecellen verbeteren.

De studiegroep Structuur en reactiviteit onderzoekt de factoren die chemische bindingen in en tussen moleculen bepalen. De studiegroep bestudeert interacties tussen moleculen, met als doel om grotere functionele eenheden van moleculen te creëren. De eigenschappen van geïsoleerde moleculen en van grotere eenheden van moleculen worden bestudeerd met microscopische en optische technieken.



4.15 Spectroscopie en theorie

Micro NMR van vaste stoffen in het nanoliter-regime

Micro Magic Angle Spinning (μ MAS) kernspinresonantie combineert de veelzijdigheid van hoge resolutie-MAS NMR met de superieure gevoeligheid van geminiaturiseerde detectiespoeltjes. In de groep-Kentgens (Radboud Universiteit) zijn met behulp van een NWO-Groot-subsidie nieuwe NMR-technieken en probes ontwikkeld. Ze zijn gebaseerd op solenoïde microspoeltjes van 200 tot 400 micrometer in diameter en maken het mogelijk de detectielimiet voor NMR-analyses van vaste stof terug te brengen van milligrammen tot enkele microgrammen.

Het is fascinerend te zien dat het mogelijk is in een paar scans proton-NMR-spectra van 40 tot 80 nanoliter van een kleine peptide te verkrijgen. De groep toonde aan dat laaggevoelige X-kernen indirect kunnen worden waargenomen via hun koppeling met de protonen. Met deze gevoeligheid komen ook NMR-spectra van microkristallen, georiënteerde fibers en dergelijke binnen bereik en kan men naast de grootte ook de oriëntatie van de NMR-interacties bepalen. Dit maakt het mogelijk om de oriëntatie of mobiliteit van lokale moleculaire (sub)eenheden te koppelen aan de externe structuur van een materiaal. En dit draagt weer bij aan een beter begrip van de relaties tussen structuur en functie.

Maximale wanorde leidt tot orde

Chirale moleculen zijn moleculen met een spiegelbeeld dat niet gesuperponeerd kan worden op het oorspronkelijke molecuul. Te vergelijken met het spiegelbeeld van een linkerhand, dat een rechterhand is. Dergelijke moleculen vormen geordende structuren op oppervlakken.

Als er meer van de oorspronkelijke moleculen aanwezig zijn dan van het spiegelbeeld, zullen alleen de oorspronkelijke moleculen zich ordenen, zo heeft de groep-Raval in Liverpool onlangs laten zien. Dat is zeer belangrijk, onder andere voor de productie van medicijnen.

Simulaties van Tonek Jansen van de Technische Universiteit Eindhoven hebben laten zien dat het in Liverpool ontdekte gegeven een gevolg is van het feit dat de moleculen neigen naar een maximale wanorde. Deze wanorde wordt bereikt wanneer de moleculen die niet ordenen uit evenveel oorspronkelijke en spiegelbeeldmoleculen bestaan. Er blijft dan maar één type molecuul over dat kan ordenen. Het werk is gepubliceerd in *Nature Chemistry*.



Tonek Jansen

Gezamenlijke bijeenkomst

In februari 2010 is de eerste gemeenschappelijke bijeenkomst van vier NWO-CW studiegroepen gehouden rond het thema *Chemistry related to Physics & Material Sciences*. Door de aanwezigheid van verschillende aanpalende expertises is dit een uitermate succesvolle bijeenkomst geworden, waarbij optimaal gebruik is gemaakt van de mogelijkheden tot kruisbestuiving.

De studiegroep Spectroscopie en theorie versterkt de onderlinge samenwerking tussen onderzoekers op dit gebied en ook de samenwerking tussen de theoretische chemici en experimentatoren. Met vereende krachten trachten zij moleculaire systemen te begrijpen, om hierdoor uiteindelijk ook hun structuur, interactie en chemie te kunnen controleren.

4.16 Vloeistoffen en grensvlakken

Theorie in de praktijk

Nanocomposieten zijn mengsels van fijn verdeelde deeltjes in een matrix, waarbij een van de afmetingen van deze deeltjes niet groter is dan een duizendste millimeter. Een belangrijke klasse nanodeeltjes met bijzondere materiaaleigenschappen wordt gevormd door zogeheten koolstofnanobuisen. Verdeeld in een polymeermatrix vormen deze vanaf een bepaalde concentratie een open netwerk, dat niettemin het hele composietmateriaal omvat. De vorming van een dergelijk netwerk wordt percolatie genoemd.

De thermische, mechanische en elektrische eigenschappen van het polymeer verbeteren sterk op de percolatiegrens, wat een scala aan toepassingen met zich meebrengt. De percolatiegrens blijkt door de enorme langgerektheid van de nanobuisjes erg laag, minder dan een tiende procent van het gewicht. Hierdoor is het mogelijk om met zeer kleine hoeveelheden van dit vulmateriaal een nanocomposiet met sterk verbeterde eigenschappen te maken.

Het optimaliseren van bijvoorbeeld de elektrische percolatiegrens blijkt echter problematisch, omdat er een enorme spreiding is in gemeten percolatiegrenzen, zelfs bij schijnbaar gelijke productieomstandigheden.

Otten en Van der Schoot (Technische Universiteit Eindhoven) presenteerden in *Physical Review Letters* een theoretisch model dat het effect beschrijft van een willekeurige deeltjesgrootteverdeling op de percolatiegrens van nanocomposieten. Dit is zinvol, omdat de in de praktijk gebruikte nanodeeltjes een sterke variatie in vorm en/of grootte vertonen. De onder-

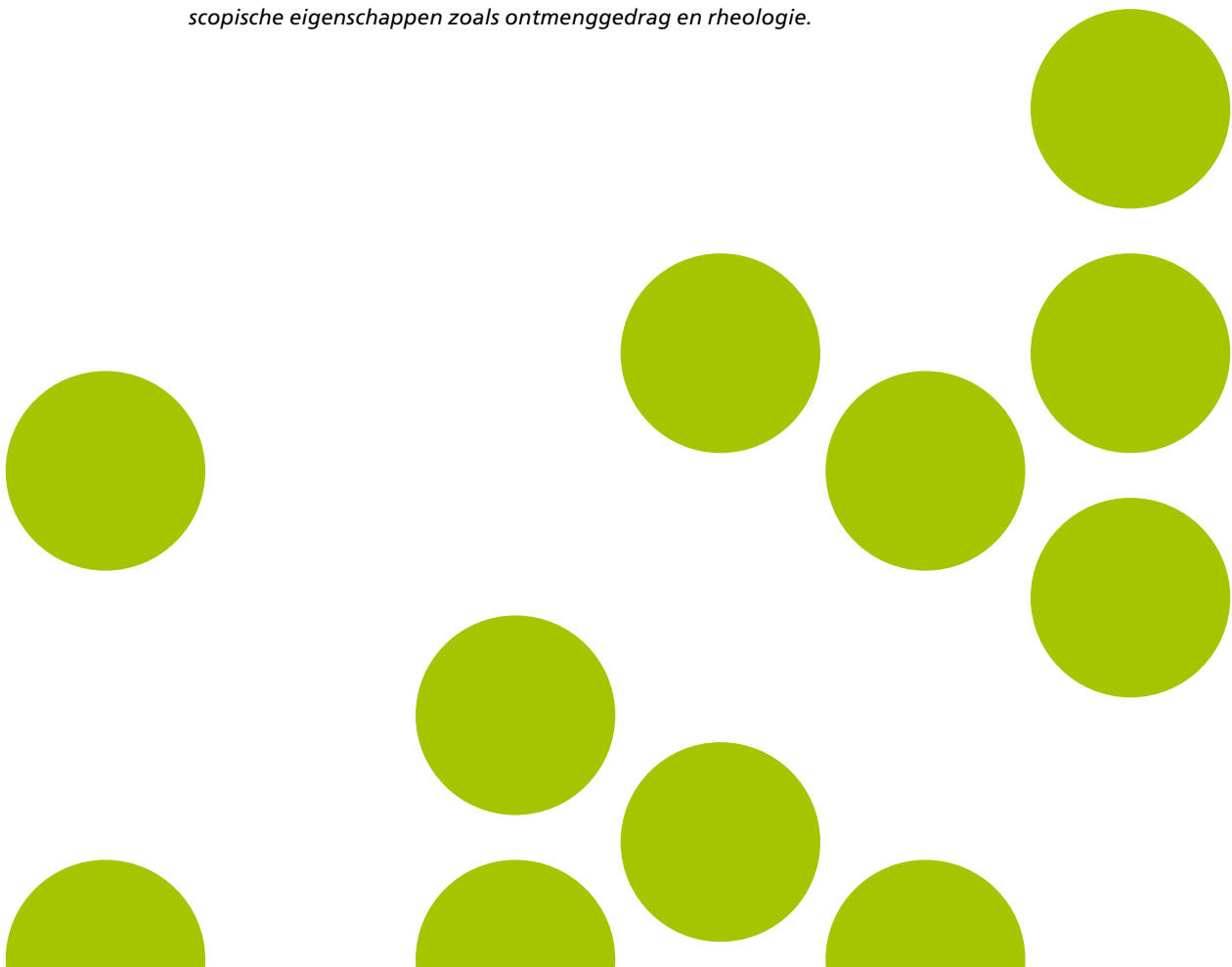


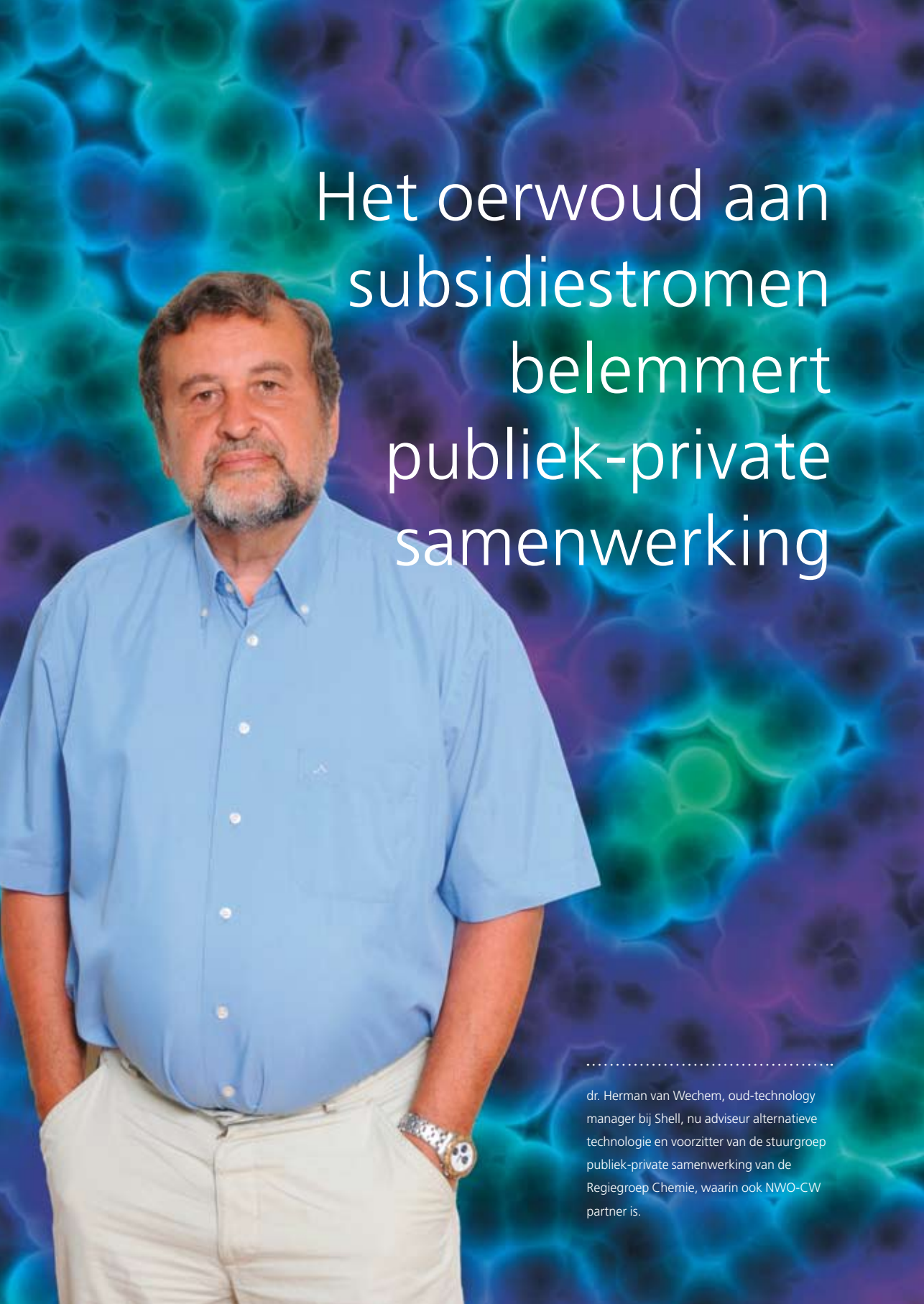
Ronald Otten

zoekers laten zien dat zelfs als voor verschillende systemen de deeltjes gemiddeld even lang of breed zijn, verschillen in verdelingen toch leiden tot grote verschillen in de percolatiegrens.

Omdat in het model oneindig veel afmetingen worden toegelaten is het wiskundige werk uiterst gecompliceerd, maar het was een aangename verrassing dat het uiteindelijke resultaat toch hanteerbaar was. Hieruit wordt direct duidelijk hoezeer de percolatiegrens afhangt van de vorm van de verdeling en waardoor de grote verschillen in experimentele waarnemingen ontstaan. Het model laat ook zien hoe de aanwezigheid van niet-geleidende deeltjes de percolatiegrens verhoogt. Dat is van belang voor de praktische ontwikkeling van de nanocomposieten.

Het onderzoeksgebied van de studiegroep Vloeistoffen en grensvlakken behoort tot dat van de fysische chemie. Onderwerpen van onderzoek zijn onder meer het mechanisme van structuurvorming in termen van de eigenschappen van de moleculen, de eigenschappen van de gevormde structuren, en het effect van de structureigenschappen op macroscopische eigenschappen zoals ontmenggedrag en rheologie.





Het oerwoud aan subsiestromen belemmert publiek-private samenwerking

dr. Herman van Wechem, oud-technology manager bij Shell, nu adviseur alternatieve technologie en voorzitter van de stuurgroep publiek-private samenwerking van de Regiegroep Chemie, waarin ook NWO-CW partner is.

Gemeenschappelijke basiskennis

'Nederland is goed in publiek-private samenwerking. Er zijn de afgelopen tien jaar belangrijke programma's opgezet waarin industrie en wetenschap gezamenlijk kennis ontwikkelen. Ze doen onderzoek dat mogelijk tot nieuwe toepassingen leidt, maar dat voor één bedrijf te risicovol is om in te investeren. Zo ontstaat op een efficiënte manier gemeenschappelijke basiskennis, die bijvoorbeeld door Shell voor energietoepassingen wordt gebruikt, door DSM voor geneesmiddelen en door AkzoNobel voor harsen en vernis.

Kleinschalig succesvol

De laatste tijd komen we er steeds meer achter dat naast de bestaande programma's er ook behoefte is aan meer kleinschalige projecten, waarin onderzoekers uit de industrie en uit de wetenschap fysiek bij elkaar komen om samen ergens aan te werken. Er wordt dan heel gemakkelijk kennis uitgewisseld en dat men elkaar persoonlijk leert kennen is bovendien gunstig voor de carrièreperspectieven van jonge wetenschappers én voor de recruteringsdoelen van de industrie.

Modelcontracten

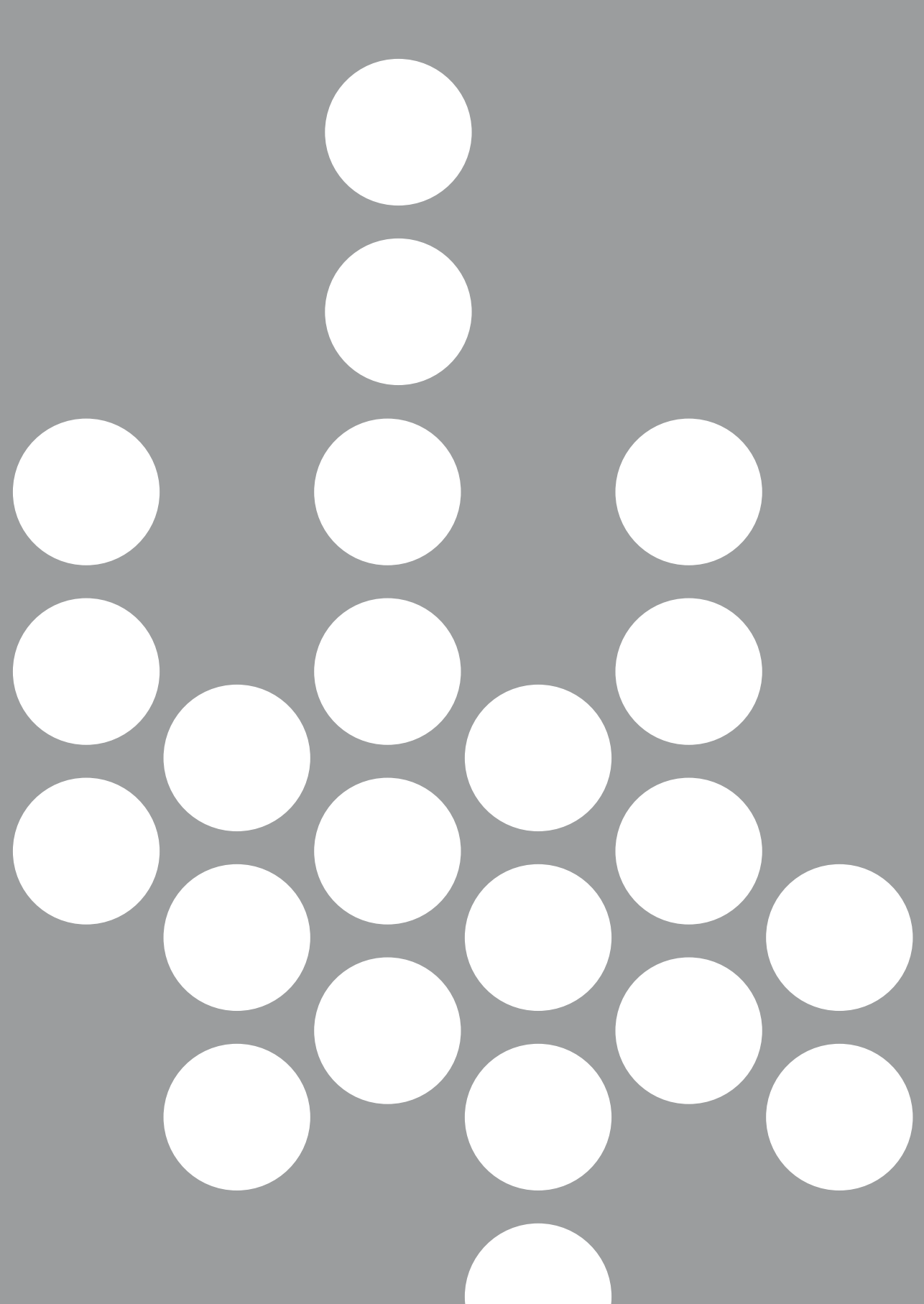
Maar er zijn ook uitdagingen. Zo is het enorm tijdrovend om een publiek-private samenwerking op te zetten. Hoe regel je het intellectueel eigendom op eventuele vindingen, wie mag welke kennis gebruiken en wie betaalt welke kosten? Het is zonde van de energie om over al dit soort kwesties steeds opnieuw uitvoerig te moeten onderhandelen. Daarom zijn wij in de Regiegroep Chemie bezig modelcontracten te ontwerpen, die de start makkelijker kunnen maken.

Subsidie-oerwoud

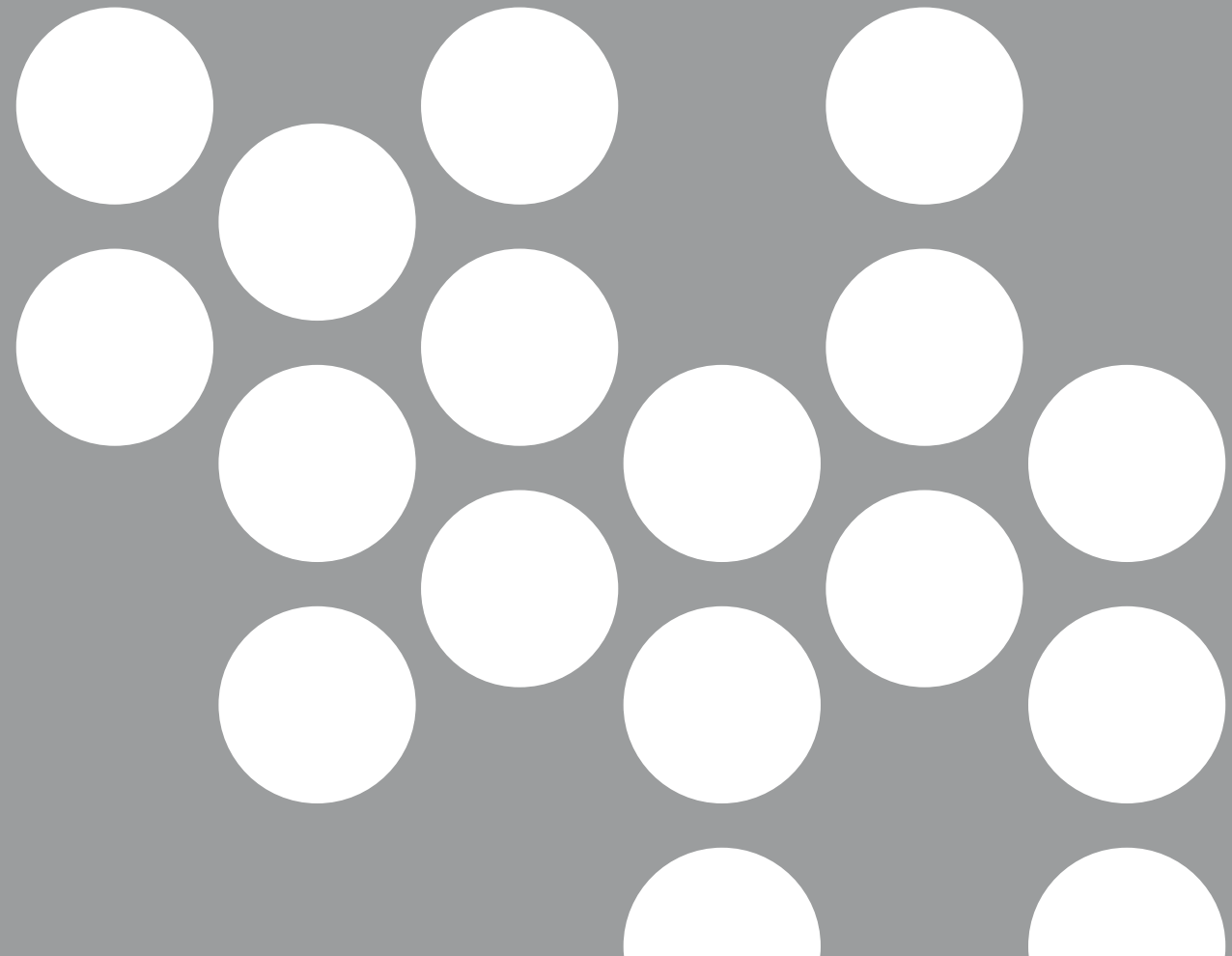
Ook het ondoorzichtige oerwoud aan subsidiestromen is een belemmering. Er zijn veel te veel verschillende potjes, met allemaal hun eigen regels en eisen. Daarbij is subsidiëring ook nog eens voor een beperkte termijn, waardoor het risico bestaat op kapitaalvernietiging: dat een project moet stoppen nog voordat er toepasbare resultaten zijn. Er is dringend behoefte aan harmonisering van het subsidiebeleid en meer continuïteit.

Meebuigen met industrie

NWO-CW heeft bij het opzetten van publiek-private samenwerkingsprogramma's vaak het initiatief genomen en treedt dikwijls op als medefinancier. Ik vind het goed dat het zich pragmatisch en flexibel opstelt en meebuigt met de wensen van de industrie. Misschien zou NWO ook een rol kunnen spelen bij het versimpelen van de subsidiestromen? Dat zou zeer welkom zijn.'



Subsidies, cijfers, mensen



5 Subsidies, cijfers, mensen

Toekenningen 2009

TOP-subsidies en ECHO-projectsubsidies

TOP-subsidies zijn subsidies van 780.000 euro, bedoeld voor gevestigde top-onderzoeksgroepen met een bewezen track record in de (bio-)chemie of chemische technologie. De subsidies bieden deze groepen de vrijheid om excellente, uitdagende en innovatieve onderzoeklijnen te versterken en/of uit te breiden.

ECHO-subsidies zijn projectsubsidies van 260.000 euro, bedoeld voor Excellent Chemisch Onderzoek. Deze subsidies bieden de mogelijkheid om nieuwsgierigheidsgedreven onderzoek van hoge kwaliteit uit te voeren. Zo kunnen creatieve, grensverleggende ideeën worden uitgewerkt, de kiemen worden gevormd voor de onderzoeksthema's van de toekomst en/of kan wetenschappelijke vernieuwing tot stand worden gebracht.

Voor de TOP-subsidies en de ECHO-projectsubsidies is een budget van 10 tot 12 miljoen euro beschikbaar.

www.nwo.nl/cw/top

www.nwo.nl/cw/echo

Toekenningen

Focusgebied Chemie in relatie met Biologie en Medische Wetenschappen

TOP-subsidies

dr. R. Offringa (UL)

"Moleculair kompas" oriënteert plantengroei

prof. dr. V. Subramaniam (UT)

a-Synucleine structuren van klein tot groot

prof. dr. E.P.J.G. Cuppen (NIOB)

Bepaling en modellering van de effecten van heterogeniteit in het erfelijk materiaal op fenotypische verschillen

prof. dr. J.P. Abrahams, dr. N.S. Pannu

(UL) en prof. dr. H.W. Zandbergen (TUD)

Structuurbepaling van eiwit nanokristallen

prof. dr. R. van Grondelle en

dr. J.P. Dekker (VU)

Hoe fotosynthetische membranen schakelen

ECHO-projectsubsidies

prof. dr. B.J.G. Scheres (UU)

Structuur en functie van een plantenhor-moon pomp

prof. dr. M.T.M. Koper en

dr. ir. H.A. Heering (UL)

Ademen door een stroomdraadje

dr. C.H. Hokke (LUMC)

Analyse van schistosoom glycanen in relatie tot ontwikkeling van de parasiet en immuun respons van de gastheer

prof. dr. J.A. Killian (UU)

Moleculaire werking van een bacteriële thermosensor in membranen

Prof. dr. S.J. Marrink en

dr. X. Periole (RuG)

Dynamica van Eiwit Netwerken

Dr. E.G. Huizinga (UU)

Hangen aan een draagje: Hoe herkennen eiwitten collageen tijdens haemostase en immuuncel suppressie?

dr. G.J.C. Veenstra en

prof. dr. ir. H.G. Stunnenberg (RU)

Mechanisme van transcriptie in het embryo

prof. dr. R. Leurs (VU)

Kaping van communicatie eiwitten door het humane cytomegalovirus

prof. dr. G.A. van der Marel (UL)

Stereocontrole in glycosyleringen door oxacarbenium ionen

prof. dr. A. Herrmann (RuG)

DNA block copolymeren: vervaardigen van nieuwe structuren en toepassingen van warmte gevoelige verbindingen.

dr. H. Ovaa (NKI)

Pan-inhibitors van deubiquitinerende enzymen om hun biologie en het geubiquitineerde proteoom te bestuderen.

dr. F.L. van Delft (RU)

Milde chemische gereedschappen voor de bereiding van glycoeiwit look-a-likes

prof. dr. D.B. Janssen (RuG)

Nieuwe enzymen voor groene chemie

dr. M.I. Huber (UL)

Dynamische eiwitcomplexen met spin en licht

Focusgebied Chemie in relatie met Fysica en Materiaalkunde

TOP-subsidies

prof. dr. ing. D.H.A. Blank (UT)

Self-assembled oxidic mesostructures (Zelforganiserende oxidische nanodeeltjes in mesostructuren)

prof. dr. M.J.J. Vrakking (AMOLF)

Moleculen zien reageren met een x-ray vrije-electronenlaser

ECHO-projectsubsidies

dr. D.W.P.M. Löwik (RU)

Op maat knippen

prof. dr. F. Mugele (UT)

Stabiliteit van dunne waterlagen in hydrophobe nanokanalen

dr. B.H. Erné (UU)

Halfgeleidende nanodeeltjes: januskop of nanocycloop?

prof. dr. J.H. van Esch en dr. E. Mendes (TUD)

Zelf-assemblerende interpenetrenderende netwerken

prof. dr. A. van Blaaderen en dr. A. Imhof (UU)

Molecular control of directional colloidal interactions

prof. dr. ir. B. Poelsema en dr. ir. H. Wormeester (UT)

Een nanomateriaalkundige impuls voor 's werelds meest succesvolle katalysator

prof. dr. ir. H.J.W. Zandvliet (UT)

De kunst van het vangen en meten van enkele moleculen

prof. dr. M.H.M. Janssen (VU)

Koude moleculen via een hete chemische terugslag

prof. dr. D.H. Parker (RU)

Afbeeldingen van water en OH-botsingen

Focusgebied Chemie in relatie tot Technologie en Duurzaamheid

TOP-subsidie

prof. dr. ir. A. van den Berg en dr. J.C.T. Eijkel (UT)

Groene energie uit de kraan

ECHO-projectsubsidies

prof. dr. ir. L. Lefferts en prof. dr. J.G.E. Gardeniers (UT)

Elektrische controle van katalytische oppervlakteprocessen

dr. ir. T.J.H. Vlugt en prof. S. Kjelstrup (TUD)

Warmte- en oppervlakte-effecten van zeolietmembranen

prof. dr. J.N.H. Reek en dr. S. Woutersen (UvA)

Bio-geïnspireerde supramoleculaire [NiFeS]-metalloporphyrine assemblies voor de fotokatalytische productie van waterstof

Lees de projectsummaries op de website www.nwo.nl/cw/top en www.nwo.nl/cw/echo.

Vernieuwingsimpuls

De Vernieuwingsimpuls heeft als doel vernieuwend onderzoek een extra impuls te geven. Het is een persoonsgebonden subsidievorm die talentvolle, creatieve onderzoekers de kans biedt onderzoek naar hun keuze uit te voeren. De Vernieuwingsimpuls is ook ingesteld om de doorstroom bij wetenschappelijke onderzoekinstellingen te bevorderen. www.nwo.nl/vi

Vernieuwingsimpuls Veni

De subsidie Vernieuwingsimpuls Veni bedraagt maximaal 250.000 euro. Hiermee kunnen pasgepromoveerden gedurende drie jaar hun ideeën verder ontwikkelen.

Toekenningen

dr. R. Eelkema (TUD)

Plastic vouwen op moleculaire schaal

dr. J. Gascon (TUD)

NEXT CAT-HOIF: designing the next generation of solid catalysts

dr. D.P. Geerke (VU)

Verbeterde modellen voor biomoleculaire simulatie

dr. C. de Graaf (VU)

Gemodelleerde geneesmiddelen zonder bijwerkingen

dr. D.G.H. Hetterscheid (UvA)

Brandstof uit water

dr. A.J. Houtepen (TUD)

Licht en stroom sturen met nanokristallen

dr. H. van Ingen (UU)

DNA op een rolletje eiwit – verstopt en toch niet

dr. S.I. van Kasteren (NKI)

Moleculair verstopperje spelen

dr. T. Kudernac (RUG)

Molecules building tiny metallic patterns

Dr Z. Liu (UL)

Fishing with nano-rods

dr. C.A. Nijhuis (UT)

De elektronische functie van moleculen

Vernieuwingsimpuls Vidi

De subsidie Vernieuwingsimpuls Vidi is bestemd voor onderzoekers die na hun promotie een aantal jaren onderzoek op postdocniveau hebben verricht. De Vidi-subsidie bedraagt maximaal 800.000 euro. Hiermee kunnen de onderzoekers vijf jaar lang een eigen onderzoekslijn ontwikkelen en een of meer onderzoekers aanstellen. De aanvragen worden beoordeeld door wetenschappers uit binnen- en buitenland.

Toekenningen

dr. M.M.A.E. Claessens (UT)

Opbouw en verval van eiwitbouwwerken

dr. J.D.C. Codée (UL)

Synthetische suikermoleculen om het immuunsysteem te activeren

dr. F.C. Grozema (TUD)

Golfbeweging van elektronen

dr. K. Loos (RUG)

Wat wij van pudding kunnen leren

Dr N. Martin (UU)

Binding to bacterial building blocks

dr. J. Neugebauer (UL)

Quantum queeste naar kunstmatige fotosynthese

dr. L. Trantirek (UU)

Chemical signaling and unstructured proteins

dr. P. Gori-Giorgi (VU)

Quantum Theories for difficult systems

Vernieuwingsimpuls Vici

De subsidie Vernieuwingsimpuls Vici bedraagt maximaal 1,5 miljoen euro en is bestemd voor zeer ervaren onderzoekers die een vernieuwende onderzoekslijn hebben ontwikkeld. De wetenschappers behoren tot de top van hun onderzoeksveld en hebben bewezen dat ze als coach voor jonge onderzoekers kunnen optreden. Met deze subsidie kunnen de onderzoekers in vijf jaar tijd een eigen onderzoeksgroep opbouwen of uitbreiden.

Toekenningen

prof. dr. J.L. Herek (UT)

Kunstmatige moleculen op nanoschaal

prof. dr. A. Herrmann (RUG)

Hooking DNA up with other materials

dr. N.A.J.M. Sommerdijk (TU/e)

De geheimen van botten, tanden en schelpen

NWO-Middelgroot

Het NWO-subsidieprogramma voor middelgrote investeringen omvat subsidies voor de aanschaf van apparatuur en voor het opzetten van dataverzamelingen, bijbehorende programmatuur en bibliogra-

fiën. Het betreft urgente investeringen van 110.000 tot 900.000 euro voor vernieuwend onderzoek van zeer hoog niveau. Hieronder 3 toekenningen voor in totaal ruim 1,3 miljoen euro.
www.nwo.nl/cw/investeringen

Toekenningen

dr. F. Ariese, dr. G. van der Zwan en prof. dr. C. Gooijer, Laser Centre (VU)

Scanbaar picoseconde-UV-lasersysteem voor resonante Raman-spectroscopie

dr. W. Bras (NWO)

Een high performance-detector voor een Small Angle X-ray Scattering synchrotronstraling-beamline

prof. dr. M.A. Cohen Stuart en

dr. J.M. Kleijn (WU)

Geautomatiseerde krachtspectroscopie voor het meten van wisselwerkingen in supramoleculaire structuren

dr. ir. D.T.S. Rijkers, prof. dr. R.M.J.

Liskamp en dr. ir. J.A.W. Kruijtzter (UU)

Peptide-synthese: een essentiële techniek voor de chemische biologie

prof. dr. F.P.J.T. Rutjes (RU)

Een nieuwe draai aan moleculair onderzoek in Nijmegen

dr. M. Ubbink (UL)

Ademende Eiwitten: Enzymodynamiek zichtbaar maken met NMR

NWO-Groot

Het programma NWO-Groot is er voor urgente investeringen boven 900.000 euro, waarmee vernieuwend onderzoek van zeer hoog niveau mogelijk wordt. www.nwo.nl/cw/investeringen

Toekenningen

prof. dr. J.P. Abrahams (UL)

Inzoomen op de moleculen van het leven

prof. dr. M. Baldus (UU)

Nieuwe aanpak voor in-situ structurele biologie

dr. B.N.G. Giepmans (RUG – UMC Groningen)

Multifunctionele lasermicroscoop: moleculen en cellen in de schijnwerpers**Rubicon**

Rubicon geldt als een goede opstap voor de Veni-subsidie. Rubicon is bedoeld voor recent of bijna gepromoveerde onderzoekers. Zij ontvangen de beurs wegens hun bewezen talent voor het doen van innoverend en grensverleggend onderzoek. Het (buitenlandse) instituut dat zij gaan bezoeken moet van excellente kwaliteit zijn. Rubicon-subsidies worden toegekend voor een één- tot tweejarige onderzoeksperiode. www.nwo.nl/rubicon

Toekenningen**Maart 2009**

dr. L.E. Bevers (TUD)

IJzer in cellen: van roest tot functioneel eiwit

drs. A.J. Boersma (RUG)

Engineering a protein nanopore for catalysis on the single molecule level**Juli 2009**

ir. J. Beld (ETH Zürich, CH – University of California, San Diego, Department of Chemistry and Biology, US)

Direct interaction between software and molecules, on a compact disc

dr. S. Fenz (Research Centre Jülich, DE – Universiteit Leiden, Biophysics)

How cells use physics to orient

drs. E. Schwartz (RU – Scripps Research Institute US)

Synthetische antilichamen

dr. I. Swart (UU – Universität Regensburg, Fakultät für Physik DE)

Hoe zijn de elektronen verdeeld in een molecuul?**December 2009**

A. Agiral (UT – University of Berkeley, HELIOS Solar Energy Research Center, Lawrence Berkeley National Laboratory, US)

Turning sunlight into clean fuels

dr. R. Angamuthu (LUMC – University of Illinois, Department of Chemistry, US)

Highly stable FeRu and RuRu complexes in electrocatalytic and photocatalytic hydrogen production

G.A.K. Van Baelen (Universiteit Antwerpen – VU Amsterdam, Division of Organic Chemistry)

Atom efficient tandem and multicomponent reactions based on pd-insertion of isonitriles for the synthesis of valuable heterocycles

drs. T. Idema (UL – University of Pennsylvania, Theoretische biofysica US)

Kruipende cellen

drs. W. L. Noorduin (RU – Harvard University, Biomineralization and Biomimetics Lab, US)

Schelpen bouwen met kristallen

dr. A.P. Zoombelt (TU Eindhoven – Stanford University, Chemical Engineering, US)

Moleculaire ordening in organische halfgeleiders

Athena

Met het Athena-programma wil CW de wetenschappelijke carrière van jonge talentvolle vrouwen stimuleren, door een premie te verstrekken aan de vrouwelijke Veni-laureaat op voorwaarde dat zij op een vaste positie benoemd wordt. De Athena-premie bedraagt 100.000 euro en wordt verstrekt voor een periode van maximaal 3 jaar. Na toekenning van de Veni-subsidie kan de Athena-premie worden aangevraagd.

www.nwo.nl/cw/athena

Toekenningen

dr. A. Mohd Sarip

Polycomb Group-eiwitten

dr. A. Rijs

Biologische moleculaire machines

IBOS (Integration of Biosynthesis and Organic Synthesis)

Het ACTS-programma IBOS richt zich op een verandering van strategie in de synthetische chemie. In deze strategie wordt de moleculaire biologie gebruikt bij de synthese van complexe moleculen. Binnen IBOS wordt nauw samengewerkt tussen de wetenschap en de industrie. www.nwo.nl/acts/ibos

Toekenningen

prof. dr. ir. M.W. Fraaije i.s.m. Enzyscreen B.V. (dr. W. Duetz)

A biotechnological process for the production of (+)-carvone

*dr. ir. L.H. de Graaff i.s.m. ProteoNic B.V.
(dr. ir. R.M.D. Verhaert)*

Novel laccases and their enhanced expression in *Aspergillus niger*

JSPS – Bilateral Joint Seminar

NWO heeft een samenwerkingsovereenkomst met de Japan Society for the Promotion of Science (JSPS), die diverse mogelijkheden biedt voor onderzoek in Japan. Aangevraagd kunnen worden bepaalde reis- en ziektekostenverzekeringen. Voor een gezamenlijk te organiseren seminar kan een bijdrage in de kosten worden aangevraagd. De voorwaarden zijn terug te vinden op www.nwo.nl/subsidiewijzer.

Toekenning

prof. dr. I.W.C.E. Arends (TUD)

4th Gratama workshop 'Sustainability in chemistry, chemical technology and biotechnology'

Mozaïek

Het programma Mozaïek is voor talentvolle allochtone afgestudeerden. De kandidaten ontvangen elk 200.000 euro waarmee ze vier jaar lang een promotieonderzoek kunnen uitvoeren aan een universiteit.

Hieronder de chemie-gerelateerde toekenning:

N. Liu (ULINKI – Celbiologie)

Worden antibiotica met uitsterven bedreigd of is er hoop?

Promotor: prof. dr. H.S. Overkleeft, Universiteit Leiden

EuroMEMBRANE Membrane Architecture and Dynamics

Het doel van dit ESF EUROCORES-programma is het beantwoorden van al lang bestaande vragen in de membraanbiologie door gebruikmaking van 'cutting-edge-technologieën'. Dit soort onderzoek vereist een sterke interdisciplinaire samenwerking waarmee de biologische, scheikundige, natuurkundige en computerkundige aspecten van de membranologie omvat worden over een breed dynamisch tijds- en lengtebereik. CW werkt hierin samen met het NWO-gebied Aard- en levenswetenschappen.

Toekenningen

prof. dr. Th.W.J. Gadella (UvA)

Tracking of Phosphoinositide Pools – Key Signalling Components in Cell Migration and Polarisation

dr. C. Rabouille (UMCU)

Unconventional Protein Secretion

Financieel overzicht

LASTEN	2007	2008	2009	2010
CW-projecten en -programma-subsidies	768	424	208	266
TOP-/ECHO-subsidies	6554	8733	11456	12807
Vrije competities totaal	7322	9157	11664	13073
Meervoud	141	108	31	0
Athena	0	0	260	0
Jonge chemici	-6	-7	0	0
Pionier	378	50	100	150
Veni	1619	1518	2330	1973
Vidi	2580	3030	6630	7147
Vici	2175	2246	5431	5443
Rubicon	0	0	0	11
Persoonsgerichte stimulering totaal	6887	6945	14782	14724
Cultureel erfgoed	45	0	0	0
Fundamenten van levensprocessen	475	175	0	0
Systeem aarde	637	636	370	75
Nanowetenschappen	0	0	0	0
Opkomende technologieën	1011	530	253	30
Thematische programma's totaal	2168	1341	623	105
Systeembioogie	0	0	0	200
Energie	0	0	0	0
Nanowetenschappen	0	0	0	0
Science for arts	0	0	0	172
Astrochemistry	0	0	0	0
Forensic science	0	0	0	0
ChemThem-programma's	0	0	0	0
Nieuwe thema's totaal	0	0	0	372
CERC3	294	119	4	0
EUROCORES	262	150	192	206
ERA-net chemistry	90	95	100	43
ACENET call	0	66	66	66
ERA-IB call	0	0	50	50
Internationalisering totaal	646	430	412	365
Investerings totaal	879	551	1769	2223
Kennisoverdracht + algemeen totaal	370	635	606	455
Beheerskosten totaal	1054	1151	1693	1750
Totaal lasten	19326	20210	31549	33067

BATEN	2007	2008	2009	2010
Reguliere bijdrage NWO	16330	17353	18573	18220
Geormerkte bijdrage NWO	4545	5211	13459	11233
Geormerkte bijdragen gebieden	250		65	65
Meerjarenraming NWO totaal	21125	22564	32097	29518
Bijdragen industrie	268			
Bijdragen internationaal				172
Bijdragen ministeries	572	83	61	
Bijdragen EU				
Bijdragen derden totaal	840	83	61	172
Doorberekening binnen NWO	8	0	8	8
Doorberekening derden	48	0	35	86
Bijdragen aan bureaunkosten totaal	56	0	43	94
Totaal baten	22021	22647	32201	29784
Beleidsruimte				754
Reserveringen	-2695	-2437	-652	4037
Totaal beschikbaar	19326	20210	31549	33067

Bedragen in duizend €. Genoemde bedragen 2010 zijn onder voorbehoud.

Gebiedsbestuur Chemische Wetenschappen 2009

prof. dr. E.J. Baerends (VU Amsterdam,
voorzitter)

prof. dr. B.L. Feringa
(Rijksuniversiteit Groningen,
lid tot 01-04-2010, daarna voorzitter)

prof. dr. L.J. Braakman
(Universiteit Utrecht)

dr. J.M. van der Eijk (Royal Dutch Shell
plc)

prof. dr. J.H.J. Hoeijmakers (Erasmus MC,
vanaf 01-03-2009)

prof. dr. ir. J.C. Schouten (TU Eindhoven)

Bureau Chemische Wetenschappen/ACTS 2009

Directie

dr. Louis B.J. Vertegaal
(directeur CW/ACTS en EW)
dr. Tanja Kulkens
(plaatsvervangend directeur CW/ACTS)

Stafmedewerkers

Wia Snijder
Susan Licumahua
Evelyn Wiesen

Beleidsmedewerkers

dr. ir. Remko Achten
ir. Edwin Bouman
dr. Robert van der Drift
dr. Irene Hamelers
dr. ir. Edda Neuteboom
dr. Ivo Ridder
Mark Schmets Msc.
dr. Margot Snel
dr. Maartje de Snoo
dr. Arlette Werner
dr. Maarten de Zwart

Financiën

Janice Chittick
Patrice den Dopper

Voorlichting & Communicatie

drs. Jennifer Schuytvlot
drs. Annemarijke Jolmers
Ursula Bihari

Secretariaat

Mirjam Jannette Walen-Baas
Manon Arnouts
Ingrid Asgarali
Leanne Duikersloot-Peltenburg
Shantie Kanhai
Diana Trimpert
Mariska Vollebregt-Seinen
Wilma van der Wel-Verbeek

Leden commissies en besturen

Beoordelingscommissies TOP/ECHO

Focusgebied Chemie in relatie tot Biologie & Medische Wetenschappen I

prof. dr. K.J. Hellingwerf (UvA, voorzitter)
 dr. A.M.J.J. Bonvin (UU)
 prof. dr. J.F.C. Glatz (UM)
 prof. dr. W.J. de Grip (RU)
 prof. dr. J.B. Helms (UU)
 dr. M.A. Hemminga (WUR)
 prof. dr. B. Oudega (VU)
 prof. dr. P.D.E.M. Verhaert (TUD)
 prof. dr. G.W. Vuister (RU)
 ir. E.A.P. Bouman, secretaris (CW/ACTS)

Focusgebied Chemie in relatie tot Biologie & Medische Wetenschappen II

prof. dr. J.C. Wilschut (RUG, voorzitter)
 prof. dr. R. Boelens (UU)
 prof. dr. P.J.J. Hooykaas (UL)
 prof. dr. R. Kanaar (EURMC)
 prof. dr. W.J. Quax (RUG)
 dr. B. van Steensel (NKI)
 prof. dr. H.Th.M. Timmers (UMCU)
 prof. dr. J.M. Vlak (WUR)
 dr. G.P. van Wezel (UL)
 ir. E.A.P. Bouman, secretaris (CW/ACTS)

Focusgebied Chemie in relatie tot Biologie & Medische Wetenschappen III

prof. dr. C.G. Kruse (Solvay/UvA, voorzitter)
 prof. dr. N.H. Dekker (TUD)
 prof. dr. Th.W.J. Gadella Jr (UvA)
 prof. dr. M.B. Groen (VU)
 prof. dr. R.M.J. Liskamp (UU)
 dr. J.H. van Maarseveen (UvA)
 prof. dr. K. Nicolay (TU/e)
 prof. dr. M.W.F. Nielen (WUR)
 prof. dr. R.J.M. Nolte (RU)
 dr. D. Keusters, secretaris (CW/ACTS)

Focusgebied Chemie in relatie tot Fysica & Materialen I

prof. dr. G.J. Vancso (UT, voorzitter)
 dr. H.T.M. van den Ende (UT)
 prof. dr. C.G. de Kruif (NIZO/UU)
 prof. dr. S.W. de Leeuw (TUD/UL)
 prof. dr. ir. W. Norde (WUR)
 dr. R.H.H.G. van Roij (UU)
 prof. dr. P. Rudolf (RUG)
 prof. dr. E.M.J. Verpoorte (RUG)
 prof. dr. D. Vogt (TU/e)
 dr. M.M.E. Snel, secretaris (CW/ACTS)

Focusgebied Chemie in relatie tot Fysica & Materialen II

prof. dr. A.W. Kleyn (FOM/UL, voorzitter)
 prof. dr. A.M. Brouwer (UvA)
 prof. dr. B. Dam (VU/TUD)
 dr. ir. G.C. Groenenboom (RU)
 prof. dr. J.J. Kelly (UU)
 prof. dr. T.T.M. Palstra (RUG)
 prof. dr. S.E. Speller (RU)
 prof. dr. S.L. Völker (ULVU)
 dr. R.M. Wolf (Philips)
 dr. M.M.E. Snel, secretaris (CW/ACTS)

Focusgebied Chemie in relatie tot Technologie & Duurzaamheid

prof. dr. J.C. Hummelen (RUG, voorzitter)
 prof. dr. C.J. Elsevier (UvA)
 prof. dr. ir. J.G.M. Janssen (UvA)
 prof. dr. J.A. Moulijn (TUD)
 dr. ir. A.R.A. Palmans (TU/e)
 prof. dr. J. Reedijk (UL)
 prof. dr. R.A. van Santen (TU/e)
 dr. K. Seshan (UT)
 prof. dr. ir. A.I. Stankiewicz (TUD)
 ir. E.A.P. Bouman, secretaris (CW/ACTS)

Beoordelingscommissies**Vernieuwingsimpuls****Veni-commissie 2009**

prof. dr. G.F.B.P. van Meer
(UU, voorzitter)
 prof. dr. ing. M. Wessling (vice-voorzitter)
 prof. dr. F.M. Bickelhaupt Jr. (VU)
 prof. dr. W.J. Buma (VU)
 prof. dr. J.H. van Esch (TU/e)
 dr. A. Koçer (RUG)
 prof. dr. R. Leurs (VU)
 prof. dr. A. Meijerink (UU)
 dr. S.C.J. Meskers (TU/e)
 prof. dr. ir. A.J. Minnaard (RUG)
 prof. dr. G. Mul (UT)
 dr. N.S. Pannu (UL)
 M.J.T. Schmets MSc (CW/ACTS, secretaris)

Vidi-commissie

prof. dr. A.P. Philipse (UU, voorzitter)
 dr. E. Bouwman (UL)
 prof. dr. H.B. Broer-Braam (RUG)
 prof. dr. F.M.F. de Groot (UU)
 dr. W.G. Haije (ECN)
 prof. dr. H. Hiemstra (UvA)
 prof. dr. H. Lill (VU)
 prof. dr. J.J.C. Neefjes (NIK-AVL)
 prof. dr. H.C.J. Ottenheijm (UM)
 prof. dr. G.J.M. Pruijn (RUN)
 prof. dr. V. Subramaniam (UT)
 dr. I.H.L. Hamelers (CW/ACTS, secretaris)

Vici-commissie

prof. dr. ir. D.N. Reinhoudt (UT, voorzitter)
 prof. dr. H. van Amerongen (WUR)
 prof. dr. ir. R.A.J. Janssen (TU/e)
 prof. dr. A.P.M. Kentgens (RUN)
 prof. dr. H.S. Overkleeft (UL)
 prof. dr. S.J. Picken (TUD)
 prof. dr. B. Poolman (RUG)
 prof. dr. C.L. Wyman (Erasmus MC)
 dr. I.H.L. Hamelers (CW/ACTS, secretaris)

**Beoordelingscommissie NWO-
Investerings Middelgroot**

prof. dr. R.A. van Santen
(TU/e, voorzitter)
 dr. H. van As (WUR)
 prof. dr. ir. J. Huskens (UT)
 prof. dr. F.C.P. Holstege (UMCU)
 prof. dr. H. Irth (VU Amsterdam)
 prof. dr. B.J. Ravoo
(Universiteit van Münster, DE)
 dr. C. Otto (UT)
 prof. em. dr. ir. W.S. Veeman
(Universiteit van Essen, DE)
 prof. dr. J.F. van der Veen
(Paul Scherrer Institute, CH)

BESTUREN CW STUDIEGROEPEN**Analytische scheikunde**

prof. dr. R.P.H. Bischoff (RUG)
 prof. dr. Th. Hankemeier (Leiden/
 Amsterdam Center for Drug Research)
 dr. ir. B.J. Kip (DSM)
 prof. dr. ir. P.J. Schoenmakers (UvA)

Biomoleculaire chemie

prof. dr. I.W.C.E. Arends (TUD)
 prof. dr. A.M.J.J. Bonvin (UU)
 prof. dr. ir. L. Brunsveld (TU/e)

**Chemie van de vaste stof en
materiaalkunde**

dr. ir. J.E. ten Elshof (UT)
 dr. W.A. Groen (TNO)
 prof. dr. A. Meijerink (UU)

**Coördinatiechemie en homogene
katalyse**

prof. dr. R.J.M. Klein Gebbink
 (UU, secretaris)
 prof. dr. K. Lammertsma (UvA)
 prof. dr. J.N.H. Reek (UvA, voorzitter)
 prof. dr. J.G. de Vries (DSM)

Eiwitten

prof. dr. P. Gros (UU)
 prof. dr. J. van der Oost (WUR, secretaris)
 dr. H. Ovaa (NKI-AVL, voorzitter)

Farmacochemie

dr. A.E. Alewijnse (AMC, secretaris)
 dr. I.J.P. de Esch (UvA)
 prof. dr. C.G. Kruse (Abbott Healthcare
 Products BV)

Kristal- en structuuronderzoek

prof. dr. L. van Meervelt (KUL)
 dr. R. Peschar (UvA, voorzitter)
 drs. C.A. Reiss (PANalytical BV, secretaris)

Katalyse (NIOK)

prof. dr. D. Vogt (TU/e, voorzitter)
 prof. dr. C.J. Elsevier (UvA)
 dr. U. Hanefeld (TUD)
 prof. dr. E.J.M. Hensen (TU/e)
 prof. dr. ir. K.P. de Jong (UU)
 prof. dr. M.T.M. Koper (Leids Instituut
 voor Chemisch Onderzoek)
 prof. dr. ir. L. Lefferts (UT)
 dr. S. Otto (RUG)
 prof. dr. F.P.J.T. Rutjes (RUN)
 prof. dr. ir. B.M. Weckhuysen (UU)
 dr. A.B. Werner (CW/ ACTS, secretaris)

Lipiden en biomembranen

dr. P.M.P. van Bergen en Henegouwen
 (secretaris, UU)
 prof. dr. Th.W.J. Gadella Jr.
 (UvA, voorzitter)
 prof. dr. I.J. van der Klei

Macromoleculen

prof. dr. G. ten Brinke (RUG, secretaris)
 prof. dr. ir. J.C.M. van Hest
 (RUN, voorzitter)
 prof. dr. R.P. Sijbesma (TU/e)

Nucleïnezuren

prof. dr. R. Agami (NKI, voorzitter)
 dr. R.F. Ketting (HIOS)
 prof. dr. G.J.M. Pruijn (RUN)

Ontwerp en synthese

dr. B. Kaptein (DSM)
 prof. dr. ir. A.J. Minnaard (RUG)
 prof. dr. H.S. Overkleef (UL, voorzitter)
 dr. W. Verboom (UT, secretaris)

Procestechnologie

prof. dr. ir. H.E.A. van den Akker (TUD)
 ing. G.H. Banis (UT, secretaris)
 prof. dr. ir. A.B. de Haan (TU/e)
 prof. dr. ir. J.A.M. Kuipers (TU, voorzitter)

Structuur en reactiviteit

prof. dr. ir. J. Huskens (UT)
 prof. dr. A.E. Rowan (RUN, voorzitter)
 prof. dr. L.D.A. Siebbeles (TUD, secretaris)

Spectroscopie en theorie

prof. dr. F.M. Bickelhaupt Jr.
 (UvA, secretaris)
 prof. dr. R. Broer (RUG)
 prof. dr. W.J. Buma (UvA, voorzitter)
 prof. dr. W.L. Meerts (RUN)

Vloeistoffen en grensvlakken

prof. dr. W.J. Briels (UT)
 prof. dr. W.K. Kegel (UU, secretaris)
 prof. dr. E. van der Linden
 (WUR, voorzitter)

THEMA'S**Programmacommissie****Scheidingstechnologie**

prof. dr. ir. A.B. de Haan (TU/e, voorzitter)
 prof. dr. ir. R.M. Boom (WUR)
 prof. dr. ir. J.T.F. Keurentjes
 (TU/e, AkzoNobel)
 prof. dr. ir. L.A.M. van der Wielen (TUD)
 dr. M. Wiegel (STW, secretaris)
 dr. ir. E.E. Neuteboom (secretaris)

Stuurgroep Joint Solar Programme

drs. H.G. van Vuren (FOM, voorzitter)
 mr. dr. P.W. Kant (Shell)
 dr. A.W. van der Made (Shell)
 dr. L.B.J. Vertegaal (CW/ACTS)
 drs. M.J. Bartels (FOM, secretaris)

Programmacommissie Joint Solar**Programme**

prof. dr. W.C. Sinke (ECN/UU, voorzitter)
 prof. dr. J.C. Hummelen (RUG)
 dr. G.J. Jongerden (Akzo Nobel)
 prof. dr. A. Polman (AMOLF)
 prof. dr. R.E.I. Schropp (UU)
 drs. J.J.J.T. Smits (Shell)
 drs. M.J. Bartels (FOM, secretaris)
 dr. M. de Snoo (CW/ACTS, secretaris)

ACTS

Programmacommissie IBOS

dr. M. Schreuder Goedheijt
(NV Organon, voorzitter)
prof. dr. ir. J.J. Heijnen
(TUD, vice-voorzitter)
dr. Q.B. Broxterman (DSM)
prof. dr. A.J.M. Driessen (RUG)
dr. W.A. Duetz (EnzyScreen BV)
prof. dr. R.M. Kellogg (Syncom BV)
prof. dr. F.P.J.T. Rutjes (RU)
M.J.T. Schmets, MSc (CW/ACTS, secretaris)

Programmacommissie Duurzaam

Waterstof

prof. dr. A.J.M. Schoot Uiterkamp
(RUG, voorzitter)
dr. ir. B. van de Beld
(Biomass Technology Group BV)
prof. dr. F.G.H. Berkhout (VU)
dr. F.A. de Bruijn (ECN)
prof. dr. B. Dam,
dr. K.J. Damen (NUON)
prof. dr. J.J.C. Geerlings (TUD, Shell)
dr. P.E. de Jongh (UU)
prof. dr. G.J. Kramer (Shell)
dr. I.H.L. Hamelers (CW/ACTS, secretaris)

Lijst met afkortingen van programma's en organisaties

- A ACENET** ACTS-onderzoeksnetwerk Applied Catalysis European NETwork
ACTS Advanced Chemical Technologies for Sustainability
ALW NWO-Gebied Aard- en Levenswetenschappen
AMOLF FOM-instituut voor Atoom- en Molecuulfysica
ASPECT ACTS-onderzoeksprogramma Advanced Sustainable Processes by Engaging Catalytic Technologies
- B B-Basic** ACTS-onderzoeksprogramma Biobased Sustainable Industrial Chemistry
BCF Event Carrièrebeurs voor bio, chemie, food en farma
BIO-ASP Bioinformatica-Application Service Provider
BMI NWO-onderzoeksprogramma BioMoleculaire Informatica
- C C3** Communicatie Centrum Chemie
CBG Centrum voor Biomedische Genetica
CECAM Centre Européen de Calcul Atomique et Moléculaire
CERC3 Chairpersons and Directors of the European Research Councils Chemistry Committees
COCI Centers for Open Chemical Innovation, een initiatief van de Regiegroep Chemie
CMBI Centrum voor Moleculaire en Biomoleculaire Informatica (RU Nijmegen)
CW NWO-Gebied Chemische Wetenschappen
- D DFG** Deutsche Forschungsgemeinschaft
DPI Dutch Polymer Institute
DSTI Dutch Separation Technology Institute
DUBBLE DUTch Belgian Beam LinE (bij ESRF)
- E ECHO** Excellent Chemisch Onderzoek
ECN Energieonderzoek Centrum Nederland
ERA-IB ACTS-onderzoeksnetwerk European Research Area network Industrial Biotechnology
ERA-net European Research Area network
ERC European Research Council
ESF European Science Foundation
- ESFRI** European Strategy Forum on Research Infrastructure
ESRF European Synchrotron Radiation Facility (Grenoble)
ETH Eidgenössische Technische Hochschule (CH)
EU Europese Unie
EUR Erasmus Universiteit Rotterdam
EUROCORES European Co-operative Research Programs
EW NWO-Gebied Exacte Wetenschappen
EZ Ministerie van Economische Zaken
- F FES** Fonds Economische Structuurversterking
FOM Stichting voor Fundamenteel Onderzoek der Materie
FWO Fonds Wetenschappelijk Onderzoek (BE)
- G GB-CW** Gebiedsbestuur Chemische Wetenschappen
- H HREM** Centrum voor Hoge Resolutie Elektronenmicroscopie
- I IBOS** ACTS-onderzoeksprogramma Integration of Biosynthesis and Organic Synthesis
ICC International Chamber of Commerce
ICES-KIS Interdepartementale Commissie voor Economische Structuurversterking-Investeringen in de KennisInfraStructuur
IMM Institute for Molecules and Materials (RU Nijmegen)
IPR Intellectual property rights
- J JC** CW-onderzoeksprogramma Jonge Chemici
JSPS Japan Society for the Promotion of Science
JSTP Japan Society for the Technology of Plasticity
- K KNAW** Koninklijke Nederlandse Academie der Wetenschappen
KNCV Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging
KUL Katholieke Universiteit Leuven
- L LUMC** Leids Universitair Medisch Centrum

- M MEERVOUD** ALW/CW EW-programma MEER
Vrouwelijke Onderzoekers als UD
- N N** NWO-gebied Natuurkunde
NCCC Netherlands Catalysis and Chemistry Conference
NGI National Genomics Initiative
NIIB Netherlands Institute for Industrial Biotechnology
NIOK Onderzoekschool Nederlandse Instituut Onderzoek Katalyse
NKI Nederlands Kanker Instituut
NOWT Nederlands Observatorium voor Wetenschap en Technologie
NRI Nationaal Research Initiatief
NSCR Nederlands Studiecentrum Criminaliteit en Rechtshandhaving
NSF National Science Foundation (US)
NWO Nederlandse organisatie voor Wetenschappelijk Onderzoek
- O OCN** Overleg Chemie Nederland
OCW Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschap
OM Openbaar Ministerie
OSPT Onderzoekschool Procestechologie
- P PIP** Polymeren InnovatieProgramma
PoaC ACTS-onderzoeksprogramma Process on a Chip
PPM Prioriteitsprogramma Materialenonderzoek
PPS Publiek-Private Samenwerking
PTN Stichting Polymeer Technologie Nederland
- R REACH** Registratie, Evaluatie en Autorisatie van Chemische stoffen
RU Radboud Universiteit Nijmegen
RUG Rijksuniversiteit Groningen
- S SONNMRLSF** SON NMR Large-scale Facility for Biomolecular NMR
SONS EUROCORES-programma Self-Organising NanoStructures
STW Technologiestichting STW
- T TASC** Thinking Actively in a Social Context
TNO Nederlandse Organisatie voor Toegepast Natuurwetenschappelijk Onderzoek
- TUD** Technische Universiteit Delft
TU/e Technische Universiteit Eindhoven
TTI Technologische Topinstituten
- U UD** Universitair Docent
UHD Universitair Hoofddocent
UL Universiteit Leiden
UM Universiteit Maastricht
UMCR Universitair Medisch Centrum Rotterdam
UMCU Universitair Medisch Centrum Utrecht
UT Universiteit Twente
UU Universiteit Utrecht
UvA Universiteit van Amsterdam
- V VI** Onderzoeksprogramma Vernieuwingsimpuls
VNCI Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie
VROM Ministerie van Volkshuisvesting Ruimtelijke Ordening en Milieu
VSNU Vereniging Samenwerkende Nederlandse Universiteiten
VU Vrije Universiteit te Amsterdam
VUMC VU Medisch Centrum
- W WUR** Wageningen Universiteit en Research centrum
- X X-FEL** X-ray Free Electron Laser
- Z ZonMW** ZorgOnderzoek Nederland en NWO-Medische Wetenschappen

