



Universiteit Utrecht

Conferentieverslag

Elfde Woudschoten Chemie Conferentie

'Genieten van Chemie'
2 en 3 november 2001





De realisatie van deze conferentie was mogelijk, mede dankzij steun van:

- * Faculteit Scheikunde en Sectie Chemiedidactiek (UU)
- * Buro nascholing IVLOS van de lerarenopleiding (UU)
- * Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie (VNCI)
- * Unilever
- * NVON

Conferentieverslag

Tiende Woudschoten Chemie Conferentie

'Genieten van Chemie'
2 en 3 november 2001

Samenstelling:	Albert Pilot Sectie Chemiedidactiek, UU
Typewerk en layout:	Riet Leewis Sectie Chemiedidactiek, UU
Fotorapportage:	Gabby Zegers Sectie Chemiedidactiek, UU Frans Carelsen ELAN, UT

INHOUD

Beknopt programma 2001	1
Voorwoord	2
Opening	3
Lezingen	4
<i>'Uit het leven gegrepen'</i> Prof. Dr. K. van Dam	4
<i>'Het PISA project'</i> Dr. I. De Roo	10
<i>'Enzymen: Wat zijn dat eigenlijk'</i> Dr. M. van Oort	15
<i>'Biomoleculaire massaspectrometrie: meer gewicht in de schaal'</i> Dr. A. Heck	18
<i>'Het Chemisch Lagerhuis'</i> Slot gebeuren	24
De Werkgroepen	25
<i>'Computerondersteundend modelleren in het natuurwetenschappelijk onderwijs'</i> Elwin Savelsbergh en Gjalt Prins	26
<i>'Nieuwe Scheikunde'</i> Joke van Aalsvoort, Frank Aarts en Karin Vlaar	28
<i>'Crocodile Chemistry'</i> Louis Smits	30
<i>'Een nieuwe jasje biochemie'</i> Henk van Lubeck en Frans Carelsen	31
<i>'Ontwikkeling deeltjesmodel vanuit een context'</i> Han Vermaat	32
<i>'Risico-inventarisatie en –evaluatie door leerlingen'</i> Henny Kramers-Pals en Michael Vogelezang	33
<i>'De docent in de nieuwe scheikunde'</i> Fer Coenders en Machiel Stolk	34
<i>'Superslurpers uitproberen in 4 VWO of in 4 HAVO'</i> Aonne Kerkstra en Kitty Jansen	35

BEKNOPT PROGRAMMA 2001

Vrijdag 2 november

- 11.00 - 13.00 Ontvangst deelnemers, koffie en thee / Markt open!
12.00 - 13.00 Lunch (op basis opgave vooraf)
13.00 Opening door Prof. Dr. A. Pilot, voorzitter conferentiecommissie
Uitreiking Onderwijsprijs
13.15 Openingslezing '*Uit het leven gegrepen*'
door Prof. Dr. K. van Dam (UvA)
14.15 Pauze: koffie en thee, Onderwijsmarkt + Posterpresentatie
15.15 Keuzeprogramma:
15.15 - 16.45 Werkgroepen in actie
15.45 - 17.15 Lezing: '*Het PISA project*'
door Dr. I. de Roo (Citogroep)
15.15 - 16.45 Bezoek Onderwijsmarkt + Posterpresentatie

17.00 Bar open (lounge).
Markt + Posterpresentatie

18.00 Diner
20.15 Keuzeprogramma:
20.15 - 21.45 Werkgroepen in actie
20.15 - 21.30 Lezing: '*Enzymen wat zijn dat eigenlijk*'
door Dr. M. van Oort (Novozymes)

21.15 Bar open (kelder)

Zaterdag 3 november

- 8.00 Ontbijt
9.15 Keuzeprogramma:
9.15 - 10.45 Werkgroepen in actie
9.15 - 10.30 Lezing: '*Biomoleculaire massaspectrometrie: meer gewicht in de schaal*'
door Prof. Dr. A. Heck (UU)

Pauze: koffie en thee.

- 11.15 Slotgebeuren: '*Het Chemisch Lagerhuis*'
12.30 Afsluiting en vooruitblik
13.00 Lunch; vertrek

<i>'Onderwerptoetsen met diagnose mogelijkheden voor leerlingen en docent'</i> Jan van Enckevort	37
<i>'SpecConsult, de Tweede Fase is er klaar voor'</i> Lida Schoen en Arne Mast	39
<i>'Techniek 15+, verf als profielswerkstuk'</i> Fer Coenders en Patrick van Haren	40
<i>'Techniek 15+, het project pijnstillers'</i> B. de Jong en D. Oudijn	41
<i>'Tweede Fase leerlingen en onderzoek: wat presteren ze eigenlijk'</i> Hans van Dijk en Lisette van Rens	42
<i>'Het Periodiek Systeem genoten'</i> Geeske van Hoeve-Brouwer en Rutger van de Sande	43
<i>'Leerling voor de klas – een praktijkopdracht voor de tweede fase'</i> Janine van Driel-Krol en Elma Schenkelaars	45
<i>'Meepraten over de aanpassingen van het examenprogramma'</i> Hans Morelis	46
<i>'Living on Chemistry'</i> Janine van der Spoel	51
<i>Laat ze maar zwemmen in de klas</i> Poster Gabby Zegers	54
De markt	55
Evaluatie van de conferentie	57
Lezinghouders en gasten	59
Lijst van deelnemers	60

VOORWOORD

Deze uitgave is het verslag van de 11^e Woudschoten Chemie Conferentie, gehouden op 2 en 3 november 2001.

Ook deze conferentie omvatte weer een vol en divers programma, met bijdragen uit vanuit verschillende achtergronden en ervaringen. En met grote, enthousiaste inbreng van de deelnemers in workshops, via vragen en suggesties in lezingen en met heel veel discussies in wandelgangen, op de markt en tijdens de pauzes. Naast de plenaire lezing van Prof. Van Dam over biochemie waren er 23 werkgroepen en 3 (sub)plenaire lezingen. Ook de onderwijsmarkt en de postersessie trok veel belangstelling van de meer dan 200 deelnemers. Tenslotte was er ook weer een feestelijke uitreiking van de VNCI-leermeesterprijs.

Deze conferentie was voor mij de eerste waaraan ik als voorzitter deelnam. Opvallend vind ik steeds weer het grote enthousiasme waarmee de deelnemers betrokken zijn bij deze conferentie. Het is hun conferentie, velen slaan geen conferentie over, ze kennen elkaar, wisselen veel ervaringen uit, het is in feite de jaarlijkse bijeenkomst van een community waarin het leren van en met collega's centraal staat. Opvallend is ook de aanwezigheid elk jaar weer van nieuwe collega's: studenten uit de lerarenopleiding die hier kennismaken met de gemeenschap van scheikunde docenten. Dit jaar waren er ook zoveel aanmeldingen voor workshops dat het programma overvol dreigde te worden, een tendens die zich in 2002 voortzet!

Ik verheug me erop iedereen weer terug te zien op de 12^e Woudschoten Chemie conferentie op 8 en 9 november 2002. In hetzelfde voortreffelijke conferentieoord, met een bijzonder interessant programma over het scheikundeonderwijs waarin zoveel gebeurt, over de scheikunde met z'n grote dynamiek. Uit de vele ontwikkelingen hebben we een gevarieerd en boeiend programma samengesteld.

U bent van harte welkom!

Namens de voorbereidingscommissie en het conferentiebureau,

Albert Pilot

Voorzitter Woudschoten Chemie

Deze conferentie werd georganiseerd door:

Albert Pilot, voorzitter	(IVLOS/Sectie Chemiedidaktiek UU)
Frans Carelsen	(ELAN,UT)
Maria Cornelissen	(Chemiedidactiek KUN)
Martin Goedhart	(Didactiek der scheikunde, Amsterl Instituut UvA)
Machiel Stolk	(Sectie Chemiedidaktiek UU)
Harriet Workel	(Het Streek, Ede)

Conferentiebureau:

Riet Leewis	(Sectie Chemiedidaktiek UU)
Frits Pater	(Sectie Chemiedidaktiek UU)

email: scheik.conf.woudschoten@phys.uu.nl

website: www.phys.uu.nl/chemie-conf-woudschoten

GENIETEN VAN CHEMIE

OPENING VAN DE ELFDE WOUDSCHOTEN CHEMIE CONFERENTIE

Albert Pilot, IVLOS/Chemiedidactiek UU
Voorzitter conferentiecommissie

De vertrouwde Woudschotenconferentie voor het Scheikunde onderwijs wordt in 2001 voor de elfde keer gehouden wordt, dus de titel Genieten van Chemie leek ons alleszins gerechtvaardigd. De voorbereidingscommissie heeft haar best gedaan voor u een programma samen te stellen, waarvan u volop kunt genieten. Het was gelukkig niet moeilijk om onderwerpen voor lezingen en workshops te bedenken, want er gebeurt veel interessants in het chemieonderwijs, en velen hebben enthousiast geholpen door met ideeën te komen. Gelukkig hebben velen van u ons gestimuleerd door enthousiaste reacties op het programma.

Het programma ziet er vertrouwd uit, maar bevat ook nieuwe elementen, want het scheikundeonderwijs is in beweging. Bijvoorbeeld: de Internationale Scheikunde Olympiade voor scheikunde. Die wordt in juli 2002 gehouden in Groningen. Jan Apotheker geeft daarover meer informatie. Een groots gebeuren, en we hopen daarom dat u en uw leerlingen daaraan met grote inzet deelnemen.

De conferentie van 2001 begint met de uitreiking van de VNCI-prijs voor nieuw, innovatief en bijzonder onderwijs. Daarna zal Professor Karel van Dam een lezing houden over ontwikkelingen in de biochemie en het onderwijs daarin. Hij heeft ook eerder een belangrijke bijdrage geleverd aan het biochemieonderwijs in het VO. Het programma daarna kent een keur aan lezingen en workshops, er zijn posters, waarbij u kunt spreken met de betrokkenen, er is een markt, en morgen aan het eind van de ochtend is er een spannende afsluiting.

Tot slot nog iets over de voorbereidingscommissie die de afgelopen maanden zeer hard gewerkt heeft aan het programma:

Frans Carelsen, medewerker van ELAN, de lerarenopleiding van de Universiteit Twente en docent van het Marianum College in Groenlo.

Martin Goedhart, medewerker van het Amstelinstituut van de Universiteit van Amsterdam, die dit keer voor het laatst meeorganiseerde: hartelijke dank voor al die jaren van grote inzet!

Maria Cornelisse, medewerkster van chemiedidactiek van de Universiteit van Nijmegen en het APS,

Harriët Workel, docente van het Streek in Ede, dit jaar nieuw in de commissie.

Machiel Stolk, aio bij Chemiedidactiek van de Universiteit Utrecht, die dit jaar Wobbe de Vos vervangt, die helaas ziek is. Wobbe, hartelijke dank voor al die jaren van grote inzet!

Frits Pater en Riet Leewis, allen van Chemiedidactiek van de Universiteit Utrecht,

Anette Katerstede heeft helaas besloten zich terug te trekken uit de commissie. Ook jij, hartelijke dank voor je inzet!

Onno de Jong, de vorige voorzitter heeft het verslag van de 10^e Conferentie nog verzorgd.

Ik wil ook onze sponsors bedanken, die een belangrijke bijdrage hebben geleverd om deze conferentie mogelijk te maken: de VNCI, de faculteit Scheikunde van de Universiteit Utrecht, het Bureau Nascholing van IVLOS, UU, Unilever en de NVON.

Het boek 'Chemie achter de dijken', wordt aan u allen aangeboden door de KNAW, de KNCV, de VNCI en C3.

Openingslezing: *Uit het leven gegrepen*

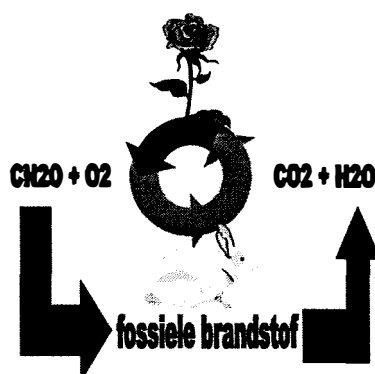
Prof. Dr. K. van Dam (UvA)

In deze voordracht wil ik laten zien dat de natuur een onuitputtelijke inspiratiebron voor de chemicus is. Daarmee is tegelijk gezegd dat het in het onderwijs in de scheikunde (op alle niveaus, maar in het bijzonder in de tweede fase van het vwo) aanbeveling verdient samenwerking met de biologie te zoeken. Ik ben ervan overtuigd dat de scheikunde docenten aan de universiteiten graag bereid zijn de leraren in het voorbereidend onderwijs met raad en daad terzijde te staan.

Men kan de evolutie zien als een continue herschikking van materiaal en energie in het universum. Daarbij treden lokaal aggregaten op, die zich schijnbaar tegen de tweede hoofdwet van de thermodynamica in kunnen handhaven. Dit is slechts schijn, want de locale toename in entropie in zo'n aggregaat wordt in stand gehouden door een continue invoer van energie en materiaal van buiten.

Levende cellen zijn voorbeelden van dergelijke aggregaten, die zich 'voeden' met materiaal en energie uit de omgeving en bovendien in staat zijn zich te vermenigvuldigen. Dat is allemaal mogelijk door de aanwezigheid van zeer specifieke katalysators in de vorm van eiwitten: de enzymen. Het samenspel van enzymen in cellen is in de loop van de evolutie geoptimaliseerd, zodat de cel zo effectief mogelijk uit beschikbare materialen nieuwe cellen genereert. Effectief betekent in dit geval een combinatie van snelheid en rendement. Heel globaal zou men de biosfeer kunnen karakteriseren als een grote katalysator, die zonlicht omzet in warmte. De hoeveelheid levende cellen die daarbij in stand gehouden kan worden is in de loop van miljarden jaren geoptimaliseerd. Let wel: de samenstelling van de biosfeer is afhankelijk van alle aanwezige materialen, inclusief levende. Evolutie is daarom een steeds voortgaand proces. Wanneer we de langzaam ontstane samenstelling van de biosfeer verstoren, bijvoorbeeld door omzetting van gefossileerde koolstof in koolzuur (door verbranding van olie en kolen), zal de samenstelling van de biosfeer zich zeker aanpassen.

De cyclus van het leven op aarde: de zon als bron van energie



De afzonderlijke katalysators, de eiwitten, vormen al een boeiend onderwerp van studie voor de chemicus. Zij zijn immers in staat reacties enorm te versnellen, waarbij de omzettingen ook nog eens stereospecifiek en zonder bijproducten verlopen. Tegenwoordig is van veel enzymen de driedimensionale structuur tot op fracties van een nanometer bekend. Daardoor is

een vrij goede kijk op de manier waarop de katalyse plaatsvindt gekregen. Vaak is er sprake van binding van de om te zetten stof in een zogenaamd actief centrum, waarbij omliggende groepen de elektronenverdeling in de te veranderen bindingen beïnvloeden. Onze kennis is thans zodanig dat we soms enzymen kunnen 'namaken' in de vorm van kunstmatige polymeren, waarin eenzelfde oriëntatie van groepen is verwezenlijkt en waarin daadwerkelijk katalyse optreedt. Anderzijds is het echter nog altijd zo dat we van een enzym, waarvan we de ruimtelijke structuur kennen nog steeds niet met zekerheid kunnen voorspellen welke reactie het katalyseert en hoe effectief.

Een eiwit is een polymeer, bestaande uit een streng van enkele tientallen tot enkele honderden aminozuren in een precies gedefinieerde volgorde. Er komen in eiwitten 20 verschillende aminozuren voor. De opheldering van de aminozuurvolgorde van eiwitten heeft op zichzelf al verrassende resultaten opgeleverd. (Overigens doet men dit soort 'sequentie analyse' tegenwoordig gemakkelijker met DNA, dat codeert voor de eiwitten in een cel.)

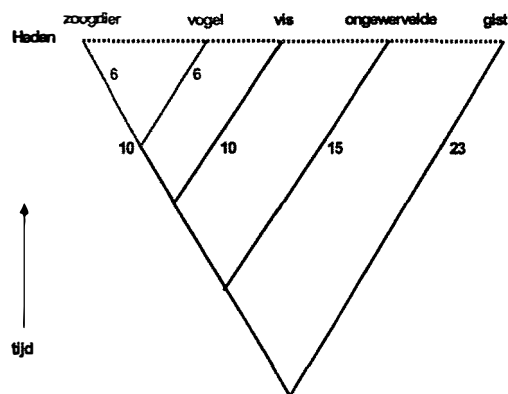
Wanneer we de volgorde van de aminozuren in hetzelfde eiwit, geïsoleerd uit verschillende organismen, vergelijken dan kan het aantal verschillen gebruikt worden om een soort 'gelijkenis' te definiëren. Wanneer we die gelijkenis uitzetten in de vorm van een stamboom, dan

Analyse van de aminozuur volgorde in een eiwit

AANTAL VERSCHILLEN IN AMINOZUREN IN CYTOCHROOM C

• Tussen		gemiddeld
• zoogdier-zoogdier	0-12	
• zoogdier-vogel	10-15	12
• (zoogdier+vogel)-vis	18-21	20
• gewervelde-ongewervelde	28-33	30
• dier-gist	43-49	46

Evolutie afgeleid uit de aminozuur volgorde in cytochroom c



blijkt dat we daarmee de evolutionaire stamboom van het leven op aarde kunnen reconstrueren; deze stamboom correspondeert heel goed met die welke op basis van fossiele gegevens is geconstrueerd. Chemische analyse van cellen op dit moment in de tijd kan dus worden gebruikt om gebeurtenissen van miljoenen jaren geleden met elkaar in verband te brengen. De enige hypothese die daarbij nodig is, is dat er met een zekere statistische frequentie veranderingen in elk eiwit optreden.

De chemische basis voor die veranderingen in eiwitten is gelegen in het DNA, het erfelijk materiaal van cellen. Uit DNA wordt namelijk, met tussenkomst van RNA moleculen, elk eiwit door een een-op-een vertaling verkregen. Drie bouwstenen in het DNA coderen daarbij voor één aminozuur in een eiwit. Wanneer er dus in het DNA een verandering in de bouwsteenvolgorde optreedt, is er een kans dat er een ander aminozuur in een eiwit wordt ingebouwd.

DNA zelf bestaat uit twee zeer lange strengen, bestaande uit vier nucleotiden, soms verkort aangeduid als basen (A=adenine, G=Guanine, C=cytosine en T=thymine) in een specifieke volgorde. De twee strengen zijn 'complementair', dat wil zeggen dat wanneer in de ene streng een A voorkomt, daarmee in de tegenover liggende streng een T verbonden is via waterstofbruggen; analoog bevindt zich tegenover een G altijd een C. Bij verdubbeling van DNA, nodig voor celdeling, laten de strengen van elkaar los en bij elk wordt een complementaire copie bij-gesynthetiseerd. Bij dat proces moeten dus steeds de correcte base-paren worden uitgezocht. Nu heeft een 'fout' base-paar een binding die ongeveer 20 kJ/mol zwakker is dan een 'goed' base-paar. Dit houdt in dat toch ongeveer in $1:10^4$ gevallen een incorrecte base zou worden ingebouwd in de nieuwe

copie. Aangezien een typisch DNA molecuul miljoenen tot miljarden basen lang is, zou dat aanleiding geven tot een onacceptabele accumulatie van fouten. Gelukkig is er in de machinerie die DNA duplicatie katalyseert een 'correctiemechanisme' ingebouwd. Doordat éénmaal gecontroleerd wordt of de voorgaande base correct is toegevoegd, wordt de foutenmarge verkleind tot $1:10^8$. Dat is nu precies de 'speelruimte' voor de evolutie, waardoor eiwitten in de

Duplicatie van DNA is niet foutloos

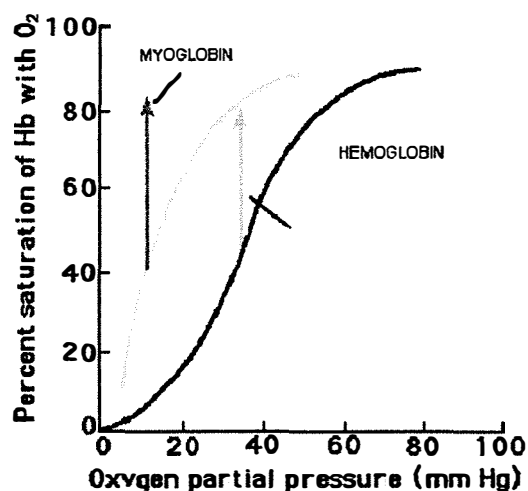
- DNA bestaat uit twee complementaire strengen
- A//T en G///C binden door H-bruggen
- Bij duplicatie wordt elke streng complementair bijgemaakt
- 'Foute' base-paring ca 20 kJ/mol zwakker → $1:10^4$ verkeerde inbouw!
- Door 'proof-reading' wordt foutenmarge verlaagd tot $1:10^8$

loop van de tijd veranderen en cellen zich eventueel kunnen aanpassen aan veranderende omstandigheden.

In sommige gevallen kunnen we laten zien dat kleine veranderingen leiden tot biologisch relevante veranderingen in eigenschappen van het betreffende eiwit. Zo zijn myoglobine en hemoglobine beide in staat zuurstof te binden. De eiwitten lijken in aminozuurvolgorde ook

sterk op elkaar, zij het dat myoglobine een monomeer is, terwijl hemoglobine opgebouwd is uit vier subeenheden die twee aan twee identiek zijn. Myoglobine bindt zuurstof volgens een normale isotherm, dat wil zeggen een hyperbole functie die naar een maximum loopt. Dat correspondeert met de functie van dit eiwit dat als een soort buffer van zuurstof in de spieren dient. Hemoglobine aan de andere kant heeft een sigmoïdale zuurstof bindingscurve. De ligging van het steile stuk van de curve wordt bovendien nog eens beïnvloed door factoren als pH en koolzuurspanning. Hierdoor kan hemoglobine zeer goed zijn rol als transporteur van zuurstof in het bloed vervullen. (Hemoglobine vertegenwoordigt 40% van het gewicht van rode bloedlichaampjes en is de oorzaak van de rode kleur van ons bloed.) In de longen worden alle bindingplaatsen van hemoglobine gevuld met zuurstof en in de weefsels wordt bijna alle zuurstof losgelaten. Op moleculaire schaal is de oorzaak van dit verschijnsel precies te herkennen: de vier subeenheden beïnvloeden elkaar op zo'n manier dat binding van zuurstof aan één subeenheid die aan andere subeenheden vergemakkelijkt.

Eigenschappen van verschillende zuurstofbindende eiwitten



Microorganismen zijn in staat om vrijwel elke stof om te zetten, zeker als zij de tijd krijgen om zich daartoe te adapteren. Veranderingen in het beschikbare DNA leiden dan tot aanmaak van enzymen die de betreffende stof kunnen omzetten in iets anders. Dit zal met name optreden als zo'n verandering de overlevingskans van het microorganisme vergroot. Dat is bijvoorbeeld het geval wanneer een microorganisme wordt geconfronteerd met een dodelijke stof: een antibioticum. Die cellen die het antibioticum kunnen omzetten in een onschadelijke verbinding zullen overleven. Het proces van verwerving van antibiotica resistentie zal daarom in principe altijd doorgaan. De chemicus zal steeds nieuwe antibiotica ontwerpen en gebruiken, microorganismen zullen zich aanpassen zodat de stof wordt omgezet en onschadelijk gemaakt.

Een vergelijkbaar proces speelt zich af in cellen van hogere organismen, zoals de mens. Wanneer een onbekende, lichaamsvreemde, stof binnendringt gaan bepaalde cellen aan de slag om 'antilichamen' te produceren. Dit zijn eiwitten die de vreemde stof herkennen, eraan binden en in die vorm afvoeren naar cellen die het complex kunnen afbreken. De productie van antilichamen is te vergelijken met een proces dat in de moderne chemie in de belangstelling staat: de zogenaamde 'combinatorial chemistry'. In het geval van antilichaam producerende cellen treden er min of meer willekeurige recombinaties van DNA op, totdat een cel een geschikt

antilichaam blijkt te produceren. Een ingewikkeld systeem van koppelingen zorgt er daarna voor dat die cellen zich gaan vermenigvuldigen en zo wordt snel een grote hoeveelheid antilichamen geproduceerd.

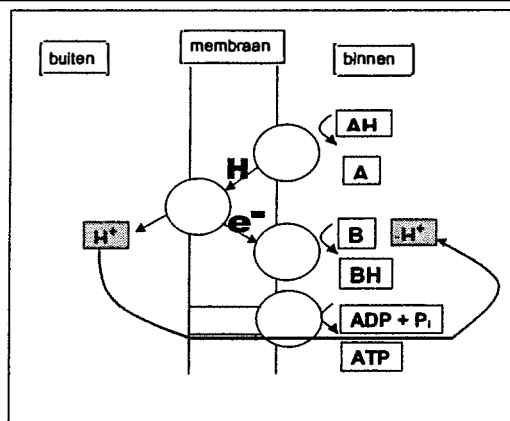
De (bio)chemicus kan de eigenschap van antilichamen ook nog op een speciale manier benutten. Wanneer cellen worden blootgesteld aan een 'transition state complex' van een gewenste reactie, dan zullen er na enige tijd antilichamen tegen dat complex worden aangemaakt. Het blijkt nu dat dergelijke antilichamen vaak de gewenste reactie kunnen katalyseren. Door verdere optimalisatie van de antilichamen lukt het soms op die manier om nuttige enzymen te 'construeren'.

We komen dan in het gebied van de recombinant DNA technologie, waarbij op basis van DNA specifiek geprogrammeerde eiwitten kunnen worden geproduceerd. Hiertoe wordt meestal een specifiek stuk DNA uit zijn natuurlijke context 'geknipt' met behulp van zogenaamde restrictie enzymen. Deze herkennen zeer specifiek een stukje DNA ter lengte van vier of zes basen en verbreken de bindingen die de streng ter plaatse bijeen houden. Door combinatie van stukken DNA, die op deze manier zijn verkregen, kan men 'recombinanten' krijgen met een gewenste samenstelling. Na inbrengen van dergelijke recombinant DNA moleculen in cellen, kunnen deze het gecodeerde eiwit product gaan maken. Op deze manier wordt tegenwoordig op grote schaal bijvoorbeeld menselijk insuline geproduceerd.

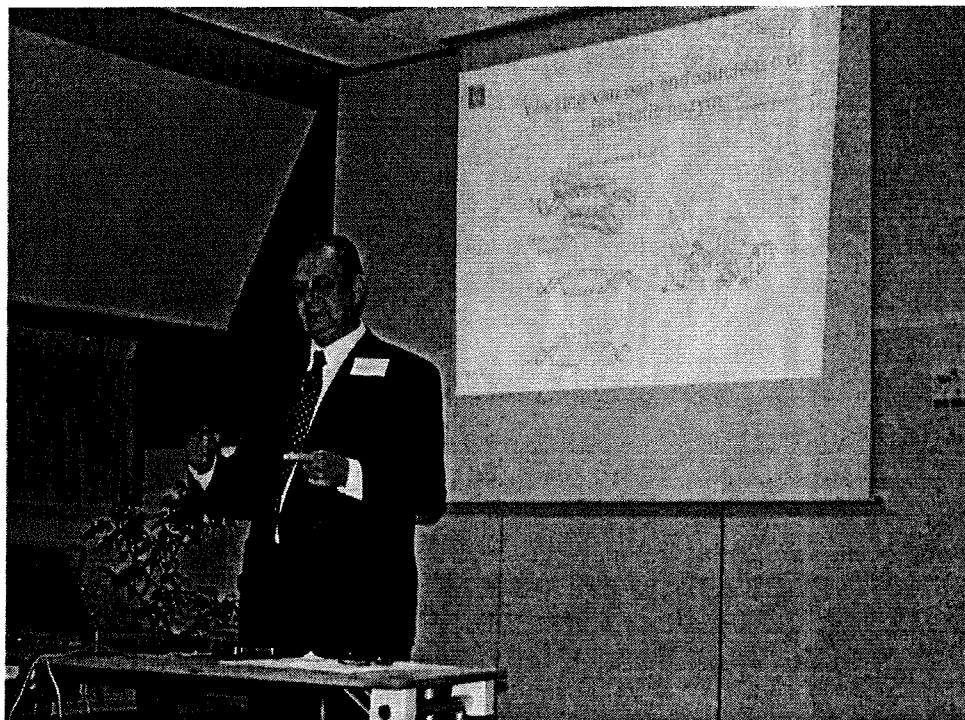
Tot slot behandel ik nog kort een centraal stuk van de cellulaire stofwisseling, namelijk de manier waarop energie wordt vastgelegd in een voor de cel bruikbare vorm en elders weer benut. Dit is het gebied van de bioenergetica. Deze tak van de (bio)chemie is zo centraal omdat we daarvan kunnen 'afkijken' hoe omzettingen met een hoog rendement kunnen worden gekatalyseerd. Energetisch rendement is vermoedelijk een van de belangrijke factoren waarop in de evolutie is geselecteerd.

De primaire bron van alle energie die door levende wezens wordt gebruikt is het zonlicht. De secundaire reacties die volgen op het vangen van zonlicht door pigmenten zijn allereerst redox reacties. Binnen cellen worden die reacties uiteindelijk gekoppeld aan de vorming van ATP uit ADP en fosforzuur. ATP bevat drie fosforzuur groepen, die door wateronttrekking aan elkaar zijn verbonden, in ADP is een van die groepen door hydrolyse afgesplitst. De binding tussen de tweede en derde fosforzuurgroep levert bij hydrolyse veel energie; dat betekent natuurlijk dat voor de koppeling veel energie nodig is. Daarvoor bestaat in de natuur een ongewoon chemisch mechanisme: door overdracht van elektronen, al of niet tesamen met protonen, over een membraan ontstaat een gradiënt van protonen. Die gradiënt wordt op zijn beurt gebruikt om de synthese van ATP mogelijk te maken. Dit laatste proces wordt gekatalyseerd door een enzym dat ingebed is in het energie-transducerende membraan (van chloroplasten of mitochondriën). Het stromen van protonen over dat membraan drijft de katalysator als een soort dynamo aan en bij dat proces worden ADP en fosforzuur moleculen opgenomen en ATP afgeleverd.

Energie transductie door H^+ en e^-



In het voorgaande is een handvol voorbeelden van de chemie, zoals die in levende cellen te vinden is, gegeven. Daarbij moeten we ons realiseren dat die reacties optreden in een geïntegreerd en fijngeïntegreerd samenspel, waardoor het geheel van een cel en een organisme zo goed mogelijk kan functioneren binnen de gegeven omstandigheden. Om deze reden hebben enzymen (die al die reacties katalyseren) soms eigenschappen die alleen te begrijpen zijn uit de context waarin zij hun rol vervullen. De chemicus kan enzymen uit hun context isoleren en zelfs nieuwe enzymen in een cel brengen en daarmee geheel nieuwe processen doen verlopen. Dit is een uitdaging die zowel een groot praktisch nut kan hebben, maar die ook een beroep doet op een verantwoordelijk gebruik door de beoefenaren van dit boeiende vak.



Lezing: *Het PISA project*

Dr. I. de Roo (Citogroep)

Ook al staat *PISA* scheef gedrukt in de bovenstaande titel, het *PISA*-project heeft niets te maken met de scheve toren in Italië. *PISA* staat voor *Programme for International Student Assessment*. Het project omvat een reeks internationaal vergelijkende onderzoeken naar vaardigheden en kennis van leerlingen in de leeftijd van 15 tot 16 jaar.

Het *PISA*-project wordt gerealiseerd door de *OECD* (*Organisation for Economic Co-operation and Development*), in Nederland beter bekend als OESO (Organisatie voor Economische Samenwerking en Ontwikkeling). De uitvoerende instantie van de onderzoeken is een consortium onder leiding van *ACER* (*Australian Council for Educational Research*). Andere leden van het consortium zijn onder andere de Citogroep (Arnhem) en de Universiteit van Luik.

Aan het onderzoek doen tot nu toe 32 landen mee, waaronder de landen, zoals Nederland, die lid zijn van de *OECD*. Per land worden minimaal 4500 leerlingen in het onderzoek betrokken. Nog eens 8 andere landen sluiten zich zo langzamerhand bij het onderzoek aan.

In de reeks van internationale onderzoeken naar vaardigheden en kennis van leerlingen werd *PISA* onder andere voorafgegaan door *TIMSS* (*Third International Mathematics and Science Study*).

De doelstellingen van het onderzoek waren bij *TIMSS* globaal dezelfde als bij *PISA*, namelijk:

- het verkrijgen van inzicht in verbanden tussen prestaties van leerlingen en hun achtergronden (sociaal, cultureel, school, land van herkomst);
- het genereren van aanpakingspunten voor verbeteringen van onderwijs en onderwijsbeleid in de deelnemende landen.

Belangrijke verschillen tussen *PISA* en *TIMSS* zijn de volgende.

- **De frequentie van het onderzoek**

TIMSS was in principe een eenmalig onderzoek. Het *PISA*-onderzoek echter wordt om de drie jaar herhaald. Het eerste *PISA*-onderzoek vond plaats in 2000, de volgende twee *PISA*-onderzoeken zullen respectievelijk in 2003 en 2006 plaatsvinden en de cyclus van drie onderzoeken zou zich daarna kunnen herhalen. Met het om de drie jaar herhalen van het onderzoek wil het *PISA*-project tendenzen als functie van de tijd zichtbaar maken.

- **Het aantal vakgebieden**

TIMSS was beperkt tot *mathematics* en *science*. *PISA* richt zich op vier vakgebieden: *reading* (leesvaardigheid), *mathematics*, *science* en *problem solving*. Zowel in het geval van *TIMSS* als in het geval van *PISA* wordt met *science* overigens *integrated science* bedoeld. *Problem solving* wordt pas in 2003 als 'vakgebied' toegevoegd. Er wordt dan nagegaan in hoeverre leerlingen alledaagse problemen, los van andere vakgebieden, kunnen oplossen.

- **Inhoud van het onderzoek**

TIMSS richtte zich vooral (zeker bij *science*) op het meten van kennis bij leerlingen. Bij het *PISA*-onderzoek gaat het niet alleen om het meten van kennis, maar vooral ook om het toetsen van vaardigheden.

- **Soorten vaardigheden en kennis**

Het doel van *TIMSS* was om in de deelnemende landen de opbrengst van het onderwijs te meten in relatie tot de doorsnee van de leerplannen in die landen. In het *PISA*-project wordt weinig aandacht geschonken aan leerplannen. Het doel van het *PISA*-onderzoek is om na te gaan in hoeverre leerlingen vaardigheden en kennis beheersen die nodig zijn voor het goed functioneren als *literate* burger in de maatschappij, los van de vraag of die vaardigheden en kennis nu in leerplannen vermeld zijn of niet.

- **Leeftijdsklasse(n) van de leerlingen**

Aan *TIMSS* namen leerlingen van diverse leeftijdsklassen deel. Aan het *PISA*-onderzoek doen in het jaar x van het onderzoek uitsluitend leerlingen mee die geboren zijn in het jaar $x - 16$. De leerlingen die in 2000 deelnamen, zijn dus geboren in 1984 en waren ten tijde van het onderzoek (begin 2000) dientengevolge 15 of 16 jaar oud.

Voor deze leeftijdsgroep is gekozen omdat het, vanwege de leerplicht in de deelnemende landen, ongeveer de hoogste leeftijd is waarop jongens en meisjes nog massaal leerling zijn. Velen staan op die leeftijd op de drempel van een entree in de maatschappij van de volwassenen.

Organisatie van PISA

De grote beleidslijnen met betrekking tot *PISA* worden bepaald en bewaakt door de *BPC* (*Board of Participating Countries*). De onderzoeksinstrumenten (toetsen en vragenlijsten) worden door het genoemde consortium (vooral *ACER* en Citogroep) ontwikkeld. Elk van de vakgebieden (*reading*, *mathematics*, *science* en *problem solving*) wordt begeleid door een zogenoemde *expert group*, bestaande uit didactici uit diverse *OECD*-landen. Zo'n *expert group* ontwikkelt voor het betreffende vakgebied onder andere een *framework*, waaraan de toetsen moeten voldoen.

Voor de organisatie van het onderzoek in elk van de 32 landen afzonderlijk zijn *National Project Managers* (*NPM's*) verantwoordelijk. Een *NPM* zorgt in het betreffende land onder andere voor de steekproeftrekking (scholen, leerlingen) en voor de verdere organisatie van het onderzoek (toetsafnamen, scoring van de antwoorden, laten invullen van de vragenlijsten etc.).

Onderzoeksinstrumenten

Bij het *PISA*-onderzoek worden diverse instrumenten gebruikt:

- toetsen van elk 2 uur;
- een vragenlijst voor de leerling;
- een vragenlijst voor de schoolleiding.

De inhoud van de toetsen en de vragen in de vragenlijsten worden onder andere bepaald door het jaar waarin het onderzoek plaatsvindt. Voor elk van de afnamejaren (2000, 2003, 2006) is één van de vakgebieden *reading*, *mathematics* of *science* als hoofdcomponent aangewezen. In 2000 was *reading* de hoofdcomponent en in 2003 en 2006 worden dat respectievelijk *mathematics* en *science*. In het jaar waarin een bepaald vakgebied hoofdcomponent is, wordt aan dat vakgebied speciale aandacht besteed. Zowel de toetsen als de vragenlijsten hebben dan voor een groot deel betrekking op die hoofdcomponent. Zo bestonden de toetsen van 2000 gemiddeld voor $\frac{2}{3}$ deel uit *reading*-vragen, voor $\frac{1}{6}$ deel uit *mathematics*-vragen en voor $\frac{1}{6}$ deel uit *science*-vragen. Voor 2000 werden negen toetsversies ontwikkeld. Alle versies bestonden voor meer dan de helft uit *reading*-vragen. In vijf van de negen versies werden *science*-vragen en *mathematics*-vragen ondergebracht. Verder verschilden de versies onder andere in de volgorde waarin de vragen werden aangeboden.

Voor 2003 zal een (groot) deel van de *reading*-vragen vervangen worden door *mathematics*-vragen en voor 2006 zullen *science*-vragen de plaats innemen van een (groot) deel van de *mathematics*-vragen. De vervangingen zullen steeds zodanig zijn dat goede vergelijkingen door de jaren heen per vakgebied mogelijk blijven.

De vragen voor 2000 werden geselecteerd uit een overmaat aan vragen die in 1999 in elk van de 32 landen een proefafname hebben ondergaan. Ook voor de jaren 2003 en 2006 zal één jaar tevoren (dus respectievelijk in 2002 en 2005) een proefafname van de toetsvragen in al die landen worden gehouden. Na de proefafnamen wordt bij het selecteren van de vragen voor

de definitieve toetsen onder andere gelet op de toetstechnische kwaliteit van de vragen en op de verdeling van de vragen volgens de afspraken die in het framework zijn vastgelegd.

In 2000 was een belangrijk deel van de vragen in de vragenlijsten speciaal betrokken op de hoofdcomponent *reading*. Voorbeelden van zulke vragen zijn: ‘Hoeveel tijd besteed je dagelijks aan lezen?’ (vraag voor leerling) en ‘Hoe vaak wordt leesvaardigheid getoetst?’ (vraag voor schoolleiding). Daarnaast wordt in de vragenlijst voor de leerling gevraagd naar achtergronden die relevant kunnen zijn voor de prestaties van de leerling, zoals sociale achtergronden (bijvoorbeeld opleiding en beroep van ouders, woonsituatie, het al dan niet beschikbaar zijn van hulpmiddelen als computer e.d.). Via de vragenlijst voor de schoolleiding wordt de schoolsituatie in kaart gebracht. Daartoe worden vragen gesteld over de signatuur van de school, de klassegrootte, het aantal lessen voor de diverse vakgebieden, het aantal beschikbare computers etc.

Vertalingen van de onderzoeksinstrumenten

De toetsen en vragenlijsten worden door het consortium in eerste instantie in het Engels opgeleverd. Aan de vertalingen van de toetsen en vragenlijsten wordt vervolgens, onder leiding van de universiteit van Luik, veel aandacht besteed. Daartoe wordt van de Engelse versie van de toetsen en van de vragenlijsten eerst een vertaling in het Frans gemaakt. De aldus ontwikkelde Franse versie wordt, samen met de oorspronkelijke Engelse versie, naar alle deelnemende landen gestuurd waar Engels of Frans geen voertaal is. Via de *National Project Managers* wordt in elk van die landen zowel vanuit de Engelse versie als vanuit de Franse versie een vertaling in de landstaal (of, zoals in Zwitserland, in meerdere landstalen) gemaakt. De twee aldus verkregen versies in de landstaal worden vergeleken en samengesmeed tot een uiteindelijke versie in de landstaal. Op deze manier wordt een zo goed mogelijke afstemming op de oorspronkelijke Engelse versie van de toets en vragenlijsten gegarandeerd.

Deze hele vertaalprocedure wordt ook op de proefafnamen van de toetsen toegepast.

Het framework voor science

De toetsvragen voor *science* richten zich op *scientific literacy*. De *expert group* voor *science* heeft *scientific literacy* als volgt gedefinieerd:

“Scientific literacy is the capacity to use scientific knowledge, to identify questions and to draw evidence-based conclusions in order to understand and help make decisions about the natural world and the changes made to it through human activity.”

De vaardigheden die in de toetsvragen aan de orde komen, zijn (in de meest recente versie) als volgt gecategoriseerd:

- *Describing, explaining and predicting scientific phenomena;*
- *Understanding scientific investigation;*
- *Interpreting scientific evidence and conclusions.*

Deze vaardigheden worden in de toetsvragen toegepast op de volgende terreinen:

- *Science in life and health;*
- *Science in Earth and environment;*
- *Science in technology.*

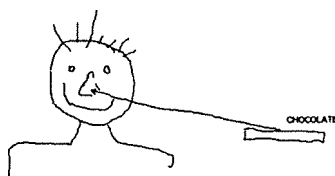
De toetsvragen voor science

In de toetsen voor *science* staat het presenteren van zoveel mogelijk *daily-life*-situaties voorop. Daartoe worden (samenvattingen van) artikelen uit kranten en tijdschriften als *stimulus* voor de toetsvragen opgenomen. Zo’n artikel wordt dan gevolgd door een serie vragen, die terugrijpen op het artikel.

Hieronder staat een voorbeeld van een *stimulus* met één van de bijbehorende vragen.

Chocolate has a number of characteristics which make that people enjoy it very much. It is both sweet and fatty, and mankind probably has an inborn preference for these ingredients. Chocolate gives a very pleasant cool feeling in the mouth, because it melts just below body temperature. This cool feeling is caused by melting of the chocolate in the mouth. Moreover chocolate smells very nice as well. No wonder it is a favourite treat.

In the text above it is stated that one of the characteristics of chocolate is its nice smell. A child illustrated how the nice smell reaches your nose from the chocolate.



Which one of the following words fits to the arrow in the drawing?

- A Radiation
- B Molecules
- C Light waves
- D Electrical impulses

Het grootste deel (ongeveer 2/3-deel) van de toetsvragen voor *science* bestond in 2000 uit gesloten vragen (meerkeuze-items) of kort-antwoord-vragen. Bij deze laatste soort vragen wordt een antwoordmodel verstrekt dat alle mogelijke antwoorden of bijna alle mogelijke antwoorden dekt, zodat voor het geven van een score aan de antwoorden volstaan kan worden met één beoordelaar.

Het andere deel (1/3-deel) van de toetsvragen voor *science* bestond in 2000 uit open vragen waarvoor twee beoordelaars werden ingezet.

Bij de antwoordmodellen bij deze vragen wordt gebruik gemaakt van het zogenoemde *two-digit*-systeem, dat wil zeggen dat met behulp van tweecijferige codes de juiste antwoorden naar hun aard worden onderscheiden. Als er bijvoorbeeld op een vraag met een maximale score 2 drie soorten juiste antwoorden mogelijk zijn, worden deze in het antwoordmodel onderscheiden met de codes 21, 22 en 23. Het eerste cijfer geeft de score aan, het tweede is een volgnummer om het soort antwoord aan te duiden. Op deze manier kan de aard van de juiste antwoorden in de diverse landen vergeleken worden.

Ook voor gedeeltelijk juiste of geheel foute antwoorden wordt het *two digit* systeem in het antwoordmodel toegepast. Voor een vraag met een maximumscore 2 worden in het antwoordmodel aldus antwoordbeschrijvingen met codes 11, 12, 13 etc., respectievelijk 01, 02, 03 etc. opgenomen.

Het *two-digit*-systeem wordt niet toegepast in de antwoordmodellen voor de proefafnamen. De leerlingantwoorden, die bij die proefafnamen verzameld worden, worden juist gebruikt om bij de definitieve afnamen een goed *two-digit*-antwoordmodel te maken.

Om er zeker van te zijn dat de antwoordmodellen in alle 32 landen op dezelfde manier worden geïnterpreteerd, organiseert het consortium workshops voor vertegenwoordigers van die landen (zowel voor de proefafnamen als voor de definitieve afnamen).

Resultaten in 2000

De resultaten van het PISA-onderzoek in 2000 zijn te vinden in een internationale publicatie, getiteld "*Knowledge and skills for life*". Deze uitgave is te bestellen via Internet

(www.pisa.oecd.org). Daarnaast is in ieder deelnemend land ook een publicatie verschenen waarin de resultaten van het eigen land nadrukkelijk worden vergeleken met de resultaten van de andere landen. De Nederlandse publicatie is uitgegeven door de Citogroep en heet “Bruikbare kennis en vaardigheden voor jonge mensen”.

Alle uitgaven met de onderzoeksresultaten over 2000 werden op 4 december 2001 gepubliceerd, een maand na de datum waarop de lezing werd gehouden (2 november 2001). Op dat moment waren nog geen resultaten van over 2000 bekend.

Als afsluiting van dit verslag worden enkele onderzoeksresultaten, die voor Nederland van belang zijn, gememoreerd. Die resultaten zijn beter terug te vinden in de Nederlandse uitgave dan in de internationale uitgave. De exacte positie van Nederland is uit diverse tabellen in de internationale uitgave weggelaten, omdat Nederland niet heeft kunnen voldoen aan de steekproefseisen die vooraf aan alle deelnemende landen werden gesteld.

In de Nederlandse uitgave wordt echter duidelijk gemaakt dat, ondanks het niet voldoen aan de steekproefseisen, de Nederlandse onderzoeksresultaten met vertrouwen kunnen worden vergeleken met de resultaten van andere landen. Uit die vergelijking blijkt onder meer dat onder de deelnemende landen Nederland bij *mathematics* de eerste plaats, bij *reading* de derde plaats en bij *science* de zesde plaats inneemt.

Lezing: *Enzymen wat zijn dat eigenlijk?*

Dr. M. van Oort (Novozymes)

In deze presentatie wordt een overzicht gegeven van:

- 1) Welke bedrijven produceren enzymen, met nadruk op het Deense bedrijf Novozymes
- 2) Enzymen, wat zijn dat eigenlijk?
- 3) Hoe werken enzymen
- 4) Hoe worden enzymen gemaakt
- 5) Enzymen en moderne biotechnologie
- 6) Diverse enzym toepassingen, zoals
 - a. Enzymen in de zetmeel industrie
 - b. Enzymen en wasmiddelen
 - c. Enzymen in de bakkerij industrie
 - d. Specifieke toepassingen van oxidatieve enzymen.

Novozymes

Het Deense bedrijf Novozymes is de grootste producent van industriële enzymen ter wereld met een omzet van ruim 700 miljoen Euro en een marktaandeel van ongeveer 43 %. Novozymes produceert enzymen voor allerlei toepassingen, zoals enzymen die gebruikt worden in wasmiddelen (o.a. voor vlekverwijdering), enzymen die gebruikt worden in de textielindustrie (o.a. voor het bleken van spijkerbroeken, een moderne variant van het zogenaamde 'stone washing'), enzymen voor bakkerijtoepassingen (o.a. voor betere vershouding van brood en het vervangen van chemische additieven) en enzymen voor gebruik bij de productie van brandstof uit natuurlijk afval.

Behalve Novozymes zijn er zeer veel bedrijven die enzymen produceren. De meeste doen dat slechts voor een enkele toepassing. De grootste producenten, naast Novozymes, zijn het Amerikaanse bedrijf Genencor en het Nederlandse bedrijf DSM.

Wat zijn enzymen

Enzymen zijn niets anders dan eiwitten met een zekere katalytische werking. Het zijn biologische katalysatoren die alle natuurlijke processen versnellen door de benodigde energie voor die processen te verlagen.

Enzymen worden geproduceerd met behulp van micro-organismen zoals schimmels, bacteriën en gisten. Deze organismen worden gekweekt in zeer grote fermentors (150 m³) en scheiden onder optimale omstandigheden de gewenste enzymen uit. Na de benodigde zuiveringsstappen (microfiltratie en ultrafiltratie) worden de enzymen gestandaardiseerd en ofwel in vloeibare oplossing ofwel als stofvrij granulaat verkocht.

Sommige van de gebruikte micro-organismen worden genetisch veranderd. Dit gebeurt met name om bepaalde enzymen te kunnen produceren die normaal in de micro-organismen slechts in zeer kleine hoeveelheden voorkomen en zonder deze modificatie niet op commerciële schaal geproduceerd zouden kunnen worden.

Enzymen in wasmiddelen

In de wasmiddelen industrie worden diverse soorten enzymen gebruikt. Het meest gebruikt zijn eiwit afbrekende enzymen, voor het verwijderen van eiwitvlekken (zoals bloedvlekken, melkvlekken etc.), zetmeel afbrekende enzymen (denk hierbij aan bijvoorbeeld aan vlekken afkomstig van pasta producten) en vetafbrekende enzymen.

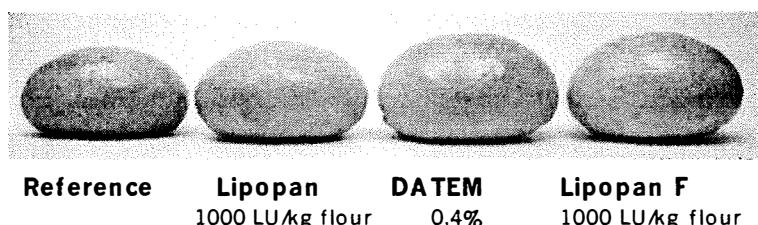
De enzymen worden op laboratorium schaal getest waarbij zoveel mogelijk de omstandigheden in de wasmachine wordt nagebootst. Hierbij wordt gebruik gemaakt van 'standaard vlekken' en de enzymwerking wordt beoordeeld aan de hand van de toename in licht –doorval door de vlek voor en na de behandeling. Vanwege de enorme variëteit aan wasprocedures wereldwijd, verschillen in water hardheid, verschillen in wasmachines en vanwege de grote hoeveelheid aan andere bestanddelen in wasmiddelen, worden er hoge eisen gesteld aan de kwaliteit en de stabiliteit van de gebruikte enzymen.

Enzymen in bakkerijtoepassingen

In de bakkerijsector worden geheel andere eisen aan de enzymen gesteld. Op de eerste plaats moeten alle enzymen voldoen aan de zeer strenge eisen voor levensmiddelen en levensmiddel ingrediënten. Dit bemoeilijkt het ontwikkelen van nieuwe enzymen en nieuwe enzymtoepassingen buitengewoon.

Baking enzymes

Baking performance of 2nd generation lipase in straight dough procedure:
Emulsifier replacement: Effect on volume



novozymes

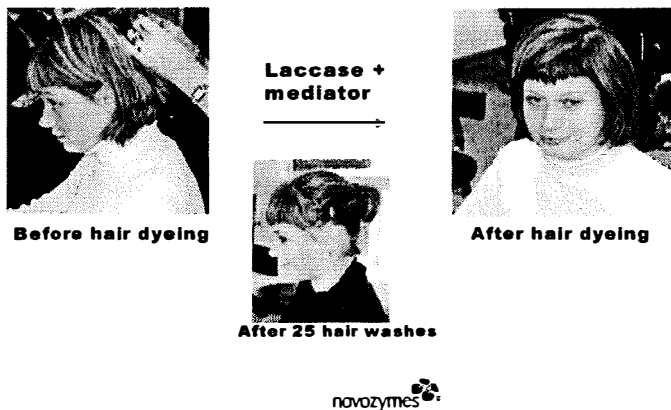
Desondanks zijn er zeer effectieve enzymen ontwikkeld, o.a. voor het standaardiseren van de kwaliteit van tarwebloem, voor het tegengaan van te snel oud en hard worden van brood, voor het verkrijgen van brood met een goed volume (nog steeds de belangrijkste kwaliteitsparameter) en voor het vervangen van chemische bestanddelen, zoals emulgatoren.

In figuur 1 is te zien dat uitstekend brood gemaakt kan worden met uitsluitend enzymen (zoals Lipopan 50 of Lipopan F), zonder dat emulgatoren (in dit geval zoals DATEM) worden gebruikt.

Oxidatieve enzymen

Nieuwe en sterk groeiende aandachtgebieden in de wereld van enzymen hebben te maken met het gebruik van oxidatieve enzymen, oftewel enzymen die een oxidatie of reductie proces versnellen. In figuur 2 is te zien hoe met behulp van het enzym Laccase gekleurd haar veel langer de nieuwe kleur behoudt.

Enzymatic Hair Dyeing



Dit is slechts een van de nieuwe en zeer interessante mogelijkheden van enzymen. Andere nieuwe toepassingen worden gezocht o.a. in het milieu (opruimen van vervuiling) en energiewinning, zoals het op grote schaal produceren van brandstof (ethanol) uit natuurlijk materiaal.

Meer weten?

Indien u meer wilt weten over de fascinerende wereld van de enzymen, kijk dan eens op onze website www.novozymes.com

Daarnaast kunt u natuurlijk terecht op een van de onderstaande nummers als u vragen hebt over enzymen of als u wellicht wat enzym monsters wilt hebben voor het uitvoeren van experimenten.

Maarten van Oort
Novozymes Nederland
Biltseveste 12
3432 AR Nieuwegein
tel: 0306000457
fax: 0306000458
gsm: 0653256485
email: mvoov@novozymes.com

Lezing: *Biomoleculaire massaspectrometrie: meer gewicht in de schaal*

Prof. Dr. A. Heck (UU)

Inleiding

Complete genome sequenties vormen een eerste basis voor het begrijpen van biologische processen. Het genome codeert voor alle eiwitten die een bepaald organisme kan produceren. Alhoewel de genome informatie in alle cellen van een organisme hetzelfde is, zien vele cellen er toch heel anders uit afhankelijk van hun biologische functie (bv. hersencel of bloedcel). De vertaalslag van het genome naar de biologische functie verloopt via het RNA naar het eiwit niveau. Niet puur het genome, maar veel meer de aanwezige eiwitten (= proteome) bepalen hoe een biologisch systeem of organisme er uit ziet. Een rups en de daaruit voortkomende vlinder hebben een identiek genome, toch kan de rups niet vliegen.

Proteomics is de kwantitatieve studie en karakterisering van alle eiwitten die door het genome op een bepaald moment onder bepaalde condities worden geproduceerd. Proteomics meet dus welke genen aanstaan en welke uitgeschakeld zijn. De hoeveelheden eiwit die door de genen tot expressie komen is sterk afhankelijk van allerlei complexe maar goed uitgebalanceerde regulatiemechanismen. Een kleine storing in deze mechanismen kan reeds grote gevolgen hebben. Anders dan het genome heeft het proteome dan ook een dynamisch karakter, en kan variëren afhankelijk van de biologische functie van de cellen, maar ook afhankelijk van de conditie waarin de cel zich bevindt. Verreweg de meeste ziekten zijn multifactoriele aandoeningen, veroorzaakt door een combinatie van meerdere genetische factoren tesamen met omgevingsfactoren. Daarom is het belangrijk niet in te zoomen op een enkel gen-produkt (= eiwit), maar juist op het complete produkt van de genen beïnvloed door de omgevingsfactoren (= proteome).

Nog niet lang geleden was het scheiden, identificeren en karakteriseren van alle eiwitten in weefsel of cellen nog onbegonnen werk. Recente technologische ontwikkelingen, vooral ook in de massaspectrometrie, 2D-gel-electroforese, robotics en bio-informatica, hebben het mogelijk gemaakt minieme hoeveelheden eiwit relatief snel en eenduidig te karakteriseren. Daarbij wordt ook veelvuldig gebruik gemaakt van de informatie die beschikbaar komt uit het genome onderzoek. Dit maakt proteomics en meer in het algemeen functional genomics bij uitstek een multidisciplinair onderzoeksterrein, waarin niet alleen de opheldering van de identiteit van een eiwit ten doel gesteld wordt, maar ook evt. post-translationele modificaties (fosforilering, glycosylering), de functie van het eiwit (bijvoorbeeld m.b.v. knock-outs) en de interactie met andere eiwitten. Dit artikel gaat in op de rol van een van de belangrijkste pijlers in functional genomics, de biomoleculaire massaspectrometrie.

Het voorwerk

In een enkele cel kunnen op een bepaald moment vaak tienduizenden verschillende eiwitten aanwezig zijn, in zeer uiteenlopende hoeveelheden. Om deze eiwitten afzonderlijk te kunnen bestuderen moeten ze allereerst van elkaar gescheiden worden. 2D-electroforese is hiervoor een geëigende techniek, waarmee complexe eiwitmengsels op basis hun iso-electrisch punt (iso-electric focusing) en moleculaire massa (SDS-PAGE) gescheiden kunnen worden. Op deze manier kunnen enkele honderden eiwitten per gel als spots aangekleurd worden. Dit maakt 2D-electroforese een krachtige methode om zelfs kwantitatief eiwit expressie patronen te vergelijken, bv. in cellen die onder verschillende condities gekweekt zijn, of in weefsels afkomstig van zieke en gezonde individuen. De meeste interesse zal bestaan voor differentieel tot expressie komende eiwitten. Specifiek deze eiwitten zullen vervolgens uit de gel gesneden worden, om te worden geïdentificeerd en gekarakteriseerd m.b.v. massaspectrometrie.

Eiwitidentificatie m.b.v. massaspectrometrie

Binnen het functional genomics onderzoek is het van fundamenteel belang om eiwitten die aangemerkt zijn als belangrijke mediators in een cellulair proces ook te kunnen identificeren. Een methode die tot voor kort standaard gebruikt werd was het N-terminaal sequencen via Edman degradatie, waarbij het eiwit eerst via Western blot op een membraan gebracht diende te worden. Deze methode vergt echter relatief veel materiaal, en wordt daarom de laatste jaren steeds meer verdrongen door nieuwe methoden gebaseerd op de massaspectrometrie.

Met de huidige massaspectrometrie kunnen de massa's van zelfs grote eiwitten nauwkeurig bepaald worden (bv. 1 Da op 50 kDa). Deze "nauwkeurige" massa geeft echter maar beperkte informatie over de identiteit van het eiwit. Daarbij komt ook dat gehele eiwitten redelijk moeilijk zijn te elueren uit een 2D-gel. Daarom worden in de praktijk voornamelijk twee andere massaspectrometrische technieken gebruikt om een eiwit te identificeren. De eerste meest eenvoudige methode meet en analyseert 'peptide fingerprints' van het eiwit, met de tweede iets complexere methode worden korte aminozuursequenties, zogenaamde 'sequence tags', bepaald.

In de eerstgenoemde benadering wordt het te identificeren eiwit, nadat het spotje uit de gel is gesneden, in de gel gedigesteerd met een specifiek knippend protease, vaak trypsin wat specifiek knipt na een argenine of lysine. Het resulterende mengsel van peptiden (het gaat hierbij vaak maar om sub-picomolen monster) wordt uit de gel geëluëerd en op massa geanalyseerd. Dit wordt gedaan met of matrix-assisted laser desorption/ionisation time-of flight (MALDI-TOF) of met electrospray ionisatie massaspectrometrie. Beiden methoden geven zeer nauwkeurig massa's van alle individuele peptides, die gevormd waren na proteolyse van het te karakteriseren eiwit. Deze massa's tezamen vormen een vaak unieke vingerafdruk van dat eiwit. In steeds meer volledig wordende database's van alle gen-produkten/eiwitten kan vervolgens van ieder individueel eiwit, na een "in-silico" behandeling met hetzelfde protease, een database aangelegd worden van deze massaspectrometrische eiwit-peptide-vingerafdrukken. Ter identificatie hoeft de database zoektocht alleen maar een unieke bij elkaar horende vingerafdruk op te leveren. De nauwkeurigheid waarmee peptide massa's bepaald worden resulteert vaak in unieke hits in de database, waarbij ook onderscheid gemaakt kan worden tussen zeer verwante eiwitten die slechts een of enkele aminozuren van elkaar verschillen, bv. verschillende natuurlijk voorkomende mutanten van haemoglobine.

Een voorwaarde voor succesvolle identificatie via de eiwit-peptide-vingerafdruk methode is dat de informatie over het eiwit reeds in een database aanwezig is. Is dit niet het geval, of als er twijfel over de identiteit van het eiwit bestaat (bv. omdat er niet genoeg peptiden gegenereerd zijn en/of de vingerafdruk niet uniek is) dan is er de mogelijkheid om van een of meer van de peptiden een stukje aminozuur-sequentie te bepalen. Dit gebeurt in het vacuüm van de massaspectrometer waar fragmentatiepatronen van de peptide ionen kunnen worden gegenereerd. Uit deze fragmentatiepatronen kan (een deel van) de aminozuur sequentie van het betreffende peptide herleid worden (Figuur 1). Met deze partiele sequentie, eventueel in combinatie met de eerder verkregen eiwit-peptide-vingerafdruk, wordt de kans op een unieke hit in de database zeer sterk vergroot. Met een á twee van deze korte "sequence tags" (vaak niet meer dan 5 aminozuren) is het in het meeste gevallen al mogelijk een eiwit ondubbelzinnig te identificeren. Mocht er geen match gevonden worden in een database dan kunnen en moeten meerdere peptiden op deze manier massaspectrometrisch gesequenced worden. Voor de bepaling van de totale sequentie van een eiwit is ook m.b.v. de massaspectrometrie nog steeds wel de nodige inspanning nodig.

Het is duidelijk dat men voor een geslaagde identificatie afhankelijk is van de volledigheid van databases. De informatie uit genoom projecten is daarbij van zeer groot belang. Daardoor hoeft de zoektocht niet beperkt te blijven tot databases van reeds geïsoleerde en geïdentifi-

ceerde eiwitten, maar kan ook gezocht worden naar 'hypothetische' eiwitten waarvan het (mogelijke) bestaan alleen uit DNA sequenties is afgeleid. Tevens kan het ook zeer nuttig zijn om voor onbekende eiwitten te zoeken in database's van andere organismen. Mogelijk niet perfecte hits kunnen dan informatie geven over verwante eiwitten (en misschien zelfs hun functie).

Identificatie van posttranslationele modificaties

Informatie die vrijwel nooit uit DNA studies naar voren komt is de mate en het karakter van post-translationele modificaties (fosforylering, sulfatering, glycosylering, farnesylering). De codering voor een eiwit en de mogelijke post-translationele modificaties liggen meestal niet op hetzelfde gen, en daarom kan de complete structuur, en daaraan gerelateerde functie, van een eiwit niet puur afgelezen worden uit het genome. Deze post-translationele modificaties van het gen-produkt zijn juist vaak van immens belang voor bv. de stabiliteit, activiteit en localisatie van de eiwitten. Fosforylering van eiwitten is bv. van groot belang in signaal transductie routes. Massaspectrometrie is bij uitstek geschikt om deze post-translationele modificaties in kaart te brengen, daar ze bijna altijd de massa van het eiwit veranderen. Na proteolyse van het eiwit wordt gekeken naar peptiden in de eiwit-vingerafdruk die een massa hebben die juist niet overeenkomt met de verwachte massa. Een massaverschil van 80 Da duidt bv. op de aanwezigheid van een fosfaat groep. Als specifiek naar post-translationele modificaties gezocht wordt is het interessant een voorzuivering te combineren met de massaspectrometrische identificatie m.b.v. affiniteits chromatografie of een immunoprecipitatie met specifieke antilichamen.

Verder is het ook mogelijk om m.b.v. massaspectrometrie inzicht te krijgen in de vouwing van een eiwit, bv. het identificeren van cysteine bruggen. Zwavelbrugvorming heeft tot gevolg dat de massa van het eiwit met 2 Da verandert, maar het kan er ook voor zorgen dat twee niet aan elkaar grenzende partiële aminozuursequenties toch aan elkaar zijn gebonden. Dit zal een invloed hebben op de uiteindelijke vingerafdruk van het eiwit. In de praktijk wordt het eiwit onder niet-reducerende en reducerende omstandigheden met trypsine behandeld waarna de respectievelijke vingerafdrucken worden vergeleken.

Toepassingen van proteomics

De toepassingen van de combinatie van 2D-electroforese en massaspectrometrie zijn legio omdat bijna in alle biologische processen eiwitten een sleutel-rol spelen. In het biomedisch onderzoek zijn de toepassingen met name gericht op het identificeren van diagnostische markers die kunnen dienen als aanknopingspunt voor therapie ontwikkeling. Als voorbeeld in infectieziekten-gerelateerd onderzoek kan een grootschalige studie genoemd worden naar de veroorzaker van tuberculose, *Mycobacterium tuberculosis*. Hiervoor is het proteome van deze bacterie vergeleken met dat van de niet pathogene *Mycobacterium bovis*. Op eiwit niveau werden enkele tientallen verschillen geïdentificeerd, waar mogelijke vaccinkandidaten tussen zitten. Een benadering voor het testen van immunogeniciteit van microbiële eiwitten is voor verschillende organismen onderzocht door bacteriële eiwitextracten te scheiden op een 2D-gel, deze te blotten en te incuberen met serum van geïnfecteerde personen. Op deze manier zijn voor verscheidene organismen eiwitten geïdentificeerd die een bijdrage zouden kunnen leveren aan vaccinontwikkeling. Een ander voorbeeld uit de biomedische toepassingen komt uit onderzoek naar blaaskanker, waarbij *via* proteomics een eiwit geïdentificeerd kon worden dat in patiënten met deze ziekte significant meer tot expressie kwam dan in gezonde personen. Een proteomics benadering is ook succesvol gebleken voor de identificatie van de componenten in functionele eiwitcomplexen. Dit is bijvoorbeeld recentelijk gedaan voor het spliceosome, een multi-eiwit complex dat introns uit mRNA precursors verwijdert. Na een immunozuivering van het intacte complex met een antilichaam tegen een van de bekende componenten hierin, en scheiding op een 2D-gel konden vrijwel alle van de ruim 60 spots met massa-

spectrometrie geïdentificeerd worden. Voor ongeveer de helft was dit mogelijk aan de hand van eiwit-databases, voor de andere helft was men aangewezen op EST (expressed sequence tag) databases, waarmee het belang van dergelijke DNA gegevens onderstreept wordt, en ook een direct verband wordt gelegd tussen de DNA sequentie en de functie van het gecodeerde eiwit (in dit geval in het spliceosome).

Bio-affiniteit massaspectrometrie

De nieuwe ontwikkelingen binnen de massaspectrometrie bieden nog een alternatieve benadering voor het onderzoek naar eiwit-complexen (maar ook eiwit vouwing) en biomoleculaire interacties. Het onderzoek aan biomoleculen zoals eiwitten en peptiden m.b.v. de massaspectrometrie is mogelijk geworden door het ontwikkelen van 'zachte ionisatietechnieken'. Een vloeiende overgang tussen de vloeistof- en gasfase is essentieel en zorgt ervoor dat de (grote) biomoleculen niet - zoals vroeger - kapot gaan tijdens deze overgang. Met de ontwikkeling van steeds zachtere, geminiaturiseerde ionisatiemethoden, in het bijzonder nanoflow electrospray, is het mogelijk om zelfs relatief fragiele complexen die door middel van niet-covalente interacties bij elkaar worden gehouden intact in de gasfase te brengen en dus te analyseren m.b.v. de massaspectrometrie. Hiermee wordt het mogelijk gemaakt meer direct de relatie tussen de structuur en activiteit van een eiwit te determineren. Belangrijke voorbeelden hierbij zijn eiwit-eiwit interacties en enzyme-substraat/remmer interacties. Enkele recente grote biomoleculaire complexen die intact m.b.v. de massaspectrometrie zijn bestudeerd zijn het *E. coli* ribosome complex, intacte virussen en, door de groep in Utrecht, een 16-component enzyme complex met een totaal gewicht van meer dan 1 miljoen Dalton. De groep in Utrecht ontwikkelt massaspectrometrische methoden om juist dit soort niet-covalente complexen verder te bestuderen. Dit soort studies kan ook gebruikt worden om interacties van potentiële geneesmiddelen met hun targets (de eiwitten) te analyseren. In Figuur 2 zijn als voorbeeld enkele massaspectra weergegeven van het enzyme Glyoxalase I, waaraan een potentiële remmer was toegevoegd. De spectra tonen intacte complexen van het eiwit-dimeer (de bio-actieve vorm van Glyoxalase I), gebonden aan 0, 1 of 2 remmer-moleculen. In dit geval bleek er een duidelijke correlatie tussen de inactivatie/remming van het enzyme te zijn en de mate waarin binding werd waargenomen m.b.v. de massaspectrometrie. Dit soort bio-affiniteit massaspectrometrie kan dus een rol gaan spelen in het vinden van nieuwe geneesmiddelen. Met behulp van deze en andere methoden, zoals bv. ook waterstof-deuterium uitwisseling, kan ook gekeken worden naar bv. eiwit-vouwing en eiwit-membraan interacties.

Conclusie

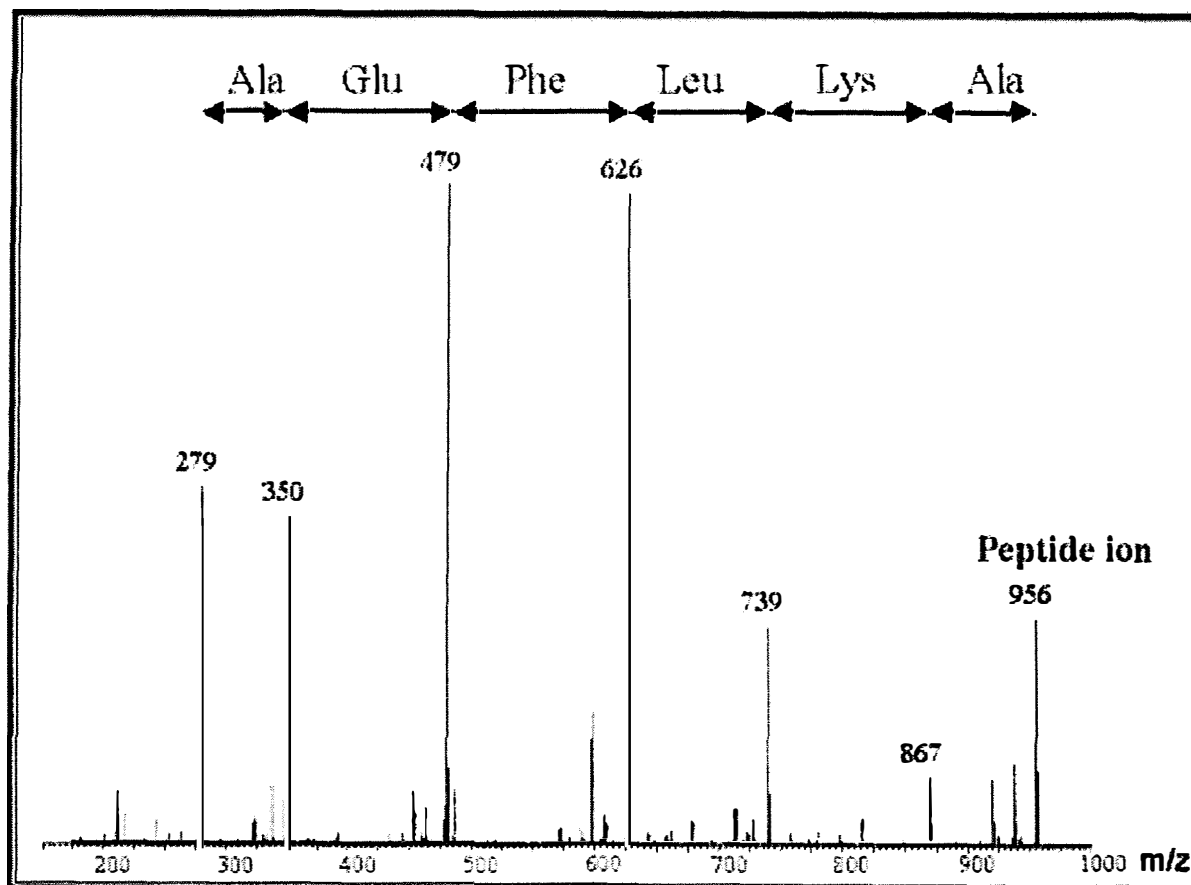
In dit artikel is een inleiding gegeven over enkele recente ontwikkelingen in de biomoleculaire massaspectrometrie. Daarnaast is een kort overzicht gegeven van de impact die deze ontwikkelingen hebben gehad (en verder zullen hebben in de toekomst) op het 'functional genomics' onderzoek. In een tijdsbestek van enkele jaren is de biomoleculaire massaspectrometrie gegroeid tot een bijna onmisbare pijler in elke vorm van moleculair biomedisch onderzoek en dus ook in functional genomics.

Verdere informatie

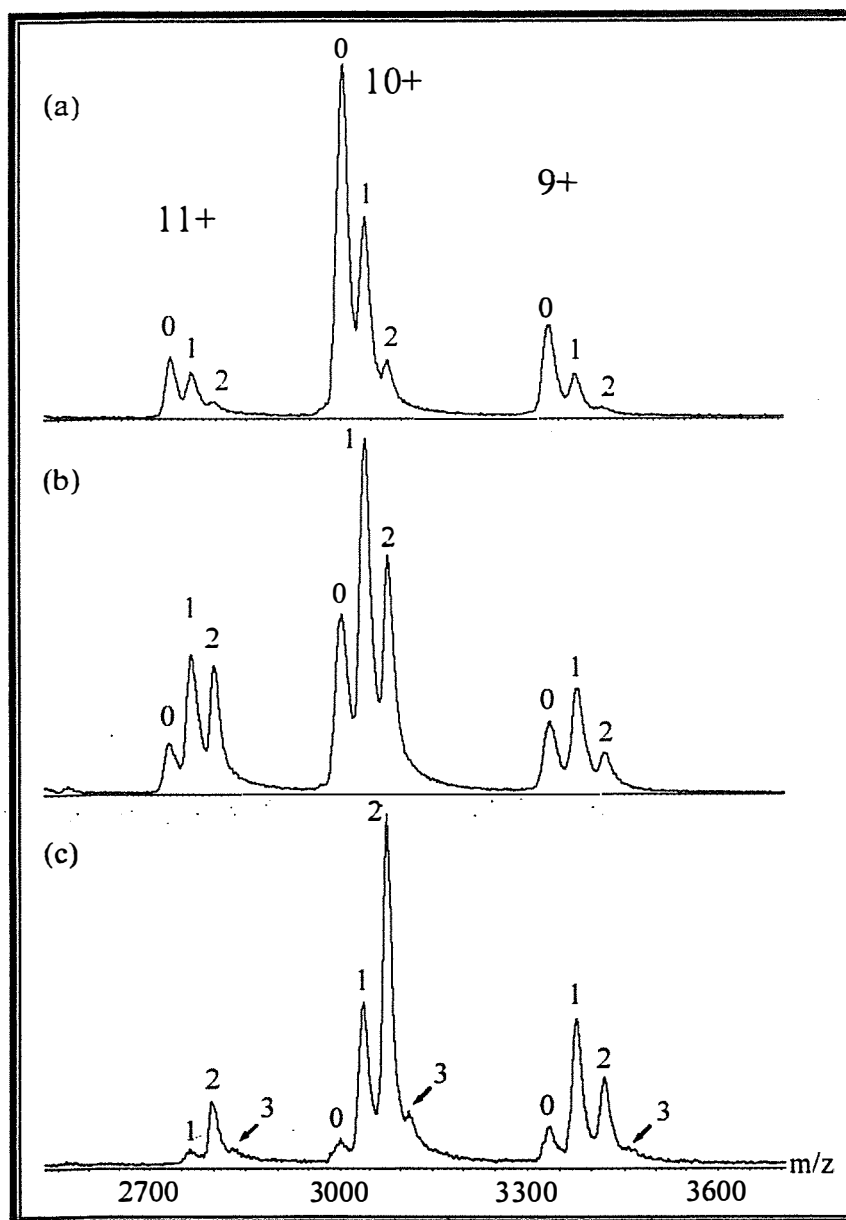
e-mail A.J.R.Heck@chem.uu.nl of A.J.R.Heck@pharm.uu.nl

WEB <http://www.chem.uu.nl/bioms>

Figuur 1. Fragmentatie spectrum van een geprotoneerd peptide ion met een m/z van 956. Uit de reeks van fragmentionen kan een partiële sequentie bepaald worden (in dit geval -- AEFLKA-NH₂). Deze sequentie-tag kan gebruikt worden om in de database te zoeken naar de identiteit van het eiwit. In dit geval zou met alleen de massaspectrometrische data uit dit spectrum cystathionine gamma-synthase uit *Haemophilus influenzae* als unieke hit gevonden worden.



Figuur 2. Electrospray bio-affiniteit massaspectra van het enzym Glyoxalase I met van a tot c steeds hogere concentraties van een potentiële remmer (in dit geval een alkyl-gluthathione). De pieken aangegeven met een 0 zijn afkomstig van het vrije intacte dimeer van het enzym. De pieken aangegeven met een 1 en 2 zijn signalen afkomstig van het intacte enzym met 1 resp. 2 remmer-moleculen gebonden. De massa van deze totale eiwit-substraat/remmer complexen is ongeveer 30 kDa. De uit deze spectra verkregen titratiecurven geven een indicatie voor de affiniteit tussen het eiwit en de potentiële remmer, en kunnen dus gebruikt worden voor drug-screening.



Slotlezing: Het Chemisch Lagerhuis



De Werkgroepen



Werkgroep: *Computerondersteundend modelleren in het natuurwetenschappelijk onderwijs*

Elwin Savelsbergh en Gjalt Prins

Inleiding

Modelleren vormt een belangrijke activiteit van natuurwetenschappers. Het bouwen, testen, vergelijken en bijstellen van modellen kan bijdragen tot begripsvorming en sluit nauw aan bij een natuurwetenschappelijke denkwijze. In verband met de voorbereidende functie van het VWO op een natuurwetenschappelijke studie is het relevant om leerlingen te laten modelleren. Modelleren als vaardigheid past goed bij de eindtermen van de Tweede Fase. Het is dan ook niet verwonderlijk dat in de examenprogramma's van biologie, natuurkunde en scheikunde het omgaan met modellen expliciet genoemd. Echter, op welke manier dat gerealiseerd zou moeten worden, wordt in het midden gelaten. In het huidige onderwijs worden modellen vaak impliciet gebruikt en als eindproduct gepresenteerd. Tevens staat het model zelf niet ter discussie. Deze constatering, tezamen met het argument dat modelleren een integraal onderdeel zou moeten zijn van natuurwetenschappelijk onderwijs, heeft geleid tot het project *Computerondersteund Modelleren*.

Project Computerondersteund Modelleren

Eén van de doelen van dit project is het ontwerpen en testen van onderwijsmateriaal voor biologie, natuurkunde en scheikunde waarin modellen en modelleren centraal staan. Daarbij richten we ons op dynamische modellen. Dat zijn modellen waarin veranderingen die in de loop van de tijd optreden, worden doorgerekend. Juist dit type modellen blijft vaak onderbelicht in het huidige onderwijs, enerzijds door het ontbreken van adequate middelen om dit soort modellen te onderwijzen, anderzijds omdat dit soort modellen al snel te wiskundig en voor leerlingen te abstract worden. Deze drempels worden (ten dele) weggenomen door inzet van zgn. *Grafische Modelleerssoftware*. Bij zo'n softwaretool begint het maken van een model met het schetsen van de belangrijkste variabelen en het aangeven van de relaties daartussen met behulp van pijlen. Het model is gemakkelijk bespreekbaar en uitwisselbaar. De wiskundige invulling blijft nodig, maar is eenvoudiger te hanteren en staat minder op de voorgrond. Je kunt met zo'n modelleeromgeving in korte tijd een eerste ruwe versie van je model maken en laten doorrekenen. Vervolgens kun je het model gaan verbeteren en verfijnen. Zodoende ontstaat een korte cyclus die voor leerlingen goed te overzien is.

De Workshop

Doelen van de workshop waren:

- Deelnemers kennis laten maken met het ontwikkelde onderwijsmateriaal voor scheikunde: *Waskracht!*
- Samen discussiëren over de rol van modellen en modelleren in het natuurwetenschappelijk onderwijs.

De dynamiek van wassen

Vuil wasgoed in de wasmachine, wasmiddel erbij en wassen maar. Was het maar zo simpel! Waarom gaat die ene vetvlek er zo moeilijk uit? Wat doen de enzymen die in het wasmiddel zitten nu eigenlijk? Welke invloed hebben de temperatuur en waterhoeveelheid op het wasresultaat? Kortom: de chemische processen tijdens het wassen van kleding.

In het eerste gedeelte van de workshop hebben de deelnemers een sterk vereenvoudigd model van het wasproces zelf geanalyseerd aan de hand van een aantal vragen (Wat klopt er *niet* in

dit model? Wat klopt er *wel* in dit model? *Welke* verbeteringen zijn er noodzakelijk?). Tijdens deze fase kwam naar voren dat veel factoren een rol spelen en chemiekennis uit verschillende domeinen benodigd is om het proces goed te beschrijven (polair/apolair, hydrofoob/hydrofiel, zeep(werking), oplosbaarheid, katalysator, concentratie, enzymen). Conclusie was dat het model de nodige verbeteringen behoeft, maar dat het een prima eerste aanzet is tot een beschrijving van het wasproces. Gezamenlijk hebben de deelnemers een aantal verbeteringen voorgesteld.

In het tweede gedeelte hebben de deelnemers in tweetallen het eerste model uitgebreid met één van de besproken verbeteringen. We hebben het model vervolgens samen gebouwd m.b.v. de computer, vervolgens getest en geëvalueerd. Er ontstond een geanimeerde discussie over de kwaliteit van het model en de “werkelijkheidswaarde”.

Het slot van de workshop was gereserveerd voor een discussie over modellen en modelleren in de scheikunde. Het blijft boeiend en intrigerend, zeker op een Woudschoten conferentie, te filosoferen over de rol van modellen en modelleren in het onderwijs.

Meer informatie over het project *Computerondersteund Modelleren* is te vinden op het volgende website adres: <http://www.cdbeta.uu.nl/model/>

Werkgroep: *Nieuwe Scheikunde*

Joke van Aalsvoort, Frank Aarts en Karin Vlaar

Wij zijn alvast begonnen met "nieuwe scheikunde". Wij, de sectie scheikunde van Openbare Scholengemeenschap Huygenwaard in Heerhugowaard, hebben een nieuwe leergang gemaakt voor 3 havo/vwo die wij "Chemie in Producten" hebben genoemd. In een inmiddels tien jaar lopend onderwijsexperiment begint zich een concept uit te kristalliseren waarmee zowel de leden van de sectie als onze leerlingen zeer zijn ingenomen. Met dit concept wordt aangesloten bij het gedachtengoed van "Ontwikkelingsgericht Onderwijs" (OGO) dat tot nog toe vooral in het basisonderwijs ingang heeft gevonden, maar nu ook in het voortgezet onderwijs weerklink vindt.

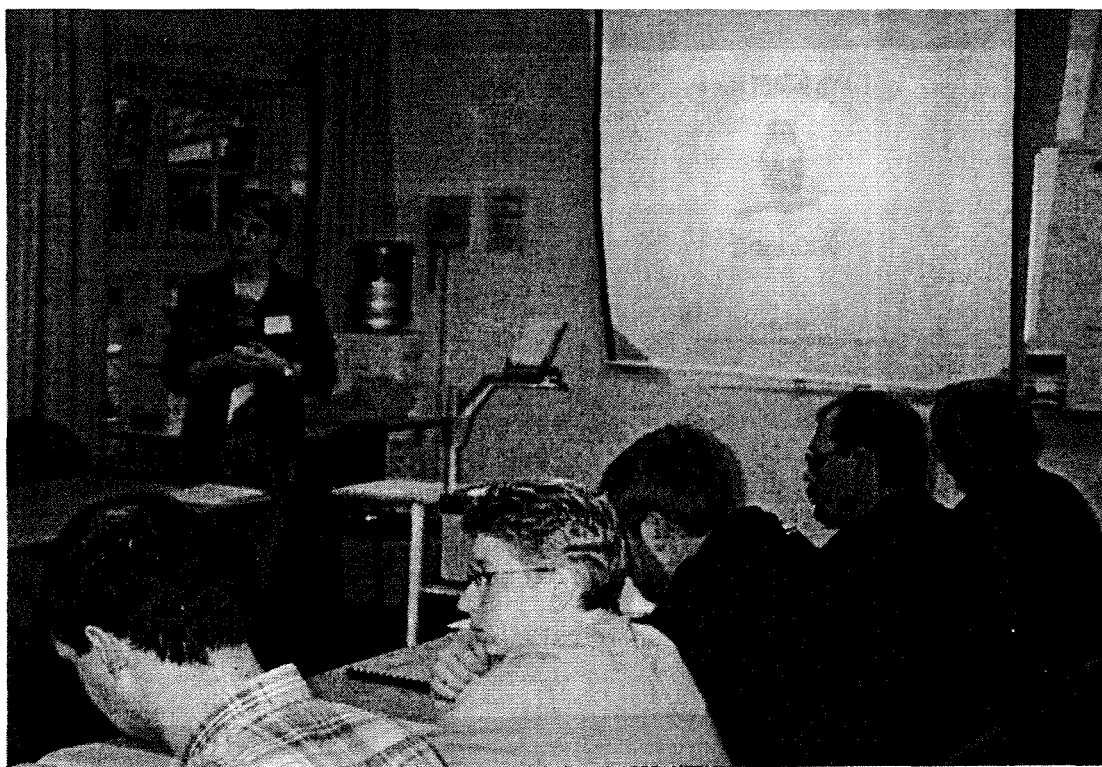
Kenmerkend voor OGO-onderwijs aan oudere leerlingen (bovenbouw basisonderwijs, voortgezet onderwijs) is dat uitgegaan wordt van, vaak zelf ontwikkelde, schoolse versies van maatschappelijke praktijken. In "Chemie in Producten" komen dan ook, na een inleidend hoofdstuk, verschillende praktijken aan bod die iets van doen hebben met chemie, te weten voedingsmiddelen, drinkwater, geneesmiddelen, energie en cosmetica. In elke paragraaf wordt een element van zo'n maatschappelijke praktijk belicht. Hierbij moet men denken aan persoonlijke en maatschappelijke behoeften, bereiding en productie, kwaliteitscontrole, grondstofkeuze, technisch ontwerp, de totstandkoming van normen voor kwaliteit, verschillende richtingen die binnen een bepaalde praktijk herkenbaar zijn en dergelijke. De rode draad van de leergang wordt gevormd door de bijdrage die de chemie heeft geleverd aan de verbetering van het handelen. Dit betekent in de eerste plaats een verbreding van de handelingsmogelijkheden. Zo zijn er voor het maken van drinkwater andere technieken nodig dan voor het bereiden van geneesmiddelen. Verbeteringen van het handelen berusten echter ook op een verdieping van kennis, dit wil zeggen op de ontwikkeling van modelvoorstellingen leidend tot een betere grip op de materie. Deze rode draad wordt zichtbaar in aspecten als de verbetering van de kwaliteit van producten, van productieprocessen (voorkomen van verspilling van grondstoffen en van vervuiling van het milieu door middel van chemische berekeningen op grond van atoommassa's) en van chemisch onderzoek (efficiënter zoeken naar stoffen die beter voldoen met behulp van structuurformules).

Deze opzet geeft leerlingen de gelegenheid diverse rollen te spelen. Hierdoor leren zij wat een rol inhoudt op het vlak van kennis, vaardigheden en houdingen. Als chemisch onderzoeker bijvoorbeeld doen zij in een rapport een aanbeveling met betrekking tot een anti-oxidant voor appelmoes, waarbij de ene een gunstiger effect heeft op de appelmoes maar de andere beter is met het oog op de volksgezondheid. Hierbij komt naar voren dat bij dergelijk onderzoek een eerlijke vergelijking van stoffen noodzakelijk is en leren leerlingen hoe ze dit kunnen aanpakken. Als ingenieur ontwerpen zij een fabriek die drinkwater maakt uit zeewater. In deze rol gaan leerlingen na welke bestanddelen uit het zeewater gehaald moeten worden en welke eraan toegevoegd moeten worden om acceptabel drinkwater te krijgen. Dit krijgt zijn beslag in een ontwerp waarin zij rekening moeten houden met de mogelijkheden die een bepaalde omgeving biedt. In de rol van chemisch analist controleren zij de kwaliteit van geneesmiddelen. Deze rol vereist dat men weet wat dichtheid is en hoe dat te meten is, wat reagentia zijn en hoe men een chromatogram maakt. De rol houdt ook in dat men nauwkeurig moet werken en dat men zich aan de voorschriften dient te houden. In alle rollen worden leerlingen geconfronteerd met de maatschappelijke verantwoordelijkheid die met zo'n rol gepaard gaat. Het doel van dit onderwijs kan nu samengevat worden als identiteitsontwikkeling van de leerlingen.

Leerlingen worden ondersteund in hun ontwikkeling doordat ze geholpen worden een antwoord te vinden op de vraag welke rol hen aanspreekt en hen past.

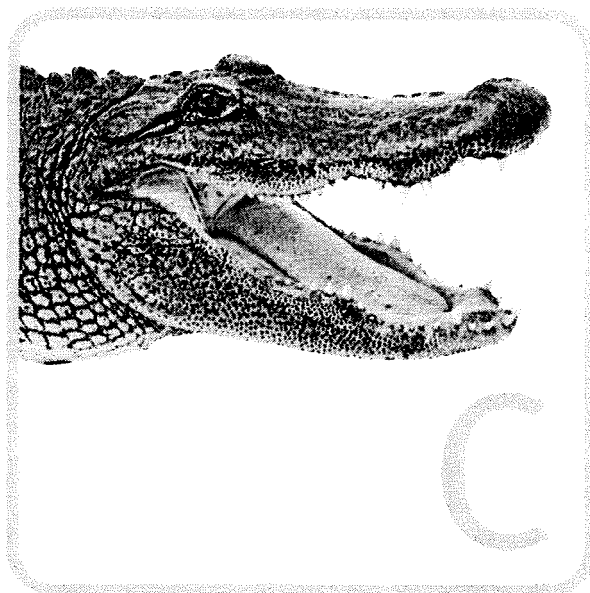
In de workshop werd verder nog het kennisconcept dat aan het huidige scheikunde-onderwijs ten grondslag ligt, vergeleken met dat van "Chemie in Producten". Aan de hand hiervan werd geconcludeerd dat in het huidige scheikunde-onderwijs met name de belangen van wetenschap en wetenschappers worden gediend. Hierbij moet men met name denken aan het belang van rekrutering van nieuwe wetenschappers. Hierbij moet men echter ook denken aan het belang van een bepaalde voorstelling van de relatie tussen wetenschap en maatschappij, namelijk wetenschap als oorsprong van al het goede waarbij de bijdragen van andere maatschappelijke praktijken over het hoofd worden gezien. In het onderwijs dat met "Chemie in Producten" wordt voorgestaan is getracht de belangen van wetenschappers enerzijds en van leerlingen anderzijds meer in evenwicht te brengen. Het doel van dit onderwijs, identiteitsontwikkeling van de leerlingen, brengt dit tot uiting. Hierbij draagt een andere voorstelling van de relatie tussen wetenschap en maatschappij, maatschappelijke praktijken als de context waarin ontwikkelingen plaatsvinden, eventueel in samenspel met wetenschap, bij aan een grotere waardering voor andere identiteiten dan die van wetenschapper.

De workshop liet nog een ander kenmerk van "Ontwikkelingsgericht Onderwijs" zien. Dit is het samengaan van theoretische ontwikkeling en ontwikkeling van de praktijk. Zonder theoretische ontwikkeling geen ontwikkeling van structuur en samenhang in een praktijk, zonder ontwikkeling van de praktijk geen theoretische ontwikkeling die ergens toe leidt. Onderwijsontwikkelaars en –onderzoekers zijn er vaak huiverig voor om docenten met de theoretische aspecten van hun werk te confronteren. Navraag bij de deelnemers van de workshop leverde echter op dat dit niet als een bezwaar was ervaren. Sommige deelnemers merkten zelfs op dat hun eigen onvrede met het huidige scheikunde-onderwijs goed onder woorden was gebracht.



Werkgroep: *Crocodile Chemistry*

Louis Smits



CROCODILE Chemistry

EEN REVOLUTIE IN EDUCATIEVE SOFTWARE

voor meer informatie: www.crocodile-clips-plein.nl

Eurofysica BV-Postbus 3435 – 5203 DK 's-Hertogenbosch – T:073 – 623 26 22 – F: 073 – 621 97 21

Werkgroep: *Een nieuwe jasje biochemie!*

Henk van Lubeck en Frans Carelsen

Frans Carelsen, Henk van Lubeck, Arne Mast en Lida Schoen hebben een eerste versie van een lespakket gemaakt voor (naar schatting) 12 slu dat de helft van de eindtermen biochemie dekt. Voor de deelnemers aan de werkgroep waren opdrachten en docentenhandleiding als een soort visitekaartje op een leuk cd-rommetje gezet (formaat van een creditcard). Het programma zelf is te vinden op de website <http://txt4u.slo.nl> (geen www!!)

In opzet is het programma verwant met Specconsult. TXT4U is een firma waar de leerlingen in dit nieuwe programma stage kunnen lopen. Deze firma verzorgt/regelt /organiseert communicatie op maat in de natuurwetenschappen, zoals: het organiseren van lezingen, open dagen, symposia maar ook bijvoorbeeld het ontwikkelen van een proefwerkbank met vragen over biochemie. De docent start de zaak op door een vijftal groepjes in de klas te benoemen en die per e-mail op de hoogte te brengen van hun opdrachten. Deze opdrachten kunnen echter voor de leerlingen pas beginnen nadat ze eerst een stuk (basis)biochemie, in dit geval over eiwitten en DNA bestuderen. Ze kunnen daarbij gebruik maken van boeken, internetsites, encyclopedie, enz. Als ondersteuning in het programma zijn aanwezig in de zogeheten notendop: Bio-ABChemie (een biochemisch woordenboekje), Conceptmap en Eindtermen Biochemie.

Als u de homepage opent, ziet u in de linkertabel een aantal doorklikmogelijkheden. Deze mogelijkheden markeren diverse functies:

- nader kennismaken met het bedrijf (Bedrijfsprofiel, Medewerkers, TXT4U Actueel en Vacatures),
- activiteiten die leiden tot bestudering van basisstof biochemie (Portfolio, hier vindt u ook mogelijke proeven),
- vijf hoofdopdrachten, waaruit er één gekozen moet worden (Stages),
- aanbieden van achtergrondinformatie en steun bij de uitvoering van de stage-opdrachten (Actuele Chemie, Mediatheek, Notendop, Cursussen).

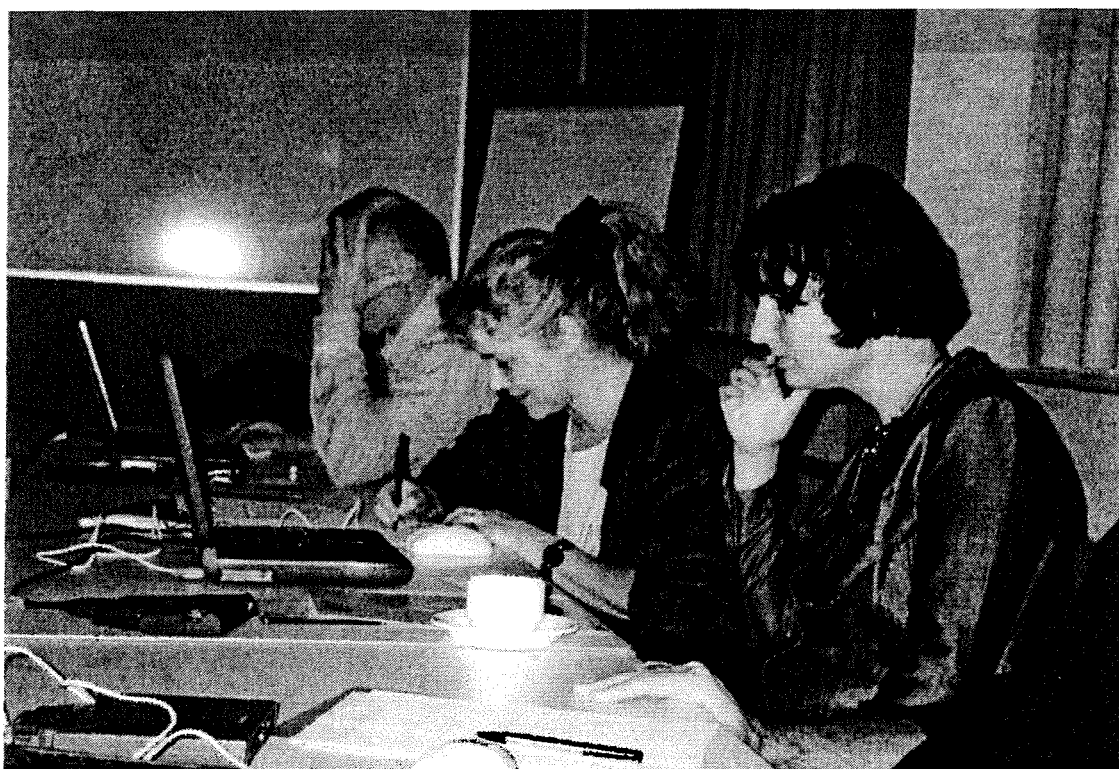
De werkgroep begon met een inleiding over de plaats van biochemie in het examenprogramma. Daarna werd uitgebreid kennis gemaakt en gewerkt met het materiaal.

De discussie aan het eind van de workshop concentreerde zich op o.a de functionaliteit van het bedrijf TXT4U en of er een meer boekachtige structuur moet worden aangeboden. Ook het eventuele gebruik van toetsen voor en na het bestuderen van de basisstof is voor de auteurs voldoende aanleiding om een tweede versie te produceren. Deze versie zal in de loop van het jaar 2002 door enige enthousiaste collega's uitgeprobeerd worden.

Werkgroep: *Ontwikkeling deeltjesmodel vanuit een context*

Han Vermaat

De Universiteit Twente ontwikkelt een lesmodule om het deeltjesmodel te introduceren en de deelnemers van werkgroep I konden hier mee oefenen. Uit een onderzoek blijkt dat veel leerlingen nauwelijks doorhebben waarom zij iets moeten weten over atomen, moleculen en ionen. Ik probeer in de lesmodule daarom het nut van deze kennis duidelijk te maken aan de hand van de context nierdialyse (in feite een verkeerd woord omdat niet de nieren worden gedialyseerd, hemodialyse is een beter woord). Een vijftienjarig meisje moet drie keer per week naar de hemodialyse en vraagt zich af wat er nu eigenlijk in zo'n filter gebeurt. Om daar achter te komen bezoekt zij eerst de website van de Nierstichting, maar deze helpt haar niet veel verder. De nierstichting heeft goed voorlichtingsmateriaal, maar hoe hemodialyse nu precies werkt is niet zo duidelijk. De leerlingen van 4 VWO moeten daarom een folder gaan schrijven waarin zij de vragen wel beantwoorden. Daarbij moeten zij leren denken op nanoscopisch (moleculair) niveau. Het grootste probleem in een dergelijke lesmodule is de relatie tussen de chemische vakinhoud en de maatschappelijke context. De module bestaat deels uit een moleculaire website met veel animaties en molecuulmodellen. De deelnemers van de werkgroep konden zelf met het nieuwe materiaal aan de slag. Na afloop kregen zij een CD-rom met de website (in ontwikkeling) mee. Vooral over de animaties en de molecuulmodellen waren de deelnemers enthousiast. Animaties geven meer inzicht in nanoscopische processen dan tweedimensionale tekeningen in een boek. Voor demolecuulmodellen is de plug-in Chime nodig, die de mogelijk biedt de modellen rond te draaien en van alle kanten te bekijken.



Werkgroep: *Risico-inventarisatie en –evaluatie door leerlingen*

Henny Kramers-Pals en Michael Vogelezang

Op de Arbo-studiedag van de NVON in september 2001 hadden wij workshops gegeven over de RI&E van een proef en wel in drie varianten: biologie, natuur- en scheikunde. Per workshop waren er toen ruim 30 deelnemers. Het was de bedoeling om het daar gepresenteerde om te bouwen tot enkele NVOX-artikelen. Daarvoor vonden wij het nuttig om te beschikken over kritisch commentaar van degenen die een workshop hebben gevolgd. We waren daarom blij met de uitnodiging om de scheikunde-variant van de workshop ook op de Woudschotenconferentie te kunnen geven. We hadden nu anderhalf uur voor de workshop in plaats van de haastige drie kwartier op de Arbostudiedag. Het bleek dat we het voor ons ideale publiek hadden. We kregen commentaar vanuit verschillende invalshoeken.

- Er waren enkele ervaren TOA's en docenten die ons wezen op ons nog niet bekende risico's en preventieve maatregelen bij de door ons als voorbeeld gekozen proeven (verbranding van witte fosfor en kraken van paraffine-olie).
- Er was iemand met veel werkervaring aan de universiteit die pas sinds kort voor de klas stond en zich nog steeds verbaasde over het gebrek aan veiligheidsbesef en de gebrekkige Arbo-organisatie in haar werkomgeving in het voortgezet onderwijs.
- Er was een rector (Henk Huijsmans) die onderstreepte dat de wettelijk vereiste RI&E van een school onderbouwd zou moeten zijn door kleinschalige (door ons bepleite) RI&E's door de betrokkenen.
- Er was een curriculumontwikkelaar (Heleen Driessen) die zal nagaan of het ontwikkelen van veiligheidsbesef bij leerlingen ondergebracht kan worden bij de eindtermen. Het is namelijk niet alleen nodig om ervoor te zorgen dat er geen ongelukken gebeuren (teaching safely), maar ook dat leerlingen leren hoe veilig werken in elkaar zit en hoe ze daar zelf aan kunnen bijdragen (teaching safety).
- En tenslotte was er iemand van de Arbocommissie (Leen Donk) die vertelde dat er daar nagedacht wordt aan een vervolg op het Arboboekje in de door ons bepleite richtingen: (1) inpassing van veiligheids'educatie' in het voortgezet onderwijs en ontwikkeling van materiaal daarvoor, en (2) ontwikkeling van RI&E's van gangbare proeven (als aanvulling op 'Veilig practicum'). De commissie zoekt naar financiële ondersteuning om de docenten en TOA's die hieraan werken te kunnen belonen.

Het resultaat is dat er in de NVOX van februari 2002 een artikel is verschenen (pp. 83-86) dat de inhoud van de workshop zodanig dekt, dat we in deze rapportage volstaan met de verwijzing naar dit artikel.

Werkgroep *Superslurpers uitproberen in 4 VWO of in 4 HAVO*

Aonne Kerkstra en Kitty Jansen

In deze werkgroep is verteld hoe een nieuw lespakket over **superslurpers** is opgezet en hoe het is uitgetoetst in 4 VWO en 4 Havo. Er is een uitvoerige evaluatie met de leerlingen geweest.

Uitgangspunten

Een 'proeftuintje nieuwe scheikunde' in 4 VWO moet passen binnen het huidige eindexamenprogramma. Bovendien zijn er hooguit zes lessen beschikbaar. Daarom hebben wij er voor gekozen om een lessenserie te maken die als inleiding op praktische opdrachten kan dienen. De hoofdlijnennotitie (NVOX november 2000) geeft verder aan dat het stukje 'nieuwe scheikunde' leerbaar moet zijn en dat er een zekere basiskennis verweven moet worden met het thema **superslurpers** om te kunnen beginnen. Om **superslurpers** te begrijpen zijn als basiskennis zoutformules en het oplossen van zouten nodig. Vanuit de biologie is begrip van het fenomeen osmose noodzakelijk om de werking van wegwerpluiers te kunnen snappen. Aangezien **superslurpers** gemaakt worden van polyacrylzuur zal een ook stukje additiepolymerisatie moeten worden behandeld. Deze, voor leerlingen nieuwe begrippen staan in het lesmateriaal in aparte boxen. Leerlingen beschikken over het boek CHEMIE vwo bovenbouw, scheikunde 1 deel 1 (WN).

Bij het uitvoeren van de lessenserie hebben wij gebruikt gemaakt van het volgende didactische model:

Ionbinding, zoutformules en oplossen van zouten	Inleiding thema PO1	Werkplan PO2	PO2
		Basiskennis: brandstoffen, alkanen, systematische naamgeving, alkenen en additiereacties	themagebonden kennis: additiepolymerisatie, osmose en hydratatie PO3 (keuzeopdracht)



 Repetitie Beoordeling van opdrachten

Introductie in de klas

De eerste vraag bij de introductie van **superslurpers** in de klas is natuurlijk: "Wat voor soort stoffen zijn dat, **superslurpers**?" Uitvoerig is met de deelnemers besproken hoe zorgvuldig de introductie van nieuw lesmateriaal moet plaatsvinden. Er zijn tal van valkuilen.

Praktische opdrachten

Superslurpers is vooral bedoeld als inleiding op de praktische opdrachten in de vierde klas. PO1 sluit aan bij de leerstof uit de derde klas: volledige- en onvolledige verbranding. PO2 is een echte kwantitatieve bepaling: hoeveel vocht kan een klein stukje luier opnemen. Dit leidt tot geweldig enthousiaste reacties bij leerlingen en bij docenten. In de werkgroep zijn leuke dia's hiervan vertoond. PO3 is een keuzeopdracht, de leerlingen kunnen uit een zestal onderzoekjes kiezen. Zo'n eigen gekozen onderzoekje vinden wij erg belangrijk.

Werkgroep *De docent in de Nieuwe Scheikunde*

Fer Coenders en Machiel Stolk

De bedoeling van deze werkgroep was keuzes duidelijk te krijgen die docenten moeten maken als ze leeractiviteiten ontwikkelen aan de hand van een context. Drie vragen stonden daarbij centraal:

1. Wat zijn kenmerken van goede leeractiviteiten;
2. Zijn er algemene ontwerprichtlijnen af te leiden die ontwikkelaars (of docenten zelf) steeds kunnen gebruiken als ze leeractiviteiten aan de hand van contexten ontwerpen;
3. Hoe zou de vormgeving van het chemie onderwijs er uit kunnen zien. Met aandachtspunten als:
 - keuze van contexten (hoe ziet een programma over langere tijd eruit);
 - rol(len) van docent en TOA;
 - hoe komt er koppeling tussen onderdelen uit een programma;
 - zijn er meerdere contexten nodig voor eenzelfde begrip.

Na een korte inleiding hebben docenten eerst in groepjes gewerkt aan een concrete opdracht waarna er via korte presentaties uitwisseling van de gegenereerde ideeën plaatsvond. De werkgroep werd afgesloten met een plenaire discussie. De sfeer tijdens de werkgroep was uitstekend, er werd hard aan de opdracht gewerkt. Tijdens de plenaire discussie kwamen meer vragen dan antwoorden naar voren. De grootste vijand was weer eens de tijd die onverbiddelijk doortikte.

De opdracht was als volgt geformuleerd: *Ontwerp bij een artikel leeractiviteiten die geschikt zijn om leerlingen basiskennis van chemie te laten opdoen.* Randvoorwaarden en een procedure waren gegeven zodat er productief gewerkt kon worden. Er was keuze uit drie artikelen: twee overdrukken met achtergrondinformatie uit Natuur en Techniek en een copie van een krantenartikel over cola (afkomstig uit Chemie Actueel).

Het viel in de werkgroep op dat alle vier de groepjes als leeractiviteit een practicum kozen, waarbij de mate van openheid wel varieerde. Drie van de vier groepjes kozen voor het cola-artikel juist omdat er veel "bekende" chemie in staat. Bij de meeste groepjes werd na discussie besloten eerst de theorie te behandelen en daarna het artikel als praktische opdracht aan te bieden. De nadruk in de discussie in de groepjes ligt al snel op de chemie-inhoud en veel minder op het leerproces van de leerlingen.



Evaluatie

Na afloop hebben wij met onze 'superslurpende proefkonijnen' uitvoerig nagepraat. Ook hebben zij een vragenlijst ingevuld met een tiental vragen met als antwoordmogelijkheid een schaal van 1 t/m 5. Daarnaast zijn er enkele open vragen gesteld. Het werken met praktische opdrachten kwam als positief punt naar voren. 75% van de leerlingen gaf aan dat zij na de lessenserie nu zelf in staat zijn om een eigen onderzoekje op te zetten. Leerlingen vinden **superslurpers** gewoon sexy!

Als docenten merken wij dat het didactische model moeten worden bijgesteld, de basiskennis zal meer in het thema geïntegreerd moeten worden.

Tijdens beide werkgroepen is er een voortdurende plezierige interactie met de deelnemende collega's geweest.

Eén ding is zeker: het werken met **superslurpers** in de klas kan op groot enthousiasme rekenen, zowel bij leerlingen als docenten.

Voor meer informatie zie: **NVOX** juni 2001.

Werkgroep: Onderwerptoetsen met diagnose mogelijkheden voor leerlingen docent

Jan van Enckevort

Onderwerptoetsen die ontwikkeld worden onder de naam Educatieve Producties Chemie vormen de basis voor didactische verkenningen in deze werkgroep.

De betreffende onderwerptoetsen zijn gemaakt op het leerprogramma van Vwo en van Havo in de nieuwe tweede fase en afgestemd op de manier waarop deze programma's zijn uitgewerkt in de leermethoden 'Chemie', 'Curie' en 'Chemie Overal'. De toetsen die tot dusver gerealiseerd zijn gaan over de onderwerpen: Stoffen-1, Zouten, Rekenen in chemie -1, Stoffen-2, Zuren en basen en Redoxreacties.

In deze werkgroep gaat het niet zo zeer over de inhoud van de toetsen maar over de **meerwaarde** die behaald kan worden met de diagnosemogelijkheden die opgenomen zijn in de bijbehorende docentenhandleiding.

Na een korte inleiding over de opzet van het toetsmateriaal gaat iedereen zelf aan de slag met de toets Stoffen-2, waarbij ieder gebruik kan maken van een uitwerking die aansluit bij de leermethode die op de eigen school gebruikt wordt.

Allereerst verdiept men zich serieus in het maken van een aantal toetsvragen. Gaandeweg wordt er ook steeds meer gediscussieerd over de inhoud. Als auteur van het materiaal luister je dan graag toe want dit levert je een goede feed-back voor verdere productontwikkelingen.

Als de deelnemers na enige tijd werken voldoende inzicht gekregen hebben in de toetsvragen en het niveau ervan, dan wordt de aandacht verplaatst naar het hoofddoel van de bijeenkomst, namelijk het gebruiken van de diagnosemogelijkheden.

Met het 'diagnoseblad voor leerlingen' wordt kritisch gekeken naar de gegeven aanwijzingen en verwijzingen in de tabel met toetsantwoorden. Ook wordt gekeken hoe men het 'toetsanalyseblad voor docent' kan gebruiken om hiaten op te sporen in het leerproces (of verkeerde toetsvragen, d.w.z. toetsdoelen die niet overeenstemmen met de beoogde leerdoelen?)

Bij de discussie achteraf blijkt dat men vrij algemeen tevreden is met de inhoud en het niveau van de toets en dat de toetsmaterialen zelf goed zijn verzorgd.

Over de diagnose-mogelijkheden zijn de meningen nogal verdeeld. Sommige docenten willen de meerkeuzetoets alleen als zodanig gebruiken en ook anderen zien op tegen het tijdrovende (?) aanstrepen en turven op de diagnosebladen.

Terecht wordt opgemerkt dat de diagnosemogelijkheden matig ontwikkeld zijn als de goedwillende leerling alleen maar verwezen wordt naar de leerstof. Hiermee wordt wel enigszins voorbij gegaan aan de waarde van een correcte verwijzing naar de betreffende paragraaf in het leerboek bij een niet begrepen probleemstelling, terwijl ook geleerd kan worden door het aangegeven van een leerstofonderdeel of toetsdoel of deelantwoord.

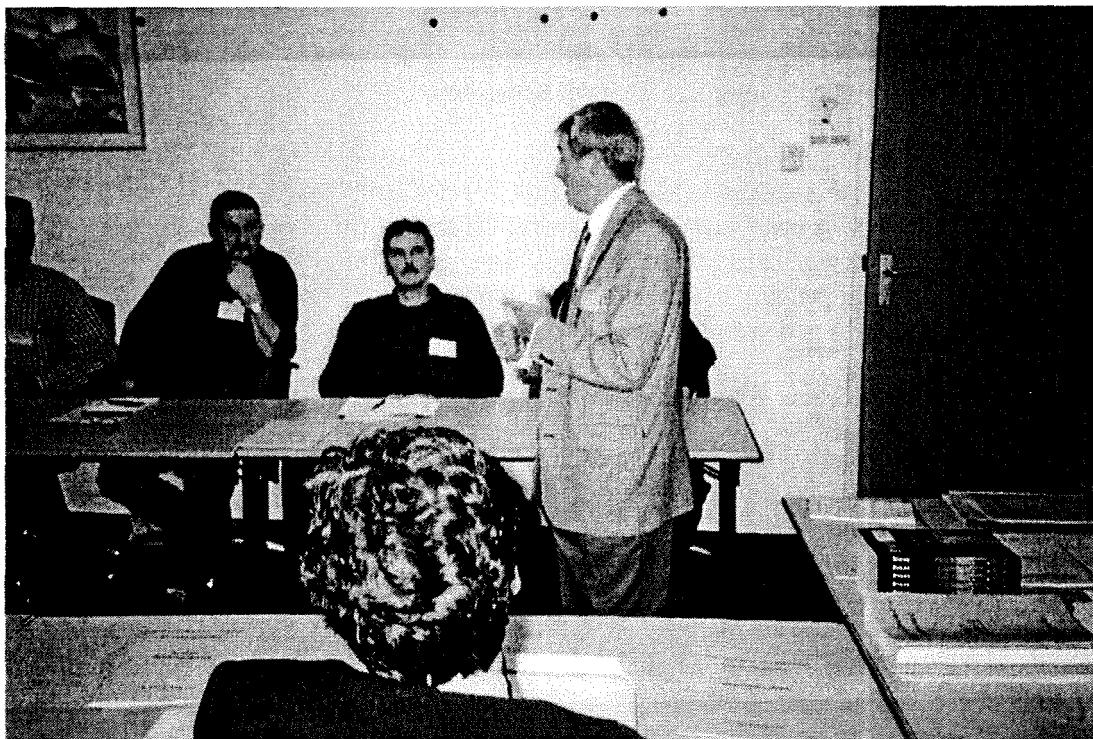
Door aanwezige vakdidactische medewerkers van een tweetal universiteiten werden suggesties gedaan om de meerkeuzevragen verder te digitaliseren waardoor de toetsen flexibel kunnen worden (denk aan elektronische toetsing!) en tegelijkertijd de diagnosefunctie versterkt kan worden. Als eenling opererend op de onderwijsmarkt zijn de mogelijkheden mijns inziens echter nogal beperkt. Zo'n ontwikkeling zou dan een onderdeel kunnen zijn van een groter digitaliseringsproces. Na een afronding van de huidige serie onderwerptoetsen behoort

een verdere professionalisering in de nabije toekomst zeker tot de mogelijkheden. Hierbij zal de medewerking van een gedegen onderwijsinstituut wellicht noodzakelijk zijn.

Voor het verslag van een deelnemer verwijs ik naar NVOX 1 / januari 2002, blz 46-47.

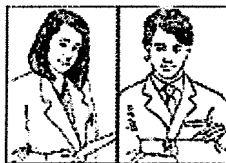
Belangstellenden kunnen nader geïnformeerd worden via:

Educatieve Producties Chemie t.n.v. J. van Enkevort, Kamprecht 29, 5346 WB Oss telefoon 0412 641 810 of via e-mailadres EducaJvEnkevort@netscape.net



Werkgroep: SpecConsult, de Tweede Fase is er klaar voor

Lida Schoen en Arne Mast



SpecConsult versie 2('01)

Wat is SpecConsult?	1) experimenteel lesmateriaal gemaakt in opdracht van de SLO a) voor scheikunde-2 op het VWO b) over IR en UV c) voor het studiehuis d) met veel verschillende ICT-toepassingen geïntegreerd 2) een (gesimuleerd) bedrijf a) gespecialiseerd (ontwikkelen, uitvoeren, adviseren) in chemische analyses b) met mensen die allemaal iets op gebied van chemie hebben gestudeerd en daar een leuke baan in hebben
Waaruit bestaat het lesmateriaal?	De website van het bedrijf SpecConsult , je hebt dus een browser zoals Internet Explorer nodig om met SpecConsult te werken.
Hoe werkt u met SpecConsult?	Liever: hoe werken de leerlingen met SpecConsult? Wel, ... 1) leerlingen worden vakantiewerker bij het bedrijf 2) leerlingen werken zelfstandig, individueel of in groepjes 3) leerlingen kunnen zes studielasturen besteden 4) docent is begeleider, geen doceerder
Hoezo, veel verschillende ICT?	ICT wordt o.a. gebruikt om informatie te 1) zoeken 2) selecteren 3) bewaren 4) communiceren 5) verwerken 6) presenteren
Welke onderdelen kent SpecConsult?	In de navigatiebalk van de homepage van SpecConsult vind je 1) een <u>advertentie</u> en een <u>beschrijving</u> van het bedrijf 2) een sollicitatieprocedure met een <u>instaptoets</u> 3) de <u>opdracht</u> voor de leerlingen 4) <u>voorbeelden</u> van het werk door SpecConsult 5) een <u>mediatheek</u> met allerlei bronnen 6) hulp bij diverse basistechnieken: <u>cursussen</u>
Waar vind je SpecConsult?	http://specconsult2.slo.nl 1) je kunt on-line werken, dan kun je direct doorlinken met de links naar verder op het internet 2) je kunt SpecConsult ook <u>downloaden</u> en er off-line mee werken, dan kun je natuurlijk geen gebruik maken van de externe links

Werkgroep: *Techniek 15+, verf als profielwerkstuk*

Fer Coenders en Patrick van Haren

In deze werkgroep maakten de deelnemers kennis met de Techniek 15+ module Verf. Het project Techniek 15+ en ook deze module is erop gericht om leerlingen kennis te laten maken met techniek. Na een inleidend verhaal over technisch ontwerpen en Techniek 15+ gingen de deelnemers zelf aan de slag met deze module.

In het kader van Techniek 15+ zijn aantal ontwerpmodules ontwikkeld die direct toepasbaar zijn in het chemie-onderwijs in de tweede fase, bijvoorbeeld: 'het ontwerpen van een biogas-installatie', 'ontwerp je eigen product (ontkalker)' en 'pijnstillers'. Vanaf februari 2002 zijn al deze modules af te halen van de website www.techniek15+.nl. De website draait op dit moment al, maar is nog niet compleet. Er staan nu al opdrachten op, er is een ideeënbank en ook kunnen leerlingen via e-mail vragen stellen. Hogescholen en universiteiten ondersteunen de opdrachten doordat zij leerlingwerkplaatsen hebben ingericht waar leerlingen deze modules kunnen uitvoeren. Voor docenten die nog weinig ervaring hebben met ontwerpen of die hun ideeën willen uitwisselen met collega-docenten, worden er workshops en nascholingen verzorgd, onder andere door de Universiteit Twente (contactpersoon P. van Haren p.o.vanharen@edte.utwente.nl).

In de module 'verf ontwerpen' worden de leerlingen met het volgende probleem geconfronteerd. Bij de fabricage van nieuwe auto's worden deze machinaal gespoten zonder dat er mensen aanwezig zijn. Hierdoor is het mogelijk om zeer vluchtige oplosmiddelen te gebruiken. Bij reparaties van schades zijn echter wel mensen aanwezig en is de autospuit gebonden aan arbo-wetgeving. Beschadigde auto's moeten worden voorzien van een lak die dezelfde kleur, hechting, lichtreflectie e.d heeft als de bestaande lak. Maar er moeten andere oplosmiddelen gebruikt worden dan bij de fabricage van die auto's. De leerlingen moeten deze zogenoemde reparatielak ontwerpen. Omdat de reparatielak aan een aantal vooraf vastgestelde eisen moet voldoen, zijn de keuzemogelijkheden voor de leerlingen beperkt. De nadruk bij deze module ligt dan ook niet zozeer op het aanleren van ontwerpvaardigheden bij de leerlingen, maar vooral op het aanleren van nieuwe scheikundekennis.

Nadat de deelnemers in deze werkgroep aan de slag gingen met deze module, bleek al snel dat er een aantal uitdagende maar ook tamelijk moeilijke opdrachten voor de leerlingen inzitten. Volgens de mensen die deze module hadden uitgevoerd met hun leerlingen is deze module vooral geschikt voor leerlingen die uit zichzelf interesse hebben in dit onderwerp en die niet terugschrikken van een aantal lastige berekeningen.

Het gehele modulepakket bestaat uit een docentenhandleiding, een leerlingenboekje en een programma voor op de computer. Met dit programma, Paint-mix, kunnen de leerlingen virtueel verven mengen en constateren of het mengsel de gewenste kleur geeft. De module kan het beste worden uitgevoerd op een universiteit of een hogeschool vanwege de daar aanwezige faciliteiten.

Werkgroep: *Techniek 15+, het project pijnstillers*

B. de Jong en D. Oudijn

Docenten van de Hogeschool Rotterdam ontwikkelen lesmateriaal in het kader van het project T15+

Dit project T15+ is een samenwerkingsproject met het doel HAVO/VWO-leerlingen te motiveren voor techniek en technische vervolgopleidingen. Kenmerkend bij deze projecten is het formuleren van een probleem, waarvoor de leerlingen een technische oplossing moeten bedenken.

Het project "Pijnstillers" past dit toe in de chemie.

Er zijn ontwerpmodulen ontwikkeld over de chemische synthese en analysetechnieken van pijnstillers.

Zo is er bijvoorbeeld van aspirine een synthese uitgewerkt en de analyse van de zuiverheid.

Een ander voorbeeld is het bepalen van de uiteenvaltijd van een aspirinetablet.

De (17) deelnemers aan de workshop kregen deze ontwerp-opdrachten voorgeschoteld en moesten ze beoordelen vanuit het gezichtspunt van een docenten, maar ook van een leerling. Beoordeeld is onder andere de benodigde tijd voor de leerlingen, de uitvoerbaarheid t.a.v. chemicaliën en glaswerk/apparatuur. Daarnaast is gekeken naar het niveau van de opdrachten en de inpasbaarheid in het leerplan en de organisatie van de opdrachten.

De deelnemers waren van mening dat de opdrachten goed aansloten bij de leerstof en goed uitvoerbaar zijn. Daarnaast kwam er een aantal suggesties voor verbetering en verspreiding van het materiaal.

Interessant was het idee de informatie digitaal aan te leveren zodat docenten zelf naar eigen inzicht aanpassingen kunnen aanbrengen in de tekst. Zo is voor VWO-ers bijvoorbeeld minder informatie nodig dan voor HAVO-leerlingen.

De opdrachten samen kunnen ook dienen als basis voor een profielwerkstuk.

Er was ook een aantal resultaten van de ontwerpopdracht van de uiteenvaltijd van aspirine te zien die door studenten van het Hoger Laboratoriumonderwijs geproduceerd waren en opstellingen voor de chromatografische experimenten.



Werkgroep: *Tweede Fase leerlingen en onderzoek: wat presteren ze eigenlijk*

Hans van Dijk en Lisette van Rens

In het eerste deel van deze werkgroep zijn de deelnemers bijgepraat over de stand van zaken in het Digitaal Overzicht Praktische Opdrachten (DOPO) project van het Pieter Nieuwland College (PNC) in Amsterdam. Met voorbeelden uit dit digitale overzicht - <http://www.pieternieuwland.nl> - hebben we laten zien dat DOPO een aanbod is van praktische opdrachten voor onder meer havo en vwo scheikunde. Veel voordelen van het digitaal aanbieden van praktische opdrachten zijn de revue gepasseerd. Om er een paar te noemen:

- praktische opdrachten zijn inzichtelijk voor de leerlingen en hebben min of meer dezelfde lay-out
- in de opdrachten staan *gerichte* verwijzingen naar relevante internetadressen
- leerlingen kunnen te allen tijde de opdrachten raadplegen en hieruit een keuze maken
- het laboratorium kunnen zij reserveren door een e-mail aan de TOA te sturen
- alle richtlijnen voor b.v. verslaglegging en/of presenteren zijn digitaal
- leerlingen kunnen digitaal nagaan of benodigde stoffen in het laboratorium aanwezig zijn

Op een vraag van een van de deelnemers of er ook nadelen verbonden zijn aan DOPO, luidde het antwoord dan ook volmondig “nee”.

In het tweede deel werkten de deelnemers groepsgewijs aan de praktische opdracht ‘Diffusie’, ontwikkeld in het IDO/VU scheikundenetwerk. Een onderzoeksopdracht voor 5 vwo-leerlingen.

Aan de hand van een werkblad werd diepgaand gesproken en geargumenteed over: variabelen in dit experiment, het trekken van conclusie uit meetresultaten van een groepje leerlingen en het zoeken naar verklaringen over waarom het veronderstelde verband niet aangetoond kon worden. Dit alles diende enerzijds om vertrouwd te raken met de onderzoeksopdracht en anderzijds om met elkaar te bespreken wat wij van de leerlingen verwachten bij het omgaan met variabelen, het werken en interpreteren van meetgegevens en hoe daarop terug te kijken. In het plenaire deel zijn verklaringen van de deelnemers vergeleken met de verklaringen van leerlingen. Hieruit kwamen geen grote verschillen, wel was duidelijk dat ook leerlingen erg vindingrijk zijn in het verklaren van onnauwkeurigheden in een experiment.

Als laatste werden de deelnemers geïnformeerd over onze nieuwste plannen in het docentennetwerk.

We willen 5 vwo-leerlingen een meer authentieke ‘Diffusie’ onderzoekscontext aanbieden door:

- onderzoeksgroepen te maken in de vijf bij het netwerk betrokken (onderzoeks)scholen
- ze artikelen te laten schrijven over hun onderzoek
- ze kritisch op elkaars artikelen laten reageren in een symposium op internet
- ze aansporen om hun artikel gepubliceerd te krijgen in het wetenschapsmagazine Natuur en Techniek
- een onderzoeksprijs uit te loven.

Volg onze voortgang op: www.natutech.scholierensymposium.nl

Werkgroep: *Het Periodiek Systeem genoten*

Geeske van Hoeve-Brouwer en Rutger van de Sande

Onderwijs om te genieten kan op vele manieren worden ingericht. Er zijn verschillende keuzemogelijkheden, zo ook om het Periodiek Systeem in het onderwijs te introduceren.

Bijvoorbeeld, welke context wordt gekozen, een wetenschappelijk of een maatschappelijke? Wordt er gestart met een verhaal over moleculen en atomen, of is de voorkeur voor mooie kringlopen zoals de koperkringloop?

Tijdens de werkgroep hebben de deelnemers een tocht gemaakt rond het Periodiek Systeem aan de hand van de volgende vragen.

1. Hoe heb je zelf in je eigen schooltijd en daarna tijdens de studie het Periodiek Systeem genoten? Welke herinneringen roept het Periodiek Systeem op?
2. Hoe zie je de plaats van het Periodiek Systeem in het bouwwerk van chemische kennis? Als nuttig, nodig of achterhaald?
3. Welk argument heeft je voorkeur voor het (laten) leren van het Periodiek Systeem in 3-vwo? Als systeem in de scheikunde, via het begrip element en het begrip elementenbehoud, of door middel van duurzame ontwikkeling¹ in de chemische betekenis?
4. Welke mogelijkheden zie je om onderwijs vorm te geven? Met een PS van stoffen zoals op de platen van de VNCI (zie ook op de site www.periodieksysteem.com), of met een PS van atomen die in de meeste klaslokalen te vinden is?
Of gaat de voorkeur uit naar een start vanuit de maatschappelijke context met als activiteit categoriseren met behulp van het PS van de VNCI en van de wandkaart?

Bij de eerste vraag konden de deelnemers hun herinneringen toetsen aan schoolboeken uit vroegere en meer recente jaren, zoals de boeken van Meurs en Baudet, Bokhorst, Feis en Jansen, en twee drukken van Chemie van Wolters-Noordhoff.

Een kort historisch overzicht begeleidde de tweede vraag. Het ontwikkelen van het huidige Periodiek Systeem in welke vorm dan ook is het werk van vele mensen die verzamelde data categoriseerden om zo tot meer overzicht en inzicht te komen. In de periode van Mendelejev was de chemische benadering de meest gebruikte; men onderzocht vooral eigenschappen van stoffen en hun reacties. Daarna kwam een laag met fysische inzichten die voort kwamen uit gegevens verkregen door spectraal analyses. Dit heeft geleid tot de ontwerpen van het Periodiek Systeem met atomen.

Ook maatschappelijke invloed heeft de vorm van het PS bepaald. Zo is rond 1990 de nummering van 1 tot en met 18 ingevoerd in verband met de noodzaak voor een eenduidig wereldwijd systeem voor de nomenclatuur van stoffen. Tegenwoordig met de grote invloed van de organische en biochemie lijkt de aandacht voor het Periodiek Systeem niet meer nodig, maar dat is schijn want in de halfgeleider industrie en ook voor het katalyseonderzoek is het PS een belangrijke inspiratiebron.

De derde vraag omvat genoeg stof voor een aparte werkgroep. Wel is duidelijk uit de analyse van de huidige schoolboeken dat de begrippen element en elementbehoud nu weinig zinvol geïntroduceerd worden. Hier kan voor inspiratie en voor aansluiting bij de leefwereld gedacht worden aan onderwijs in het kader van duurzame ontwikkeling in een chemische betekenis.

Tot slot werd aansluitend op de vierde vraag de deelnemers enkele gedachten voorgelegd over een rode draad met contexten waaruit chemie beschouwd kan worden. De technologische houdt onder meer in de begrippen grondstof en materiaal. De context wetenschap kent twee

¹ Duurzame ontwikkeling volgens het Brundlandt rapport 1987: economische groei die niet ten koste gaat van het vermogen van volgende generaties om in hun behoeften te voorzien.

mogelijkheden: de waarnemingkant met reactie, stof en eigenschap en de theoriekant met molecuul, atoom en structuur. Er zou ook een alledag context opgenomen kunnen worden. Maar hoe deze in te vullen? En hoe deze te combineren met de andere contexten?

Werkgroep: *Leerling voor de klas – een praktijkopdracht voor de tweede fase*

Janine van Driel-Krol en Elma Schenkelaars

Stichting C₃ is al enige jaren actief met het onder de aandacht te brengen van chemie in het basisonderwijs. Er zijn echter meer dan 7000 basisscholen in Nederland en we kunnen dus wel wat ‘ambassadeurs’ gebruiken om ons hierbij te helpen. Met dit uitgangspunt is het project ‘Leerling voor de klas’ ontstaan. De bedoeling van dit project is dat leerlingen uit de bovenbouw van het voortgezet onderwijs, als praktische opdracht in de tweede fase, een lesje chemie gaan geven op hun vroegere basisschool.

Elma Schenkelaars, scheikundedocente op het Stedelijk Gymnasium in Arnhem, was erg enthousiast toen ze over ‘Leerling voor de klas’ hoorde. Vorig schooljaar waren er dertig van haar vijftig leerlingen meteen voor dit idee te vinden en dit jaar zelfs achteenvijftig van de vijfenzeventig leerlingen. Inmiddels hebben zij in tweetallen een les gegeven op hun vroegere basisschool. In ongeveer 1 uur tijd vertelden de leerlingen over ‘Wat is scheikunde’. Eén en ander werd geïllustreerd met demonstratieproeven en ook de basisschoolleerlingen zelf konden aan de slag met behulp van door de vwo-leerlingen zelf gemaakte werkbladen en opdrachten.

Van de les werd een video-opname gemaakt, die later door Elma bekeken werd en de basis vormde voor de beoordeling. Ook de inzet waarmee de les en de demonstratieproeven werden voorbereid werd meegenomen bij het vaststellen van een cijfer. Ook de docent op de basisschool, die in de klas aanwezig bleef en zorgde voor ordehandhaving, vulde een beoordelingsformulier in.

De workshop werd beter bezocht dan vooraf was ingeschat, er waren geen 8 deelnemers, maar zelfs 16. De workshop werd positief ontvangen mede doordat Elma twee leerlingen van haar school had meegenomen. Eén die er wel voor gekozen had een scheikundeles te geven op een basisschool en één, die had besloten om het niet te doen. De deelnemers konden ook vragen stellen aan de leerlingen.

Eén van de discussiepunten was, dat de praktijkopdracht ‘Leerling voor de klas’ weinig scheikundige diepgang heeft. Voor Elma was dit te verantwoorden, omdat leerlingen met deze opdracht juist aangesproken worden op vaardigheden als plannen en presenteren, die bij een reguliere scheikunde praktijkopdracht niet of veel minder aan bod komen. Bovendien is het heel leerzaam voor leerlingen in 5 vwo om een keer terug te gaan naar de basis van de scheikunde. Waar ging het ook alweer allemaal om? Ze zijn bijvoorbeeld alleen nog maar bezig met zuur-base reacties en hebben het overzicht uit het oog verloren. Door terug te gaan naar de basis en alle in de laatste jaren opgedane kennis op te halen, krijgen de leerlingen een hernieuwd enthousiasme voor het vak. De praktijkopdracht ‘Leerling voor de klas’ omvatte 10 sbu’s. De leerlingen moesten ook nog een andere praktijkopdracht uitvoeren die wel geheel scheikundig van aard was.

Enkele van de deelnemers van de workshop zijn ook van plan om ‘Leerling voor de klas’ op hun school te gaan doen, wat voor ons erg leuk was om te horen. Uiteindelijk is het de bedoeling dat we een compleet draaiboek ontwikkelen waarmee de scheikundedocent en de leerling(en) de praktijkopdracht op zijn of haar school kunnen uitvoeren.

Voor meer informatie:
Stichting C₃
Vlietweg 16
Postbus 258
2260 AD Leidschendam

Telefoon: 070-337 87 88
Fax: 070-337 87 89
E-mail: info@c3.nl
Website: <http://www.c3.nl>

Werkgroep: Meepraten over de aanpassingen van het examenprogramma

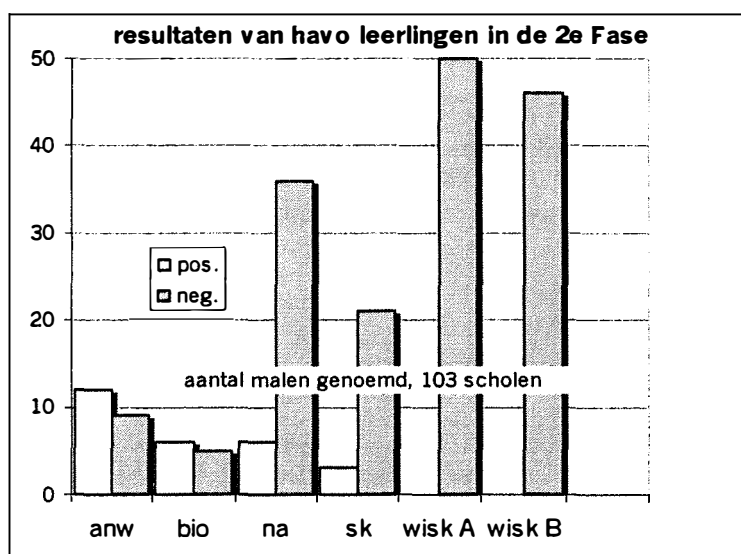
Hans Morélis

- ❖ Het ministerie van OCenW heeft de SLO gevraagd te adviseren over wenselijke herzieningen (klein onderhoud) van de 2^e fase examenprogramma's en zich daarbij te baseren op praktijkervaringen. Tijdens de workshop werd daarover bericht en de deelnemers werden gevraagd om hun mening over een aantal wenselijk geachte veranderingen.

Veel informatie is samengebald in de reeds verschenen zogenaamde vakdossiers 2000 en 2001. Dat van 2001 kan gratis worden opgehaald (downloaden) van de SLO website: www.slo.nl onder Voortgezet Onderwijs-2^e Fase/studiehuis-Herziening examenprogramma's.

Die vakdossiers zijn gebaseerd op rapporten van Inspectie en Tweede Fase Adviespunt, bestudering van literatuur (o.a. Niche en NVOX) en talrijke consultaties met panels van leerlingen, docenten, didactici, Cevo en Cito.

Zoals bekend waren de eerste berichten over de Tweede fase niet bijster gunstig. Navraag bij de 103 voorloper scholen liet zien dat de situatie bij biologie wel meevalt, maar bij natuur- en scheikunde is dat een stuk minder terwijl de resultaten van de (havo) leerlingen bij wiskunde dramatisch zijn.



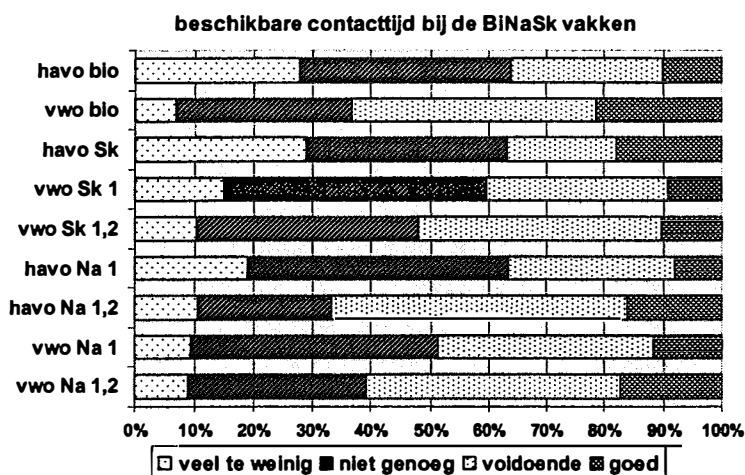
Algemeen geldende knelpunten blijken te zijn:

- ø Werkdruk (voor leraren en leerlingen)
- ø Toepassen van activerende didactiek door docenten
veel docenten proberen zelfstudie te stimuleren zonder hun aanpak wezenlijk te veranderen
- ø Zelfstudie;
leerlingen kunnen de noodzakelijke discipline niet opbrengen
- ø Praktische opdrachten:
vragen veel meer aandacht en tijd dan er beschikbaar is
- ø Administratie & regeltjes

ø Contacttijd:

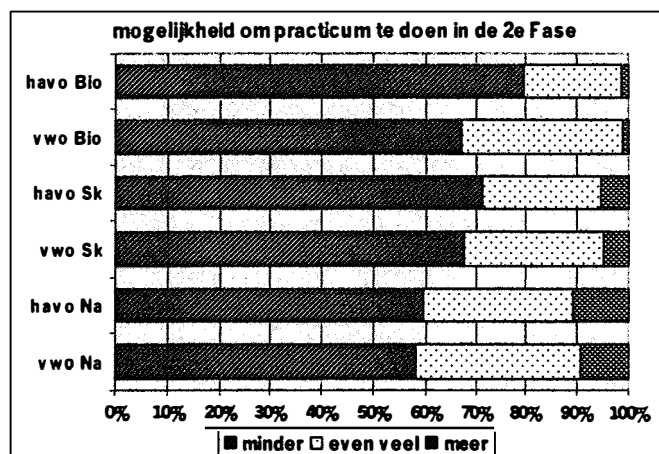
je kunt leerlingen niet goed begeleiden als je ze weinig ziet. Inmiddels is er een trend om meer te differentiëren in de contacttijd die per vak wordt uitgegeven. Zaken waar daar bij op gelet wordt zijn vakken met een CE, groeps grootte, voorkeur van leerlingen bij verdeling van de keuzewerktijden, type vak, havo of vwo

Hoe zeer docenten ontevreden zijn over hun beschikbare contacttijd laat het volgende diagram zien. Dit toont de situatie voor de BiNaSk vakken.

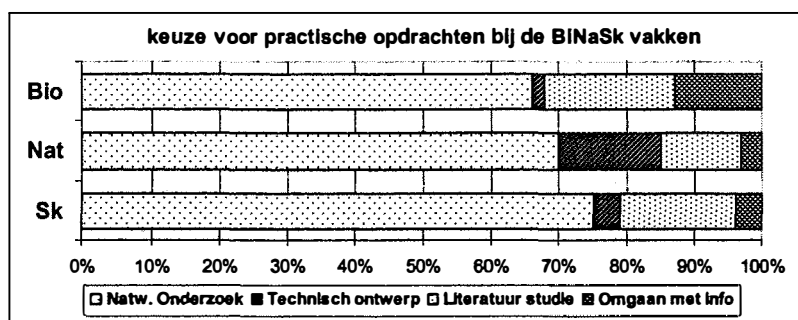


Typische (andere) knelpunten voor de BiNaSk vakken zijn:

- ø het practicum en de praktische opdrachten steun en begeleiding van een docent is onontbeerlijk, maar het ontbreekt aan tijd daarvoor.
De Tweede Fase wordt gekenmerkt door een grotere aandacht voor vaardigheden. Je zou verwachten dat er dus meer aan practicum wordt gedaan.
Het tegendeel blijkt het geval te zijn.

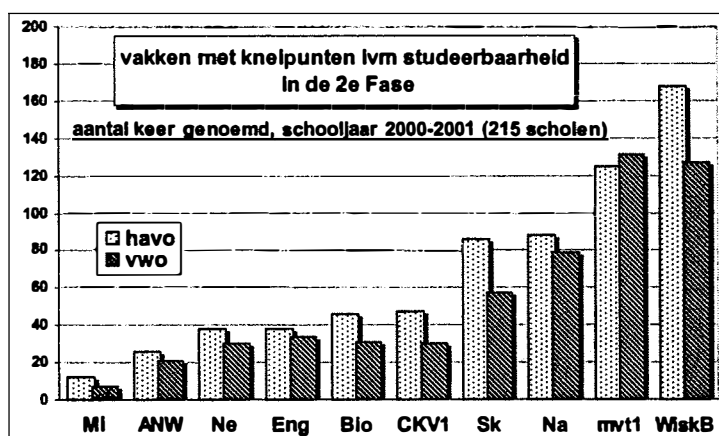


Bij alle practica hoort er volgens de examenregeling sprake te zijn van variatie in de type opdrachten die gekozen wordt. Maar dat docenten hun practicum niet willen laten afpakken blijkt uit de onevenwichtigheid in de gekozen opdrachten. Men gaat massaal voor het natuurwetenschappelijk onderzoek



Bron: Enquete SLO, juni 2001

- ø de bijgestelde instroomeisen van het hoger onderwijs: het binnenhalen van studenten vindt men belangrijker dan het letten op wat men aan voorkennis heeft. Het N&T profiel lijdt daar onder.
- ø wiskunde leerlingen vragen zich af wat je aan dit vak hebt en de afstemming met andere vakken deugt niet. Het is een moeilijk warrig vak dat geen wezenlijke rol als steunvak vervult.
- ø afstemming tussen de BiNaSk vakken. Bij de beoordeling van praktische opdrachten blijken bio-, natk-, en Sk-docenten duidelijk verschillende accenten te leggen.
- ø studeerbaarheid
De natuurwetenschappen worden gekenmerkt door een groot aantal noties, wetten, begrippen, theoriën die niet (zelfstandig) zonder hulp van een expert kunnen worden begrepen. Dit komt de studeerbaarheid van de vakken niet ten goede. Zie diagram.



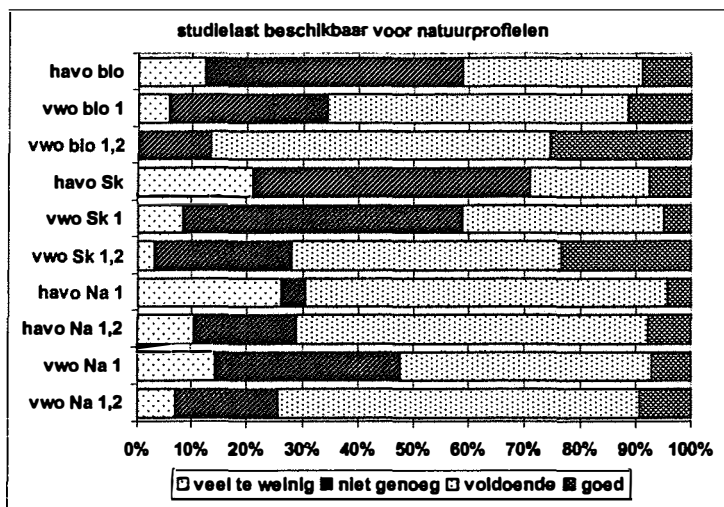
Bron: TweedeFase Adviespunt 2001

Blijkens uitlatingen van docenten zijn bij het vak scheikunde de volgende onderwerpen erkend lastig en moeilijk zelfstandig te bestuderen door leerlingen.

Onderwerp	aantal malen genoemd (n = 64)	
	havo	vwo
Zuur/Base	17	26
Redox	18	25
Chemisch rekenen	27	31
Evenwichten	8	11
Stereo chemie		11

Bron: enquete van de SLO, juni 2001

- ø overladenheid
Programma's blijken te veel leerstof te bevatten in relatie tot de beschikbare studielast, dit geldt met name voor havo. Maar men voelt er niets voor om te schrappen.



In 2001 is er onder leerlingen en een groot aantal BiNaSk docenten opnieuw geïnventariseerd wat hun mening is over de tweede fase.

Dat leverde niet een rooskleurig beeld. Een overgrote meerderheid van de docenten is negatief over wat de tweede fase voor hun vak gebracht heeft. De aansluiting op de basisvorming geeft ook meer dan voorheen aanleiding tot problemen.

Maar er zijn ook positieve punten te noemen, namelijk:

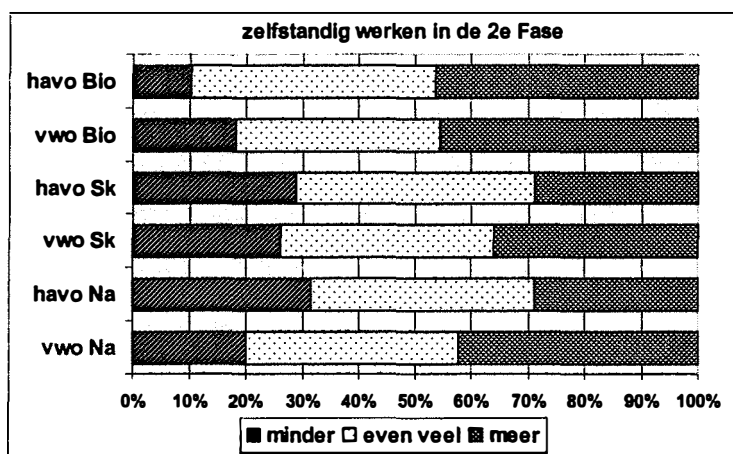
- ø leerlingen zijn meer gemotiveerd dan voorheen
- ø de kwaliteit van de leerboeken is verbeterd
- ø de werksfeer en onderlinge verstandhouding met de leerlingen is verbeterd
- ø de tweede Fase heeft er toe geleid dat docenten meer zijn gaan nadenken over hun onderwijs en dat beschouwen ze als winst

Bezwaren die leerlingen uitten zijn:

- ø te veel werkdruk
- ø er ontbreekt samenhang:
we hebben niet de indruk dat docenten met elkaar overleggen
- ø de planning is rommelig
- ø het is niet altijd duidelijk waarom ze iets moeten leren of doen
- ø er zijn te veel vakken (vooral bij havo) en dat leidt tot versnippering

Uit de commentaren van leerlingen blijkt overigen s dat scholen (en docenten) enorm verschillen. De diversiteit is gigantisch.

Dat zelfstandig werken helemaal niet zo geweldig blijkt te gaan laat het volgend diagram zien:



Bron: Enquete SLO, juni 2001

Bij biologie gaat het vrij goed. Maar bij natuurkunde blijkt er in vergelijking met het verleden juist *minder* aan zelfwerkzaamheid te gebeuren. Bij havo Sk lijkt er niets veranderd te zijn.

Tenslotte werd er gezamenlijk gefilosofeerd over de 10 punten uit de zogenaamde herijkingsnota (notitie *Continuïteit en vernieuwing*).

1. Het profieldeel wordt beperkt, en het vrije deel vergroot
2. Combi van vakken & profielen wordt gestimuleerd (bijvoorbeeld N&T met N&G)
3. Standaardisering van de omvang van vakken
4. Geen deelvakken meer
5. Beperking gemeenschappelijk deel bij havo (ANW!)
6. Voorschriften schoolexamen inperken
7. Meer keuzemogelijkheden in examenprogramma's & profielen
8. Belangrijkste knelpunten in de examenprogramma's aanpassen
9. Alle vakken op cijferlijst gelijkwaardig & kleine vakken in het gemeenschappelijk deel krijgen een combi-cijfer
10. Het PWS telt als een Praktische Opdracht met een cijfer

Omdat er in de politiek weinig verweer is tegen de herijkingsnota, mag verwacht worden dat de kans groot is dat de herijkingsvoorstellen zullen worden geaccepteerd, wat betekent dat er in 2005 weer het nodige zal veranderen.

Werkgroep: *Living on Chemistry*

Janine van der Spoel

Hoe benutten we grondstoffen die de aarde herbergt duurzaam? Hoe zit het met winning? Meer spullen minder afval, feit of fictie? Ruimtegebrek, dan maar de grond in? De aarde als onderzoeks- en onderwijsterrein draait letterlijk om actuele vraagstukken. Techniek en fysica zijn onontbeerlijk voor lange termijnoplossingen, onontbeerlijk voor het geven van duurzame antwoorden.

Om leerlingen te betrekken bij techniek, geologie en toekomstvraagstukken biedt de afdeling Technische Aardwetenschappen aan de TU Delft projecten, lesmaterialen en contacten aan voor docenten en leerlingen, zowel individueel als in groepsverband. Mogelijkheden zijn gegroepeerd rondom thema's. Daarnaast maakt de opleiding deel uit van het project Aarde.nu, een samenwerking tussen vijf universiteiten, de TUD, UVA, VU, WU en UvU. Aarde.nu daagt jonge mensen uit een profielwerkstuk te schrijven over een aardwetenschappelijk onderwerp en doet op www.aarde.nu zoekroutes en tips aan de hand. De beste inzendingen maken kans op een IJsland-reis. Aanvullende lesbrieven maken de thema's ook bruikbaar voor andere doeleinden.

Op het gebied van olie- en gaswinning, (*de zoektocht naar het zwarte goud*) speelt de natuurkunde een essentiële rol. De eerste olievelden waren niet moeilijk vindbaar, olie 'borrelde' als vanzelf naar boven. Inmiddels valt technologie niet meer weg te denken bij het lokaliseren en winnen. Zo worden seismische, elektromagnetische, en graviteits- metingen gebruikt om ondergrondse structuren in kaart te brengen en de vloeistofinhoud van een reservoir te bepalen. Met een enorm scala aan meetinstrumenten in de put wordt een variëteit van gesteente-eigenschappen bepaald. Onder aanvoering van een petroleum ingenieur wordt de meest efficiënte exploitatiemethode bepaald, zelfs horizontaal boren valt hierbij niet uit te sluiten. Fysische data als putdrukken en productiesnelheden zijn van belang voor het valideren, detailleren of aanpassen van het model van het reservoir. Nemen we ook nog labexperimenten in beschouwing (voor het bepalen van nauwkeurige gesteente- en vloeistofeigenschappen bij calibratie van veldgegevens) dan zien we dat bij olie- en gaswinning de volledige verzameling van natuurwetenschappen wordt ingezet.

Uit de reacties totnogtoe blijken leerlingen het leuk en interessant te vinden zelf met één of meerdere stappen uit het 'verhaal over olie en gas' te experimenteren. Dit kan thuis, op school of onder begeleiding in het 'olielab' in Delft, met simpele proeven zoals te zien zijn in Figuur 1. Mogelijkheden om een profielwerkstuk over oliewinning te maken. Op dit moment zijn er vier verschillende onderwerpen die allemaal een ander aspect van oliewinning belichten:

1. Olievorming Hoe, waar en waardoor wordt olie gevormd? Waarom zit de olie waar het nu zit? (Gebaseerd op kennis van Aardrijkskunde en Scheikunde).

2. Olievoorraden Voor hoe lang hebben we olie? Wat zijn de voorraden? Van de aanwezige olie, hoeveel kunnen we produceren? (Gebaseerd op kennis van Natuurkunde en Wiskunde)

3. Boren van een put Hoe diep boren we? Hoe wordt een put gemaakt? Wat kan er mis gaan? Hoe hoog kunnen de druk en temperatuur worden? (Gebaseerd op kennis van Natuurkunde, Scheikunde en Wiskunde))

4. Productie van olie Hoe produceren we olie? Hoe kunnen we de productie verhogen? Wat kan er mis gaan? (Gebaseerd op kennis van Natuurkunde en Scheikunde)

Als voorbeeld, gaan we hier dieper in op het derde onderwerp "Olievoorraden". Op de website van BP (<http://www.bp.com/centres/energy/index.asp>) is de Statistical Review of World Energy te bekijken. Daar kunnen leerlingen zien dat per jaar ongeveer 2,5% van de olievoorraden wordt gebruikt, en ze zou kunnen concluderen dat over 40 jaar de olie op is. Maar als ze

verder kijken, dan zien ze dat de voorraden toch constant zijn gebleven over de laatste 10 jaar. Hoe kan dat? Wat is de definitie van olievoorraden? Om zulke vragen te beantwoorden, moeten we een idee vormen van hoe olie gevonden en gewonnen wordt.

De ondergrond is doordringt door water. Olie en gas hebben de neiging op te stijgen, omdat ze lichter zijn dan water. Om een oliereservoir te laten ontstaan is een ondoordringbare laag nodig dat gas en olie insluit. Het zoeken naar zulke structuren in de aarde gebeurt met behulp van akoestische golven (seismische golven). Door analyse van de voorplanting van de golven, gebaseerde op natuurkundige wetten, wordt de verschillende lagen in de aarde in beeld gebracht (zie aarde.nu).

Figuur 2 is een schematische tekening van een zandsteen laag in de aarde, waarin we hopen olie en gas te vinden. Als olie en gas aanwezig zijn, weten we dat het gas boven de olie ligt, en dat onder de olie ligt water. Van de eerste exploratie put, zien we dat, in dit geval, 5 verkenningsputten nodig zijn om met honderd procent zekerheid hoeveel olie er is.

In de afsluitende discussie over werk- en rekenmethoden met groepen en individuele leerlingen werd tevens veel nadruk gelegd op de maatschappelijke 'invalshoek' van het thema. Tevens bestond de mogelijkheid lesmaterialen en achtergronddocumentatie te voorzien van feedback vragen en uiteraard mee te nemen.

Bij vragen of achtergrondinformatie over het vakgebied, werk- en rekenmethoden kunt u contact opnemen met prof. dr. P.K.Currie,

p.k.currie@ta.tudelft.nl

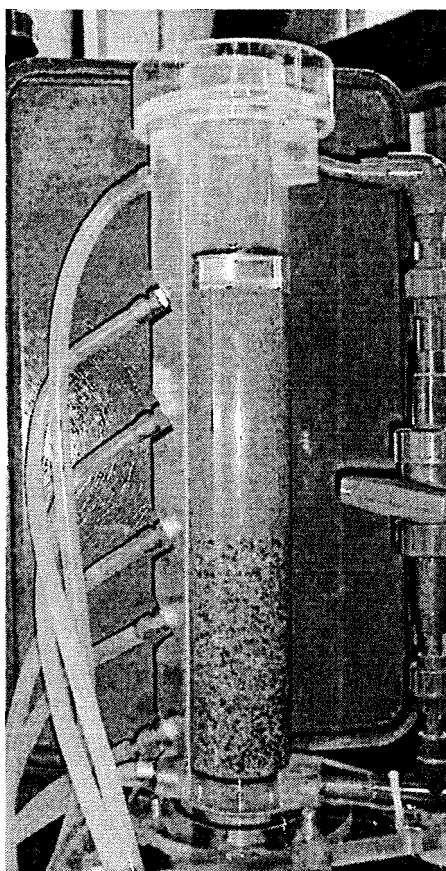
Documentatie of lesmaterialen zijn aan te vragen bij Mw. drs. M.M.M.Draijer, m.m.m.draijer@ta.tudelft.nl

Meer gegevens vindt u tevens op

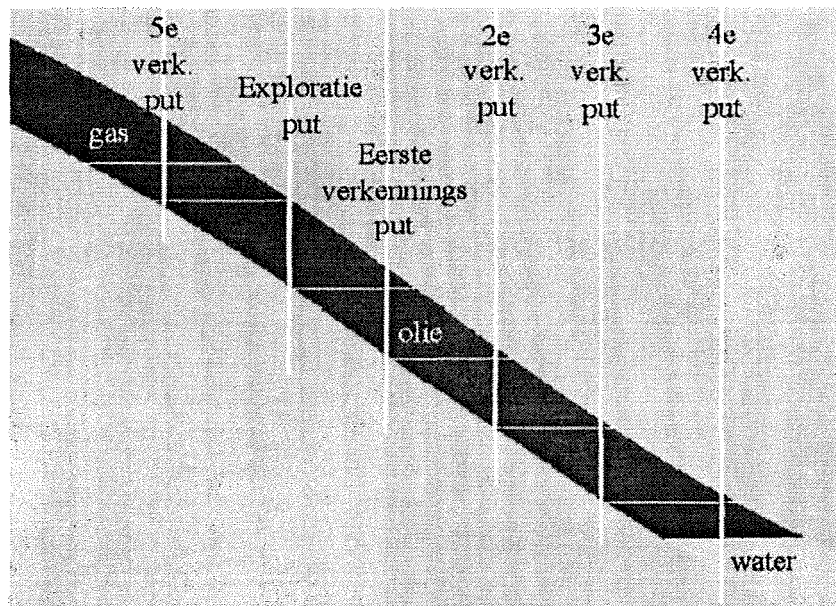
<http://www.ta.tudelft.nl/pr/werkstuknet/>

<http://www.ta.tudelft.nl/pr>

<http://www.ta.tudelft.nl/scholieren>



Figuur 1. Een simpel experiment om de stroming van water en olie door een zandsteen te bestuderen



Figuur 2. Een schematische tekening van een zandsteen laag in de aarde.

Laat ze maar zwemmen Of Een zwembad in de klas?

Universiteit Utrecht

G. E. Zegers, H. B. Westbroek, A. M. W. Bulte & A. Pilot

Centrum voor Didactiek van Wiskunde en Natuurwetenschappen, Sectie Chemiedidactiek,
Princetonplein 5, 3584 CC Utrecht www.chem.uu.nl/chemdid/ a.m.w.bulte@phys.uu.nl



Inleiding

Probleem:

Het schoolvak scheikunde is

- ▶ sedimentair: door herzieningen waarbij nieuwe onderwerpen werden toegevoegd en soms oude verwijderd.
- ▶ zonder maatschappelijk relevantie: aanknopingspunten met het dagelijks leven van de leerlingen zijn wel toegevoegd aan het lesmateriaal, maar krijgen in de lessen weinig aandacht

Doel:

Motiverend, aansprekend & betekenisvol onderwijs voor VWO leerlingen (4^e) ontwikkelen

Hoe:

Ontwikkeling prototype module (4 VWO)

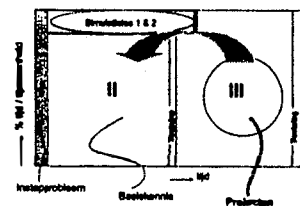
- ▶ Idee communiceerbaar
- ▶ optimalisatie in ontwikkelingsproces

Hier onderzocht:

Combinatie van groepsopdracht & ontwerpen & zwembadwaterkwaliteit

- ▶ Leerlingen ontwerpen zwembadreinigingsinstallatie

Basis voor ontwerp:



Onderzoeksvragen:

- ▶ Is de combinatie van het gekozen onderwerp (zwembadwaterkwaliteit) en de vormgeving van de opdracht (werkvorm, ontwerp-opdracht), haalbaar, motiverend en herkenbaar voor leerlingen?

1. Is de combinatie van het onderwerp (zwembadwaterkwaliteit), de werkvorm (groepsopdracht), en de ontwerp-opdracht voor leerlingen haalbaar/uitvoerbaar?
2. Is het onderwerp zwembadwaterkwaliteit zoals in dit lesmateriaal gebruikt motiverend en herkenbaar voor leerlingen?
3. Zijn de werkvorm (groepsopdracht) en de ontwerp-opdracht zoals in dit lesmateriaal gebruikt motiverend voor leerlingen?

Hypotheses:

A Door te starten met het ontwerpen van het toepassingsgerichte deel zit deze toepassing vanzelf in de les verweven.

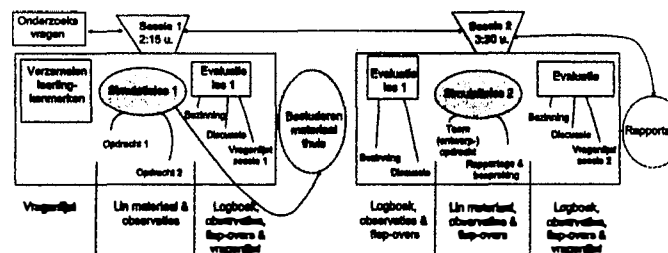
B De link met de leefwereld van de leerlingen en het duidelijke resultaat (een al dan niet werkende installatie) maakt deze lessenserie motiverend en aansprekend.

Methode

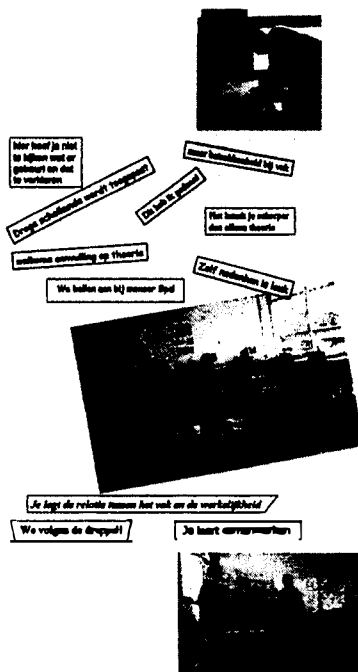
Forum:

Leerlingen krijgen les met ontworpen lesmateriaal tijdens twee forum sessies

Evaluatie-gegevens uit:



Resultaten & Discussie



Antwoord onderzoeksvragen:

1: Is de combinatie haalbaar/uitvoerbaar?

Gedeeltelijk:

- de teksten en tussenbesprekingen zijn goed
- informatievoorziening onvoldoende: het praktische deel kan niet uitgevoerd worden met de resulterende ontwerpen

2: Is het onderwerp motiverend & herkenbaar?

Ja:

- het onderwerp is een leuke toepassing, stemt tot nadenken
- manier van lesgeven veel leuker

3: Is dit lesmateriaal motiverend?

Ja:

- wordt ervaren als uitdaging
- zelf nadenken en samenwerken zijn leuk
- het nut is zichtbaar

▶ Is de combinatie haalbaar, motiverend en herkenbaar?

Ja!

- Combinatie theorie en praktijk in een herkenbare toepassing spreekt de leerlingen aan (interessant, uitdagend).
- Haalbaarheid kan verbeterd door betere/andere informatievoorziening
- Totaaloordeel 8.1

Leerlingkenmerken:

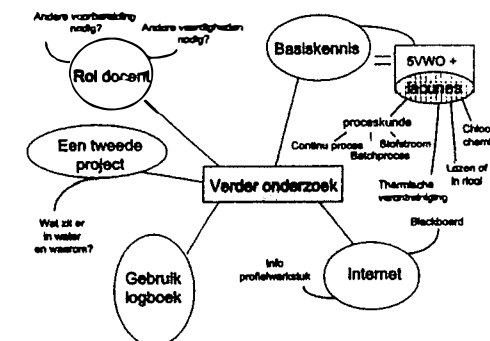
- 5 VWO
- 6 leerlingen
- uit omgeving Gorinchem (Merewade College & Gymnasium Camphuslanum)
- vrijwillige deelname

Hypotheses:

A Onderbouwende aanwijzingen gevonden. Deze les is een welkome aanvulling op huidige onderwijs volgens leerlingen. Basiskennis komt naar voren. Toepassing zit in de les verweven!

B Link met de leefwereld stemt tot nadenken. Combinatie theorie en praktijk spreekt aan. Zien van het nut motiveert, geven leerlingen aan. Dit onderbouwt hypothese twee.

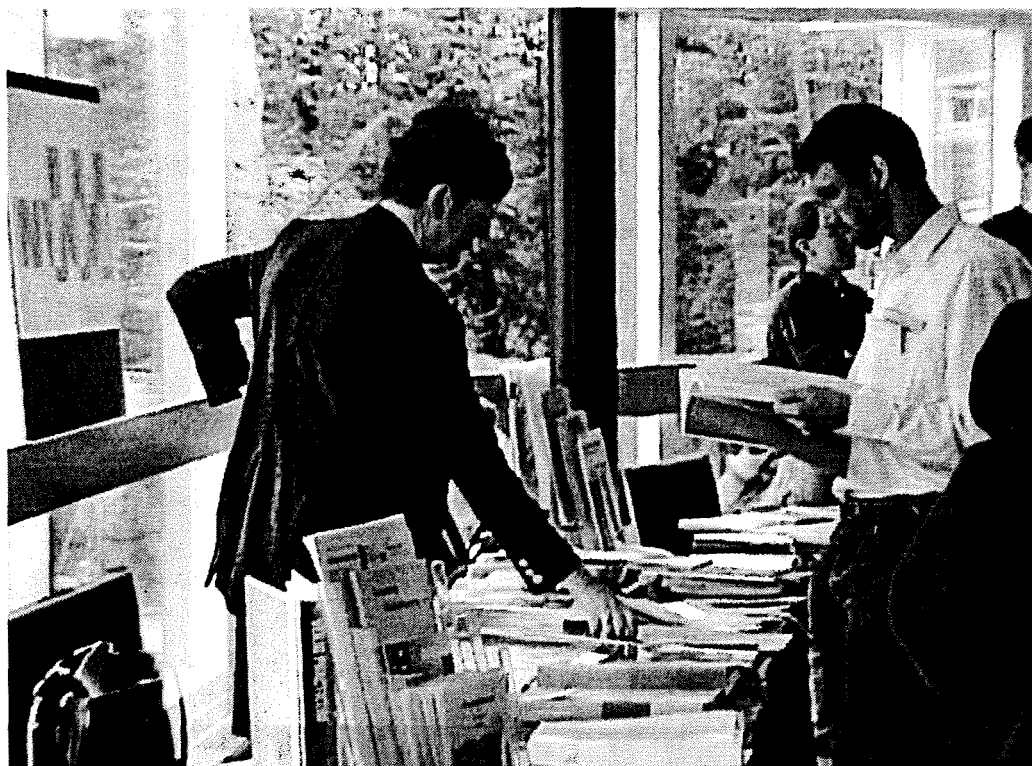
Aanbevelingen gerelateerd onderzoek:



Algemene referentie: Westbroek, H. B., Bulte, A. M. W., & Pilot, A. (2001). Ontwikkeling van een prototype module: an example of a new approach for an A-level chemistry curriculum. In O. De Jong, E. R. Savitsky, & A. Aldrich (Eds.), Proceedings of the 2nd International Utrecht/KAZE symposium, Teaching for Scientific Literacy Content, Competency and Curriculum, p. 27.

Het verspreiden rapport over dit onderzoek vindt u op de website en is bij de sectie aanwezig als naspeurdocument 001-04, Juni 2001. Een TGA handleiding ontwerpzwembad, ontwikkeld door C. Tormen, zijn daar aanwezig bij A.M.W. Bulte.

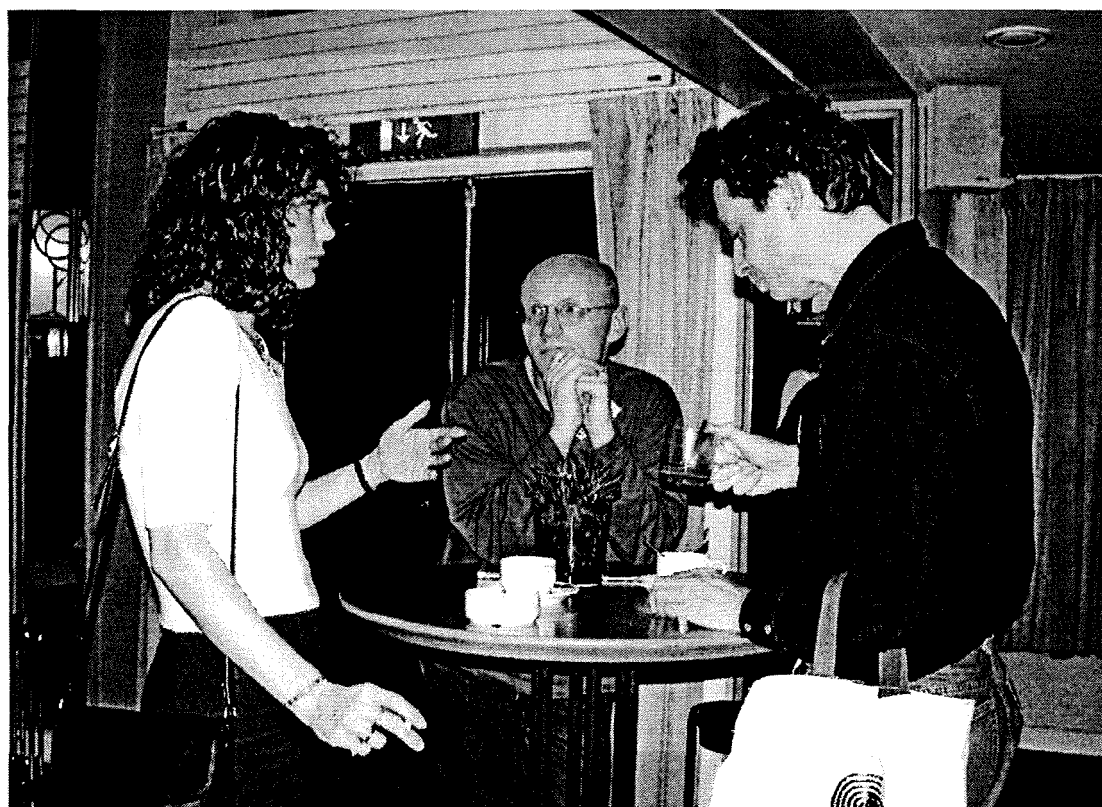
DE MARKT



DE MARKT

- APS
- Breukhoven bv
- Chemie Aktueel
- CITO
- De jonge onderzoekers
- Educatieve Partners NL
- NVON
- Faculteit Scheikunde UU
- Stichting C3
- Texas Instrument
- Thieme
- Vos Instrumenten bv
- VNCI
- UvA/CMA
- VU
- Visiria
- Wolters-Noordhoff

EVALUATIE



EVALUATIE VAN DE CONFERENTIE

De conferentie is, gewoontegetrouw, aan het eind van de zaterdagmorgen schriftelijk geëvalueerd. De respons was ca 60%. De belangrijkste resultaten van de evaluatie geven we hieronder weer.

1. Een belangrijke reden voor mijn deelname aan de conferentie is de ontmoeting met collega's

volstrekt juist	a	b	c	d	e	volstrekt onjuist
%	70	34	11	5	1	

2. Een belangrijke reden voor mijn deelname aan de conferentie is de inhoud van het aangeboden programma

volstrekt juist	a	b	c	d	e	volstrekt onjuist
%	41	63	12	3	2	

3. Ik vond het aanbod aan lezingen:

zeer gevarieerd	a	b	c	d	e	zeer eenzijdig
%		48	23	7	2	

4. Ik vond het aanbod aan werkgroepen:

zeer gevarieerd	a	b	c	d	e	zeer eenzijdig
%	40	72	8	1	0	

5. Beoordeling van de kwaliteit van de werkgroepen:

zeer hoog	a	b	c	d	e	zeer laag
%	19	52	23	5	1	

Bij deze score dient opgemerkt te worden dat de spreiding in de beoordeling van de diverse werkgroepen hoog was.

6. Ik vond de organisatie van de conferentie:

zeer goed	a	b	c	d	e	zeer slecht
%	73	44	4			

7. Mijn eindoordeel over de conferentie als geheel is:

zeer leerzaam	a	b	c	d	e	niet leerzaam
%	73	69	7	1	1	

zeer plezierig	a	b	c	d	e	zeer onplezierig
%	82	36	2			

LEZINGHOUDERS en

Prof. dr. K. van Dam
Dr.I. de Roo
Dr. M. van Oort
Prof. dr. A. Heck

UVA
Citogroep
Novozymes
UU

GASTEN

Prof. Dr. J.P. Kamerling
Drs. P. Noordervliet

UU
VNCI



ADRESSENLIJST DEELNEMERS 2001**A**

Mw.	J.	van	Aalsvoort	W v Collenstraat 79	3621 CL	Breukelen
Dhr.	F.C.		Aarts	Berkmeerdijk 19	1713 KX	Obdam
Mw.	J.J.C.		Acampo	Van den Mondestraat 38	3515 BJ	Utrecht
Dhr.	H.B.F.		Allaart	Bleekerstraat 1c	5211 GV	's-Hertogenbosch
Dhr.	J.		Apotheker	Nassaulaan 35	9717 CG	Groningen

B

Dhr.	W.Th.H.		Baggerman	Palaceplein 159	2587 WJ	Den Haag
Mw.	H.A.M.		Bakker	Avenbeeck 88	2182 RZ	Hillegom
Dhr.	C.	van	Bart	Dorpsstraat 22	3611 AE	Oud-Zuilen
Dhr.	C.		Beers	Gagelweg 1	7245 NH	Laren
Mw.	J.		Benneker	Valkenkamp 261	3607 LM	Maarssen
Mw.	B.	van den	Berg	Van der Palmkade 135	1051 RH	Amsterdam
Dhr.	A.		Berkenbos	Spaarndammerstraat 115-II	1013 TD	Amsterdam
Dhr.	P.L.J.		Boddeke	W. Barentszstraat 69	3572 PE	Utrecht
Dhr.	G.		Boer	Trix Terwindtstraat 43	4333 CG	Middelburg
Mw.	M.R.		Booij-Mol	Nassaulaan 1	2382 GA	Zoeterwoude
Mw.	J.E.M.	van der	Borg	Middachtenstraat 43	6535 LE	Nijmegen
Mw.	F.		Bos	Oerdijk 2 B	7433 AA	Schalkhaar
Dhr.	M.H.		Boskma	Brinkhuisburg 66	7511 MH	Enschede
Dhr.	W.G.		Bouhof	W. Leevendstraat 14 HS	1055 KC	Amsterdam
Dhr.	M.A.		Broeke	Kamille 17	7483 AP	Haaksbergen
Mw.	M.C.		Brouwer	Elburgkade 84	1324 HL	Almere
Mw.	N.		Brouwer	Liendenhof 299	1108 HV	Amsterdam
Dhr.	H.		Bruijnesteijn	van Eeghenstraat 37-I	1071 EV	Amsterdam
Mw.	A.M.W.		Bulte	Schaapsweg 64	6712 CG	Ede
Dhr.	G.K.		Buse	Schoutenpad 22	1399 HW	Muidenberg

C

Dhr.	F.		Carelsen	Soendastraat 58	7512 DW	Enschede
Dhr.	F.		Coenders	Tulpenstraat 28	6942 XN	Didam
Mw.	M.		Cornelisse	Het Oude Raadhuis 3	3761 AW	Soest
Mw.	J.C.M.		Creemers-Velzeboer	Colmarstraat 86	6679 BG	Oosterhout-Nijmegen
Mw.	T.		Crielaard	Matterhorn 7	3524 WG	Utrecht

D

Mw.	C.N.		Dekker-van Ouwerkerk	Chartreusestraat 34	1339 GL	Almere
Mw.	L.M.		Dessens-Alberts	Mendelssohnlaan 13	6815 ET	Arnhem
Mw.	L.A.A.		Dierikx	Kloosterstraat 2 rood	2021 VN	Haarlem
Dhr.	T.	van	Dijk	Oosteres 26	7607 AN	Almelo
Dhr.	J.		Dijkstra	Kwartaalstraat 63	1335 KH	Almere
Dhr.	M.H.		Dohmen	Burg. Luytenstraat 1	6151 GE	Munstergeleen
Dhr.	L		Donk	Bovenkerkseweg 38	3381 KB	Griessenburg
Dhr.	A.R.	van	Dreumel	Heisteeg 72	6171 NL	Stein
Dhr.	J.H.	van	Driel	Bloklandpolderstraat 11	2807 LH	Gouda
Mw.	H.P.W.		Driessen	Ien Dalessingel 263	7207 LE	Zutphen
Dhr.	J.H.	van	Drooge	Lagedijk 300	1544 BN	Zaandijk
Dhr.	J.J.		Du Sart	letterveldweg 19	7621 CA	Borne

E

Dhr.	C.G.M.	van	Eendenburg	Reigerlaan 14	2211 LG	Noordwijkerhout
Dhr.	S.O.	van	Egdom	Dr. M.L. Kinglaan 155	6431 VL	Hoensbroek
Dhr.	F.	van	Eijk	Frederiksoordweg 3	9968 AK	Pieterburen
Mw.	J.L.E.A.		Elink-Schuurman-Gastelaars	Oude Liesbosln 162	4839 AD	Breda
Mw.	G.		Elzinga-Buteaar	Herengracht 47	1398 AB	Muiden
Dhr.	J.H.T.F.P.	van	Enckevort	Kamprecht 29	5346 WB	Oss

F

Dhr.	J.C.J.		Le Fèvre	P. Nieuwlandstraat 48	3514 HJ	Utrecht
------	--------	--	----------	-----------------------	---------	---------

G

Dhr.	J.J.H.		Geenen	Sophiastraat 6	5583 CC	Waalre
Dhr.	M.		Goedhart	Walnootstraat 11	2871 RX	Schoonhoven
Dhr.	A.P.		Goores	Kroosmeent 21	1218 BA	Hilversum
Mw.	J.		Goubitz	Johan Verhulstraat 97	1071 MX	Amsterdam
Dhr.	R.E.		Griffioen	Sambastraat 17	1326 NT	Almere
Dhr.	H.J.	de	Gruijter	Oosterwijklaan 2	5171 HD	Kaatsheuvel

H

Dhr.	H.K.	de	Haan	de Meystraat 20	4353 CA	Serooskerke
Mw.	G.J.N.		Haan-Koelewijn	Koraalstraat 3	1339 BX	Almere
Dhr.	J.J.		Haarsma	Zonneluid 34	2631 WE	Nootdorp
Dhr.	P.O.	van	Haren	Fie Carelsenstr. 56	7558 WB	Hengelo
Mw.	G.		Hensbergen	Breeschotenlaan 15	3591 VK	Maarn
Mw.	F.A.		Henze	Obrechtrode 44	2717 DD	Zoetermeer
Dhr.	J.A.	van	Heugten	Eikendreef 16	5731 HL	Mierlo
Dhr.	C.J.	van	Heusden	Cornelis Roobolstraat 33	3554 BN	Utrecht
Mw.	G.M.	van	Hoeve-Brouwer	Villerspark 4 bus 10	B-3500	Hasselt België
Dhr.	A.D.J.		Hofstetter	Het Rocht 30	9481 HH	Groningen
Mw.	L.W.C.		Huge-Oostinjen	Benedictijnenhove 1	3834 ZA	Leusden
Dhr.	H.A.C.		Huijsmans	Molenstraat 31	4841 CA	Prinsenbeek
Mw.	A.W.M.		Huijsmans-Janssen	Molenstraat 31	4841 CA	Prinsenbeek
Dhr.	G.E.M.M.		Hundscheid	Prof Lambertstraat 15	6419 BM	Heerlen

J

Mw.	I.A.		Jansen-Falkenburg	Zonnekant 25	2203 NA	Noordwijk
Mw.	C.D.		Jansen-Ligthelm	Koudekerkeweg 148	4382 EM	Vlissingen
Mw.	M.		Jansens	Cremerstraat 346	3532 BR	Utrecht
Dhr.	R.		Janssen	Dresselhuysweg 30	4105 DB	Culemborg
Dhr.	R.P.T.		Janssen	Plataanweg 10	6706 BG	Wageningen
Dhr.	E.		Joling	Van Noordtkade 50c	1013 BZ	Amsterdam
Dhr.	O	de	Jong	Princetonplein 5	3584 CC	Utrecht
Dhr.	B.	de	Jong	Rietveld 224	2611 LR	Delft
Mw.	T.	de	Jonge-Dolleman	Wentholtweg 8	7214 EG	Epse

K

Dhr.	T.M.J.		Kals	Stutterstraat 10	6432 AK	Hoensbroek
Dhr.	A.E.J.		Kampen	Pompidousingel 9	6716 LA	Ede
Dhr.	G.H.J.		Kamphorst	Libra 26	9405 RH	Assen
Dhr.	W.		Kaper	KNSM-laan 480	1019 LP	Amsterdam
Dhr.	H.		Kaptein	Lijnenstraat 3	8017 KM	Zwolle
Dhr.	M.		Kaptein	Prinses Irenelaan 95	1911 HV	Uitgeest
Dhr.	H.J.J.		Kauw	Berkenlaan 47	1702 LE	Heerhugowaard
Dhr.	A.		Kerkstra	Huyterhof 3	2611 CX	Delft
Dhr.	F.A.		Killian	Emmaplein 4a	3134 CE	Vlaardingen
Dhr.	E.H.M.H.	de	Kleijn	Waterstraat 23	5373 AA	Herpen
Dhr.	H.J.		Koeners	Lavendeltuyn 13	2317 NB	Leiden
Mw.	J.J.		Kokelaar	F.C. Dondersstraat 20	1402 CH	Bussum
Mw.	A.	de	Kort- de Groot	Sikkelstraat 35	4904 VA	Oosterhout
Dhr.	E.J.		Korver	Bergweg 49c	3037 EB	Rotterdam
Mw.	P.J.M.	de	Kousemaeker	Gronausestraat 1251	7534 AJ	Enschede
Mw.	J.W.		Kovacs-Elferink	Poolmansweg 87	7545 LN	Enschede
Mw.	H.		Kramers	Horstlindelaan 102	7522 JK	Enschede
Dhr.	A.A.		Kranendonk	Rien de La Marstraat 3	7207 GP	Zutphen
Mw.	M.		Kroes	Minervalaan 80	8021 EG	Zwolle
Dhr.	R.P.M.		Kuijpers	Huisakker 12	5469 NR	Roerdonk

L

Dhr.	L.H.		Laagwatr	Taratellastraat 16	1326 LZ	Almere
------	------	--	----------	--------------------	---------	--------

Mw.	M.		Lammers	Heisteeg 72	6171 NL	Stein
Mw.	R		Leewis	Princetonplein 5	3584 CC	Utrecht
Dhr.	C	van	Lenten	Langeweide 65	1631 DM	Oudendijk
Dhr.	H.		Loeb	Kerkstraat 40	6871 BL	Renkum
Dhr.	H.	van	Lubeck	Het Laagt 4	1025 GH	Amsterdam
M						
Dhr.	J.		Maarseveen	Nieuwe Achtergracht 129	1018 WS	Amsterdam
Dhr.	J.A.S		Maas	Elandhof 34	9675 JH	Windschoten
Dhr.	A.		Mast	Jasmijnlaan 7	1829 HJ	Oudorp
Mw.	J.W.		Mastenbroek	Vrijmark 35	1355 GC	Almere
Dhr.	J.P.	van	Mechelen	Lepelaarshof 37	3862 KT	Nijkerk
Dhr.	F.J.A.	van der	Meer	Strijpsestraat 246	5616 GX	Eindhoven
Dhr.	A.P.		Meijer	Binnenkant 38	2203 ND	Noordwijk
Dhr.	M.R.		Meijer	Plateelbakkerstraat 27	4813 KV	Breda
Dhr.	J.W.		Meijer	Zr. Spinhovenlaan 41	3981 CR	Bunnik
Dhr.	S.		Meindersma	Spiegheldreef 21	2353 BK	Leiderdorp
Mw.	G.F.M.		Meuwissen-Meddens	Lijndakkers 54	5672 CC	Nuenen
Dhr.	H.		Mons	Schonbergweg 30	1323 GX	Almere
Dhr.	J.		Morelis	Weegbree 33	7491 LK	Delden
Mw.	C.M.		Mossing Holsteijn			
			Duchateau	Leeuwerik 14	1902 KL	Castricum
Dhr.	F.R.		Mourik	Nieuwendijk 35	3443 BH	Woerden
O						
Dhr.	D.		Oudijn	Duiveseynstraat	2272 AN	Voorburg
P						
Dhr.	F.		Pater	Walraven v.Halllaan 13	3705 PW	Zeist
Dhr.	H.		Pelgrum	Stichtsekade 24	1244 NV	Ankeveen
Mw.	G.M.		Pengel-Servet	Gustaaf Gelderstraat 83	1318 BB	Almere
Mw.	J.M.M.		Peters	van Heurnstraat 79	2274 VH	Voorburg
Mw.	M.		Petram	Rustenburgerstraat 376-2	1072 GH	Amsterdam
Dhr.	A.		Pilot	Berkenlaan 13	3707 BA	Zeist
Dhr.	F.R.		Povel	Wolter Heuvelsland 53	3581 ST	Utrecht
Dhr.	G.T.		Prins	Birkastraat 117	3962 BP	Wijk bij Duurstede
Dhr.	R.		Procee	Hanebalken 211	9205 CL	Drachten
Dhr.	F.J.	van der	Puijl	Nyenheim 32-07	3704 AV	Zeist
R						
Dhr.	J.M.		Ravensberg	Eikstraat 42	3581 XM	Utrecht
Dhr.	T.A.J.		Reijnen	Hegdambroek 1719	6546 VV	Nijmegen
Mw.	E.M.M.	van	Rens	G. v. d. Veenstraat 153 bis	1077 BZ	Amsterdam
Dhr.	J.J.		Reumkens	Monacoplein 13	6414 HW	Heerlen
Dhr.	R.G.		Riet	Houtvaartkade 50	2111 BT	Aerdenhout
Mw.	M.		Rijke	Willemsparkweg 72 II	1071 HK	Amsterdam
Dhr.	G.B.		Ruitenbeek	Burg. Fockema Andreaeln.7	3582 KA	Utrecht
Dhr.	J.	van	Ruler	Calsstraat 38	4463 XA	Goes
Mw.	L.E.		Russchen	Wiederhorsten 3	8131 VK	Wijhe
S						
Dhr.	E.U.M.		Saelman	Brederodestraat 45 II	1045 MR	Amsterdam
Dhr.	R.	v.d	Sande	Koestraat 16	5014 ED	Tilburg
Dhr.	E.		Savelsbergh	J. Overdijkstraat 23	3551 VE	Utrecht
Dhr.	J.		Schaareman	Franklinstraat 57	7533 CE	Enschede
Dhr.	P.		Schadron			
Dhr.	A.	van der	Scheer	Vincent Hamanerf 3	3813 MS	Amersfoort
Mw.	M.M.E.		Scheffers-Sap	de Moeshof 9	5258 ER	Berlicum
Mw.	E.		Schenkelaars	Hofsingel 309	6834 GJ	Arnhem
Mw.	A.M.J.	van	Schijndel	Populier 34	5682 GE	Best
Mw.	L.		Schoen	Nieuwe Achtergracht 166	1018 WW	Amsterdam
Dhr.	J.T.		Schoenmaker	Cato Elderinklaan 88	7576 EC	Oldenzaal

Dhr.	K.A.	Schoenmaker	Commissarislaan 134	8016 LV	Zwolle
Dhr.	H.J.C	Schollen	Kasteellaan 2	5066 XW	Moergestel
Dhr.	T.G.J.	Scholten	Van Brakelplein 35A	9726 HE	Groningen
Mw.	A.H.E.	Schouten	L. Davidsstraat 47	1311 LC	Almere
Dhr.	B.L.	Schut	Morsweg 134	2332 ER	Leiden
Dhr.	F.	Snippe	Lekerwaard 4	1824 HA	Alkmaar
Dhr.	T.W.M.	Somers	C Mendesstraat 71	3573 AW	Utrecht
Mw.	G.C.W.	Spillane	Geuzenweg 16	1221 BT	Hilversum
Mw.	J.	Spoel	Technische Mijnbouw	2628 RX	Delft
Dhr.	G.J.	van der Steen	Robert Kochweg 5	3731 CB	De Bilt
Mw.	S.	Stekelenburg	E. Flipselaan 8	2343 MV	Oegstgeest
Dhr.	M.J.	Stolk	Groenendaalstraat 6	3521 AD	Utrecht
Mw.	M.	Storm	Bisschop Callierstraat 42	2014 XH	Haarlem
Mw.	I.	Suppers	Asterdlaan 44	4823 GA	Breda
T					
Dhr.	J.B.	Tiersma	Nieuweweg 58	2675 BJ	Hondselersdijk
Dhr.	C.H.P.	Tijdink	Weeshuiswal 5	4116 BR	Buren
Mw.	L.J.M.	Titulaer-Linders	Duivenstraat 3	6261 NV	Mheer
Dhr.	A.	Topma	Keizersmantel 7	7943 RW	Meppel
Dhr.	N.F.M.	Tromp	Keizersgracht 171-3	1016 DP	Amsterdam
V					
Dhr.	W.	van der Veer	D. Nieuwenhuislaan 20	9722 LK	Groningen
Dhr.	H.	Velten	Bernerstraat 6	7203 AV	Zutphen
Mw.	G.E.	Velzeboer-Breeman	Laurier 44	8101 HM	Raalte
Dhr.	C.J.	Verbaan	Joh. Evertselaan 1	2341 ST	Oegstgeest
Dhr.	J.H	Vermaat	Daslook 39	8935 LB	Leeuwarden
Mw.	A.M.	Vermeijlen-Aerdt	Elsout 1	5655 JR	Eindhoven
Dhr.	G.	Visser			
Dhr.	P.C.	Visser	Bijlacker 21	1902 AL	Castricum
Dhr.	R.	Visser	Punter 39-70	8242 EZ	Lelystad
Mw.	K.	Vlaar	Bergkristal 49	1703 EB	Heerhugowaard
Dhr.	M.	Vogelezang	Wildenborchseweg 6	7261 WZ	Ruurlo
Mw.	J.H.	Volbeda	Wilkemaheerd 72	9736 BP	Groningen
Mw.	C.	Voort	Haarlemmerweg 5a	2316 AA	Leiden
Mw.	M.K.	Vrijman van Putten	Oever 8	3121 XS	Schiedam
W					
Dhr.	A.	Wemsen	Witte Put 14	5672 ND	Nuenen
Mw.	I.	Wessels-Faanhof	S.W. Churchillaan 283-F-009	2788 DA	Rijswijk
Mw.	H.	Westbroek	Haarlemmerstraat 78c	1013 ET	Amsterdam
Mw.	A.	Westerhof	Roosmarijnhof 37	1115 DX	Duivendrecht
Dhr.	H.	Wevers	Frans Halsstraat 49a	3583 BM	Utrecht
Dhr.	M.J.F.	Wiegeraad	Galmgat 17	4336 KB	Middelburg
Dhr.	M.	Wiersma	Vermeerstraat 5	3372 XR	Hardinxveld
Dhr.	C.A.	Wijnhorst	Oudwijkerlaan 25 bis	3581 TB	Utrecht
Dhr.	A.M.	Witte	De Enk 12	6661 KK	Elst
Mw.	H.A	Workel	Eltingerhof 115	6921 DJ	Duiven
Z					
Mw.	E.W.	Zantema-Meijer	Graskarper 22	2318 NA	Leiden
Mw.	G.E.	Zegers	Bakhuizen v.d. Brinkstr.	3532 GH	Utrecht
Dhr.	L.A.W.	Zelissen	van Nispenstraat 220	6521 KT	Nijmegen
Dhr.	S.A.	Zoon	Venkelstraat 39	2034 MT	Haarlem
Dhr.	J.G.P.	Zuidwijk	Pr. Alexanderlaan 98	2912 AM	Nieuwerkerk a/d Amstel

