

NVOX

ANW in NVOX

25 recente artikelen over vragen bij natuurwetenschappen in de samenleving

Voor docenten in Vlaanderen geldt een eenmalig aanbod voor een abonnement op NVOX. Prijs € 35,00 per jaar.

Opgeven bij

NVON-ledenadministratie
t.a.v. mevrouw H. Tangenberg
Stationsweg 44
NL7941HE Meppel, Nederland
Email: ledenadministratie@nvon.nl

Hoe weet je of iets waar is ?

Mag alles wat kan ?

Waar komt wetenschap vandaan ?

Hoe gebruik je kennis ?

Hoe ontwikkelt wetenschap ?

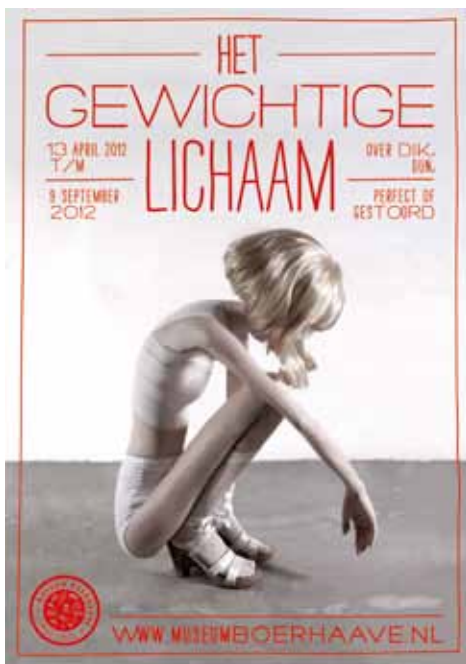
Hoe weet je of iets waar is?

Deze hamvraag van het vak anw is en blijft iedere keer weer actueel. NVOX publiceerde recent artikelen waarin deze vraag centraal staat. Ook rare verhalen kunnen inspireren voor goede anw-lessen. Een paar voorbeelden voor gebruik in de klas.

■ **Arnoud Pollmann** / redactie anw

Het prachtvak anw mag op dit moment dan een ondergeschoven kindje zijn: de argumenten waarom er twintig jaar geleden zo enorm veel energie in is gestoken, die staan nog paalvast boven water. Scientific Literacy blijft een noodzaak voor iedere Nederlander, treurig dat de huidige minister van onderwijs dit niet ziet.

“Er zijn mensen die geloven in de reguliere geneeskunde, en er zijn mensen die zweren bij homeopathie.” Zo begint het tweede artikel van Wouter Schuring over deze twee thema’s in NVOX 8, resp. 9 van jaargang 2011. Een ideaal onderwerp voor de anw-lessen. Kinderen ertoe aanzetten om met kennis van zaken na te denken over belangrijke thema’s, dat is toch een hoofddoel van het onderwijs, nietwaar? Hier hebben we zo’n tegenstelling. Wie heeft er hier gelijk? Laat leerlingen praten met experts op beide terreinen, laat de geïnterviewden ook reageren op de argumenten van beide zijden. Een klassikaal debat kan volgen als van beide kanten voldoende kennis is opgedaan. Zo’n debat kan prima in



Het Boerhaavemuseum in Leiden heeft regelmatig tentoonstellingen die aansluiten bij lessen anw.

schap is ook maar een mening’. Maar we kunnen nu wel ach en wee roepen dat de wetenschap hier alweer zo in

'Wetenschap is ook maar een mening' - kop in de krant n.a.v. fraude in de wetenschap

samenwerking met de docent Nederlands, want ook in dat vak moet geleerd worden te argumenteren.

Fraude

Een recent voorbeeld van fraude in de wetenschap is ook heel bruikbaar: de bekende psycholoog Stapel die minstens twintig publicaties op zijn naam had waarin door hem zelf verzonden getallen waren verwerkt. Niemand die het wist. *NRC Handelsblad* had onlangs een citaat in de kop van een artikel naar aanleiding van deze fraude: ‘Weten-

diskrediet is gebracht, beter kun je de publiciteit hieromheen gebruiken om kinderen aan het denken te zetten. Wanneer is onderzoek betrouwbaar, onder welke voorwaarden? Leerlingen komen er dan heus wel achter dat onderzoeksgegevens controleerbaar moeten zijn. Aardig om dit in de klas te koppelen aan het overschrijven van delen van elkaars werkstukken. Zo niet in de klas, dan wel via internet...

Onlangs riep een oude vriend me toe: “Hé, die oude Einstein van jou, die is nu

wel van z’n sokkel gevallen, niet?” Ik dacht: wat bedoelt hij toch? Even schrikken en toen wist ik het. De publiciteit over neutrino’s die sneller zouden gaan dan het licht, daar reageerde hij op. Naar verluidt, waren hier de gulzige media met hun voortdurende primeurtjesjacht weer de boosdoeners. Maar weer een mooie kans voor de anw-les: laat leerlingen uitzoeken waar de schoen wringt, door interviews en debat.

Pseudowetenschappen

In NVOX, februari 2010 schreef Henny van der Meer in een artikel *Pseudowetenschappen in de klas*:

“Om leerlingen duidelijk te maken hoe natuurwetenschappers te werk gaan, kun je ze kennis laten maken met enkele pseudowetenschappen. Meestal hebben leerlingen er geen flauw idee van wat dat zijn, maar intussen worden ze er in toenemende mate door betoverd. Een voorname taak van de docent om duidelijk te maken waarom hier geen sprake is van ware wetenschap, zonder daarbij de bekritiseerde leer in de ban te doen.” Ik schreef er toen het volgende commentaar bij:

“Heel belangrijk. Immers: vele leerlingen blijven tegen beter weten in flirten, niet alleen met de genoemde ideeën, maar ook met begrippen als aura, magnetiseurs, chakra’s en energiestromen, reïncarnatie of tarot. En als je sommige mensen hoort is ook klimaatverandering al bijna een nieuw geloof geworden. Maar hiermee geconfronteerd, komen wij als docenten vaak niet verder dan wat cynische en vaak hooghartige commentaren. Als we er al op ingaan. Resultaat: leerlingen denken dat er twee wetenschappen bestaan: die van binnen, en die van buiten de les. Die waar je punten mee scoort in de les, en die voor buiten, in het echte leven. De uitdaging voor ons docenten is: hoe ga je zonder cynisme, en zeker zonder arrogantie,



Leerlingen van het Bonifatius stellen tegenwoordig zelf de anw-krant samen. Hier de voorpagina van de vijftigste aflevering.

rustig in op de gedachtewereld van je leerlingen.
Laat leerlingen zelf een onderzoek opzetten naar de voorspellende waarde van astrologische voorspellingen. Laat hen zelf uitzoeken welke standpunten er zijn, en hoe geloof te onderscheiden van wetenschap.

Wie van u doet hier in de klas echt iets mee? Wie doet daar eens verslag van in NVOX?

Reacties graag naar
arnoudpollmann@gmail.com."

Bij de redactie komen nog wel eens commentaren binnen dat er weinig anw-artikelen in NVOX staan.

Daarom hier, kort aangeduid, een greep uit recente jaargangen.

In jaargang 2011:

- p. 20, januari. Anw, hoe gaan we verder?
- p. 116, maart. Over Debije.
- p. 156, april. Meningsvorming in de natuurwetenschappen.
- p. 171, april. Over Van Helmont.
- p. 223, mei. Ontdekking atomen en elektriciteit.
- p. 246, mei. Impressies ASE-conferentie.
- p. 277, juni. Over grootschalige toepassingen van zonne-energie.
- p. 396, oktober. Reguliere geneeskunde of homeopathie? (1)
- p. 444, november. Een volledig duurzaam gebouw, met een vervolg op p. 498, december.
- p. 496, december. Reguliere geneeskunde of homeopathie? (2)

In jaargang 2010:

- p. 68, februari. Pseudowetenschappen in de klas.
- p. 183, april. Reactie op Pseudowetenschappen in de klas.
- p. 284, juni. Docenten over Jet-Net.
- p. 319, september. Worldschool: onderzoek voor ontwikkelingslanden.
- p. 450, november. Nanotechnologie, een module voor anw.
- p. 322, september. Duurzame energie in Petten.
- p. 398, oktober. Slechte lucht of zwakke weerstand?

Natuurwetenschap in het nieuws

Bij deze gelegenheid wijs ik nog maar eens op de voortreffelijke inspirerende verzameling wetenschappelijk nieuws in de krant die al tien jaar verzameld wordt door Kees Hooyman van het Bonifatiuscollege in Utrecht. Onder de titel *Natuurwetenschap in het Nieuws* bevat iedere aflevering circa dertig korte samenvattingen van recente krantenberichten. Bij www.phys.uu.nl/~natunws/krant kun je alle vijftig (!) tot nog toe versche-

nen nummers downloaden. Kees laat zijn leerlingen tegenwoordig zelf het krantje mede samenstellen. Ook weer zo'n uitstekende anw-activiteit die leerlingen aan het denken en argumenteren zet. Je kunt dat trouwens heel goed en eenvoudig op je eigen school organiseren. Sommige collega's in het land maken er zelfs goeie sier mee in de docentenkamer: "Aha, dat is dus anw!" Ook voor nlt-docenten natuurlijk een must.

Kleintje wetenschap

Sterke zijde voor bot

Om een stuk verwijderd bot weer te laten herstellen, gebruiken chirurgen veelal een stuk donorbot van de patiënt zelf. Maar dat vraagt een extra operatie. Gebruik van een vreemde donor heeft het gevaar van afstoting. 'Kunstbot' van bijvoorbeeld collageenvezels bevordert het herstel en is biologisch afbreekbaar, maar is niet zo stevig als donorbot.

Nu hebben Amerikaanse onderzoekers een nieuw materiaal ontwikkeld dat afbreekbaar is, het herstel bevordert en bijna even sterk is als echt bot: zijde. De onderzoekers maakten een 'steiger' van zijdevezels waar botvormende cellen van de patiënten zich goed aan hechten, waarna ze echt bot gaan vormen. De zijde is versterkt met microvezels, ook van zijde-eiwit. Die vezels werken als de stalen bewapening als in beton. De combinatie van een zijden steiger

en versterkende microvezels blijkt sterker dan collageen, maar nog niet zo sterk als echt bot. Men zoekt naar verbetering.

■ Bron: ND 1 mei 2012; zie ook Mandal BB c.s., *Proceedings of the National Academy of Sciences* Online Early Edition. High-strength silk protein scaffolds for bone repair. Publishing April 30-May 4, 2012, doi/10.1073/pnas.1119474109

Pseudowetenschappen in de klas

Om leerlingen duidelijk te maken hoe natuurwetenschappers te werk gaan, kun je ze kennis laten maken met enkele pseudowetenschappen. Meestal hebben leerlingen er geen flauw idee van wat dat zijn maar intussen worden ze er in toenemende mate door betoverd. Een voorname taak van de docent om duidelijk te maken waarom hier geen sprake is van ware wetenschap zonder daarbij de bekritiseerde leer in de ban te doen.

■ Henny van der Meer / Henny van der Meer

De eerste hoofdvraag bij anw – hoe komt natuurwetenschappelijke kennis tot stand? – heeft betrekking op de wetenschappelijke procedure. Om goed wetenschappelijk onderzoek te verrichten, maken natuurwetenschappers gewoonlijk gebruik van de empirische cyclus. Meestal worden leerlingen al in de onderbouw vertrouwd gemaakt met deze procedure, namelijk bij het uitvoeren van proeven. Zo wordt hen bijvoorbeeld in het eerste deel van *Biologie voor Jou* (Malmberg) gevraagd antwoord te geven op achtereenvolgens i) wat ze eigenlijk willen onderzoeken, ii) wat ze verwachten te vinden, iii) hoe ze te werk gaan en iv) wat ze daarbij nodig hebben, v) wat ze bij hun proef waarnemen en vi) wat ze daar uit afleiden. Over het algemeen hebben leerlingen hier weinig moeite mee zonder zich te realiseren dat

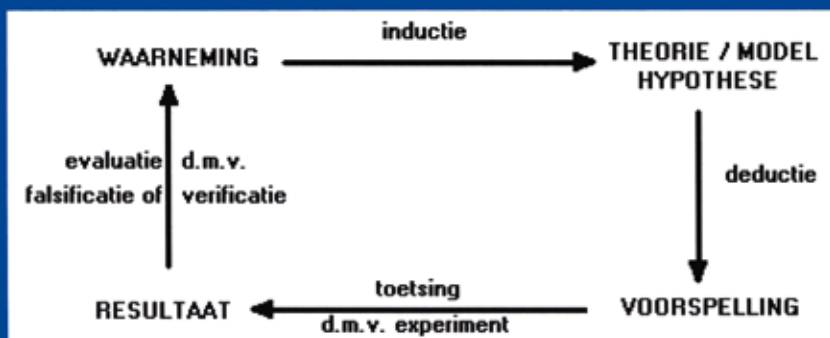
het volgen van een andere procedure tot pseudowetenschap kan leiden. Tijdens de lessen anw op het Gymnasium Haganum, waar ik tot juli 2009 werkzaam was, heb ik een aantal voorbeelden van pseudowetenschappen besproken en vergeleken met verwante wetenschappelijke disciplines. Enkele meerkeuzevragen over de stof uit dit artikel zijn te vinden op de website van NVOX.

Homeopathie

Aanhangers van de homeopathie beropen zich niet zelden op de wetenschappelijke status van de grondlegger van deze geneeswijze, Samuel Hahnemann, die als arts werkzaam was in een tijd dat aders laten de meest aanbevolen medische therapie was en patiënten eerder overleden aan de medische behandeling dan aan de kwaal. Hoewel een vernieu-

wer, die begaan was met het lot van de slachtoffers van de toentertijd reguliere geneeskunde (allopatie), is zijn benadering inmiddels wel wat achterhaald. Op het gevaar af dat sommigen nu afhaken omdat ze er zelf baat bij hebben, wil ik duidelijk maken waarom homeopathie geen wetenschappelijke basis heeft. Homeopathische geneesmiddelen worden bereid volgens het gelijksoortigheids beginsel *similia similibus curantur*, waarbij de aandoening wordt bestreden met een middel dat in onverdunde vorm dezelfde symptomen oproept als die waaraan de patiënt lijdt. Het gelijksoortigheids beginsel wordt in de moderne geneeskunde ook bij vaccineren toegepast en er is wetenschappelijk niets mis mee. Het homeopathische middel wordt evenwel zodanig met water of alcohol verdund dat er van de oorspronkelijke stof praktisch niets meer in het oplosmiddel is te vinden. Deze medicijnen kunnen bij de gespecialiseerde apotheek worden gekocht voor een prijs die aanmerkelijk hoger ligt dan men zou moeten betalen voor dezelfde hoeveelheid gedestilleerd water of ethanol. Dat hier niet alleen sprake is van consumentenbedrog maar ook van pseudowetenschap, wordt duidelijk als de werkzaamheid van het (genees)middel wordt getest. In de reguliere, op wetenschappelijke leest geschoeide geneeskunde wordt de werkzaamheid van een middel met behulp van een dubbelblind onderzoek vastgesteld. Dat betekent dat de werking wordt vergeleken met een overeenkomstig medium (oplosmiddel) zonder werkzame stof (placebo) waarbij noch de proefpersoon noch de onderzo-

DE (NATUUR)WETENSCHAPPELIJKE PROCEDURE (1)



EMPIRISCHE CYCLUS

Empirische cyclus als wetenschappelijke werkwijzer.



Om over na te denken: geen Intelligent Design?

ker ervan op de hoogte is welk middel wordt toegediend, het veronderstelde medicijn of alleen het oplosmiddel. Zulk dubbelblind onderzoek heeft bij herhaling uitgewezen dat homeopathische geneesmiddelen niet beter werken dan een placebo.

Veel aandacht trok het door de BBC georganiseerde (en gefilmde) dubbelblinde onderzoek naar het zogenaamde 'geheugen van water' (*Horizon*, 26 november 2002). Deze door immunoloog Jacques Benveniste in 1988 in *Nature* gepubliceerde verklaring voor de werking van ultraverdunningen werd onder het kritische oog van onder meer hoofdredacteur John Maddox ontkracht. De dvd is vast nog verkrijgbaar en levert op boeiende wijze relevante informatie over de controverse tussen wetenschap en homeopathie.

Dat iemand toch baat kan hebben bij homeopathische geneesmiddelen valt dus geheel toe te schrijven aan het placebo-effect en levert in wezen geen beter resultaat dan bijvoorbeeld bidden.

Creationisme

Nu er steeds meer moslims in Nederland wonen, is het aantal islamitische leerlingen in het voortgezet onderwijs ook toegenomen. Volgens Wouter van Beek, hoogleraar religieuze antropologie aan de Universiteit van Tilburg, verzetten (orthodoxe) moslims zich tegen de seculiere westerse wetenschap, die ze het sterkst tot uitdrukking zien komen in de evolutieleer. Daarin lijken ze op de

Amerikaanse creationisten. "De Koran zegt zeer weinig over de schepping, maar omdat orthodoxe moslims de Koran als een uitbreiding van de Bijbel zien, geloven ze in het Bijbelse scheppingsverhaal", aldus Van Beek.

Dat is hun goed recht. Met dien verstande dat in het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs een biologiedocent zich mag beperken tot de wetenschappelijke benadering. Bij anw kan natuurlijk wel aandacht worden geschonken aan de wisselwerking van de evolutietheo-

rie met wetenschap, maatschappij en levensovertuiging (domein B5 in het nieuwe examenprogramma biologie).

De creationisten huldigen de mening dat het ontstaan van soorten en daarmee de enorme verscheidenheid in de natuur het resultaat is van een schepping. Zij beroepen zich daarbij op het Oude Testament. Wat daar in staat moet wáár zijn want als dat niet zo is dan weet je niet meer hoe je goed moet leven, aldus de orthodoxe Christenen. Wanneer experimenten of waarnemingen niet in overeenstemming zijn met de theorie, dan zouden wetenschappers hun oorspronkelijke model aanpassen of, bij herhaling van afwijkende waarnemingen, zelfs geheel verwerpen. Zo niet de creationisten. Het theoretische model,

namelijk wat er in de Bijbel staat, is on-aantastbaar. Dat maakt het creationisme tot een pseudowetenschap die regelmatig tot paranoïde gevolgtrekkingen heeft geleid. Fossiele overblijfselen van uitgestorven organismen zouden het resultaat zijn van het grote sterven tijdens de zondvloed en docenten zitten in het complot om leerlingen te indoctrineren met het 'evolutiegeloof'. Ouderdomsbepalingen met behulp van radioactieve isotopen passen evenmin in de Bijbelse Genesis en maken dus ook deel uit van dit complot.

Intelligent Design (ID) – een uitvinding van de creationisten in de VS om het verbod op geloofszaken in het openbaar onderwijs te omzeilen – is even onwetenschappelijk omdat het bestaan van zo'n bovennatuurlijk concept met geen enkele wetenschappelijke methode kan worden aangetoond. De huidige minister van EZ Van der Hoeven heeft in 2005 als minister van onderwijs voorgesteld ID in het voortgezet onderwijs aan te bieden als alternatief voor de evolutietheorie. Dit leverde de rooms-katholieke ex-docente vooral uit wetenschappelijke kringen zoveel kritiek op dat ze haar voorstel weer introk.

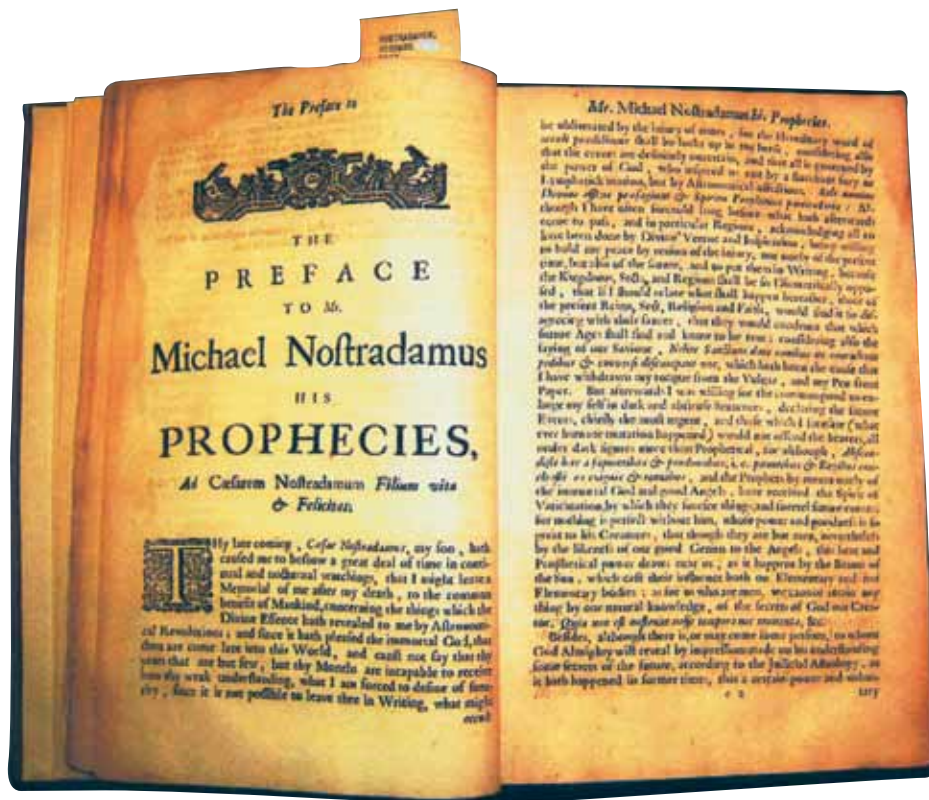
Ook al vind ik hun conclusies verwerpelijk, als evolutionist acht ik de inhoudelijke kritiek van creationisten op de evolutietheorie wel nuttig: het houdt je bij de les. Opmerkelijk is overigens

Intussen worden ze er in toenemende mate door betoverd

wel dat de kritiek op de evolutietheorie zo vaak gericht is op het gedachtegoed van Charles Darwin. Alsof de empirische cyclus in dit opzicht de afgelopen anderhalve eeuw heeft stilgestaan. Het is wel typerend voor een groepering die meent de waarheid in pacht te hebben. Ware wetenschappers kennen de waarheid nooit.

Astrologie

Het lijkt typerend voor de pseudowetenschappers om meer vertrouwen te stellen in oude geschriften dan in moderne methoden. Dat geldt zeker voor astrologie. De beste horoscoop komt tot stand op basis van een theorie die al ruim voor onze jaartelling werd ontwikkeld, aangevuld met de vier elementen van Empedocles en niet zelden aanbevolen



Als astroloog is Nostradamus bekend geworden door onder meer de Profetieën, die hij in de periode 1555-1558 in fasen publiceerde.

maakt astrologie tot pseudowetenschap. Profeten zijn 'in'. De beroemdste astroloog, Nostradamus, heeft volgens YouTube onze ondergang voorspeld. In 2012! Net als de Maya's. Binnenkort in het theater.

Regelmatig ontvang ik uitnodigingen van ene professor Djemba of dr. Hu en anderen om mij te laten helpen al mijn problemen, ook in de liefde en vooral op het gebied van geld, op te lossen. Omdat deze reclame al jaren voortduurt, zullen er ook wel gelovigen zijn die daar op ingaan. Zo iemand voor de klas uitnodigen, wat een geweldig leermoment kan dat opleveren!

Websites

www.anw-haganum.nl/LP_introductie.ppt
www.bbc.co.uk/science/horizon/2002/homeopathy.shtml
www.youtube.com/watch?v=jFoCHiRXxo&feature=related

♥ Henny van der Meer onderzoekt momenteel als gastdocent bij de Universiteit van Leiden, afdeling Integratieve Zoölogie, aspecten van het visuele waarnemingsvermogen bij cichliden (vissen) uit het Victoria-meer. Voor meer info zie www.vision-in-cichlids.com.

in combinatie met andere esoterische (niet-verifieerbare) technieken tot zelfreflectie.

Astronomen en astrologen houden zich beiden bezig met het bestuderen van hemellichamen. Hoewel astronomen tegenwoordig veel onderzoek doen aan grote clusters, zwarte gaten en achtergrondruis, keken zij aanvankelijk net als de astrologen naar de bewegingen en posities van de planeten en sterrenbeelden. De astronomische waarnemingen bleken bijzonder nuttig voor tijd- en plaatsbepalingen. De astrologen gebruikten

hun metingen om, aan de hand van de oude theorieën, de toekomst te voorspellen. En dat doen ze nog steeds. Ook al blijkt keer op keer dat de voorspelling niet uitkomt. Een ware wetenschapper zou in dat geval de theorie bijstellen, of zelfs verwerpen. Zo niet de astroloog. Als de voorspelling niet is uitgekomen, ligt dat aan de input en niet aan de theorie. De verstrekte informatie was onvolledig of onjuist, waardoor de horoscoop niet klopt. Misschien heeft de astroloog bij de berekeningen een foutje gemaakt, maar de theorie blijft onaantastbaar. Dat

Hoe weet je of iets waar is?

Dat blijft de intrigerende hamvraag van anw.

Bijgaand artikel van Henny van de Meer beschrijft hoe je pseudowetenschappen in de klas kunt behandelen.

Heel belangrijk. Immers: vele leerlingen blijven tegen beter weten in flirten, niet alleen met de genoemde ideeën, maar ook met begrippen als aura, magnetiseurs, chakra's en energiestromen, reïncarnatie of tarot.

En als je sommige mensen hoort is klimaatverandering al bijna een nieuw geloof geworden.

Maar hiermee geconfronteerd, komen wij als docenten vaak niet verder dan wat cynische commentaren. Als we er al op ingaan.

Resultaat: leerlingen denken dat er twee wetenschappen bestaan: die van binnen, en die van buiten de les. Die waar je punten mee scoort in de les, en die voor buiten in het echte leven.

De uitdaging voor ons docenten is: zonder cynisme, en zeker zonder arrogantie rustig ingaan op de gedachtewereld van onze leerlingen.

Laat leerlingen zelf een onderzoek opzetten rond voorspellende waarde van astrologische voorspellingen. Laat hen zelf uitzoeken welke standpunten er zijn, en hoe geloof te onderscheiden van wetenschap.

Wie van u doet hier in de klas echt iets mee? Wie doet daar eens verslag van in NVOX?

Arnoud Pollmann, redactie
apollmann@gmail.com

Vereniging tegen de Kwakzalverij

Kwakzalverij of alternatieve geneeswijzen vormen een gevaar voor kwetsbare mensen. De VtdK voert daarom al jaren strijd tegen deze bedrieglijke praktijken

■ Cees Renckens / Hoorn

Tijdens mijn medische studie (Groningen, 1963-1971) bestond er nauwelijks alternatieve geneeskunde en de kwakzalverij was stevig in handen van magnetiseurs, kruidenvrouwtjes en gebedsgenezers, tussen welke categorieën vloeiende overgangen bestonden. Ik werkte enige jaren als tropenarts en zag veel bijgeloof en toverij. Ik kwam tot de overtuiging dat het moeilijk samenwerken is met mensen (i.c. *witch doctors*) die zich baseren op heel andere inzichten dan die van de moderne geneeskunde. In 1975 keerde ik terug naar Nederland om te merken dat geheel vergelijkbare absurdismen als paranormale geneeskunde, Chinese acupunctuur en homeopathie plotseling salonfähig waren geworden en snel aan populariteit wonnen, zelfs onder artsen. Dit gaf een nieuwe impuls aan de kwijnende Vereniging tegen de Kwakzalverij (opgericht in 1881) en ik besloot lid te worden.



Vereniging tegen de Kwakzalverij



Logo van Australische zustervereniging.

Enkele feiten uit de afgelopen periode zijn:

- Het percentage van de bevolking dat een alternatieve genezer bezocht bedroeg in 1969 1%, in 1980 4% en in 1993 bijna 7%. Sindsdien een plateau.

Wij trokken snel de aandacht van de media en er begonnen zich geleidelijk aan nieuwe leden te melden, waaronder een aantal gezaghebbende medici en wetenschappers als Piet Borst, Pieter Trefers, Rijnberk, Betz en wat later Plasterk. De steun van deze weldenkende mensen nam bij mij de laatste resten twijfel weg over de ingeslagen weg, het voor de volle 100% afwijzen van alle alternatieve geneeswijzen.

Mijn zelfvertrouwen, een eigenschap waarmee ik niet van nature gezegend ben, ging verder vooruit nadat zich ook de juiste sympathisanten meldden, zoals Frits Abrahams, Dunning en Koot & Bie. In de serie Berendien uut Wisp, gedurende acht weken vast onderdeel van Keek op de Week, mocht ik eenmaal optreden, waarna Bie alle VPRO-leden die geloofden in een of andere vorm van kwakzalverij verzocht hun lidmaatschap op te zeggen (1 december 1991).

- In 1997 werd geneeskunde tot vrij beroep in de wet BIG. Iedereen mocht gaan genezen en de burger zou het wel weten.
- Tot 1993 werden homeopathica en antroposofische geneesmiddelen volledig vergoed door het ziekenfonds.
- In 1993 telde ons land 800 gediplomeerde artsacupuncturisten en 550 homeopathische artsen. Het totale aantal alternatieve artsen bedroeg toen 1100 (georganiseerden en daarnaast nog enkele honderden 'eenpitters').
- Het aantal niet-artsen dat alternatief werkzaam was en lid was van een alternatieve beroepsvereniging steeg tussen 1968 en 1986 van 500 naar 3300.
- De ermee gepaard gaande uitgaven bedroegen in 2002 ongeveer 700 miljoen euro, waarvan ongeveer 120 miljoen wordt betaald uit aanvullende ziektekostenverzekeringen. Dat bedrag is sindsdien waarschijnlijk niet veel veranderd.
- Het aantal alternatieve artsen is dalende en zo telt ons land anno 2012 nog maar 304 georganiseerde artsacupuncturisten en 258 homeopathisch artsen.
- In 2010 ontving 5,8% van de bevolking een alternatieve therapie van een alternatieve genezer (niet de eigen huisarts) en 0,41% van de eigen (alternatieve) huisarts.



Rampjaar 1993

De populariteit van kwakzalverij, gemeten aan de alternatieve consumptie en aantallen beoefenaren, nam snel toe in de jaren '70 en '80 om in het rampjaar 1993 een hoogtepunt te bereiken, waarna de groei stakte. Sindsdien zagen wij de populariteit geleidelijk wat afnemen met dien verstande dat de alternatieve consumptie bij artsen daalde, in welk gat de niet-medici sprongen die een deel van die kwakzalverij overnamen.

• Ons land telt plusminus 200 alternatief actieve huisartsen. De meeste alternatieve artsen zijn basisartsen en onder medische specialisten bedroeg het aantal 'alterneuten' in 2004 slechts 76, zijnde 0,26% van alle specialisten. Er treedt een flinke vergrijzing op van de alternatieve artsensector.

Wie zijn er meer lichtgelovig: mannen, vrouwen, jongeren, ouderen, bepaalde etnische groeperingen?

Het zijn vooral vrouwen tussen de 20 en 50 jaar die gebruikmaken van alternatieve geneeswijzen. Politiek is klein rechts (SGP en dergelijke) en klein links (GroenLinks) oververtegenwoordigd. Hoger opgeleiden maken meer gebruik van deze hulpverlening dan lager opgeleiden. Allochtonen doen dat heel weinig, al lijkt het erop dat zij bij reises naar hun thuislanden regelmatig een islamitische genezer, een wintigenezer en dergelijke raadplegen.

De gevolgen van kwakzalverij

De Vereniging spant zich naar de woorden van haar oprichters, de gebroeders

Tijdens de jaarvergadering van 2000 werd een toptwintig vastgesteld van Kwakzalvers van de Twintigste Eeuw. Bovenaan staat:

1. Cornelis Moerman (1893-1988): www.kwakzalverij.nl/91/Plaats_1_Moerman_C
2. Jules Samuels (1888-1975): www.kwakzalverij.nl/92/Plaats_2_Samuels_J
3. Johan Borgman (1889-1976): www.kwakzalverij.nl/93/Plaats_3_Borgman_J
4. H. van der Upwich (1898-1997): www.kwakzalverij.nl/94/Plaats_4_Van_der_Upwich_H

en verder een paar bij een groter publiek bekende namen:

G. Croiset (11^e), Greet Hofmans (14^e) en Jomanda (15^e).

Zie www.skepsis.nl/sn14.pdf voor uitvoerige beschrijvingen.

Bruinsma, in voor allen 'die hun beurs en hun gezondheid liefhebben'. Dat adagium uit 1881 gaat ook thans nog op. Hoewel er elk jaar wel dodelijke slachtoffers zijn, valt de gezondheidsschade als gevolg van de kwakzalverij mee, vooral omdat de Nederlandse burger meestal wel eerst een reguliere arts raadpleegt en vooral raad bij kwakzalvers zoekt voor chronische

en/of moeilijk behandelbare kwalen. Passeert men de reguliere arts dan dreigt direct levensgevaar omdat een ziekte kan overgaan van een behandelbaar naar een onbehandelbaar stadium. Het bekendste en zeer educatieve voorbeeld is wijlen de actrice Sylvia Millecam. Daarnaast krijgen slachtoffers van kwakzalverij rare ideeën opgedrongen over het functioneren van het menselijk lichaam en het ontstaan van ziekten. Alternatieve genezers medicaliseren ook in ernstige mate: men vindt altijd wat en gaat steeds tot behandeling over. Dit kan ook leiden tot somatische fixatie aan onbetekenende klachten. Vaak wordt er – in steeds voorzigtiger bewoordingen, dat wel – valse hoop geboden. Vrijwel steeds is er financiële schade, die kan variëren van bijna niets tot enkele tonnen. Voor de medische beroepsgroep staat haar intellectuele status op het spel: toverdokters, die zich tooien met een artsdiploma besmeuren het imago van het artseneroep en ondermijnen het vertrouwen dat elke patiënt in elke dokter zou moeten kunnen hebben.

Goed bezochte website

Het aantal unieke bezoekers van www.kwakzalverij.nl neemt geleidelijk toe en bedroeg in het vorige verenigingsjaar 275.000. Andere manieren waarop de VtdK het publiek tracht te bereiken zijn de uitgave van een kwartaalblad, het *Nederlands Tijdschrift tegen de Kwakzalverij*, en door het schrijven van ingezonden artikelen, persberichten en door de toekenning van twee prijzen: respectievelijk de Meester Kackadorisprijs voor pro-kwak activiteiten en de Gebr. Bruinsma-erepenning voor mensen

Naschrift redactie anw:

Hoe weet je of iets waar is? Waar komt onze kennis vandaan? Twee anw-vragen, die in dit stuk aan de orde komen. Voor de leerlingen is het nuttig en nodig om op de website www.kwakzalverij.nl te kijken. Ze zullen zich verbazen! Bovendien een goede plek om een onderwerp voor eigen onderzoek te kiezen.

Een paar begrippen waar je als docent op kunt inhaken:

Quantumgeneeskunde: heeft de quantummechanica enige relevantie voor de menselijke biologie en gezondheid? 'Energetische geneeskunde': welke betekenissen heeft het woord energie niet allemaal? Magnetiseur

of organisaties die zich verdienstelijk hebben gemaakt bij de bestrijding van kwakzalverij. De Vereniging levert ook sprekers, is beschikbaar voor interviews, bij het schrijven van scripties door scholieren en studenten. Er bestaat een goede band met de stichting Skepsis, die pseudowetenschap en paranormale claims bestudeert. In veel buitenland bestaat geen aparte vereniging die kwakzalverij bestrijdt en wordt dat werk verricht door zusterverenigingen van Skepsis.

Onze vereniging is internationaal de grootste en de oudste met zijn 2100 leden en zijn oprichting in 1881. Het lidmaatschap is niet voorbehouden aan artsen en iedereen die de doelstellingen steunt kan lid worden. Om te eindigen met al weer een citaat van de oprichters: 'Wie lust heeft, die helpe een handje'.



Kwakzalver volgens Rembrandt, 1635.



♦ Dr. Cees Renckens was van 1980 tot 2011 vrouwenarts in het Westfriesgasthuis te Hoorn en was jarenlang voorzitter van de Vereniging tegen de Kwakzalverij.

en magnetiseren. Ingestraald water van Jomanda, wat is dit volgens de natuurkunde? 'Sub-Avogadro en schokschuddend bereide homeopathica'.

Lees ook de eerdere artikelen in NVOX over pseudowetenschappen: jaargang 2012 op p. 270, en jaargang 2011 p. 396 en p. 496.

Dr. Cees Renckens hield op 5 oktober een inleiding op de Natuurwetenschapdag in Museum Boerhaave te Leiden.

Reacties naar: arnoudpollmann@gmail.com

Slechte lucht of zwakke weerstand

Vakoverstijgende aandacht voor allopathie

Waarom wordt iemand ziek? De vraag is van alle tijden en het antwoord steeds verfijnder. Naarmate de wetenschap vorderde, werden ziektes effectiever bestreden. Maar er kwamen ook nieuwe kwalen in beeld. En het wantrouwen tegen de reguliere bestrijding neemt toe. Wat doen wij als docenten daaraan?

■ Henny van der Meer / Universiteit Leiden

Op mijn oude school (Gymnasium Haganum, Den Haag) geeft jaarlijks een kwart van de examenkandidaten te kennen dat ze medicijnen of een aanverwante studie willen gaan doen. Ik weet niet of dat percentage ook voor andere vwo-scholen geldt, maar de belangstelling voor geneeskunde is bij adolescenten onmiskenbaar aanwezig. Zij worden wat dat betreft in het onderwijs slechts mondjesmaat bediend en omdat de relatie met de natuurwetenschappen evident is, ligt hier een dankbare taak voor de docent(e) anw. Ook leerlingen die minder affiniteit met de biowetenschappen hebben en zij die voor een maatschappijprofiel kiezen, spitsen de oren als het over gezondheid en ziekte gaat. En welke docent hoopt níet op een beetje aandacht?

Historische ontwikkelingen

Om iets te vertellen over de geschiedenis van de geneeskunde hoeft je geen arts of historicus te zijn. Internet verschaft veel informatie, ook op dit gebied. Zelf heb ik gebruikgemaakt van *Ontwikkeling van de geneeskunde* (Lewis & Margotta) waaruit ik boeiende parallellen met onze tijd kon afleiden. Trepanatie (schedelboring) ter bestrijding van epileptische aanvallen werd al in de prehistorie toegepast. En in Aziatische culturen werden chirurgen ingezet om deskundige mutilaties aan te brengen. Net zoals tegenwoordig artsen worden ingezet – overigens onder protest van hun beroepsgroep – bij de uitvoering van de doodstraf of bij het in leven houden van hongerstakers. Het mooiste voorbeeld vond ik in de populariteit van het aderlaten. In het middeleeuwse

Parijs werden van overheidswege de badhuizen gesloten nadat het ‘feestelijke’ aderlaten in groepsverband tot een explosieve toename van ziektes leidde. Dat lijkt opmerkelijk veel op het sluiten van de sauna’s in 1984 in de VS in de strijd tegen aids.

Eeuwenlang hanteerde men het principe *contraria contrariis curantur* (bestrijden met het tegenovergestelde) dat nog steeds populair is. Deze *allopathische* geneeswijze is gebaseerd op de humorenleer van Hippocrates en veroorzaakte vaak meer leed dan de kwaal. Om de geneeskunde humaner te maken, introduceerde Hahnemann aan het eind van de 18^e eeuw de homeopathie. De oorzaak van ziektes werd in de meeste culturen geweten aan de verstoring van de inwendige harmonie onder invloed van uitwendige factoren. De Koran en Talmud verkondigen tal van hygiënische regels om de destijds heersende kwalen te voorkomen. De Griekse arts/filosoof Alcmaeon wees op het belang van schone lucht, en ruim voor onze jaartelling wisten de Chinezen al een verband te leggen tussen muggenrijke gebieden en moeraskoorts (malaria). De Britse arts Sydenham zal zijn populariteit in de 17^e eeuw zeker mede te danken hebben gehad aan het voorschrijven van jezuïetenpoeder (kinine) ter verlichting van de moeraskoorts die in het toenmalige Engeland veelvuldig heerste. Leerlingen kunnen zich afvragen waarom ondanks alle voorzorgmaatregelen sommige mensen toch ziek werden (worden) terwijl anderen temidden van pest- en pokkenepidemieën konden overleven.

Immuniteit

Voor een groot deel van de leerlingen is



Met deze spotprent verbeelde James Gillray in 1802 het wantrouwen tegen vaccineren.

Praktische opdracht: aids in Zuid-Afrika

Klas 4 vwo

In het kader van het onderwerp aids ontvangen jullie informatie in de vorm van artikelen, uitleg, video en oriënterende vragen over aids (bijgevoegd). Verder kun je in anw-boeken en biologieboeken (in de bibliotheek) informatie van meer algemene aard vinden over afweer en medische hulp. Bovendien is er via internet zeer veel meer informatie over aids te vinden.

Probleem:

In Zuid-Afrika zijn de afgelopen jaren tal van aids-awareness programma's opgezet, maar tot nu toe met weinig succes.

Opdracht:

Analyseer het probleem en geef één of meer verklaringen voor bovengenoemd probleem. Doe vervolgens enkele voorstellen die aan de oplossing van het probleem zouden kunnen bijdragen. Werk tenminste een van deze voorstellen behoorlijk uit.

Je kunt veel soorten van informatie verkrijgen via internet (google). Zeer waardevolle informatie komt uit de eerste hand, dat wil zeggen van mensen die direct betrokken zijn. Deze informatie is vaak persoonlijk en aangrijpend. Om contact te leggen met scholen in Afrika kun je gebruik maken van www.southafrica.co.za/edu/schools.html. Leg contact met een school naar keuze (bijvoorbeeld Paarl Gymnasium High School, Crawford College Pretoria, Cyberschool Africa) door via de webmaster een mail te sturen, waarin je verzoekt om met enkele leeftijdgenoten over dit onderwerp te discussiëren en informatie uit te wisselen. Benadruk dat jij over informatie kunt beschikken die daar nog niet bekend is. In Zuid-Afrika is aids lang niet zo bespreekbaar als bij ons. Het kan zijn dat contacten met middelbare scholen moeizaam verlopen. Universiteiten zijn gemakkelijker bereid om over aids te communiceren.

Recente informatie kun je ook krijgen via de sites van *nrc handelsblad* en *de Volkskrant*.

Om meer inzicht te krijgen in de oorzaken van bovengenoemd probleem moet je verschillende soorten vragen formuleren, analoog aan verschillende onderzoeksstappen:

- Oriënterende vragen (wat weten de Zuid-Afrikaanse leerlingen eigenlijk over aids; zijn ze zich bewust van het bestaan van aids-awareness programma's);
- Onderzoeksvraag (wat zijn de oorzaken van het – volgens ons (!) – geringe succes van aids-awareness programma's);
- Uitvoeringsvragen (welke ideeën en welke kennis bestaan er in Zuid-Afrika over de oorzaken, verspreiding en bestrijding van aids);
- Afsluitende vraag (wat zou kunnen bijdragen aan een oplossing van het probleem).

Ook andere typen vragen volgens je eigen creatieve inzicht kunnen heel legitiem zijn.

Een schoolleider schreef destijds vanuit Zuid-Afrika:

"If you would like to contact high school students in South Africa I suggest you send your e-mail to schools@wcape.school.za and it will reach a large number of schools. Students in South Africa learn Afrikaans which is very similar to Dutch so if you ask for a school where Afrikaans is the language of tuition you will find it easier to communicate. Ours is an English speaking school. I would like to use this opportunity to get to know you people better and learn new strategies that are employed in your educational institutions to combat and maintain the spread of the virus. Please return your mail to me to the following address: mofoking@rosendal.wcape.school.za."

Keep well and regards to you all.

de werking van de natuurlijke afweer onbekend. In samenwerking met de biologiesectie kan de anw-docent(e) aandacht besteden aan vaccinatie zodat alle vwo-leerlingen begrijpen waarom je je van een prikje een beetje ziek kunt voelen. Dat hier sprake is van het principe *similia similibus curantur* (bestrijden met het gelijksoortige), net als in de homeopathie, is geen reden tot afwijzing. Het verdient juist uitleg. Surfend op het internet – zoals middelbare scholieren veelvuldig doen – constateerde ik een toenemende argwaan tegenover de reguliere geneeskunde en de farmaceutische industrie. Vaccinatieprogramma's leiden tot complottheorieën en docenten dragen de verantwoordelijkheid om hier op in te gaan. Ook vwo-leerlingen zonder biologie behoren de wetenschappelijke basis (en risico's) van het vaccineren te kennen. Ook behoren ze weten waarom er tegen sommige virale infecties geen afdoende vaccins bestaan (griep), en waarom tegen malaria helemaal geen vaccinatie bestaat.

403

Vaccinatieprogramma's leiden tot complottheorieën

Ofschoon de ontwikkeling van de geneeskunde veel wetenschappelijke kennis heeft opgeleverd, blijken hygiënische maatregelen vaak het meest effectief in de strijd tegen ziektes. En als de preventie onvoldoende is geweest, zijn er voor veel infectieziektes nog altijd de natuurlijke geneesmiddelen. Zoals vanouds.

Praktische opdracht

Onze vwo-leerlingen zijn zich er nauwelijks van bewust dat gezondheidszorg veel meer omvat dan het ontwikkelen en toedienen van medicijnen. Verworvenheden uit het verleden (hygiëne, geneeskrachtige kruiden) kunnen net zo effectief zijn in het voorkomen en bestrijden van ziektes als de moderne middelen. Dit pleidooi voor alternatieven betekent niet dat ik denk dat de hedendaagse spuit vooral een commercieel belang dient, zoals sommige sites willen



Angst voor het vaccin (www.wacholland.org/nl).

doen geloven (www.complotten.nl). We willen dat leerlingen een genuanceerd standpunt ontwikkelen, en dat lukt natuurlijk het best als ze zelf actief met het probleem bezig zijn. Een praktische opdracht waarbij communicatie centraal staat, kan hierbij helpen. Het doel is dat de leerling inzicht krijgt in de complexiteit van de gezondheidsproblematiek. Zelf heb ik enige jaren geleden gekozen voor de bestrijding van aids (maar er zijn legio mogelijkheden). De opdracht (zie kader) omvat een gezondheidsprobleem waarbij zowel medische als maatschappelijke aspecten een rol spelen. Kern van de (groeps)opdracht is de directe communicatie met belanghebbenden door middel van ICT. Het dient aanbeveling om vooraf contact op te nemen met scholen in den vreemde aangezien de vakanties en examens daar op een ander tijdstip kunnen zijn dan bij ons. Bovendien moet het zogenaamde chatten worden ontraden omdat dat minder betrouwbare informatie oplevert.

Ofschoon de bespreekbaarheid van aids in Zuid-Afrika is toegenomen, heersen er nog veel rare vooroordelen en bovendien is het percentage hiv-geïnfecteerden er nog steeds het hoogste in de wereld. Dat maakt de opdracht nog steeds actueel.

Literatuur

Lewis, P. & R. Margotta (1996). *Ontwikkeling van de geneeskunde*. Haarlem: Schuyt & Co.

♦ Henny van der Meer is momenteel gastdocent bij de Universiteit van Leiden.

Poezië en natuurkunde

Hierbij een kort gedicht van collega Overboom. Poëzie is altijd welkom bij Marjan Bruinvels: m.bruinvels@online.nl



Ège stèl

Een Haagse atoomkern
die werkte voor het CERN
sprak: "Ik hou niet van dit deftige Genève
en zal hier niet langer blève.
'tis tèt da'k m'n koffers pak:
geef mè maar de Hèègse kak!"

Anton Overboom

Wat vind jij daar nou van?

Meningsvorming in de natuurwetenschappen

Een discussie in de klas kan bij leerlingen een mening genereren. Voor de meeste leerlingen zal dat nog niet direct een eigen mening zijn, want ze zullen geneigd zijn de vlotste sprekers te volgen. Als docent kunt u dat doorbreken zonder zelf in die rol te vallen. U bent immers zelf het best geïnformeerd, relatief goed van de tongriem gesneden en leerlingen hebben de neiging alles te geloven wat u zegt.

■ Henny van der Meer / Universiteit Leiden

Toen ik ruim een decennium geleden begon om adolescenten te helpen een eigen mening te vormen over kwesties die samenhangen met de exacte wetenschappen, werd ik geconfronteerd met hartgrondige vooroordelen. Die konden betrekking hebben op alternatieve geneeskunde, opwarming van de aarde, ontstaan van gedrag, evolutie en ga zo maar door. Eerder heb ik in dit blad gewezen op de pseudowetenschappen, waar leerlingen in toenemende mate door gecharmeerd worden. Ik acht het niet mijn missie om onwetenschappelijke opvattingen te veroordelen, maar ik vind dat leerlingen het recht hebben op informatie om een afgewogen mening te vormen. Juist bij de natuurwetenschap-

pelijke vakken zouden docenten meer tijd willen besteden aan de relatie van hun vak met samenlevingskwesties als milieu en morele dilemma's, maar de moeilijkheidsgraad van het vak en de beschikbare lestijd maakt dat meestal onmogelijk. Een uitgelezen kans voor de docent anw om hierin te voorzien.

Modificatie of manipulatie

Dat er twee termen worden gebruikt voor dezelfde techniek geeft al aan hoe verschillend over de biotechnologie wordt gedacht. Voorstanders spreken van genetische modificatie, waar tegenstanders het over genetische manipulatie hebben. Ouders van een kind met taaislijmziekte zullen de mogelijkheden van gentherapie toejuichen. Tegenstanders van genetisch ingrijpen vrezen voor normvervaging of zelfs het creëren van een superras.

Om zelf een standpunt te kunnen vormen, moeten eerst de feiten bekend zijn. Dat is makkelijker gezegd dan gedaan, omdat ook in de biotechnologie feiten en meningen elkaar kunnen overlappen. Het hangt ervan af welke organisatie de informatie verschaft. Wie goed heeft opgelet bij biologie, weet dat ingrijpen in het genoom van een voedingsgewas geen schadelijke invloed op de gezondheid heeft bij het consumeren van dat gewas. Maar dat bedrijven die dergelijke gewassen op de markt brengen een (economische) machtspositie ontwikkelen, blijft vaak buiten beeld, althans bij biologie. De hegemonie van een multinational ten koste van kleinere bedrijven hoeft overigens niet verkeerd te zijn, maar het is wel goed om te weten hoe het werkt.



Voor je mening uitkomen kun je leren.

Om met leerlingen van gedachten te wisselen over zo'n onderwerp waarbij belangen en waarden in conflict zijn, kun je verschillende strategieën hanteren. Je kunt je onpartijdig opstellen, maar vaak willen de leerlingen juist weten hoe *jij* er over denkt. Om de discussie op gang te helpen kun je juist een minderheidsstandpunt innemen, ook al heb je zelf een andere mening. Het uiteindelijke doel om leerlingen onderling te laten discussiëren vereist wel dat ze voldoende achtergrondinformatie hebben. De biotechnologie is ook wat dat betreft geen eenvoudige materie.

Natuurlijk of synthetisch

In de tweede helft van de 19^e eeuw werd de chemische industrie ontwikkeld doordat stoffen uit de natuur in de fabriek konden worden nagemaakt. Zo werd Bayer groot met de productie van onder meer aspirine dat dezelfde werkzame stof levert die vroeger uit

De volgende principes kunnen een klimaat scheppen waarin zinvol gediscussieerd kan worden:

Creëer een klimaat in de klas dat veilig is ondanks discussie en onenigheid.

Stel richtlijnen op voor het voeren van discussies en herinner er de leerlingen af en toe aan.

Ga na of de onderwerpen en de daaruit voortkomende activiteiten relevant en betekenisvol zijn voor de leerlingen.

Als leerlingen een consensus hebben bereikt, wees er dan zeker van dat ze dit onthouden en verder verwerken.

Als er te verhit wordt gereageerd, las dan 'time-outs' in (een samenvatting maken, neerschrijven van argumenten) om de discussies wat af te koelen.

Maak tijd voor evaluatie, en onderzoek welke conclusies er getrokken kunnen worden uit de gedachteswisselingen.

Enkele voorbeelden van situaties/vragen waarover leerlingen kunnen discussiëren:

Genetische modificatie

Liza is al vanaf haar 12e suikerpatiënt: haar alvleesklier maakt geen insuline meer aan. Daarom moet zij zich aan strenge eetregels houden en regelmatig insuline inspuiten. Vroeger werd deze insuline uit runderen verkregen. Maar runderinsuline wijkt iets af van menselijke insuline. Er zitten twee andere aminozuren in. Midden jaren '80 van de vorige eeuw is men erin geslaagd het 'menselijk' insulinegen in te bouwen in bacteriën, waardoor deze menselijk insuline gaan maken. Een goede oplossing voor suikerpatiënten als Liza.

Xenotransplantatie

Liza wil graag een transplantatie ondergaan van alvleeskliercellen die zorgen voor de insulineproductie. Er is echter een groot tekort aan donoren. Daarom heeft Liza zich opgegeven om in aanmerking te komen voor

alvleeskliercellen die afkomstig zijn van een varken dat genetisch zodanig is gemodificeerd dat de alvleesklier 'menselijke' insuline maakt. Na zo'n transplantatie hoeft Liza zichzelf niet meer 3x per dag in te spuiten met insuline.

Transgene tomaten

De heer Westerterp is eigenaar van een winkelketen voor levensmiddelen. In de winkels wordt groente en fruit verkocht, waaronder natuurlijk ook tomaten. Gewoonlijk worden tomaten geoogst als ze nog groen zijn. Gedurende de tijd dat ze getransporteerd en geveild worden, kunnen ze rijpen. Ze worden dan rood, maar zijn minder smaakvol dan later geplukte tomaten. Als tomaten pas geplukt worden als ze rood zijn, rotten ze te snel. Nu zijn er tomaten met een bacterieel gen tegen het rotten. De heer Westerterp heeft deze transgene tomaten ingekocht onder het motto 'beter van smaak'. Tegelijk heeft Westerterp zijn personeel geadviseerd niet

actief te vermelden dat het om transgene tomaten gaat. Alleen als men er om vraagt, mag het verteld worden.

Hoofdpijn

Acetylsalicylzuur is door de firma Bayer gesynthetiseerd en onder de naam aspirine op de markt gebracht. Het heeft een pijnstillende en koortswerende werking. Apothekers die gespecialiseerd zijn in natuurgeneesmiddelen adviseren salicine-extract uit wilgenbast, maar die hebben daar natuurlijk wel een commercieel belang bij. Een onaangename bijwerking van salicine is dat het maagklachten en zelfs maagbloedingen kan veroorzaken. Hoe zou jij op grond van deze gegevens en je kennis over verschillen tussen natuurlijke en synthetische producten, iemand adviseren om aspirine dan wel salicine-extract uit wilgenbast te gebruiken ter bestrijding van hoofdpijn? Onderschrijf je standpunt met argumenten

Meerkeuze-opdracht over meningsvorming: Een vasculair geneeskundig onderzoeker beweert het volgende: "Mensen met een erfelijke afwijking, die daardoor te veel cholesterol in hun bloed hebben, zijn snel en betrouwbaar op te sporen als familieleden van patiënten met deze afwijking aan een DNA-onderzoek worden onderworpen."

Over deze bewering zijn de meningen verdeeld:
I: *Dat is een prima methode omdat daarmee potentiële patiënten tijdig kunnen worden behandeld.*

II: *Dat is een prima methode omdat de preventieve aanpak veel kosten en leed kan besparen.*

III: *Dat is een slechte methode omdat veel familieleden onnodig angst wordt aangejaagd.*

IV: *Dat is onaanvaardbaar omdat het hele DNA-profiel wordt gescreeend (inbreuk privacy) en daarvan kan misbruik worden gemaakt (verzekeringsmaatschappijen, werkgevers).*

Vraag aan de klas:

Welke mening of meningen wordt door legitieme argumenten ondersteund?

- A Alleen de voorstanders hebben gelijk; de nadelen wegen niet op tegen de voordelen.
- B Alleen de tegenstanders hebben gelijk; de voordelen wegen niet op tegen de nadelen.
- C Zowel voor- als tegenstanders hebben gelijk; elke methode heeft vóór- en nadelen.
- D Ze hebben allemaal ongelijk omdat ze te weinig rekening houden met de mening van anderen.

wilgenbast werd gehaald (acetylsalicylzuur). Tegenwoordig maken vooral voedingssupplementen de tongen los: vitaminetabletten zijn goedkoop, lang houdbaar en makkelijk mee te nemen, maar voedingsmiddelen bevatten naast vitamines vaak stoffen die hun werkzaamheid sterk kunnen verbeteren. Hoewel ook op internet de informatie op dit gebied veel genuanceerder is dan een paar jaar geleden, bestaat er in onze samenleving een duidelijke tweedeling in opvatting over natuurlijke en synthetische middelen. Veel mensen gaan er zonder meer van uit dat 'natuurlijk' beter is. Wat een leerling van huis uit mee krijgt, valt voor een docent moeilijk te bestrijden.

In deze situatie kunnen leerlingen vooral van elkaar leren door goed te luisteren naar elkaars standpunt en argumentatie. Als docent wil je natuurlijk ook dat zo'n discussie iets oplevert. Om leerlingen te helpen om een afwijkend standpunt te verdedigen, kun je de klas in groepen verdelen die tegenover elkaar de voordelen van natuurlijk of synthetisch uiteenzetten. Daarna nemen de groepen de positie in die tegengesteld is aan het eerdere standpunt en maakt elke leerling een schriftelijke evaluatie. Zelf heb ik leerlingen de opdracht gegeven een folder te maken waarin ze een natuurlijk dan wel synthetisch medicijn of voedsel supplement aanprijzen. Omdat de folder er professioneel moest uitzien

(zoals bij de huisarts) verwierven de leerlingen hiermee bovendien een ICT-vaardigheid.

Websites

www.anw-haganum.nl

www.vormen.org/Burgerzin/

[ControversieleOnderwerpen.pdf](#)

❖ **Henny van der Meer** is momenteel gast-medewerker bij de Universiteit Leiden, afdeling Integratieve Zoölogie. Hij doet onderzoek aan het visuele waarnemingsvermogen van cichliden uit het Victoria meer. Voor meer info zie www.vision-in-cichlids.com.

Tussen natuurlijke magie en wetenschap

Jan Baptist Van Helmont

Het leven van de Vlaming Jan Baptist Van Helmont in de zeventiende eeuw is het verhaal van een introspectieve zoektocht naar de 'waarheid'. Zijn wetenschap kan niet los gezien worden van de innerlijke strijd tegen de heersende opvattingen en zijn volharding om steeds een eigen weg te blijven bewandelen. Het toont een stukje nadenken over de natuur van de dingen in een bewogen tijd en vlak voor de wetenschappelijke revolutie. Van Helmont is een zoeker naar de waarheid tussen magie en wat wij nu wetenschap noemen, tussen alchemie en chemie. Het verhaal van Van Helmont is een inspiratiebron voor iedereen die geïnteresseerd is in de evolutie van het denken over de werking van de natuur.

■ **Gaston Moens** / Vrije Universiteit Brussel, België
Tom Mortier / Katholieke Hogeschool Leuven, België

Een wetenschapper is in de 21^e eeuw redelijk vrij om zijn wetenschap ter discussie te stellen en hij kan door middel van het experiment en/of theoretische ideeën heersende dogma's zonder groot risico proberen te doorbreken. In de 17^e eeuw was er nog geen scherpe grens tussen enerzijds magie en wat wij nu wetenschap noemen. Het leven van de mensen werd geleid door het geloof en de angst om af te wijken van dit geloof. Er werd streng toegekeken door de inquisitie dat wetenschappelijke resultaten voldeden aan de heersende opvattingen. De opvatting over de natuur was ook totaal anders dan die van ons. Het wereldbeeld werd beheerst door het geloof dat alles in de natuur op organische wijze met elkaar verbonden was en naar elkaar verwees. De mens was een beeld van de kosmos. Magisch denken en handelen beheerste het zoeken van

studie aan de Katholieke Universiteit Leuven waar hij klassieke talen en filosofie combineerde met een studie in de sterrenkunde, wiskunde en logica. Ontgoocheld omwille van de beperkte intellectuele scholing die de universiteit hem bood, weigert hij zijn diploma. Hij weigert eveneens om kanunnik te worden omdat hij niet tussen "de zonden van de mensen" kan leven. Uiteindelijk beslist hij om terug te keren naar de universiteit om geneeskunde te studeren. Na het behalen van zijn geneeskundediploma in 1599 besluit hij om te reizen naar Zwitserland, Italië, Frankrijk en Engeland. Wanneer in Antwerpen in 1605 de pest uitbreekt, behandelt hij vele patiënten, maar hij kan niet begrijpen dat hij nauwelijks iets goeds kan verrichten met zijn kennis. Hij vindt het immoreel dat hij zichzelf zou verrijken ten koste van het lijden van de anderen en

Sociaal en financieel verzekerd legt hij zich toe op het onderzoek naar de natuurfilosofie en de praktische chemie die hij uitvoert in zijn persoonlijk laboratorium. Hij is ervan overtuigd dat God hem heeft 'geroepen' om de geheimen van de (al)chemie, die hij "de kunst van het vuur" noemt, te ontcijferen. Hij gelooft dat de (al)chemie de absolute waarheid kan onthullen. In de plaats van de vier-elemententheorie van de Grieken (Empedocles-Aristoteles) komt hij door zijn experimenten tot de overtuiging dat er maar twee echt fundamentele elementen bestaan, namelijk water en lucht. Dit probeert hij te bewijzen met het 'wilgenboomexperiment'. Hiervoor plaatst hij een 5 pond (2,27 kg) wilgenboompje in een container met 200 pond (90,72 kg) gedroogde aarde. Vervolgens besproeit hij het wilgenboompje regelmatig met juist afgewogen hoeveelheden regenwater. In vijf jaar tijd was de boom gegroeid tot ongeveer 170 pond (77,27 kg), terwijl de massa van de grond vrijwel onveranderd was gebleven. Dit experiment toont volgens Van Helmont aan dat water het primaire element is en dat het door vuur (zon) in aarde kan worden omgezet. De resultaten van dit beroemde experiment hadden een belangrijke invloed op de toenmalige

Hij gelooft dat de (al) chemie de absolute waarheid kan onthullen

de 'wetenschapper van toen'. Het is in deze tijd dat Jan Baptist Van Helmont werd geboren op 12 januari 1579 in Brussel. Hij groeide op in een welgestelde familie. Als verstandige tiener startte hij zijn universitaire

weigert om professioneel geneeskunde te gaan verrichten. Een moedige beslissing, maar we moeten ook niet vergeten dat Van Helmont een zeer welgesteld man was. Van Helmont trouwt in 1609 met de welgestelde Margarita Van Ranst.

wetenschappers en later ook op de beroemde Britse chemicus Robert Boyle. Met onze huidige kennis in de 21^e eeuw begrijpen we dat de boom kan groeien doordat hij koolstofdioxide uit de lucht kan opnemen en met water kan omzetten tot ingewikkelder stoffen dankzij het fotosyntheseproces. Van Helmont had het gas dat wij nu koolstofdioxide noemen al eerder ontdekt. Vanuit het standpunt van de wetenschapper in de 21^e eeuw is het dan ook ironisch dat Van Helmont wel het koolstofdioxide heeft ontdekt, maar niet het belang van dit gas bij zijn wereldberoemd experiment.

Van Helmont moet echter gezien worden als een overgangsfiguur binnen de geschiedenis van de scheikunde. Om Van Helmont goed te kunnen kaderen binnen zijn tijd, moeten we ook zijn geloofsovertuigingen bestuderen. Hoewel zijn theorieën een invloed hebben gehad op de ontwikkelingen van de vroege chemie en de fysiologie, gelooft Van Helmont net als Paracelsus in een bovennatuurlijke kracht, de *archeus*, die het individuele menselijke lichaam stuurt. Volgens Van Helmont kan de *archeus* experimenteel worden bevestigd.



Figuur 1. Origineel portret van Jan Baptist Van Helmont uit 1648. Vrije vertaling van het onderschrift: Dit is van Helmont met zijn leer over geneeskrachtige middelen voor een lang leven te bevrijden van ziekte. Hij opent de natuur tot op de diepste grond. Kom, luister naar wat hij zegt: de waarheid...

niet ketters was, maar bekrachtigd werd door het christendom. Zo beweert hij dat hij via een stukje van de steen der wijzen lood in goud heeft getransmuteerd. Hoewel Van Helmont nooit het jargon van de alchemisten gebruikte, leek het wel alsof hij het begrip transmutatie zag als een algemene chemische reactie. Bijgevolg was volgens Van Helmont de alchemie geen duivelse ketterij, maar een zuivere vorm van *natuurlijke magie*.

Zijn pogingen om zijn christelijk geloof te verzoenen met de alchemistische opvattingen behelzen het laatste deel van zijn leven. Hij valt de *heidense* theorieën van de oude Grieken aan en gelooft dat zijn eigen doctrines een natuurlijke Bijbelse filosofie volgen. Maar wanneer hij ook de Jezuïeten begint te bekritisieren en te ridiculiseren, keert de kerk zich tegen hem. In 1625 komt hij in aanvaring met de Spaanse inquisitie die 27 van zijn voorstellen in verdenking stelt van ketterij, en ze associeert met lutherse en calvinistische leer. Hoewel Van Helmont zijn onschuld handhaaft, wordt hij toch onderworpen aan een kerkelijke rechtbank. In 1630 trekt hij zijn uitspraken in, maar wordt hij toch veroordeeld omdat hij aanhanger is van de school van Paracelsus, wat voor de kerk samenhangt



Figuur 2. Illustratie van Jan Baptist Van Helmont en zijn vrouw Margriet Van Ranst in hun huis te Vilvoorde in Vlaanderen.

Van Helmont is eveneens erg geïnteresseerd in wat in zijn tijd de *natuurlijke magie* wordt genoemd. Hij gelooft dat de geheimen van de natuur onthuld kunnen worden door de kennis van de Bijbel toe te passen, de nodige visionaire ervaring te ontwikkelen en empirische

testen uit te voeren. Hij is eveneens aanhanger van de opvatting dat de natuur beheerst kan worden door de steen der wijzen, de alchemistische sleutel om onedele metalen in goud te transmuteren. Hij gelooft, net zoals Robert Boyle jaren later, dat de alchemische methode



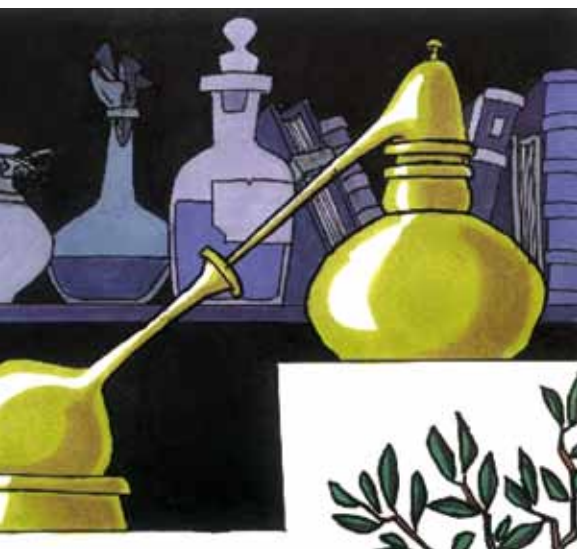
Figuur 3. Illustratie van Jan Baptist Van Helmont samen met een vrouw in een laboratorium.

met ketterij. Hij verblijft vier dagen in een kerkelijke gevangenis en wordt onder huisarrest geplaatst tot 1636. Het conflict met de kerk zal pas nietig verklaard worden in 1642.

Van Helmont publiceert niets van 1624 tot 1644. De wereld zal pas na zijn dood kennismaken met zijn resultaten. Het

Van Helmont bedacht het woord 'gas' uit het griekse woord voor chaos en was de eerste die verschillende gassen identificeerde

is zijn zoon die postuum verschillende werken zal publiceren. Van Helmont bestudeerde uitgebreid verschillende gassen. Hij bedacht het woord 'gas' uit het Griekse woord voor chaos en was de eerste die de gassen herkende en karakteriseerde die verschillend waren van lucht. Hij identificeerde verschillende gassen waaronder koolstofdioxide, koolstofmonoxide en methaan. Hij was de eerste wetenschapper die het smeltpunt van ijs en het kookpunt van water als standaard aannam voor de temperatuur. Hij gebruikte een balans tijdens zijn experimenten en zag in dat de massa niet verloren kon gaan, zoals hij aantoonde uit de terugwinning van metalen uit zure oplossingen. Voor het belang van de studie van de menselijke biologie, toonde hij aan dat het zuur in de maag verantwoordelijk is voor de spijsvertering. In de geschiedenis van de scheikunde



met een destillatieopstelling en een weegschaal.

wordt Van Helmont dan ook gezien als een erg belangrijke overgangsfiguur. Hij was geen held, maar wel een boeiende persoonlijkheid die een moeilijke persoonlijke zoektocht heeft verricht waarbij toekomstige wetenschappers gebaat waren.



Op zaterdag 2 april 2011 organiseerde de KVCV sectie Onderwijs & Opleidingen in samenwerking met de sectie Historiek de Dag van het Chemieonderwijs in het Stuk te Leuven. Elke deelnemer kreeg een gratis cd-rom met hierop de tekeningen van Castor. Nabestellingen via <http://onderwijs-opleiding.kvcv.be>.

Literatuur

Yourcenar, Marguerite. (2011). *Het Hermetisch Zwart*. Amsterdam: Athenaeum Polak Van Gennep (herdruk).

Pizzi, Richard A. (2004). Inspired by the "Art of Fire" - Flemish chemist Jan Van Helmont was as much alchemist and magician as scientific pioneer. *Today's chemist at work*. ACS Publications, 35-37.

Pagel, W. (1982). *Joan Baptista Van Helmont: Reformer of Science and Medicine*. Cambridge: Cambridge University Press.

KVCV Sectie Onderwijs & Opleidingen en Sectie Historiek (2011). *Dag van het Chemieonderwijs: Historiek van de Chemie, cd-rom*. Ontwerp en realisatie: Leo Bergmans, 2011.

Figuur 1: <http://diglib.hab.de/wdb.php?dir=drucke/wa-2f-98>.

Figuur 2 t/m 4: ©Castor in opdracht van de KVCV sectie onderwijs & opleidingen.

♦ **Gaston Moens** is professor emeritus van de Vrije Universiteit Brussel, lid van de stuurgroep Sectie Onderwijs en Sectie Historiek van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging. E-mail: gaston.moens@skynet.be



♦ **Tom Mortier** is lector chemie aan het Departement Gezondheidszorg en Technologie van de Katholieke Hogeschool Leuven en lid van de stuurgroep Sectie Onderwijs van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging. E-mail: tom.mortier@khleuven.be



Figuur 4. Illustratie van Jan Baptist Van Helmont aan zijn schrijftafel in zijn huis in Vilvoorde.

De ontdekking van atomen van elektriciteit

De geschiedenis van de ontdekking van het elektron gaat terug tot de zoektocht naar de eigenschappen van barnsteen. Verschillende wetenschappers hebben bijgedragen aan het scheppen van een wetenschappelijk klimaat waarin het mogelijk werd om het elektron te ontdekken. Deze wetenschappelijke geschiedenis kan een mooie plek innemen binnen het hedendaags chemieonderwijs. Ze draagt ertoe bij om docenten, leerlingen en studenten aan de hand van een voorbeeld een beter inzicht te geven in hoe wetenschap werkt (NOS, Nature of Science).

■ **Gaston Moens** / Vrije Universiteit Brussel, België
Tom Mortier / Katholieke Hogeschool Leuven, België

Reeds in de oudheid worden er aan barnsteen of gele amber magische krachten toegekend omdat dit na wrijving lichte voorwerpen naar zich toe kan trekken. Plato noemt barnsteen omstreeks 400 voor Christus *elektron*, wat Grieks is voor 'het stralende'.

Terwijl andere wetenschappen zich sinds de oudheid verder blijven ontwikkelen, blijft het onderzoek naar elektrische verschijnselen stilliggen tot William Gilbert (1544-1603) in de zestiende eeuw het boek *De Magnete* (1600)

Geïnspireerd door het werk van Luigi Galvani (1737-1798) besluit Alessandro Volta (1745-1827) de proeven met de kikkerbilen te hernemen, voornamelijk omdat hij niet gelooft in *animale elektriciteit*. Via een reeks experimenten en geniale ideeën, besluit hij zilveren en zinken schijven op elkaar te plaatsen en ze te scheiden door een geleider van de tweede soort. Volta heeft de batterij ontdekt! Verder experimenteren leidt tot de moderne elektriciteitsleer waarvan de toepassingen onze samenleving ingrij-

Humphry Davy (1778-1829) toont door een reeks experimenten aan dat chemisch zuiver water door elektriciteit in gasvormige materie wordt omgezet. Hij besluit hieruit dat elektriciteit een essentieel kenmerk is van alle materie en de oorzaak vormt van de chemische affiniteit. Na het lezen van Davy's experimenten in 1806 kent ook Jöns Jakob Berzelius (1779-1848) elektrische eigenschappen aan de bouwstenen van de stoffen toe. In tegenstelling tot Davy beschouwt Berzelius elektriciteit echter als een vorm van materie zonder massa die op zichzelf kan voorkomen. Gewone materie heeft meer of minder affiniteit voor positieve of negatieve elektriciteit. Zo onderscheidt Berzelius elektropositieve van elektronegatieve substanties waarbij zuurstof het meest elektronegatieve en kalium het meest elektropositieve element is.

Tussen 1832 en 1834 voert Michael Faraday (1791-1867) een onderzoek uit naar de invloed van elektriciteit op chemische verbindingen en formuleert hij zijn elektrolysewetten. Hij ontdekt dat er een kwantitatief verband bestaat tussen de hoeveelheid stof die ontleed wordt en de hoeveelheid elektriciteit die er doorheen gaat. Faraday staat dus heel dicht bij de ontdekking van een 'atoom van elektriciteit'. Het is James Clerk Maxwell (1831-1879) die stelt dat elk 'kationmolecule' geladen is met een bepaalde, vaste hoeveelheid positieve elektriciteit en elk molecule van het anion geladen is met een gelijke hoeveelheid negatieve

In 1894 stelt Stoney dat er een atoom van elektriciteit bestaat die hij een elektron noemt

publiceert. De verdienste van dit boek is dat hij een experimentele methode ontwikkelt hoe het onderzoek naar de elektrische verschijnselen kan gebeuren. Tussen 1600 en 1800 worden de elektrische geleiding, de elektrische afstoting, de elektriseermachine en de Leidse fles ontdekt. Met beide laatste toestellen is het mogelijk om relatief grote hoeveelheden elektriciteit te produceren en op te slaan. In de achttiende eeuw worden ze door het grote publiek voornamelijk als attractie hoog gewaardeerd. In de tweede helft van de achttiende eeuw worden de eerste wetten van de elektriciteitsleer door Charles-Augustin Coulomb (1736-1806) in een wiskundig formalisme gegoten. De *elektrostatica* zal snel uitgroeien tot een belangrijke tak binnen de fysica.

pend veranderen. In de chemie ontstaat een nieuw onderzoeks domein, namelijk de elektrochemie. Een belangrijk eerste onderzoek is de studie van de elektrische ontleding van water in waterstofgas en zuurstofgas. Een eerste theoretische verklaring voor de *elektrolyse* van water wordt gegeven door Theodor Grotthuss (1785-1822) die de voltazuil beschouwt als een elektrische magneet waardoor zuurstof uit het water kan worden onttrokken en, door zich met positieve elektriciteit te verbinden, vrijkomt aan de positieve pool als zuurstofgas. Via een kettingreactie recombineert het achtergebleven waterstof dan met zuurstof tot aan de negatieve pool waar het waterstof dat geen zuurstofpartner meer vindt door verbinding met negatieve elektriciteit kan vrijkomen als waterstofgas.

elektriciteit. Deze constante hoeveelheid elektriciteit of lading noemt hij een *molecule of electricity*, maar hij gelooft niet dat deze 'molecules of electricity' echt bestaan. Ze zijn handig om elektrolyse te verklaren, maar ze zullen verdwijnen als er een betere theorie voor de elektrolyse gevonden wordt. George Johnstone Stoney (1826-1911) stelt in 1894 dat er een elementaire lading (een atoom van elektriciteit) bestaat die hij een *elektron* noemt. De weg naar de ontdekking van het elektron ligt open.

De ontdekking van het elektron

In 1814 werkt Joseph Fraunhofer (1787-1826) aan een methode om het dispersiemogen van glas te meten. Met zonlicht wordt het beeld aan de zijanten te onscherp om een nauwkeurige meting toe te laten. Kaarslicht levert wel een mooi afgelijnd spectrum op. Fraunhofer merkt op dat tussen het rode en het gele deel van het spectrum zich een smalle en scherp afgetekende oranje-achtige strook bevindt. In het zonnespectrum vindt hij op de plaats ervan een donkere lijn. Hij ontwerpt een toestel zodat hij het spectrum niet meer op een scherm moet projecteren, maar waarmee hij elk deel ervan direct in een telescoop kijker kan opvangen. Hij ziet een ontelbaar aantal donkere lijnen waarvan sommige heel zwak zijn, maar andere zo donker dat ze haast zwart lijken. Gustav Robert Kirchhoff (1824-1887) en Robert Wilhelm Bunsen (1811-1899) werken verder op de ontdekking van Fraunhofer. Ze tonen aan dat elk element zijn typische en unieke absorptie- en emissiespectrum heeft. Wilhelm Eduard Weber (1804-1891) poneert de hypothese om een atoom voor te stellen als een miniatuurzonnestelsel waarbij e , het positief geladen deeltje, draait rond $-e$, het negatief geladen deeltje dat in rust blijft. Omstreeks 1878 duikt

Ontladingsbuis waarmee J.J. Thomson het elektron heeft ontdekt.



dit idee van Weber opnieuw op in het werk van Hendrik Antoon Lorentz (1853-1928). In zijn theoretische studie over de dispersie van licht komt hij tot de conclusie dat in een atoom een beweegbaar deeltje voorkomt met lading e en massa u . Pieter Zeeman (1865-1943) neemt in 1896 waar dat het spectrum van de elementen opgesplitst wordt wanneer de dampen aan het veld van een krachtige elektromagneet onderworpen worden. Lorentz verklaart dit effect op grond van geladen massadeeltjes die in een atoom rond een evenwichtstoestand aan het trillen gebracht kunnen worden.

Op vrijdag 29 april 1897 houdt Joseph John Thomson (1852-1940) een ophefmakende lezing aan het Royal Institution te Londen over een deeltje dat een bestanddeel van het atoom is en een negatieve lading draagt.

Deze ontdekking is een rechtstreeks gevolg van zijn onderzoek naar kathodestralen die vrijkomen aan de kathode (of negatieve pool) in glazen ontladingsbuisen onder zeer lage druk. De oorsprong van deze kathodestralen is zeer controverseel. Thomson is zelf van mening dat deze stralen moeten bestaan uit deeltjes, hoewel vele wetenschappers denken aan een 'etherische verstoring'. Bovendien heeft Heinrich Rudolf Hertz (1857-1894) in Duitsland geobserveerd dat de kathodestralen door dunne lagen goud kunnen passeren. Veel wetenschappers vinden het onmogelijk dat deeltjes door vaste stoffen kunnen gaan! Hertz vindt (foutief) dat de kathodestralen niet door elektrische velden worden afgebogen. In 1897 herhaalt Thomson de experimenten van Hertz, maar hij zorgt voor een beter vacuum. Wanneer de kathodestralen nu door een elektrisch veld gaan, neemt hij waar dat er wel een afbuiging plaatsvindt. De kathodestralen bewegen naar de positief geladen plaat zodat de stralen negatief geladen moeten zijn. Verder kunnen ze ook een in de glazen buis opgehangen molentje vooruitduwen. De kathodestralen bestaan dus uit deeltjes met een massa! Thomson bepaalt vervolgens de verhouding tussen de lading en de massa (dit is de specifieke lading) van de deeltjes uit de kathodestralen en hij vindt hiervoor een waarde die 2000 keer groter is dan deze voor het waterstofion dat in 1897 gekend staat als het lichtste deeltje. Hierdoor kan men ook verklaren waarom de kathodestralen door dunne lagen goud kunnen

gaan. Voor deeltjes die zo klein zijn, is het logisch dat zij de atomen in een vaste stof kunnen passeren.

Thomson herhaalt deze experimenten gebruikmakend van kathoden die bestaan uit verschillende metalen en hij vindt dat de specifieke lading niet verandert. Hij besluit dat deze deeltjes, die hij 'corpusculen' noemt, een universele constituent van de materie moeten zijn. Ze maken deel uit van alle atomen in het universum!

Thomson heeft het elektron ontdekt, al noemt hij het nog niet zo.

De lading van het elektron wordt pas in 1909 bepaald door de Amerikaanse fysici Robert Millikan en Harvey Fletcher. Zij tonen ook aan dat alle elektrische ladingen gehele (positieve of negatieve) veelvouden zijn van deze lading.

Deze tekst is een samenvatting van een uitgebreid artikel dat gepubliceerd wordt naar aanleiding van de lezing die Tom Mortier heeft gegeven tijdens de onderwijsdag van de KVCV op 2 april 2011 te Leuven.

Literatuur

Moens, G. en Mortier, T. "Van Barnsteen tot elektron", Dag van het chemie-onderwijs: Historiek van de Chemie, cd-rom, KVCV Sectie Onderwijs & Opleidingen en Sectie Historiek, Ontwerp en realisatie: Leo Bergmans, 2011, verkrijgbaar op cd-rom of via <http://onderwijs-opleiding.kvcv.be/>.

Websites

<http://www-outreach.phy.cam.ac.uk/>
<http://onderwijs-opleiding.kvcv.be/>
http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1902/
http://nobelprize.org/nobel_prizes/physics/laureates/1906/

✦ **Gaston Moens** is professor emeritus van de Vrije Universiteit Brussel, lid van de stuurgroep Sectie Onderwijs en Sectie Historiek van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging. E-mail: gaston.moens@skynet.be.



✦ **Tom Mortier** is lector chemie aan het Departement Gezondheidszorg en Technologie van de Katholieke Hogeschool Leuven en lid van de stuurgroep Sectie Onderwijs van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging. E-mail: tom.mortier@khleuven.be.



Cosmetica in de Romeinse oudheid

Vandaag de dag gebruiken heel veel vrouwen, maar ook steeds meer mannen make-up voor hun gezicht. Ook meer primitieve volkeren zoals de Papoea's en indianen beschilderen hun gezicht. Dit doet vermoeden dat make-up van alle tijden is. Hoe zat dit in de Romeinse oudheid? Benieuwd naar het antwoord op die vraag hebben twee leerlingen een profielwerkstuk Latijn - scheikunde geschreven.

■ **Wouter Schuring** / Comenius Lyceum Amsterdam, **Eva Fijen** en **Vera Arntzen** / Vossius Gymnasium Amsterdam

Est mihi, quo dixi vestrae medicamina
formae,
parvus, sed cura grande, libellus, opus:
hinc quoque praesidium laesae petitote
figurae.
Non est pro vestris ars mea rebus iners.

Ik schreef een boekje; het is dun, maar gemaakt met zorg,
waarin ik jullie heb verteld van de middeltjes der schoonheid:
zoek ook daar naar middelen tegen het kwijnen van je gelaat!
Voor de zorgen van de vrouw staat mijn leer altijd paraat.

Ovidius, *Ars Amatoria* 3. 205-208 (vertaling M. Kat)

Turba est nunc apud aram. An te ibi vis inter
istas versarier
prosedas, pistorum amicas, reliquias alicarias,
miseras, schoeno delibutas, servolicolas
sordidas.

Bij het altaar is het nu zo druk. Je wilt je toch niet mengen onder
tippelaarsters, kroegenmeiden, sletten uit de achterbuurt,
arme typen, zwaar bepoederd, haveloze slavenliefjes.

Plautus, *Poenulus* 265-267 (vertaling J. Hemelrijk)

Non faciem coloribus ac lenociniis polluisti.

Je gezicht heb jij nooit met verleidelijke
verfraaiingen besmeurd.

Seneca, *De consolatione ad Helviam matrem* 16.4 (vertaling T.H. Janssen)

Om inzicht te krijgen in hoe het nu precies zat met make-up in het oude Rome zijn enige literaire bronnen geraadpleegd. Archeologische vondsten en dergelijke zijn buiten beschouwing gelaten. In hoeverre de Romeinen in deze zijn beïnvloed door de oude Grieken of Egyptenaren is niet nagegaan. Uit de in het kader geschetste citaten blijkt dat de oude Romeinen vertrouwd waren met make-up. Niet alleen voor kapitaalkrachtige mensen, maar ook voor minder draagkrachtige Romeinen was make-up bereikbaar. Voor iedere portemonnee bestonden er alternatieven, doen deze citaten vermoeden. Behalve gewone Romeinen, waren er natuurlijk ook nog de toneelspelers en ander type acteurs die make-up gebruikten. Toch was niet iedere Romein gecharmeerd van make-up, zoals uit het citaat van Seneca blijkt. Ook toen waren er mensen die net als sommigen uit de tegenwoordige tijd een gezicht zonder make-up het mooiste vonden: puur natuur is eerlijk. Je hoeft je niet af te vragen of diegene die je voor je hebt het een en ander heeft beschilderd om negatieve punten uit het gezicht weg te moffelen, of om juist positieve eigenschappen van het gelaat te benadrukken. Verder was make-up in de Romeinse oudheid vanwege het gebrek aan synthetische uitgangsstoffen vaak van slechte kwaliteit. Rouge liep uit, het zwart van de ogen bleef niet altijd goed zitten op de plaatsen waarvoor het was bedoeld en lippenstift kon geweldig stinken! Daarbij moet men bedenken dat gezien de relatief hoge temperaturen in Rome (Middellandse-Zee klimaat) make-up gauw vloeibaar werd of bedierf. Het doel van ons profielwerkstuk was in de eerste plaats om aan de hand van oude receptuur make-up uit de Romeinse oudheid

na te maken. Drie producten zijn uitgekozen: gezichtsrouge, zwarte oogmake-up en lippenstift. In de tweede plaats is de Romeinse make-up onder andere door een testpanel en een ranzigheidstest (titratie) vergeleken met moderne make-up.

Voor dit profielwerkstuk is intensief samengewerkt met een bekend cosmetica-bedrijf in Nederland.

Gezichtsrouge (Ovidius):

Ga uit van 25 g lupinezaden en 25 g rode nierbonen. Maak de zaden en bonen fijn met een vijzel. Voeg 18 g fijngemalen iriswortel en twee theelepels slaolie toe. Voor de rode kleur voeg je een mespunt rode oker toe. Meng intensief. De slaolie en rode oker is toegevoegd om het resultaat te verbeteren en het giftige rode salpeter te vervangen.

Lippenstift (Martialis vermeldt dat lippenstift gemaakt wordt van wolvet en/of andere vetten):

Neem 30 g wolvet en 30 g bijenwas. Laat het mengsel smelten waarbij men gebruikmaakt van een warmwaterbad. Voeg voor de gewenste kleur bijvoorbeeld 0,5 g rode oker toe.

Zwarte oogmake-up (Juvenalis vermeldt roet):

Neem een brander en stel de vlam in op onvolledige verbranding (gele vlam). Be-roet een erlenmeyer en verzamel het roet.

Dezelfde producten zijn ook gemaakt zoals dat tegenwoordig gebeurt. De verschillen zijn groot. Er worden veel gesynthetiseerde grondstoffen voor gebruikt. Hedendaagse gezichtsrouge bestaat uit negen componenten, hedendaagse lippenstift uit vijftien componenten en zwarte oogmake-up uit meer dan

tien ingrediënten. Vooral dit laatste is opvallend: Romeinse zwarte oogmake-up bestaat uit slechts één component! Maar daaraan moet worden toegevoegd dat de zwarte oogmake-up van tegenwoordig (zoals gemaakt in het cosmeticabedrijf) desgewenst met water kan worden aangemaakt om het opbrengen te vergemakkelijken. Tijdens de test waren zelfgemaakte producten en die je in de winkel kunt kopen door de verpakking niet van elkaar te onderscheiden.



In actie.

Enquête

Aan een stuk of dertig testpersonen in de leeftijd tussen 12 en 18 jaar werden de producten gepresenteerd. Zij moesten eerst zien na te gaan of een product modern dan wel Romeins was. Daarna volgde het gebruik van het product door dit op de hand uit te smeren. De vraag was natuurlijk of er een discrepantie zat in de mening over de herkomst en gebruiksmogelijkheden vóór het gebruik en na het gebruik. Er kwamen interessante uitkomsten uit deze enquête. Voor lippenstift en gezichtsrouge werd in de meeste gevallen voor en na de test de juiste herkomst geraden. Voor zwarte oogmake-up echter was iets merkwaardigs waar te nemen. Niet zozeer dat bij de bepaling van de herkomst van deze preparaten in de meeste gevallen voor en na de test de Romeinse herkomst goed geraden werd, maar vooral dat de meeste testpersonen aan de zwarte oogmake-up van Romeinse herkomst de voorkeur gaven! Het testpubliek was stellig: voor

lippenstift en gezichtsrouge was er geen enkel argument om de Romeinse producten te verkiezen boven de moderne alternatieven. Deze laatste zijn gewoon veel beter. Zwarte oogmake-up uit de Romeinse oudheid echter ziet er niet alleen goed uit, maar heeft ook een mooie kleur.

Ranzigheidstest

Verder werd ook een ranzigheidstest uitgevoerd met de lippenstift. Deze bevat immers veel vet en als vet bederft wordt het ranzig. Zo was de houdbaarheid van beide lippenstiften te vergelijken. Het vet wordt afgebroken door hydrolyse of oxidatie. Oxidatie is een redoxreactie: er vindt overdracht van elektronen plaats. De dubbele bindingen van de onverzadigde vetzuren worden afgebroken door een vrije radicaal. Er ontstaan ketonen en/of aldehydes in de ranzige vetresten. Hierdoor gaat het vet stinken. Om producten langer houdbaar te maken worden er aan make-up antioxidanten toegevoegd. Deze antioxidanten vertragen het oxidatieproces, door met de vrije radicalen te reageren. Zo wordt vitamine E tegenwoordig vaak als antioxidant toegevoegd aan make-up. Om de ranzigheid van vetten te meten is het peroxidegetal de meest gangbare maat. Het geeft de aanwezigheid van lipideperoxiden weer. De definitie van het peroxidegetal die in het cosmeticabedrijf wordt gebruikt is: de hoeveelheid in het

Rouge liep uit, het zwart van de ogen bleef niet altijd goed zitten en lippenstift kon geweldig stinken

monster aanwezige peroxidezuurstof, uitgedrukt in mmol zuurstof per 2 kg monster. Uiteindelijk is een titratie uitgevoerd met natriumthiosulfaat die gesteld was met kaliumjodaat. De lippenstif-monsters werden opgelost in chloroform of hexaan. De lippenstift uit de Romeinse oudheid bleek noch in chloroform, noch in hexaan op te lossen. Dus de test op ranzigheid voor de Romeinse lippenstift is als mislukt te beschouwen. De hedendaagse lippenstift had een heel laag peroxidegetal, of zelfs helemaal geen peroxidegetal. De titratie bleek moeilijker uitvoerbaar dan gedacht. Alhoewel er een zeer kleine hoeveelheid thiosulfaat werd getitreerd, bleek al ras dat het equivalentiepunt overschreden was.



Ranzigheidstest.

Omdat aan moderne lippenstift vitamine E wordt toegevoegd als antioxidant, was de verwachting dat het peroxidegetal laag is. In de ingrediënten van de Romeinse lippenstift zitten alleen dierlijke producten en dierlijke producten bevatten geen vitamine E. Romeinse lippenstift bevat geen antioxidanten en kan dus gauw bederven. Dat verklaart wellicht de opmerking uit de geraadpleegde literatuur dat gestifte lippen in de Romeinse oudheid vaak stonken!

Ten slotte

De twee leerlingen hebben met erg veel plezier aan dit profielwerkstuk gewerkt. Hoewel er een hoop haken en ogen zaten aan hun manier van onderzoek doen, hebben ze een beeld gegeven van make-up in de Romeinse oudheid.

Foto's: Eva Fijen en Vera Arntzen

Literatuur

Dit artikel is een samenvatting van het profielwerkstuk van Fijen, E. en Arntzen, V. (2011). *Ziet u het verschil? Romeinse en hedendaagse make-up vergeleken*. Amsterdam: Vossius Gymnasium.

Naschrift scheikunderedactie

Volgens de scheikunderedactie moet bij de ranzigheidstest iets mis gegaan zijn. Immers wolvet en bijenwas moeten ergens in oplosbaar zijn. Wellicht in thinner of toch in chloroform of hexaan. Wellicht is een of ander niet helemaal correct uitgevoerd. In principe had de titratie dus moeten kunnen lukken. Desondanks vindt de redactie dit artikel de moeite waard om te publiceren.

De gouden eeuw van de islam (2)

De vergeten wetenschap uit de Arabische wereld van duizend jaar geleden

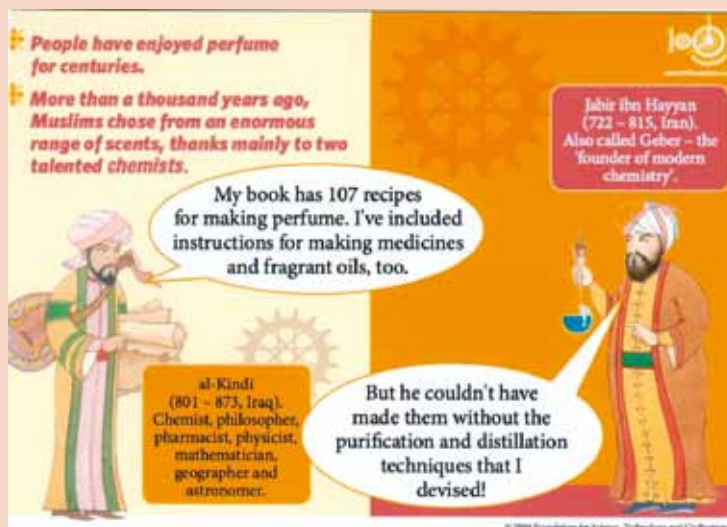
Dit artikel sluit aan op een eerdere publicatie onder deze naam in NVOX¹. De strekking daarvan was: De islamitische wetenschapscultuur heeft een grote *actieve* bijdrage geleverd aan de natuurwetenschap zoals die zich in de renaissance ontwikkelde. De experimentele methode werd niet in Europa, maar eeuwen daarvoor in Arabië ontwikkeld. Er is recent veel belangstelling gekomen voor deze belangrijke periode uit de geschiedenis van de wetenschap. Dat blijkt uit tentoonstellingen, boeken en films.

■ **Arnoud Pollmann** / redactie NVOX

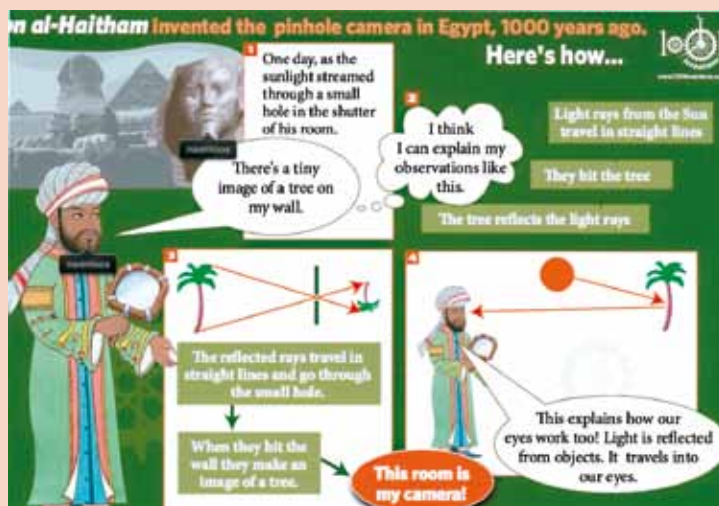
Onder de titel *1001 inventions* heeft de Engelse stichting Muslim Heritage een prachtig geïllustreerd boek uitgegeven over de spectaculaire ontwikkelingen in wetenschap en techniek van de negende tot ongeveer de dertiende eeuw na Christus. Bij het boek hoort een reizende tentoonstelling met werkende replica en films, gericht op een groot, algemeen publiek. Hierin wordt geschetst hoe wetenschap alle gebieden van het leven beïnvloedde: het huis, de markt, de school, de kijk op de wereld en het heelal². In het uitstekend gedocumenteerde boek maken we kennis met een aantal hoofdfiguren, waaronder:

- Al-Khwarizmi, rond het jaar 800. Aan zijn naam hebben we het woord *algoritme* te danken, en het woord *algebra* is ontleend aan de titel van zijn bekende werk *al-jabr wa muqabala*.
- Fatima al-Fijri, een prinses die in 841 in Marokko een van de eerste universiteiten ter wereld bouwde.
- Ibn Sina (voor ons Avicenna), een zeer breed ontwikkelde man, die vooral op medisch gebied naam maakte. Van zijn 43 medische werken is vooral de *Al-Qanun fi al-Tibb* (Canon van medische wetenschappen), van grote betekenis geweest. De Latijnse versie, in vijf delen, bleef in Europa in gebruik tot 17^e eeuw.
- Ibn al Haytham, in Europa bekend als Alhazen, rond het jaar 1000 in Caïro, geldt als grondlegger van moderne optica. Hij schreef hierover een grote verhandeling waarin hij zijn vondsten stap voor stap aan de hand van experimenten on-

Wat kan je ermee in de klas? Vanaf de site van dit uitstekende overzichtsboek kunnen negen lespakketjes gedownload worden. Hier twee voorbeelden.



Deze afbeelding over het maken van parfum is onderdeel van een les over de geschiedenis van de chemie. Het pakketje is vrij eenvoudig te vertalen, en in te passen in lessen scheikunde of anw.



Een ander voorbeeld uit het lesmateriaal gaat over de beroemde Ibn al Haytham, rond het jaar 1000 in Caïro. Deze grondlegger van de moderne optica schreef o.a. een verhandeling over de eerste camera obscura. Een goede manier om de leerlingen zelf zo'n gaatjescamera te laten maken, in een juiste historische context.

Inspiratie voor docenten uit Jemen

Met een groep universitaire science-docenten uit Jemen zijn we op bezoek in de U.B. in Leiden. Daar bewaart men indrukwekkende Arabische manuscripten, ook op het gebied van natuurwetenschap. We zagen een Arabische vertaling van Dioscorides, schitterend geïllustreerd, over medicinale planten. Ook het beroemde werk van Al-Jaziri uit 1205 kwam (voorzichtig, met witte handschoentjes) ter tafel. Voor de natuurwetenschappers zijn de beschrijvingen en illustraties van deze ingenieuze machines om van te smullen. De docenten uit Jemen kenden de namen van deze illustere islamitische wetenschappers wel, maar dat ze nou, nota bene in het verre Leiden, de gelegenheid kregen om er echt in te kijken, dat fascineerde. Ze vroegen en kregen dan ook toestemming om het gehele werk van Al-Jazari digitaal te fotograferen. De bedoeling was om lesmateriaal te maken, uitgaande van het werk van geleerden uit de gouden

eeuw van de islamitische wetenschap. Dat materiaal zal dan gebruikt worden, niet alleen in universitaire cursussen over geschiedenis van wetenschap, maar ook als motiverende context bij de lerarenopleiding, en uiteindelijk in het voortgezet onderwijs.



De lerarenopleiders uit Jemen kopieerden gulzig de schitterende eeuwenoude documenten in de U.B. van Leiden, om ze te gebruiken om lesmateriaal van te maken. Dr. Hazza Abdo, universitair docent natuurkunde: "Als ik dit alles eerder had gezien, had ik het schrijven van de schoolboeken anders aangepakt."



Uit het beroemde en rijk geïllustreerde handschrift van Al-Jazari uit 1205, dat zich bevindt in de U.B. van universiteit Leiden. Dit manuscript Over de kennis van ingenieuze apparaten doet soms denken aan de werken van Leonardo da Vinci, van bijna drie eeuwen later.

derbouwde. De gaatjescamera of camera obscura is hier slechts één onderdeel van. Dit werk werd naar het Latijn vertaald en later in de 16^e eeuw ook gedrukt in Basel. Het werk was belangrijk in Europa tot aan de 17^e eeuw.

- Al-Jazari, die vooral beroemd werd door zijn in 1205 geschreven meesterwerk *Over de kennis van ingenieuze apparaten*. Dit boek vol slimme machines, waterpompen en klokken bijvoorbeeld, doet denken aan de werken van Leonardo da Vinci van bijna drie eeuwen later.
- Maeriam al-Ijliya al-Astrulabi, eind 10^e eeuw, vooral bekend vanwege de verbetering van de reeds eerder gemaakte astrolabes, instrumenten om de positie van sterren te bepalen.
- Jabir ibn Hayyan, in het westen bekend als Geber, geldt als 'vader van de chemie'. In Irak, in de 8^e eeuw, beoefende hij vele basistechnieken zoals destilleren en metaal bereiden. Hij ontdekte zout- en zwavelzuur.

In een overzichtelijke breed uitgemeten tijdbalk worden de belangrijkste zaken tussen 700 en 1500 in de tijd en geografisch op een rij gezet. De zes bijbehorende fraaie educatieve posters passen prima ook in de Nederlandse vaklokalen. En ook al mikt men met dit boek op een groot publiek, het is goed gedocumenteerd met een bronnenlijst. De hier van afgeleide tentoonstelling werd enige maanden geleden geopend door Hillary

Clinton in het California Science Centre in Los Angeles. Hiervoor zagen honderdduizenden mensen de expositie in New York, Londen, en Istanbul.

Frankfurt

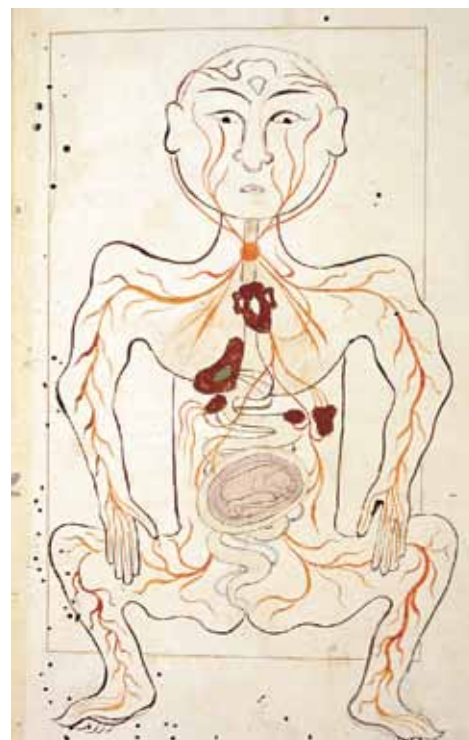
Mag de bovengenoemde publicatie bedoeld zijn om een breed publiek te interesseren,

heel anders is de sfeer aan het Institut für Arabisch-Islamischen Wissenschaften van de Universiteit van Frankfurt am Main³.

Onder leiding van de onvermoeibare, inmiddels hoogbejaarde, prof. Fuat Sezgin zijn degelijk opgezette wetenschappelijke studies gedaan, die hebben geleid tot een zesdelig standaardwerk *Wissenschaft und*



Links: De Arabische geograaf Al-Dimashqi beschreef in de 13e eeuw een installatie voor rozenwaterdistillatie op grote schaal, die hij zag in de buurt van Damascus, Syrië. Rechts: Uit een handschrift van Tasrih-i Mansuri, rond 1400.



Technik im Islam (2003). Alle bètavakken komen hierin aan bod. Ook hier beijvert men zich om wetenschappelijke beschrijvingen en tekeningen zo precies mogelijk om te zetten in werkende modellen. Een verzameling van deze modellen is inmiddels tentoongesteld in Istanbul, in Californië en in Saoedi-Arabië. Voor die expositie in Ryad had hij speciaal de voorwaarde gesteld dat het openbaar moest zijn voor vrouwen, zo vertelde hij me olijk.

Films

In 2009 en 2010 heeft de BBC acht uitzendingen aan dit thema gewijd, nog te vinden via: www.bbc.co.uk/programmes/boogksx4. De bekende Engelse natuurkundige Jim Al-Khalil reist hierin door de Arabische wereld en vertelt ons meeslepend verhalen over de oorsprong van vele wetenschappelijke concepten die wij pas eeuwen later in de Europese geschiedenis aantreffen. Hij

maakte bij deze documentaire een boek getiteld *The Golden Age of Arabic Science*.

Ten slotte

In een recente studie *islam en wetenschap* geeft Ehsen Mashood een toegankelijk overzicht van de belangrijkste belangrijke ontwikkelingen van deze bijna vergeten periode. Vertaald in het Nederlands. Een van de vragen hierbij is natuurlijk: waarom is het klimaat voor het bedrijven van wetenschap zo dramatisch verslechterd in de islamitische wereld na de veertiende eeuw. In dit boek wordt hiervoor helaas een weinig bevredigende verklaring gegeven.

Aangeraden literatuur voor wie zich gronder wil verdiepen:

John Freely, *Light from the East, How the Science of Medieval Islam helped to shape the Western World*,

en Jonathan Lyons, *The House of Wisdom: How the Arabs transformed Western Civilization*.

Dank aan Huseyin Sen, specialist Arabische wetenschap, voor zijn suggesties. In een volgende editie in deze serie over de gouden eeuw van de islam zal Huseyin Sen meer in detail ingaan op een paar van deze thema's. Voor vragen kunt u alvast bij hem terecht: h.sen@hetnet.nl.

Noten

1. NVOX (34)7.
2. www.1001inventions.com, en www.1001inventions.com/media/book.
3. Universiteit Frankfurt: Institut für Geschichte der Arabisch-Islamischen Wissenschaften, olv Prof. Fuat Sezgin. web.uni-frankfurt.de/fb13/igaiw/.

ANW EN POËZIE

Hier ziet u een gedicht over de actualiteit in de anw-lessen. Uw redacteur koos er één uit. De inzender, collega Liesbeth Pronk van het Almere College te Dronten, tekent aan: "Gedicht gemaakt bij het vak anw naar aanleiding van het artikel *Homo meanderthalis* in NRC Weekend zaterdag 12 november & zondag 13 november 2011". Doet u ook iets actueels in uw les? Maken de scholieren daar een gedicht over? Stuur het op naar m.bruinvels@gmail.com. Dank!

Homo meanderthalis

We hebben een tekst gelezen
Over een bijzonder wezen
De Homo sapiens genaamd
In de archeologie befaamd
Aangetrokken tot een ander soort
Die bij de Neanderthalers hoort
Maar wij zijn een combi van
Niemand wist dat dat kan
We dachten ze te hebben uitgemoord
Maar dit idee werd verstoord
Een onderzoeker op hoog niveau
Zei tegen ons: dit is niet zo!
De holbewoners hadden met elkaar sex
Nu staat iedereen perplex
We weten nu meer over onze voorouders
Dat is een last minder op onze schouders

Anouk, Elina, Demi en Jade
4-vwo, Almere College Dronten



“School is interactief theater”

Interview met Dirk van Delft

Prof. dr. Dirk van Delft (1951) is directeur van Museum Boerhaave, dat nu met sluiting wordt bedreigd, en bijzonder hoogleraar Materieel erfgoed van de natuurwetenschappen aan de Universiteit Leiden.

■ Marianne Offereins / Odijk



432

Wie is Dirk van Delft

Na zijn studie natuurkunde aan de Universiteit Leiden was hij docent natuurkunde aan College Leeuwenhorst in Noordwijkerhout. In 1992 trad hij in dienst bij *NRC Handelsblad*, waar hij van 1994 tot 2005 chef redactie wetenschap was. In 2002 verbleef hij als 'Journalist in Residence' op het Netherlands Institute for Advanced Study (NIAS) in Wassenaar. In 2005 promoveerde hij aan de Universiteit Leiden op het proefschrift *Heike Kamerlingh Onnes. Een biografie*. Hetzelfde jaar won hij de NWO-Eurekaprijs voor wetenschapscommunicatie. Sinds 2006 is Van Delft verbonden aan Museum Boerhaave, het rijksmuseum voor de geschiedenis van de natuurwetenschappen en de geneeskunde. Hiernaast is hij een dag per week verbonden aan de Leidse Sterrenwacht.

Op het gebied van populariseren van de wetenschap is Van Delft sinds jaar en dag actief. Naast vele artikelen in vooral *NRC Handelsblad*

publiceerde hij diverse boeken, waaronder: *De Turkse trom: berichten uit het moderne Turkije* (Nijgh & Van Ditmar, 1992), *De wijde wereld van de kleine talen* (Bulaaq, 1998), *Heike Kamerlingh Onnes: de man van het absolute nulpunt* (Bert Bakker, 2005), *De toppen van het kunnen: Nederlandse wetenschappers over hun drijfveren en werk* (Bert Bakker, 2006), *Freezing Physics: Heike Kamerlingh Onnes and the Quest for Cold* (Edita, 2007), *De telescoop; erfenis van een Nederlandse uitvinding* (Bert Bakker, 2008) en *Jacht op het absolute nulpunt* (Bert Bakker, 2008). Ook verzorgt hij regelmatig lezingen over vooral wetenschapshistorische en museale onderwerpen. Van Delft is verder o.a. lid van de Commissie Wetenschapsgeschiedenis van de KNAW, lid van de jury van de Avond van Wetenschap & Maatschappij, Ambassadeur van het Platform Bèta Techniek en lid van de Nationale Unesco Commissie.

Wat is je connectie met de NVON?

“Een jaar of vijftien was ik leraar natuurkunde, en dus lid van de NVON; het blad lag altijd op mijn bureau.”

Hoe belangrijk is dit contact voor jou?

“Voor mij, voor ons, is het contact met leraren belangrijk: we willen kennis aan de man brengen vanuit de collectie, maar ook in verband met de educatieve programma's. We kunnen daarmee een belangrijke aanvulling geven op de lessen in de klas. *NVOX* is daarbij ook een goed medium.

Toen ik leraar was in Noordwijkerhout ging ik minstens een paar keer per jaar naar Boerhaave.

Hoe ben je terechtgekomen waar je nu bent?

“Mijn leven lang zit ik in het overdragen van kennis, eerst als leraar en toen als chef van de wetenschapsredactie bij *NRC Handelsblad*. Vijf jaar geleden werd ik gevraagd om hier directeur te worden.”

Mis je het schrijven niet?

“Het schrijven blijft toch wel. Als hoogleeraar wetenschapsgeschiedenis schrijf ik ook veel en dat doe ik graag.”

Waren er leraren/mentoren die invloed op je hadden? Wie is je rolmodel?

“Op de middelbare school niet echt. Ik ben natuurkunde gaan doen, omdat het me een leuk vak leek. Ik vond het interessant om op een wiskundige manier naar de werkelijkheid te kijken. Later, toen ik student was, vond ik Richard Feynman een voorbeeld. Ik heb zijn boeken nog staan, die mooie grote rode boeken: *The Feynman Lectures on Physics*.”

Voor wie ben je zelf een rolmodel?

“Dat weet ik niet. Wat ik wil uitstralen, is plezier in mijn werk. Ze kunnen me mid-

den in de nacht wakker maken en dan kan ik zo een verhaal houden. Ik houd daar echt van. Dat had ik ook op school. School is interactief theater.”

Wat was het belangrijkste moment in je carrière?

“De stap naar *NRC Handelsblad*. Dat heeft heel veel invloed gehad. Je zit altijd op de eerste rij en je doet heel veel contacten op. Dan was je op een groot congres met duizenden natuurwetenschappers en journalisten, daar kwam je helemaal opgeladen van terug. Ik heb er nu nog geweldig veel plezier van omdat ik veel van die mensen nog ken. Als ik iemand wil benaderen voor een lezing, bijvoorbeeld.”

Als je terugdenkt aan je carrière tot dusver, waar ben je het meest trots op?

“Op de Kamerlingh Onnesstudie en dat die via een promotie is gelopen. Als

combinatie heeft dat heel veel positiefs gebracht.”

Wat waren de grootste problemen die je op je weg bent tegengekomen?

“Ik studeerde natuurkunde, na mijn afstuderen kwam de vraag ‘moet ik nu gaan promoveren?’ Daar was ik op dat moment nog niet aan toe. Dus ik werd gewoon leraar. Je vraagt je achteraf wel af of ik had moeten doorzetten en wat er dan was gebeurd. Eigenlijk is dat geen probleem. Ik vind schrijven het leukst, daar kom ik niet altijd aan toe. En nu – de situatie met het museum...”

Boerhaave Museum

Waarom is het belangrijk dat het museum blijft?

“Omdat je het heden beter in perspectief kunt zetten als je het verleden erbij betreft. Het Boerhaave is echt uniek in Nederland qua breedte. De andere musea zijn vaak meer gefocust op een bepaald gebied. Alleen om die reden is het al tamelijk absurd om het museum te willen sluiten.”

Wat moet er gebeuren om het museum in stand te kunnen houden?

“We moeten het niveau van onze eigen inkomsten opkrikken. Het komt erop neer dat we nog dit kalenderjaar zeven ton extra moeten zien te genereren. We zitten natuurlijk niet stil, er komt geld binnen van vrienden van het museum en we hebben een aantal projecten opgezet waarvoor we ook andere fondsen kunnen aanboren. Zoals een wetenschappelijke speeltuin; Boerhaave junior: een zaal waar kinderen zelf actief aan de gang kunnen. Steeds met een link naar het echte museum. Daar kunnen scholen op intekenen en in het weekend kunnen (groot)ouders met kinderen komen. Het Technolab, waar kinderen van de basisschool en de eerste klassen van de middelbare school workshops krijgen van studenten uit het hbo, alles met begeleiding door professionals.”

Wat is je grootste wens voor de toekomst als het gaat om je werk?

“De grootste wens/uitdaging is de vaste presentatie vernieuwen om er meer ‘vles en bloed’ in te brengen. Veel van de voorwerpen en de apparaten en instrumenten zijn alleen echt herkenbaar voor degenen die er echt verstand van hebben. Voor anderen moet het verhaal erom-



heen duidelijk kunnen worden. Dat kun je doen door de objecten in cultuurhistorisch perspectief te plaatsen. Dat hoort er voor mij wel echt bij.”

Wat zou je een jongere collega als belangrijkste advies geven?

“Wees authentiek en doe je werk met plezier.”

In hoeverre is je omgeving een stimulans of een rem geweest?

“Meestal een stimulans. Op school werk je in een grote organisatie, bij een krant ook. Er zijn altijd wel mensen met wie je goed uit de voeten kunt en dat stimuleert.”

Hoe kunnen we meer leerlingen stimuleren tot een carrière in de natuurwetenschappen en de techniek?

“Ik denk toch dat het moet komen van het zelf ermee werken. Dingen doen, vragen opwerpen, conclusies eraan verbinden, problemen oplossen. In ieder geval moet je de kinderen een intellectuele uitdaging bieden.”

Moet er nog specifiek aandacht besteed worden aan vrouwen en meisjes?

“Nou, behalve dan dat het een waarheid als een koe is dat ze er anders tegenaan kijken.

Als je in de klas een kist met spoelen, radertjes, schroeven en moeren zet, duiken jongens erop af, meisjes gaan de handleiding lezen. Je zou ze allebei een beetje van de manier van de ander moeten leren.”

Laatste vraag: wat zou jij jezelf gevraagd hebben als je mij was?

“Waar wil je naartoe. Ik wil dit museum op een leuke manier achterlaten en voor mijzelf perspectief creëren voor het doen van onderzoek en het schrijven van boeken.”

Museum Boerhaave



Ach... het museum Boerhaave! Afgelopen voorjaar was ik er nog. Met Hans Bouma. Voor de tentoonstelling over Kamerlingh Onnes. Daarover hebt u al kunnen lezen in *NVOX*. En dan de herinnering aan een NVON-congres, ik meen in 1996. Ik zie nog Frans Krips, in het theatrum anatomicum (dat wordt tegenwoordig nog steeds gebruikt, zie foto) een zelfgeschreven gedicht over het afgelopen congres zingen.

Beelden die in mijn geheugen gegrift staan. Ja, de NVON heeft historische banden met het museum Boerhaave... En dat moet dan weg? Het museum Boerhaave met zijn prachtige en waardevolle natuurwetenschappelijke collecties? Ondenikbaar!

Museum Boerhaave

+31 (0)71 521 42 24

informatie@museumboerhaave.nl

www.museumboerhaave.nl

Jacobus Henricus van 't Hoff

1852 – 1911

Honderd jaar geleden, dus in 1911, en wel op 1 maart, stierf in Berlijn de Nederlandse chemicus Jacobus Henricus van 't Hoff. Hij kreeg in 1901 voor zijn buitengewone prestaties de eerste Nobelprijs voor scheikunde. Samen met Wilhelm Ostwald en Svante Arrhenius is Van 't Hoff een van de pioniers op het gebied van de fysische chemie als deelgebied van de scheikunde.

■ **Walter Jansen / Oldenburg.** Vertaling: Hans Bouma

Jacobus Henricus van 't Hoff werd op 30 augustus 1852 in Rotterdam geboren. Na zijn eindexamen hbs ging hij studeren aan de Polytechnische School in Delft met speciale aandacht voor wiskunde en filosofie. In 1871 werd hij ingeschreven aan de Leidse universiteit om scheikunde en wiskunde te studeren. Hij zette zijn studie voort in Bonn bij August Kekulé, die hem enthousiast maakte voor zijn nieuwe theorie van de vierwaardigheid van koolstof. Zijn studie bracht hem vervolgens naar Parijs, naar Adolphe Wurtz. Hier leerde hij ook de jonge Joseph Achille Le Bel kennen, die later, onafhankelijk van hem, de theorie van de tetraëderstructuur van het methaanmolecuul en derivaten ontwikkelde.

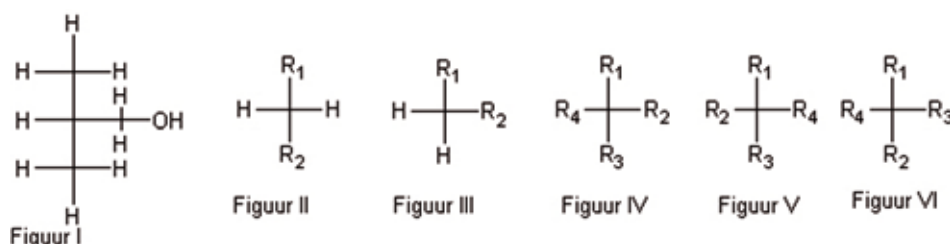
De chemie in de ruimte



Bron: www2.chemistry.msu.edu.

Na Van 't Hoffs promotie in 1874 aan de Universiteit Utrecht vond hij uiteindelijk in 1876 een plaats als docent aan de Veeartschapschool in Utrecht. Daar schreef hij zijn eerste grote publicatie, *Voorstel tot uitbreiding der tegenwoordig in de scheikunde gebruikte structuurformules in de ruimte, benevens een daarmee samenhangende opmerking omtrent het verband tusschen optisch actief vermogen en chemische constitutie van organische verbindingen*. Er kwam slechts één reactie, van de hoogleraar scheikunde in Würzburg, Johannes Wislicenus, die de oplossing zag van een probleem dat hem al langere tijd bezighield: er bestonden twee verschillende melkzuren, en Wislicenus had aangetoond dat de atomen in beide isomeren op eenzelfde wijze aan elkaar verbonden waren. Maar waarop berustte het verschil dan wel? Het werk van Van 't Hoff gaf het antwoord op die vraag. Hij beval aan Van 't Hoff aan, zijn assistent Hermann een Duitse versie

verklaren; misschien kan dit aan het falen van een meer bepaalde opvatting over de feitelijke ligging van de atomen worden toegeschreven. Neemt men nu aan, dat die in één vlak zijn uitgebreid, zoals bijv. in isobutylalcohol (figuur I), waar men de vier affiniteiten van elk koolstofatoom voorstelt door vier loodrecht op elkaar staande, dan komt men bij toepassing op de derivaten van methaan CH_4 (als we het eenvoudigste geval als uitgangspunt kiezen) tot het volgende aantal isomeren (de waterstofatomen worden een voor een door univalente groepen R_1, R_2 enz. vervangen): een voor CH_3R_1 en voor $\text{CH}(\text{R}_1)_3$, twee voor $\text{CH}_2(\text{R}_1)_2$ (figuur II en III), voor $\text{CH}_2(\text{R}_1\text{R}_2)$ en voor $\text{CH}(\text{R}_1)_2(\text{R}_2)$; drie voor $\text{CH}(\text{R}_1\text{R}_2\text{R}_3)$ en voor $\text{C}(\text{R}_1\text{R}_2\text{R}_3\text{R}_4)$ (figuur IV, V en VI), welk aantal kennelijk veel groter is dan de tot nu toe bekende. Een tweede aanname brengt de theorie



te laten maken, die nog in 1876 verscheen, voorzien van een inleiding door Wislicenus. Daarin staat, in het Nederlands vertaald: 'Daar het uitgangspunt van de volgende beschouwingen in de chemie van de koolstofverbindingen werd gevonden, deel ik voorlopig slechts dat deel mee dat hierop betrekking heeft. Meer en meer blijkt, dat de huidige constitutieformules niet in staat zijn, bepaalde gevallen van isomerie te

in overeenstemming met de feiten, en wel deze, dat men zich de affiniteiten van het koolstofatoom naar de hoeken van een tetraëder gericht denkt, waarvan het middelpunt door het atoom zelf wordt gevormd. Het aantal isomeren wordt dan eenvoudig het volgende: een voor CH_3R_1 en voor $\text{CH}_2(\text{R}_1)_2$, $\text{CH}(\text{R}_1)_3$ en $\text{CH}(\text{R}_1)_2(\text{R}_2)$; echter twee voor $\text{CH}(\text{R}_1\text{R}_2\text{R}_3)$ of meer in het algemeen $\text{C}(\text{R}_1\text{R}_2\text{R}_3\text{R}_4)$; denkt men zich

namelijk in de lijn R_1R_2 terwijl men kijkt naar de richting R_2R_3 , dan kan R_2 rechts (fig. II) of links van de waarnemer liggen. Met andere woorden: in het geval dat die vier af-finiteiten van een koolstofatoom door vier verschillende univalente groepen verzadigd zijn, krijgt men twee en niet meer dan twee verschillende tetraëders, van welke de een het spiegelbeeld van de andere is, die men zich echter nooit zo kan indenken dat ze tot dekking kunnen worden gebracht, dat wil zeggen men staat tegenover twee isomere structuurformules in de ruimte.'

Niettemin zou vermoedelijk ook die reactie slechts bescheiden zijn geweest, als niet de bekende Leipziger hoogleraar scheikunde Hermann Kolbe in zijn tijdschrift *Journal für praktische Chemie* een vlammeende polemische tegenaanval had geschreven.

Juist op grond van de door geen enkel zake-lijk argument ondersteunde kritiek gingen nu de hoogleraren chemie zich bezighou-den met de nieuwe theorie en overtuigden ze zich van haar draagkracht. Van 't Hoff werd nu een bekende man.

Hoogleraar in Amsterdam; reactieki-netica

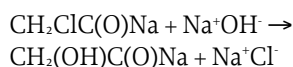
In 1877 werd hij beroepen naar de leerstoel voor chemie en mineralogie aan de kort daarvoor tot die rang verheven Universi-teit van Amsterdam, waar hij werkzaam bleef tot 1896. In 1884 publiceerde hij een omvangrijke studie onder de titel *Etudes de dynamique chimique*. Hij schreef onder de titel *De unimoleculaire reactie (ontleding van dibroombarnsteen-zuur)*: 'De elementairste van de chemische reacties is die welke kan verlopen in een geïsoleerd molecuul, dat wil zeggen indien voor het tot stand komen de wisselwerking van meer moleculen niet nodig is. Zowel voor een isomerisatie als ook een ontleding wordt het verloop van de reactie bepaald door een wet waarmee wij zo aanstonds kennis zullen maken. Daarom duid ik deze chemische elementaire reactie aan als unimoleculaire reactie.'

De onderzochte reactie was de ontleding van dibroombarnsteen-zuur tot broomwa-terstofzuur en broommaleïne-zuur volgens de vergelijking



Van 't Hoff bestudeerde de reactie bij 100 °C. Door het nemen van monsters, af-koelen met ijswater en aansluitend titratie kon hij de voortgang van de reactie bepalen. De reactie van de tweede orde, de bimole-

culaire reactie, beschreef hij aan de hand van het voorbeeld van natriumchlorace-taat met natriumhydroxide. Natriummo-nochlooracetaat reageert met OH⁻-ionen volgens



Ook hier duurde het enige tijd voor de wetenschappelijke gemeenschap der che-mici erkende dat hij een nieuw gebied had ontgonnen, de reactiekinetica.

Nobelprijs voor chemie; chemisch evenwicht

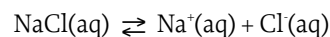
In 1901 ontving Van 't Hoff als eerste de Nobelprijs voor scheikunde, 'als erken-ning van zijn uitstekende prestaties, die hij door de ontdekking van de wetten van de chemische dynamica en van de osmotische druk in oplossingen heeft geleverd'. Dat laatste punt betreft een verdere succesvolle ontdekking van Van 't Hoff. In 1886 publi-ceerde hij een volgende studie, *De wetten van het chemisch evenwicht*. Daarin toonde hij aan, dat de algemene gaswet ook van toepassing is op oplossingen, als p als de osmotische druk van de molaire concentra-ties worden beschouwd: 'Wanneer het gaat om een oplossing in plaats van om een gas, kan men nut ontleen aan dezelfde vereen-voudigingen, wanneer men de osmotische druk van een systeem van opgeloste stoffen beschouwt. Men zal alleen voor de mole-culaire hoeveelheid een waarde R krijgen, die in het algemeen naar gelang van de beschouwde gevallen van de waarde R voor gassen verschilt, maar die daaraan in elk ge-val, zoals we verderop zullen zien, benadert en er dikwijls gelijk aan is. Hiervoor zullen we ons ook in dit geval bedienen van de uitdrukking

$$pV = iRT$$

waarin R de zojuist ingevoerde grootheid (845,05) en i een waarde is, die weinig afwijkt van één en afhankelijk is van de aard van het beschouwde geval. Het is nu duidelijk, dat de osmotische druk van een stof bij de eenheid van concentratie gelijk wordt aan iRT.'

Uit de dampdruk en de vriespuntsverlaging van 1-molaire oplossingen kwam hij nu tot de coëfficiënt i. Voor rietsuiker kreeg hij 1, voor invertsuiker 1 resp. 1,04, voor appelzuur 1,05 resp. 1, maar voor keuken-zoutoplossingen toch 1,76 resp. 1,89, voor kaliumnitraatoplossingen 1,76 resp. 1,69.

Een verklaring voor de afwijkingen bij de zouten kon hij nog niet geven. Maar dat ge-beurde direct na de publicatie van Svante Arrhenius. Hij nam aan, dat zich in een 1-molaire keukenzoutoplossing, op grond van het evenwicht



ongeveer 67% van de moleculen in ionen gesplitst moeten zijn. Pas in 1923 hebben Debye en Hückel aangetoond dat keuken-zout evenals andere sterke elektrolyten geheel in ionen zijn gesplitst; dat i niet de waarde 2 krijgt konden ze herleiden tot de aantrekkingskrachten tussen de ionen. Van 't Hoff had de wet van Raoult een beslissende stap verder gebracht, daarom wordt nog wel gesproken van de wet van Raoult en Van 't Hoff. Bij verder onderzoek kon Van 't Hoff aantonen dat een chemisch evenwicht dynamisch van aard is.

Naar Berlijn

Pikant is nog dat Van 't Hoff in 1887 een beroep kreeg naar de leerstoel scheikunde in Leipzig, als opvolger van de in 1884 overleden Hermann Kolbe. Hij bleef in Amsterdam, omdat de gemeenteraad instemde met het voteren van middelen voor nieuwbouw van een chemisch labora-torium. Maar in 1896 kon hij het eervolle beroep naar de Pruisische Academie van Wetenschappen in Berlijn niet weerstaan. Daar konden zijn beroemde colleges over theoretische en fysische chemie ontstaan, die in veel talen zijn vertaald.

Als onderzoekstaak hield hij zich bezig met het probleem van het ontstaan van de grote zoutafzettingen, in welke volgorde de zouten van een zee bij verschillende drukken en temperaturen uitkristalli-seren en waarom dubbelzouten worden gevormd.

Behalve de Nobelprijs werd Van 't Hoff nog op velerlei andere manieren onderschei-den. Hij was lid van 52 wetenschappelijke gezelschappen, veelvuldig eredoctor en drager van de Duitse orde *Pour le mérite*. Zijn laatste jaren werden overschaduwd door long-tbc, waaraan hij ten slotte be-zweek op 1 maart 1911.

Ingekorte vertaling van Jansen, Walter. Zum Gedenken; Jacobus Henricus van 't Hoff. *CHEMKON* 18(2) 2011.

Het volledig vertaalde artikel staat op www.nvon.nl/nvox als supplement bij dit artikel.

Hoeveel geheimen verzweeg Debye over de naziperiode?

De historicus John V.H. Dippel schreef eens: *"History is not so much a record of the past as a record of the records of the past – an interpretation of what was once known and written down and passed on"*. In uitzonderlijke tijden, zoals de naziperiode, krijgt deze wijze les nog meer betekenis. Veel is nooit opgeschreven, was vaak niet eens bekend. We kunnen daaraan nog toevoegen dat vele dingen in nazi-Duitsland niet waren wat ze leken.

■ Jurrie Reiding / Nieuwegein

Rosbaud bewaarde een vrijwel absoluut stilzwijgen over zijn bijdrage aan de geallieerde overwinning en zocht daarvoor nooit enige erkenning. Bovendien was hij na de oorlog gehouden aan zwijgplicht vanwege Britse wetgeving. Kort voor zijn dood vernietigde hij een groot deel van zijn persoonlijke archief. Debye hulde zich in dezelfde extreme zwijgzaamheid. De betrokkenheid van beiden bij de ontsnapping van Meitner werd pas na haar dood in 1968 bekend toen haar dagboeken toegankelijk werden. In 1962 had een Amerikaanse schrijfster aan Debye informatie over Meitner gevraagd in verband met het schrijven van een biografie. Debye antwoordde: "Ik heb Lise Meitner inderdaad gekend in de tijd dat ik in Berlijn directeur van het Kaiser Wilhelm Instituut voor fysica was. Ze was een medewerkster van Otto Hahn en was geboren in Oostenrijk. Precies in die tijd vreesde zij problemen met de nazi's omdat ze joods was. Haastig verliet ze Duitsland en ging naar Holland voordat haar iets overkwam". Dat was alles. De biografie werd toen trouwens niet geschreven omdat Meitner zelf elke medewerking weigerde. Eveneens in 1962 vroeg een wetenschapsjournalist aan Debye wat hij wist over oppositie tegen het fascisme. Debye schreef dat zijn kennis daarvan slechts door observatie en informatie van derden tot stand was gekomen en dat hij verder niet van dienst kon zijn. Een belangrijke vraag werpt zich op: als Debye zijn bewezen betrokkenheid bij de vlucht van Lise Meitner stelselmatig verzwijgt, heeft hij dan nog meer geheimen voor de buitenwereld verborgen gehouden over zijn activiteiten in de jaren dertig in nazi-Duitsland? Om de vriendschap tussen



Debye tijdens advieswerk voor een industrieel laboratorium, 1957.

Rosbaud en Debye meer politieke inhoud te geven – naast hun verzwegen betrokkenheid bij de ontsnapping van Meitner – moeten we ons wenden tot andere, indirecte bronnen. Het speculatieve karakter neemt dan onvermijdelijk toe. De vraag die in dit verband gesteld kan worden luidt: beschikte Debye over kennis die voor Rosbaud waardevol zou kun-

nieuwe gevechtsvliegtuigen ontwikkelden en ook met hoge militairen. Eén van hen was generaal Karl Becker, die tevens een universitaire doctorsgraad bezat en *Honorary professor* was aan de Berlijnse universiteit. Becker was vanaf begin 1938 hoofd van het *Heereswaffenamt*. Op 8 april 1940, een dag voor de invasie van Denemarken en Noorwegen, pleegde Becker zelfmoord,

"History is not so much a record of the past"

nen zijn? Het antwoord op deze vraag is bevestigend, want Debye was in de late jaren dertig lid van de *Deutsche Akademie der Luftfahrtforschung*, hij zat zelfs in het bestuur daarvan. Deze academie werd in 1936 gesticht door Goering die tevens de eerste president was. Goering had verordonneerd dat de Duitse luchtvaartresearch in 1938 van hetzelfde niveau moest zijn als in de meest vooraanstaande naties om daarna de leiding te nemen. Debye kwam als bestuurslid in contact met technici die

volgens sommigen in de aanwezigheid van de *Gestapo*. In juni 1940 had Rosbaud aan Debye geschreven: *"Auch Gen. Becker ist gestorben"*.

In grote lijnen is bekend over welke oorlogstechnologieën door Rosbaud aan Londen werd gerapporteerd: gevechtsvliegtuigen, radar, V-1 en V-2 raketten en Duitse pogingen een atoombom te maken.

FBI-files

Het staat vast dat Debye verkeerde in



Foto van Debye, genomen in Lindau aan de Bodensee in 1961 tijdens een bijeenkomst van Nobelprijswinnaars. Foto: Werner Stuhler.

hogere nazikringen, of althans kringen die daartoe werden gerekend, en dat sommigen daar in 1940 reeds een vermoeden van hadden. Een aantal Amerikaanse collega's van Debye, vooral zij die een Europees verleden hadden, maakte zich daarom zorgen over de benoeming van Debye tot hoogleraar chemie aan de Cornell universiteit in de zomer van 1940. Samuel Goudsmit informeerde de FBI over mogelijke contacten die Debye nog zou kunnen

opmerkelijk omdat de vraag rijst *waarom* Debye die lijst in zijn bezit had. Niet om de nazi's ter wille te zijn, want daar kwam die lijst nu juist vandaan. Ook een geplande reis om Poolse collega's te bezoeken was onwaarschijnlijk in oorlogstijd. Wij kunnen slechts speculeren: werd de lijst via Rosbaud naar Londen gestuurd, waar MI6 nauwe contacten onderhield met de Poolse regering in ballingschap?

De FBI interviewde uitvoerig Albert Einstein, die informeerde dat hij in het bezit was van een brief, afkomstig uit Zwitserland, waarin werd megedeeld dat Debye op goede voet stond met Goering en dat hij daarom een agent van de Duitse regering zou kunnen zijn. Persoonlijke contacten met Goering lagen voor de hand vanwege Debye's activiteiten in de *Luftfahrtforschung* en deze werden later, in 1967, bevestigd door prof. C.J. Gorter, hoogleraar in de fysica te Leiden. Gorter stuurde een brief naar dr. E. Verwey nadat deze om informatie had gevraagd ten behoeve van het schrijven van een necrologie van Debye in het jaarboek van de KNAW. Gorter schreef dat hij Debye sinds 1934 zeer goed had gekend en dat hij op het congres van de *Deutsche Physikalische Gesellschaft* in

Alleen al Debye's *omgang* met nazi's is daarom door sommigen geïnterpreteerd als opportunisme of collaboratie.

Voorzichtigheid geboden

De commissie Terlouw heeft in januari 2008 op grond van het NIOD-rapport, en mogelijk ook ondanks dat rapport, de universiteiten van Utrecht en Maastricht geadviseerd de naam van Debye te blijven verbinden met hun instituut, respectievelijk prijs. De commissie maant tot voorzichtigheid bij het uitspreken van een oordeel over Debye's doen en laten in nazi-Duitsland, wat ook blijkt uit haar conclusie dat zolang kwade trouw van Debye niet is bewezen, uitgegaan moet worden van diens goede trouw.

Later in 2008 bracht het NIOD een Engelse vertaling uit van het rapport dat eerder in opdracht van het ministerie was samengesteld. Dat was geen verstandige onderneming. Op de boekomslog van de Engelse versie lezen we: "[...] dit boek werpt nieuw en verontrustend licht op Debye's socio-politieke wereldbeeld en zijn betrokkenheid bij de arisering van de Duitse wetenschap". Zo gesteld, wordt Debye neergezet als een collaborateur. Blijkbaar heeft het NIOD de waarschuwing van de commissie Terlouw behoedzaam te zijn in de wind geslagen.

Het jongste onderzoek draagt een aantal nieuwe feiten aan die op zich tot voorzichtigheid aansporen. Aan die feiten wordt een interpretatie gegeven die natuurlijk ter discussie staat. Er is (nog) geen ruimte voor definitieve conclusies.

Master of the molecule

Zo werd Peter Debye (1884-1966) vaak genoemd. Hoewel elektrotechnisch geschoold in Aken, richtte hij zich steeds meer op fundamenteel onderzoek van de materie. In 1936 kreeg hij de Nobelprijs voor chemie, als waardering voor zijn onderzoek over de elektrische en geometrische structuur van moleculen. In 1928 had hij reeds zijn boek *Polar Molecules* geschreven. Sindsdien staat hij te boek als de ontdekker van de permanente dipool in moleculen. De grootte van het dipoolmoment werd uitgedrukt in de eenheid debye.

Misschien is het aan zijn vroege vertrek uit Nederland te wijten dat Debye in Nederlandse schoolboeken vrijwel geen erkenning krijgt als één van de pioniers van het molecuul.

Waarom had Debye die lijst in zijn bezit? Niet om de nazi's ter wille te zijn, want daar kwam die lijst nu juist vandaan

onderhouden met het naziregime. De FBI startte onmiddellijk een onderzoek dat van september tot december zou duren en waarbij tientallen collega's en bekenden van Debye werden ondervraagd. Hoewel de meeste geïnterviewden absoluut overtuigd waren van Debye's goede trouw, wees een aantal op zijn nauwe contacten met de nazi's. Hij zou zelfs lid zijn geweest van Goerings *Staatsrat*, een adviescollege van vooraanstaande professionals die de industriële fase van de Duitse oorlogsmachine voorbereidde. Een opmerkelijk getuigenis is afkomstig van de Poolse fysicus Smoluchowski die na de Duitse inval uit Polen was gevlucht en via Litouen en Zweden de VS bereikte. Debye zou hem in het voorjaar van 1940 hebben verteld dat hij tijdens de Duitse invasie in Polen beschikte over een lijst, afkomstig van een Duits ministerie, met de verblijfplaats van vele Poolse fysici. Debye had volgens Smoluchowski die informatie alleen kunnen krijgen als hij betrouwbaar was in de ogen van de nazi's. Deze informatie is

1938 in Baden-Baden uitvoerig met hem over de politieke situatie in Duitsland had gesproken. Gorter: "Hij sympathiseerde inderdaad geenszins met de nazi's maar was apolitiek. Hij had vrij veel contact met leidende nazi's. Goebbels vond hij een onmogelijke drijver, maar met Goering was wel te praten als je hem goed aanpakte. Zijn Nederlandse nationaliteit wilde hij toen beslist niet kwijt. Ook na de oorlog waren wij nog heel goed met elkaar, waarbij ik overigens nog de rol van de 'bewonderende jonge man' speelde." Gorter voegde nog toe dat het bovenstaande niet voor publicatie bestemd was. Waarom niet? Waarschijnlijk omdat hij vreesde dat dergelijke informatie misbruikt zou kunnen worden. Hier raken we een cruciaal punt bij de beoordeling van Debye. Als collaborateur, maar ook als geheime informant zou hij zich hebben 'moeten' bewegen in nazikringen. Een geheime informant is soms genooddaakt concessies te doen die altijd beter zichtbaar zijn voor de buitenwereld dan geheime activiteiten.

Selma de Mink, vrouw tussen de sterren

“De Utrechtse astronome Selma de Mink is één van de 17 nieuwe postdocs binnen het prestigieuze Hubble Fellowship Programma. Met deze beurs gaat De Mink aan NASA’s Space Telescope Science Institute (STScI) in Baltimore VS, onderzoek doen aan de zwaarste sterren.” Aldus een persbericht van een jaar geleden; Selma stond toen op het punt te promoveren in Utrecht. Sinds enkele maanden werkt ze in Baltimore. We praten via Skype.

■ Marjan Bruinvels / redactie anw



Selma de Mink.

Foto: Erik Buunk.

Het tijdsverschil van zes uur maakt dat ik wat doezelig na het zondagse avondeten naar Selma’s frisse gezicht zit te kijken. Ze verontschuldigt zich meteen: “Mijn haar zit niet goed, ik kwam net keihard aangefietst”. Keihard fietsen blijkt inderdaad een belangrijke factor in de dag te zijn. Selma ziet zichzelf niet als een eenzame wetenschapper die in een kamertje zit te rekenen. “Wat ik wel erg leuk vind is dat er een sociale kant is aan wetenschap. Ik wil graag met mensen werken, brainstormen, discussiëren; ik houd het nieuws bij van dag tot dag. Wetenschap wordt vaak gezien als een abstracte, saaie, aan regels gebonden wereld, maar bijvoorbeeld creativiteit is een goede eigenschap voor een succesvolle wetenschapper. Iemand die met nieuwe

ideeën komt. De sterrenkunde zelf is eigenlijk vrij makkelijk, maar het is de kunst om de verschillende onderzoeksgegevens met elkaar te combineren tot nieuw inzicht. Ik voel me een soort freelancer. Je moet natuurlijk ook werken aan een zo goed mogelijke portfolio.”

Is er een belangrijk doel, wat heb je in gedachten?

De Mink, met een beetje ironie: “Ik doe het natuurlijk om mijn steentje bij te dragen aan ‘het ontrafelen van de geheimen van het Universum’.”

Het is wel apart, een vrouwelijke sterrenkundige, hoe kwam je er zo bij? Ik las ergens dat jongere meiden het vak wel leuk vinden, maar later, op de middelbare school, niet

meer. Op Britse basisscholen wordt veel aan astronomie gedaan. In Engeland deden we op een conferentie een stukje practicum voor de bovenbouw: om elkaar heen draaien en op die manier een maansverduistering duidelijk maken. Heb jij vroeger ook zoiets gedaan? “Jazeker!” zegt Selma. “Wij kregen sterrenkunde op de basisschool. De juf had een planetarium en ik heb er nog een werkstuk over gemaakt. Maar op de middelbare school ging die belangstelling over.”

Maar had je bijvoorbeeld geen telescoop? Je beide ouders zijn exactelingen (net als de mijne) en dan heb je meteen al een voor-sprong. En hoe vonden je leeftijdsgenoten je belangstelling? Ik kan meteen mijn beeld bijstellen van De Mink (uit een zolder-raam hangend sterrenbeelden benoemen en meteorregen waarnemen): “Nee, helemaal niet! Ik was goed in wiskunde en natuurkunde en dat vond ik leuke vakken; er was maar één ander meisje dat daar ook belangstelling voor had.” De natuurkundeleraar stimuleerde haar enorm, zodat Selma in 2000 deelnam aan de Internationale Natuurkunde Olympiade in Leicester (2000). “Maar eigenlijk ging mijn interesse toen meer uit naar de leerlingenraad (van het Geert Groote College Deventer, red.). En wat ik mooi vond aan de astronomie, waren dingen als hertsprung-russelldiagrammen. Het rekenen aan de gegevens, proberen te begrijpen, waarom het zo is. Rode reuzen, witte dwergen.”

Beschrijf eens je studie: wie motiveerde jou en hoe liep het verder? Waren er andere vrouwelijke astronomen? Alweer blijkt alles

heel anders dan ik had verwacht. Na twee jaar theoretische natuurkunde te hebben gestudeerd in Utrecht, raakte Selma in een dal. “Alles draaide daar om goede cijfers, er heerste een enorme competitie. Het was moeilijk om daaraan mee te doen. Er was ook veel te veel keus en de vakken hadden geen onderlinge samenhang. De studie is enorm uitgebreid.”

Selma is een leuk, open iemand, die snel en makkelijk praat. Ze is absoluut niet verwaand, maar ze kan wel haar standpunt stevig neerzetten. “Bij de sterrenkundestudie heerste meer structuur en het was allemaal veel overzichtelijker. En ja, ik was wel een buitenbeentje.” Andere vrouwelijke astronomen hebben haar aanvankelijk niet bijzonder geïnspireerd, ze waren er toen gewoon niet. Het lijkt wel of het echt de sterren zelf zijn, die De Mink inspireren: hun interacties, hun verleden, hun toekomst.



Op deze foto is de lichtecho V838 Mon zichtbaar. Op deze plek (in het sterrenbeeld Eenhoorn, direct naast het bekendere sterrenbeeld Orion dat op winteravonden makkelijk te herkennen is) was lange tijd niets interessants te zien, tot één van de sterren in 2002 plotseling veel helderder werd. Het licht van deze explosie zien we nu weerkaatst in de omringende stofwolken. Het is nog niet helemaal duidelijk wat hier gebeurd is, maar een van de verklaringen is dat de twee sterren in een dubbelster samensmolten tot een nieuwe ster. Deze is nu zichtbaar als de heldere rode ster in het centrum. Hoewel de ster al veel minder helder is dan in 2002, is het toch waarschijnlijk nog de grootste ster die

we kennen. Zijn diameter is ongeveer 1500 maal groter dan de zon; dat is vergelijkbaar met de diameter van de baan van Jupiter. De Mink probeert met haar onderzoek beter te begrijpen waarom en hoe vaak dubbelsterren samensmelten. Foto: NASA and The Hubble Heritage Team (AURA/STScI).

Al dat rekenen, zeg ik met een benauwd gezicht. “Nou zeg je het zelf,” zegt Selma bestraffend, “meisjes vinden rekenen juist leuk!”

Haar promotieonderzoek bestond uit een onderzoek naar dubbelsterren; zij kreeg *cum laude*. En daarna naar het Space Telescope Science Institute van NASA in Baltimore, haar eerste keuze, voorlopig voor drie jaar. Via de Hubble ruimtetelescoop komt daar gigantisch veel informatie binnen. Ook daar is ze een buitenbeentje, omdat de meeste collega's waarnemers zijn. Selma niet, zij rekent aan modellen. Helaas moest haar vriend weer naar Nederland terug. Maar Selma reist vaak heen en weer en er is Skype.

Wat vind je van Amerika (“you either love it or hate it”), vraag ik. Selma vindt het allemaal spannend en prima, alleen Baltimore is wel een gevaarlijke stad. “Ik woon vlakbij mijn werk, maar moet soms wel in het donker met de fiets heen en weer. Gelukkig zit ik in een veilige wijk”.

Astronomen en astronauten: heb je belangstelling voor vrouwelijke astronauten, of zijn dat niet jouw types?

“Ja zeg, ik sta regelmatig met John Grunsfeld in de lift!” Voor de niet-sterrenkundige: Grunsfeld repareerde in 2002 de Hubble Space Telescope, hangend aan een robotarm.

Ga je wel eens naar een school om leerlingen enthousiast te maken? Of bezoeken ze jullie instituut?

Leerlingen komen inderdaad vaak naar het Science Centre om hun producten te presenteren in het kader van Science Fairs. Selma mag dan in de jury zitten. “Ik heb zelf niets gedaan in die richting hier. In Nederland wel. Daar heb ik onder andere de Sterrenkunde Olympiade mede georganiseerd”.

Waar krijg je nu de grootste kick van? Ikzelf bijvoorbeeld kijk trouw naar de over-

komende ISS, omdat me dat een moment van plezier geeft. Ik ben auteur van een methode voor anw: het sterrenkundedeel, geschreven door een voortreffelijke auteur, bleek moeilijk voor de meisjes: observaties (liefst in november) werden ‘te koud’ gevonden en moslima's mochten van thuis niet na donker naar buiten.

“Nee, dat is het niet echt”, zegt Selma. Het is puur de ontwikkeling van theorieën over evolutie van zware sterren, die haar enthousiast maakt.

De Mink woont in maart een congres bij, waar alle Hubble fellows zich presenteren. Ze is gespannen.

Och kom, met een Utrechts doctoraat op zak tel je toch wel mee, zeg ik.

“Helemaal niet, dit zijn allemaal grootheden met een PhD van een beroemde Universiteit!” Selma's verhaal gaat over *The Mysterious Multiple Populations in Globular Clusters: The Role of Stellar Rotation and Massive Binaries*. Ik durf het niet te vertalen, maar het gaat hier onder meer over de interactie tussen zware sterren in een binair stelsel.

Hoewel zware sterren vrij zeldzaam zijn, hebben ze een enorme impact op hun omgeving. Ze worden soms beschreven als *engines of the cosmos*. Met hun grote lichtkracht en temperatuur verhitten ze omringende gaswolken, waarin lichtere sterren en hun planeten nog aan het vormen zijn. Door hun sterke sterrenwinden en tijdens de explosie aan het eind van hun leven blazen ze de buitenlagen van zich af, waarbij ze het omringende gas verrijken met elementen als zuurstof en ijzer.

Bron: *Astronomie* nieuws 9-4-2010, UU

Het leven is voor Selma de Mink niet alleen fietsen en rekenen. Salsadansen is haar passie en de saxofoon ging mee naar de VS. Ze heeft het zó druk, ik laat haar maar gaan – maar ze heeft me wel enthousiast weten te maken. Docent: laat dit verhaal lezen in de klas. Excelleren is leuk, ook voor meisjes.

Websites

www.astro.uu.nl/~mink/
www.siprep.org/science/physics/images/hr_diagram_big.jpg

Natuurwetenschappelijke (?) vakken op het vwo

Wie in het voorbereidend wetenschappelijk onderwijs het diploma haalt, krijgt toegang tot het Nederlands wetenschappelijk onderwijs. Maar hoe worden onze leerlingen hierop voorbereid in de natuurwetenschappelijke schoolvakken? Wat verstaan we onder natuurwetenschappen en hoe zouden leerlingen zich kunnen oriënteren op het beroep van wetenschapper?

■ Ingrid Hermans / Pleincollege Bisschop Bekkers, Eindhoven

Dankzij de wetenschap ontdekken en creëren we steeds weer nieuwe kennis en kunnen we oude, achterhaalde kennis terzijde schuiven. Zo bedacht Democritus al in de Griekse Oudheid de term 'atoom' voor een klein ondeelbaar deeltje, introduceerde John Dalton in 1808 zijn atoommodel (zonder aan

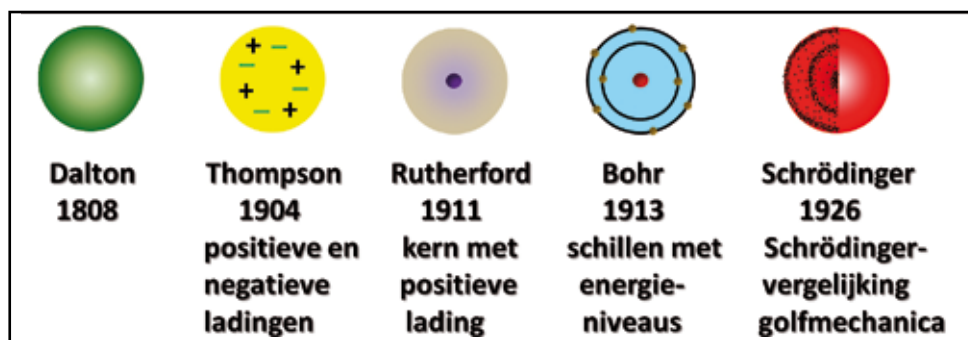
meling onveranderlijke en onbetwiste feiten. Zo stellen scheikundeboeken dat materie is opgebouwd volgens het atoommodel van Rutherford. Zowel de geschiedenis van dat model als modernere inzichten (bijvoorbeeld dat protonen en neutronen zijn opgebouwd uit quarks) worden genegeerd.

wetenschappelijke ontdekkingen, claims en toepassingen zullen gaan beoordelen.

In het dagelijks leven krijgt iedereen te maken met de steeds grotere rol die de technologie speelt. Discussies over gezondheidsrisico's van het wonen bij elektriciteitsmasten, gevaren van nanotechnologie of het langdurig mobiel telefoneren, hebben een wetenschappelijke basis.

Naast de maatschappelijke noodzaak om wetenschappelijke informatie beter te kunnen beoordelen, is er ook de plicht tot profiel-, studie- en beroepsvoorlichting tijdens de schoolcarrière. Leerlingen moeten een goede afweging kunnen maken bij het kiezen van een profiel of vervolgstudie. Daarbij kan informatie over het 'wetenschappelijke' van wetenschappelijk onderwijs van invloed zijn op het keuzeproces.

De noodzaak tot onderwijzen van het



Ontwikkeling over de kennis van het atoom.

Afbeelding: Ingrid Hermans.

te geven waaruit atomen bestonden) en kwam Rutherford in 1919 met zijn atoommodel (waarbij hij het atoom omschreef als een positief geladen kern van protonen met daaromheen een wolk van elektronen in een ijle ruimte). De wetenschappelijke wijze waarop kennis wordt vergaard is een cyclisch proces van vragen stellen en antwoorden zoeken, waarbij door samenwerking en kritisch overleg met vakbroeders nieuwe wetenschappelijke theorieën en technieken tot stand komen.

Deze aanpak staat haaks op de manier waarop er in het voortgezet onderwijs vaak les wordt gegeven in natuurwetenschappelijke vakken. Op basis van de autoriteit van de docent en het boek wordt kennis voorgesteld als een verza-

Noodzaak wetenschapsonderwijs

De vraag is of leerlingen met een beeld van statische en onveranderlijke wetenschap, voldoende kritisch kunnen kijken naar wetenschappelijke ontdekkingen, claims en toepassingen.

Om wetenschappelijke informatie goed te kunnen beoordelen, is basiskennis nodig over de onderliggende waarde en status van wetenschappelijke kennis en experimentele methodes. Ook moeten de leerlingen zich bewust zijn van morele en ethische aspecten van wetenschappelijke toepassingen en kennis. Immers, niet iedereen is bijvoorbeeld blij met het onderzoek naar het klonen van mensen.

De huidige leerlingen, met of zonder natuurprofiel, zijn de werknemers van de toekomst, die rapporten over nieuwe

Zowel de geschiedenis van het atoommodel als modernere inzichten worden genegeerd

eigen karakter van de wetenschap tijdens de basisvorming is dus evident. Er wordt wel beweerd dat het onderwijzen van wat wetenschap is, onmogelijk is, omdat hierover geen consensus bestaat. Maar het gebrek aan overeenstemming onder filosofen hoeft ons er niet van te weerhouden acceptabele onderwijsdoelen voor het v.o. te formuleren. De vraag hoe je die doelen effectief kunt onderwijzen, is veel belangrijker.

Samengevat geeft relevante literatuur (Osborne et al., 2003; Lederman, 2007) aan dat leerlingen in het v.o. inzicht in en begrip van de volgende aspecten van wetenschap dienen te verwerven:

1. Het essentiële onderscheid tussen waarneming (met behulp van zintuigen) en gevolgtrekking (denkproces, afgeleide verklaring voor een waarneming). Een waarneming is bijvoorbeeld: voorwerpen die boven de grond worden losgelaten, vallen naar beneden. Voorbeeld van een afgeleide verklaring: voorwerpen vallen naar beneden *door de zwaartekracht*.
2. Het essentiële onderscheid tussen wetten (beschrijvingen van relaties tussen waarneembare verschijnselen) en wetenschappelijke theorieën (afgeleide verklaringen voor waarneembare verschijnselen). Bijvoorbeeld de wet van Boyle ($PV = \text{constant}$) en de kinetische gastheorie (die probeert deze wet te verklaren als het resultaat van moleculen die botsen tegen elkaar en de wand).
3. De rol die creativiteit en verbeelding spelen bij het bedenken van verklaringen, interpreteren van data en het trekken van conclusies. Hierdoor zijn

wetenschappelijke concepten zoals een atoom of een zwart gat, functionele theoretische modellen en niet perse een waarheidsgetrouwe kopie van de werkelijkheid.

4. Het gegeven dat wetenschappers streven naar objectiviteit, maar dat kennis toch deels subjectief blijft. De wetenschapper heeft voorkennis, eigen overtuigingen, ervaringen en verwachtingen die zijn werk beïnvloeden. Daarnaast maken wetenschappers deel uit van een culturele omgeving. Deze cultuur beïnvloedt de wetenschap.
5. Het gegeven dat wetenschappelijke kennisclaims niet alleen gebaseerd zijn op data, maar ook op het denkwerk dat gepaard gaat met het interpreteren van die data. Wetenschappers kunnen met dezelfde data tot verschillende, even geldige interpretaties komen.
6. Het karakter van wetenschappelijke kennis die nooit absoluut en zeker is, maar tijdelijk en onderhevig aan verandering door de vooruitgang in theoretisch denken en technologische ontwikkelingen. Daarom is het van belang om de ontstaansgeschiedenis van wetenschappelijke kennis te

onderwijzen. De ontwikkelingen van de wetenschap, en de mate waarin dergelijke ontwikkelingen zijn beïnvloed door de eisen en verwachtingen van de samenleving op verschillende momenten in de geschiedenis, kunnen hierdoor beter worden begrepen.

7. De notitie dat er een grote diversiteit is aan wetenschappelijke methodes en benaderingen die wetenschappers tot hun beschikking hebben. Er is niet één unieke wetenschappelijke methode of benadering.
8. Het centrale belang van empirische waarnemingen. Wetenschappers gebruiken experimentele methoden om wetenschappelijke ideeën te testen, waarbij controle-experimenten van groot belang zijn. Daarnaast gebruiken wetenschappers hypothesen en doen voorspellingen over natuurlijke verschijnselen bij het ontwikkelen van nieuwe kennis.
9. Het gegeven dat wetenschap geen activiteit is van een eenzaam genie, maar een gemeenschappelijke activiteit waarbij meestal in een groep wordt samengewerkt. Collega-onderzoekers nemen een constructieve kritische houding aan (*peer review*).

Wetenschap in de klas

Helaas staat er in de meeste onderwijsmethoden weinig tot niets over bovengenoemde aspecten van de wetenschap. Hoe kan de wetenschap dan toch aan bod komen? Met een aantal eenvoudige middelen kan toch in korte tijd een aardig beeld van de wetenschap gecreëerd worden. Hieronder volgen twee voorbeelden waarbij tussen haakjes staat aangegeven welke van de negen genoemde aspecten aan bod kunnen komen.

Voorbeeld 1: de mysterieuze cilinder (aspecten 1, 3, 4, 5, 8, 9; zie kader). Dit voorbeeld van een blackboxmodel is een aan de uiteinden afgesloten buis met vier gaatjes waar vier touwtjes uitsteken, met aan elk uiteinde een knoop. Wanneer aan één van de knopen wordt getrokken, komt dit stukje touw er een paar centimeter uit, terwijl het stukje touw dat uitstak naar binnen wordt getrokken. In de beginsituatie vraagt de docent aan de leerlingen om de binnenkant te beschrijven (leerlingen mogen de binnenkant van de cilinder uiteraard niet zien). Vervolgens trekt de docent de

bovenste touwtjes (A en B) heen en weer, en vraagt opnieuw de binnenkant te beschrijven. Vervolgens kun je de leerlingen vragen te voorspellen wat er gebeurt als je aan touwtje C trekt. Daarna trekt de docent aan dit touwtje en vraagt opnieuw om de binnenkant te beschrijven. Tot slot laat de docent zien wat er gebeurt als je aan alle vier de touwtjes trekt en vraagt of dit in overeenstemming is met de beschreven binnenkant. Met deze demonstratie kan onder andere duidelijk gemaakt worden dat een model aangepast dient te worden wanneer het verkrijgen van meer data daar aanleiding toegeeft. De ervaring leert dat leerlingen (door eventueel zelf een model te maken) met verschillende oplossingen komen voor de binnenkant, die allemaal even goed voldoen. Dit komt omdat de leerlingen, net als wetenschappers, hun eigen fantasie en creativiteit gebruiken, en zo tot verschillende ideeën komen. Tot slot kan de vergelijking met de wetenschap gemaakt worden waarin een blackboxmodel kan worden toegepast voor het heelal, een atoom, de aarde of het evolutionaire proces.



Blackboxmodel (voorbeeld 1): mysterieuze cilinder.
Foto: Peter Dekkers.



Het bottenbeest (voorbeeld 2): hoe zou het eruit hebben gezien?
Foto: Ingrid Hermans.

Voorbeeld 2: het bottenbeest (aspecten 3, 4, 5, 6, 7, 9). Groepjes leerlingen krijgen dezelfde resten van een fossiel (op papier) dat 150 jaar geleden in Duitsland is gevonden. Ze gaan het skelet reconstrueren alsof ze paleobiologen zijn. Daarbij geven ze aan welke problemen ze tegenkomen, en benoemen een aantal eigenschappen van het dier (wel/

**De ervaring leert dat leerlingen
(door eventueel zelf een
model te maken) met
verschillende oplossingen
komen voor de binnenkant, die
allemaal even goed voldoen**

geen vleeseter, leefgebied, wijze van voortbewegen, enzovoort). De ervaring leert dat leerlingen heel verschillende skeletten met bijbehorende verhalen produceren. De invloed van creativiteit, fantasie en persoonlijke achtergrond is evident. Dit blijkt ook uit de krokodilachtige reconstructies van kinderen uit gebieden waar krokodillen leven. Ook wordt duidelijk dat 'het goede antwoord', dat wil zeggen hoe het dier er precies uitzag, hoogstwaarschijnlijk nooit meer te achterhalen is. De weten-

schappelijke informatie die op internet over dit dier (*Scaphognathus Crassirostris*) te vinden is, laat zien dat wetenschappers er nu anders tegenaan kijken dan 150 jaar geleden; wetenschappelijke kennis is onderhevig aan veranderingen. Vroeger dacht men dat de staart korter was, en in de loop der tijd is het vermoeden ontstaan over de aanwezigheid van een kam op de kop. Toch produceren de huidige wetenschappers verschillende reconstructies waarmee duidelijk wordt dat wetenschappers met dezelfde data tot verschillende interpretaties kunnen komen. Dit zijn slechts twee eenvoudige voorbeelden. Voor een uitgebreide documentatie van deze en nog meer andere lesideeën, verwijs ik graag naar het artikel van Lederman & Abd-El-Khalick (2002).

Bronnen

1. Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., Duschl, R. (2003). What 'ideas-about-science' should be taught in school science? A Delphi study of the expert community. *Journal of research in science teaching*, 40(7), 692-720.
2. Lederman, N.G. (2007). Nature of science: past, present and future. In S.K. Abell & N.G. Lederman (ed.), *Handbook of research on science education* (pp. 833-870). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum.

3. Lederman, N.G. & Abd-El-Khalick, F. (2002). Avoiding de-natured science: activities that promote understandings of the nature of science. In W.F. McComas (ed.), *The nature of science in science education: rationales and strategies* (pp. 83-127). Dordrecht: Kluwer. http://toolbox.learningfocused.com/data/0000/0014/2125/Teaching_the_NatOSci.pdf
4. Dekkers, P. (2005). Teaching Teachers NOS – Practical Examples and Classroom Experiences. *Science Education International*, 18(2), 193-210. www.icasonline.net/sei/16-03-2005/16-03-2005-193_210.pdf

Websites

Algemeen over *nature of science*: <http://msed.iit.edu/projectcan/teachers.html>.
Video voorbeeld 1:

www.youtube.com/watch?v=MriDeIUoBNc&feature=player_embedded.

Bottenbeest afbeelding botten:
http://teacherlink.org/content/science/class_examples/Bflypages/website materials/dinobones1.JPG
http://teacherlink.org/content/science/class_examples/Bflypages/website materials/dinobones2.JPG
http://teacherlink.org/content/science/class_examples/Bflypages/website materials/dinobones3.JPG

Think Universe

Universeel Denken, de ultieme leerlijn voor basis- en voortgezet onderwijs?

In de eerste week van januari 2012 hebben wij tijdens de jaarlijkse conferentie van de Association for Science Education (ASE, de Engelse NVON) een zeer inspirerende lezing bijgewoond van prof.dr. Francisco Diego onder de titel *Think Universe*. Deze is astronoom aan het University College London. Hij pleit ervoor om het natuurwetenschappelijk wereldbeeld in alle leerjaren van het primair en voortgezet onderwijs te behandelen. Wij stellen voor dit initiatief in Nederland over te nemen, en roepen belangstellenden op hieraan mee te doen.

■ Auke Cuiper / Luzac College en Fer Coenders / Universiteit Twente

Think Universe is gebaseerd op drie fundamentele concepten uit de natuurwetenschappen:

1) alles is opgebouwd zeer *kleine bouwstenen*, dit zorgt voor een 2) *groeïende complexiteit* in de natuur, en de 3) *kosmische tijdlijn* brengt de ontwikkeling van deze complexiteit lineair in beeld.

Voor docenten uit de natuurwetenschappen is dit niets nieuws, maar wat de lezing uniek maakte is de manier waarop de spreker de begrippen verbond tot een eigen didactiek voor het primair en voortgezet onderwijs. Daarbij zijn deze concepten ook nog eens volledig nieuw voor het primair onderwijs.

Dr. Diego begon met het in- en uitzoomen van foto's om te laten zien dat grotere structuren opgebouwd zijn uit kleinere bouwstenen. Daarbij maakte hij veel gebruik van gebouwen en zijn boodschap was tweezijdig: als je het hele gebouw ziet kun je moeilijk waarnemen wat de kleinste eenheid (baksteen) is, en als je inzoomt op enkele bakstenen kun je ook niet voorspellen hoe het hele bouwwerk eruit ziet. Met behulp van een eenvoudige USB-microscoop aan zijn laptop liet hij de overeenkomsten zien tussen de cellen in een uien-schil en een bakstenen muurtje.

Kosmische tijdlijn

Na deze speelse inleiding was concept nr. 3 aan de beurt: dr. Diego spande in de collegezaal een bijna 14 meter lang touw dat hij gebruikte om zijn verhaal aan op

te hangen, ook letterlijk door afbeeldingen van kosmische gebeurtenissen met wasknijpers op de juiste plaats in de tijd te bevestigen. Hij doorliep met de zaal het natuurwetenschappelijke ontstaansverhaal vanaf de Big Bang tot en met onszelf. Zie hiervoor ook de website www.ucl.ac.uk van het University College in Londen. (In het search vakje *Think Universe* invullen en je wordt doorgelinkt. Bij een lijst lectures weer klikken op *Think Universe* waarna het project wordt uitgelegd.)

In den beginne ontstonden in zeer korte tijd (10^{-24} sec) quarks en elektronen. Deze 'assembleerden' tot slechts drie atoomsoorten en vier fundamentele krachten. De andere atomen van het Periodiek Systeem zijn pas veel later ontstaan door fusie van waterstof- en heliumatomen binnen opeenvolgende generaties sterren.

Aangezien we ervan uitgaan dat het heelal 13,7 miljard jaar geleden met de Big Bang is ontstaan, representeert elke meter van het touw een miljard jaar. Ons zonnestelsel is circa 5 miljard jaar geleden ontstaan, de eerste meercellige dieren verschenen pas 500 miljoen jaar geleden, en het mensengeslacht *Homo* ontstond pas 2,5 miljoen jaar geleden.

Door nu plaatjes met daarop het ontstaan van de eerste sterren, de geboorte van het zonnestelsel, de aarde en de mens te maken en die aan het touw op de juiste plaats op te hangen, worden de enorme tijdsspannen duidelijk. Als de Big Bang helemaal links aan het touw wordt bevestigd, hangt het



Het begin van de kosmische tijdlijn. De eerste Aliens (roze pop) kunnen ontstaan. Ruim voor de vorming van ons zonnestelsel.

ontstaan van het zonnestelsel op 9 meter vanaf de linkerkant, de aarde op 9,5 meter en de eerste mens bijna op 13,7 meter, om precies te zijn op 2,5 mm vanaf de rechterkant! Een zeer sterke visualisatie van onze ontstaansgeschiedenis!

Dr. Diego's hoofdboodschap is kinderen vertrouwd maken met een natuurwetenschappelijk wereldbeeld, te beginnen vanaf de basisschool. Door koppelingen met andere vakken leren kinderen ook samenhangen zien. Het is bijvoorbeeld zeer leerzaam om alternatieve scheppingsverhalen van de aarde, afkomstig uit godsdiensten of uit filosofische beschouwingen, bij de natuurwetenschappelijke variant te betrekken. En hoewel een dergelijke tijdschaal het begrip van basisschoolleerlingen nog te boven gaat, krijgen ze al wel het idee van opeenvolging van verschijnselen. Dit natuurwetenschappelijk beeld kan



Kind uit groep 8 hangt tekening van een eukaryote cel aan de tijdlijn.

docenten voor te bereiden, en hiervan net als in Engeland een *speerpunt* te maken. De vakgroep Elan neemt zich voor om van het Engelse initiatief een Nederlandse versie uit te voeren. Hiertoe zullen we dr. Diego uitnodigen om nog dit jaar in Enschede een lezing over het *Think Universe*-project te komen houden.

Medio deze zomer zal er een website met lesprogramma's op de website van het University College in Londen worden geplaatst.

Met bovenstaand artikel willen wij peilen hoe groot de belangstelling in ons land is voor dit idee en het bijbehorende lesmateriaal: het ontwerpen van een doorlopende natuurwetenschappelijke leerlijn vanaf het basisonderwijs tot en met het eind-examen van het middelbaar onderwijs. Uitgesplitst naar leerjaar en profiel.



...petje) hadden mogelijk al 4 miljard jaar na de Big Bang

in elk leerjaar uitgebreid en verdiept worden tot aan het einde van de middelbare school. Wij gaan eenzelfde aanpak uitproberen op een Twentse basisschool vanaf groep 4 tot en met groep 8: kinderen worden via analogieën vertrouwd gemaakt met het idee van elementaire bouwstenen die zeer complexe structuren opleveren. In teken- en handvaardigheidlessen kunnen leerlingen het geleerde visualiseren. In groep 8 zijn de leerlingen dan vertrouwd met de indeling van alle bestaande elementen in het Periodiek Systeem, en bakken ze bijvoorbeeld een Periodiek Systeemtaart. Vanaf de brugklas wordt vervolgens verder ingegaan op de details van dit systeem. We zien dit als een grote winst ten opzichte van de huidige situatie waarbij het Periodiek Systeem pas in de derde klas van de middelbare school wordt geïntroduceerd!



Het Periodiek Systeem volgens groep 7.

In groep 8 is het de kinderen ook duidelijk geworden dat er een opeenvolging volgens de kosmische tijdlijn heeft plaatsgevonden vanaf kerndeeltjes naar moleculen tot aan levende cellen en ten slotte tot intelligente wezens. Ook hier kan het voortgezet onderwijs op voortbouwen. Zo kan dan in de brugklas meer in detail ingegaan worden op bijvoorbeeld de vorming en bouw van ons planetenstelsel. Bovendien wordt zo al het verband tussen de vakken natuurkunde, scheikunde en biologie gelegd.

Bovenstaande aanpak, waarbij op de basisschool de kinderen op speelse wijze met natuurwetenschappelijke begrippen vertrouwd raken, betekent winst voor het voortgezet onderwijs! Enthousiasme en basisbegrippen worden vanuit het basisonderwijs meegenomen. Zeer waarschijnlijk is het in eerste instantie nodig basisschool-



Bij Universeel Denken worden de natuurwetenschappen verbonden met kunst en menswetenschappen.

Wij willen dan ook iedereen uitnodigen een gefundeerde reactie te sturen naar: ThinkUniverse_Betaoost@hotmail.nl

Met dank aan Jan Jaap Wietsma van het Bètasteunpunt Oost.

Van koe tot koelkast: wetenschap bij het ontbijt

Wetenschap is overal en zit in alledaagse dingen

Wetenschap heeft het imago ingewikkeld te zijn en exclusief. Maar wetenschap is juist breed en zit in alledaagse dingen. Dankzij wetenschap hebben we kennis over de wereld om ons heen. In het dagelijks leven vinden wij van alles normaal, maar kinderen beseffen vaak niet dat dat allemaal een keer moest worden uitgevonden of ontdekt.

■ Marie-José Goumans / De Jonge Akademie en Alex Verkade / De Praktijk

Een busdag van De Jonge Akademie op Wheels begint niet met een bus vol wetenschappers, maar met een koe. Op het schoolplein staat een koe die moet worden gemolken. "IIIEEUW!" is de reactie die we van de kinderen in Amsterdam krijgen – "Ik! Gaaf!" is wat we in Friesland horen op de vraag wie de koe wil melken.

waar allemaal bacteriën in zitten en hoe we kunnen voorkomen dat melk bederft.

Op tafel staan drie soorten melk: verse koemelk, gepasteuriseerde melk en gesteriliseerde melk. Met een entnaald worden de drie soorten melk op een agar-plaat uitgestreken. Dat lijkt gemakkelijk

Ze zijn het er allemaal wel over eens dat de verse melk de meeste bacteriën zal bevatten, maar of je daar nu ziek van wordt als je het opdrinkt, daar wordt ernstig over gediscussieerd. Gelukkig heeft Pasteur ontdekt hoe je vloeistoffen kunt behandelen om de meeste bacteriën te doden. Zo blijft de melk langer houdbaar, helemaal als hij ook in de koelkast wordt bewaard. Na sterilisatie zijn zelfs alle bacteriën dood, maar dat komt de smaak dan weer niet ten goede.



De koe op het schoolplein.

De verse melk gebruiken we in de workshop *Van koe tot koelkast*. In die workshop voeren we met de leerlingen een experiment uit, enerzijds om ze te laten ontdekken hoe je een goed experiment opzet, met de juiste controle en hypothese, anderzijds om ze te laten beseffen

als het wordt voorgedaan, maar de voedingsbodem heel laten blijkt toch niet zo vanzelfsprekend. De leerlingen zetten vervolgens een 'r' op de plaat waarop ze de minste kolonies verwachten en een '3' op de plaat waar volgens hen de meeste bacteriën zullen gaan groeien.

De Jonge Akademie op Wheels is een project van De Jonge Akademie en wordt mogelijk gemaakt door de KNAW en SNS REAAL Fonds. De Praktijk is verantwoordelijk voor het concept, de coördinatie, ontwikkeling en productie, i.o.v. De Jonge Akademie.

Dr. Marie-José Goumans is hoogleraar aan het LUMC in Leiden, en doet onderzoek aan regeneratie van hart en bloedvaten met behulp van stamcellen. Zij is sinds 2009 lid van De Jonge Akademie. Alex Verkade is directeur van De Praktijk.

Op de vraag of de overgebleven platen mogen worden gebruikt om te kijken hoeveel bacteriën er op je duim zitten, gaan we natuurlijk meteen in. Dit zijn de onderzoekers in de dop! Zelf voegen we daar hoesten op een plaat aan toe. De agarplaten worden aan het einde van de workshop bij 37 °C weggezet, om de bacteriën in de melk de kans te geven kolonies te maken.



Het uitplaten van de verschillende soorten melk.

Gesteriliseerde melk smaakt dus anders – en als we het dan toch over smaak hebben... In het tweede deel van de workshop gaan we melk proeven. Er zijn vijf verschillende soorten melk: magere melk, volle melk, geitenmelk, kamelenmelk, en sojamelk. De leerlingen moeten raden wat voor melk ze drinken. De eerste reactie die we van de groep krijgen is: “Ja, maar ik ben allergisch voor koemelk!” Dat is meteen een mooi aanknopingspunt voor vragen van onze kant: wat zou je dan wel voor melk kunnen drinken? Hoe herken je sojamelk? Wat voor soorten melk kun je nog meer drinken? Wat geeft er eigenlijk allemaal melk? Maar wat is dan een duivenmelker?

En dan het echte werk. Door eerst naar de kleur van de melk te kijken, wordt het verschil tussen koemelk en sojamelk duidelijk herkend. Er worden ervaringen uitgewisseld tussen de kinderen: wie heeft thuis al eens sojamelk gedronken en waarom? Het verschil tussen volle en magere melk proeven ze meestal ook wel. Dan wordt het lastiger, maar voor ons leuker: de leerlingen gaan data verzamelen. Wie heeft al eens wat voor soort melk gedronken, waar kunnen we allemaal kaas van maken, want dat is toch ook van melk... De verschillende mogelijkheden worden tegen elkaar weggestreept, en de meeste groepjes herkennen geitenmelk

nog wel. Kamelenmelk blijft lastig en wordt, vooral door de duidelijk andere geur, vies gevonden.

Het laatste onderdeel van de workshop is de opdracht: maak een foto van alledaagse wetenschap. De leerlingen gaan met een camera op pad om een creatieve foto te maken van wat zij vinden dat wetenschap is. Aan het einde van de dag winnen de origineelste foto's heel wat punten voor het team, een belangrijke opdracht dus. De leerlingen gaan enthousiast op pad en komen met heel wat foto's terug.

Dan begint de onderhandeling, want er moet een foto gekozen worden. Net als bij het proeven van de melk wordt duidelijk dat als er een groepsbesluit moet worden genomen, heel andere zaken mee gaan spelen dan alleen de waarneming en de feiten. Ons aanknopingspunt: een sterke leider is niet altijd de beste wetenschapper. De onderwerpen die worden gefotografeerd, zijn de mobiele telefoon, de smartphone, de computer, het digibord. Wat iedere keer opvalt, is dat de meeste leerlingen zich er niet van bewust zijn dat overal wetenschap is. De verlichting, de brandblusser, de klok en zelfs de trap in het gebouw. Maar er is altijd een groepje dat wel verder kijkt en bijvoorbeeld met een goed verhaal een lucifer fotografeert.

Een week na de busdag, tijdens de afsluitende les die bij De Jonge Akademie on Wheels hoort, worden de agarplaten bekeken. Omdat we in de workshop het experiment in meervoud hebben ingezet, wordt de leerlingen meteen duidelijk dat reproduceerbaarheid lastig is. En dat het daarom heel belangrijk is dat je een proef goed gecontroleerd uitvoert. Tijdens de workshop hebben we besproken wat mogelijkerwijs variatie in de uitkomsten zou kunnen veroorzaken. Individuele verschillen tussen de experimentatoren worden dan vaak benoemd als een grote storende factor.

Het bestuderen van de bacteriegroei is de toets van de vooraf bedachte hypothese over melk. Leerlingen kunnen hun eigen hypothesen nu aannemen of verwerpen. De duimen- en hoestplaten zijn een voorbeeld van een ander soort experiment. Hier wordt geen van te voren bedachte hypothese getoetst. Er worden explorerende waarnemingen verzameld, aan de hand waarvan je vervolgens een onderzoeksvraag kunt bedenken.

Van koe tot koelkast is een workshop die leerlingen laat zien hoe lastig een goed experiment is, maar ook hoe mooi en alledaags wetenschap is. En hoe iedereen gebruik van wetenschap maakt, ieder moment van de dag.

De Jonge Akademie on Wheels

Essentie van wetenschap in de onderbouw

Een bus vol jonge Nederlandse topwetenschappers rijdt in het voorjaar van 2012 acht keer uit naar middelbare scholen. Dat belooft een onvergetelijke dag voor een grote groep leerlingen in de onderbouw van vmbo, havo en vwo. Docenten kunnen een bezoek van De Jonge Akademie on Wheels winnen door met hun klas(sen) mee te doen met een prijsvraag op www.dejongeakademieonwheels.nl.

■ **Maarten G. Kleinhans / De Jonge Akademie en Miranda Jansen / De Praktijk**

Wetenschap wordt vaak gezien als een bron van kennis en antwoorden op vragen. Maar wetenschappers geven niet alleen antwoorden, ze stellen ook vooral veel (onderzoeks)vragen. Ze zien er bovendien niet uit als het beeld dat vaak geschetst wordt, namelijk dat van de oude man met weinig, grijs haar in een witte laboratoriumjas, die ontplofingen veroorzaakt. De Jonge Akademie on Wheels neemt misconcepten weg door leerlingen een ander beeld van wetenschap en de wetenschapper te geven.

De Jonge Akademie on Wheels richt zich op de onderbouw, omdat daar bij kinderen veel enthousiasme zit voor wetenschap. Niet alleen op het gymnasium, maar ook op het vmbo. Het thema is: voeding. Alle wetenschappelijke disciplines komen daarbij tegelijkertijd aan bod, omdat we uit eigen ervaring weten hoe inspirerend en leerzaam dat is: de le-

den van De Jonge Akademie komen ook uit alle wetenschappelijke vakgebieden.

Meer dan de som der delen

De Jonge Akademie on Wheels is meer dan een bus wetenschappers en is voor alle scholen binnen handbereik. Aller-

eerst is er het wetenschapsspel van De Jonge Akademie, *Expeditie Moendoes*; een enerverend spel over de essentie van wetenschap. Het spel kan online (gratis) worden besteld of zelf worden geprint, en binnen een lesuur in de klas worden gespeeld. Daarnaast kunnen docenten



Wetenschappers geven workshops aan kleine groepen leerlingen.



Wetenschappers arriveren op school.

(elementen uit) het dagprogramma van De Jonge Akademie on Wheels zelf in de klas organiseren: in vervolgartikelen die de komende maanden in *NVOX* staan, maken we de afzonderlijke workshops beschikbaar voor gebruik in de klas. Het busbezoek van De Jonge Akademie on Wheels ten slotte, kan met een prijsvraag worden gewonnen. Verderop in dit artikel laten we zien hoe scholen kunnen deelnemen aan de prijsvraag voor de hoofdprijs: een geheel verzorgde dag vol wetenschap voor 100-120 leerlingen in de onderbouw onder leiding van een grote groep wetenschappers en presentator Victoria Koblenko.

Ontdek de planeet Moendoes

Expeditie Moendoes is een spannend spel waarin leerlingen een onbekende planeet in kaart brengen. De wetenschappers gaan op onderzoek uit: hoe zit het hier met de zwaartekracht, en met de seizoenen? Zijn de lokale dieren gevaarlijk? Hoe zit de taal van de bewoners in elkaar? En wat betekenen die symbolen? Voor het beantwoorden van deze vragen moeten leerlingen informatie verzamelen, gegevens uitwisselen en hun conclusies publiceren: kortom, te werk gaan als een team wetenschappers.

Het spel is geschikt voor alle vakken. Leerlingen maken zo in één lesuur op een speelse manier kennis met de essentie van wetenschap. Het spel is ook een inspirerend begin van een studiedag voor docenten. Het illustreert hoe wetenschap werkt: er is competitie en samenwerking, spelers kunnen specialiseren of alle disciplines beoefenen, en spelers hebben elkaars publicaties nodig om verder te komen. Niemand is in het voordeel met voorkennis omdat het een geheel fictieve planeet is.

originale, nieuwe onderzoeksvraag! Elke inzending moet in elk geval een afzender hebben: een docent en een (eerste of tweede) klas. Plaatjes, foto's en filmpjes, bijvoorbeeld via YouTube, zijn niet noodzakelijk, wel zeer welkom.

En dan arriveert die bus...

Een bus van De Jonge Akademie op school is een unieke ervaring. De hele dag is een competitie: teams van leerlingen nemen het tegen elkaar op in workshops, een estafette en meer. Rondom het thema eten worden de leerlingen doorlopend geprikkeld door wetenschappers en aangevuurd door BN'er Victoria Koblenko.

Een school die de prijsvraag wint, hoeft weinig voor te bereiden. Het belangrijkste is dat er een aantal lokalen en een grote ruimte, zoals aula of gymzaal, beschikbaar worden gesteld. De organisatie van het gehele programma ligt in handen van onderwijsbureau De Praktijk.

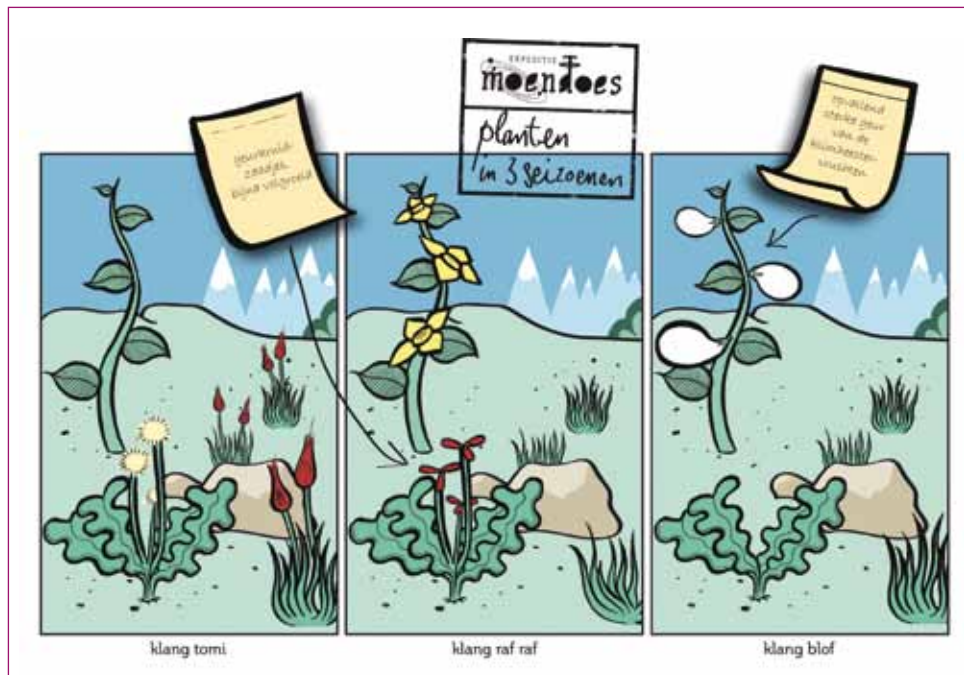
De wetenschappers zijn voorbereid om leerlingen op het juiste niveau aan te

ken vragen uit van leerlingen tijdens de workshops en in de wandelgangen, waarna ze een kijkje in de wereld van wetenschap krijgen.

Foto's: Fred Ernst.



Wetenschappers met rugnummer tijdens het plenaire programma.



Een bron uit het spel Moendoes: plantengroei in de drie seizoenen.

Prijsvraag

Bedenk een nieuwe onderzoeksvraag voor Expeditie Moendoes en ding mee naar 'de bus'. Met deze prijsvraag kunnen alle eerste en tweede klassen van het voortgezet onderwijs met hun docenten van januari tot april 2012 iedere maand meedoen op www.dejongeakademieonwheels.nl. Geef creativiteit de ruimte en verzin een

spreeken. Een 'rugnummer' bijvoorbeeld geeft in een pakkende zin weer wat voor onderzoek een wetenschapper doet. Een paar voorbeelden: 'Eveline Crone, ontwikkelingspsycholoog, wil weten hoe puberhersens werken' en 'Appy Sluijs, paleoklimatoloog, wil weten waarom er ooit nijlpaarden op de Noordpool rondliepen'. Deze rugnummers lok-

NVON mini-congres op 18 april 2012

In een van de hoofdlezingen op het mini-congres beschrijft Maarten Kleinhans het project De Jonge Akademie on Wheels, opgezet en uitgevoerd door bureau de Praktijk en De Jonge Akademie, het platform voor jonge topwetenschappers in de Koninklijke Nederlandse Akademie voor Wetenschappen.

Zie www.dejongeakademieonwheels.nl.

❖ De Jonge Akademie on Wheels is een project van De Jonge Akademie en wordt mogelijk gemaakt door SNS Reaal Fonds. Het concept, de coördinatie, ontwikkeling en productie wordt gedaan door De Praktijk, een bureau voor natuurwetenschappelijk onderwijs en wetenschapscommunicatie, i.o.v. De Jonge Akademie.

Reset the Future

Een wereld in balans

Hoe eet je je pizza het liefst? Met eiwitten afkomstig van insecten, of belegd met dikke plakken ham? Ga je voor de nieuwste gadgets of ben je ook tevreden met tweedehands? In de tentoonstelling Reset the Future maken bezoekers voortdurend keuzes die iedereen in het dagelijks leven, bewust of onbewust, maakt. Deze tentoonstelling over duurzaamheid is een spel, en zit vol wetenschappelijk onderzoek.

■ Ineke Puijk / Universiteitsmuseum Utrecht

Reset the Future gaat over duurzaamheid. Het Universiteitsmuseum Utrecht heeft samen met wetenschappers van de Universiteit Utrecht een tentoonstelling gemaakt die laat zien dat de keuzes die we maken invloed hebben op de toekomst van de aarde. Op basis van de informatie in de tentoonstelling speel je een spel waarbij je aan het eind je 'eigen' wereldbeeld te zien krijgt. In dit wereldbeeld zie je hoe de toekomst eruit kan zien als je dezelfde keuzes blijft maken. Ook de keuzes van andere bezoekers hebben hier effect op, en ook dat zie je terug in het wereldbeeld. Is het resultaat toch niet wat je ervan verwachtte? Dan kun je terug naar de tentoonstelling en je toekomstbeeld 'resetten' door andere keuzes te maken. De wereldbeelden die gebruikt worden, zijn gebaseerd op de visie van prof. ir. Klaas van Egmond.

Vijf thema's

Bezoekers spelen het spel rond vijf thema's: eten, wonen, kopen, maken en reizen. Voor deze thema's leverden diverse wetenschappers een bijdrage. Bij het thema 'eten' komen bezoekers meer te weten over de afstanden waarover we voedsel vervoeren, over insecten als eiwitbron en onderzoek naar kweekvlees. In het spelgedeelte beleggen ze een pizza naar keuze en ziet de bezoeker hoe duurzaam zijn pizza is. Houdt hij alleen rekening met zijn smaak of let hij ook op de herkomst en productie van de ingrediënten? Ook wordt de bezoeker gevraagd naar zijn woonwensen, vakanties, energiegebruik en is hij even directeur van een snoepfabriek. Wat voor productie kies je: kleinschalig met



Keuzes maken tijdens het spel.

Foto: J. Klaassen.



Wereldbeelden van boven naar beneden: individueel en individualistisch



individueel en materialistisch



collectief en materialistisch



collectief en idealistisch

Beeld: Klaartje Berkelmans.

lokale producten en kies je voor een grote fabriek? En wat zijn de verschillende dilemma's hierbij? De resultaten en gevolgen zijn te zien in het Futurama. Hier ziet de bezoeker hoe de wereld er op basis van zijn keuzes en die van medebezoekers uitziet.

Wereldbeelden: de wetenschap achter de tentoonstelling

De wereldbeelden die de bezoeker door zijn keuzes oproept, zijn gebaseerd op de visie van prof. ir. Klaas van Egmond. In zijn boek *Een vorm van beschaving* beschrijft hij vier wereldbeelden die in hun extreme vorm een karikatuur worden. Deze wereldbeelden zijn samengevat:

- Collectief en idealistisch

Een idealistisch wereldbeeld waarin we veel geven om cultuur en religie. Er is goed openbaar vervoer, goed onderhouden wegen, windmolens en zonnepanelen, maar er gelden wel heel veel regels. De wereld is een beetje saai, de overheid weet wat goed voor je is.

- Collectief en materialistisch

Hier geven mensen om materiële zaken. Wetenschap en technologie zorgen voor steeds nieuwe vindingen om de wereld te verbeteren. Er ontstaan grote steden met veel aandacht voor snelle communicatie. Maar al die technologie heeft ook risico's: kerncentrales zijn toch niet zo veilig, wapens worden steeds krachtiger en alles wat we nodig hebben komt uit de hele wereld. Dat maakt ook kwetsbaar.

- Individueel en materialistisch

Iedereen vindt zijn eigen gezondheid en luxe heel belangrijk. Dit is een wereld met mooie huizen en veel materiële zaken. Er is gelegenheid om veel geld te verdienen en er zijn banken om het geld op te zetten. Maar overal is lawaai. Lucht en water zijn vervuild. Grondstoffen en energiebronnen raken op.

- Individueel en idealistisch

In dit wereldbeeld heeft kleinschaligheid de voorkeur. Het eten komt uit de eigen streek, we zorgen voor de eigen energie en gebruiken zuinige auto's. Maar leven van voedsel uit de eigen streek en je eigen energie kan maar voor 25%. Die andere 75% komt van elders. En ook vooruitgang moet uit de grote wereld komen.

In deze extreme werelden, zo stelt Van Egmond, wil je niet leven. Je wilt wel leven in een wereld waarin de vier kanten van het bestaan allemaal tot hun recht komen, waarin je er bij hoort en toch jezelf kunt zijn, waarin je zowel oog hebt voor je eigen gezondheid, maar ook voor de ander en waar wetenschap en technologie een waardevolle bijdrage leveren. Kortom je wilt leven in een wereld in balans.

Educatief bezoek



Toekomstbeeld van deze klas.

Foto: J. Klaassen.

Schoolklassen gaan in Reset the Future in groepjes aan de slag. Leerlingen worden gemotiveerd om met elkaar te overleggen en hun keuzes toe te lichten. Lang niet altijd zijn ze het met elkaar eens en moeten ze compromissen sluiten. In het Futurama ziet de klas welke keuzes ze als groepje hebben gemaakt en hoe het wereldbeeld van de hele klas eruit ziet. In het tweede deel van het programma verdiepen de klassen zich in greenmarketing. Hoe kun je een duurzaam product aanprijzen? Op welk aspect van duurzaamheid leg je de nadruk? Op de manier van produceren, op de weg die het product aflegt of misschien op de afbreekbaarheid? Iedere groep maakt een ontwerp voor een poster om hun keuzes te laten zien.

Bezoekgegevens

Reset the Future is te zien tot en met december 2012. De tentoonstelling is een goed startpunt om het begrip duurzaamheid en duurzame ontwikkeling te introduceren. Educatief programma: klas 1 en 2. Keuze uit een tentoonstellingsbezoek van 1 uur



Luisteren naar wetenschappers. Foto: J. Klaassen.

of een tentoonstellingsbezoek met verdieping van 2 uur.

Vanaf klas 3: tentoonstellingsbezoek van 1 uur www.uu.nl/universiteitsmuseum > onderwijs

Duurzaamheid is een van de speerpunten van de Universiteit Utrecht. Reset the Future is ontwikkeld in samenwerking met het Utrecht Sustainability Institute en wetenschappers van de faculteiten Geowetenschappen, Bètawetenschappen, Diergeneeskunde en Recht, Economie, Bestuur en Organisatie.

Literatuur:

Egmond, prof.ir. K. van (2010). *Een vorm van beschaving*.

♦ Ineke Puijk is educator bij het Universiteitsmuseum Utrecht

Docenten over Jet-Net

Bij het eerste lustrum in 2007 publiceerde NVOX over het succesverhaal van Jet-Net¹. Het aantal deelnemende scholen is inmiddels gegroeid tot 167, en deze zijn gekoppeld aan liefst 51 grote en kleine bedrijven. Tijd voor een nader bezoek. Hoe kijken de docenten er tegen aan? En de leerlingen? En waar zitten de knelpunten?

■ **Arnoud Pollmann** / redactie NVOX

Erik Zwart, natuurkundedocent aan internationaal college Edith Stein te Den Haag, werkt al vijf jaar samen met Siemens. Deze enthousiaste coördinator ziet veel meerwaarde voor zijn school, waarop veel kinderen uit Marokko en Turkije. Deelname aan Jet-Net is bij hen inmiddels zo belangrijk geworden dat ze er indien nodig normale lessen voor laten vervallen. “De kinderen komen nu in aanraking met mensen uit de praktijk”, vertelt hij. “Het is belangrijk, interessant en leuk voor de leerlingen, en de school gebruikt dit ook om zich te profileren. Het maakt mijn werk bovendien afwisselender en leuker, onder andere omdat ik steeds meer contacten buiten de school krijg. Ook andere vakken doen mee. Ik coördineer het, maar veel andere

docenten doen mee. De scheikunde- en biologiedocenten hebben ook activiteiten met Siemens. Verschillende activiteiten, zoals gastlessen, bevinden zich op het grensvlak van vakken. Ook de samenwerking tussen Nederlands en de bètavakken wordt er zeer door gestimuleerd.”

Joke van Dam, docente Nederlands, voegt eraan toe dat op haar school deelname aan het debat binnen Jet-Net genaamd *Meet the Boss* zelfs benut gaat worden om vorm te geven aan het schoolexamen ‘leren debatteren’. Leerlingen uit alle profielen deden dit jaar mee. De helft van de debaters had een NG/NT-profiel en de andere helft een EM-profiel. Dit jaar was het team van Edith Stein zeer succesvol, ze wonnen het debat, zie foto.

Bij Girlsday, een van de andere activiteiten van Jet-Net, gaan alle meisjes uit de brugklas met de brugklascoördinator mee, en ook dat gebruikt de school om zich te profileren.

Yvonne van Duin geeft scheikunde, anw en nlt aan het Mendel College in Haarlem. Zij werkt sinds vorig jaar met Jet-Net als coördinator, in dit geval met staalgigant Corus in IJmuiden, het vroegere Hoogovens. *Wat is de meerwaarde voor je leerlingen?* “De leerlingen krijgen een beter beeld van wat ze kunnen doen met de exacte vakken. Ze krijgen een beter beeld van het werk in de techniek en komen in contact met mensen en bedrijven uit de technische sector. De gekozen activiteiten zijn afhankelijk van leerjaar en niveau. Voorbeelden: Een praktische opdracht met bezoek aan Corus (5H), Girlsday (1e t/m 3e klas), profielkeuze-informatie (3V), Jet-Net Career Day (4H en 5V), deelname aan *Meet the Boss* (5V), profielwerkstuk (5H en 6V).” *Leren ze meer, of anders?* “Hetzelfde, misschien worden ze op andere manieren geprikkeld tot leren. Voor mijzelf heeft het ook meerwaarde, jazeker, door de interessante contacten en bedrijfsbezoeken. Dat levert ook leuk contact met leerlingen op. En het bevordert de samenwerking tussen de vakken; de collega techniek werkt met Corus samen aan robotica, de natuurkundedocent begeleidt leerlingen met hun profielwerkstuk bij Corus. Ook de andere bèta-collega's zijn enthousiast en doen graag mee met excursies en dergelijke.”



Bij de debatwedstrijd Meet the Boss gaan leerlingen uit de bovenbouw van het havo-vwo met elkaar in debat. Interessant ook voor de vakken Nederlands en anw. De stellingen voor Meet the Boss liggen op het snijvlak tussen techniek, bètawetenschap en maatschappij. Zoals: Elektronische betaalmiddelen gaan contant geld vervangen, Technische opleidingen moeten zich meer richten op meiden, en Door zich 'groen' te noemen misleiden bedrijven de consumenten.

De leerlingen bleken goed in het doorprikken van het groene imago van bedrijven. “Het wemelt van de groene misleiding”. Het debat, georganiseerd in samenwerking met het Nederlands Debat Instituut, in Lagerhuisopstelling compleet met bijval vanuit tribune, was af en toe flitsend. Leerlingen voor en tegen staan in de rij met pittige argumenten.

Leonie Titulaer is docente scheikunde en is al jaren Jet-Netcoördinator op het Porta Mosana College te Maastricht. “Sinds 2003 werken wij samen met DSM, eigenlijk al voordat Jet-Net begon. Daarna zijn we Universumschool ge-

Leerlingen over de bezoeken aan DSM

“Toen ik had gehoord dat we in de activiteitenweek naar DSM gingen, had ik al meteen positieve gedachten. Wie wil er nou niet eens bij zo’n groot bedrijf een kijkje nemen? Het feit dat mijn oom er werkt en dat onze hele familie technisch is aangelegd speelde hier ook in mee.”

“Toen we op het terrein van de DSM aankwamen, werd ons nadrukkelijk verzocht vooral geen foto’s te maken en de mobieltjes uit te houden. De kans dat een leerling van 3 vwo met een verhaal en foto’s naar de concurrent zal stappen, moet natuurlijk worden uitgesloten.”

“Het heeft mijn beeld dat ik had zeer zeker veranderd. Ik besepte eigenlijk ook nog niet dat DSM zo’n immens groot bedrijf was, met zoveel hectare grond en zoveel professionals.”

“DSM is ook erg milieubewust, dit merkte ik vooral bij onze begeleider. Het was alsof de presentatie niet ging om de kunststoffen die ze maakten, maar om hoe milieuvriendelijk zij wel niet waren. Ik herkende veel dingen die we hadden moeten leren voor scheikunde.”

“Het was ook wel aardig dat je ziet hoe DSM zich bijvoorbeeld bezighoudt met de auto-industrie. Ik wist namelijk nog niet dat de voorkanten van auto’s zachter moeten gaan worden en zo iets lijkt mezelf dan ook wel een leuke baan. Ondanks dat ik helemaal niet de technische kant op wil gaan, maar de medische. Een geslaagde ochtend, ondanks dat ik me normaal niet zo interesseer in chemische en technische bedrijven.”

Over Jet-Net

Ruim 160 scholen zijn op dit moment gekoppeld aan ruim 50 bedrijven. Het gaat ondermeer om gastlessen, workshops, profielwerkstukbegeleiding en ook activiteiten zoals genoemde debatwedstrijd Meet the Boss, alles in nauw overleg tussen school en bedrijf.

Voor 140 scholen die op de wachtlijst staan, zijn nog geen bedrijven gevonden om structureel mee samen te werken. Daarom moedigt Jet-Net scholen aan zelf een bedrijf waarmee ze wil samenwerken aan te dragen.

www.jet-net.nl

worden. Deze zomer gaan we investeren in een science vleugel. Jet-Net is klein begonnen en heeft ertoe geleid dat bèta op het Porta Mosana College duidelijk op de kaart staat, ook al staat het niet in de profilering van de school.”

“Wij hebben samen met DSM en de andere Jet-Netscholen van DSM gewerkt aan bezoekprogramma’s die aansluiten bij de leerstof. Zo is er een waterprogramma, met uitleg over de toepassing van water in de industrie en een bezoek aan de waterzuivering van Chemelot. Dit programma past in de leerstof van scheikunde van de 4e klas (havo en vwo). Er is een Life Science programma dat aansluit bij de biochemie bij de vakken biologie en scheikunde in de 6e klas van het vwo. Er is een programma Analysetechnieken dat aansluit bij het vak scheikunde in 5 vwo.

Verder doen wij mee aan andere initiatieven binnen Jet-Net, zoals Meet the Boss en de jaarlijkse Docentendag. Gemotiveerde leerlingen mogen een profielwerkstuk uitvoeren bij DSM. Dit biedt mogelijkheden om experimenten of analyses te doen die op school niet beschikbaar zijn. Wij hebben projectwerken waarin dit soort activiteiten gepland worden. De planning wordt lang van tevoren gemaakt.

Voor mijzelf heeft het zeker ook meerwaarde. Dit is ook een grote drijfveer. Het verrijkt je om samen te werken met het

bedrijfsleven. Bovendien is er met de Jet-Netscholen van DSM 3 à 4 keer per jaar een netwerkbijeenkomst, met gezamenlijke thema’s.

Wij dragen het al jaren met meerdere docenten, met name de scheikundecollega’s. Andere vakken zijn soms jaloers op de mogelijkheden die de contacten met Jet-Net en het Universum Programma

bieden. Bij Meet the Boss zijn docenten van vier verschillende vakken betrokken bij de begeleiding van de leerlingen.”

Noot

1. Pollmann, A. (2008). 5 jaar Jet-Net, een succesverhaal. *NVOX*, (33)1, 29-31.

Foto’s: Laura Zwaneveld



Er was een jury die lette op inhoud van de argumenten, op de samenwerking binnen de klas en op de interactie tussen de debaters. Gaan ze wel in op de argumenten van de tegenstanders? Welke non-verbale signalen zenden de debaters uit?

Winnaar werd het internationaal college Edith Stein uit Den Haag, bijzonder ook omdat vele zogenaamde ‘zwarte’ leerlingen uitstekende, goedgebekte debaters bleken.

Een volledig duurzaam gebouw

Nieuw gebouw voor het Nederlands Instituut voor Ecologie

Begin 2011 is het NIOO met zo'n 170 medewerkers vanuit de vestigingen Nieuwersluis en Heteren naar Wageningen verhuisd. Het nieuwe gebouw is een proeftuin voor duurzaamheid. Als ecologen al niet duurzaam bouwen, wie doet het dan wel...? In dit artikel een overzicht van de bouwkundige innovaties; in een volgend artikel is aandacht voor levende natuur in, op of om het gebouw.

■ **Froukje Rienks** / NIOO-KNAW
Marijke Domis / eindredacteur biologie

De bedoeling is dat het nieuwe gebouw het onderzoek weerspiegelt: voedselketens zonder afval, eeuwigdurende kringlopen, biodiversiteit als stabiele basis en de zon als energieleverancier voor het leven dienen als bron van inspiratie. Het NIOO werkt daarvoor samen met allerlei partners aan ecotechnologische innovaties.

laten licht door van bovenaf tot aan de begane grond. Alle kantoorruimtes hebben natuurlijke ventilatie: het raam kan gewoon open. Verse buitenlucht wordt aangezogen en via een luchtbehandelingsstelsel weer naar buiten geblazen. Bij lage buitentemperaturen of harde wind gaan de ramen dicht. Op dat moment

en wordt er meer geventileerd. In de kantoren hangt de nieuwste generatie led-lampen. Deze gaan aan via aanwezigheidsdetectie, alleen als er iemand in een ruimte is. Daarnaast is bij de raamindeling gekeken naar optimale afmetingen, zodat daglicht kan binnentreden voor extra comfort.

Omgekeerd bouwpakket

Omdat bouwmaterialen in hun puurste vorm gebruikt worden, is het gebouw 'na gebruik' weer uit elkaar te halen tot aparte onderdelen. De materialen blijven zo behouden en kunnen opnieuw worden gebruikt. De vloer is gewoon gepolijst beton. Er ligt geen vloerbedekking op en dat blijft zo. Dat blijkt voor de verwarming en koeling (via betonkernactivering) ook nog eens beter te werken. Het beton is expres zo min mogelijk gemengd met andere materialen: het is 'eco-beton'. Aan de verwerking kwamen geen kit en oplosmiddelen te pas. Verder is er veel glas, hout en staal in het gebouw

**Niet elk hout is duurzaam
geproduceerd, duurzaam in
het gebruik en opnieuw te
gebruiken**

verwerkt, en kalkzandsteen en puin-granulaat. Natuurlijke hernieuwbare materialen zoals wol en vlas zorgen voor de isolatie. De opdracht voor de

444



Artist impression van het nieuwe gebouw.

Bron: Claus & Kaan Architecten

Energiezuinig goed licht en frisse lucht

Voor een prettige werkomgeving is ervoor gezorgd dat er voldoende daglicht wordt toegelaten, maar direct zonlicht wordt vermeden.

Op andere plekken waar dat kan, krijgt het licht ruim baan. De vides in de hallen aan de zijkanten van het gebouw

schakelt het systeem over op mechanische toevoer van verse ventilatielucht via een luchtbehandelingskast. Uiteraard vindt hierbij warmteterugwinning plaats om energie te besparen. Daarnaast wordt er via CO₂-sturing alleen geventileerd als dit nodig is: bij aanwezigheid van mensen loopt de CO₂-concentratie in een kamer op

architect was: een gebouw, gezond voor mens en milieu, vervaardigd uit herwinbare grondstoffen en energiezuinig geproduceerd zonder schadelijke emissies.

‘Gekookt’ hout

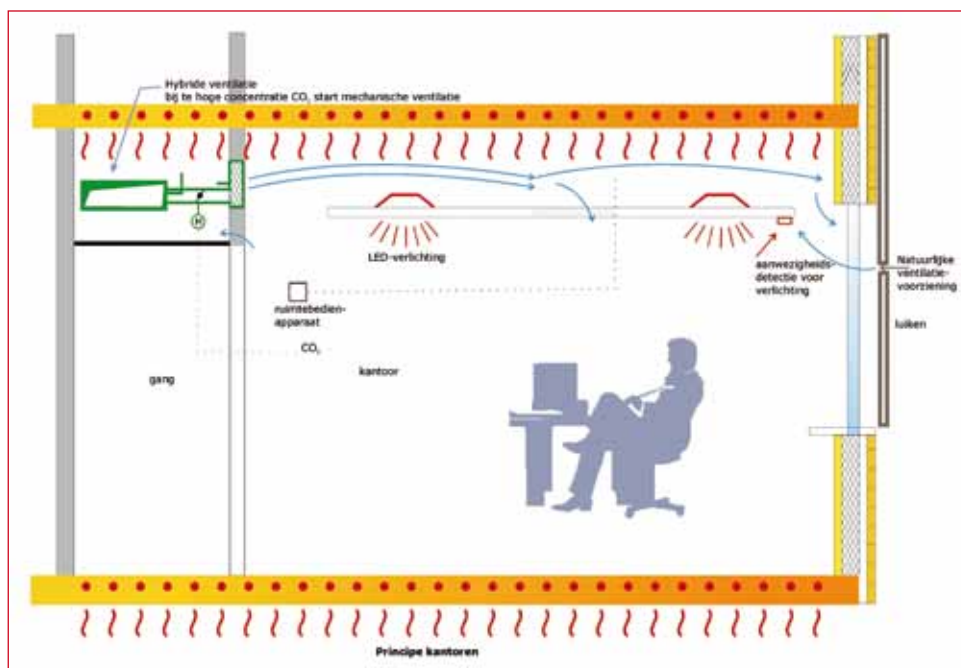
Hout is ‘hernieuwbaar’, maar bij duurzaamheid komt nog meer kijken. Niet elk hout is duurzaam geproduceerd, duurzaam in het gebruik en opnieuw te gebruiken. Het hout dat in dit nieuwe pand is verwerkt, is zogenaamd Plato-hout. Hout dat volgens deze methode is bewerkt, is niet behandeld met chemische impregneermiddelen. Toch is het door en door veredeld, via combinaties van druk en temperatuur. Daarmee past het in de cradle-to-cradle-

Overtollige warmte of koude opslaan en later weer gebruiken scheelt veel energie

filosofie oftewel de kringloopvisie. De gebruiksduur van snelgroeiende houtsoorten wordt veel langer door de Plato-behandeling, vergelijkbaar met tropisch hardhout maar zonder de nadelen die daaraan kleven. Als basis is FSC-hout gebruikt. Het hout is zowel binnen als buiten toegepast: onder andere als wandafwerking, als bekleding op deuren, voor zonwering en op loopvloanders.

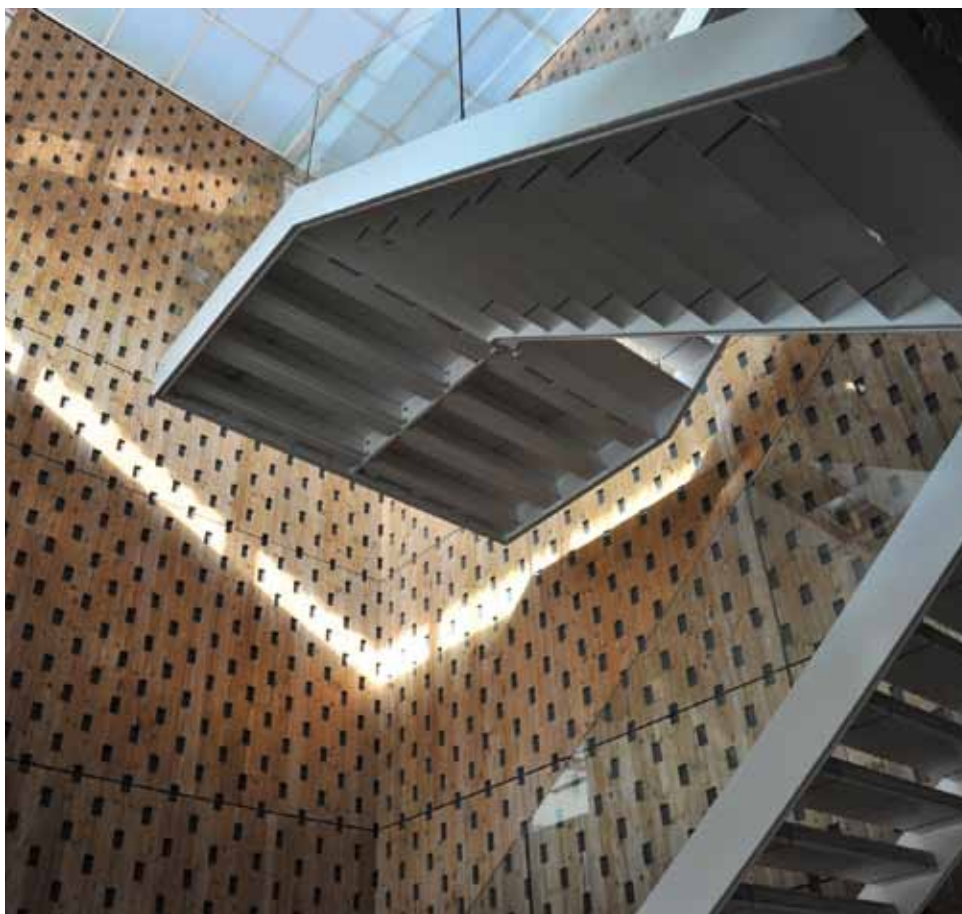
Flinterdun laagje energie

Bij toepassing van een zonnecollector op een dak wordt eerst het dak waterdicht gemaakt. Het kan ook anders en handiger. PV-folies combineren twee functies: het dak waterdicht maken en houden, en energie opwekken. Zet daar vervolgens een zonnecollector op. Een aantal verschillende soorten PV-folie wordt uitgetest op het dak van een van de NIOO-bijgebouwen. Als een soort vergelijkend warenonderzoek. Dat levert de leveranciers kennis over de gebruiks- en rendementsaspecten van de folies in de praktijk op. Daarbij valt te denken aan: rendement bij verschillende weertypen, gemiddeld rendement over het jaar, levensduur en ontwikkeling van het rendement als gevolg van veroudering. Deze kennis kan dan weer verspreid worden.



Schema's luchtcirculatie voor kantoren en voor labs.

Bron: DWA.



De binnenzijde van het gebouw (centrale trappenhuis met Plato-hout).

Bron: NIOO

Duurzaam poepen

Fosfor is nodig voor de groei. Het is dan ook een belangrijke grondstof voor kunstmest. Via het voedsel komt het in ons lichaam terecht en wordt het opgeslagen in de botten. Maar bij elk

toiletbezoek spoelen we een deel van dit kostbare en onvervangbare fosfor letterlijk met onze urine en uitwerpselen door het riool! Het spoelt uiteindelijk uit naar de bodem van de oceaan, buiten ons bereik. Probleem is dat over maxi-

maal negentig jaar de fosformijnen zijn uitgeput. En dan?

Bovendien worden onze toiletten met kostbaar drinkwater gespoeld. Gemiddeld bevat een stortbak tien liter water! Het kost veel energie om drink water te maken. Zonde dus om zo maar weer weg te spoelen.

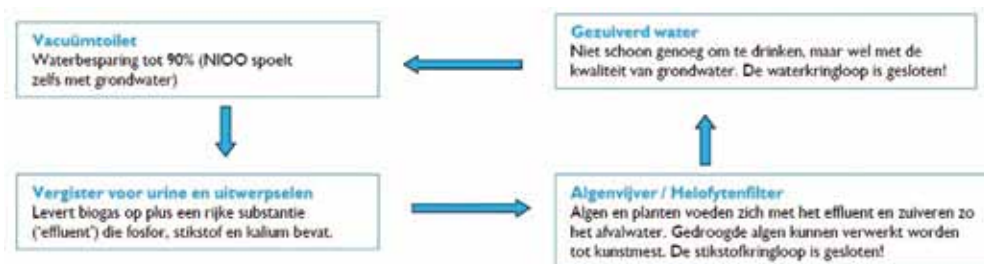
Afvalwater als grondstof

Het spoelwater van het toilet, het huishoudelijke water en het water dat in het lab gebruikt wordt gaat normaal in het overbelaste riool. Zuiveren kost daarna veel energie. Maar niet alles is vies, en toiletwater is zelfs een bron van energie!

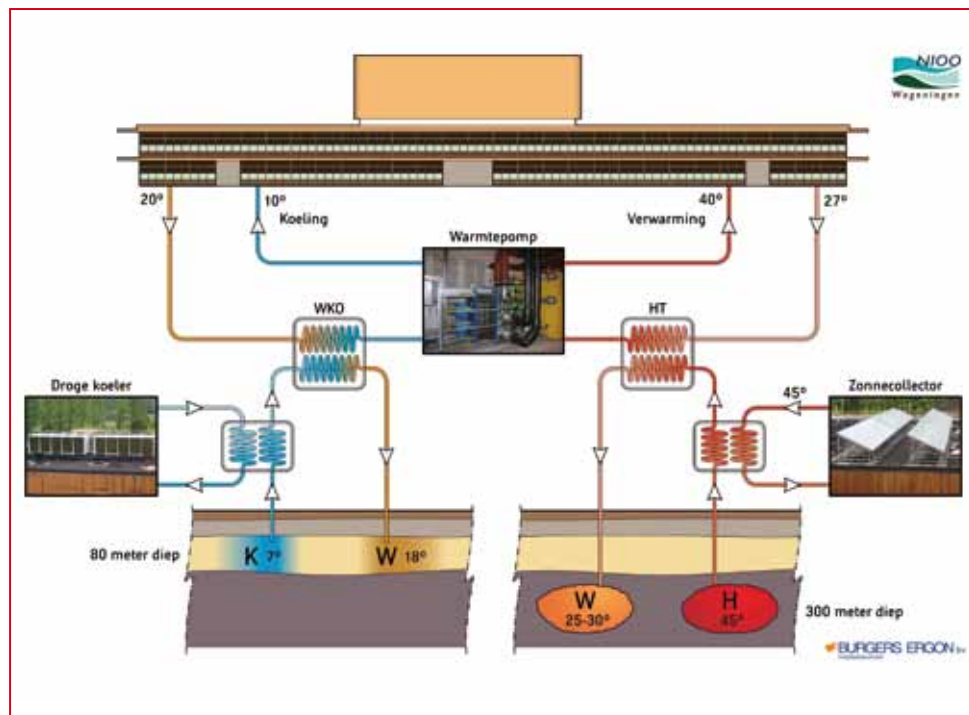
Uitwerpselen worden ingezameld met vacuümtoiletten, vergist en omgezet in biogas. De reststroom van dit vergistingsproces is voedsel voor algen. En die worden vervolgens verwerkt tot meststof voor de landbouw. Op deze manier is de biologische kringloop gesloten. Maar het 'restwater' uit de toiletkringloop, dat al voorgezuiverd is door de algen, en de andere afvalwaterstromen worden gescheiden naar een helofytenfilter gevoerd. Het zo gezuiverde water kan weer terug naar het grondwater, een riool is eigenlijk niet nodig. De watercyclus wordt zo ook gesloten. De hoop is dat algen niet alleen voedingsstoffen maar ook resten van medicijnen, ziekteverwekkers, anticonceptiemiddelen en vervuilde metalen uit het water kunnen halen. Een nuttige onderzoeksvraag die het consortium wetenschappers van het NIOO en Wageningen UR samen met bedrijven gaat aanpakken.

Wiegstoelen

Het NIOO heeft een deel van zijn oude meubilair meegenomen naar het nieuwe gebouw. Daar waar nieuwe stoelen en tafels nodig waren is gekozen voor cradle-to-cradle-meubilair. Dit is volledig te recyclen. Cradle-to-cradle onderscheidt twee kringlopen waarin grondstoffen telkens opnieuw kunnen worden gebruikt: de biosfeer en de technosfeer. Ontwerpen voor de biosfeer betekent: grondstoffen in het productieproces niet vervuilen met schadelijke chemicaliën. Alleen volledig organische grondstoffen kunnen veilig worden gecomposteerd. Ontwerpen voor de technosfeer houdt in:



De kringloop van het water in het NIOO-gebouw.



Verwarming en koeling van het gebouw.

Bron: Burgers Ergon.

ervoor zorgen dat onderdelen die van verschillend materiaal zijn gemaakt, eenvoudig zijn te scheiden. Alleen dan kunnen ze op hoog niveau worden hergebruikt.

Diepe bron voor nieuwe energie

Overtollige warmte of koude opslaan en later weer gebruiken scheelt veel energie. Voor de verwarming en koeling van het gebouw worden vooral natuurlijke bronnen gebruikt. Het gebouw heeft

voor de opslag van water met een hoge temperatuur van 45 °C in een diepe aardlaag: op ongeveer 300 meter. In de zomer wordt overtollige warmte uit de procesinstallaties van de laboratoria en de kassen, aangevuld met warmte uit zonnecollectoren opgeslagen. In de winter wordt daar het gebouw mee verwarmd. Ook wordt dan juist de koude uit de buitenlucht opgevangen (via koeltorens) en opgeslagen in de bodem (7 °C), waarmee 's zomers het gebouw weer te koelen is.

Als ecologen al niet
duurzaam bouwen, wie doet het dan wel...?

niet alleen een 'normale WKO-installatie' (WKO = Warmte-KoudeOpslag); er is ook een nieuwe techniek ontwikkeld. In de bodem is een put geslagen

Zo heeft het continu een temperatuur van ongeveer 18 °C. Dat kan door betonkernactivering: leidingen in de betonnen vloeren en

plafonds waar naar wens warm of koud water doorheen kan stromen. Dit is een van de technieken die passen binnen het thema integraal ontwerpen en bewust omgaan met materialen. De energieoverdracht naar de vertrekken vindt hoofdzakelijk plaats door straling, wat zorgt voor een comfortabel klimaat. Per ruimte kan de gebruiker de temperatuur instellen voor de optimale omstandigheden voor het (onderzoeks) werk.

Zon = energie

De zon wordt op een aantal manieren ingeschakeld in dit gebouw. Op de

daken van de bijgebouwen staan thermische zonnepanelen. Deze zullen bijdragen aan de verwarming van het gebouw. Ze voeden namelijk de hoge temperatuursopslag diep in de bodem (HT-bron). Daaruit kun je weer warm water omhoog halen. Het NIOO wil ruimte blijven bieden aan innovatie. Het tweede type zonnepanelen is de experimentele opstelling van SunCycle – een nu al wereldwijd gepatenteerde innovatie. Deze technologie heeft als voordeel dat duur semiconductormateriaal wordt vervangen door plastic. Daarnaast hebben deze cellen een veel hogere opbrengst dan gewone (PV-) panelen en zijn ze goed te recyclen.

Dit systeem concentreert zonlicht op een kleine zonnecel, een III-V cel zoals in de ruimtevaart wordt gebruikt. Het systeem volgt de zon met een draaibare platte parabolische spiegel en een draaibare prismaalens (een zogenaamd Fresnel-prisma). Dit werkt ook gewoon tussen de gebouwen – en dus niet alleen op uitgestrekte zonneweides. Het resultaat is zonnestroom voor een zeer lage prijs per kilowattuur. Het prototype bevat 12 elementen van 50 cm doorsnede en levert naast elektriciteit ook warmte.

www.nioo.knaw.nl/
www.nieuwbouwnioo.nl

Kleintje wetenschap

Veelbelovende verlovings voor goedkoop schoon water

De zes jaar geleden door Radboud-microbiologen ontdekte 'Twentekanaal-bacterie' kan het broeikasgas methaan uit afvalwater halen. Dat maakt de bacterie een potentiële partner voor anammoxbacteriën in de strijd tegen stikstoflozing en de uitstoot van broeikasgas. Francisca Luesken is aan de Radboud Universiteit op een voorstudie gepromoveerd.

De zes jaar geleden ontdekte Twentekanaal-bacterie zou kunnen helpen om naast stikstof ook het broeikasgas methaan uit afvalwater te krijgen. Dat bespaart geld, energie en vervuiling. Ons afvalwater is sterk verontreinigd

met stikstofverbindingen. In de zoektocht naar goede en betaalbare methoden om die verontreiniging aan te pakken, is de anammoxbacterie een succesverhaal. De bacterie, die inmiddels wordt ingezet om grote hoeveelheden afvalwater te reinigen, leeft op stikstofverbindingen en stoot het onschadelijke stikstofgas uit.

Ook methaan is een probleem. In de waterzuivering wordt methaan in de gasfase deels al teruggewonnen en hergebruikt. Een deel van het methaan is echter opgelost in water en daarom niet makkelijk te 'vangen'. Eenmaal in het oppervlaktewater komt dat methaan toch een keer in de lucht. Dat is onwenselijk omdat methaan een sterk broeikasgas is, twintig maal sterker dan CO₂. De Twentekanaal-bacterie nu leeft op

methaan en de stikstofverbinding nitriet, en is net als anammox een bacterie die leeft in zuurstofloze omstandigheden. De onderzoeksvraag van Luesken lag dan ook voor de hand: zouden de twee 'Nijmeegse' bacteriën samen aan de slag kunnen in de waterzuivering? Het is haar uiteindelijk gelukt om een kweek te maken die voor 70-80% bestond uit *M. oxyfera*. In de 20% andere bacteriën van de kweek zat ook een beetje anammox. Heel voorzichtig zijn ze ammonium gaan bijvoeren en al snel zagen ze dat dat omgezet werd. Uiteindelijk was er een mengsel met daarin half anammox, half *M. oxyfera* bacteriën. In het lab kan het dus. Kan het ook in de praktijk? Dat is de spannende vraag, die buiten Lueskens promotietraject viel..

Sietse de Haan en zijn passie voor zonne-energie

Sietse is natuurkundedocent aan het Alfrink College in Zoetermeer en nu ook enthousiast voorzitter van de Vereniging voor ZonneKracht Centrales in Nederland. Vakkennis combineren met een groot maatschappelijk doel, dat is pas mooi. Graag vertelt hij over de grote kansen die er nu zijn op een doorbraak van zonne-energie.

■ **Arnoud Pollmann** / redactie *NVOX*



Wat deed je hiervoor?

“Ik was in de jaren '70 en '80 leraar natuurkunde aan het Twickel College in Hengelo, en zeer betrokken bij het toenmalige grote natuurkunde vernieuwingsproject PLON. Toen waren we al bezig met het onderwerp energie als maatschappelijk thema in de klas te brengen. We hadden toen ook al veel aandacht voor milieu en grondstoffen. Daarna heb ik vijf jaar op Aruba gewerkt, in die bijzondere cultuur, en nu weer vijftien jaar in Zuid-Holland. Ik was ook jaren als examenmaker verbonden aan Cito, en als auteur heb ik meegewerkt aan de anw-methode *SOLAR* van Wolters Noordhoff.”

Waarom stop je zoveel vrije tijd in het promoten van zonne-energie?

“Eigenlijk ben ik mijn hele leven met milieu bezig geweest. In de laatste tijd is de urgentie toegenomen. Door het smelten van gletsjers en ijskappen wordt de albedo (terugkaatsingsfactor) van de aarde lager en wordt er minder zonlicht teruggekaatst.

Door de temperatuurstijging (aan de polen veel groter dan hier) verdwijnt er permafrost, waarbij methaan vrijkomt. Dit is een twintig keer zo sterk broeikasgas als CO₂.

aarde regelden, worden deze vervangen door positieve terugkoppeling. Denk aan de verzuring van de oceanen die koraalriffen en schelpen aantast, waardoor gebonden CO₂ juist weer vrijkomt. Deze

100% duurzame energie in 2050 is haalbaar

Alleen al deze twee effecten versterken de opwarming van de aarde. Deze effecten gaan steeds sneller, en waar eeuwenlang negatieve terugkoppelingen werkten die de temperatuur van de

effecten lopen nu uit de hand en in het verleden is het vaker gebeurd dat het klimaat in korte tijd sterk kon veranderen. Daarnaast weten we dat de natuurlijke voorraden opraken en dat oorlogen drei-

Grote CSP zonnekrachtcentrales bestaan al een kwart eeuw, zoals deze in Californië van 350 MW. Sinds vorig jaar is er ook een in Marokko, van 20 MW, over een oppervlakte van 18 ha.



Mogelijkheden in de klas, bij natuurkunde en bij anw en nlt

In de anw-lessen kan een debat gehouden worden over de stelling:
100% duurzame energie in 2050 is wenselijk en haalbaar.

Het nieuwe examenprogramma NiNa biedt volop gelegenheid om aan zonnekrachtcentrales aandacht te schenken.

Bij: A6 Ontwerpen / A12 Rekenkundige en wiskundige vaardigheden / B3 Optica / C2 Beweging en energie / D1 Eigenschappen van stoffen en materialen / E2 Aarde en klimaat / G1 Gebruik van elektriciteit / I1 Onderzoek / I3 Ontwerp

Ook bij veel nlt-thema's kan een link gelegd worden naar woestijnstroom en zonnekrachtcentrales. Al was het maar om eens wat getallen te vergelijken.

Voorbeelden:

Havothema's: Duurzaam en niet duur / Glastuinbouw en energie (o.a. warmteopslag) / Nulenergiehuis / Dynamische modellen havo / Aerosolen en vuile lucht.



Opslag van zonne-energie in zouttanks. Deze twee zeer goed geïsoleerde tanks bevatten totaal 28.000 ton van een heet vloeibaar zoutmengsel. Overdag wordt een deel van de opgewekte warmte gebruikt om zout uit de koele (!) tank (290 °C) te verwarmen en over te pompen naar de warme tank (390 °C). Gedurende de nacht keren de pompen om, en drijft deze warmte de generator aan.

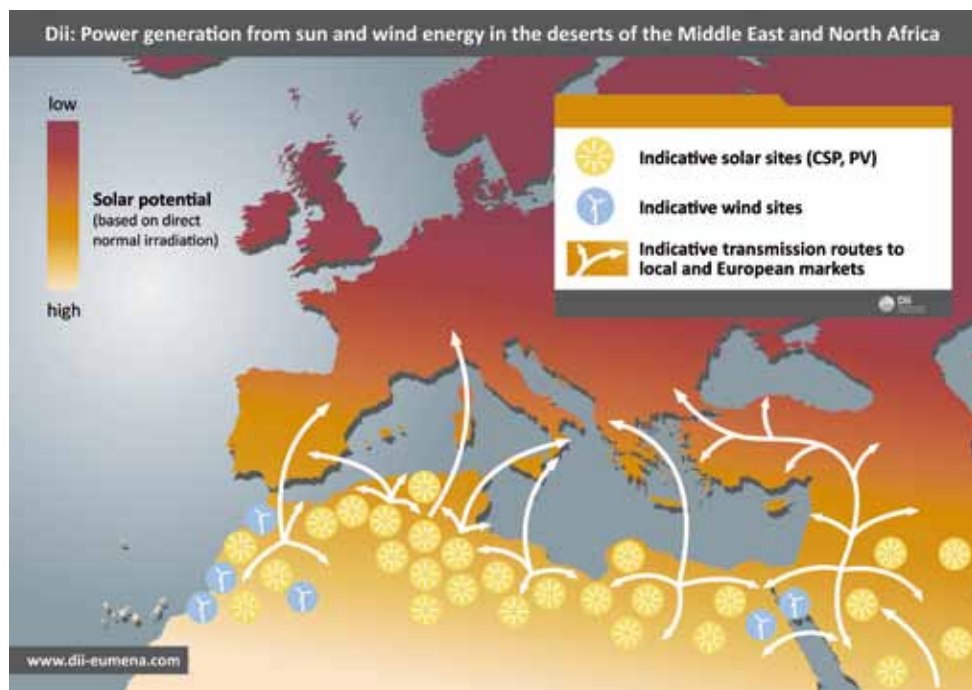
Vwo-thema's: Dynamische modellen vwo / Klimaatverandering / Blue Energy / CO₂ opslag / Food or Fuel / Summer in the city.

Suggesties voor opdrachten in de klas bij natuurkunde

1. Nabouwen van een werkend model van een spiegelcentrale.

2. Rekenen aan bijvoorbeeld rendementen centrale van een CSP, rekenen aan opslag via zoutsilo's, rekenen aan transportverliezen.
3. Controleren van beweringen als: in zes uur valt er net zoveel zonne-energie op de woestijn als we met zijn allen in een jaar nodig hebben.

284



In het zuiden de leverancier, in het noorden de consumenten. Ook heel wat ontwikkelingslanden kunnen profiteren door goedkope elektriciteit en werkgelegenheid. Een netwerk van kabels maakt het risico op terroristische aanslagen nihil.

gen om de schaarse grondstoffen. Dat men nu bijvoorbeeld bezig is om olie uit de teerzanden te gaan winnen is absurd,

want dat gaat enorme hoeveelheden extra vervuiling opleveren. De film van Al Gore (*An Inconvenient Truth*) heeft de

boodschap goed op de kaart gezet, ook al heeft hij nogal wat overdrijvingen toegepast en zitten er wat fouten in. De toestand is nu ongunstiger dan in de worstcasescenario's van 25 jaar geleden! Trouwens, ook al zou je klimaatscepticus zijn, dan nog zijn er redenen genoeg om te zien dat we naar een samenleving van duurzame energie toe moeten."

Wat doet de Vereniging voor ZonneKracht Centrales (VZKC)?

"We zetten in op grootschalige toepassingen, vooral op de spiegelcentrales. Het gaat om CSP, Concentrated Solar Power. Daarvoor zijn grote kansen, vooral in relatief dunbevolkte gebieden. In onze vereniging met circa honderd leden is veel deskundigheid aanwezig. We hebben een link met de stichting GEZEN, die is, zou je kunnen zeggen, ons wetenschappelijk bureau². Onder het motto *in zes uur valt er net zoveel zonne-energie op de woestijn als we met zijn allen in een jaar nodig hebben*, trekken wij op met de DESERTEC foundation, het ambitieuze plan voor woestijnstroom³. Een consortium van grote bedrijven is nu bezig in detail de haalbaarheid te



Simpele technologie. In het brandpunt komt de buis die verhit wordt. De hete vloeistof daarin wekt stoom op voor de turbine.

onderzoeken. Het feit dat er zeer grote bedrijven zoals Siemens (voor de kabels), het Spaanse bedrijf Abengoa Solar (voor de spiegels), en Solar Millenium (voor de collectorbuizen), maar ook banken

wordt opgewekt kan prima opgeslagen worden in grote zoutreservoirs. Met de opgeslagen warmte in de zoutopslag kan de centrale zeven uur na zons-
ondergang doordraaien. Daarmee is de

Het idee dat je een groot maatschappelijk probleem te lijf kunt gaan met zulke simpele middelen!

en grote verzekeraars meedoen aan een kostbaar onderzoek, maakt ook ons optimistisch.

Wij steken in Nederland veel tijd in het lobbywerk, bijvoorbeeld in de politiek. De eenvoud van zo'n spiegelcentrale en de overdaad van de zon, en ook het feit dat deze techniek al dertig jaar zijn deugdelijkheid heeft bewezen (in Californië en nu ook Spanje) maakt dat we veel sympathie en support krijgen. Zo zit naast Wubbo Ockels ook de milieuwoordvoerder van de VVD in ons comité van aanbeveling."

Maar hoe kun je nou toch zo inzetten op zonne-energie, de zon schijnt toch alleen overdag?

"De warmte die in een spiegelcentrale

centrale geschikt voor zowel basislast als piekopvang. Het Duitse bedrijf Solar Millenium heeft deze opslaginstallaties gebouwd in Zuid-Spanje, op de locatie van het bedrijf Andasol⁴."

En het transport vanuit de Sahara?

"De huidige hoogspanningleidingen, op gelijkspanning, hebben een verlies van slechts 3% per duizend km. Deze leidingen liggen al jaren tussen Noorwegen en Nederland op de bodem van de Noordzee, om energie van de waterkrachtcentrales uit het noorden naar ons toe te brengen. In China wordt nu gebouwd aan een aantal leidingen van meer dan 2000 km lang. Transport vanuit bijvoorbeeld Zuid-Marokko kan dus betrouwbaar, met een verlies van circa 10%."

Hoe liggen de kansen op dit moment?

"Die schatten wij hoog in. Ik heb juist een drukke conferentie hierover bijgewoond in Barcelona (waar het zwart zag van de journalisten, maar zonder een Nederlander erbij). De rapporten komen nu niet alleen meer van organisaties als Greenpeace, maar er was onlangs een financieel-economisch rapport van Price Waterhouse Cooper dat de economische basis van dit alles aantoonde. Hun rapport getiteld *100% Renewable Electricity, a roadmap to 2050 for Europe and North America* is te downloaden via www.pwc.com/climate-ready. Er is politieke belangstelling op grote schaal. Afgelopen zomer werd kwam er een opzienbarend voorstel uit onder de titel *Nederland krijgt nieuwe energie*. Deze zogenoemde verklaring van Utrecht was het resultaat van samenwerking van bijna alle politieke partijen in Nederland. McKinsey publiceerde in samenwerking met onder anderen KEMA een rapport met als belangrijkste conclusie dat het technisch en economisch haalbaar is om in 2050 vrijwel geheel CO₂-neutraal te zijn. De Europese commissaris voor energie, Oettinger, pleit ook voor een Europees netwerk van hernieuwbare energie gekoppeld aan woestijnstroom. Het meest recent is een studie van Ecofys, *The Energy report*, in opdracht van het Wereld Natuur Fonds.

Dan is er nog de publicatie van een voortreffelijk boek door David Mackay, hoogleraar natuurkunde in Cambridge: *Sustainable energy without hot air* (vertaald als 'duurzame energie zonder gebabbel'). Nuchter en geestig tegelijk rekent hij voor ons de verschillende varianten door voor de situatie in Engeland. Het boek heeft internationaal gezag gekregen, en is gratis te downloaden via withoutthehotair.com. Jos Wassink 'vertaalde' de tabellen die Mackay maakte voor de Nederlandse situatie onder de titel *Kan Nederland wel duurzaam?*, te downloaden van de site van TUDelft.

Sietse, veel succes.

Noten

1. www.zonnekrachtcentrales.nl
2. www.gezen.nl
3. www.desertec.org/en/concept
4. www.solarmillenium.de

Algen: een panacee voor de wereldproblemen?

Algen zijn 'hot'. Is dit terecht? Biedt het gebruik van algen de wereld oplossingen voor tal van problemen? Wageningen Universiteit meent van wel. Onderzoekers van deze universiteit werken hard aan het nuttig gebruik van deze microscopisch kleine plantjes.

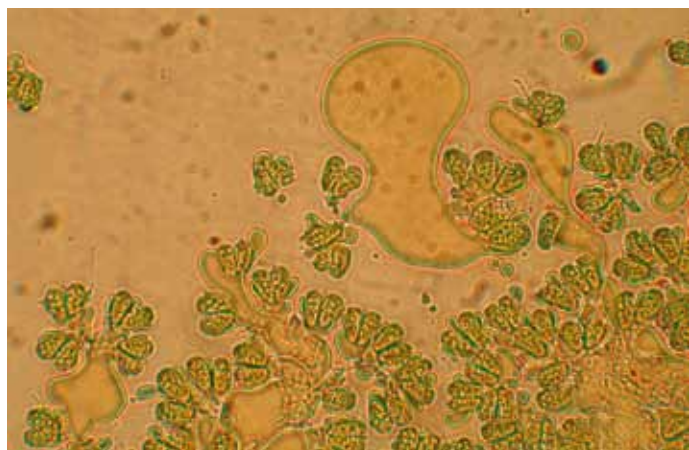
■ **Wouter Schuring** / Comenius Lyceum Amsterdam en **Marcel Janssen** / Wageningen Universiteit

De oceanen en zeeën, onze rivieren, meren en beken, en zelfs de grond zitten vol met microscopisch kleine plantjes: microalgen. Kunnen deze algen een rol van betekenis spelen bij het oplossen van enkele wereldwijde problemen, zoals klimaatverandering, uitputting van fossiele brandstoffen, ontbossing en dergelijke? Bij Wageningen Universiteit vinden ze van wel. Op deze universiteit vindt baanbrekend onderzoek plaats naar het gebruik van deze algen. Technisch gezien zijn de mogelijkheden groot. Het uiteindelijke succes van 'algen' zal in belangrijke mate afhangen van de economische haalbaarheid van algenproductie.

is ruimschoots voorhanden. Sterker nog: wereldwijd maakt men zich grote zorgen over de alsmatig toenemende uitstoot van dit broeikasgas. Algen produceren stoffen die gebruikt kunnen worden in de voedingsindustrie zoals voedingssupplementen of diervoer. Stel nu eens dat de wereldwijde ontbossing ten behoeve van de teelt van soja als eiwitrijk veevoer gestuit kan worden: dat is pure winst. In het recente verleden ging veel aandacht gaat uit naar bètacaroteen, een pigment dat als antioxidant gebruikt kan worden. Wellicht is de potentiële productie van omega-3-vetzuren nog belangrijker. Immers deze meervoudig onverzadigde

vervangen. Dit zou al binnen tien tot vijftien jaar realiteit kunnen worden. Alle Europese auto's, vrachtwagens, bussen en vliegtuigen zouden op biodiesel kunnen rijden of vliegen.

Er moeten voor die tijd nog heel wat problemen worden overwonnen. Om die ambitie voor wat betreft biodiesel waar te kunnen maken, moeten er bassins worden aangelegd met een oppervlakte ter grootte van Portugal. Dat is nogal wat. Er is ruim 9 miljoen hectare bassin nodig voor de productie van 0,4 miljard kubieke meter biodiesel. Voldoende zonlicht is ook van belang. In Zuid-Europa is dat geen probleem, maar in een land als Nederland wel. Toch heeft het aanleggen van algenbassins in ons land wel degelijk toekomst voor de waterzuivering of voor kleinschalige productieprocessen. Onder Portugese omstandigheden zou een hectare microalgen 40 duizend liter biodiesel kunnen opleveren. Daarbij gaan de Wageningse onderzoekers uit van de huidige opbrengst bij conversie van zonlicht in biomassa. Tot 3% is momenteel haalbaar; in theorie is maximaal 9% mogelijk.



*Botryococcus alg met olieafscheiding.
Foto: Wageningen Universiteit*

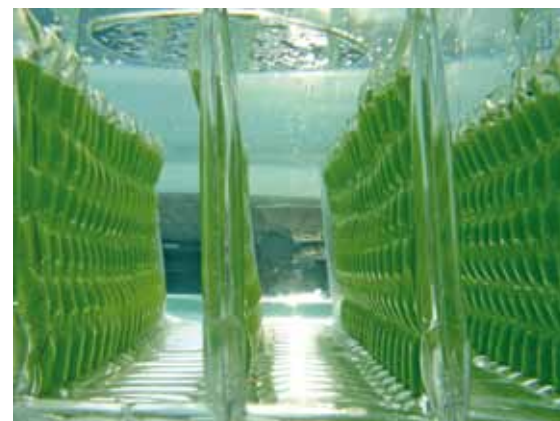
Twee hoofdlijnen

Bij het gebruikmaken van algen zijn twee hoofdlijnen te onderscheiden. In de eerste plaats is er het nut van algen met betrekking tot de voedingsindustrie voor dier en mens. In de tweede plaats is er het nut van algen voor de productie van grondstoffen voor de bulkchemie als wel de productie van biobrandstoffen zoals biodiesel.

Een bioreactor gevuld met algen kan in de toekomst schimmels en gist vervangen als metabolietenproducent. Zonlicht is gratis (energie) en het broeikasgas CO₂

vetzuren worden geassocieerd met een kleinere kans op hart- en vaatziekten. Daarnaast kan er uit algen een pigment gewonnen worden waarmee zalm rood gekleurd kan worden. Ten slotte kunnen algen zelf dienen als voedsel voor larven van verschillende soorten vis die door de mens worden gegeten, zoals zeebaars.

Door selectie en veredeling van algen en speciale bassins of gesloten kweeksystemen, ook wel 'fotobioreactoren' genoemd, kunnen algen onze fossiele brandstoffen



Fotobioreactor van Proviron.

Foto: Wageningen Universiteit.

Met de zon als gratis energiebron is een algenreactor potentieel zeer efficiënt. Een plant als geheel heeft in de praktijk echter maar een fotosynthese-efficiëntie van één procent of zelfs minder (dat wil zeggen dat een procent van de zonne-energie wordt vastgelegd in zogenaamde chemische energie in de biomassa). Op theoretische gronden kun je echter uitrekenen dat een fotosynthese-efficiëntie van maximaal 9% haalbaar is. In het laboratorium van de onderzoeksgroep Bioproces-technologie van Wageningen Universiteit hebben ze recent een efficiëntie van ruim 6% gehaald met microalgen in fotobioreactoren onder de gesimuleerde zonlichtinstraling zoals deze is in Zuid-Spanje. Dit zou zich vertalen in een productiviteit aldaar van 160 ton droge stof per hectare per jaar

Wat moet er gebeuren?

In de eerste plaats moet onderzoek nieuwe algensoorten opleveren. Tot nu toe is het genoom van slechts enkele algensoorten in kaart gebracht. Op dit moment is bijvoorbeeld slechts een klein aantal aangepaste soorten gevonden dat oliedruppels ophoopt die geschikt zijn voor het maken van biodiesel. Van deze soorten moet de lipiden(olie)productiviteit verder verhoogd worden en er zijn aanwijzingen dat dit mogelijk is. Kortom: veredelingsprogramma's die al dan niet gebruikmaken van nieuwe biotechnologie zijn hard nodig om de productie van nuttige stoffen door algen op een hoger niveau te brengen. Wageningen Universiteit heeft traditioneel gezien erg veel kennis in huis om productie van planten en dieren op een hoger niveau te brengen. Het is slechts zaak deze inventiviteit te gebruiken voor

Omdat men van elke plaats in Europa weet wat de zonne-intensiteit is, is de keuze van een juiste plek voor een bioreactor vrij gemakkelijk te maken

de ontwikkeling van hoogproductieve algen. Een stap in de goede richting is in ieder geval het met behulp van een flowcytometer en een cellensorteerder het uit de algensoep vissen van individuele algen die meer pigment produceren. Deze technologie wordt nu ook door verschillende laboratoria in de



Fotobioreactor van Subitec.

wereld gebruikt om algen te selecteren die veel lipiden (intracellulaire oliedruppeltje) ophopen.

Spannende tijden

Het zijn spannende tijden voor de Wageningse onderzoekers: als blijkt dat een efficiënte productie door algen mogelijk is, dan is opschalen naar een grotere schaal mogelijk. Omdat men van elke plaats in Europa weet wat de zonne-intensiteit is, is de keuze van een juiste plek voor een bioreactor vrij gemakkelijk te maken. Uit berekeningen is gebleken dat het

grensgebied tussen Portugal en Spanje de ideale plek is voor een bioreactor. Deze streek in Europa krijgt substantieel meer zonne-uren dan de rest van Europa. Er is al interesse getoond door het bedrijfsleven om op die plek een opgeschaalde algenbioreactor te plaatsen.

Foto: Wageningen Universiteit

Ten slotte

De productie van algendiesel wordt door de onderzoekers bij Wageningen Universiteit als het eindstadium van deze nieuwe technologische ontwikkelingen beschouwd. In de eerste plaats streven ze er naar om binnen vijf jaar de algen zo rendabel te kweken dat ze kunnen dienen als voedsel voor kweekvis en gekweekte schelpdieren. Weer vijf jaar later moeten de algen ondermeer efficiënt eiwitten kunnen produceren als voedsel voor dier en mens. Pas daarna is biodiesel een optie. Waarom? Algenteelt moet niet alleen technisch mogelijk zijn, maar ook economisch rendabel. Dat wil zeggen: er moet een technische sprong vooruit gemaakt worden. Systemen moeten goedkoop en makkelijk schaalbaar zijn. Bovendien moet de productiviteit gemaximaliseerd worden.

♦ **Wouter Schuring** is toa op het Comenius Lyceum te Amsterdam Slotervaart.

♦ **Marcel Janssen** is wetenschappelijk medewerker bij de Vakgroep Bioproces-technologie van Wageningen Universiteit te Wageningen.

Kan Nederland wel duurzaam?

Is er wel genoeg duurzame energie beschikbaar om onze levensstandaard in stand te houden zonder fossiele energie? De Britse fysicus David JC Mackay deed heldere berekeningen voor Engeland. Wetenschapsjournalist Jos Wassink rekt hieronder voor Nederland met hem mee. Belangrijk om de discussie in de klas over energie en klimaat bij de feiten te houden.

■ Jos Wassink / Delft

David Mackay, hoogleraar natuurkunde aan de universiteit van Cambridge, heeft met *Sustainable Energy – without the hot air* een praktisch energieboek geschreven. Het viel hem op dat in discussies over duurzame energie ook verstandige mensen niet zelden tot tegengestelde conclusies komen. Volgens Mackay ligt dat aan een eenzijdig gebruik van getallen en eenheden. Dat namelijk alleen die cijfers gebruikt worden die het pleidooi ondersteunen. Mackay bewandelde de omgekeerde weg en sloeg aan het rekenen. De klimaatdiscussies en de

inhoud van boek gratis ter beschikking heeft gesteld¹. De Britse overheid heeft de kwaliteit van zijn analyses onderkend, en Mackay aangesteld als adviseur voor het ministerie van energie en klimaatverandering (DECC). Mackay's boek dient hier als basis om te berekenen of Nederland rond kan komen met duurzame energie.

Reductie

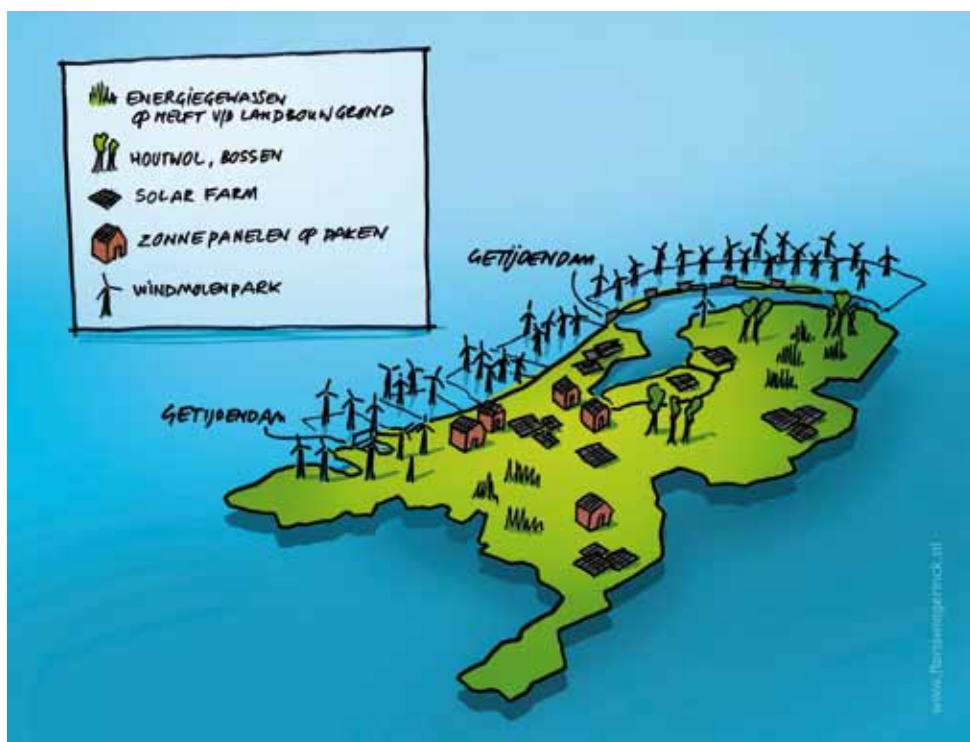
Als we met zes tot negen miljard mensen de klimaatverandering tot twee graden temperatuurstijging willen beperken

stof meer in 2050. We moeten de energiehuishouding rond zien te krijgen met meer groene energie. Ofwel: de duurzame energiebronnen en het verbruik moeten met elkaar in balans komen. Omdat we het verbruik van elektriciteit, benzine, warmte en goederen met elkaar willen vergelijken, stappen we over op één gemeenschappelijke eenheid van energie: kilowattuur per dag (kWh/d - het gebruik van een 40 Watt-lampje over 24 uur) en berekenen alles per persoon.

Slimme besparingen

De gemiddelde Nederlander gebruikt 160 kWh per dag, verdeeld over drie ongeveer even grote posten: vervoer (50), warmte + koeling (50) en elektriciteit (60). In 2050 is dat naar verwachting minder. Dat komt voor een groot deel door de elektrificering van de energievoorziening. Een elektrische auto kan dankzij een efficiëntere aandrijving en energierugwinnende remmen vijf keer zuiniger zijn dan een benzineauto (voor details zie het boek p.128). Vliegverkeer daarentegen kan waarschijnlijk nog tien procent zuiniger, maar niet de helft. Mackay gaat er vanuit dat transport als geheel tegen 2050 de helft zuiniger is: 25 kWh/d.

Ook in warmte is een flinke besparing te realiseren. Natuurlijk allereerst door bestaande woningen en andere gebouwen beter te isoleren en nieuwbouw liefst energieneutraal te maken. De verwarming (en de koeling) kan het beste met warmtepompen gerealiseerd worden. Die leveren namelijk voor 1 kWh aan elektriciteit al gauw 3-4 kWh aan warmte. De verhouding tussen geleverde warmte en verbruikte elektriciteit wordt coëfficiënt of performance of Cop genoemd en die bedraagt voor veel warmtepompen ongeveer 3,5. Een



Tekening: Floris Wiegierinck.

economische haalbaarheid schoof hij voor het gemak terzijde. Het resultaat is een uitermate helder en vrolijk boek vol gegevens, tabellen en grafieken over duurzame energie en zonder gebabbel ('hot air'). Fijn is ook dat hij de volledige

in 2050, betekent dat een maximale uitstoot van één ton CO₂ per persoon per jaar. Voor Nederland is dat nu 12,4 ton per persoon per jaar. De uitstoot moet dus met 92% gereduceerd worden. Kortom: helemaal geen fossiele brand-

warmtepomp, die werkt als een omgekeerde koelkast in het kozijn, onttrekt warmte aan de omgeving. Dat kan de buitenlucht zijn, maar beter is het om de warmte aan het grondwater te onttrekken. In het simpelste geval loopt er een slang van de warmtepomp naar een paar meter diepte de tuin in en via een paar flinke lussen weer terug. De drassige Nederlandse bodem en het relatief hoge grondwaterpeil zijn daar ideaal voor. In de zomer kan de pomp voor koeling andersom werken en warmt dan het grondwater op. Mackay denkt dat zo de warmtevraag is terug te brengen tot **38 kWh/d**.

Elektriciteitsgebruik door apparaten blijft even groot (**23 kWh/d**) omdat eventuele winsten door efficiëntere toestellen worden teniet gedaan door de groei van het aantal apparaten. Het totale toekomstige gebruik voor transport, warmte en elektriciteit bedraagt dan $25 + 38 + 23 = \mathbf{86 \text{ kWh/d}}$.

Demagogie

Waar halen we dat vandaan? Je hoort vaak dat de energie van zon, wind en water 'gigantisch' is, en veel groter dan ons gebruik. Dat is een demagogie waar Mackay niet van houdt: hij wil cijfers. Hoeveel energie is er ongeveer te halen uit een windpark, een getijdencentrale of een veld met zonnepanelen? Een enorm onderzoeksprogramma heeft geleid tot een simpel tabelletje met dichtheden van duurzame energievormen. Daarin staat bijvoorbeeld dat een offshore windpark een energiedichtheid heeft van 3 W/m^2 . Dus een 100 MW park is ongeveer dertig km^2 groot. Even controleren: het park Noordzeewind voor de kust van Egmond heeft een (piek)vermogen van 108 MW en meet 27 km^2 . Klopt aardig. Bij het berekenen van het Nederlands potentieel aan duurzame bronnen zullen we dit tabelletje veel gebruiken. Wat we verder nog moeten weten is de landoppervlakte per inwoner: 34.000 km^2 voor 16,7 miljoen inwoners is $2.035 \text{ m}^2/\text{persoon}$.

Windenergie: volgens de tabel bedraagt bij een gemiddelde windsnelheid van 6 m/s de energiedichtheid 2 W/m^2 . Volgens de windkaart van Nederland voldoet ongeveer twee vijfde van Nederland daaraan, vooral Zeeland, Noord-Holland, Friesland en Noord-Groningen.

Energiedichtheid per oppervlakte eenheid land of water

Wind:	2 W/m^2
Offshore Wind:	3 W/m^2
Getijdenbassins:	3 W/m^2
Getijdenstroming:	6 W/m^2
Zonnepanelen:	5-20 W/m^2
Planten:	0,5 W/m^2
Regenwater (bergen):	0,24 W/m^2
Waterkracht:	11 W/m^2
Geothermisch:	0,017 W/m^2

ter vergelijking: In Marokko wordt nu een CSP-centrale van 500MW gebouwd op een oppervlakte van 12 km^2 , dus 40 W/m^2 (A.P.)

Stel nu dat we twintig procent vol zetten met windmolens, dan levert dat per persoon: $2/5 \times 20\% \times 2035 \times 2 = 325 \text{ Watt}$.

Over een dag is dat $0,325 \times 24 = \mathbf{8 \text{ kWh/d}}$.

Offshorewind: de kuststrook is 450 km lang en 43 km breed (het zogenaamde aangrenzende gebied), dus 19.350 km^2 , of 1150 m^2 per persoon. Laten we een derde van dit gebied vol zetten met offshore windparken en de rest vrijlaten voor scheepvaart en visserij. De energiedichtheid op zee is met 3 W/m^2 anderhalf keer groter dan op land. De opbrengst per persoon: $1/3 \times 1150 \times 3 = 1150 \text{ Watt}$, dat wordt **27 kWh/d**.

Water

Waterkrachtcentrales zijn fantastische energiebronnen in Zwitserland en Noorwegen. In het vlakke Nederland telt deze vorm helaas niet aan. Getijdenenergie kan wel wat opleveren, maar daar zijn grote bassins voor nodig. Eén hebben we er al: de Oosterschelde van 30 bij 6 kilometer: 180 km^2 of 10 m^2 per persoon met een getijverschil van 3 meter. Dat is goed voor 2 W/m^2 , dus 20 Watt. Dat schiet niet erg op. Laten we de Waddenzee indammen, hoewel het getij hier minder groot is (2 meter verschil; 1 W/m^2). De oppervlakte is 2.400 km^2 , dus $140 \text{ m}^2/\text{p}$. Dat levert gemiddeld 140 Watt op. Totaal: 160 Watt uit getijdenenergie, dat is **4 kWh/d**.

We zetten zonnepanelen op alle daken die naar het zuiden gericht staan, dat wordt 10 m^2 per persoon. Gemiddeld vermogen van de zon in Nederland: 110 W/m^2 . Het rendement van de zonnepanelen stellen we op 15 procent (goedkope doen 10, dure 20). Dat levert op: $110 \times 10 \times 15\% = 165 \text{ Watt} \rightarrow \mathbf{4 \text{ kWh/d}}$.

Laten we, nu we toch bezig zijn, er ook 10 m^2 zonnecollectoren bij zetten voor warm water. Rendement vijftig procent. Dat levert $110 \times 10 \times 50\% = 550 \text{ W} \rightarrow \mathbf{13 \text{ kWh/d}}$ warmte.

Landbouw

Opbrengst brandhout is slechts $2035 \times 10\% \times 0,2$ (=dichtheid) = 40 Watt $\rightarrow \mathbf{1 \text{ kWh/d}}$ warmte. Dan zetten we de helft van de landbouwgrond (22 procent van Nederland) vol met energiegewassen. Die hebben met $0,5 \text{ W/m}^2$ een iets hogere opbrengst. Dat levert op: $50\% \times 22\% \times 2035 \times 0,5 = 110 \text{ W} \rightarrow \mathbf{2,7 \text{ kWh/d}}$.

Tot slot kunnen we nog extra zonnepanelen in de wei zetten (het gras levert te weinig op). In Duitsland zijn er al 'solar farms'. Laten we eens vijf procent van het land met zonneweiden vol zetten. We gaan uit van goedkope panelen met tien procent rendement: $5\% \times 2035 \times 110 \times 10\% = 1,1 \text{ kW} \rightarrow \mathbf{26 \text{ kWh/d}}$. Alles bij elkaar levert dit radicale groene plan $8+27+4+4+13+1+3+26 = \mathbf{86 \text{ kWh/d}}$.

Hoera! Dat is precies wat we nodig hadden.

Zeshonderd windparken op zee, negen maal meer windmolens op land dan nu, de helft van de akkers vol olifantengras en de Waddenzee ingedamd. Een waanzinnig plan? Zeker. Maar waar halen we anders de energie vandaan? Kernenergie? Zonneparken in de Sahara? Minder mensen? Of toch onze levensstijl aanpassen? Het is hoog tijd de feiten onder ogen te zien en plannen te maken die aantelen. Mackay heeft voor die discussie een krachtig middel geleverd.

Dit is een ingekorte versie van een artikel dat eerder verscheen in *Delta*, blad van de Technische Universiteit Delft. Auteur ir. Jos Wassink is senior science editor *Delta* en *Delft Integraal*. Bewerking voor NVOX door Arnoud Pollmann. (*Delft Integraal* is gratis aan te vragen door docenten vo.)

Noot

1. McKay, Davis J.C. (2008). *Sustainable energy - without the hot air*. Cambridge. Gratis te downloaden via: www.energywithouthotair.com.

Zonne-energie in ontwikkelingslanden

Twee miljard mensen ter wereld hebben geen toegang tot elektriciteit. Energie is een duidelijke voorwaarde voor armoedebestrijding in ontwikkelingslanden. Nederland heeft zich ertoe verplicht om uiterlijk in 2015 in totaal 10 miljoen mensen van moderne vormen van energie te voorzien. Een motiverende context voor lessen natuur- en scheikunde, in vijf voorbeelden uit de hele wereld.

■ **Arnoud Pollmann / redactie NVOX**

Op vele plaatsen in de wereld zijn voorbeelden van succesvolle projecten met het gebruik van zonne-energie uit fotovoltaïsche cellen (PV-panelen). Grote voordelen: eenmaal geïnstalleerd is het licht gratis, niet vervuילend en praktisch zonder onderhoud. Een paar lampjes in de avond verbeteren het leven van zeer veel mensen.

Vijf voorbeelden.

Verlichte scholen in Kenia

In de tropen is het om zes uur 's avonds donker, dan gaat het licht uit. In de scholen kan niet meer gewerkt worden. Dat is erg jammer, vooral voor de kinderen van de twee hoogste klassen van de basisschool. Zij moeten immers binnenkort het belangrijke examen doen om naar de middelbare school te kunnen, en juist 's avonds hebben de leraren gelegenheid om hen extra training te geven.

Op honderd scholen in Noord-Kenia is daar de laatste jaren verandering in gekomen. Deze scholen hebben elektrisch licht. Het licht komt uit accu's die overdag worden gevoed door een aantal zonnepanelen op het dak. De resultaten zijn bijzonder. Op de eerste deelnemende scholen stegen de schoolresultaten van de leerlingen met zo'n 30%. Het hoofd van één van de scholen toont trots de bokaal die zijn school heeft gewonnen voor de beste resultaten in de regio. Het succes heeft gezorgd dat andere scholen ook een aanvraag indienden. Hopelijk zullen over een aantal jaren alle 350 basis- en middelbare scholen uit de omtrek, een gebied van 200 bij 300 km rond het Baringomeer, 's avonds licht hebben. Mobiele telefoontjes kunnen worden opgeladen, en radio en computeraansluitingen zijn

mogelijk. Voor een school van 200 leerlingen zijn ongeveer 6 onderhoudsarme panelen nodig van 30 x 100 cm. In twee klassen zijn dan bijvoorbeeld 4 PL-lampen van ieder 10 Watt, en in de docentenruimte nog eens twee van ieder 6 Watt.



De directeur van deze school in Kenia toont trots de prijzen die zijn school heeft gewonnen voor de beste resultaten in de regio.

Het succes is te danken aan vier goede, cultureel aanvaarde uitgangspunten:

- De ouders betalen mee, zij zijn zo tevreden dat ze graag bereid zijn de opstartkosten van circa 20 euro te betalen, voor hen een aanzienlijk bedrag.
- Verplichte bewaking en onderhoud, dat kost de ouders één euro per maand.
- Een goede cursus voor de onderhoudsman (meestal een leraar).
- Jaarlijks toezicht door iemand van de stichting die het beheer voert, en die eigenaar blijft van de panelen. Deze stichting wordt bestuurd vanuit Nederland, in uitstekende samenwerking met de Keniaanse leiding.

Het meeste geld wordt in Nederland ingezameld, onder andere uit acties op scholen (zie de kaders).

'Zoncontainers' voor Zuid-Afrika

Zeecontainers zijn hier slim omgebouwd. Deel de 12 meter lange container op met schotten, zaag er ramen en deuren in, zet zonnepanelen op het dak, en vier of vijf beginnende bedrijfjes krijgen er een prima modern onderdak. Een belangrijk onderdeel van het project is dat de startende ondernemers worden getraind in basale ondernemersvaardigheden. Tot nog toe zijn er zes containers omgebouwd en verspreid geplaatst in Kwazulu-Natal. Het project is opgezet door Novib en Nuon, samen met een Zuid-Afrikaans energiebedrijf in duurzame energie, met subsidie vanuit Nederland. Zie voor meer informatie de Novib-site, www.novib.nl/id.html?id=6988.



Help een school met energie: een oproep

Scholieren in ontwikkelingslanden hebben baat bij een betere leeromgeving. Zoals in dit artikel naar voren komt, is energie daarbij een belangrijke factor. Stichting ETC in Leusden geeft uw school de mogelijkheid om een zonnenergiesysteem op een plattelandschool in een ontwikkelingsland te financieren, om zo met uw leerlingen een steentje bij te dragen aan deze verbetering. Om de link met uw leerlingen te versterken ontvangt u een fotoverslag van de installatie op de school. Stichting ETC en haar partners voeren projecten uit op het platteland in ontwikkelingslanden. Wij komen daarbij veel scholen tegen die de meest elementaire energievoorziening ontberen. Het merendeel van deze scholen is niet in staat om zelf moderne energie aan te schaffen. Vanuit onze maatschappelijke betrokkenheid faciliteren wij door middel van het *EASE Direct Support programma* graag (en voor niets) uw steun aan een van die scholen.

Indien u meer informatie wilt over Direct Support, kunt u kijken op www.ease-web.org, of contact opnemen met Stichting ETC. Ook zal er een artikel over EASE Direct Support verschijnen in een volgend nummer van *NVOX*. Stichting ETC, Maaïke Snel/Catrin Hohmann, ease@etcnl.nl, 033-4326074.

2000 x zonne-energie in Kiribati

Kiribati ligt middenin de Pacific en bestaat uit 17 bewoonde eilanden. Deze atollen liggen ver verspreid over de immense Stille Zuidzee. Tarawa, het hoofdeiland van Kiribati, heeft sinds een halve eeuw elektriciteit. Drie sterk verouderde turbines wekken ieder 1 MW op en voorzien een ziekenhuis, regeringsgebouwen en huishoudens van stroom. (Deze stroom is echter wel drie keer zo duur als in Nederland.) Mede door de aanwezigheid van elektriciteit is de bevolking op dat smalle atol in een halve eeuw gegroeid van 3.000 tot 36.000 zielen, hetgeen forse problemen voor de hygiëne en de drinkwaterwatervoorziening veroorzaakt. De regering probeerde daar, met steun van de EU, wat aan te doen door



Een van de huishoudens met PV-systeem, in Taratai op het atol Noord-Tarawa.



De accu van deze lamp is opgeladen door een zonnepaneel. 's Nachts kun je ermee op kreeftenjacht gaan. De lamp is een goed alternatief voor de huidige gevaarlijke en dure lampen die werken op vergassing van kerosine.

zonne-energie systemen op de verre eilanden te plaatsen.

Eerstende 130 enorme, intensief gebruikte, dorpshuizen aan de beurt. Het plaatsen van één tot drie energiezuinige lampjes van 11 watt maakt de avonden veel aangenamer voor een groot deel van het dorp. Later kwamen circa 1800 huishoudens aan de beurt en daarna de scholen. In ieder huis leven gemiddeld 20 personen. Het leven wordt gemakkelijker met betrouwbaar en goedkoop kunstlicht, video, muziek via cassettedeck en radioverbindingen (tv is op Kiribati onbekend). Het systeem (fabrikaat BP) bestaat uit een of twee zonnepanelen van 0,5 m²,



Trotse huisvader toont de bergplaats van de accu.

ieder goed voor 50 watt bij 17 volt. Daarnaast zijn een lokaal gemaakte omvormer, een accu, en drie aansluitpunten voor 7 of 11 watt lampjes. Het systeem kan worden uitgebreid met omvormers voor gebruik van video (220 V).

Onderhoud

Het geheim achter het succes is dat de systemen eigendom blijven van het bedrijf, terwijl de gebruikers verantwoordelijk zijn voor de lampen. Het onderhoud wordt gedaan door een onderhoudsmonteur op ieder eiland, die maandelijks langskomt. Deze 'solarman' heeft een hoge status, zoals als de burgemeester, zo belangrijk vindt iedereen het. De familie betaalt maandelijks 6 euro. Dit is een stuk minder dan het bedrag dat vele families moeten uitgeven voor – gevaarlijke – kerosine en dieselolie voor de vaak dure, en snel wegroestende, generatoren die op de eilanden nu elders in gebruik zijn.

100.000 solar home systems in Bangladesh

Mohammed Yunus, de uitvinder van het microkrediet en Nobelprijswinnaar, heeft de laatste jaren grootse plannen gerealiseerd om een groot deel van de verre uitgestrekte en geïsoleerde gebieden van

In vijf jaar tijd zijn bijna 100.000 dorpen voorzien van solar home systems

Bangladesh te voorzien van elektriciteit. Grameen Shakti heet het project, energie voor de dorpen.

In vijf jaar tijd zijn bijna 100.000 dorpen voorzien van solar home systems. Belangrijk onderdeel van het project zijn daarnaast de introductie van biogas, en simpe-



Een van de duizenden huishoudens in Bangladesh die elektrisch licht kregen.

le oventjes. Dankzij dit project heeft bijna een half miljoen mensen op het platteland een beter leven. Kinderen kunnen 's avonds hun huiswerk maken, ouders kunnen bijverdienen door hun marktstalletjes, café's, rijstmolens en winkeltjes langer open te houden. De gezondheid van vrouwen en kinderen gaat vooruit, omdat de hinderlijke en gevaarlijke rook van de houtvuurtjes verdwenen is. De ziekenhuizen van de dorpen hebben nu een koelkast op zonne-energie, belangrijk voor het goed houden van medicijnen. Meer informatie: gtz.de/en/presse/17523.htm.



Rwanda. In Kigali, de hoofdstad van Rwanda in Midden-Afrika, zijn wel vijf verschillende bedrijven bezig met installatie van PV. Hier zijn het vooral ziekenhuizen, scholen en districtskantoren in de buitengebieden die veelal met buitenlandse financiële steun worden geëlektrificeerd.

Een districtskantoor nabij de grens met Tanzania krijgt een aparte 'power plant'. Op het dak worden liefst 80 panelen van 50 bij 100 cm gelegd. In het gebouwtje komen de regelapparatuur, de ruim honderd accu's, en de omvormers naar 230 volt.

Suggesties voor de lessen natuur- en scheikunde

1. Zoek op hoe het zit met de beschikbaarheid van zonne-energie. Zie bijvoorbeeld www.hollandsolar.nl/zonnestroom.
2. Hoe groot moet een paneel zijn om een computer in Midden-Afrika te laten werken?
3. Hoe moet een paneel geplaatst worden?
4. De zwakke plek aan een PV-systeem is de accu. Waarom is de accu van een auto – hoewel veel gebruikt – eigenlijk niet zo geschikt?
5. Wat voor soort onderhoud moet aan een autoaccu gedaan worden?
6. Hoe werkt een onderhoudsvrije accu? (antwoord: op basis van gel)
7. Kan zonne-energie in Nederland ook goed gebruikt worden?
8. Welk type panelen zijn er op de markt en wat zijn de respectievelijke voordelen daarvan? (Antwoord op de eerste vraag: op basis van silicium: amorf silicium, monokristallijn, polykristallijn.)
9. Welke ontwikkelingen zijn er in de nabije toekomst te verwachten op het gebied van zonnecellen?
10. Waarom verwacht men dat de prijzen flink zullen dalen?

Interessante sites zijn verder ook:

www.zonnestroomproducenten.nl (zoekterm: zonnestroom)

www.mansolar.nl/technologie.htm (over niet-siliciumzonnecellen)

www.solarnow.nl

Een van die scholen die betrokken zijn bij het project in Kenia is het Vossiusgymnasium te Amsterdam. Daar worden lessen verzorgd over zonne-energie, en geld ingezameld voor de betrokken scholen in Kenia. Het plan is dat dit jaar tien leerlingen van het Vossius een reis zullen maken naar Kenia om de projecten te bezoeken.

Impressies van ASE-conferentie 2011

In NVOX van februari beschreef ik een aantal interessante presentaties op deze grote conferentie van docenten natuurwetenschappen, georganiseerd door de ASE, de Engelse NVON. Hier volgen er nog een paar.

CoReflect

Onder de naam *CoReflect* is een Europese samenwerking tot stand gekomen van instituten en scholen uit acht landen, rond wetenschap in de samenleving, onder de titel *socio-scientific debates*. Wetenschappers werken erin samen aan een aantal leeromgevingen, waarin leerlingen geconfronteerd worden met grote thema's als biotechnologie, genetische manipulatie, duurzaamheid, opwarming van de aarde, vervuiling van rivieren. Allemaal rond onderzoeksvragen, en effectief gebruik van het internet. We zagen elf projecten kort beschreven. Vanuit Nederland wordt meegedaan door Universiteit Twente. Zie www.coreflect.org.

Science in Society

In NVOX is eerder geschreven over *Science for Public Understanding*, SPU. Tegenwoordig heet dat *Science in Society*. Je zou het kunnen zien als het Engelse anw-programma, met een paar grote verschillen. In Nederland is anw nu verplicht op het vwo voor *alle* leerlingen, juist ook bedoeld

om leerlingen die geen natuurwetenschap meer volgen, toch inzichten mee te geven over de rol die natuurwetenschappen in de samenleving hebben, terwijl het Engelse materiaal ontwikkeld is als keuzemateriaal op AS- en A2-niveau, dat wil zeggen voor leerlingen die al natuurwetenschappen op vwo-niveau volgen. Verder heeft men daar een ruimere keuze gemaakt in onderwerpen; ook thema's als opwarming van de aarde en energievoorziening in de toekomst maken deel uit van het curriculum. Mooie inspirerende boeken, ontwikkeld door het Nuffield centrum van de Universiteit van York door onder anderen Robin Millar en Andrew Hunt, te bekijken op www.scienceinsocietyadvanced.org. Met veel 'anw'-opdrachten, vrij als pdf te downloaden, vanaf genoemde site, kijk vervolgens naar AS of naar A2, en vervolgens onder *teaching-and-learning*.

Twenty First Century Science

Hetzelfde team uit York heeft vanaf 2000 ook het programma *twentyfirstcenturyscience* ontwikkeld. Zo'n 25% van de leerlingen volgt dit programma. Het lesmateriaal is aan uitstekend gekozen contexten gekoppeld. Er is ook plaats voor belangrijke onderwerpen als aardwetenschappen, astronomie, nanotechniek, genetische manipulatie en duurzame energie. Ieder hoofdstuk eindigt met *ideas*

about science, waarin leerlingen leren nadenken over de achtergronden, over de keuzes en discussies die erachter zitten. Leerlingen leren hier dus niet alleen de science die nodig is, maar ze leren ook nadenken over de betekenis ervan in de wereld. Je kunt rustig zeggen dat dit mooi geïntegreerd anw-materiaal is. De *hamvragen* zoals 'hoe weet je dat iets waar is' en 'mag alles wat kan?' komen op een logische manier aan de orde.

Zie www.twentyfirstcenturyscience.org.

In Engeland krijgt een methode, heel anders dan bij ons, een licentie van een *examboard*, waarvan er een drietal zijn. Zo eist OCR (Oxford Cambridge and RSA Examinations) dat er iedere vijf jaar een herziening plaatsvindt, en de eerste versie van het nieuwe materiaal werd op deze conferentie gepresenteerd. Deels als 'draft' te downloaden van: www.twentyfirstcenturyscience.org/?q=content/get-your-september-2010-early-start-resources.

Nog even terzijde wat betreft die *examboards*: het blijft voor ons Nederlanders een beetje vreemd om op de tentoonstelling bij de stand van een van de *examboards* (AQA) een reep chocola aangeboden te krijgen met de tekst: '*this can help produce happier candidates*'.

■ Arnoud Pollmann, redactie NVOX



Het prachtvak anw mag op dit moment dan een ondergeschoven kindje zijn op sommige scholen: de argumenten waarom er tien jaar geleden zo hard aan gewerkt is, die staan nog paalvast boven water. Het gaat immers om kennis en meningsvorming van jonge mensen over belangrijke wetenschappelijke ontwikkelingen. Onderweg in de metro van Londen zag uw verslaggever hoe het Engelse publiek moeilijke ethische anw-vragen worden voorgelegd. 'Mag alles wat kan?' is hier de hamvraag.

Inhoud

A.

Hoe weet je of iets waar is?
Wat is natuurwetenschap?

pag 1. Hoe weet je of iets waar is?
pag 3. Pseudowetenschappen in de klas.
pag 6. Vereniging tegen de kwakzalverij.
pag 8. Slechte lucht of zwakke weerstand?
pag 11. Wat vind jij daar nou van?

B.

Waar komt wetenschap vandaan?
Geschiedenis van de natuurwetenschappen.

pag 13. Tussen natuurlijke magie en wetenschap, over
v. Helmont
pag 16. Ontdekking van atomen en electriciteit.
pag 18. Cosmetica in de Romeinse oudheid.
pag 20. Gouden Eeuw van de Islam.
pag 23. School is interactief theater, Dirk.v.Delft
pag 25. Jacobus Henricus van 't Hoff
pag 27. Debye en de naziperiode.

C.

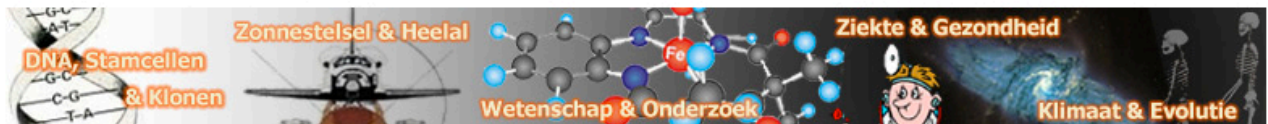
Wetenschap in actie
Hoe gebruik je kennis? Mag alles wat kan?

pag 29. Selma de Mink, vrouw tussen de sterren.
pag 31. Natuurwetenschappelijke vakken op het vwo.
pag 34. Think Universe.
pag 36. Van koe tot koelkast: wetenschap bij het ontbijt.
pag 38. De Jonge Akademie on Wheels, Essentie van
wetenschap in de onderbouw
pag 40. Reset the future, een wereld in balans.
pag 42. Docenten over Jet-Net.
pag 44. Een volledig duurzaam gebouw.
pag 48. Sietse de Haan en zijn passie voor zonne-
energie.
pag 51. Algen: een panacee voor de wereldproblemen?
pag 53. Kan Nederland wel duurzaam?
pag 55. Zonne-energie in in ontwikkelingslanden
pag 58. Impressies ASE-conferentie. ANW in het
buitenland

*Deze bundel is gemaakt ter gelegenheid van de
natuurwetenschappendag voor docenten,
in het Boerhaavemuseum Leiden,
op 5 oktober 2012
Het zijn 25 overdrukken van artikelen uit NVOX,
jaargangen 2010-2012, te gebruiken als inspiratiebron
en achtergrond bij lessen ANW.
Samenstelling: Arnoud Pollmann, redactie NVOX-ANW*

Actuele artikelen over de natuurwetenschappen voor ANW en de natuurwetenschappelijke vakken

Natuurwetenschap in het Nieuws



Natuurwetenschappen in het Nieuws is een krant opgemaakt uit recente natuurwetenschappelijke artikelen uit verschillende tijdschriften en internetbronnen.

De krant is bedoeld om in het onderwijs te gebruiken bij het vak ANW, maar is ook zeer geschikt als informatieve aanvulling bij biologie, natuurkunde en scheikunde. De artikelen in de krant zijn ingekort, maar in het archief vind je de complete artikelen.

Sinds nr 48 wordt de krant mede samengesteld door leerlingen.

Nummer 50 is uit sinds: september 2011, dus [download](#) hem direct!

www.natunieuws.nl

Poll

Ik gebruik natuurwetenschap in het nieuws op school bij het vak:

- ☐ ANW
- ☐ Natuurkunde
- ☐ Scheikunde
- ☐ Biologie
- ☐ Anders

Start datum: 11-9-2007

[Stem!](#)

