



Een terugblik



van 2017



tot 2007

Tien jaar nlt!

Er zijn al weer 10 jaar voorbij na de oprichting van het vak nlt en het is de moeite waard om terug te kijken!

In deze bundel is een groot deel van de nlt-publicaties in *NVOX* opgenomen en wel in omgekeerde volgorde: die van 2017 tot de oudste van rond 2007.

Duidelijk is dat nlt zich in die tien jaar ontwikkeld heeft tot een volwaardig vak.

De Sectie NLT van de NVON beveelt ze u dan ook van harte aan.

De Vereniging NLT heeft het initiatief om tot deze publicatie te komen van harte ondersteund.

Als je door de stukken heen bladert, stijgt er een gepaste trots in je op en verschijnt naarmate je bij de oudere artikelen komt een glimlach van herkenning en erkenning op je gezicht.

Onze dank gaat uit naar alle auteurs en naar de redactie van *NVOX* die toestemming gaf tot publicatie van de artikelen in deze bundel, naar Harrie Jorna die de artikelen verzamelde en naar Harriet Koning die de publicaties tot één geheel verwerkte.

Henry van Bergen, voorzitter,
Harm Smit, plaatsvervangend voorzitter
van de Sectie NLT van de NVON



Gezichtsbedrog autospiegels?

Mij is al vaak het volgende al autorijgend opgevallen, maar ik heb er geen verklaring voor.

Rijdend op de autoroute naar Frankrijk op de middelste rijbaan zie ik via mijn binnenspiegel een auto tamelijk snel op mij afkomen in dezelfde middenbaan. Ik overweeg zelfs naar de rechterbaan van de drie banen te gaan met 130 km per uur, terwijl ik op dat moment zelf wilde gaan inhalen. Zo gezegd zo gedaan. De auto die mij nu gaat inhalen op de middelste baan staat zo ongeveer stil als hij naast mij rijdt. Dat zie ik in mijn

buitenspiegel. Zodra hij mij gepasseerd is, verdwijnt hij met grotere snelheid. Dat zie ik dan door de voorruit. Ik gebruik cruisecontrole en houd dus een constante snelheid aan. Dat verwacht ik ook van de man/vrouw die mij inhaalt en passeert. Is dat waargeno-

men verschil in snelheid gezichtsbedrog of heeft dat te maken met de spiegels? Ik dacht Harrie Jorna weet vast alles van spiegels.

Maarten Foeken

Aanstekers zijn beschrijvingen van opmerkelijke feiten die uitnodigen tot een nadere beschouwing. Zie hiervoor pagina 221 in dit nummer van *NVOX*.

Bijdragen aan deze rubriek zijn welkom. Zend uw Aanstecker aan redactie@nvon.nl

Gezichtsbedrog autospiegels!



Figuur 1

Je inschatting van de snelheid door je voorruit is gewoon juist en die via je binnenspiegel dus ook, vanwege zijn cruise-control. Via de buitenspiegel is er kennelijk wel vertekening. Ik veronderstel daarom dat je buitenspiegel bol is en dus verkleint. Zie figuur 1. In het bolle stukje zijn de auto's kleiner. Als je hele

buitenspiegel bol is, heb je een beter overzicht op alle verkeer achter je: je ziet meer auto's. Maar hun afstand lijkt groter en daardoor vergis je je in de *verandering* van die afstand. Een vlieg-machine gaat supersnel, maar door zijn grote afstand, lijkt hij langzaam te gaan.

Ik fiets op een lang fietspad langs een weg met

bomen op regelmatige afstanden met in de verte een bocht. Zie figuur 2. Ik tel hoe lang het in de verte duurt voor een auto van boom tot boom rijdt: een eeuwigheid voor zo'n 'kippeneindje'. En ik tel hoe lang het duurt voordat diezelfde auto, dichtbij gekomen, van boom tot boom rijdt: schijnbaar supersnel, maar het duurt evenveel



Figuur 2

tellen! Dus in je bolle buitenspiegel lijken auto's langzamer te gaan omdat ze verder weg lijken.

Nog even dit: hoe zie je een nadering? Proefje: kijk met één oog naar je vuist en beweeg hem naar je toe. Je ziet hem groter worden, daarbij geholpen door de onbeveeglijke achtergrond. Dit laatste vertaalt zich in een makkelijker te constateren links-rechts-onder-boven-beweging. In je binnenspiegel wordt je achterligger angst-aanjagend 'spiegelvullender'. In je bolle buitenspiegel is je achterligger veel kleiner en verder van de rand.

Harrie Jorna

Geobiologische thermometer

Hoofdlezing nlt-conferentie

Met een combinatie van de vakken biologie, scheikunde, natuurkunde en geologie heeft een team van wetenschappers onder leiding van Stefan Schouten van het NIOZ en de Universiteit van Utrecht een verband kunnen leggen tussen de temperatuur op wereldschaal en de koolstofdioxideconcentratie in de atmosfeer door middel van een membraanstofje van microben.

Wat een prachtige combinatie van disciplines! Ik ben wel heel benieuwd wat voor een man hierachter zit. Ik vraag aan Rian Jansen (secretaris Vereniging NLT) of hij op zijn foto lijkt. "Ja, precies", zegt ze, "daar zit hij met zijn grijze trui aan." Ik ben benieuwd wat voor jongen hij vroeger was en vraag hem naar zijn oudste herinnering. Die stamt uit zijn tijd op de kleuterschool. Er waren twee soorten kleurpotloden: met mooie fijne punten en andere, wat 'bonkerigere'. Met de eerste had hij graag willen werken, maar dat mocht niet van de

juf. "Jammer", vond hij. Hij kon toen dus al reflecteren over zijn gebruik van potloden! Tot en met de lagere school in het Laakkwartier in Den Haag had hij maar twee meesters. Van één van hen leerde hij schaken.

Zijn latente interesse in de chemie werd manifest toen hij een experimenteerdoos kreeg. De mooiste proef vond hij de chemische vulkaan: de explosieve thermolyse van ammoniumdichromaat (zijn ouders en hij hadden toen nog nooit van carcinogeen chroom(VI) gehoord...). En het meest schokkende experiment was toen hij de eettafel bijna had doen ontbranden; gelukkig beperkte de schade zich tot het smelten van een stuk formica van het tafelblad.

In de derde klas leek de scheikunde als vanzelf bij hem naar binnen te stromen en de keuze om Chemische Technologie te gaan studeren aan de TU Delft was dan ook niet verbazingwekkend.

Zijn multidisciplinaire promotiestudie voerde hij uit op het NIOZ (Koninklijk Nederlands Instituut voor het Onderzoek der Zee), maar tijdens zijn lezing geeft hij aan dat er nu van alle disciplines een specialist op Texel is en dat hij van hen alles heeft geleerd, naast zijn scheikunde waar hij al genoeg van wist.

Afvalproduct van mariene microben

In het begin van zijn lezing beschrijft hij hoe enorm hoog het aantal microben in de oceaan is: 10^{31} (een miljoen in iedere druppel) met een gezamenlijke massa van 450 miljard ton! Ter vergelijking: de hele mensheid weegt slechts een half miljard ton.

Soorten microben onder de microscoop herkennen, is onbegonnen werk: je moet DNA-techniek toepassen. Een uiterst



Stefan Schouten

interessant domein van de prokaryotische organismen (eencelligen zonder celkern) zijn de Archaea, die soms 'Oerbacteriën' worden genoemd. Dit domein bevat organismen die het kunnen uithouden bij extreme omstandigheden: temperaturen boven de $80\text{ }^{\circ}\text{C}$, een zuurgraad lager dan 2, een zuurstofloze omgeving of een zoutgehalte zouter dan de Dode Zee: omstandigheden die lijken op die van het begin van het leven. Microben domineren al miljarden jaren de aarde. Sommige Archaea gebruiken NH_4^+ voor hun energie door het te oxideren waarbij nitriet wordt gevormd. In sommige Archaea zijn de apolaire staarten in hun membraan doorverbonden (het zijn dus geen dubbellen), daarmee zijn ze beter bestand tegen hoge temperaturen. Aan hun uiteinden zitten ze als ethers aan elkaar met vier C-O-C-groepen (zie figuur 1): het zijn dus tetra-etherlipiden en de bestudeerde groep heeft 86 C-atomen. Zij onderscheiden zich binnen hun groep door de aantallen cyclopentaanringen in hun ketens: nul tot vier.

Onze oerthermometer

Nu blijkt dat de verhouding tussen de diverse aantallen cyclopentaanringen (de zogenaamde TEX_{86}) maatgevend is voor de temperatuur! Het is een thermometer! Bij hogere temperatuur zitten er meer cyclopentaanringen in. Dat is na te gaan door monsters uit de Arabische Zee te vergelijken met monsters uit de Noordzee. Ook *in vitro* is dit reproduceerbaar en er is een grafiek te maken waarin

de temperatuur is uitgezet tegen TEX_{86} : een puntenwolk waaruit je een mooie rechte lijn kunt afleiden. Ook met behulp van veldmetingen is de methode gekalibreerd.

Terug in de tijd

Met het onderzoeksschip van het NIOZ, de Pelagia, kunnen ze monsters uit de zeebodem boren, waarin ze de tijd terug kunnen aflezen. Je ziet in het boormonster horizontaal allemaal laagjes, vergelijkbaar met boomringen. In monsters vanaf de Midden-Jura komen deze tetra-etherlipiden voor: zo hebben ze de zeewatertemperaturen vanaf 150 miljoen jaar geleden kunnen bepalen. Een kaart met de temperaturen van 50 - 55 miljoen jaar geleden geeft aan dat de temperaturen aan de polen relatief het sterkst stegen tot 24 °C boven normaal! En andere dia laat zien dat er pollen van palmbomen uit die tijd aangetroffen is op de Noordpool.

Warme tijden toen

Het klimaat van de laatste miljoen jaar is eigenlijk relatief 'koud' ten opzichte van de voorafgaande 90 miljoen jaar. Het Midden-Krijt (93,6 miljoen jaar geleden) laat temperaturen zien die meer dan 9 graden boven die van nu liggen. Verder was in het Midden-Krijt de zeewaterspiegel 250 meter hoger dan die van nu en was er een hoge CO_2 -concentratie. De schatting is dat de tem-

peratuurstijging 2 tot 4 graden per verdubbeling van de CO_2 -concentratie is.

Ik heb even niet meegekregen hoe deze CO_2 -concentratie wordt gemeten. Op dezelfde dia staat wel dat er veel vulkanen actief waren. Op internet (Van der Meer, 2014) lees ik dat via de activiteit van de plaattektoniek de CO_2 -concentratie afgeleid kan worden. Als krijtrotsen door plaattektoniek in de

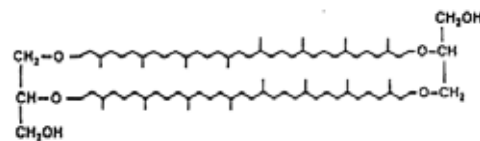
Wat een prachtige combinatie van disciplines!

hete delen van de aarde terechtkomen (door subductie), ontleedt het $CaCO_3$ in het krijt tot calciumoxide en CO_2 . Ik kan me ook heel goed voorstellen dat door die gasontwikkeling een vulkaan ontstaat of uitbarst, die dan dus (extra veel) CO_2 uitstoot.

Na persoonlijke communicatie voegt Schouten hieraan toe dat de CO_2 -concentratie op eenzelfde soort manier als de temperatuur bepaald wordt aan de hand van fossielen. Zo vertellen de koolstofisotoopverhouding in carbonaatkristallen in bodems iets over de CO_2 -concentratie alsook de dichtheid van huidmondjes in bladeren (Kraaijvanger, 2011).

En nu?

Aan het einde van zijn lezing gaf Schouten een meer hedendaagse beschouwing over de samenhang tussen temperatuurstijging en de stijging



Figuur 1. Te zien zijn apolaire ketens (lipiden) van 86 C-atomen en vier C-O-C-groepen: ethers

van de CO_2 -concentratie in de atmosfeer. Het sterke aan zijn onderzoek was voor mij een koppeling van het hedendaagse aan het 'nabije', het diepe en het zeer diepe verleden: dat alles liet dezelfde trend zien. Naar aanleiding van een van de vele vragen uit de zaal, dit keer naar de oorzaak van een mogelijke trendbreuk, bracht hij naar voren dat het ontstaan van gashydraten bij de zeer hoge druk op zeer grote diepten van de oceaan een zeer instabiele vertraging is van de stijging van de CO_2 -concentratie in de atmosfeer. Deze gashydraten kunnen door een relatief geringe aanleiding ontleden met als gevolg een niet te keren dramatische trendbreuk die ook in het diepe verleden meer dan eens tot een klimaatomslag heeft geleid. ●

BRONNEN

- Meer, D. van der, et al. (2014) Plate tectonic controls on atmospheric CO_2 levels since the Triassic <http://www.pnas.org/content/111/12/4380.abstract> Geraadpleegd 19-02-2017
- Kraaijvanger, C. (2011) CO_2 -stijging laat planten minder zweten. <https://www.scientias.nl/co2-stijging-laait-planten-minder-zweten/> Geraadpleegd 26-02-2017

NOTEN

- Zie ook de website over klimaatrendbreuken: <http://tippingpointahead.nl/>
- Interessant in dit kader is ook het pas verschenen boek van Salomon Kroonenberg: *Spiegelzee. De zeespiegelgeschiedenis van de mens*. Een recensie daarvan staat op pagina 206.

Stefan Schouten met zijn 29 specialisten die, ook letterlijk, achter hem staan
Foto: Auke Cuiper



Vereniging NLT

Van en door scholen

Sinds 2007 wordt het vak Natuur, Leven en Technologie (nlt) aangeboden op het voortgezet onderwijs. Nu, bijna tien jaar later, is de Vereniging NLT opgericht, waardoor het interdisciplinaire bètavak écht eigendom van scholen is geworden.

Nlt is een keuzevak in de bovenbouw van havo en vwo en wordt sinds 2007 aangeboden bij een groot deel van de middelbare scholen in Nederland. In het vak komen onderwerpen aan de orde uit verschillende bèta-disciplines: natuurkunde, scheikunde, wiskunde, biologie en aardrijkskunde (fysische geografie). Uniek is dat hierdoor het vak samen gegeven wordt door een team van docenten met een bevoegdheid in één van deze vakken. Niet alleen levert dit meer samenwerking op tussen de docenten, ook biedt dit leerlingen de gelegenheid te ervaren hoe verschillende disciplines gecombineerd worden. Tijdens het jaar volgen leerlingen verschillende modules die de scholen zelf kiezen uit een moduledatabase (gecreëerd door de Vereniging NLT) om zo een pakket samen te stellen dat aan het examenprogramma voldoet. De modules gaan over actuele onderwerpen en zijn speciaal voor nlt gemaakt door teams, waarin docenten uit het voortgezet onderwijs samenwerken met experts uit het hoger onderwijs, de wetenschap en het bedrijfsleven. Daarnaast focust nlt ook op vaardigheden, zoals presenteren, werken in groepsverband en practica, en geeft het extra aandacht aan de maatschappelijke relevantie van de onderwerpen en loopbaanoriëntatie. Bij dit vak komt de loopbaanoriëntatie beter uit de verf dan bij de monovakken. Contact met het beroepenveld is een doel van nlt. Diverse beroepen komen aan de orde. Die worden het beste in beeld gebracht in excursies of gastlessen.

Ontstaan van nlt

Het vak nlt is tot stand gekomen bij de formulering van de vernieuwing in het bèta-onderwijs. Er bleek behoefte aan een

vak dat de inhoud van de monovakken combineert en zo verdieping en verbreding van de kennis van de leerlingen oplevert. De opzet van het vak werd door een stuurgroep gecoördineerd. Na tien jaar zit hun werk erop. Het vak heeft een plaats veroverd in het curriculum van scholen. Het wordt aangeboden als examenvak, met alleen een schoolexamen.

De Vereniging NLT

Aan het begin van 2016 is de Vereniging NLT opgericht om te garanderen dat het vak blijft bestaan op het huidige hoge niveau. Er ontstond een, door de stuurgroep gecertificeerd, pakket van circa zeventig modules over allerlei actuele onderwerpen. Er zijn modules speciaal geschreven voor het havo en andere voor het vwo. Dit pakket zal nu door de Vereniging NLT beheerd en up-to-date gehouden worden. En deze continuïteit is belangrijk.

In de discussie over het onderwijs van de toekomst 'OnsOnderwijs 2032' onder leiding van de commissie Schnabel, bleek dat er meer interdisciplinair gewerkt zal gaan worden en er in de scholen meer aandacht moet komen voor vaardigheden van de 21^{ste} eeuw. Hierbij is nlt expliciet genoemd als een goed praktijkvoorbeeld. De meeste scholen waar nlt gegeven wordt, zijn lid geworden van de vereniging. Het bestuur van de vereniging bestaat uit acht personen afkomstig uit het vo, waaronder schoolleiders, uit het ho en uit het bedrijfsleven, allen met ervaring met nlt. Het echte werk wordt gedaan door twee medewerkers die het Bureau NLT bemannen: Jeroen Sijbers en Johan Gademan. Beiden zijn vanaf het begin betrokken bij nlt. De stuurgroep

werd gefinancierd vanuit het ministerie van OCW, maar nu moeten de scholen de kosten voor de activiteiten van de vereniging zelf opbrengen.

Moduledatabase

Het kapitaal van de vereniging bestaat uit de moduledatabase. Voor het beheer wordt nauw samengewerkt met de Steunpunten NLT van de regionale vo-ho-netwerken. Dit zijn netwerken waarin uitwisseling van kennis plaatsvindt tussen scholen voor voortgezet en hoger onderwijs. Ze zijn gevestigd op universiteiten en hogescholen. De medewerkers zijn deels gedetacheerd vanuit vo-scholen en er zijn medewerkers uit het ho bij betrokken. Elke vijf jaar wordt het modulemateriaal gecontroleerd via een zogenaamde APK. Zijn de onderwerpen nog actueel genoeg en is de inhoud nog correct? Werken de links naar internetsites nog? Zijn er zodanig veel op- en aanmerkingen uit de scholen gekomen dat er een vernieuwde versie moet komen? De coördinatie van de steunpunten is een belangrijke taak van de vereniging. Ook het initiëren van nieuwe modules wordt door de vereniging opgepakt. Nlt wordt op elke school net iets anders gegeven, onder andere omdat er verschillende modules gekozen worden. Een module, zoals *Ruimte voor de rivier* is in de omgeving van Nijmegen geheel aangepast aan de stroomlijning van de Waal, terwijl in Limburg de overstromingen van de Maas centraal staan. Bij scholen in de Randstad staat een excursie naar het Van Gogh Museum sneller op het rooster bij de module *Van Gogh onder de loep* dan in Doetinchem, waar een hele dag ervoor uitgetrokken moet worden. De leden van de vereniging willen hoge kwaliteit leve-



ren in de lessen en ze vragen naar feedback op de uitvoering ervan. Tot slot draagt de vereniging zorg voor de (bij)scholing van docenten die vanaf 2017 een verplichte, prominente rol gaat krijgen in het docentschap. Dat kan onder andere op de jaarlijkse conferentie in februari.

Lerarenopleidingen

Aangezien een eerstegraads bevoegdheid in natuurkunde, wiskunde, scheikunde, biologie of aardrijkskunde (fysische geografie) ook de bevoegdheid om het vak nlt te geven met zich meebrengt, wordt er op verschillende lerarenopleidingen aandacht aan nlt gegeven. In Delft staat er bijvoorbeeld gedurende een periode nlt op het programma, waar studenten van diverse vakken samen nlt-modules bestuderen, bewerken of nieuwe modules ontworpen worden.

In de tweedegraadsopleidingen wordt gebruik gemaakt van nlt-modules om contextrijk onderwijs te verzorgen. Bij de HAN in Nijmegen gebruik ik bij de opleiding scheikunde de modules *Moleculaire gastronomie* en *The battle of the genes* bij het onderwerp biochemie.

Slot

Het vak Natuur, Leven en Technologie heeft zijn rol in het voortgezet onderwijs gevonden en is verankerd door de Vereniging NLT, van en door scholen. Het heeft zijn plaats naast natuurkunde, (gesteund door de Nederlandse Natuurkundige Vereniging, NNV), biologie (het Nederlands instituut voor Biologie, NiBi), wiskunde, scheikunde (de Koninklijke Nederlandse Chemische Vereniging, KNCV) en aardrijkskunde (het Koninklijk Nederlands Aardrijkskundig Genootschap, KNAG) bewezen. De vereniging maakt net als de NNV deel uit van de Stichting Innovatie Onderwijs in de Bèta-wetenschappen en Technologie (IOBT).

Voor meer informatie over nlt, het pakket aan modules, het lidmaatschap van de Vereniging NLT en de conferentie kunt u terecht op de website: www.betavak-nlt.nl Natuurlijk kunt u ook contact opnemen met de sectie NLT via de sectiepagina van de NVON-website. Het bijwonen van een vergadering is altijd mogelijk. We vergaderen 5 à 6 keer per jaar op woensdagavond in Amersfoort. ●

Grenzen verleggen met nlt

Verslag nlt-conferentie 2017

Deze tiende nlt-conferentie werd voor het eerst door de Vereniging NLT in samenwerking met de NVON-sectie georganiseerd. Ruim 150 docenten togen op 2 februari naar Garderen. In de openingsspeech vertelde de voorzitter Pieter Hogenbrink onder andere dat nu 154 scholen lid zijn van de Vereniging NLT. Hij benadrukte tevens het unieke karakter van het vak.



Harrie Eijkelhof (links) reikt voor de laatste keer certificaten uit. Hier aan de auteurs van *Van Gogh onder de Loep*: Klaas Beute, Adrienne Vreugde en Ange Taminiau
Foto: Saskia van der Lei, Flitsend Beeld

De openingslezing werd gegeven door prof. Stefan Schouten. Zie hiervoor NVOX 04 van dit jaar.

De middaglezing van Bert Schroen van Hogeschool Zuyd te Heerlen ging over hbo-beleid. Hij schetste de betekenis van het omzetten van nieuwe kennis naar praktische technische zaken met maatschappelijke relevantie. Binnen de technische hbo-opleidingen spelen maatschappelijke aspecten een steeds grotere rol. Ook constateerde hij een toename aan vrouwelijke studenten. Hij beklemtoonde de grote betekenis van nlt voor het studiesucces van havisten die een technische opleiding gaan volgen.

Twee workshoprondes

Van de in totaal twintig workshops volgden Harrie Jorna en ik er vier:

1. Bij de workshop *De Vereniging NLT* werden door de voorzitter Pieter Hogenbrink de volgende beleidspunten behandeld:
 - onderlinge visitaties ten behoeve van de kwaliteit van het vak;

- ontwikkelen lesmateriaal en uitkomen bronnenboek vakdidactiek;
 - punt van zorg: voor dit schooljaar is er geen overheidsfinanciering van de vaksteunpunten (RSP's);
 - knelpunt: de beperkte keus aan havo-modules per domein.
 - het eventueel ontwikkelen van nlt-achtige modules voor de onderbouw
- Van dit laatste gaat een wervende werking uit doordat leerlingen ervaren dat *science* spannend en actueel kan zijn.

2. In de workshop *Generieke havo-hbo studievaardigheid* werd de betekenis van nlt voor havo-leerlingen uitgewerkt door Jelle Nauta, coördinator vo-ho Netwerk Noord. Er blijken weinig contacten te zijn tussen havo- en hbo-docenten. Dit is nadelig voor de aansluiting. Vooral studievaardigheden zijn voor doorstromers een bottleneck. In de workshop gingen we aan de slag met de door Jelle geformuleerde tien van deze vaardigheden.

3. In de workshop *Hoe organiseer je nlt als sectie?* kwamen voorbeelden van het Baudartiuscollege uit Zutphen aan bod. Frank Mol en Jan Mulder vertelden dat hun school pre-nlt-modules kent die nu als het vak Mens en Natuur gegeven worden. Ook lukt het ze om taakuren vrij te maken voor het inwerken in nieuw te geven modules, en is er in het lesrooster een 'gat' gecreëerd waar de sectie in verder mag roosteren.

Punten uit de discussie:

- Er wordt weinig gebruikgemaakt van de ondersteuning van de RSP's.
- Nogal wat url's uit modules werken niet meer. Tip: zie Google History Archive Function.
- 5-havo-instromers naar 6-vwo instromen blijken geregeld een kennisachterstand te hebben. Tips: stop alle 4-vwo-stof in vrij-

ruimtemodules. Via het pta de instromers vrijstellen.

- 'Niemand' geeft 100% van een module.
- Nlt-budgetten variëren van € 1500,- tot € 7000,-. Men 'schuift' geld tussen de secties.

4. De workshop *Onderlinge visitatie binnen de Vereniging NLT* werd door slechts vijf mensen bezocht. Er werden voorbeelden genoemd van School aan Zet en van het UNESCO Schoolprofiel. De deelnemers gaven commentaar over de *do's* en de *don'ts*. Twee scholen waren bereid mee te werken aan een pilot van de Vereniging.

Nieuwe certificaten

Harrie Eijkelhof reikte vijf nieuwe certificaten uit voor nieuw ontwikkelde modules: *Leven met Robots*, *Satellieten en Aardobservaties*, *Schat je Risico*, *Van Gogh onder de Loep* en *Digital Security*. Bovendien kregen acht bestaande modules een hercertificering.

De nieuw gecertificeerde modules zijn alleen toegankelijk voor lidscholen.

Etalageronde

Het verslag van leerlingen van de SG Amersfoortse Berg die naast nog negen andere stands (waaronder 3D-hologrammen en een robotauto) de etalageronde verzorgden, zal de kern zijn van een NVOX-artikel: 'Leerlingen over nlt'.

Bekijk voor presentaties de website van 'Bètavak NLT'. ●

BRON

- A.Cuiper (2015) Microbiologie, in lesmodule *Koolhydraten in Moedermelk*. Redactie E.Teuling en J.Apotheker. (RUG aug 2015)

"NLT is best een successtory"

Tien jaar geleden stond Berenice Michels met enkele anderen aan de wieg van nlt. Vanuit SLO werkte ze als projectmedewerker bij het Landelijk Ontwikkelpunt NLT (LOP). Vijf jaar later werd het LOP opgevolgd door het Landelijk Coördinatiepunt NLT en werd Berenice projectleider NLT en secretaris van de Stuurgroep. Nu NLT verder gaat zonder overheidssubsidie, zijn scholen gezamenlijk verantwoordelijk voor het vak via de Vereniging NLT. Een mooi moment voor Berenice om terug te kijken op bijzondere momenten in de ontwikkeling van nlt.

Berenice vertelt: "In 2007, meteen al bij de start, besloten 170 scholen nlt aan te bieden. We hadden nooit verwacht dat er zoveel zouden meedoen, we dachten aan 20 tot 25 scholen. Het gaf een zekere druk: er moesten voldoende modules op tijd af zijn. In september 2007 waren er vijf voor havo en drie voor vwo gecertificeerd. Daarmee konden de scholen het eerste jaar vooruit. In 2010 moesten er 20 havo- en 30 vwo-modules zijn. Ook dat is gelukt.

De moduleontwikkeling was een mooi proces. We hadden een golfmodel bedacht met vijf golven: bij iedere golf startte de ontwikkeling van ongeveer tien modules. Voor elke module was er een ontwikkelteam met docenten uit het vo en experts uit het ho. Bij de tweede golf hadden we van de eerste geleerd wat wel en wat niet goed ging en konden we dingen bijstellen. Zo kwamen we erachter dat we een té rooskleurig beeld hadden gehad van 'de docent als natuurlijke ontwikkelaar van lesmateriaal'. Toen hebben we workshops georganiseerd over het schrijven van modules en deze verplicht gesteld voor de ontwikkelteams.

Streepje vóór

In de tweede periode, toen het LOP veranderde in het Landelijk Coördinatiepunt NLT, waren er naast de ontwikkelteams andere

werkgroepen van docenten. Die gingen met een specifieke vraag aan de slag, zoals 'Wat is het competentieprofiel van een nlt-team en van een nlt-docent?' Een andere werkgroep boog zich over leerlijnen. Eén van de uitdagingen bij nlt is hoe je een doorgaande leerlijn trekt door een verzameling van losse modules. Ook nu zijn er nog werkgroepen actief, zoals een werkgroep die bezig is met het ontwikkelen van module-overstijgende opdrachten, waarmee leerlingen beter duidelijk kunnen krijgen wat ze hebben gedaan en geleerd. Een modulelijst zou als 'plusdocument' een rol kunnen spelen bij de decentrale selectie van studenten. Leerlingen die geneeskunde willen studeren, kunnen bijvoorbeeld een streepje vóór hebben als ze één of meerdere medisch gerichte nlt-modules hebben gedaan en kunnen aantonen wat ze ervan geleerd hebben.

Meer samenwerking

Nlt is op veel fronten vernieuwend geweest voor het onderwijs. Gezocht werd naar nieuwe leervormen, zoals excursies, gastsprekers, lessen op de universiteit, videolessen, e-modules, multimediale modules. Niet alles nam een even hoge vlucht, maar binnen nlt kon het wel allemaal uitgeprobeerd worden. Het meest in het oog springend is dat je nlt alleen vorm kunt

geven met een interdisciplinair team. Op veel scholen maakt de toa volwaardig deel uit van het team, evenals vaak tweedegraders naast de verplichte drie eerstegraders. Het feit dat de teams interdisciplinair zijn, heeft ertoe geleid dat er meer samenwerking is ontstaan tussen docenten van verschillende vakken, ook buiten nlt om. Docenten ontdekken soms dingen van elkaars vakken, die ze eerder niet kenden, zoals overlap in de lesstof.

Expertise van buiten

Ook de modules werkten vernieuwend. Er is expertise van buiten de school binnengebracht evenals actualiteit op het gebied van natuurwetenschappen en technologie. Verder heeft nlt aangetoond dat je interdisciplinair onderwijs vorm kunt geven met de monovakken als basis. Nieuw was ook dat al het lesmateriaal digitaal en gratis en vrij beschikbaar kwam: tien jaar geleden al besloot het LOP om het lesmateriaal uit te geven onder een Creative Commons Licentie. Vernieuwend is ook dat nlt docenten ruimte geeft, met name omdat er geen centraal examen is. Ze hebben veel keuzevrijheid binnen de randvoorwaarden van het nlt-examenprogramma en kunnen de modules geven die ze interessant vinden of waar ze veel van weten. Ook voor leerlingen is





◀◀ Het LOP in 2010 van links naar rechts, boven: Jan Jaap Wietsma, Jenneke Krüger, Berenice Michels, Brechje Hollaardt, Wilma Elferink, onder: Hannah Wielenga, Johan Gademan, Dirk-Jan Boerwinkel

◀ Hannah Wielenga, Berenice Michels en Brechje Hollaardt in overleg tijdens de workshopmiddag in 2007 voor moduleontwikkelaars



◀ Berenice Michels geeft een workshop op landelijke conferentie NLT 2013

het belangrijk dat docenten hun enthousiasme voor een bepaald onderwerp en hun expertise op een bepaald gebied in het vak aan hen kwijt kunnen.

Kwaliteit

Vanaf het begin hebben we ingezet op instrumenten om ondersteuning te bieden bij kwalitatief goed NLT-onderwijs en daar richtlijnen voor te geven. Zo hebben we een kwaliteitsmonitor met criteria over het gebruik van gecertificeerde modules, teamteaching, excursies en toetsing. Als school kun je scoren op deze monitor en zien wat je goed doet en wat je kunt verbeteren. Alle modules worden bekeken door experts voordat ze gecertificeerd kunnen worden. NLT-scholen kunnen zich laten registreren – wat ze bijna allemaal doen – en geven daarbij aan dat ze de kwaliteitscriteria kennen en nastreven. Deze criteria houden in:

- het werken met een team met minimaal drie eerstegraads docenten van verschillende disciplines;
- het gebruiken van gecertificeerde modules;
- het bieden van tijd voor na- en bijscholing aan docenten;
- het geven van tijd voor het NLT-team om te overleggen;

- het deelnemen aan evaluatieactiviteiten;
- variatie in toetsvormen.

Het stokje overnemen

Het heeft me veel voldoening gegeven dat over het geheel genomen nlt best een successtory is geworden. De subsidie van de overheid voor de ontwikkeling en verankering van nlt stopt nu. Het is ook echt tijd dat nlt zelfstandig verder gaat en dat de nu ruim 200 NLT-scholen het stokje overnemen. Dat ze zeggen: wij worden verantwoordelijk voor hoe NLT eruit ziet, voor wat belangrijk en wat minder belangrijk is. Daarom is gekozen voor het oprichten van een Vereniging NLT, waarvan alle nlt-scholen lid kunnen worden. Om universiteiten, hbo's en bedrijfsleven betrokken te houden en de breedte van nlt te behouden, komt er een bestuur met niet alleen schoolleiders, maar ook met mensen van universiteiten, het hbo en het bedrijfsleven. Bij geen enkel vak ligt de eindverantwoordelijkheid bij scholen. Dat er zoiets nog niet bestond, maakt dat sommige scholen zich afvragen of ze lid zouden moeten worden. Natuurlijk, de modules die er nu zijn, staan gewoon online. Maar er moet wel onderhoud aan gepleegd kunnen worden en er moeten nieuwe ontwikkeld kunnen worden. Bovendien gaat de meerwaarde van nlt verder

dan de NLT-sectie: het gaat ook om schoolontwikkeling en om doorgaande vernieuwing en verbetering van het onderwijs in de bètavakken, dat alles via NLT.

Onderlinge visitatie

Alle scholen die nlt aanbieden als examenvak, zouden lid moeten worden van de vereniging. Volgens mij moet je dat ook gewoon willen als school. Je moet niet willen dat andere scholen voor jou de beslissingen nemen en dat je er niet over kunt meepraten. Mooi is het dat er een systeem komt van onderlinge visitaties tussen scholen: NLT-scholen gaan naar elkaars onderwijs kijken, elkaar ondersteunen en hiermee ook de kwaliteit bewaken. Die uitwisseling tussen scholen is er nu nog niet, daar kan de vereniging iets doen waar wij niet aan toe kwamen.

Tot de zomer zal SLO de start van de Vereniging NLT ondersteunen; daar zal ik bij betrokken zijn. Ik voorzie een mooie toekomst voor de Vereniging NLT en wens de scholen toe dat ze deze successtory met veel plezier vervolgen." ●

Foto's: John Voermans van VVB Voermans

Wie is op het NVON congres Jeroen Sijbers



Simulatie van de effectiviteit van een vaccinatie

De workshop 'Vaccinatiepracticum in de klas' wordt op het congres op 20 april gegeven door Jeroen Sijbers. Voor velen, vooral uit de richting van biologie, scheikunde of nlt geen onbekende.

Wat wil je dat mensen van je weten?

"Ik ben 31 jaar, ik werk nu vijf jaar voor de WUR, daarvoor studeerde ik er biotechnologie, maar tijdens mijn master deed ik een vakdidactisch onderzoek.

Ik was derdejaars student toen ik ontdekte dat ik iets met onderwijs wilde doen. Mijn passie daarvoor ontstond toen ik een jaar lang langs scholen reisde met het DNA-onderzoek: in twee maanden tijd bezochten we 22 scholen. Voor veel docenten was dat onderzoek ook nieuw. Toen ontstond ook de vraag: Hoe geven we nieuwe kennis een plek in het onderwijs? Als afstudeerproject heb ik nlt-materiaal ontwikkeld en getest op scholen.

Na mijn afstuderen begon ik bij het nlt-steunpunt in Wageningen, eerst als auteur later als projectleider. Dat groeide op een organische wijze door tot projectleider van het bètasteunpunt.

Er gebeurt zoveel moois binnen de universiteit dat heel goed aansluit bij allerlei vernieuwingen. Dat is de drive die ik heb bij de WUR en sinds kort ook bij het nlt-bureau: het leggen van dwarsverbanden. De grenzen tussen de monovakken vervagen en in Wageningen is eigenlijk inmiddels ieder onderzoek multidisciplinair."

Wat heeft je keuzes bepaald?

"Soms maak je geen keuzes, dan rol je ergens in. Zo zit ik nu in het nationaal comité van de Science Olympiade. Daar volg ik Agnes Legierse op. Ik vind het prachtig om mensen die met de ontwikkeling van het onderwijs in andere landen bezig zijn, te ontmoeten. Het is zo stimulerend om te ontdekken hoe men in andere landen met de materie omgaat. Het organiserende land maakt de opgaven en ieder land kan er zijn zegje over doen. De passie van de mensen viel me daar heel erg op. Dat leidt tot heel interessante discussies."

Wat was het belangrijkste moment in je carrière?

"Een hoogtepunt is wel toen ik de cheque van minister Bussemaker kreeg voor het projectvoorstel van Bètasteunpunt Wageningen."

Wat zou je onmiddellijk weer doen?

"Een vakdidactisch onderwerp als afstudeeropdracht nemen. In Wageningen ging dat in

eerste instantie niet zo makkelijk, maar dankzij hoogleraar Hans Tramper kon het toch. Hij zei: 'Dat moet kunnen, dus jij studeert af op vakdidactiek.' Daarbij heb ik ook dus geleerd om buiten de gebaande paden op zoek te gaan naar nieuwe mogelijkheden."

Wat zou je nooit meer doen?

"Ik zal nooit meer op een lab gaan werken. Ik ben nu eenmaal niet handig met glaswerk en pipetten en dergelijke." Verder let ik wel op voordat ik weer voor de klas ga staan. Ik werd voor de leeuwen gegooid. Ik heb op die school een jaar rondgelopen en er heeft nooit iemand één les van me gezien. Ik zou nooit meer een baan aannemen zonder enige begeleiding. (Misschien had ik toch eerst mijn bevoegdheid moeten halen.)"

Waren er leraren/mentoren die invloed op je hadden?

"Ik weet nog dat mijn scheikundeleraar een keer zei: 'Jeroen, het zou zonde zijn als jij niet iets technisch zou gaan doen.' Die opmerking is me altijd wel bijgebleven."



Wat was het grootste probleem dat je op je weg bent tegengekomen?

"Het grootste probleem... Ja, dingen kosten altijd meer tijd dat je van tevoren inschat. Zeker als je met docenten werkt. Iedereen heeft zoveel ideeën, iedere keer stellen we nieuwe doelen hebben we hogere ambities, maar die moeten ook haalbaar zijn."

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

"Wageningen is een heel fijne plek om leuke dingen te ontwikkelen en om leuke projecten op te zetten. Het is een ontzettend stimulerende omgeving. In mijn vrije tijd ben in drummer in een orkest. Dat inspireert ook."

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

"Ik wil heel graag projectmatig blijven werken met docenten en zien hoe we kunnen zorgen dat alles wat op bètagebied gebeurt - beter dan we nu al doen - in de klas te krijgen."

Wat verwacht je van de toekomst?

"Ik hoop dat heel veel scholen lid worden van de Vereniging-NLT. want ik zie nlt echt als het vak van de toekomst. Ik spreek ook veel docenten die in nlt het onderwijs gevonden hebben waar ze heel veel energie uit halen. Nlt is echt veel meer dan alleen de modules, mensen halen bedrijven in de school, vragen gastdocenten en ga zo maar door. Ik hoop dat we als nlt-bureau daar een rol in kunnen gaan spelen."

Vind je het noodzakelijk om actief leerlingen te werven voor de exacte vakken?

"Zeker, door de leerlingen te laten zien wat je met die vakken kunt."

Wat kunnen mensen verwachten bij de workshop tijdens het NVON congres?

"Het is een simulatie van de effectiviteit van een vaccinatie met een Elisa test. Hiermee hopen we de immunologie aantrekkelijker te maken. De reacties van docenten zijn tot dusver heel positief. In

het docentontwikkelteam toonden mensen veel belangstelling voor immunologie."

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

"Eeehhmm... Wat is je favoriete vakantie-land? Cuba. Daar ben ik geweest, in die cultuur zit zoveel ritme. Ze leven met muziek, dat is heerlijk." ●

Nlt-conferentie 2016

Een verslag

Op 4 februari was de negende nlt-conferentie. Een historisch moment, want het was voor het laatst dat het Landelijk Coördinatiepunt (LCP) hem (mede)organiseerde. De belangstelling was groot (bijna 200 deelnemers) en de stemming was goed. Daarom een woord van dank aan het LCP en zijn onvermoeibare trekker, prof. dr. Harrie Eijkelhof. Op 6 april aanstaande is er weer een historisch moment: de officiële oprichting van de Vereniging NLT.



◀◀ Rian Janssen, dagvoorzitter, leidt de openingslezing in

◀ Jenneke Krüger op de knieën voor nlt-didactiek

Als het ware inhakend op bovenstaande 'stroomversnellingen' opende de conferentie dit jaar met de lezing 'Over zeebodem en rivierduinen' door prof. dr. Suzanne Hulscher (UT). Men treft op de zuidelijke Noordzeebodem getijdzandbanken aan met hoogten tot dertig meter die ongeveer vijf kilometer uit elkaar liggen en 'gewone' zandgolven van maximaal

tien meter hoog met onderlinge afstanden van een paar honderd meter. Professor Hulscher heeft differentiaalvergelijkingen opgesteld betreffende de vloeistofdynamica, het sedimenttransport en de resulterende bodemveranderingen. Met dit model kan men adequaat voorspellen of de getijdebewegingen zullen leiden tot zandbanken, zandgolven of een vlakke bodem. De nieuwste

modelontwikkelingen betreffen de invloeden van levende organismen. Zo zorgen algenmatten voor het vasthouden van sediment en gravers juist voor het tegenovergestelde effect. Diverse seizoensgebonden biologische activiteiten leveren significant andere modeluitkomsten. Het onderzoek is multidisciplinair: wiskunde, biologie, veldmetingen en hydraulische proefopstellingen. Daarnaast

Harrie Eijkelhof, zichtbaar tevreden met *Logistiek*

De module met de gratis Noordzee-atlassen

is er voor Rijkswaterstaat en de scheepvaart een grote economische betekenis. Door de geanimeerde discussie na de lezing was er nauwelijks tijd voor de koffiepauze.

Van de in totaal 22 werkgroepen heb ik er twee gevolgd:

Vóór de lunch was dat 'docenten, hersenen en leren'. Bètasteunpunt Oost heeft de module *Hersenen en Leren* geactualiseerd. Jan Jaap Wietsma doet bovendien onderzoek naar feedback in de klas, het effect hiervan op leerresultaten en de relatie met hersenprocessen.

De tweede was van Jenneke Krüger. Zij is gestart met het opzetten van een inventarisatie van nlt-didactiek met name van hoe specifiek deze is.

Nlt wordt gekenmerkt door:

- leerlingen nemen een actieve doehouding aan;
- de druk tot consumeren van verplichte lesstof is veel minder dan bij de monovakken;
- de lessen zijn vakoverstijgend;
- zij zijn gericht op kennismaking met beroepen in de maatschappij.

Binnenkort verschijnt hierover waarschijnlijk een boekwerkje dat echter geen handleiding wil heten.

Multidisciplinaire uitdagingen kwamen ook terug in middaglezing: 'Nationale Wetenschapsagenda - *Inspired by technology*' (aangeboden 18 mei 2015) een rapport van

Digitalisering en nanotechnologie: **aanjagers** van de vierde industriële revolutie

TNO, STW, drie technische Uni's en de WUR. Govert Gijsbers van TNO ging in op de volgende vier van de tien essays uit dit rapport dat aansluit bij het industriële topsectorenbeleid:

- *smart industry*;
- de digitale samenleving;

- *personalized health*;
- voeding en gezondheid.

Digitalisering en nanotechnologie staan als aanjagers van de vierde industriële revolutie centraal. Diverse onderwerpen uit het rapport lenen zich uitstekend voor nieuwe nlt-modules.

Tijdens de nlt-markt werden diverse modules gepresenteerd en konden bezoekers mondeling en schriftelijk commentaar leveren: een levendige vorm van feedback.

Harrie Eijkelhof lichtte 's middags de nieuwste organisatorische ontwikkelingen toe en reikte de certificaten uit voor twee nieuwe modules: *Logistiek* en, mooi passend bij de openingslezing: *Noordzee, meer dan een plas water*. ●

NOOT

Voor info over lezingen en diverse werkgroepen zie: <http://betavak-nlt.nl/nieuws/AanmeldingNLTconferentie2016geopend/>

De nlt-module *Brandstof voor het Leven* herzien

De module *Brandstof voor het Leven*, ontwikkeld door en onder beheer van het BètaSteunpunt Wageningen, is een van de oudste nlt-modules. De module kwam dan ook in aanmerking voor een zogenaamde APK-keuring. Op grond hiervan heeft de module een aantal ingrijpende veranderingen ondergaan.

■ Guido Linssen en Jeroen Sijbers / Wageningen Universiteit

De bewerkte module is nu ongeveer tachtig pagina's dik. Dat waren er 137, terwijl bij een APK een maximum van tachtig pagina's wordt aangehouden. De module gaat en ging over fotosynthese. In de oude module kwamen algen slechts bij een van de experimenten aan de orde. In de nieuwe module spelen zij nu de hoofdrol.



Algaeparc, Universiteit Wageningen. Bron: Beeldbank Universiteit Wageningen.

De context

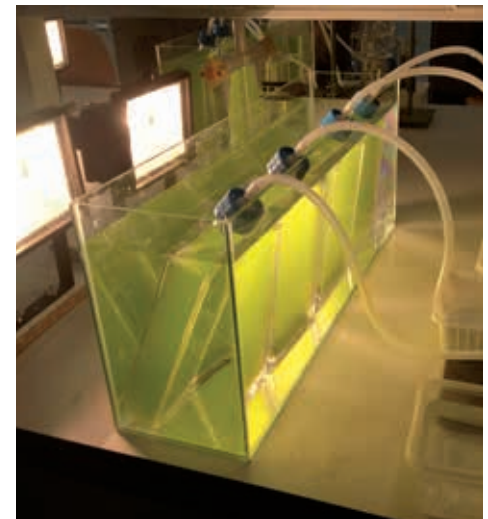
In de inleiding wordt de context geschetst. Deze context is de CO_2 -uitstoot die het vervoer met vliegtuigen met zich meebrengt. Een vliegreis naar Californië bijvoorbeeld. Die is niet zo milieuvriendelijk. Door het hoge brandstofgebruik wordt fors bijgedragen aan de CO_2 -uitstoot. Verder wordt in de inleiding nader ingegaan op het bestaan van kringlopen en de verstoring daarvan. De module bestaat na de inleiding uit drie delen:

Deel A: CO_2 -compensatie

De vraag wordt opgeworpen of het mogelijk is via fotosynthese volledig te compenseren voor alle CO_2 die door het vliegtuig tijdens de reis naar Californië is uitgestoten. In dit deel maken de leerlingen gebruik van chemisch rekenen om de totale uitstoot van CO_2 te berekenen die plaatsvindt tijdens deze reis met een Boeing 747. De leerlingen moeten ook uitrekenen hoeveel extra fotosynthese nodig is om die CO_2 terug om te zetten. Er blijkt dan dat daar in onze gematigde streken een jaar fotosynthese voor nodig is op een oppervlakte van ongeveer 160 m^2 . Een boom planten is dus niet zo heel erg zinvol en zeker niet als dat gebeurt op een plek waar al wat groeit.

In de module wordt vervolgens ingegaan op de vraag of algen een bijdrage kunnen leveren in de strijd tegen het CO_2 -probleem. Tijdens een practicum gaan de leerlingen algenactiviteit onderzoeken met behulp van een eenvoudige opstelling waarbij algen in een kweekfles worden belicht met een bouwlamp. De geproduceerde zuurstof wordt opgevangen in een maatcilinder en dient als indicator voor de omvang van de fotosynthese. Op die manier kunnen leerlingen onderzoeken hoe de algenactiviteit afhangt van factoren als temperatuur en lichthoeveelheid. Met behulp van hun resultaten proberen de leerlingen tenslotte een berekening te maken van het aantal gram CO_2 dat per dag wordt vastgelegd door één liter algensuspensie onder de beste condities

zoals zij die tijdens het practicum hebben gerealiseerd.



Zoveel zuurstof maken algen! Foto: Jeroen Sijbers.

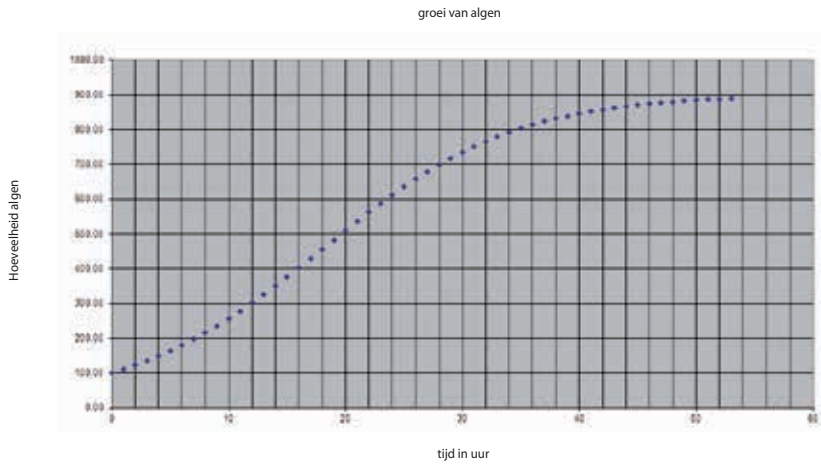
In de module maken de leerlingen kennis met het logistische groeiemodel. In dit model zal de hoeveelheid algen eerst exponentieel toenemen en ten slotte naar een maximale waarde gaan.

de glastuinbouw die geldt als een van de meest innovatieve bedrijfstakken van Nederland. Hier wordt het surplus aan warmte in de zomer gebruikt om het tekort in de winter aan te vullen. Zo zijn er zelfs voorbeelden bekend waarbij de

Deel C: brandstoffen

Deel C gaat over de vraag hoe planten, en algen in het bijzonder, zonne-energie vastleggen in chemische verbindingen en met name in olie. Eerst wordt ingegaan op de vraag hoe in de chloroplasten lichtenergie in de vorm van ATP en NADPH (H^+) wordt vastgelegd tijdens de lichtreactie en hoe vervolgens tijdens de donkerreactie glucose wordt geproduceerd.

Bij dit deel wordt ook practicum gedaan. Met behulp van fijngemaakte spinazie onderzoeken de leerlingen tijdens een practicum het absorptiespectrum van bladgroen en via papierchromatografie worden de bladpigmenten gescheiden. Hierna wordt verteld hoe de algen de geproduceerde glucose gebruiken om brandstoffen te produceren. Hiertoe wordt ingegaan op de cellulaire verbranding en de vetzuursynthese. Tijdens een practicum maken leerlingen biodiesel uit plantaardige olie na een korte uitleg over het onderliggende chemisch proces.



Modeluitkomsten Excel: logistische groei. Foto: Guido Linssen.

Met behulp van de computer en bijvoorbeeld het programma Modelomgeving van Coach kunnen leerlingen de algengroei simuleren. Door een geschikte keuze van de groeiparameters (zoals verdubbelingstijd en maximale waarde) kunnen ze de modeluitkomsten 'fitten' aan de meetresultaten verkregen uit een wat langer lopend groei-experiment.

Deel B: de gesloten kas

Algenproductie verloopt het best bij temperaturen rond de $30\text{ }^\circ\text{C}$. Dergelijke hoge temperaturen handhaven in een gematigd klimaat vereist grote hoeveelheden energie. Om dit probleem te onderzoeken, gaan leerlingen te rade bij

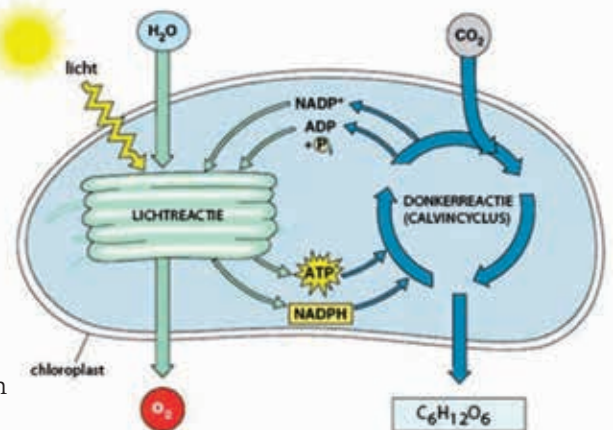


glastuinboer energieleverancier wordt in plaats van energiegebruiker!

Om de CO_2 -uitstoot door een Boeing747 retour Californië te compenseren is een jaar fotosynthese van 160 m^2 nodig

De leerlingen leren hoe je in de zomer warmte aan de kas kunt onttrekken en deze kunt opslaan voor gebruik in de winter. Ze maken berekeningen wat de afmetingen zouden moeten zijn van een netwerk van koperen buizen met koelvloeistof om een kas met een oppervlak van één ha op een zonnige dag in de zomer af te koelen. Daartoe doen ze eerst een practicum waarbij gekeken wordt hoe snel een koperen buis gevuld met heet water afkoelt. Op deze wijze maken ze kennis met de wetten van warmte-transport: geleiding, straling en stroming door en langs een koperen buis. Hier ontdekken ze dat de warmteoverdracht effectiever is naarmate de diameter van de koperen leiding kleiner is.

Op een zonnige dag komt in een broeikas van 1 ha ongeveer 5 à 10 MW aan zonne-energie binnen! Bron: Beeldbank Universiteit Wageningen.

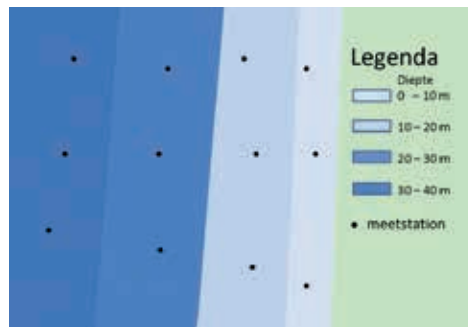


Overzicht fotosynthese, koolstofassimilatie.

Bron: Binas tabel 69A.

Zelfstandige opdracht

De module sluit af met een zelfstandige opdracht. Daarbij kunnen de leerlingen en/of docenten kiezen uit verschillende mogelijkheden al naar gelang de mogelijkheden van de school: de leerlingen ontwerpen een continu-bioreactor voor de productie van algen of een systeem om stralingswarmte op te slaan in een opslagvat.

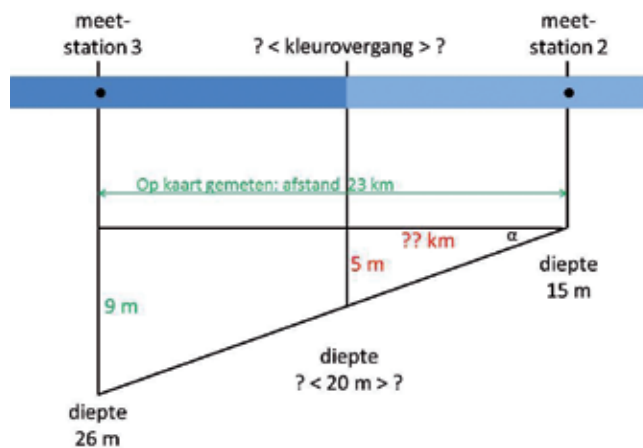


Hoe weet je waar de kleurovergangen zitten terwijl daar geen meetstations zijn?

gang moet komen. Anderen die dáár meer voor voelen bedenken een theoretisch model (een wiskundetekening, zie afbeelding) en voeren daarmee de opdracht uit als een eenvoudige goniometrische berekening of een verhoudingsberekening met gelijkvormige driehoeken.

$$Tg \alpha = 5 \text{ m} : ?? \text{ km} = 9 \text{ m} : 23 \text{ km}$$

waaruit ?? (de afstand van meetstation 2 tot de dan bekende kleurovergang) berekend kan worden.



Wiskundig model voor de bepaling van de kleurovergang bij 20 meter diepte

Vervolgens worden beide methoden en de uitkomsten aan elkaar gerapporteerd en vergeleken. Verderop wordt deze lessenserie iets ingewikkelder:

- Massabalans
- Veranderingen van massa per stof in de waterkolom
- Aantal waterkolommen op een rij (1D)
- Deeltjesdichtheidsvariatie in de z-richting
- Optelsom van oneindig veel modellen
- Pluim
- Lollymodel en wittestreefmodel

“Het is tenslotte vwo-5”, zegt Rob. Maar dat valt reuze mee: van de differentiaalvergelijkingen

worden de oplossingen gegeven zodat ze door differentiëren (tweede helft vwo-4) kunnen worden gecontroleerd. Zo hoeft integreren niet worden beheerst.

Docentenhandleiding en toetsing

De mini-presentaties kunnen een eerste niet-zware beoordeling opleveren in plaats van een cijfer voor het maken van de vragen. Het door u nakijken daarvan zou veel te veel tijd vergen! De docentenhandleiding bevat alle antwoorden op de vragen uit de module. De leerlingen moeten hun eigen verantwoordelijkheid nemen bij het zelf nakijken van hun vragen. Van de lessenseries worden alleen de eerste 200 minuten door alle leerlingen gedaan. Daarna kan een (niet-zwaarwegende) kennis-toets worden afgenomen. De docentenhandleiding is daartoe voorzien van een grote hoeveelheid vragen (26 pagina's!) waarbij steeds het niveau en het te toetsen concept wordt aangegeven zodat u, afhankelijk van wat u al of niet behandeld heeft, daaruit een toets kunt samenstellen.

De module wordt afgesloten met een project over één van de als voorbeeld gegeven mogelijkheden, waaronder de delen van de lessenseries ná de 200-minutengrenzen of een zelfgekozen onderwerp. Eén mogelijkheid, Ontwikkelingen in de Tijd, is volledig als voorbeeld uitgewerkt en vormt de laatste lessenserie.

Daarbij is ook een uitgewerkte PowerPointpresentatie gemaakt als voorbeeld bij de grote presentatie. Deze is opgenomen in de Toolbox.

De eigen grote presentatie kan een zwaarwegende beoordeling krijgen. Daartoe is een uitgebreide beoordelingskit opgenomen in de handleiding.

Ten slotte kan een eindtoets samengesteld worden uit dezelfde vragenvoorraad als gebruikt voor de kennis-toets; maar nu zal gekozen worden uit hogere niveaus en meer samengestelde contexten.

De handleiding van in totaal 80 pagina's bevat ook de nodige tips voor toa's, aangevuld met ervaringen uit de uitproberscholen. ●

NOTEN

1 Cuiper, A. (2016) Nlt-conferentie 2016 NVOX 4, 2016

Dit wordt bewezen in de beginopdracht, waarin Thijs (7 jaar) een fles met flessenpost in het water dropt vanaf de Pelagia, het onderzoeksschip van het NIOZ. De fles wordt gevonden op het Duitse Waddeneiland Sylt. Met behulp van de gegeven reststroom, de schaalverdeling en Pythagoras kan berekend worden dat de fles veel eerder is aangekomen dan alleen op basis van de reststroom mogelijk zou zijn. Hij moet dus de wind mee gehad hebben. De tweede lessenserie *Biologie Noordzee* gaat over

- Primaire productie (chlorofyl-a en andere fytopigmenten, secundaire microbiologische kringloop)
- Lot organisch materiaal (bezinken, koppeling aan sediment, remineralisatie)
- Horizontaal transport richting depositiegebieden (Friese Front, Duitse Bocht, Noorse Geul)
- Zeezoogdieren, vogels, vissen
- Silicaatafzetting: dinoflagellaten, red tides

Modellering Waterkolom Noordzee door Rob

Deze lessenserie begint met de vraag hoe op de kaart (zie afbeelding met in het midden de meetstations 2 en 3) de overgang tussen twee kleuren kan worden aangegeven zonder dat op die plek metingen zijn verricht. Die vraag kan praktisch en/of theoretisch worden aangepakt. Leerlingen die daarvoor voelen, bedenken een tastbaar model voor de diepte (een touw tussen twee statieven), bepalen eenvoudig door proberen met de meetlat waar het (op schaal) 20 meter diep is en ze weten waar de kleurover-

Van Gogh onder de loep

Nieuwe nlt-module

Prachtig: een nlt-module over kunst! We weten allemaal dat Vincent van Gogh zijn linkeroor afsneed. Was hij zo in de war geraakt doordat hij teveel aan zijn penseel met loodverf likte? Caravaggio was hem daarin ruim twee eeuwen daarvóór al voorgegaan. Kun je dat lood nu nog in zijn schilderstukken, niet-verwoestend, aantonen? Met röntgenstraling misschien?

De cover van de module: met een stereomicroscop de beroemde slaapkamer van Van Gogh bekijken Foto: Thomas Fasten



Dingen die mij in de inhoudsopgave bekend vóórkomen, zijn: het levensverhaal van Van Gogh; de anatomie van het oog; complementaire kleuren; verkleuring; microscoop; kijken met strijklucht; infraroodreflectogram; UV-straling; röntgenstraling.

En als laatste, iets wat me even niets zegt: *XRF*. Op dat punt begon ik de module te lezen. *XRF* is *X-Ray Fluorescence* ofwel *Röntgenfluorescentiespectrometrie*: Als een monster bestraald wordt, schiet een elektron van één van de binnenste schillen uit het atoom weg. Het gat kan vervolgens opgevuld worden met elektronen uit de diverse buitenschillen. Zo wordt een spectrogram verkregen dat kenmerkend is voor, bijvoorbeeld, lood. Dat staat in Bijlage 2 van de module: Kennisbasis Natuurkunde. En omdat Pb en Cr op één plek 1 : 1 vóórkomen is het aannemelijk dat chromaatgeel (PbCrO_4) als pigment is gebruikt. Dit staat verder uitgediept in Bijlage 1 van de module: Kennisbasis Scheikunde.



Het schilderij dat leerlingen van de testschool het Canisiuscollege te Nijmegen samen gemaakt hebben

Practicum

Loodchromaat is niet alleen giftig maar door het beruchte Cr(VI) ook kankerverwekkend. Daarom mogen niet alle experimenten door

de leerlingen zelf uitgevoerd worden.

Veilige proeven zijn:

- Kegeltjes en staafjes: opzij zie je alles zwart-wit.

- Nabeelden: introductie complementaire kleuren.
- Verkleuring vaststellen onder invloed van daglicht.
- Ammonia toevoegen aan kopersulfaatoplossing: er ontstaat het donkerblauwe penta-amminekoper(II)complex.
- Een CD bekijken in diverse soorten licht zodat je de spectra ervan ziet.
- Het pigment malachiet maken uit een kopersulfaatoplossing en een sodaoplossing.
- De kleurstof verdigris (koperacetaat) maken.

ANGE TAMINIAU (a.taminiau@slo.nl) is op SLO werkzaam binnen de vakgebieden biologie, nlt en kunst voor de tweede fase.

Ange was onder meer betrokken bij de verankering van het vak nlt.

KLAAS BEUTE (kbeute757@gmail.com), Greijdanus Zwolle, docent natuurkunde en nlt. Hij schreef hoofdstuk 6: Je komt ogen tekort (instrumentele methoden), Bijlage 2 en de toetsvragen op het eind.

ADRIENNE VREUGDE (vre@hetbaarnschlyceum.nl) Zij is toa op Het Baarnsch Lyceum. Zij schreef de voorschriften van de practica, hoofdstuk 5: Kleur en verkleuring en Bijlage 1.

JACQUELINE BOUWMAN (J.Bouwman@rietveldlyceum.nl), Rietveldlyceum Doetinchem, docent wiskunde, natuurkunde en nlt. Zij legde de basis voor hoofdstuk 4: Oog voor Van Gogh (werking oog).

UITGELICHT: VAN GOGH ONDER DE LOEP



Microscopisch is vastgesteld dat Van Gogh dit schilderij echt aan zee maakte: er zitten zandkorrels in (zie detail) terwijl hij die nooit als pigment gebruikte. (Vincent Van Gogh Stichting, 2015)

(Naar de eerste Nieuwsbrief van de nieuwe Vereniging-NLT, 12 juni 2016)

Op 24 mei 2017 heeft de Stuurgroep-NLT de module *Van Gogh onder de loep* gecertificeerd. De module is speciaal voor havo-4 ontwikkeld in nauwe samenwerking met het Van Gogh Museum. Hij past binnen domein E en is binnenkort beschikbaar via de moduledatabase. De module komt onder beheer van vaksteunpunt Amsterdam. Al jarenlang doet het Van Gogh Museum onderzoek naar Van Gogh's atelierpraktijk: hoe hij werkte en zijn materiaalgebruik. De context van de module is die van een technisch onderzoeker in een museum. De module is gericht op drie thema's:

- Kijken: hoe zie je kleur en hoe maakte Van Gogh daar gebruik van?
- Kleur en verkleuring: hoe krijgt verf zijn kleur? Is de kleur die je ziet ook de kleur die van Gogh gebruikte?
- Onderzoekstechnieken: hoe weten onderzoekers dat er onder de verf iets verborgen zit?

Daarnaast is er ook aandacht voor de kunstcomponent. Leerlingen maken samen een schilderij en een bezoek aan het Van Gogh is mogelijk. Er worden verschillende werkvormen aangeboden (flipping the classroom (met de filmpjes), mindmappen, practica) waardoor de module aansluit bij het leergedrag van een havist.

- Geraniumlak maken: eosinerood laten adsorberen aan aluminiumhydroxide.
- Pruisisch blauw maken uit geel bloedloogzout en ijzer(II)chloride (kan ook uit Mohrs zout en rood bloedloogzout).
- Bariumwit (BaSO_4) maken.
- Zelf verf maken met deze pigmenten: ei-tempera of olieverf.
- En ongetwijfeld het aardigste: samen een Van Gogh namaken aan de hand van de opgedane praktische en theoretische ervaring.

Moduleondersteuning

De module wordt ondersteund met een groot aantal verwijzingen naar online-publicaties van onder meer het Van Gogh Museum. De serie van liefst zestien speciaal voor deze module door Jacqueline Bouwman gemoniteerde filmpjes steekt daar weer bovenuit. Ieder filmpje wordt ingeleid door steeds dezelfde intro: een muziekje van Blue Man. In het filmpje (Blue Man, 2007) laat deze groep overduidelijk en grappig met in- en uitschuifbare regenpijpen horen hoe toonhoogte en golflengte met elkaar samenhangen. Dat vind je in de module terug bij kleuren van geconjugeerde systemen zoals $-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-\text{C}=\text{C}-$. Hoe langer ze zijn, hoe groter de golflengte, dus hoe meer roodverschuiving en hoe meer kans op kleur. De filmpjes zijn echter helaas nog slechts gruwelijk weinig keren bekeken. Kennelijk zijn ze door de testschool klassikaal bekeken. Van mij mogen die filmpjes veel vaker geraadpleegd worden!

Hartenkreten van de auteurs

Ange: Deze module met een unieke context is een verrijking voor het vak nlt.

Klaas: De combinatie van kunst en natuurwetenschap rondom deze wereldberoemde schilder maakt de module verrassend en aansprekend. De opdracht om met de klas één van zijn schilderijen na te schilderen, maakt dat er een goede rode draad door de module zit, met veel praktisch werk. Een echte havo-module!

Adrienne: Het leukste aan deze module vind ik de vele practica (logisch als toa natuurlijk) en het maken van het eindschilderij met voor een deel zelfgemaakt pigment en zelfgemaakte verf.

Jacqueline: Het is voor mij echt geweldig dat we een verbinding hebben kunnen leggen tussen kunst en de natuurwetenschappen! De filmpjes: Als je niet kunt ZIEN wat je aan het doen bent gaat het niet leven en worden leerlingen er niet blij of enthousiast van. ●

IN OPDRACHT VAN HET VAN GOGH MUSEUM

Aanleiding voor deze module was de tentoonstelling 'Van Gogh aan het werk' in 2013. Deze ging over het wetenschappelijk onderzoek naar Van Gogh's werkwijze. René Blerk, senior educator van het Van Gogh, is verantwoordelijk voor het educatieve aanbod van het museum voor de doelgroep onder de achttien. Hij zocht voor de verwerking van het multidisciplinaire educatieve materiaal bij deze tentoonstelling contact met docenten natuur- en scheikunde. Dat lukte via SLO, dat het materiaal ideaal vond voor het ontwikkelen van een nlt-module.

Voor wetenschappelijk onderzoek werkt het Van Gogh Museum samen met gerenommeerde partners, zoals Shell, die de beschikking hebben over hoogwaardige apparatuur, zoals een XRF-analyzer. Het Van Gogh Museum heeft bij zijn mooie collectie een bijzonder verhaal te vertellen. Dat kan voor meerdere vakken (waaronder de kunstvakken) als context dienen, waarbij deze vakken projectmatig kunnen worden verbonden. Het Van Gogh leverde alle onderzoeksinformatie over Van Gogh. Daaruit werd, onder de projectbegeleiding van SLO, een afwisselende nlt-module over Van Gogh ontwikkeld, "die ik" aldus René "als kunsthistoricus nooit had kunnen schrijven."

BRONNEN

- Beute, K. et al. (2016). *Lesmateriaal van het Van Gogh Museum over Van Gogh aan het werk*. <http://www.vangoghmuseum.nl/nl/bezoek-met-een-school-of-groep/onderwijs/voortgezet-onderwijs/lesmateriaal/lesmateriaal-van-gogh-onder-de-loep> Geraadpleegd 4 oktober 2016.
- Vincent van Gogh Stichting. (2015). *Vincent van Gogh, Zeegezicht bij Les Saintes-Maries-de-la-Mer, 1888*. Van Gogh Museum, Amsterdam. Ingevoegd detail: zandkorrels in de verf.
- Blue man. (2007). *Blue man Drum Bone*. <https://www.youtube.com/watch?v=aEWEHJuowLA&index=1&list=RDaEWEHJuowLA> Geraadpleegd 4 oktober 2016.

Nlt-ontwikkelingen

De Stuurgroep Verankering NLT heeft afgelopen zomer de 75e nlt-module gecertificeerd: *de Reis met de Beagle*. Zie ook het afzonderlijk artikel hierover in NVOX 2. Deze nieuwe startmodule voor havo is na een lang ontwikkeltraject nu beschikbaar gekomen. Hoe zit het eigenlijk met nlt-modules: wie ontwikkelt ze, hoe en waarom? Wie onderhoudt ze? En hoe? En wat kunt u doen om de kwaliteit ervan te bevorderen?

Er bestaan geen schoolboeken voor nlt: het vak wordt gegeven met speciaal ervoor ontwikkelde modules. Via deze modules komen leerlingen in aanraking met actuele onderwerpen uit de bètawereld en de techniek. Dus onderwerpen die ze ook zouden kunnen tegenkomen als ze in deze richtingen hun studie of beroep zouden kiezen.

Actueel

Ontwikkelingen in de bètawereld en techniek gaan snel. Om nlt up-to-date te houden, is er dan ook actie nodig. Die komt van een viertal partijen. Allereerst is er de Stuurgroep Verankering NLT. Deze Stuurgroep stimuleert het regelmatig ontwikkelen van nieuwe modules en financiert ze soms. Vervolgens zijn er de mensen en instellingen die belang hebben bij de ontwikkeling van een bepaalde module: zij realiseren de ontwikkeling ervan. De derde partij bestaat uit de Regionale Vaksteunpunten NLT. Het is hun taak om de ge-

realiseerde modules te onderhouden en aan te passen aan de nieuwe ontwikkelingen. De laatste partij wordt gevormd door de diverse nlt-teams van de scholen. Door regelmatig een nieuwe module in hun nlt-curriculum op te nemen, blijft het vak in de schoolpraktijk actueel en relevant.

Van ontwikkeling naar certificering

De eerste nlt-modules werden ontwikkeld in schooljaar 2006/2007. Bij de start van nlt in augustus 2007 waren er zeven modules gecertificeerd, zes voor havo en één voor vwo. De eerste Stuurgroep NLT, die in functie was van 2006 t/m 2010, had als opdracht het vak te ontwikkelen en de scholen te ondersteunen bij de invoering ervan. Om dit mogelijk te maken, heeft de toenmalige Stuurgroep de totstandkoming van modules sterk bevorderd. Eind 2010 was het aantal gecertificeerde modules opgelopen tot 25 voor havo en 37 voor vwo: 62 in totaal.

De huidige Stuurgroep heeft een andere opdracht: het *verankeren* van nlt in de Nederlandse onderwijsstructuur. Zij vertaalde dit verankeren bij haar aantreden als een inzet: 'opdat nlt in 2015 een zelfstandig, dynamisch en kwalitatief hoogwaardig vak voor de bovenbouw van havo en vwo zal zijn'. Het ontwikkelen van een aantal nieuwe modules en het onderhouden van de bestaande modules hoort bij die inzet.



32 certificaten in één klap (2010)

Nlt-modules worden ontwikkeld door docenten en inhoudelijke experts samen. Wanneer een module ontwikkeld is, wordt gecontroleerd of deze voldoet aan de diverse certificeringscriteria (zie kader). Is dat het geval, dan certificeert de Stuurgroep de module en komt hij beschikbaar voor de scholen.

PTA genereren met de nlt-database

Het leerlingenmateriaal van alle gecertificeerde modules is vrij beschikbaar via de nlt-site www.betavak-nlt.nl. Het docenten- en toetsmateriaal van de modules staat in de nlt-database. De nlt-contactpersoon van een geregistreerde nlt-school kan deze database via een login downloaden. De nlt-database biedt méér mogelijkheden. Zo kan de nlt-contactpersoon via de database diverse combinaties van modules uitproberen om te zien welke hiervan leiden tot een



BERENICE MICHELS, secretaris van de Stuurgroep Verankering NLT, werkt bij SLO als leerplanontwikkelaar voor de exacte vakken in de Tweede Fase. Ze is van huis uit meteoroloog. Tot 2007 werkte ze als docentnatuurkunde. <https://www.linkedin.com/pub/berenice-michels/14/1bb/847>



curriculum dat voldoet aan het nlt-examenprogramma. Wanneer de gewenste combinatie is gevonden, kan met één druk op de knop een concept-PTA worden gegenereerd. Daarin kan hij de weggingen voor de schriftelijke en praktische toetsen zelf nog aanpassen. De nlt-database biedt ook communicatiemogelijkheden: het LCP verstuurt berichten en nieuwsbrieven via de database naar de scholen en deze kunnen er op hun beurt oproepen op plaatsen en via de database contact leggen met de diverse Regionale Vaksteunpunten NLT.

Het is handig als elke geregistreerde nlt-school zijn curriculum (per niveau en per cohort) in de database vastlegt. Scholen die een bepaalde module in hun programma hebben opgenomen, krijgen namelijk

Met **één druk** op de knop **een PTA** genereren

automatisch via de database bericht als er nieuws over is. Het kan bijvoorbeeld gaan om een nieuwe versie, nieuwe toetsvragen of een nascholingscursus. Op het openbare deel van de nlt-database is te zien welke scholen zich hebben geregistreerd als nlt-school en welke modules ze gebruiken. Dat maakt het

ENKELE CERTIFICERINGSKRITERIA:

Nlt-modules moeten onder meer:

- uitgaan van een actuele, voor de doelgroep interessante bèta- of techniekcontext;
- multi- of interdisciplinair zijn (vwo-modules mogen ook monodisciplinair-verdiepend zijn);
- conceptueel aanvullend zijn op de examenprogramma's van de betrokken monovakken;
- ontwikkeld zijn in een samenwerkingsverband tussen voortgezet onderwijs en een instelling voor hoger onderwijs, een kennisinstituut of het bedrijfsleven;
- getest zijn op een onafhankelijke test-school en van feedback voorzien zijn door onafhankelijke inhoudelijke en didactische experts;
- bestaan uit leerlingenmateriaal, docentmateriaal en toetsmateriaal.

makkelijk om ervaringen of materialen uit te wisselen ten aanzien van excursiemogelijkheden, practica, toetsen, et cetera.

APK: hercertificeren en decertificeren

Iedere gecertificeerde nlt-module is in beheer bij één van de tien Regionale Vaksteunpunten NLT. Zij kunnen doorlopend klein onderhoud plegen aan hun modules: denk aan het updaten van de URL's en het verbeteren van kleine foutjes. Na vijf jaar voeren de steunpunten een uitgebreide keuring uit, de zogenaamde module-APK. Nagegaan wordt of de module nog up-to-date is en welke aanpassingen nodig zijn om de module weer vijf jaar te kunnen gebruiken. Een inhoudelijk expert kijkt naar de module en via de database wordt leerling- en docentfeedback verzameld. Naar aanleiding van deze APK wordt de module herzien en daarna geher-



DEZE MODULES ZIJN IN 2014 GE(HER)CERTIFICEERD:

- Blik op de nanowereld (vwo)
- Reis van de Beagle (havo)
- Spelen met digitale techniek (havo)
- Door de zoete appel heen bijten (havo)
- Het beste ei (havo)
- Technisch ontwerpen in de biomedische technologie (vwo)

Onder andere de volgende modules zijn nu in ontwikkeling:

- Van Gogh (havo)
- Noordzee, meer dan een plas water (vwo)
- Digital security (vwo)
- Delta-technology (havo, waarschijnlijk ondertussen gecertificeerd)
- Automotive (havo, waarschijnlijk ook een vwo-module)
- Logistiek (vwo)
- Van idee tot 3D (havo en vwo)
- Bouwkunde (vwo)

certificeerd. Op de nlt-site kunt u zien welke modules worden herzien of bijgesteld ('in revisie' zijn). Op het informatieblad van een module is te zien of er een hercertificering heeft plaatsgevonden.

Als de module niet meer te actualiseren blijkt, kan de Stuurgroep overgaan tot de decertificering ervan. Tot nu toe is dat één keer gebeurd: met de module *Digitale Technieken*. Ondertussen is er alweer de nieuwe module *Spelen met Digitale Techniek* ontwikkeld: deze is op 9 september 2014 gecertificeerd. Ten aanzien van een besluit tot decertificeren wordt ook meegewogen hoeveel de module gebruikt wordt: hoeveel scholen worden

TOEKOMST

Na 2015 houdt de Stuurgroep Verankering NLT op te bestaan. Daarom wordt gewerkt aan de oprichting van een vereniging of stichting voor en door nlt-scholen. Een belangrijke taak van deze rechtspersoon zal zijn het zorgdragen voor de ontwikkeling, de certificering en het onderhoud van de nlt-modules. Naar verwachting zal dit bekostigd worden uit een bijdrage van scholen voor het lidmaatschap van de nlt-organisatie. Via dit lidmaatschap zouden scholen onder andere recht kunnen houden op de toegang tot de database met de meest actuele versies van de modules en het bijbehorend docenten- en toetsmateriaal.

erdoor getroffen? Deze informatie haalt de Stuurgroep uit de database. Ook daarom is het van belang om in de database het schoolcurriculum vast te leggen.

Gebruikers spelen een essentiële rol bij het onderhoud van modules. nlt-docenten maken vaak aanpassingen aan de modules die ze gebruiken. Als dit aanpassingen zijn die relevant kunnen zijn voor andere gebruikers, bijvoorbeeld het verbeteren van fouten of het herschrijven van een practicum, is het van belang dit door te geven aan het Regionaal Vaksteunpunt dat de module beheert. Zo draagt u bij aan de kwaliteit van het vak!

Meer over een nieuwe rechtspersoon voor nlt kunt u teruglezen in een van de vorige nummers van NVOX. Wilt u meepraten over deze toekomstplannen, neem dan contact op met het Landelijk Coördinatiepunt NLT (LCP) via info@betavak-NLT.nl.

Relevante adressen op een rijtje:

- Algemeen: www.betavak-nlt.nl
- Moduleoverzicht: <http://betavak-nlt.nl/lesmateriaal/modules/>
- nlt-database: <http://betavak-nlt.nl/lesmateriaal/lesprogramma/database/>
- Vaklokaal voor leerlingen (met o.a. recente url-lijsten): <http://www.vaklokaal-nlt.nl>
- Steunpuntenoverzicht: <http://betavak-nlt.nl/ondersteuning/vaksteunpunten/overzichtvsp/>
- Aanmelden nieuwsbrief: <http://www.nlt-database.nl/NieuwsBriefRegistratie.aspx>
- Contact met LCP: info@betavak-nlt.nl ●

kleintje
weten-
schap

Een tankwagen

We hebben allemaal wel eens achter een tankwagen gereden, die brandstof naar een benzinepomp brengt – maar wat is dat eigenlijk voor een wagen waar we dan achter rijden? Shell Venster geeft een antwoord op onze vragen.

Om de pomp van verschillende brandstofsoorten te kunnen voorzien bevat de tank op de wagen vijf compartimenten van 14, 7, 7, 5 en 14 kuub (1000 L). Alle zijn voorzien van elektronische peilstokken, zodat de chauffeur de stand kan aflezen.

Het aluminium van de tanks is 5,2 millimeter dik. De bolle voor- en achterkant waren eerst 8 mm dik, maar zijn dunner gewalst.

Hoewel het aluminium een chassisconstructie overbodig maakt, zijn ter verdeling van de druk op het wegdek zes assen gezet. Dit komt de stabiliteit en manoeuvreerbaarheid ten goede.

Er zit dus ongeveer 47.000 L benzine in de tanks, goed voor het volgooien van 950 auto's.

Maar omdat dit meestal via de benzinepomp gaat, kan een tankwagen gemiddeld 1,6 benzinstation per rit vullen. Grotere stations worden meer keren per dag gevuld.

Dat kan door drie slangen tegelijkertijd, door zwaartekracht die een stroomsnelheid van 550 liter per slang per minuut betekent. De tankwagen kan dus in een half uur leeg zijn. Maar door een beperkte capaciteit van het leidingstelsel ondergronds wordt dat meestal een uur. ●

Bron: Shell Venster04/2014



Clipper Amsterdam in de remake van de reis van de Beagle

De Reis van de Beagle

Nieuwe nlt-startmodule havo gecertificeerd

Van iedere nlt-module worden de auteurs geacht bij certificering een artikel voor *NVOX* te schrijven. Dus bij dezen een artikel over de pas gecertificeerde module *De Reis van de Beagle*: een alternatief voor *Het Beste Ei* als startmodule voor havo. De module is zeer stringent gericht op het aanleren, inoefenen en in de praktijk brengen van de drie nlt-hoofdvaardigheden: onderzoeken, ontwerpen en modelleren.

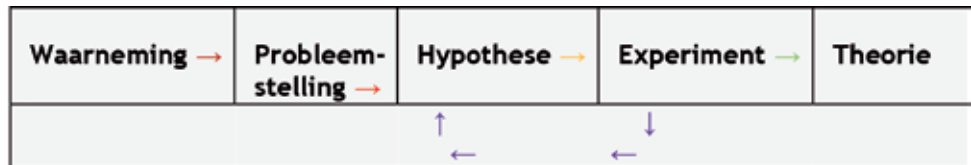
De eerste versie van de module werd geschreven door Hendrik Zijlstra, Bart Pander en Harrie Jorna. Zij hadden in 2011 de opdracht een multimediale module te maken. Dat zij daar volledig in slaagden, bleek uit het commentaar van de testschool: de leerlingen vonden het niet leuk continu achter de PC te moeten zitten! Wij zijn met dat gegeven aan de slag gegaan en de tweede versie is dan ook vrijwel PC-onafhankelijk. Dat wil niet zeggen dat hij niet via de moderne media bestudeerd zou kunnen worden. Marco Mersie, docent nlt aan de stedelijke scholengemeenschap Nehalennia te Middelburg, heeft *Beagle II* tot tevredenheid van zijn leerlingen op de school-ELO gezet, toen hij deze naast de officiële testscholen uitprobeerde. Op de afgelopen nlt-conferentie vroeg iemand naar de eerste versie omdat zij zeer gecharmeerd was van het expliciete multimediale karakter ervan. Voor zolang het duurt is *Beagle I* nog te vinden op <http://nlt.sobit.nl/stylesheetlogin/NLT/preview.html?Style=NLT>

Hoe zit *Beagle II* in elkaar?

Aan ieder van de kernvaardigheden is één hoofdstuk gewijd. Daarnaast is er een optioneel hoofdstuk over presenteren, als men daar via andere vakken onvoldoende aan toegekomen mocht zijn. Voor de presentaties bevat de docentenhandleiding een uitgebreide beoordelingslijst van de hand van Jos Paus, SLO. Ieder hoofdstuk begint met een introductiecontext. Daarna volgt een inoefencontext. Vervolgens wordt afgesloten met een verdiepingcontext. In de hoofdstukken is aangegeven welke delen zonder problemen zouden kunnen worden overgeslagen. De docent beslist hierover. De reis van de Beagle is de omhullende context, net als die van het gelijknamige tv-programma van de VPRO dat aan vele wetenschappelijke escapades plaats bood.

De Natuurwetenschappelijke Methode

De startmodule begint met een korte inleiding als introductie van het vak nlt. Het eerste hoofdstuk, over onderzoeken, heeft als introductiecontext stemherkenning. Niet zoals in *Beagle I* aan de hand van het



Figuur 1. De Natuurwetenschappelijke Methode.

verhaal van dokter Semmelweis dus, maar *hands on*: met een aantal super-simpele proefjes, waar ook nog eens nauwelijks materiaal voor nodig is: vrijwel alleen je eigen stem en die van je groepsgenoten. Via die proefjes wordt de probleemstelling geformuleerd, de diverse hypothesen getoetst en een stuk theorie ontwikkeld: de Natuurwetenschappelijke Methode ontrolt zich als mogelijk model van onderzoek. (Zie figuur 1.)
 Waarneming: Je kunt horen wie er belt.
 Probleemstelling: Hoe worden stemmen gevormd zodat ze zo specifiek zijn?
 Eerste hypothese: Uitsluitend de stembanden veroorzaken dat.
 Eerste hypothesetoetsend experiment: Je sluit je stembanden uit door stemloos te fluisteren en gaat na of er zo nog stemherkenning mogelijk is.
 Als dat zo is, is de hypothese onjuist en moet de lus in figuur 1 zo vaak doorlopen worden met nieuwe experimenten (neusholte afsluiten; mondharp of luidsprekertje gebruiken)

Figuur 2: Hedendaagse mutatie



tot een stuk nieuwe theorie ontwikkeld is: de stembanden en de diverse holten spelen allen een rol. Prachtig hoe leerlingen in een paar minuten per proefje en enkele richtinggevende vragen zelf de Natuurwetenschappelijke Methode 'ontdekken'!

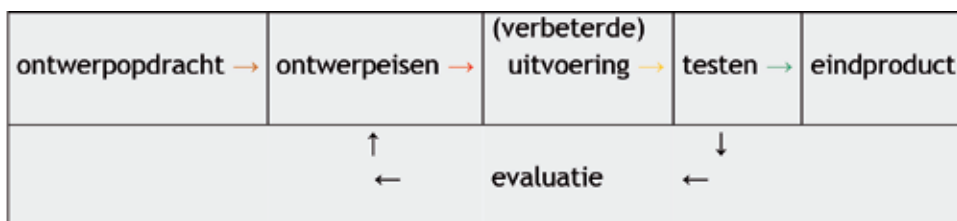
De eerste oefencontext is het herontwikkelen van de evolutietheorie, zeer passend in de omhullende context van de reis van Darwin met de Beagle. Hierbij zijn geen proeven, maar een afbeelding, zoals figuur 2, maakt het niet minder spectaculair.

Door paragrafen met en zonder proeven is een afwisseling in het weekrooster van wel-proevenlessen en niet-proevenlessen goed mogelijk: een wens van de testscholen. Het herontwikkelen van de evolutietheorie is over te slaan als deze bij biologie al behandeld is. Of andersom: dit onderdeel kan juist op deze manier bij biologie behandeld worden.

De tweede oefencontext, mét proeven, gaat over de luchtstroming rond een zelf te maken mini-menora op een plankje met zeven verjaardagskaarsjes. Aan de vlamrichtingen en papiersnippertjes zijn de luchtstromingen te zien. Deze zijn te koppelen aan de luchtstromen op wereldschaal: nlt is interdisciplinair! Vervolgens komen er zes tamelijk gesloten voorbeeldonderzoeken waarvan er één ter oefening uitgevoerd wordt. Deze serie wordt gevolgd door een zestal minder uitgewerkte onderzoeken waaruit de leerlingen er wederom één kunnen kiezen en uitvoeren. Ze mogen ook zelf een onderzoek bedenken (of dat de voorkeur verdient, is aan de docent). De leerlingen kunnen hun uitgevoerde onderzoek presenteren voor een cijfer. De laatste paragraaf is een verdieping, waarin de Natuurwetenschappelijke Methode wordt vergeleken met andere methoden van onderzoek.

Ontwerpen

Na drie introductiecontexten volgt navigatie (het immers een zeereis!) als oefencontext



Figuur 3. De ontwerpcyclus.

met zeven ontwerp opdrachten, waarvan men er één kiest en er de eerste ontwerp prond van uitvoert. Zie figuur 3 analoog aan figuur 1. Dan komt de oefencontext ‘omgekeerd ontwerpen’. De leerlingen ontdekken door het op diverse manieren onklaar maken van een punaise, welke ontwerpeisen aan zo’n simpel apparaatje vastzitten.

In de verdieping contexten leren de leerlingen meer over ontwerpeisen en het nodige over de opleiding industrieel ontwerper. Daarna voeren ze naar keuze één van negen beschreven ontwerp opdrachten uit, of bedenken zelf een opdracht.

De leerlingen kunnen hun eigen ontwerp presenteren voor een cijfer.

De laatste paragraaf van het hoofdstuk is een verdieping waarin figuur 3 vergeleken wordt met andere modellen van de ontwerpcyclus.

Modelleren

Het doel van dit hoofdstuk is: gaan inzien dat een model de werkelijkheid niet precies weergeeft maar wel erg kan helpen om die beter te begrijpen.

Na een eerste kennismaking met modellen gaan leerlingen aan het werk met schaalmodellen.

Daarna komen modellen in de wetenschap aan de orde, waaronder meerdere atoommodellen.

Modellen worden ook gebruikt om voorspellingen te doen. Leerlingen gaan gegevens verzamelen en deze interpreteren. Hierbij kan ook het maken van formules horen. Voorbeelden van recht evenredige verbanden en exponentiele groei komen aan de orde.

Het maken van diagrammen en stroomschema’s blijkt zeer nuttig om grip te krijgen op ingewikkelde systemen.

Tot slot wordt er gewerkt met een eenvoudig rekenmodel om de temperatuur van de aarde, zonder atmosfeer, te berekenen. Eerst voeren ze hiermee zelf de verschillende stappen uit. Omdat nu duidelijk is welke pa-

rameters van belang zijn en hun samenhang bekend is, kan als ‘toegift’ het rekenmodel in Powersim ingevoerd worden. Zo kan dit hoofdstuk ook als inleiding dienen voor *Dynamisch Modelleren*.

Goede startmodule

Mijn zoektocht naar een goede startmodule is succesvol beëindigd! Ik (Marco Mersie) geef de leerlingen veel verantwoordelijkheid en stuur ze alleen bij als dat nodig is. Mijn ervaring is dat leerlingen eerst moeten wennen aan deze vorm van werken. Voorheen kreeg ik gedurende het jaar vaak vragen zoals: “Hoe kan ik een goed onderzoek doen?” en “Waar aan moet een goed ontwerp voldoen?” Vanaf het begin van dit schooljaar weten ze nu in havo 4 waar ze aan toe zijn.

Met behulp van *Beagle II* is het voor de leerlingen duidelijk waar ik de komende twee jaar hun vaardigheden op zal beoordelen. Ze leren op een actieve manier structuur aan te brengen in hun onderzoek- en ontwerpvaardigheden. Dit voorkomt veel problemen bij het maken van de opdrachten in de vervolgm modules van klas 4 en 5.

Na afloop is er een leerlingenenquête gehouden. Ze vonden de module afwisselend en uitdagend en ze vonden dat ze tijdens de module actief bezig waren geweest. De aandacht voor bètavervolgopleidingen had echter volgens hen meer mogen zijn.

De Reis van de Beagle II is geadopteerd door vaksteunpunt NLT van Beta Plaza Zeeland en is te vinden op http://betavak-nlt.nl/lesmateriaal/modules/gecertificeerde_havo_modules/modules/De_reis_van_de_Beagle/ ●

BERICHTEN

Studiegroep Chromatografie

In juni 2015 komt de discussie- en studiegroep Chromatografie weer samen voor de jaarlijkse bijeenkomst. Centraal op deze studiedagen staat bij- en nascholing. Na de succesvolle eerste bijeenkomst in 2014, is de studiemiddag chromatografie dit jaar gepland op een donderdag, te weten: 4 juni 2015. Plaats van samenkomst: Comenius Lyceum, Derkinderenstraat 44, 1062 BJ Amsterdam. Er zijn geen kosten aan verbonden. De middag vangt aan om 13.00 uur. We streven er naar om rond 16.30 klaar te zijn met het programma. Op het programma staat de uitwisseling van ervaringen en practica op school wat betreft chromatografie.

U kunt zich bij onderstaande personen opgeven als u belangstelling heeft. We hopen op een grote opkomst. Wim Staal Wim.Staal@han.nl Wouter Schuring W.Schuring@comeniuslyceum.nl



Docenten natuur en techniek gezocht voor paboproject

Het landelijke project Instroom pabo zoekt in verband met de nieuwe toelatingseisen voor de pabo door het hele land docenten natuur en techniek. Vindt u het leuk om mensen die zich voorbereiden op de toelatingstoets voor de pabo te ondersteunen door (klassikale) lessen, week- en zomercursussen, vragenuurtjes of online ondersteuning? Dan zijn wij op zoek naar u.

Heeft u interesse? Ga naar www.goedvoorbereidnaardepabo.nl voor meer informatie. Onder ‘Docenten en begeleiders’ kunt u zich opgeven bij ‘Docenten gezocht’..

Nlt-conferentie 2015

Nlt werkt aan de toekomst

Vanuit het oosten naderden we op 5 februari het conferentiecentrum in Garderen. En de wereld werd prachtig wit. Een zeldzaamheid bij de winters van de laatste jaren. Dat heeft alles te maken met duurzaamheid, net als de openingslezing dit jaar.

De openingslezing onder de titel van *Innoveren met de natuur* door prof. dr. Louise Vet, directeur van het Nederlands Instituut voor Ecologie (NIOO) en ambassadeur voor het vak nlt, ging over de huidige 'systeemcrisis'. Inderdaad een oud jaren '70-begrip. Als ecooloog kan zij niet anders denken dan in kringlopen en multifunctionaliteit. Waar met deze twee zaken geen rekening wordt gehouden, loopt het fout: bijvoorbeeld door het kappen in de Catskill Mountains nabij New York kwam de drinkwatervoorziening in gevaar. Herstel van het natuurlijk systeem was noodzakelijk, maar kostte een lieve duit. Het is trouwens oppassen geblazen met die natuurlijke systemen want ze vertonen chaotisch gedrag, met omslagpunten waardoor gewenst herstel soms extra moeizaam is.¹

Ook moeten we ervoor waken om aan het milieu maar één functie toe te kennen. Het gaat om complexe systemen die hogere waarden vertegenwoordigen dan die van geldelijk kortetermijngewin. We moeten daarom kennis opdoen van de nog grotendeels onbekende complexiteit van het bacterieleven in de bodem. Mogelijk dat iemand als Jos Raaijmakers op grond van nieuwe kennis nieuwe alternatieven voor het gebruik van pesticiden vindt. Biologische bestrijding is immers zeer soortspecifiek en kent daardoor geen schadelijke bijwerkingen zoals de chemische variant.

Het blijft een grote uitdaging om een circulaire economie te realiseren, met de natuur als voorbeeld. Het principe *cradle to cradle* (C2C) houdt al bij het ontwerp van de producten rekening met de verwerking ervan na

gebruik. Een mooi voorbeeld is het nieuwe NIOO-gebouw van WUR. Aldaar voert men de slogan *Poep is goud*. Gasten wordt dan ook vriendelijk verzocht iets achter te laten (gelach in de zaal...). Het is belangrijk om niet te blijven steken in geklaag, maar om te denken in oplossingen. Materiestromen kunnen mogelijk ooit circulair gemaakt worden, maar voor energie gaat dat niet op. Toch laat ook dit gebouw, waar Vet zelf werkzaam is, op energiegebied veel verbeteringen zien: dankzij warmte- en koudeopslag in de bodem wordt verspilling tegengegaan. En ja, moeten we ingeblikte zonne-energie uit de bodem blijven pompen met CO₂ als afval, terwijl die oliegebieden blakeren in de zon?

Spreekster heeft onlangs haar nek uitgestoken met een KNAW-visiedocument² dat argumenteert dat biobrandstoffen niet het geschikte middel zijn voor de transitie naar duurzame energievoorziening. En wie weet is de kunstmatige fotosynthese binnenkort geen toekomstmuziek meer: Marjolijn Helder³ ziet nu al in haar TEDx lezing – met goede reden – elektriciteit uit planten stromen.⁴

Na deze hoofdlezing konden de 170 deelnemers kort genieten van een kopje koffie. In de luxe locatie van het Bilderberg Hotel stonden nog 23 workshops op het programma, verdeeld over drie sessies. Zelf nam ik aan de volgende drie workshops deel:

Deltatechnologie

De nieuwe nlt-module *Zeespiegelstijging in een deltagebied* is een initiatief van Bèta Plaza Zeeland, gepresenteerd door architect Ro Koster en Marco Mersie. De aanleiding was het steeds vuiler wordende water van



Louise Vet: "Natuurlijke systemen, innerlijke schoonheid."



Voor het laatst als voorzitter reikt Harrie Eijkelhof de certificaten uit. Links Marco Mersie.



In de pauzes en tijdens de eindborrel was er een infomarkt van de steunpunten.

de Binnenschelde bij Bergen op Zoom. Met creatief denken kwam men tot: *Evolvo et Emergo (Ontwikkel en Kom boven)*. Dat impliceert een ware revolutie in ons denken over de verdediging tegen de zee. Geen harde scherpe grenzen meer, maar zachtere en geleidelijkere overgangen. In dit geval betekent dat meer uitwisseling van water tussen de Oosterschelde en de Schelde-Rijnverbinding. Het voedselrijke water kan zo afgevoerd worden, waarbij de scheepvaart een extra sluis voor lief moet nemen. Doorbordurend op deze gedachte kwam men tot het idee van een duurzame dynamische kusthandhaving. Een onderwerp waarbij leerlingen op school en in het veld praktisch bezig kunnen zijn. Uiteindelijk kunnen ze dan een inrichtingsplan maken voor kustgebieden, die hiermee extra functies verkrijgen.⁵

Nlt: feiten en cijfers

Nelleke den Braber liet zien dat zij bezig is met een kwantitatieve inventarisatie van het vak: waarom kiezen leerlingen bijvoorbeeld voor nlt? Er ontstond een levendige discussie toen naar voren kwam dat de monovakken steeds meer elementen van nlt gaan overnemen.⁵

Vakdidactiek nlt: praktisch voorbereiden

Else Quant gaf aan welke inhoudelijke kenmerken specifiek voor nlt zijn. Aan de hand

hiervan wordt in onder andere Eindhoven een specifieke nlt-bevoegdheid aan technisch afgestudeerden verstrekt nadat ze een speciale nlt-onderwijsopleiding hebben gevolgd. Dit leidde tot een stevige discussie daar men zich afvroeg of deze docenten wel beschikken over voldoende vakinhoudelijke kennis.⁵

Voorzitter Stuurgroep over toekomst nlt

Harrie Eijkelhof, voorzitter van de Stuurgroep Verankering NLT, informeerde de deelnemers plenair over de ontwikkelingen bij nlt. Hij vertelde dat de Stuurgroep bij de start vier hoofddoelen formuleerde; de versterking en verankering van:

1. de positionering en het eigen karakter van nlt;
2. het draagvlak voor nlt;
3. de kwaliteit van nlt;
4. nlt in de reguliere onderwijsstructuur.

Harrie Eijkelhof ging vervolgens in op wat de Stuurgroep de afgelopen jaren ten aanzien van deze doelen heeft gerealiseerd en hoe dat in zijn werk ging. Bijvoorbeeld het recentelijk tot stand komen van het netwerk van nlt-ambassadeurs met toonaangevende mensen uit wetenschap en samenleving.

Eind 2015 zullen de Stuurgroep en het Landelijk Coördinatiepunt (LCP) ophouden te bestaan. Er komt een overgangsfase, waarbij

er in 2016 geleidelijk een nlt-vereniging (van en voor de scholen) de rol van Stuurgroep en LCP gaat overnemen. Deze vereniging zal zich bezighouden met onder andere de kwaliteit van het vak, het lesmateriaal, de steunpunten, de jaarlijkse conferentie, communicatie en belangenbehartiging. Er komt een bestuur met schoolleiders, leraren, wetenschappers en technologen.⁶

Vervolgens overreikte hij de certificaten van de vier nieuwe modules: *Blik op de Nanowereld*, *De reis van de Beagle*, *Spelen met Digitale Techniek* en *Zeespiegelstijging in een Deltagebied*. ●

NOTEN

1. H2O, 2011 nr 6. Interview M. Scheffer. Vrij toegankelijk op internet.
2. KNAW januari 2015. Visiedocument Biobrandstof en hout als energiebronnen. Effect op uitstoot van broeikasgassen. Te vinden op internet.
3. "It's not easy being green". Marjolein Helder at TEDx-Binnenhof 2014, op YouTube.
4. De openingslezing (51 minuten) van Louise Vet is te zien via: <http://tinyurl.com/pabbrw2>.
5. De presentaties van de workshop staan hier: <http://tinyurl.com/o58yqwx>.
6. De presentatie van Harrie Eijkelhof staat hier: <http://tinyurl.com/pb4ejuf>.

Foto's:
1 en 2 - VVB Voermans
3 - AW Cuiper

Moleculaire Gastronomie in Winterswijk

Bedrijven in de klas bij nlt

Het Gerrit Komrij College in Winterswijk betreft bedrijven uit de regio bij nlt. "Iemand die met passie een vak beoefent, laat zien dat schoolvakken niet alleen boekenkennis opleveren, maar ook kennis waar je later wat mee kunt!" aldus nlt-docent Marieke Hogenboom.



A arzelend lopen de eerste leerlingen naar de bak gesmolten chocolade die 'meesterlekkerbek' Huub Meijer voor zich heeft staan in de keuken van het Gerrit Komrij College in Winterswijk. Hij heeft een inleiding gegeven over de productie van chocolade en laat nu zien hoe je ervoor zorgt dat je de chocolade goed laat kristalliseren. Cruciaal daarbij is de temperatuur en die meet je nergens zo goed als in het kuiltje onder je onderlip zegt hij. Of iedereen even een likje onder zijn lip wil smeren om te voelen of de temperatuur al onder de 37 °C is gezakt. Na een paar minuten staan alle leerlingen de chocolade weer van hun kin te likken en ze maken zich klaar om een minibonbon te maken. De workshop *Chocolade Maken* wordt gegeven in het kader van de nlt-module *Moleculaire Gastronomie* die werd ontwikkeld door Wageningen University. De workshop maakt geen deel uit van de module, maar is een initiatief van docente Marieke Hogenboom: zij probeert samen met haar collega's bij iedere module concreet mensen van buiten de school te betrekken. Van de lokale politie tot een eierboer; in dit geval dus een chocolatier van iets verder uit de regio.

SCHUIMEN EN EMULSIES

De nlt-module *Moleculaire Gastronomie* van de WUR gaat na een algemene inleiding in de chemie van voeding, vooral in op natuurkundige en scheikundige aspecten van emulsies en schuimen. Kernvraag is hoe je die structuren stabiel houdt. Leerlingen leren in de module onder andere een aardbei-espuma maken, een schuim van aardbeienmousse en gelatine. In andere practica maken ze mayonaise en een vinaigrette. Informatie over de module staat op de site met nlt-modules van de WU: www.wageningenur.nl/moleculairegastronomie en op de nlt-site.

Scheikundedocente Hogenboom is enthousiast over nlt. Onder andere omdat het de mogelijkheid geeft om leerlingen 'uit de boeken te halen'. "Ik zie dat veel vwo-leerlingen hun creativiteit verliezen. Bij de module *Het Beste Ei* hoort de opdracht een constructie te ontwerpen die een ei kan splitsen in de



Temperatuur meet je het best in het kuiltje onder je onderlip

dooier en het wit. Havisten gaan dan meteen aan de slag, maar vwo'ers zijn vaak huiverig om iets te gaan doen dat niet in het boek staat. Bij de eieropdracht kwam bijvoorbeeld een vwo-leerling naar me toe, die beweerde dat het niet kon. Hij had nog niets geprobeerd."

Bedrijven

Tot een paar jaar geleden werkte Hogeboom als polymeer-chemicus bij Kingspan, een grote producent van isolatiematerialen in Winterswijk. "Voor mij is het daarom niet zo'n grote stap om bedrijven in de regio te benaderen met de vraag of ze een rol willen spelen in onze lessen." Voor *Moleculaire Gastronomie* fietsten de leerlingen in vorige jaren naar restaurant Strandlodge. De chef-kok daar, Mike Vrijdag, kan heel enthousiast vertellen over koken met streekproducten. Voor de module *Rijden onder Invloed*, over de effecten van alcohol op het lichaam, smeedde Hogeboom een coalitie tussen Veilig Verkeer Nederland, een lokale rijkschool en de politie. Dat leverde leerlingen een middagprogramma op, waarin ze in de simulator van de rijkschool kunnen ervaren

wat het effect is van een verminderde reactiesnelheid op de rijvaardigheid in de auto. VVN verzorgt brillen die een dronken kijk simuleren. De politie gebruikt de bijeenkomst om de blaastest te laten zien en de leerlingen voor te lichten over de juridische kant van alcohol in het verkeer.

"Iedereen doet graag mee," zegt Hogeboom. "Voor de rijkschoolhouder is het een vorm van reclame bij een doelgroep die op het punt staat om rijlessen te gaan nemen. VVN is blij met de middag omdat het een manier is om op middelbare scholen te komen."

Nlt is populair op het Gerrit Komrij College: "De groepen zijn groot. Eigenlijk te groot. We denken eraan om een bovengrens te stellen aan het aantal leerlingen dat nlt mag volgen." De populariteit is volgens haar niet te danken aan het feit dat nlt geen centraal examen kent. "Het risico is natuurlijk wel dat leerlingen het wat makkelijk opnemen omdat ze weten dat er alleen een schoolexamen is. Wij hebben de lat daarom bewust hoog gelegd. De cijfers voor nlt zijn in lijn met die van de andere bètavakken. Wij willen niet dat nlt een afvalputje wordt, dat je er even makkelijk bijdoet."



Bètakristal

Meesterlekkerbek Huub Meijer – “Van iedereen die ik ken, hou ik het meest van lekker eten, daarom meesterlekkerbek” – komt voor een minimale vergoeding uit Duiven bij Arnhem. Het lesgeven gaat hem goed af. Hij heeft met Hogeboom gemeen dat hij een wending in zijn carrière heeft genomen. De vijftiger werkte onder andere als manager in een drukkerij, maar besloot zich te laten omscholen tot chocolatier toen zijn drukkerij moest reorganiseren. Hij legt vlotjes uit hoe chocolade gemaakt wordt, van cacao-plantage tot chocoladefabriek en gaat ondertussen de leerlingen langs met schalen chocolade.

Kristalliseren speelt een belangrijke rol in zijn vak. De cacao-eter in de chocolade kan verschillende kristalvormen aannemen, waarvan er maar één stabiel is: het bètakristal. Zonder die kristallen wordt de chocolade niet hard. Om die kristallen te vormen, gebruiken chocolatiers een techniek die tempereren heet. De chocolade wordt verwarmd tot 45 °C en vervolgens langzaam afgekoeld zodat de chocolade weer hard wordt. Meijer laat zien hoe het moet. Hij giet een plas vloeibare chocolade op een plaat natuursteen en houdt met een grote spatel de langzaam uitvloeiende vlek in bedwang, door de warme chocolade telkens op te vegen.

De beweging is belangrijk om de kristallen goed door de chocolade te verdelen: het afkoelen mag niet te snel gaan om de vorming van de juiste kristalvorm de tijd te geven. “Als je thuis je ouders wilt verrassen met een zelfgemaakt chocola-tje, maak de chocolade dan niet warm in een pannetje, ook niet au bain-marie. Maar doe hem in de magnetron, dertig seconden aan, roeren, weer dertig seconden aan, totdat er nog een klein beetje ongesmolten chocolade in zit. Dan roer je goed door en ga je aan de slag. Dat zorgt ervoor dat er voldoende kristalletjes in de chocolade blijven zitten om hem weer goed uit te laten harden.”

Passie

Voor Marieke Hogeboom is de gedrevenheid waarmee haar gasten hun vak beoefenen de belangrijkste meerwaarde van hun betrokkenheid bij de lessen. Ook voor vwo'ers die waarschijnlijk geen kippenboer of chocolatier willen worden. “Als je iemand ziet die met passie een vak beoefent, zet je dat aan het denken over wat jij later wilt gaan doen. En het laat zien dat schoolvakken niet alleen boekenkennis opleveren, maar ook kennis waar je later wat mee kunt. We bereiden ze daarmee beter voor op hun studiekeuze.” ●

OPITEC

Opitec, uw partner in Techniek
en Natuurwetenschap
voor het onderwijs

PETFLES AUTO OP ZONNE-ENERGIE



Wilt u ook een petfles auto op zonne-energie maken?

Lees dan in deze uitgave het artikel ‘In de klas’. Hierin wordt de bouw van de auto besproken alsmede worden de benodigde materialen hierin vermeld.

Dit voorbeeld is gemaakt door OPITEC en betreft geen standaard bouwpakket in het assortiment

PETFLES AUTO MET RIEMAANDRIJVING



Ook leverbaar met riemaandrijving als bouwpakket (artnr. 115268). De benodigde batterij en petfles zijn hier niet bij inbegrepen. Benodigde tijd om het werkstuk te maken ca. 2 tot 3 uur

Ons gehele assortiment vindt u op www.opitec.com



Nieuwe geur lokt mug die al geprikt heeft

Wageningse entomologen hebben samen met collega's in Kenia een nieuw geurmengsel ontwikkeld om malariamuggen te vangen. Met dit geurmengsel vingen ze voor het eerst malariamuggen die niet hongerig waren, maar al wel bloed hadden opgezogen. Daardoor kunnen ze nu door middel van een bloedmonster nagaan of die muggen mensen of vee hadden gestoken. Deze gegevens zijn zeer belangrijk voor het onderzoek naar de verspreiding van malaria buitenshuis. De entomologen hadden al een goede geurval ontwikkeld, maar die vangt alleen hongerige malariamuggen. In het nieuwe mengsel zit koolstofdioxide die niet geproduceerd is door suiker met behulp van gist te fermenteren, maar door goedkopere melasse te fermenteren. De melasse blijkt ook stoffen te bevatten die muggen zeer aantrekkelijk vinden. ●

Bron Wageningen University

Nlt-conferentie 2014

Bruggen slaan met nlt

Dit jaar werd op 6 februari de jaarlijkse nlt-conferentie gehouden. Dit keer voor de tweede maal in Garderen op de Veluwe. Ongeveer de helft van de workshops was modulegericht, de andere helft was gericht op algemenere onderwerpen. Het artikel bevat ook nieuws en opmerkingen uit de wandelgangen.

■ **Harrie Jorna** / eindredacteur nlt

Op de avond voorafgaand aan de conferentie waren er bijeenkomsten van het nlt-team, de regionale steunpunten en van de nlt-didactici.

Nlt-team

Dit is het team dat modules schrijft en onderhoudt. Het ontwikkelt ook nlt-specifiek toetsmateriaal. De workshop *Toetsen bakken voor nlt?* van Herman Schalk was hierop gericht. Als meet-instrumenten droeg hij onder meer de labels (criteria) aan, opgesteld door de Werkgroep Kwaliteitsborging schoolexamens nlt. Zie <http://tinyurl.com/kjlvj2c>. De context van de voorbeeldvraag voldeed aan de label actueel: het kopen van CO₂-compensatie voor een vlucht naar Amerika. Maar uitsluitend het laatste onderdeel ging daarover: een boom legt nauwelijks CO₂ vast in de vorm van hout, terwijl dat ook ooit weer CO₂ wordt.

Herman liet het team uitgebreid aan het woord en zette het aan het werk: een veel toegepaste didactiek tijdens de hele conferentie.

Regionale steunpunten nlt

De hoofdtak is moduleonderhoud. Er werd gesproken over bijscholen van docenten via DOT's (DocentenOntwikkelTeams) waarin docenten een module aanpakken om te bewerken. Twee vliegen in één klap: moduleonderhoud en bijscholings-effect.

Bij het uittesten van modules zijn hamvragen: kon u een eigen invulling geven aan de module? En: zou u de module volgend jaar weer geven?

De organisatoren

Ik spreek met een tweetal organisatoren.

Jos Paus: "Het aantal deelnemers is ongeveer 150 en vrijwel stabiel. Steunpunten leveren de workshops. Je kunt jezelf ook als workshopleider aanmelden vanaf september. Het thema is *Bruggen slaan met nlt*. Bruggen tussen de monovakken, naar de toekomst, naar wetenschappers en letterlijk in *Lijmen en Hechten*." Berenice Michels is een halfjaar naar Amerika geweest. In Colorado waren ze bijzonder gecharmeerd van nlt. Ze is daar geen dergelijk vak tegengekomen. Ze hebben wel *Realistic Math Education* en *Context Based Science*. Er zijn nu vier nlt-modules in het Engels vertaald. Zij is betrokken bij een internationaal onderzoeksproject over dit soort zaken.

Hoofdlezing Knutselen aan de mens Peter-Paul Verbeek

De opname is te zien via de nlt-site: <http://tinyurl.com/m2rasw3>, klik onder foto 3 ofwel via het nlt-YouTube kanaal: <http://tinyurl.com/n7r3hd2> samen met zes andere nlt-lezingen.

Peter-Paul is hoogleraar filosofie van mens en techniek.

Hoe beïnvloedt techniek ons bestaan? Intuïtief: apparaten zijn niet verantwoordelijk voor hun handelen.

Via zijn gelikte PowerPointpresentatie kijkt hij eerst om zich heen:

- De grens tussen techniek en mens vervaagt. Robots zetten auto's in elkaar. Is het monster van Frankenstein mens? Robots worden socialer.
- Nietzsche poneerde de mens die over zichzelf heen groeit: de Übermensch. De nazi's liepen er mee weg. Zie afbeelding 1. Nu: gaan we de mens veredelen? Met chips die de kwaliteit van sperma meten, kun je ook zaadcellen met X-

chromosomen scheiden van zaadcellen met Y-chromosomen: embryoselectie, binnenkort te koop bij het Kruidvat. (Gelach uit de zaal.)



Afbeelding 1. De nazi's liepen er mee weg...

- Ritalin lijkt de aantallen adhd te doen toenemen.
- Tissue engineering: in een gat in een bot maken stamcellen elders uit het lichaam bot aan. In muizen lukt het ook al in het hart.
- Meisjes worden straks gemiddeld 100 jaar.
- Oscar Pistorius rent met verende kunstbenen. Hij wilde aan de gewone Olympische Spelen meedoen en beargumenteerde dat met 'het staat iedereen vrij zijn onderbenen te amputeren'.
- Op een filmpje zien we een man met



Afbeelding 2. De ultieme evolutie: met drie handen schrijven...

Parkinson, die met zijn hersenchip aangeschakeld normaal spreekt maar zonder dat geen woord uitbrengt.

- De mens kan vliegen.
- The third hand: EVOLUTION. Zie afbeelding 2 voor een artistieke interpretatie.

Vervolgens gaat hij naar filosofische beschouwingen hierover:

- De grens tussen natuurlijk en onnatuurlijk verschuift.
- Transhumanisten zijn vóór een post-humane toekomst: het is *immoreel* om het *niet* te doen. Na ons komt Homo Sapiens 2.0.
- Bioconservatieven zijn tegen. Eigen keuze is het fundament van de moraal. Verstechnisering slaat dit fundament weg. De verstechniseerde mens kan niet meer zelf kiezen: de ontwerper heeft dat al gedaan.

Peter-Pauls synthese: bouw een brug tussen mens en techniek. Het gaat omstotelijk de verstechniseerde kant uit. Plato was heel erg tegen schrijven: de mens zou alles vergeten. Nu is analfabetisme een wereldprobleem. Hoe verstechniseerd mag een mens zijn? Je wordt één met de techniek als je kunstlenzen hebt. De relatie tussen techniek en leven moeten we begrijpen. *Worden wij onze techniek ooit?*

Dan de ethiek. Als techniek ons lichaam gaat overnemen, wat blijft dan over van onze vrijheid? Technologieën die onze moraal (ethiek) beïnvloedden, zijn:

1. Munt in een winkelwagentje. Het muntslot zorgt voor goed gedrag.
2. De pil en homo-emancipatie. De pil ontkoppelde seks en voortplanting. Daardoor verviel het 'onnatuurlijke' van homoseksualiteit.

Er is een ander kader nodig dan alleen

ja of *nee* tegen verstechnisering. Peter Paul vertelt het verhaal van Icarus: als je te laag vliegt, worden je vleugels nat en zwaar. Te hoog worden ze warm en smelten ze. De 100% verstechniseerde mens is geen mens. Nul procent is de mens te kort doen: geen kunstheup et cetera. De mens moet verantwoord leren omgaan met techniek. Dus goed weten wat er op het spel staat bij iedere soort techniek.

Naar aanleiding van vragen uit de zaal: Rabbijn Evers zei: "Wij hebben de wereld in beheer gekregen, hij moet behouden

"Embryoselectie, binnenkort te koop bij het Kruidvat."

Gelach uit de zaal

worden." Zijn opponent zei: "De schepping moet door ons opgepimpt worden, anders is ons bestaan zinloos." Een middeleeuwer zal ons telefoneren als mensvreemd zien. Grenzen verschuiven. Keuzevrijheid is voor Evers de grens. Over economische krachten: Peter Paul spreekt onder andere met ontwerpers.

zou ik gekozen hebben voor *Leerlingen aan het woord* of *Docentstages en gastlessen* of *Van Gogh onder de loep* met de scantechnieken röntgen, XRF (röntgenfluorescentie), SEM (Scanning Electron Microscopie) en IR.

Opmerkingen van collega's over de Beagle-module:

"Gooi de multimediale eerste versie niet weg: met iPad kan dat geen probleem meer zijn."

"Met een glas en een appel kun je zowel het geocentrische als het heliocentrische wereldbeeld laten bediscussiëren."

Tweede ronde workshops

Van de negen workshops leken mij interessant: *Mogelijkheden van games in VO* en *Statistiek als brug tussen wiskunde en de natuurwetenschappen*, ontwikkeld in een promotieonderzoek met de onderzoeksvraag: kunnen leerlingen zinvolle verbanden leggen tussen wiskunde en



Afbeelding 3. Berenice Michels LCP en Rian Janssen Steunpunt Nijmegen en NVON sectiebestuur nlt.

Bij het verlaten van de zaal hoor ik een collega de lezing samenvatten met de anw-kernvraag: mag alles wat kan?

Eerste ronde workshops

Ik presenteerde hierin met Johan Gademan de nieuwe havo-startmodule: *de Reis van de Beagle*. Van de acht andere

vragen als: wanneer moet een dijk worden verhoogd?

Maar ik moest kiezen en het werd *Cross Cutting Concepts (CCC's) in nlt*. Hierin ging Harrie Eijkelhof in op de mogelijkheid om de inhoudelijke samenhang in het nlt-curriculum te versterken. Hij gebruikte daarbij een lijst van negen

denkwijzen uit de nieuwe kennisbasis N&T voor de vo-onderbouw. Deze denkwijzen zijn grotendeels ontleend aan de Amerikaanse *Next Generation Science Standards* waarin ze *CCC's* worden genoemd. Als voorbeeld werd de *CCC Oorzaak en Gevolg* uitgewerkt aan de hand van <http://tinyurl.com/osgvp4s>. Harrie betoogde dat het de moeite waard is deze *CCC's* op bovenbouwniveau toe te passen in nlt. Veel deelnemers leken daarvan overtuigd. Er komen te zijner tijd afzonderlijke artikelen hierover in *NVOX*.

Derde ronde workshops

Van de zes workshops hierin bezocht ik: *Van wie is nlt na 2015?* over de toekomst van nlt. De deelnemers geven aan dat het voor de verankering van nlt wezenlijk is dat het vak meer in beeld komt bij de schoolleiding.

Gemiddeld bestaat een nlt-team uit 5,3 docenten

Nlt is belangrijk omdat het een goede voorbereiding geeft op het hoger onderwijs, vanwege de vaardigheden die leerlingen leren en de brede inhoudelijke component. Het zou goed zijn om het positieve effect van nlt op het hoger onderwijs hard te maken en dit breed te communiceren.

Kwaliteitsborging wordt zeer belangrijk gevonden. Geopperd wordt een soort certificering van scholen. Modules moeten ook in de toekomst gecertificeerd en onderhouden worden door een instantie als de Stuurgroep, al dan niet vanuit een vereniging.

Vervolgens bezocht ik *Interdisciplinair onderzoek en onderwijs: een theoretische en praktische verkenningsstocht* door dr. Machiel Keestra van de UvA.

Waarom interdisciplinariteit?

- Academische jaarredes 2013: de student moet breed, creatief en samenwerkend zijn.
- Popper: "Wij bestuderen problemen die dwars door de disciplines heen lopen".
- Natuur en maatschappij zijn van nature complex. Maatschappelijke problemen vragen om een oplossing.
- Er wordt veel onderzoek gedaan op de scheidingsvlakken van de disciplines.

- Vanaf eind WO II zijn er congressen et cetera over interdisciplinariteit.
- Didactisch: verankert kennis in concrete contexten; bevordert transfer kennis / vaardigheden.

Obstakels voor interdisciplinariteit zijn de verschillen tussen disciplines wat betreft waardeoordelen, theorieën, modellen, kennistheorie, onderzoekstechniek en invloeden vanuit de maatschappij. Bijvoorbeeld klimatologie verenigt inzichten uit meteorologie, scheikunde, economie, demografie, politicologie, internationaal recht, et cetera.

De workshop werd afgesloten door een rollenspel: formuleer, met als rol diverse disciplines, een interdisciplinaire onderzoeksvraag. In ons groepje wilden we de bruglessen over *CCC* gaan maken.

Diner

Tijdens het diner sprak Hans van Maanen, de coryfee van de wetenschapsjournalistiek, over de *Smaak van Wetenschap*. Enige highlights: tomatenketchup goed voor je hart; rood vlees verkort je leven; een zielige film verlaagt je testosteron; chocolade afslanker. Hij liet zien dat er nogal wat aan te merken is op de methoden van onderzoek en de statistische verwerking van gegevens bij deze feiten of 'feiten'.

- De vruchten van de technologie werken stimulerend.
- Problemen zijn te complex voor één discipline: samenwerking is vereist. Integratie van inzichten is nodig.
- Men leent elkaars concepten en methodes waardoor meer eenheid ontstaat, maar ook interdisciplines.

Kleintje wetenschap

Mos overleeft 1500 jaar in ijs

Britse onderzoekers hebben mos dat ruim 1500 jaar lang in bevroren grond heeft gelegen weer tot leven gewekt. Het mos kwam uit de bevroren grond (permafrost) van Antarctica. Mosbanken zijn daar een belangrijk onderdeel van het ecosysteem: andere planten groeien er nauwelijks. De mosbanken in het zuidpoolgebied zijn soms duizenden jaren oud. Maar ook in de permafrost zitten dus mosplanten. Men

heeft monsters genomen en deze in een kweekkast met de juiste omstandigheden geplaatst. Ze zorgden ervoor dat de bevroren planten niet in aanraking kwamen met modern leven materiaal. In de kweekkasten begonnen de planten spontaan te groeien. Dit is wel eerder gebeurd, maar dan met planten die maximaal twintig jaar bevroren waren geweest. Het is nog wel onduidelijk hoe lang bevroren mos

nog blijft leven. De onderzoekers vragen zich af welke soorten organismen er nog meer uit de permafrost tot leven kunnen worden gewekt, wat tot nu toe alleen is gelukt met bacteriën en virussen.

■ Bron: *ND* 19 maart 2014; zie ook *Esme Roads et al., Current Biology* 24(6) pp. R222 - R223, 17 March 2014

Werken aan de verankering

Sinds zeven jaar kunnen scholen nlt aanbieden. Zo'n 35 à 40% van de scholen doet dit nu. De Stuurgroep Verankering NLT en het Landelijk Coördinatiepunt NLT oriënteren zich op de verankering ervan, zodat na de opheffing van beide groepen, eind 2015, nlt als een kwalitatief hoogwaardig vak kan doorgaan. Het voorstel is om daartoe een vereniging of een stichting op te richten van en voor nlt-scholen. Over het hoe en waarom gaat dit artikel. Ook geeft het ideeën en meningen weer, die naar voren komen bij de diverse raadplegingen.

Waar staat nlt

In augustus 2007 kwam nlt in ons onderwijs. De eerste twee jaar groeide het aantal NLT-scholen naar ongeveer een derde van het totaal. Daarna kwam het percentage op zo'n 35 à 40% te liggen, hetgeen sindsdien zo is gebleven.

Ruim 15% van de leerlingen in Nederland met een natuurprofiel kiest nlt.

Ongeveer 1.100 docenten geven het vak.

Het lesmateriaal bestaat momenteel uit 75 gecertificeerde modules, vaak ontwikkeld in een samenwerkingsverband met een vorm van hoger onderwijs. Een deel van de modules is gefinancierd uit de overheidssubsidie voor nlt een ander deel is geheel of gedeeltelijk betaald door de mee-ontwikkende instantie.

De Stuurgroep Verankering NLT (kortweg de Stuurgroep) omvat vertegenwoordigers uit het voortgezet onderwijs, de universiteiten, HBO, bedrijfsleven en SLO en geeft richting aan de ontwikkelingen van het vak, zoals het schrijven van nieuwe modules en het actualiseren van bestaande.

Het Landelijk Coördinatiepunt NLT (LCP) coördineert een en ander in opdracht van de Stuurgroep.

De Regionale Vaksteunpunten NLT zullen ook na 2015 de modules blijven onderhouden en daarnaast onder meer na- en bijscholing aanbieden.



Harrie Eijkelhof, voorzitter van de Stuurgroep Verankering NLT bij het sectiebestuur.

Organisatie van en voor nlt-scholen

Voor de Stuurgroep en het LCP heeft het ministerie van OCW middelen beschikbaar gesteld tot 31 december 2015. De Stuurgroep heeft als expliciete opdracht nlt te verankeren in het onderwijs zodat nlt als een zelfstandig, dynamisch en kwalitatief hoogwaardig vak kan doorgaan, ook nadat de overheidssubsidie is gestopt.

Het lijkt de Stuurgroep daartoe verstandig een organisatie van en voor nlt-scholen in het leven te roepen.

Het belangrijkste wat deze organisatie volgens de Stuurgroep dient te borgen is de kwaliteit van het nlt-onderwijs. Op de eerste plaats betekent dat de ontwikkeling van nieuw lesmateriaal met docentenhandleidingen en het actueel houden van de bestaande modules.

De Stuurgroep is verder van mening dat er een systeem van certificering en hercertificering modules moet blijven bestaan: dat waarborgt de kwaliteit van het materiaal. Dit systeem kan door de nieuwe organisatie gecoördineerd worden. Voor de kwaliteitsborging is bovendien professionalisering

van nlt

Stuurgroep
en **LCP** verdwijnen
eind 2015. Wat moet
er voor in de plaats
komen?



van nlt-docenten belangrijk.

Daarnaast wil de Stuurgroep graag dat nlt blijft functioneren als motor voor onderwijsvernieuwing in de bètavakken.

Belangen vertegenwoordigen

De nieuwe organisatie, bijvoorbeeld een stichting of vereniging van nlt-scholen, zou volgens de Stuurgroep vervolgens de belangen van het vak moeten vertegenwoordigen.

Voor de bètavakken bestaan al zulke vakverenigingen waarin (ook) beroepsbeoefenaren buiten het onderwijs verenigd zijn en die de vakken vertegenwoordigen. Bijvoorbeeld voor natuurkunde (NNV), scheikunde (o.a. KNCV), biologie (NIBI), aardrijkskunde (KNAG) en voor wiskunde (o.a. KWG). Voor nlt bestaat zo'n organisatie nog niet.

Bij de oprichting daarvan zouden de volgende organisaties betrokken kunnen worden:

- alle geregistreerde nlt-scholen,
- de Regionale Vaksteunpunten NLT,
- het nlt-sectiebestuur van de NVON
- wellicht het bedrijfsleven, Jet-Net, universiteiten, hogescholen
- en de genoemde vakverenigingen van de bètavakken.

Raadplegingen

In samenspraak met de Stuurgroep zijn dit jaar gesprekken over zo'n nieuwe organisatie gestart met docenten, schoolleiders, bestuurders en de nlt-sectie van NVON. Deze raadplegingen zullen plaatsvinden tot begin 2015. Daarbij wordt ingegaan op wat de nieuwe organisatie zou kunnen of moeten doen en wie erbij betrokken zouden moeten zijn. Ook kan worden gesproken over de gewenste rechtsvorm, de financiering van de organisatie en de activiteiten ervan. Tot nu toe blijkt uit de gesprekken met docenten en schoolleiders dat men onderschrijft dat er een organisatie van en voor nlt-scholen moet komen die verantwoordelijk wordt voor de ontwikkeling en het onderhoud van gecertificeerd lesmateriaal, de kwaliteitsborging én die het vak plus de nlt-scholen vertegenwoordigt.

Schoolleiders zijn van mening dat scholen bereid zullen zijn te betalen voor een lidmaatschap, mits dit geen vele duizenden euro's gaat bedragen.

Andere opmerkingen en suggesties van schoolleiders zijn:

- professionalisering is een belangrijke pijler van de nieuwe organisatie;
- de keuze vereniging of stichting is van ondergeschikt belang zolang de zeggenschap maar primair bij de scholen komt te liggen;
- om de kwaliteit van nlt te borgen is het belangrijk dat de

Lol om met nieuwe wetenschap bezig te zijn: dat is de kracht voor de verankering!





nieuwe organisatie gaat werken met een vorm van visitatie of review, maar dit moet geen starre top-down constructie worden: het gaat erom dat scholen elkaar bevragen en stimuleren en zo gezamenlijk de kwaliteit van het bèta-onderwijs in het algemeen en het nlt-onderwijs in het bijzonder borgen;

- het lidmaatschap van de vereniging/stichting creëert mogelijkheden tot profilering als nlt-school (onder meer als innoverende school of bètaschool);
- laat de organisatie namens de nlt-scholen gesprekspartner zijn van de beleids mensen die landelijk de onderwijskoers bepalen.

Docenten suggereren:

- dat de organisatie een beslisorgaan kan zijn van en voor nlt-scholen (“dat leidt o.a. tot eenduidigheid met betrekking tot belangrijke nlt-zaken zoals kwaliteitsborging en module-ontwikkeling”);
- dat docenten in de organisatie inbreng of inspraak moeten kunnen hebben in innoverende nlt-ontwikkelingen;

Scholen willen gaan betalen voor lidmaatschap nieuwe nlt-organisatie

- dat docenten invloed moeten hebben op de inhoud en wijze van kennisdeling (“nlt wordt nog meer ‘ons vak’, er ontstaat een gezamenlijke verantwoordelijkheid die leidt tot kwaliteitsverhoging”);
- dat de organisatie ontmoetingen kan stimuleren tussen nlt-collegae van andere scholen.

Nlt-sectiebestuur NVON

Met het nlt-sectiebestuur van de NVON is het onderwerp eind september besproken. Na de inleiding door Harrie Eijkelhof, voorzitter van de Stuurgroep, gaven de sectieleden feedback op de ideeën.

Men is van mening dat de NVON een rol moet hebben bij de op te richten organisatie, want “de NVON zet zich in voor de ondersteuning van docenten bij onderwijsvernieuwingen, en dat zal één van de taken van de nieuwe organisatie zijn”.

De sectie vindt modern onderwijs met actuele modules een groot goed van nlt en dat moet behouden worden.

Kwaliteit van het nlt-onderwijs is een belangrijk item. Daar zou de nieuwe organisatie zich voor in moeten zetten, bijvoorbeeld door het organiseren van onderlinge visitaties door scholen, al dan niet met deskundigen ‘van buitenaf’.

Enkele leden uitten hun zorg over de financiering van de organisatie. “Hoe kunnen we de noodzaak en het nut van een lidmaatschap duidelijk maken aan de schoolleiders?”

Een idee is de scholen gebruik te laten maken van de na- en

bijbscholing via de organisatie, die dan met een deel van het lidmaatschapsgeld zou kunnen worden bekostigd. Bovendien zouden de cursussen opgenomen kunnen worden in het Lerarenregister.

Benadrukt wordt dat schoolleiders doordrongen moeten worden van het belang van nlt voor leerlingen en docenten: “nlt-docententeams moeten dit duidelijk maken aan hun schoolleiders.”

Ook wordt gesuggereerd dat vanuit het hoger onderwijs moet worden aangegeven dat nlt belangrijk is als voorbereiding op hun onderwijs, “want dat spreekt schoolleiders aan”.

Verder wordt gesteld dat in ‘de politiek’ nlt meer in beeld zou moeten zijn.

De nlt-sectie van NVON is zeer te spreken over het feit dat toonaangevende mensen uit onder andere de wetenschap zich als een kring van nlt-ambassadeurs is gaan inzetten voor het vak.

Benadrukt wordt dat nlt een bijzonder vak is: “Juist de combinatie van actueel onderzoek en de *outreach* ervan die gestalte krijgt in nlt maakt het vak zo interessant voor docenten. Het geeft ook lol om met nieuwe wetenschap bezig te zijn. Dat is de kracht bij de verankering van het vak!”

De leden van de sectie hebben een voorkeur voor een vereniging boven een stichting. “Die is democratischer en zal breder worden gedragen. Je voelt je dan als school ook meer medeverantwoordelijk”.

In het bestuur van de vereniging zouden beslist niet alleen schoolleiders moeten zitten: “zeker ook docenten, want die kennen de praktijk.”

Een idee zou zijn om *naast* de vereniging, een stichting in het leven te roepen, die als uitvoeringsorgaan het lesmateriaal beheert. En er zou ook een adviesraad kunnen komen bestaande uit de nlt-ambassadeurs.

U bepaalt mee!

Zet het onderwerp op de agenda van uw nlt-en/of bèta-sectieoverleg. Bespreek met uw nlt-collega’s op school wat voor soort organisatie van en voor nlt-scholen ú zou willen. Te denken valt aan organisatievormen als die van cultuurprofiel-scholen, tto, Technasium, WON, begaafdheidsprofiel-scholen en Havisten Competent.

Wat zijn volgens uw school de belangrijke items voor zo’n organisatie? Bijvoorbeeld scholing, DOT’s, collegiale visitatie, kwaliteitsborging van modules. Wie horen er in die organisatie: docenten, schoolleiders, een vertegenwoordiging van het hoger onderwijs, andere partijen?

Laat het LCP weten hoe u of uw school erover denkt! Stuur een mail naar info@betavak-nlt.nl. Of geef uw mening op de vakcommunity van nlt: <http://natuurlevenentechnologie.vakcommunity.nl/>. Het LCP houdt u op de hoogte via onder meer de website www.betavak-nlt.nl de E-nieuwsbrief van nlt (aanmelden via <http://www.NLT-database.nl/NieuwsBrief-Registratie.aspx>) en berichten in *NVOX*. ●

Nlt-conferentie 2013

De jaarlijkse nlt-conferentie dit jaar op 7 februari heeft een nieuw onderdak gevonden: Bilderberg Hotel Speulderbos (ja, van de Bilderbergketen, bekend van de gelijknamige conferenties in Oosterbeek, waarbij ZKH Prins Bernard destijds actief was) in Garderen bij Putten op de noordrand de Veluwe.

■ Harrie Jorna / eindredacteur nlt



De grote theaterzaal, enigszins in jugendstil.

Ook bijzonder dit jaar was, dat het vers opgerichte nlt-team een bijeenkomst hield in hetzelfde hotel, de dag van tevoren. Het nlt-team is een bundeling van potentiële nlt-moduleschrijvers en -bewerkers. Er was een lezing van een specialist van het Van Goghmuseum uit Amsterdam over Vincent van Gogh. Het is de bedoeling dat er een havomodule over Van Gogh gemaakt wordt, medegefinancierd door het museum. Aan natuurwetenschappelijke inhouden valt te denken aan: hoe maak je verf? Hoe stel je de leeftijd van een schilderij vast? Hoe stel je vast wat er voor een verf is gebruikt? Hoe komt het dat sommige kleuren veranderen en dat Van Gogh dit met opzet heeft toegepast? Hoe kun je vaststellen dat er onder het werk nog een schilderij op het doek zit?

Op iedere nlt-module zal om de vijf jaar een apk-keuring gepleegd worden met het doel modules zo nodig te herzien alvorens te hercertificeren. *Forensisch Onderzoek* is gehercertificeerd, maar voor *Digitale Technieken* (havo) is geen partij gevonden

om de verouderde software te vervangen en geen regionaal steunpunt om de module te onderhouden. Het nlt-team kan ook ingezet worden bij werkzaamheden als gevolg van de apk-keuringen: toetsen maken en opdrachten bij de modules maken. Op dit moment wordt gewerkt aan een module over de nieuw uitgegeven *Noordzeeatlas* en de alternatieve havostartmodule *De Beagle* met de basisvaardigheden natuurwetenschappelijk onderzoek, ontwerpen, modelleren en presenteren.

Ochtend Hoofdlezing door Ysbrand van der Werf

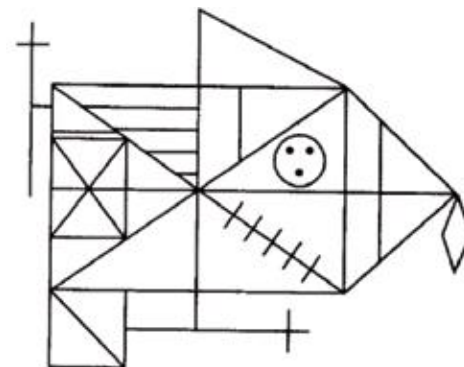
De volgende morgen – wat een luxe, de nlt-teamers mochten blijven overnachten – werd nadat de diverse workshopleiders met enige spanning hun presentaties hadden klaargezet, de openingslezing *Een kijkje onder de schedel* verzorgd door Ysbrand van der Werf van het VU medisch centrum. Voor de insiders: het ging over EEG, MEG, PET, MRI en TMS.



Ysbrand van der Werf tijdens zijn lezing *Een kijkje onder de schedel*.

MEG, de magnetische variant van EEG is gevoelig voor delen van de hersenen die evenwijdig zijn aan de sensor, terwijl EEG gevoelig is voor delen van de hersenen loodrecht op de sensor. Logisch als je aan de kurkentrekkerregel denkt: het elektrisch veld staat immers loodrecht op het magnetisch veld. Heel herkenbaar was het tekenen van een ster via de spiegel. Iemand met een hersenbeschadiging leert

Kunt u deze complexe tekening na 30 seconden uit uw hoofd natekenen?



dit aanzienlijk langzamer tot niet. Het uit het hoofd natekenen van de figuur die u op de vorige bladzijde ziet, lukte mij niet, evenals mensen met een enge ziekte. Grappig was het gevolg van het tonen van een afschrikwekkend plaatje aan een

Hij vertoont de zogenaamde plaatje-poep-reactie

patiënt met een obsessieve compulsieve stoornis (bijvoorbeeld smetvrees). Hij vertoont de zogenaamde plaatje-poep-reactie: het haarvatnet op een bepaalde plaats in de hersenen gaat open staan. Ik vroeg na afloop aan Ysbrand of dit mogelijk toepasbaar zou zijn bij een herseninfarct. Dan moet het infarct maar net op die plaats zitten, was zijn logische antwoord.

Middaguur

Mededelingen uit de stuurgroep door Harrie Eijkelhof

- De Stuurgroep Verankering NLT zit slim in elkaar: naast de functies voorzitter en secretaris zijn er negen personen vanuit universiteiten (o.a. aardwetenschappen), scholen (docent en schoolleider), NVON, cTWO (vernieuwingscommissie wiskunde), IOBT (Stichting Innovatie van het Onderwijs in de Bètavakken en Technologie), HTNO (de technische hbo-opleidingen), Koninklijke Nederlandse Academie van Wetenschappen en Jet-Net.
- Het LCP (Landelijk Coördinatiepunt NLT) is bemand met vijf personen, waarbij projectleider Berenice Michels (SLO) ook secretaris is van de Stuurgroep.
- Dit schooljaar wordt gestart met de nieuwe domeinen. Of uw examenprogramma nog wel de domeinen dekt, kunt u makkelijk nagaan met de school-curriculumcheck nlt: www.nlt-database.nl.
- Voor leermiddelen is men welkom op de nieuwe database <http://tinyurl.com/a4p89wf>.
- Er zijn drie werkgroepen actief: kwaliteitsborging schoolexamens; leerlijnen; opleiding en professionalisering.
- De steunpunten nlt kunnen drie jaar financieel verder.
- Vijf nieuwe modules zijn gecertificeerd: allemaal voor 5- en 6-vwo. Zij kregen hun certificaat feestelijk uitgereikt.

Catwalk

De voordracht door Harrie Eijkelhof werd omhuld door de succesvolle reeks van



Floor Buma van de Stichting Brein in Beeld in actie op de catwalk.

zestien minipresentaties van ieder 2,5 minuut, de catwalk genaamd, waarin de deelnemers van de markt reclame konden maken voor hun stand. Positief viel hierin de presentatie van de Stichting Brein in Beeld (BiB) op, doordat haar vertegenwoordigster Floor Buma in het T-shirt van de stichting verscheen en de zaal drie vragen stelde waar men door handopsteken waar of niet waar op kon zeggen. Een vrouw heeft gemiddeld 10% minder hersenmassa dan de gemiddelde man. Dit bleek, hoe confronterend, waar te zijn. Evenals: baby's hebben meer hersenmassa dan volwassenen. Wij selecteren en ongebruikte hersencellen sterven af. Dat we slechts 20% van onze hersenmassa zouden gebruiken, bleek dus een fabeltje. BiB sluit mooi aan op de hoofdlezing en u kunt BiB uitnodigen in uw lessen.

Markt

Daarna volgde de middagmaaltijd in dezelfde ruimte als de markt: niets mis mee, maar de ruimte was kleiner dan we gewend waren op de Reehorst. Naast de tien Vaksteunpunten waren er zes andere organisaties waaronder GasTerra waar ik een praatje mee maakte en het gratis verkrijgbaar lespakket *Meer licht met minder stroom* meekreeg. Met een bijzonder vlot ingesproken dvd. Met docentenhandleiding met als aardigste bijlage de werking van een led.

Middag

De werkgroepen

Er waren drie rondes werkgroepen. In totaal 27 stuks. Natuurlijk moest ik bij mijn eigen werkgroep *Kunstniet en Membranen* zijn, over het feit dat deze module geschikt gemaakt is vanaf half 4-vwo en dat er nu een groot biologieblok in zit over

de gezonde nier. De module is evenals de andere modules van Steunpunt Oost te krijgen via: nlt@beta-oost.nl

Andere steunpunten die een workshop verzorgden waren Utrecht, Nijmegen, Eindhoven en Wageningen. Naast workshops over de diverse modules (waarvan er enkele qua onderwerp aansloten op de hoofdlezing) waren er workshops over algemene nlt-zaken als: competentieprofiel voor nlt-docenten; - interdisciplinariteit; - aansluiting naar vervolgoopleidingen; - toetskwaliteit; - videolessen; - leermiddelendatabase en community; - leerlijnen.

Zorgen

Op weg naar huis in de trein sprak ik een toa. Zij maakte zich zorgen over de opkomst van het Technasium: hoe schoolleiders daarmee omgaan. Zij zeggen: nlt en O&O (Onderzoeken en Ontwerpen), dat is toch ongeveer hetzelfde! Haar en mij leek het van belang dat er voorlichting hierover wordt gegeven aan schoolleiders. Ik heb haar alvast het *NVOX*-artikel van september 2011 *Technasium kan goed samen met nlt* toegestuurd.¹

Er moet ons inziens een commissie op hoog niveau komen waarin schoolleiders, vertegenwoordigers van Technasium en van nlt duidelijk de overeenkomsten en verschillen op een rij krijgen, niet alleen wat betreft de examenprogramma's (hierover is in de sectie nlt van de NVON gesproken) maar ook wat betreft regelingen, voorschriften, het aanbieden van nlt door een team van minstens drie eerste-graders en vooral de investeringskosten en de personele kosten.

Een tijdje geleden is er weliswaar een werkgroep geweest met Stuurgroep/LCP en expertisecentrum Technasium en docenten O&O en nlt die gezocht hebben naar mogelijkheden om de samenwerking tussen nlt en O&O op schoolniveau verder te onderzoeken. Dit overleg is helaas beëindigd, nadat het expertisecentrum de conclusie trok dat het te vroeg was om over dergelijke samenwerking te praten. Het lijkt mij goed dat er binnen afzienbare tijd hierover weer een artikel in *NVOX* komt, waarin de diverse betrokkenen gehoord worden.

Foto's: VVBfoto

Noot

1. Schuurbijs, G. en Mersie, M. (2011). *Technasium kan goed samen met nlt. NVOX (36)9*, p 330-332.

Van hiv tot aids?

Een probleemgestuurde nlt-module voor 5/6-vwo.



De nlt-module *Van hiv tot aids?* gaat over het infectie- en replicatieproces van het humaan immunodeficiëntie virus dat uiteindelijk tot aids leidt. Maar in zijn werkwijze onderscheidt de module zich van de meeste andere nlt-modules. Leerlingen krijgen geen kant-en-klaar boekwerk met daarin alle leerstof. Ze gaan zelfstandig informatie zoeken, verwerken en beoordelen. Kortom zelf op zoek naar de antwoorden. Vervolgens presenteren ze die aan hun medeleerlingen.

■ **Krijn Kieviet en Ton van der Valk / JCU, Universiteit Utrecht**

De module heeft dus twee soorten leerdoelen: inhoudelijke doelen (leren over hiv en aids) en vaardigheidsdoelen (zelfstandig wetenschappelijke informatie zoeken, verwerken en beoordelen). De vaardigheidsdoelen lopen als een rode draad door de module. Eerst leren de leerlingen informatie te zoeken en te beoordelen en vervolgens passen ze deze vaardigheden toe op een eigen onderwerp over hiv en/of aids. Dit is zichtbaar in de twee delen van de module. In het eerste deel ligt de nadruk op het oprakelen van voorkennis over het afweersysteem, de infectie en replicatiecyclus van hiv. Ze trainen het zoeken van informatie aan de hand van vragen, ze lezen de gevonden wetenschappelijke artikelen en ze leren rapporteren over de zoekresultaten. Na afronding van het eerste deel, gaan de leerlingen zich verdiepen in een onderwerp van hun eigen keuze. In de module worden enkele voorbeeldonderwerpen aangeboden. De gevonden antwoorden presenteren ze aan elkaar en ze gaan met elkaar in discussie over de inhoud en de bronnen. Dit leidt tot nieuwe vragen en de cyclus begint opnieuw. Zo worden hun vaardigheden en kennis op de proef gesteld. Leerlingen lijken erg bedreven in het gebruik van internet. Als je ze de opdracht geeft iets op te zoeken hebben ze het antwoord zo gevonden: even een zoekopdracht aan Google geven, de Wikipediapagina over het onderwerp lezen en *pronto!* Deze informatie is echter vaak oppervlakkig en de betrouwbaarheid ervan is niet altijd even hoog. Zo hadden 5-vwo-leerlingen tijdens de eerste les op

Wikipedia gelezen dat de binding tussen een basenpaar in DNA een covalente binding zou zijn en zagen ze niet in dat dit een waterstofbrug moest zijn. Dit laat zien dat het beoordelen of informatie betrouwbaar is, moeilijk is voor leerlingen.

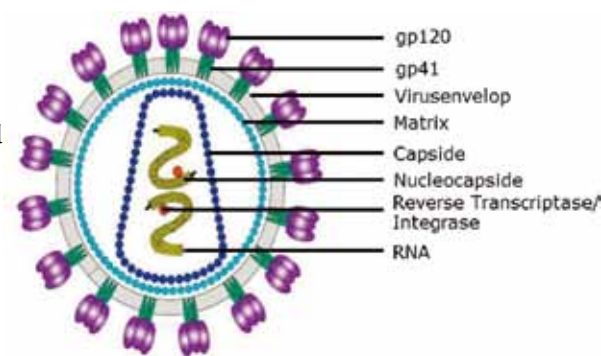
Gestructureerd zoeken

De geschetste werkwijze is erg open en eist veel van docent en leerlingen, zoals goede zoektermen kiezen en de betrouwbaarheid inschatten van gevonden bronnen. Daarom is een structuur aangebracht van een oplopende moeilijkheidsgraad in de antwoorden op de vragen en in de openheid van de vragen. Elk hoofdstuk bevat vier keuzeonderwerpen waar leerlingen in groepjes van drie een keuze uit maken. In klassen groter dan twaalf leerlingen moeten dus meerdere groepen hetzelfde onderwerp kiezen.

Hoofdstuk 1. Hoe stopt je lichaam ziekteverwekkers?

Vaardigheidsdoel van dit hoofdstuk: gegeven zoektermen gebruiken. Het afweersysteem wordt meestal in 4-vwo behandeld en de kennis daarover wordt in dit hoofdstuk opgerakeld. Maar voor NT-leerlingen die in 4-vwo geen biologie hebben gevolgd, is dit onderwerp nieuw. Er zijn vier keuzeopdrachten met vragen, verdeeld in verwerkingsvragen en zoekvragen. De verwerkingsvragen kunnen beantwoord worden aan de hand van de kort behandelde stof. Het antwoord op de zoekvragen kunnen de leerlingen grotendeels in hun schoolboek biologie vinden. Daardoor kunnen leerlingen dicht bij

huis beginnen met zoeken aan de hand van de gegeven zoektermen. Aan het eind van het hoofdstuk presenteren de leerlingen de gevonden antwoorden aan elkaar. Ze luisteren kritisch naar elkaar en discussiëren over inhoud en manier waarop deze is verkregen. Leerlingen krijgen zo alle inhoudelijke stof te horen en kunnen leren van elkaars fouten en successen.



Een schematische weergave van hiv.

Hoofdstuk 2. Hoe infecteert hiv?

Vaardigheidsdoel van dit hoofdstuk: zelf zoektermen bedenken en gebruiken. In dit hoofdstuk komt het infectieproces van hiv aan de orde. De stof in dit hoofdstuk gaat verder dan de stof over hiv in het biologiecurriculum. Leerlingen kunnen dus niet meer volstaan met het lezen van hun biologieleerboek, maar zullen ook andere bronnen moeten gebruiken. Betrouwbaarheid begint hier een rol te spelen. Is Wikipedia, waar leerlingen veel informatie vandaan halen, betrouwbaar genoeg? Waar kun je betrouwbaardere informatie vinden?



Een leerling bekijkt op YouTube een filmpje over de infectie van hiv.

In dit hoofdstuk bevatten de keuzeopdrachten geen verwerkingsvragen. De uiteenzetting over het infectieproces kan gebruikt worden bij het bedenken van zoektermen. De zoekvragen zijn aangevuld met verdiepingsvragen die wat dieper op de stof ingaan. Het antwoord op zowel de zoek- als de verdiepingsvragen moeten de leerlingen zelf vinden. Leerlingen maken bij elke vraag van hun keuzeopdracht eerst een lijstje met zoektermen.

Hoofdstuk 3. Hoe ontstaan nieuwe hiv deeltjes?

Vaardigheidsdoel van dit hoofdstuk: zelf verdiepingsvragen bedenken en beantwoorden. Gebruikmaken van een wetenschappelijk (review)artikel. In dit derde hoofdstuk staat de replicatie van hiv centraal. De keuzeopdrachten voor de leerlingen bestaan weer uit

Het beoordelen van de betrouwbaarheid van informatie blijkt voor leerlingen moeilijk

zoekvragen, maar de verdiepingsvragen zijn vervangen door steekwoorden waar leerlingen zelf vragen mee moeten maken.

Hoofdstuk 4. Verdiepingsonderwerpen

Vaardigheidsdoelstelling: zelf een keuzeonderzoek inperken en uitvoeren. Dit laatste hoofdstuk beslaat qua tijd de tweede helft van de module. Nu gaan leerlingen een eigen onderwerp uitdiepen. Er worden een aantal voorbeelden van opdrachten gegeven, maar het wordt toegejuicht als leerlingen hun eigen interesse volgen. Voor de docent is dit het lastigste deel van de module omdat er, net als bij profielwerkstukken, terreinen gekozen kunnen worden waar de docent nog niet in thuis is. In het docentmateriaal is daarom achtergrondinformatie

opgenomen en worden bij de gegeven deelonderwerpen al aanknopingspunten voor de docent gegeven.

De verdiepingsonderwerpen beslaan meerdere disciplines. Het is voor leerlingen mogelijk een wiskundige, scheikundige of maatschappelijke insteek te kiezen. Hier kan heel goed met andere vakken worden samengewerkt. De leerlingen geven uiteindelijk een presentatie over hun onderwerp. De presentatie wordt voornamelijk beoordeeld op het niveau dat de leerlingen hebben bereikt. Zijn ze voldoende diep gegaan? Hebben ze goede vragen weten te stellen? Hebben zij hun bronnen op betrouwbaarheid weten te toetsen?

Docentenhandleiding

De inhoud van de module is niet voor elke nlt-docent parate kennis. Omdat het leerlingmateriaal weinig inhoudelijke

informatie bevat, is er in de docentenhandleiding extra informatie voorhanden. De replicatiecyclus van hiv wordt beschreven en er is een samenvatting van het afweersysteem gegeven. Daarnaast worden er bronnen genoemd waar docenten extra informatie kunnen vinden. Als docent hoeft je de module niet precies zo te geven als hij is opgezet. Er zijn in het docentmateriaal alternatieven opgenomen. Bijvoorbeeld als je een klas er te groot voor vindt of omdat je voor een bepaalde klas presenteren als werkvorm minder geschikt acht.

Ervaringen van leerlingen en docenten

De start van de module is voor veel leerlingen lastig omdat de module een

beroep doet op heel andere vaardigheden dan ze gewend zijn. Het kost leerlingen moeite om te schakelen van opletten en opdrachten maken naar op zoek gaan naar antwoorden. Maar als leerlingen eenmaal bezig zijn, worden ze veelal gegrepen door het onderwerp. In gesprekken met docenten kwam naar voren dat leerlingen zich bleven verbazen over de slinkse wijze waarop hiv het afweersysteem weet te omzeilen. Een van de leerlingen gaf dit ook aan in de enquête als antwoord op de vraag waar hij het meest van geleerd had:

“Hoe hiv in zijn werk ging. Dat hij zo slim bezig is in het menselijk lichaam.” De keuzevrijheid in het tweede deel van de module wordt door leerlingen sterk gewaardeerd. Op de vraag wat een leerling het leukst vond antwoordde een leerling:

“Het laatste onderdeel waarbij je zelf een deelonderwerp mocht kiezen en deze uitbreiden.”

Een leerling van een andere school schrijft:

“Ik vond het maken van de presentatie het leukst, omdat je dan iets waarin je jezelf interesseert, kunt onderzoeken.”

Op de vraag waar ze het meest van geleerd hebben, geven veel leerlingen een antwoord dat betrekking heeft op de presentaties:

“Het presenteren vond ik erg handig, omdat ik zo minder bang ben om voor de klas te staan.

Het eigen onderzoek, je moet de stof goed kunnen uitleggen waardoor je het zelf ook goed moet snappen en dus ook kunt toepassen.”

Docenten vinden het vaak lastig niet meer overal meteen een antwoord op te kunnen geven. De uitdaging is de leerlingen te motiveren zelf de antwoorden te zoeken.

Gebruik

Van hiv tot aids? is in 2010 gecertificeerd voor het toenmalige nlt-domein E (D2 en F1 in het nieuwe examenprogramma). Hoewel de module een sterk biologisch karakter heeft, zijn er veel mogelijkheden om de grens met andere vakgebieden, zoals scheikunde, wiskunde of maatschappijleer, op te zoeken. Vooral de verdiepingsonderwerpen lenen zich hier goed voor. Hier kunnen ook collega's van andere vakken bij worden betrokken.

De module is goed geschikt als verdieping van de biologie in 6-vwo, het sluit

mooi aan op het hoofdstuk immunologie en kan leerstofvervangend worden ingezet. Het onderwerp immunologie is voor veel leerlingen erg lastig en de context van hiv maakt het voor leerlingen aantrekkelijker. Want ze vinden dat ze zich echt in de stof moeten verdiepen om het aan hun medeleerlingen te kunnen presenteren, waardoor ze zich de stof echt eigen maken.

Voor meer informatie kunt u terecht op de website van het Bètasteunpunt Utrecht: www.betasteunpunt-utrecht.nl.

Via de docentenpagina is een docentenhandleiding beschikbaar met achtergrondinformatie, een diagnostische toets en een eindtoets.

☛ **Ton van der Valk** is curriculumcoördinator van het JCU en onderzoeker bij het FIsme (www.fisme.uu.nl). Hij heeft de ontwikkeling van Van hiv tot aids? begeleid.



☛ **Krijn Kieviet** is onderwijsontwikkelaar op het Junior College Utrecht (JCU, www.uu.nl/jcu) en docent op het Utrechts Stedelijk Gymnasium (www.usgym.nl). Hij heeft als modulecoördinator een belangrijke rol gespeeld bij de totstandkoming van Van hiv tot aids?
LinkedIn: <https://www.linkedin.com/e/fj/f/13845570>.

Minididactiek

Het N-drieminion en het Ndrie-minion

372

Voor de zoveelste keer naar het lokaal, 5-vwo, de trap op, eh ... o ja, zuren en basen, linksaf de gang in, het peroxide-ion, hé .. geen leerlingen, het Otweetweeminion, bijzonder, wellicht een roosterwijziging, waterstofperoxide kenden ze, de deur is dicht, maar het peroxide-ion ..., geroezemoes achter de deur, stond in een opgave, de deur is niet op slot, moesten ze laten reageren met water, ik open de deur, in twee stappen, ze zijn al binnen, een zuur-basereactie, gezellig in groepjes aan de babbel, ze snaptten het niet, zeker de deur niet afgesloten, het Otweeminion, of een collega even binnen geweest, kenden ze wel, wat maakt het uit, een zeer sterke base, de tussendeur was wel dicht, onderaan in tabel 49, geen leerlingen in het kabinet, geeft met water loog, tassen en billen op tafels, opgeloste OHminionen, voeten op stoelen, daar waren we gebleven, de gesprekken stokten.

“Meneer, de deur stond open, we dachten dat u in het kabinet bezig was.”

“Oké ... willen alle menselijke protonen, neutronen en elektronen op hun plaats gaan zitten? En willen zij papierachtige protonen, neutronen en elektronen voor zich nemen en metaalachtige, plasticachtige en inktachtige protonen, neutronen en elektronen in hun hand nemen”

“Mu-nééér ... houden we dat de hele les?”

“Nee, even het geheugen opfrissen ... zet links in de kantlijn onder elkaar een kleine p, een kleine n en een kleine e.

Zet daarachter, voor jezelf, kijk of je het nog weet, de lading en de massa van het betreffende deeltje kijk bij je buur of het klopt.” Voor de zekerheid zet ik het schemaatje ook op het bord.

“Volgens dit schema hebben een proton en neutron dezelfde massa. Pak *Binas* en zoek in tabel 7 op hoe dat precies zit ... Juist een neutron is iets zwaarder, ik onthoud dat altijd door te beseffen dat bij een kernreactie een neutron omgezet kan worden in een proton plus een elektron, de lading moet immers bij zo een reactie gelijk blijven, dus is de massa van een neutron groter dan die van een proton, meer groter als je goed kijkt dan de massa van een elektron, bij de omzetting wordt dus ook massa omgezet in energie, in straling.” “ $E=mc^2$, meneer?” “Ja, $E=mc^2$, Sophie.”

“Kijk eens in tabel 25 bij het C-12-isotoop ... wat is de massa van dit atoom? ... Ja, 12,000000 u ... precies 12 u ... hoe kan dat? ... hoe komt dat? ... Juist, Joris er staat een viertje bij ... wat betekent dat?” Ze blade ren een paar bladzijden verder en zien aan het eind van de tabel bij het viertje *per definitie* staan. “Ja, dat hebben we zo afgesproken één u is een twaalfde van de massa van een C-12-atoom, het is niet anders, een keihard, afgesproken feit!!”

“Waarom is voor die C-12 gekozen, meneer, en is niet gewoon het kleinste atoom, het waterstofatoom precies één u?”

“Jaaaaaaa ... dat is een goeie vraag, Sophie, ik weet dat niet precies, vroeger was dat, geloof ik, wel zo, moeten we even voor de volgende les uitzoeken, pak nu weer je pen en zet weer p, n en e onder elkaar in de kantlijn en zet voor de volgende deeltjes het aantal protonen, neutronen en elektronen erachter!” Op het bord verschijnt de volgende lijst: H-1, H-2, H-3, H⁺, H, O, O₂, O²⁻, O₂²⁻, Cl-35, Cl-37, N, N³⁻, N₃⁻; NH₃, NH₄⁺, HCO₃⁻, Fe, Fe²⁺, Fe³⁺. Zo, daar zijn ze even mee bezig, werken in tweetallen, het lukt redelijk goed. Het O₂²⁻-ion wordt door Pieter ontdekt als het ion van het eind van de vorige les. Ik laat ze de structuurformule opschrijven en, even buiten de examenstof, leg ik de elektronenformule uit. Ze zien nu duidelijk dat het een tweewaardige base is. Ik wijs ze op de formule van het mineraal pyriet, FeS₂(s), zitten daar ijzer(II)- of ijzer(III)-ionen in? Ze komen er niet uit, ik zet op het bord de elektronenformule van het disulfide-ion onder het peroxide-ion. Daarna even aandacht voor het azide- en nitride-ionen, allebei in de spreektaal het N-drie-min-ion, laat even zien dat het azide-ion iso-elektronisch is met een CO₂-molecuul. Daarna gaan ze verder met de zuur-base-opdrachten uit het boek. Bij het verlaten van het lokaal voegt Joris mij fijntjes toe: “Meneer, pak uw metaalachtige protonen, neutronen en elektronen en vergeet niet het lokaal af te sluiten.”

Hein Bruijnesteijn

Prikfruit

Met het hier beschreven proefje blijkt dat er meer natuurwetenschap is dan in de eindexamenprogramma's beschreven staat. Het open curriculum van nlt biedt relatief meer mogelijkheden. Geniet van dit smaakvolle fenomeen!

■ **Henk Buisman / Universiteit Leiden**



Galen Kaufman, de uitvinder van Fizzy Fruit.

380

In 1994 koelde Galen Kaufman, een neurowetenschapper van de University of Texas in Galveston tijdens een zeiltochtje het fruit in de koelbox met droogijs. Dat was in het lab ruim voorhanden. Toen hij het fruit at, leek het wel gegist. Nee, het koolstofdioxide was in een paar uur dwars door de schil gediffundeerd. "Prikfruit! Dat dit niet eerder door iemand uitgevonden is!" zo reageerde hij.

Patenteren

Kinderen bleken er gek op. Waarom dan niet meteen op de markt gebracht? Hij wilde zijn vinding laten patenteren. Maar omdat een idee op zich niet te patenteren is, moest hij eerst een procédé ontwikkelen. Hij richtte het bedrijf Fizzy Fruit Company op en begon met de levering aan scholen. Het bedrijf groeit nog steeds en Fizzy Fruit is in de VS nu ook in de supermarkt te krijgen. Het bedrijf heeft een imago van gezond eten, het lijkt er in ieder geval op dat de Amerikaanse schooljeugd meer fruit is gaan eten. Over het proces wordt door het bedrijf heel omzichtig gedaan, maar uit de anekdote blijkt wel dat prikfruit heel eenvoudig te maken moet zijn. In deze tijd van het jaar is er fruit in alle soorten en maten voorhanden, dus ...

... aan de slag!

Zo maak je prikfruit.

- Doe een laag droogijs (handschoenen aan, bril op) in een koelbox. Droogijs haal je bij een bevriend laboratorium. Aan een kilo heb je meer dan genoeg. Er zijn ook koeriersdiensten die droogijs leveren. Droogijs kost ongeveer een euro per kilo, exclusief bezorging.
- Leg daarop een plaat piepschuim of iets dergelijks om direct contact met het fruit te voorkomen, anders vriest het kapot. (Dan ondergaan aardbeien trouwens een interessante textuurverandering. Textuur is belangrijk bij het proeven. Aardbeien die bevroren geweest zijn, smaken heel anders, niet vies, maar dit terzijde.)
- Leg het fruit op de isolerende laag. Zolang er nog droogijs is, vindt er koeling plaats. Sublimeren (vervluchtigen) is immers een endotherm proces. Het koelen is gunstig voor de oplosbaarheid van CO₂. Gassen lossen beter op bij lage temperatuur.
- Laat het gas een paar uur inwerken, maar zorg dat je de proef afbreekt voordat al het droogijs verdampt (eh vervluchtigd) is. Als je te laat bent is het effect snel weg: het fruit warmt snel op en het CO₂ diffundeert terug zodra de concentratie koolstofdioxide buiten het fruit kleiner is dan in het fruit.

Ik heb de proef ook uitgevoerd in een gewone koelbox, net als Galen Kaufman deed. Overdruk is niet nodig, maar maakt het wel leuker. Bij hogere druk lost CO₂ immers beter en sneller op. Een snelkookpan (doet het overdrukventiel het?) geleidt de warmte goed. Zet hem in een isolerende piepschuimbak of wikkel hem in een deken. Haal aan het eind van de proef voorzichtig de druk eraf, anders scheurt het fruit open.

In de les

Verklaren komt later, maar als je de proef in de onderbouw uitvoert, maken de

leerlingen kennis met een verwonderend fenomeen. Dat zag Kaufman goed in. Verdieping kan in de klas bij de reguliere stof van natuur- en scheikunde, of bij profielwerkstukken over gaswetten, thermodynamica van gassen of over bijvoorbeeld caissonziekte (duikers).

In het (huidige) natuurkundeprogramma komt de algemene gaswet nog net voor. Het scheikundeprogramma biedt meer ruimte (oplosbaarheid van gassen, polariteit), evenals biologie (diffusie). Ik vind zelf de snelheid van het proces opmerkelijk. Het is indrukwekkend dat het koolstofdioxide zo makkelijk door de schil heen gaat terwijl fruit dagen op de fruitschaal kan liggen zonder dat het

Indrukwekkend dat CO₂ zo door de schil heen gaat terwijl fruit dagen kan liggen zonder uit te drogen

uitdroogt. Toen Harrie Jorna dit las vond hij het proefje wonderwel passen in de nlt-moule *Kunstnier en Membranen* die hij juist met Bèta Steunpunt Oost aan het geschikt maken was vanaf vwo-4. In deze module is sprake van open (poreuze) en gesloten semipermeabele wanden (membranen). De doorlaatbaarheid van een poreus membraan is afhankelijk van de deeltjesgrootte. Als je ervan uitgaat dat het in dit proefje om een poreus membraan gaat, verwacht je dat watermoleculen sneller worden doorgelaten dan de grotere koolstofdioxidemoleculen. Dat dit niet zo is, onderstreept het verwonderlijke van deze proef. Beter laat de proef zich uitleggen als je veronderstelt dat het een gesloten membraan betreft. Volgens het oplos-diffusiemodel moet een stof om door de wand van een gesloten membraan heen te kunnen, erin oplossen. Als het apolaire koolstofdioxide beter door het



Zelfgemaakte prikaardbeien: heerlijk!

Foto: Amanda Hagenbeek.

gesloten membraan gaat dan het polaire water, is dit gesloten membraan kennelijk apolair. Dit wordt bevestigd door het mak-

kelijk binnendringen van het rijpingsgas etheen dat ook apolair is en een nog groter molecuul betreft dan CO_2 .

Eind juni, aardbeientijd, was Amanda Hagenbeek (RSG Slingerbos-Levant, Harderwijk) bij ons op bezoek in het Junior Science Lab om met haar 5-vwo het practicum *Exoplaneten Ontdekken* uit te voeren. Het was een warme dag, een mooie gelegenheid om weer eens prikaardbeien te maken. Amanda neemt de proef op in de nlt-module *Moleculair Koken*.

Ander seizoen, ander fruit. Laat me weten hoe de cassisfersen, champagnedruiven en de Fantamandarijnen smaken!

❖ **Henk Buisman** is aansluitcoördinator van de afdelingen Natuur- en Sterrenkunde van de Universiteit Leiden. Zijn mailadres is: buisman@leidenuniv.physics.nl.



Globulen en microscoopjes

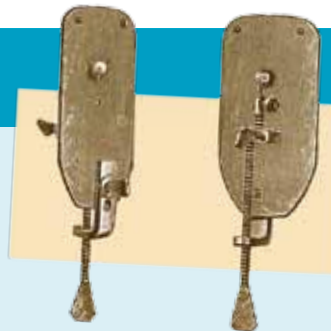
Antonie van Leeuwenhoek (1632 – 1723) was opgeleid tot lakenkoopman en later tot landmeter. Hij werd echter beroemd als natuurvorser en dat vooral door zijn uitvinding van een kleine microscoop en als onderzoeker van de micronatuur. Hij maakte een microscoop van twee gelijke plaatjes messing of zilver met beide een klein gaatje op dezelfde hoogte. Hij klemde de twee plaatjes op elkaar met een van een zandkorrel geslepen lensje tussen de plaatjes in het gaatje geklemd. Het bijna bolvormige lensje haalde een vergroting van 160 en soms wel van 250. Hij was behoorlijk bijziend en daardoor goed in staat om met veel geduld de kleine lensjes te slijpen.

Het te bekijken object werd op een punt bevestigd en met een schroefsteempje precies voor het brandpunt van de lens geschoven. Met een kaars werd het object belicht. Hij ontdekte met dit simpele wonderglas een tot dan toe nog nooit waargenomen anatomie van plant en dier: bacteriën, spermatozoiden, protozoën, de dwarsstreping van de spiervezels, kleine kristallen uit het sap van een plant en ontelbare andere histologische en biologische bijzonderheden uit de plantkunde, de kristallografie, de insectkunde en dergelijke. Hij is onbetwistbaar 'de vader van de microbiologie'. Fantastisch was, dat als hij een bijzonder object op de punt van zijn microscoopje had zitten,

hij dat als geheel bewaarde, ook om aan anderen te laten zien, en voor verder onderzoek een nieuw microscoopje maakte. Zo heeft hij vele microscoopjes gefabriceerd, waarvan er verschillende bewaard zijn gebleven.

Van Leeuwenhoek was bedreven in het beschrijven van wat hij waarnam. Hij werd geïntroduceerd bij de Royal Society in Londen en schreef ondanks het feit dat hij niet als wetenschapper was opgeleid, in de loop van 50 jaar, wel 560 brieven naar Londen. Hij was een pure autodidact. Hij kende geen vreemde talen en liet zijn brieven in het Engels vertalen. Maar slim als hij was, liet hij een vertaalde brief eerst door een andere vertaler weer in het Nederlands vertalen om te controleren of zijn tekst goed was omgezet.

Het is niet verbazingwekkend dat door zijn onderzoek Van Leeuwenhoek bijzonder geïnteresseerd raakte in de verborgen structuur van de (levende) materie. Hij kwam tot de conclusie dat materie uit kleine eenheidjes was opgebouwd en noemde die globulen. (Van Dale: *globulair*, uit kleine bolletjes bestaand; Lat. *globulus*, bolletje.) Hij had dus al een vorm van molecuulbegrip. Al bleek uit zijn



brieven dat het woord globule een drupje olie, de inhoud van een ééncellig organisme, een deel van een rood bloedlichaampje en het universele structurelement zoals hij zich dat voorstelde, kon aangeven. Hij had moeite met een consistent gebruik van zijn 'wetenschappelijke' termen.

Op school blijft het leuk leerlingen met het verschijnsel 'kleinste deeltjes' te confronteren. De proef met het horlogeglas met ether voor in de klas blijft voor veel leerlingen een eyeopener. "Wie de ether ruikt, steekt zijn vinger op." Op gegeven moment is de ether verdwenen en zijn alle vingers omhoog. "Noteer voor jezelf een verklaring voor de resultaten van deze proef!" Of de proef met de verdunningen van een kaliumpermanganaatoplossing. Een klein korreltje kleurt 100 mL water in een maatcilinder behoorlijk paars. Schenk 90 mL weg en vul met water aan tot 100 mL. Herhaal dit net zo lang tot de oplossing ook niet meer paars is als je in de lengte door de maatcilinder kijkt, uiteraard met een witte achtergrond. "Hoeveel paarse deeltjes zaten er wel niet in dat kleine korreltje, waar we de proef mee begonnen?" Tegenwoordig leid ik deze proefjes in met een verhaaltje: van globule tot molecule.

Anneke Dote

Onderzoek nlt in cijfers

■ Harrie Jorna / redactie nlt

Het *Onderzoek NLT in cijfers* is opgesteld door SLO en is in te zien via de nlt-site <http://betavak-nlt.nl>, klik rechtsboven op downloads. Daarna klik op NLT in cijfers (september 2012).

Het rapport bevat interessant cijfermateriaal waarmee u uw situatie kunt vergelijken met de landelijke. Niet alleen wat betreft de examenresultaten, maar ook cijfermateriaal waarmee u zich kunt sterk maken naar uw schoolleiding. Bijvoorbeeld de allerlaatste tabel: grappig om te weten dat er negen scholen in Nederland zijn met maar één leerling voor nlt.

En: is nlt een vluchtvak voor natuurkunde? Op havo lijkt dat het geval te zijn: daar hebben 60% van de nlt-leerlingen natuurkunde in hun N-profiel, terwijl de gemiddelde keuze voor natuurkunde van de N-leerlingen (mét en zonder nlt door elkaar) 75% is. Op het vwo zijn deze getallen respectievelijk 88% en 92%. Een 'omgekeerd' vluchtgedrag (mijn interpretatie) is waar te nemen bij biologie en aardrijkskunde: nlt-leerlingen willen zichzelf wellicht een 'steviger' bètavak bezorgen. Nlt-leerlingen hebben op havo slechts 66% biologie en op vwo slechts 71% tegen 79% resp. 84% normaal voor het N-profiel. Bij aardrijkskunde zijn deze cijfers extremer: op havo slechts 6,4% tegen 24% normaal en op vwo slechts 5% tegen 13% normaal voor N-leerlingen.

Een andere tabel geeft aan of de leerlingen nlt als *extra* bètavak nemen of *in plaats van* een ander bètavak. Normaal hebben 25% (havo) en 30% (vwo) van de N-leerlingen meer bètavakken dan nodig. Voor nlt-leerlingen zijn deze cijfers 50% resp. 71%. Cijfers om toch wel een beetje warm van te worden!

Hoe streng cijfert u, of, dat weet je nooit, hoe goed zijn uw leerlingen? Het landelijk gemiddelde voor nlt is op havo 6,53 (2009) en 6,57 (2010) en op vwo 7,07 (2010).

Hoe liggen deze cijfers voor nlt vergeleken met de monovakken? Het gemiddeld over 2009 en 2010 over de drie binaskvakken op havo was 6,29 en op vwo (2010) 6,65. Cijferen we te hoog? Tikken de hoog scorende componenten in nlt meer aan dan die in de monovakken? Of is nlt gewoon een leuk vak en spannen leerlingen zich meer in voor nlt? Deze vragen staan niet in het rapport, maar kunnen bij u opkomen als u het leest, zeker als u uw eigen data er naast kunt leggen.

Ook leuk: in welke provincie wordt relatief het meest nlt door de N-leerlingen gekozen? De percentages staan niet in de tabel; ik heb er een paar uit de cijfers uitgerekend: Zuid-Holland havo 21,2% (vwo 14,4%); Noord-Brabant havo 9% (vwo 5%) tegen landelijk havo 16,8% (vwo 11,7%). Opmerkelijk: de N-leerlingen kiezen op havo relatief vaker nlt dan

ONDERZOEK NLT IN CIJFERS
Data-analyse gegevens IB-groep en registratie invoerscholen



Nelleke den Braber, Berenice Michels,
LCP-NLT september 2012

de vwo-leerlingen. Komt nlt tegemoet aan de noodzaak van intrinsieke motivatie voor havo'ers? Of is de (mond-tot-mond) reclame voor nlt naar havo'ers meer aansprekend? Ook weer vragen die niet in het rapport staan.

Verder staat er een tabel over de man/vrouwverdeling, maar helaas niet over nlt. Toen ik begon met lesgeven, zat er één meisje in 4-havo. De N-heren winnen het nog nipt van de N-dames 9752 tegen 7336 op havo. Op vwo is dat 9385 tegen 9014.

Kleintje wetenschap

Young Ambassadors for Chemistry (YAC)

Binnen de IUPAC loopt al sinds 2004 het succesvolle programma *Young Ambassadors for Chemistry*, een project van het Committee on Chemistry Education dat docenten over heel de wereld traint om hun studenten/leer-

lingen de goede kant van de scheikunde in de publiciteit te brengen. Dat gebeurt via workshops van twee of drie dagen, gevolgd door een feestelijk eendaags publiek gebeuren. Dat laatste in een winkelcentrum, op een groot plein, of, zoals de laatste keer in Kasulu, Tanzania, in een stadion. Er wordt sponsoring gezocht en gekregen van internationale organisaties of regeringsinstellingen. De laatste 'happening', in Tanzania, kwam

tot stand door een bevlogen Poolse student die ondanks aanvankelijke teleurstellingen twee jaar lang volhield en bij IFF Nederland de benodigde steun vond. Bij al deze YAC-gebeurtenissen is onze collega Lida Schoen het enthousiasmerende middelpunt en de drijvende kracht.

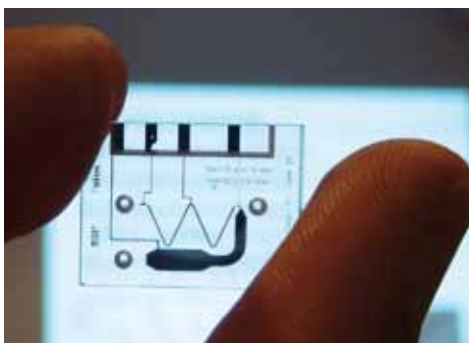
■ Bron: *Chemistry International*
September-October 2012

Ontwikkeling nlt-module

Lab on a Chip

Met behulp van nanotechnologie is het mogelijk een compleet laboratorium te maken op een paar vierkante centimeter. Deze Lab on a Chip (LoC) technologie is bijvoorbeeld hoogstnoodzakelijk voor snelle en precieze medische bepalingen. Zo kan men via een LoC binnenkort zelf thuis meten of men in aanmerking komt voor IVF.

■ Jan Jaap Wietsma / Universiteit Twente



Een Lab on a Chip voor het testen van medicijnen. Foto: Jan Jaap Wietsma.

Albert van den Berg houdt zich als hoogleraar aan de Universiteit Twente (UT) bezig met laboratoriumtechnologie op de vierkante micrometer, de zogenaamde Lab on a Chip (LoC).

Hij vertelde een bevriende psychiater eens hoe je met een minuscuul apparaat ingewikkelde bepalingen kunt doen, terwijl daar eerder een kamer met meetapparatuur voor nodig was. Metingen in urine, bloed, sperma, darminhoud en speeksel kunnen nu snel en nauwkeurig uitgevoerd worden. “Kun je ook zoiets maken voor mijn patiënten?” vroeg de psychiater, “want als ik die behandel tegen manische depressiviteit schrijf ik lithiumchloride voor. Dit is een zeer effectief geneesmiddel dat je heel precies moet doseren. Iets te weinig en het werkt niet; iets te veel en de patiënt is ontregeld of kan er zelfs aan overlijden. Vandaar dat de concentratie lithium in hun bloed heel vaak gecontroleerd moet worden. En dat kost meer dan een dag. Is daar nu niet een snellere meting voor te maken, met die microtechnologie van jou?” “Ik denk het wel”, zei Albert, en ging na thuiskomst het idee verder uitwerken.

Nu, enkele jaren later is de LoC voor de bepaling van lithium in menselijk bloed uitontwikkeld. Het bedrijf Medimate brengt een apparaat op de markt dat werkt met kleine glazen LoC-chips. Hiermee kan de patiënt zelf in enkele minuten een zeer nauwkeurige meting doen. Met dezelfde technologie maakt Blue4Green het mogelijk om bij koeien in de stal het calciumgehalte in hun bloed te meten en zo melkziekte te voorkomen.

Albert van den Berg ontving voor zijn LoC-onderzoek in 2009 de Spinozapremie. Een deel van het bedrag heeft hij ingezet om een praktisch LoC-lespakket en bijbehorende nlt-module voor scholen te ontwikkelen.

Waarom zo klein?

Een LoC is een zogenoemde vloeidische chip: er zitten kanaaltjes met vloeistoffen in. Die kanaaltjes zijn dunner dan een menselijke haar. Je hebt dus maar heel weinig vloeistof nodig: een klein druppeltje bloed, of zelfs maar enkele cellen. De technologie waarmee de chip gemaakt wordt, is voortgekomen uit de nanotechnologie. Bijvoorbeeld de technieken die nodig zijn om de fijne kanaaltjes, elektroden en aansluitingen te maken op een glasplaatje van een paar vierkante centimeter.

Voor allerlei toepassingen bestaan LoCs:

- het kopiëren van DNA,
- detectie van bacteriën,
- meten van de waterkwaliteit,
- tellen van bloedcellen, spermacellen en ionen,
- testen van medicijnen,
- synthese van explosieve of dure stoffen.

Hoe werkt de lithiumchip?

Lithiumchloride is een oplosbaar zout. Li^+ -ionen lijken in hun gedrag op Na^+ - en K^+ -ionen die veel voorkomen in bloed. Voor de detectie gebruikt men elektroforese. Een druppel bloed trekt in een capillair waarin een positieve elektrode zit. Een paar millimeter verderop zit een negatieve elektrode. De positieve ionen uit het bloed zullen richting de negatieve elektrode gaan. Een aantal seconden later wordt de spanning van deze elektroden afgehaald en komt er spanning op twee andere elektroden te staan. Hierdoor gaan de ionen een detectiekanaal in dat haaks op het capillair staat. De Li^+ -, K^+ - en Na^+ -ionen verschillen, mede door hun watermantel, in grootte waardoor ze zich met verschillende snelheid naar de negatieve elektrode verplaatsen. Door nu het geleidingsvermogen tussen twee elektroden halverwege het kanaal te meten, kan vastgesteld worden wanneer er welke ionen langs komen. In volgorde: K^+ , Na^+ en Li^+ . Uit het geleidingsvermogen volgt tevens de concentratie van deze ionen. Op deze manier is de medicatie lithiumchloride door de psychiater bij te stellen. Minstens even belangrijk is de micro-elektronica om de chip aan te sturen en de berekeningen te doen.

Na eenmalig gebruik wordt de Li-chip afgedankt. Door grote aantallen te produceren kost één chip enkele euro's. Ter vergelijking: dezelfde meting aan een buisje bloed in het laboratorium kost tientallen euro's en bovendien voor de patiënt een rit naar het ziekenhuis en enkele dagen wachttijd.

Met als voordelen: compact, minder schadelijk, minder duur, nauwkeuriger en bepaling ter plekke.

Met de spermachip is het mogelijk om in enkele minuten zaadcellen te tellen en de beweeglijkheid ervan vast te stellen. Dit is nodig bij vruchtbaarheidsonderzoek. Binnen enkele jaren zullen mannen dit zelf thuis kunnen uitvoeren.

Nlt-module

De LoC-technologie is voor veel mensen een onbekend terrein, terwijl er enorm veel onderzoek en ontwikkeling plaatsvindt. Het is van belang dat jonge mensen hiermee kennismaken en ontdekken welke instellingen, bedrijven en opleidingen ermee bezig zijn.

Om hier iets aan te doen, laat Albert van den Berg een praktisch lespakket maken, zodat leerlingen echte LoC-proeven kunnen uitvoeren. Dit gebeurt door Micronit Microfluidics, nlt Steunpunt Oost, deskundigen van de Universiteit Twente en bètadocenten uit de regio. De practicumset maakt deel uit van een nlt-module, aangevuld met proeven die ook inzetbaar zijn bij de monovakken. Verdergaande experimenten lenen zich voor eigen onderzoek of profielwerkstuk en zijn door leerlingen uit te voeren bij universiteiten of hogescholen. De module en de practica zullen binnenkort door proefscholen uitgetoetst worden. Na de testfase komt in de loop van 2012 de module voor alle scholen beschikbaar.

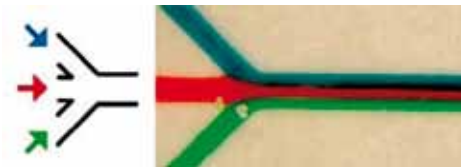


De opgeklapte chiphouder, die speciaal ontwikkeld werd voor gebruik op school. De glazen chip in de zwarte houder is eenvoudig te plaatsen, en alle aansluitingen worden met één handeling gemaakt.

Foto: Jan Jaap Wietsma.

De module start met de basisprincipes van LoC-technologie: capillaire werking, laminaire stroming, druk en stroomsnelheid. Vanuit macro-proeven gaan leerlingen met capillaire buisjes en een LoC werken. De eigenschappen van vloeistoffen worden dan heel anders dan in de macro-situatie. Als je bijvoorbeeld via slangen en T-stukken rode en witte wijn in één slang leidt en het daarna via een T-stuk tegelijkertijd in twee glazen laat

lopen, zul je daar rosé in opvangen: de wijn is gemengd. Als je echter de twee kleuren wijn in een LoC laat lopen en het daarna via een T-stuk in twee wijnglazen opvangt, krijg je dan ook tweemaal rosé? Nou, nee. Vloeistoffen in een LoC mengen door de laminaire stroming niet met elkaar: je krijgt een glas witte en een glas rode wijn. Je moet wel een beetje geduld hebben...



Laminaire stroming in een LoC.

Foto: Micronit.

Doordat een LoC van glas gemaakt is, kun je onder de microscoop precies volgen wat er gebeurt.

De leerlingen kunnen zien en berekenen wat er in die chip gebeurt, bijvoorbeeld hoe druppels gevormd worden of cellen worden afgebogen door elektroden. Wanneer geschikte elektronica ontwikkeld is, aansluitbaar op de computer, worden ook proeven met elektroforese en detectie van ionen of cellen mogelijk.



Prototype van de LoC leerlingenset met druppelchip onder microscoop.

Foto: Jan Jaap Wietsma.

Docentontwikkelteam

Het ontwikkelen van deze nlt-module gebeurt door een docentontwikkelteam (DOT) in het kader van professionalisering. In een DOT ontmoeten v.o.-docenten en deskundigen van universiteit/hogeschool en bedrijfsleven elkaar. Door samen te werken aan een project is er een intensieve uitwisseling van kennis en ervaring. De DOT Lab on a Chip zal in 2011-2012 verder werken aan het project om kennis over LoC en nanotechnologie te delen en te leren werken met de module.

Extra's rond LoC

Er wordt een website www.labochip.nl ontwikkeld over LoC-technologie samen met experts van de universiteit en het

Het ontwikkelteam *Lab on a Chip* bestaat uit: Naomi Chevalking (biologie, Schaersvoorde, Aalten), Auke Cuiper (biologie, Luzac college, Enschede), Aart Groenewold (natuurkunde, Eddy Hillesum Lyceum, Deventer), Ton Hillege, (natuurkunde, De Waerdenborch, Holten), Henk Velthuis (scheikunde, Greijdanus, Zwolle), Theo van der Voort (scheikunde, Gymnasium Apeldoorn), Klaas Wieringa (biologie, Greijdanus Zwolle), Wilfred Buesink, Wouter Bolt en tot voor kort Gunter Venhorst (Micronit Microfluidics, Enschede), Mathieu Odijk (BIOS, UT: de groep van Albert van den Berg), Jan Jaap Wietsma (ELAN, UT en biologie, Greijdanus, Zwolle)

bedrijfsleven. Ook maakt een team van de RU Groningen computerspellen en animaties (*serious games*) die straks via deze website aangeboden zal worden. Naast het practicum dat op school te doen is, worden leerlingen ook uitgedaagd zelf een LoC-*device* te ontwikkelen. Voor het uitvoeren van complexe proeven kunnen klassen of groepjes leerlingen o.a. terecht in het Twente Academy Leerlingenlab van de UT.

Vervolgstappen: ook naar havo

Vanuit de opleiding Nanotechnology van de hogeschool Saxion wordt ook meegewerkt aan de ontwikkeling van de module. Bij deze opleiding zijn ook diverse mogelijkheden om met leerlingen op bezoek te komen. Hier wordt ook aan LoC-experimenten gewerkt. Er zijn plannen om de module ook geschikt te maken voor havo.

Informatie

Over *Lab on a Chip* is informatie te vinden op de website van Bèta Steunpunt Oost (www.beta-oost.nl). Over enige tijd is ook www.labochip.nl actief. Over de module kunt u contact opnemen met Jan Jaap Wietsma van het nlt-vaksteunpunt aan de UT (j.j.wietsma@utwente.nl). Wilfred Buesink van Micronit Microfluidics B.V. is verantwoordelijk voor de ontwikkeling van de practicumset (wilfred.buesink@micronit.com).

⇒ Jan Jaap Wietsma is medisch bioloog. Hij geeft biologie en nlt (Greijdanus, Zwolle) en coördineert aan de Universiteit Twente de vaksteunpunten nlt en biologie van Bèta Steunpunt Oost. Hij promoveerde in 1994 in Amsterdam op neurowetenschappelijk onderzoek aan het kleurenzien.

Leerlingen over nlt

Leerlingen willen bij nlt vooral praktisch werken, aan realistische opdrachten die onderling duidelijk samenhangen. En ze vinden dat er hard gewerkt moet worden bij dit nieuwe vak. Dit blijkt uit een steekproefsgewijs onderzoek dat werd uitgevoerd door APS

■ Marianne Mols/ IJsselstein

Het nieuwe geïntegreerde bètavak nlt wordt dit schooljaar aangeboden op een kwart van de havo/vwo-scholen. APS ondervroeg leerlingen van acht scholen over het vak om een beeld te krijgen van de merites van nlt in de praktijk. De vragen betroffen uiteenlopende aspecten van het vak, zoals de voorlichting in de derde klas, de organisatie, het verschil met de andere bètavakken. Dit artikel beschrijft de belangrijkste bevindingen uit deze leerlingenterviews.

Realistische opdrachten

Wat leerlingen waarden in nlt, wordt snel duidelijk als je kijkt naar die modules die op meerdere scholen positief werden beoordeeld en waar leerlingen ook enigszins over uitweidden. Dat waren met name de modules *Dynamisch Modelleren* en *Forensisch Onderzoek*. Deze modules kennen, net als sommige andere, een havo- en een vwo-versie. Dit verschil wordt hier alleen verwerkt voor zover de leerlingenuitspraken daar aanleiding toe geven.

Dit gezegd zijnde, is bij de eerstgenoemde module, *Dynamisch Modelleren*, meteen een duidelijk verschil zichtbaar tussen havo- en vwo-leerlingen. In Hoogeveen en Zaandam, waar hoofdzakelijk havoleerlingen werden geïnterviewd, vonden leerlingen deze module 'niet leuk', 'te moeilijk' en 'een hoop werk'. Maar in Zeist, waar vrijwel uitsluitend vwo'ers deze module kozen, zeiden leerlingen dat door deze module 'opeens een heel andere, ingewikkelde wereld openging'. Ze ervoeren de module als uitdagend. *Dynamisch modelleren* werd ook gewaardeerd in Hilversum, waar twee gymnasiumleerlingen werden geïnterviewd. Deze twee leerlingen vonden dat in deze module, evenals in de module *Forensisch Onderzoek*, pas goed de meerwaarde van nlt tot uiting komt. Een van de twee omschreef de kern van beide modules als 'zelf gaan doen wat in de werkelijkheid gebruikt wordt. Dicht bij de

werkelijkheid'. Dezelfde leerling vatte zijn oordeel over de modules – en/of het vak nlt op zijn school – samen in de opmerking: "*Forensische Technieken* en *Dynamisch Modelleren* waren qua aanpak goed, iets nieuws, bij de andere modules had ik net zo goed een boek kunnen krijgen." Wat deze gymnasiumleerling met name pree in de aanpak, was de opbouw. Over *Dynamisch Modelleren*: "We werken aan een constante lijn, de module is goed opgebouwd. Eerst vereenvoudigen, dan uitbreiden, dan naar echte meetresultaten, en dan kijken of je hem toe kunt passen."

Blik op de toekomst

De aantrekkelijkheid van modules wordt ook bepaald door andere kenmerken,

zoals de herkenbaarheid van het onderwerp en de setting waarin de opdrachten worden gemaakt. Je kunt zeggen dat alle goede kenmerken van een module samenkomen in de module *Forensisch Onderzoek*, favoriet bij vwo én havo-leerlingen. De gefaseerde opbouw past bij deze module naadloos bij het onderwerp, een moordonderzoek. De school zet een moord in scène en de opdrachten zijn zo opgesteld dat 'je stapje voor stapje bij de oplossing komt', zoals een leerling het verwoordde. Een van die stappen, een heus DNA-onderzoek, werd door sommige scholen uitgevoerd op een regionale hogeschool. Dat gaf nog extra betekenis aan de module. Zoals een leerlinge het verwoordde: "Je kon echt zien waar ik later naar toe ga. Dat gaf een speciaal gevoel."

Leerlingen van De Breul zijn bezig met een experiment over licht. Foto: Jurriaan Vink.



Innerlijke noodzaak

Natuurlijk kan niet elk onderwerp concurreren met de allure van een moordonderzoek. Maar er zijn genoeg andere kwaliteiten die een module goed maken in de ogen van leerlingen, en die ook bij andere onderwerpen gerealiseerd kunnen worden. Wat deze kwaliteiten inhouden, kan verder duidelijk worden als je kijkt naar wat leerlingen *niét* goed vinden. Bij de module *Rijden onder invloed* bijvoorbeeld hadden leerlingen de indruk dat ze ‘om de tijd vol te maken allerlei opdrachten moesten doen die niets met het onderwerp te maken hebben’, en dat de module neerkwam op ‘gewoon veel formules en daar dan vragen over maken, net als bij scheikunde maar dan zonder proefjes’. De module *Het beste ei* kreeg van verschillende leerlingen de kwalificatie ‘veel te gemakkelijk’ en ‘onnozel’; anderen wezen op een gebrek aan samenhang en vroegen zich af: ‘waar gaat deze module over?’ Samenvattend: zowel havo- als vwo-leerlingen willen bij nlt vooral veel zelf doen, in realistische, praktische opdrachten, waarin elk onderdeel noodzakelijk is voor het geheel.

Een smak werk

Leerlingen zien dus grote verschillen tussen modules. Sprekend over het vak in het algemeen, zei een meerderheid van de leerlingen dat er meer practica op het programma mogen staan. Daarnaast vonden veel leerlingen dat nlt hard werken betekent. Ook een van de gymnasiumleerlingen zei dat nlt, anders dan hij had verwacht, ‘een smak werk’ is. Dit laatste is op zichzelf niet verkeerd, het past in de doelstelling om van nlt een pittig vak te maken. Maar enkele leerlingen brengen de ervaren werkdruk in verband met slecht gestructureerde informatie of een ondoordachte opbouw. Wellicht kan het geen kwaad dat men de volgende aanbeveling ter harte neemt van een van de leerlingen: “Zorg voor overzichtelijkere boekjes, met paragraafnummers zodat je niet telkens terug moet zoeken”.

Het belang van voorlichting

Hoe leerlingen de werklust ervaren, wordt ook bepaald door de informatie die ze vooraf krijgen over het vak. Uit wat leerlingen hierover zeiden, valt op te maken dat sommige docenten de neiging hebben het vak te zeer als leuk voor te stellen, zonder in te gaan op de eisen die het aan leerlingen stelt. Een van die eisen is dat je

goed moet kunnen samenwerken en zelfstandig werken.

De school in Zeist biedt een aardig voorbeeld van goede voorlichting. Daar vertellen de docenten de leerlingen in de derde klas dat ze voor nlt echt zin in bèta moeten hebben, diepgang moesten willen en goed zelfstandig moesten kunnen werken. Ook besteedden ze – aan de hand van een echte proef – aandacht aan hoe het is om echt onderzoek te doen, dat je bijvoorbeeld moet accepteren dat de uitkomst van een onderzoek onzeker is. Wellicht niet geheel toevallig was de enige leerling die te spreken was over de module *Het beste ei* van deze school afkomstig. Zij zei hierover: “Ik kon m’n eigen idee uitwerken, ook al mislukte het uiteindelijk totaal, het was een prachtig onderzoek.”

Overige aspecten

Hoe leerlingen nlt ervaren, hangt ook af van factoren als de manier van werken, de kwaliteit van de begeleiding, de programmering van het vak. Wat betreft de eerste twee aspecten: de eis dat je overweg moet kunnen met samenwerkend en zelfstandig leren geldt natuurlijk ook voor docenten. Een manier om tegemoet te komen aan deze eis, is om met meerdere docenten voor een groep te werken. Daarmee kan ook worden voorzien in de behoefte aan bredere vakkennis bij nlt. Dit *team teaching* werd op twee van de acht scholen in praktijk gebracht. Op een van deze scholen, in Duiven, stonden drie docenten voor een groep van zestig leerlingen. Leerlingen hier vonden deze lesorganisatie ‘prettig’. Ze waardeerden met name de individuele benadering, vergeleken met de reguliere lessen: “Bij nlt... krijg je niet meer dan waar je om gevraagd hebt.” Op een andere school, een gymnasium, stapte men in de loop van de tijd van meerdere docenten over naar één docent per module. De leerlingen hier waardeerden de diepgang die het werken met meerdere docenten meebracht, maar merkten ook op dat ‘de communicatie toen niet lekker liep’ en dat nlt toen ‘onoverzichtelijk’ was. Samen een module geven stelt behoorlijke eisen aan de samenwerking, zou je kunnen concluderen.

Wat de programmering betreft, uit wat leerlingen over dit aspect zeiden, valt op te maken dat de organisatie in één blok in de ochtend ideaal is. En losse uren lenen zich slecht voor nlt, althans, als je ervan uitgaat dat leerlingen bij dit vak vooral zelfstandig en praktisch werken. Zoals

een gymnasiumleerling opmerkte: “Vooral in het blokkuur kun je doorwerken, in het losse uurtje kom je niet aan werken toe.”

Tot slot

Uitgaande van de ontwerpers van het vak, is nlt geslaagd als het tegemoetkomt aan deze doelen:

- zicht bieden op de samenhang tussen de bètavakken (inclusief wiskunde);
- enthousiasmeren voor en voorbereiden op bètaopleidingen;
- stimuleren tot samenwerkend, zelfstandig en onderzoekend leren.

Blijkens de interviews speelden deze doelen op vijf van de acht scholen een rol in de beleving van leerlingen. Op drie scholen spraken leerlingen hun waardering uit voor de ervaren samenhang tussen vakken; op twee scholen prezen leerlingen de andere manieren van werken bij nlt; eveneens op twee scholen noemden leerlingen de voorbereiding op vervolgoopleidingen als een voordeel van nlt. Opmerkelijk is dat op de drie scholen waar leerlingen niets positiefs zeiden wat in verband is te brengen met de doelen van nlt, de leerlingen in het algemeen weinig enthousiast waren over het vak. Het onderzoeksmateriaal staat geen harde conclusies toe over de oorzaken van deze ontevredenheid, maar het bevat wel aanwijzingen dat duidelijkheid over de doelen en de eisen van het vak bijdraagt tot de inzet en de tevredenheid van leerlingen. Daarmee biedt het een duidelijk aanknopingspunt voor eventuele verbeteringen.

De besproken nlt-modules zijn te vinden op www.betavak-nlt.nl.

Het onderzoek waar dit artikel op is gebaseerd, werd uitgevoerd door Peter van Wijk, Lambrecht Spijkerboer, Peter van Aalten en Monique Sanders.

Nlt-modules volgen in een academische omgeving

Het onderwijzen van een nlt-module vereist gespecialiseerde achtergrondkennis. Menig v.o.-docent moet er eerst goed voor gaan zitten om een nieuwe module op school te kunnen geven. Het BètaPlus-programma biedt een extra voorbereidingsmogelijkheid. V.o.-docenten geven samen met w.o.-docenten een nlt-module op de universiteit waar de module ontwikkeld is. De leerlingen kunnen zich oriënteren op vervolgstudies: ze maken kennis met universitaire werkwijzen en voorzieningen.

■ **Virjanand Panday en René ter Wee / Ivlos, Utrecht**
Ton van der Valk / Junior College en Flsme, Universiteit Utrecht

Het Junior College Utrecht¹, onderdeel van de Universiteit Utrecht, ontwikkelt modules voor nlt en wiskunde D. Drie van de nlt-modules waren opgenomen in het BètaPlus-programma 2008/09^{2,3}: *Moleculen in leven*, *Een pil te veel of te weinig-effect* en *Zuiver drinkwater!?* Verder bracht het FOM Rijnhuizen de module *Kernfusie* in. Deze modules werden gegeven door de vakspecialisten die bij de ontwikkeling betrokken waren. In dit artikel rapporteren we de ervaringen van de docenten en leerlingen bij het geven respectievelijk volgen van deze nlt-modules op de universiteit.

BètaPlus-programma puntsgewijs

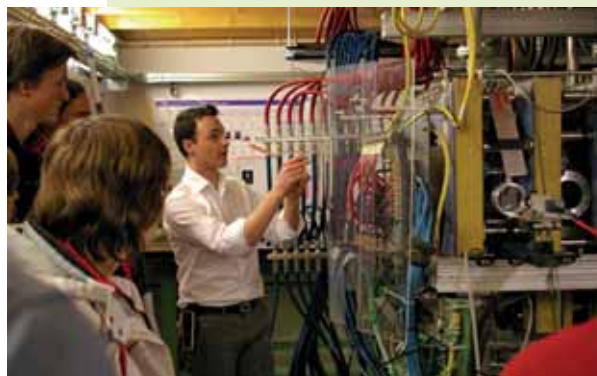
- De scholen dragen de kosten van hun v.o.-docent.
- Georganiseerd regionaal bètasteunpunt BEST in samenwerking met het Junior College Utrecht.
- Vier modules parallel; leerlingen kiezen.
- Leerlingen volgen een module gedurende 8 weken op donderdagmiddag van 13.30 - 16.30 uur (3x8 = 24 uur begeleide onderwijstijd, met 16 uur huiswerk: 40 sl).)
- De scholen betalen € 100,- per deelnemende leerling.
- Vakspecialisten en v.o.-docent geven de module samen.

De docenten

Vanwege het multidisciplinaire karakter van nlt is het aan te raden dat docenten uit verschillende vakgebieden samenwerken. In het BètaPlus-programma werkte een vakspecialist samen met enkele

docenten uit het voortgezet onderwijs. Dit leverde voor de beide groepen veel voordelen op. De zes betrokken vakspecialisten vonden het fijn dat ze in direct contact kwamen met het publiek waar zij de module voor hebben geschreven. Zij ervoeren daardoor zelf hoe hun module bij de leerlingen overkwam. Door de samenwerking met de v.o.-docent maakten zij kennis met de pedagogische en didactische vaardigheden die nodig zijn bij de omgang met scholieren. Acht v.o.-docenten kregen de kans zich te verdiepen in de module en zo kennis en ervaring op te doen om de module op de eigen school te geven. Zij hebben met veel plezier meegewerkt waarbij zij het contact met de vakspecialist en ook het contact

met leerlingen van andere scholen hoog waardeerden. Van belang bleek dat een module moest aansluiten bij hun vak. *Een pil teveel* heeft een farmacologische insteek, en dat bleek minder goed aan te sluiten bij biologie en scheikunde. De docenten schatten in dat de modules door een 'gemiddelde' docent gegeven kan worden, maar niet zonder grondige voorbereiding. Deze voorbereiding kan door middel van het meewerken aan BètaPlus. Bijna alle betrokken v.o.-docenten gaven aan dat meewerken daaraan voor hen een ideale vorm van nascholing was. Net als de universitaire docenten kregen zij een nascholingscertificaat voor het onderwijs dat ze in het BètaPlus-programma hadden verzorgd.



*Figuur 1. Rondleiding bij het FOM.
Foto: René ter Wee.*

Kernfusie⁴

Met het dreigende tekort aan fossiele brandstoffen is men naarstig op zoek naar alternatieve en vooral duurzame energiebronnen. Een bron waar men al decennia lang onderzoek naar doet is kernfusie⁵. Deze energiebron

gebruikt zwaar water, een vrijwel onuitputtelijke brandstof.

In deze module ontwerpen de leerlingen zelf een kernfusiereactor. Ze oriënteren zich eerst op het energieprobleem en bekijken de verscheidene duurzame alternatieven. Hierna duiken ze de theorie van de kernfusie in. Onderwerpen als de massa-energie relatie, microgolffstraling voor extra verhitting en magnetische opsluiting van plasma in een tokamak worden in detail behandeld. Ten slotte wordt in een praktische opdracht een van de gebruikte technieken onderzocht en de resultaten worden gepresenteerd.

Voor de leerlingen was het volgen van de kernfusiemodule in een academische omgeving zeker een verrijking: "Het was heel erg leuk om eens anders over din-

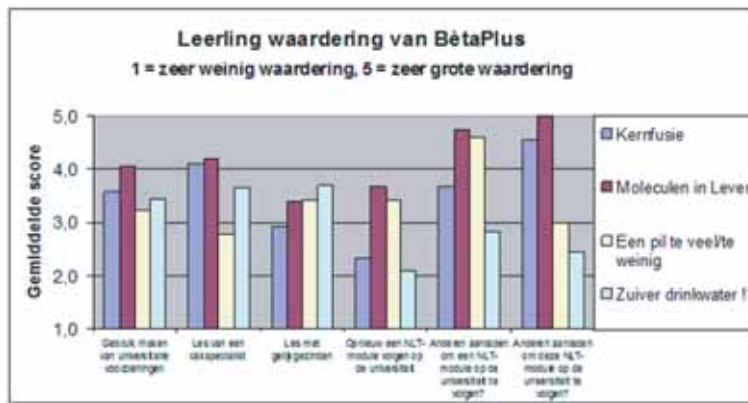
De leerlingen

We hebben de meerwaarde van het BètaPlus-programma voor leerlingen onderzocht met een enquête. 45 van de 67 leerlingen hebben deze ingevuld (67%). 17 meerkeuzevragen hebben wij ingedeeld in drie categorieën:

1. Gebruikmaken van universitaire voorzieningen;
2. Les van een vakspecialist;
3. Les met gelijkgezinden.

De leerling werd gevraagd om het positieve effect van deze categorieën aan te geven op een 5-punt schaal. We bespreken de resultaten (zie figuur 2) en we gebruiken daarbij ook de open vragen waarin de leerlingen hun mening over diverse onderwerpen gaven. In figuur 2 zijn ook de resultaten opgenomen van vragen in hoeverre de leerlingen anderen aanraden om ook een nlt-module op de universiteit te volgen.

Het blijkt dat de leerlingen het directe contact met de vakspecialist als zeer positief hebben ervaren omdat die kon inspelen op specifieke vragen. Daarnaast werd het werken in een wetenschappelijke omgeving ook positief gewaardeerd: "BètaPlus is een test voor later, je leert de universiteit alvast kennen". Les met gelijkgezinden van andere scholen vonden de leerlingen alleen belangrijk als ze in de les moesten samenwerken. Als voornaamste bezwaar hadden de leerlingen het reizen naar de universiteit en dat er op hun eigen school soms lessen of toetsen werden gemist.



Figuur 2. Resultaten van de enquête.

Bij de module *Een pil te veel of te weinig effect* was de inbreng van de vakspecialist door omstandigheden beperkt tot een gastcollege, tevens ontbrak er een practicum of excursie. Dit komt in de resultaten direct naar voren. "Behalve de docenten en de moeilijkheidsgraad van de stof had de universiteit weinig toe te voegen aan de module." Voor de leerlingen zijn de inbreng van een universitaire docent en het rondkijken in practica of op laboratoria dus belangrijke aspecten voor het waarderen van een module in BètaPlus. Leerlingen raden anderen zeker aan om een module te volgen op de universiteit. Dit met uitzondering van de leerlingen die de module *Zuiver drinkwater!?* hebben gevolgd. De reden daarvan was dat veel van hen niet bij de module van hun eerste keuze waren ingedeeld. Opvallend is echter ook dat de meeste leerlingen zelf niet zo enthousiast zijn om nog een keer aan BètaPlus mee te doen. De al eerder genoemde reistijd kwam het meest naar voren (13 keer) als argument om niet nogmaals een module op de universiteit te volgen. Verder is uit interviews gebleken dat het sommige leerlingen niet mogelijk leek in 6 vwo nog een nlt-module te volgen. Dat kan de reden zijn waarom ze niet meer wilden meedoen aan BètaPlus.

Conclusie

We concluderen dat er een duidelijk voordeel te behalen is door nlt-modules aan te bieden in een samenwerkingsverband van een aantal scholen en een universiteit. Het samenkomen van leerlingen van verschillende scholen wordt als pluspunt beschouwd, wanneer samenwerking in de module wordt gerealiseerd. Voor de docent is dit een uitstekende manier om zich voor te bereiden op het zelfstandig geven van de module. De docent beleeft veel plezier aan de samenwerking met de vakspecialist en krijgt op deze manier een goed overzicht van alle aspecten van het onderwerp. Echter als kanttekening hierbij kan gezegd worden dat het puur als

nascholing inefficiënt is, aangezien maar twee docenten per module nageschoold worden. Ten slotte geeft het directe contact met de leerlingen de vakspecialist ideeën tot verbeteringen in het lesmateriaal.

Aanbevelingen

Voor het voortgezet bètaonderwijs en voor de doorstroming van leerlingen naar de universiteit is het goed dat er samenwerkingsprojecten plaats vinden tussen vwo-scholen en universiteiten. Voor de leerling moet de universiteit meer bieden dan alleen de locatie. Dit kan zijn in de vorm van vakspecialisten, practica laboratoria of uitgebreid contact met academische omgeving. Samenwerking met gelijkgezinden kan ook een meerwaarde zijn voor de leerling. Nlt is een zeer geschikt onderwerp van samenwerking omdat het vak is opgebouwd rond relatief kortdurende modules die zowel verbreding als verdieping bieden. Daarnaast kunnen de regionale steunpunten⁶ voor nlt het ontmoetingspunt vormen waar universiteit en scholen elkaar vinden in een samenwerkingsproject⁷.

Noten

1. Valk, T. van der, & Tromp, S. (2007). Gemotiveerde leerlingen méér uitdagen. *NVOX* 32(2), 84-86.
2. De voormalige naam van het BètaPlus-programma is de Module Pool.
3. www.science.uu.nl/voorscholen/betaplus
4. http://betavak-nlt.nl/les/modules_v/gecertificeerd/golf3/00037/
5. Fusie-energie was in de jaren '80 een keuzeonderwerp in het natuurkunde-examenprogramma: Nijsen-Vis, A., Piekaar, H.W., Ingen, A.M. van. (1984). *Fusie-energie bij magnetische opsluiting*. FOM-instituut voor plasmafysica Rijnhuizen.
6. http://www.betavak-nlt.nl/regionaal/Regionale_steunpunten/
7. In Nijmegen worden ook nlt-modules gegeven op de universiteit, een beschrijving hiervan staat in: Schuurbijs, J. (december, 2008). NLT in de praktijk. *Nederlands Tijdschrift voor Natuurkunde*.

gen na te denken en daar met andere mensen dan normaal mee bezig te zijn. Ik heb er heel erg veel van geleerd op een manier die ook heel leuk was om te doen." Door op deze manier de module aan te bieden werden niet alleen de kennisdoelen van de module gehaald, maar ook kregen de leerlingen een indruk van een wetenschappelijke omgeving: "Op de uni zul je meer zelf doen en het niveau ligt hoger. Ook ben je voor jezelf verantwoordelijk."

De kennisdoelen werden getoetst door middel van een toets, een praktische opdracht en een posterpresentatie. In de toets kwam 40% van de leerdoelen aan bod en hiervan haalden de leerlingen gemiddeld 62%. In de praktische opdrachten werden ondermeer spectroscopen gemaakt, eigenschappen van magneetspoelen onderzocht en het rendement van een magnetron bepaald. Hierover werd dan in een posterpresentatie gerapporteerd.

Diepte-investering in NLT

Het Sint-Nicolaaslyceum in Amsterdam heeft samen met het Fons Vitae Lyceum een havo 4 klas NLT gevormd. Docenten van het Sint-Nicolaaslyceum, de Universiteit van Amsterdam, de Vrije Universiteit, de Hogeschool INHOLLAND en de Hogeschool van Amsterdam geven de lessen. Hoe organiseer je dit, waarom en hoe bevalt het? Een interview met plaatsvervangend rector Irene Jansen, de coördinator NLT Ronald van Berge en Paul Zuurbier, docent van het Sint-Nicolaaslyceum.

■ Brechje Hollaardt / Landelijk Ontwikkelpunt NLT en Nico Kerkhoven / NVON-bestuurscommissie NLT

De samenwerking tussen deze v.o.-scholen en het hoger onderwijs vindt plaats in het kader van het Sprint-UP programma. De twee scholen maken onderdeel uit van een cluster van vier v.o.-scholen, waarin ook het Ignatius Gymnasium en het Montessori Lyceum Amsterdam participeren. Naast gemeenschappelijke klassen voor NLT stelt dit cluster scholen ook gemeenschappelijke klassen samen voor wiskunde D en informatica.

delijk te helpen, zorgt voor de inhoudelijke ondersteuning.”

Ronald van Berge licht toe: “Voordat dit schooljaar begon zijn er afspraken vastgelegd op papier. Het Sint-Nicolaaslyceum verzorgt de lessen. Onze school informeert de partnerschool over de cijfers en resultaten van hun leerlingen. Met de collega's van het Fons Vitae Lyceum vindt overleg plaats. Wel lopen de scholen

Meer afstemmen

Irene Jansen: “Dit is een voorbeeld van wat je zoal tegenkomt bij het samenwerken tussen scholen. Scholen hebben verschillende onderwijssituaties. Door het project bekijk je met elkaar wat je van een andere school wilt of kunt overnemen. Je leert van elkaar. Dat gebeurt ook door de bijeenkomsten voor partnerscholen die het steunpunt NLT organiseert.” Ze is van mening dat de docenten meer tijd zouden moeten hebben om inhoudelijk af te stemmen. “Voor de start van het project was er geen tijd voor: we moesten een deadline halen voor het indienen van het projectvoorstel Sprint-UP. De rectoren hebben daarom afspraken gemaakt over de organisatie. We merken nu dat docenten de fase van aandacht voor elkaar en met elkaar afstemmen gemist hebben. Die fase komt nu langzaam in het project.”

De vier scholen kiezen voor een gefaseerde invoering van NLT, informatica en wiskunde D. Irene Jansen: “Dit heeft te maken met de organisatorische kant van het project. Onze school is dit schooljaar begonnen met informatica-havo en vwo, NLT-havo en wiskunde D-vwo. We participeren nog niet in NLT-vwo. Ignatius wel, samen met Fons Vitae. Op het Ignatius volgen onze leerlingen wiskunde D. Het is de bedoeling dat in de loop van het Sprint-UP project (vier jaar) alle scholen participeren in alle vakken op zowel havo als vwo.”

De NLT-les op school

Ronald van Berge: “Van het Fons Vitae Lyceum komen het hele jaar elke week acht leerlingen bij onze NLT-les. Van onze school zijn er 17 leerlingen. De klas bestaat uit 12 meisjes en 13 jongens. De NLT-les is elke woensdagmiddag van

Het programma Sprint-UP

De samenwerking tussen de scholen en het hoger onderwijs is opgezet in het kader van het mobiliteitsprogramma v.o.-h.o. Sprint-UP, waarbij in de regio Noord-Holland/Flevoland in totaal 35 v.o.-scholen zijn betrokken, de twee Amsterdamse Universiteiten, de Hogeschool van Amsterdam en Hogeschool INHOLLAND. Dit programma stimuleert de uitwisseling van v.o.- en h.o.-docenten in het bètatechnisch onderwijs. Het doel ervan is om docenten hoger onderwijs (50 fte in vier jaar) in te zetten op het v.o. en v.o.-docenten (25 fte in vier jaar) te detacheren op het h.o. Scholen worden geclusterd zodat ook uitwisseling tussen v.o.-docenten kan worden gerealiseerd. Bovendien kan zo een schaalvergroting worden gerealiseerd bij die scholen die slechts een beperkt aantal leerlingen hebben voor informatica, wiskunde D en NLT. Voor buitenschools onderwijs worden ITS-labs (Informatica, Technologie, Science) ingericht op de vier instellingen van hoger onderwijs.

Opzet project

Irene Jansen: “De rectoren van het Sint-Nicolaaslyceum en Fons Vitae Lyceum hebben met elkaar de randvoorwaarden geregeld voor de NLT-lessen: afspraken over afstemming van de roosters, welke school de lessen verzorgt, door welke docenten. Ronald van Berge, de coördinator NLT die docent wiskunde is op onze school, maakt met de collega's het PTA en bespreekt dit ook met het Fons Vitae Lyceum. En het regionale steunpunt NLT, dat is opgericht door de partners in het hoger onderwijs om NLT-docenten inhoudelijk te helpen, zorgt voor de inhoudelijke ondersteuning.”

tegen organisatorische problemen aan, bijvoorbeeld bij de toetsing van NLT. Het Fons Vitae Lyceum wil de toetsing in de toetsweken laten plaatsvinden, maar de afronding van NLT is anders georganiseerd. Daarom verzocht het Fons Vitae Lyceum ons hun leerlingen de NLT-toetsen te laten doen op hun school tijdens de toetsweek. We hebben overlegd en geconstateerd dat zoiets niet kan. Dit hangt samen met de praktische component van de toetsen waarvoor leerlingen in het NLT-lokaal moeten zijn.”

14.30 tot 16.30 uur. Vier docenten verzorgen NLT: vanuit natuurkunde, scheikunde, biologie en aardrijkskunde. Ik ben als coördinator de vijfde docent die erbij betrokken is. Daarnaast verzorgen experts vanuit het hbo en de universiteit delen van modules. Wekelijks zitten we één uur rond de tafel om de les voor te bereiden. Heel concreet regelen we allerlei zaken, op detailniveau werken we een les uit. Ook de deskundigen van het hoger onderwijs nemen deel aan het overleg. Voor deze voorbereiding zijn we gefaciliteerd met een uur in de week. Voor de inschakeling van externe deskundigen melden we het regionale steunpunt NLT welke module we de komende periode doen. Het steunpunt zoekt daar de expert bij van het hbo en/of wetenschappelijk onderwijs die ons kan ondersteunen. Per module krijgen we andere deskundigen toegewezen.”

Paul Zuurbier, docent NLT en natuurkunde vult aan: “Vanuit onze eigen expertise in de verschillende monovakken geven de v.o.-docenten invulling aan de NLT-modules. Neem forensisch onderzoek. De biologie docent verzorgt het onderdeel bloedonderzoek. Ik doe als docent natuurkunde de onderdelen *Bloedpatronen onderzoek* en *De baan van een kogel*. De experts gaan de diepte in met theorie en actualiteiten. We hebben echt iets aan de inbreng van experts.”

Ronald van Berge: “We prijzen ons rijk met zoveel docenten op één groep van 25 leerlingen. Het is belangrijk dat continuïteit in dit traject gegarandeerd kan worden. Nu we met meerdere docenten aan de slag zijn met de verschillende modules, doen we kennis op die we breed kunnen inzetten in de komende jaren, ook richting andere docenten. Volgend jaar hebben we twee NLT-groepen: havo 4 en havo 5. Schooljaar 2009/2010 starten we naar verwachting ook met vwo 4.”

Modules

De school bepaalt welke modules leerlingen volgen. Paul Zuurbier: “Wij docenten selecteren gezamenlijk de modules. Er bestaan testmodules, niet-gecertificeerde modules en gecertificeerde modules. We proberen in eerste instantie te kiezen voor de gecertificeerde modules. Dit om te voldoen aan de eisen van het examen-



Ronald van Berge en Irene Jansen. Foto: Voermans Van Bree Fotografie.

programma NLT. Het regionale steunpunt NLT adviseert ons bij de keuze. Het geeft bijvoorbeeld aan dat bepaalde modules heel geschikt zijn omdat ze goed aansluiten bij ons type leerling. Voor deze adviezen raadpleegt het steunpunt vakdidactici, die de modules doornemen. Het NLT-team heeft ervoor gekozen alle leerlingen tegelijkertijd dezelfde modules aan te bie-

Praktische opdrachten worden beoordeeld door de docenten die er op dat moment tijd voor hebben

den. Anders krijg je het niet georganiseerd om verschillende docenten gelijktijdig les te laten geven samen met gastdocenten van hoger en wetenschappelijk onderwijs.”

Toetsen

Iedere module wordt afgesloten met een dossiertoets voor het schoolexamen. Paul Zuurbier: “Het schoolexamen bevat daarnaast praktische opdrachten. Bijvoorbeeld een adviesrapport schrijven of een presentatie houden. Leerlingen krijgen acht modules, verdeeld over twee jaar. In totaal hebben we acht cijfers voor het schoolexamen. De dossiertoetsen worden beoordeeld door docenten van het Sint-Nicolaaslyceum. Het werk daarin verdelen we onderling, zodat iedereen ongeveer evenveel te doen heeft. Het samenstellen van de toetsen gaat als volgt. Iede-

re docent levert ten minste drie vragen (met de antwoorden) in over de stof van de module die deze zelf heeft behandeld. Van een deel van die vragen wordt een toets samengesteld. Eén docent corrigeert de gehele toets. Het maakt op zich niet uit wie: de vragen zijn zo opgesteld dat ze eenduidige antwoorden uitlokken. De praktische opdrachten worden beoordeeld door de docenten die er op dat moment tijd voor hebben. Als iemand druk is met de lesvoorbereidingen, ontzien we die persoon. Sommige praktische opdrachten kunnen door één docent beoordeeld worden, andere niet. Een adviesrapport wordt in ieder geval door minimaal twee docenten bekeken.”

Verbeterpunten

Ronald van Berge: “Onlangs hebben we een enquête onder leerlingen gehouden over de NLT-lessen. Ze willen graag meer praktijk en meer proeven buiten doen. Soms vinden ze de uitleg van de experts wat ingewikkeld. Ik evalueer de lessen met het steunpunt, zodat we de lessen kunnen verbeteren. Daarin nemen we de meningen van leerlingen mee. Misschien kunnen we met het steunpunt iets doen aan didactische trainingen voor de deskundigen die nog niet zo vertrouwd zijn met het voortgezet onderwijs.” Irene Jansen: “Ik zou graag zien dat er een projectleider komt om binnen het scholencluster zorg te dragen voor de communicatie en organisatie, we zijn daarmee



Een leerling bepaalt met een sextant de hoogte van een boom aan de hand van de stand van de zon.
Foto: Voermans van Bree Fotografie.



Leerlingen doen graag proeven buiten de school.
Foto: Voermans Van Bree Fotografie.

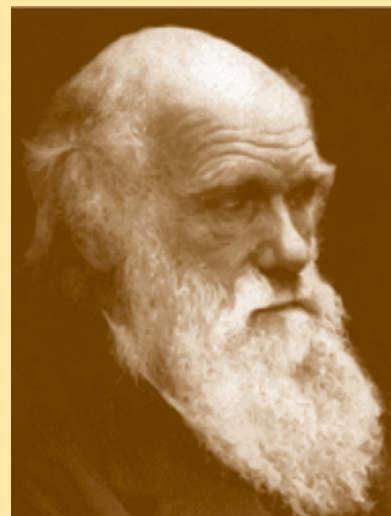
bezig. Dat is nodig voor zo'n omvangrijk project met zoveel participanten. Iemand met aandacht voor de afstemming tussen docenten, voortgezet en hoger onderwijs en de contactpersonen en leiding van de

scholen. Het project wordt extra gefaciliteerd. Het is natuurlijk kostbaar dat we vijf docenten inzetten op 25 leerlingen. Docenten die ook een uur per week gefaciliteerd worden om te overleggen. De kosten van de inzet van onze docenten wegen op het moment nog niet op tegen besparingen door het over en weer 'uitbesteden' van leerlingen. Bovendien investeren we ook in de inrichting van de lokalen en faciliteiten. Maar voor de kwaliteit van ons onderwijs vind ik het heel belangrijk om te investeren in de samenwerking tussen v.o.-docenten onderling, tussen verschillende v.o.-scholen en tussen voortgezet en hoger onderwijs!"

Website regionaal steunpunt Zuid-Holland

In het overzicht van Regionale Steunpunten voor NLT op p. 409 in het novembernummer van *NVOX* is bij het Bèta Steunpunt Zuid-Holland het adres van de website anders dan de redactie had gekregen. Het juiste adres is www.vwodocenten.tudelft.nl.

Magazine voor natuurwetenschap op school
NVOX



2009

200ste verjaardag van de geboorte van Charles Darwin en de 150ste verjaardag van de publicatie *On the origin of species*

Deze feiten vormen voor de redactie aanleiding de lezers uit te nodigen een bijdrage te schrijven over:

- Darwin, zijn leven en zijn werkzaamheden.
- *On the origin of species* en de daarin besproken theorie.
- Darwin, hoe komt hij in mijn lessen naar voren.

Uw bijdragen (maximale omvang 1500 woorden en te voorzien van illustraties) zullen in het februarinummer van 2009 verschijnen. Degene die wil bijdragen aan deze viering kan contact opnemen met de eindredacteur biologie, Marijke Domis-Hoos (marijke.domis@wxs.nl) of met de hoofdredacteur, Willem Vis (hfdrd-nvox@nvon.nl).

Uw aanmelding zien we graag tegemoet vóór 1 september 2008.

Willem T.W. Vis, hoofdredacteur

NLT en hoger onderwijs: deuren wagenwijd open

NLT beoogt mede een betere oriëntatie te bieden op een breed spectrum van vervolgstudies en beroepen. Het vak raakt veel actuele onderwerpen en onderzoeksthema's van het hoger onderwijs. Dat zet daarom practica en gastlessen op voor leerlingen.

Is het moeilijk hierover in contact te komen met een hogeschool of universiteit?

■ Brechje Hollaardt / Landelijk Ontwikkelpunt NLT

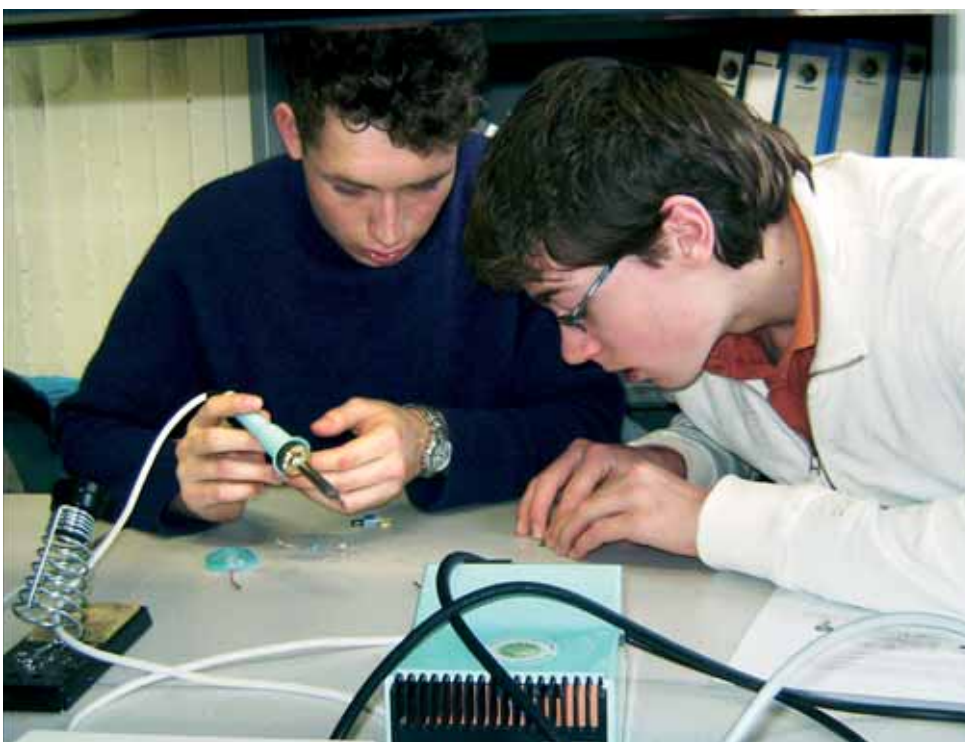
“Nee”, zo stellen Fer Coenders en Wilma Elferink van de lerarenopleiding ELAN van de Universiteit Twente. “Het hoger onderwijs zet de deuren wagenwijd open om in overleg met scholen programma's te verzorgen.”

Voor veel scholen is het echter nog niet gebruikelijk om met een klas naar een universiteit of hogeschool te gaan. De Jacobus Fruytier Scholengemeenschap is zo'n school. Tot zijn verrassing werd de 6 vwo-klas informatica van Dirk-Jan van de Poppe uitgenodigd op de Universiteit Twente. Deze universiteit heeft een speciaal programma opgezet als verdieping op de NLT-module *Mp3-speler*. Dirk-Jan van de Poppe vond het een bijzondere ervaring. Hij spreekt over: met de neus in de boter vallen; een hele luxe, zo'n kant-en-klaar programma; ik zou veel meer met de universiteit willen doen; en: ik zou graag een lijst hebben van wat er allemaal mogelijk is.

Legio mogelijkheden

Fer Coenders is vakdidacticus scheikunde van de Universiteit Twente en lid van de Stuurgroep NLT. Wilma Elferink is coördinator van regionaal steunpunt NLT Oost op de Universiteit Twente. Zij leggen uit wat de universiteit voor scholen kan en wil betekenen. Fer Coenders begint met een aantal voorbeelden: “De mogelijkheden zijn legio. Diverse NLT-modules hebben raakvlakken met actueel onderzoek aan onze universiteit. Een universitair onderzoeker kan daarom een practicum ervoor opzetten, een gastles erover verzorgen op school, een demonstratie geven of een college erover geven op de universiteit.

Er is bijvoorbeeld een module over watermanagement. Onze onderzoekers op het



Leerlingen van de Jacobus Fruytier Scholengemeenschap maken een FM-zender op de Universiteit Twente. Foto: Dirk-Jan van de Poppe.

Docent Dirk-Jan van de Poppe van Jacobus Fruytier Scholengemeenschap: “Dit schooljaar heb ik tweeënhalve maand met mijn 6 vwo-klas informatica de module *Mp3-speler* uitgetest. Na afloop van de module bezochten we de Universiteit Twente. De leerlingen hebben dat fantastisch gevonden, al past het niet zo bij die leeftijdsgroep om dat te laten merken. 's Ochtends kregen we een hoorcollege van dr. ir. Anne-Johan Annema over FM-zenders. Hij bracht het met veel humor en gaf een mooie PowerPoint-presentatie. Anne-Johan Annema nam de leerlingen mee in zijn verhaal, het was didactisch gewoon goed. Daarna kregen we een maaltijd. 's Middags was er een werkcollege van twee derdejaarsstudenten. Leerlingen maakten een FM-zendertje dat ze mee naar huis mochten nemen. Ook dat was prima verzorgd. Deze student-assistenten hadden goed aansluiting met de leerlingen. Ik heb voor het programma zelf niets hoeven te organiseren, behalve de rit naar en van de universiteit. Ik vroeg me af of we geen vergoeding moesten betalen. Per slot van rekening kregen we ook een maaltijd. Maar alles was gratis.”

gebied van waterbeheer kunnen een gastles geven over waterbeheer in de regio, werken uitlichten bij grote rivieren, een praktische toepassing geven of meer ingaan op de theorie.

Ook kunnen we inhaken op de module over de waterstofauto. De universiteit doet immers onderzoek aan brandstofcellen. We kunnen bijvoorbeeld een demonstratie geven van een brandstofcel. Een laatste voorbeeld: de module *Nierdialyse* die nu in ontwikkeling is. Twee van onze onderzoeksgroepen doen onderzoek naar membranen. Deze kunnen ook toegepast worden in brandstofcellen of afvalgascheidingen. Hierover kunnen onze specialisten dus gastlessen geven.”

Gratis

Fer Coenders vervolgt: “Deze activiteiten zijn inderdaad gratis voor scholen. Voor leerlingen en hun docenten kan het een verrijking zijn om op een universiteit, hogeschool, bij een bedrijf of andere instelling dieper in te gaan op een NLT-module of toepassingen ervan te zien. Zoiets is aan te bevelen, maar niet verplicht. Onze universiteit wil graag leerlingen ontvangen. Zeker niet eenmalig; we vinden het prettig als scholen vaker komen. We weten namelijk dat het contact met de universiteit voor scholieren een belangrijke beslisfactor is bij het kiezen voor een studie aan een universiteit. Scholen uit het hele land zijn welkom bij ons. We ontvingen onlangs zelfs een school uit Horst voor een practicum. Maar dan adviseer ik scholen om zoiets in de buurt te doen. Alle universiteiten verzorgen namelijk practica, gastlessen en excursies voor scholen. Daarom heb ik de school aangeraden een volgende keer naar de TU Eindhoven te gaan. Dat is voor hen aanmerkelijk dichterbij.”

Steunpunt regelt

Wilma Elferink heeft het programma voor de klas van de Jacobus Fruytier Scholengemeenschap georganiseerd: “De klas deed de module *Mp3-speler*. Daarin komt onder meer de geschiedenis van de FM-zender aan bod. Daarom leek het ons interessant voor leerlingen om op de universiteit een FM-zendertje te bouwen. Een dergelijke activiteit opzetten is een van de taken van ons regionale steunpunt NLT Oost. Wij werken daarin samen met Saxion Hogescholen en Hogeschool Windesheim. Ons steunpunt maakt onderdeel uit van het regionale steunpunt



Wilma Elferink (links) bespreekt met docenten (in een workshop) de concept-contextbenadering bij NLT. Foto: Voermans Van Bree Fotografie.

Bèta-Oost voor wiskunde D, informatica en NLT. We ondersteunen de nu veertien scholen in de regio die NLT aanbieden of aan willen bieden. Die ondersteuning is zowel op initiatief van docenten als op initiatief van het steunpunt. Zo kunnen docenten mij niet alleen vragen stellen over organisatorische zaken, modules, gastlessen, et cetera, maar worden er vanuit het steunpunt ook regelmatig regionale bijeenkomsten georganiseerd waar docenten ervaringen en tips over NLT-les-

sen kunnen uitwisselen. De diverse regionale steunpunten werken samen. Zo spelen we ook verzoeken van scholen aan elkaar door en is de Jacobus Fruytier Scholengemeenschap met mij in contact gekomen via het regionale steunpunt Eindhoven. De door deze school geteste module *Mp3-speler* wordt namelijk ‘beheerd’ door dat steunpunt.”

Dirk-Jan van de Poppe:

“We zijn voor deze dag benaderd door het regionale steunpunt NLT Oost. Men wist dat wij testschool waren voor de module *Mp3-speler*. Wilma Elferink vroeg of ik geïnteresseerd was in een programma dat de Universiteit Twente voor ons zou opzetten. Ze wist wat leerlingen met de module hadden geleerd en wat hun voorkennis was. En zij regelde dat Anne-Johan Annema van de universiteit het programma uitwerkte. Hij had drie programmavoorstellen waaruit ik kon kiezen. Een paar keer hebben we per mail contact gehad. Ik gaf bijvoorbeeld aan dat ik leerlingen een en ander had bijgebracht over bits. Daarop ging hij in tijdens zijn presentatie.”



Dirk-Jan van de Poppe begeleidt leerlingen van havo 4 bij de NLT-module *Forensisch onderzoek*. Deze module wordt beheerd door het regionale steunpunt NLT Amsterdam. Foto: Voermans Van Bree Fotografie.



Een leerling van de Jacobus Fruytier Scholengemeenschap maakt een vingerafdruk tijdens de module Forensisch onderzoek.
Foto: Voermans Van Bree
Fotografie.

initiatief met specifieke wensen bij ons terecht. Ik inventariseer dan de mogelijkheden op onze universiteit”.

Fer Coenders vult aan: “Als het te maken heeft met chemische technologie, komt Wilma bij mij terecht. We hebben veel ervaring met scheikundeactiviteiten voor scholen. Die ervaring gebruiken we voor NLT. Zo weet ik dat we voor gastlessen het beste aio’s kunnen inzetten. Hoogleraren staan vaak wat verder van leerlingen af, aio’s zijn jonger en doen veelal een boeiend toegepast onderzoek waarvan het nut duidelijk is. Dat vinden leerlingen interessant. Zo geeft een enthousiaste aio nu gastlessen op scholen over zijn onderzoek naar transportsystemen die heel lokaal in het lichaam een medicijn tegen bijvoorbeeld kanker moeten afgeven. Leerlingen vinden het boeiend om te horen hoe zo’n systeem bijvoorbeeld chemokuren zou kunnen vervangen. Voor onze hele universiteit geldt dat onderzoeksgroepen graag een bijdrage leveren aan het opzetten van zulke activiteiten voor scholen. We investeren er in. Het is vrijwel nooit een probleem om colleges, gastlessen of excursies te organiseren. Alleen het regelen van practica bij chemische technologie vergt wat meer organisatie: een practicumzaal is nodig, apparatuur, mensen die spullen klaarzetten en opruimen.”

Havo op hogeschool, vwo op universiteit

Wilma Elferink: “Zulke programma’s dragen ertoe bij dat leerlingen kunnen proeven aan de bètatechniekopleidingen. NLT heeft bewust gekozen voor aparte modules voor havo en voor vwo. Havo-modules zijn meer gericht op toepassingen, vwo-modules op onderzoek. Het ligt dus voor de hand dat een universiteit vwo-leerlingen en een hogeschool havo-leerlingen ontvangt. Hogescholen willen net als onze universiteit graag scholen ontvangen en gastcolleges gegeven. Maar tot nu toe vragen scholen nauwelijks aan ons als steunpunt om een NLT-activiteit te verzorgen. Er ligt dus nog een mooie taak voor ons om er meer ruchtbaarheid aan te geven.”

Het regionale steunpunt NLT Oost is bereikbaar via www.beta-oost.nl.

Het regionale steunpunt NLT Amsterdam is bereikbaar via www.betapartners.nl; kies daar Steunpunt NLT.

Programma’s voor scholen

Wilma Elferink: “Ons steunpunt is van plan voor de scholen in onze regio meerdere programma’s op te zetten die horen bij NLT-modules. De programma’s voor vwo-modules kunnen scholen op onze universiteit volgen. Met onze voorlichters en vakinhoudelijke experts ben ik in overleg getreden over de koppeling van practica aan deze modules. Bij al onze onderzoeksgroepen inventariseer ik wat ze bij een bepaalde module zouden kunnen en willen doen. We zullen ook één of twee modules selecteren die uitermate goed aansluiten bij onze opleiding, waarvoor

we een bijzonder programma ontwikkelen. Daarmee willen we alle docenten in de regio stimuleren om juist deze modules op hun scholen aan te bieden. We zetten voor hen ook een nascholing op. Daarnaast maken we programma’s die passen bij de vwo-modules *Nierdialyse* en *Over stromen* die we zullen adopteren. Voor de havo-modules *Duurzame energie* en *Lijmen en hechting* die door ons steunpunt geadopteerd worden, zetten onze hbo-partners leerlingactiviteiten op. De programma’s voor die modules zijn in principe voor alle scholen in Nederland. Uiteraard kunnen scholen ook op eigen

NLT in de tropen

Met de introductie van het nieuwe vak NLT staat de weg open voor nieuwe onderwerpen. Een onderwerp dat hiervoor geschikt is betreft koraal. In dit artikel geef ik een voorbeeld van buitenschools leren, gebaseerd op mijn eigen ervaringen in de Curaçaose onderwaterwereld. Tevens geef ik ook aan wat de organisatorische mogelijkheden zijn voor Nederlandse leerlingen.

■ Arjan Linthorst / Peter Stuyvesant College en Maria Immaculata Lyceum (Curaçao, N.A.)

Inleiding

De milieuproblemen in relatie met klimatologische veranderingen op Moeder Aarde zijn divers en groot. Goede indicatoren voor deze veranderingen zijn koralen. Koraal staat erom bekend dat kleine fluctuaties in de leefomgeving kunnen zorgen voor grote nadelige gevolgen op de groei ervan. Een bekend voorbeeld hiervan is de opwarming van de aarde, maar ook de CO₂-uitstoot zelf zal op den duur een grote rol gaan spelen. Immers, de CO₂-uitstoot zorgt voor een pH-verlaging van oppervlaktewater¹. Aangezien koralen veel carbonaten bevatten, mag dit ook als een groot probleem worden ervaren. Wereldwijd staan de koralen helaas onder zware druk. Het is dus zaak dat leerlingen de nodige kennis opdoen over koralen. Dit onderwerp is daarom van belang binnen NLT, ook omdat het onderwerp zich leent voor onderzoeksvaardigheden. Er zijn verder veel mogelijkheden voor overlap en verdieping van de traditionele bètavakken (metabolisme, zuur-base chemie, populatiestatistiek, enzovoorts). Dit was voor mij een goede reden om met een vwo 5-klas een marienebiologische lessenserie *Koraal* te draaien. De betreffende lessenserie is slechts een voorbeeld uit de vele mogelijkheden die er zijn om met leerlingen marienebiologische experimenten te doen.

De Curaçaose duiklocaties behoren tot de mooiste ter wereld. Alleen dat al is een goede reden om Curaçaose leerlingen kennis te laten maken met hun onderwaterwereld. De betreffende lessenserie vond deels in de klas zelf plaats, maar ook buitenschools in de zee. Tijdens de voorbereidende lessen kregen de leerlingen klassikale uitleg over koraal. Het uiteindelijke product waar de leerlingen naar toe moesten werken betrof een artikel over hun onderzoek. Het feitelijke experiment vond buitenschools plaats, in de zee.

Buitenschools leren: les in warm water

Het buitenschools leren begon met een briefing en een presentatie van Leon Pors (Carmabi)². Tijdens deze presentatie kregen de leerlingen uitleg over hun experiment, met daarnaast ook de nodige uitleg over de identificatie van vissen. Deze identificatie van vissen vond niet plaats naar soort, maar naar eetgedrag van de vissen. Deze categorisering van vissen noemt men in de ecologie ook wel *guilds*. Er werden vijf *guilds* behandeld, te weten omnivoren, piscivoren, herbivoren, planktivoren en benthivoren. De leerlingen werkten in groepen van ongeveer vier personen. De groepen mochten naar eigen goeddunk een *guild* uitkiezen. De leerlin-

Koralen zijn goede indicatoren voor veranderingen in klimaat en milieuproblemen

gen startten met een pilot-experiment. Dit pilot-experiment stond in het teken van de methodologie van het onderzoek en het kennismaken van de locaties waar het experiment werd uitgevoerd.

Pilot-experiment

De methodologie betrof een eenvoudige marienebiologische techniek die vaker wordt gebruikt. Al snorkelend met vinnen aan moesten de leerlingen parallel aan de kust vijftig regelmatige vinslagen maken. Tijdens deze vijftig regelmatige vinslagen moesten ze de vissen tellen die in hun *guild* thuishoorden en van die vissen moesten ze ook de afmetingen schatten. De afmetingen van de vissen konden ze schatten op vijf centimeter nauwkeurig. Om betrouwbare resultaten te genereren is het van belang om de breedte van je gezichtsveld af te bakenen tot twee meter.

Ook deze twee meter moest worden geschat. Schatten brengt natuurlijk een bepaalde onnauwkeurigheid met zich mee, daarom moest het experiment vaak worden herhaald. De link naar het uitleggen van het begrip reproduceerbaarheid is voor een docent dan nog maar een kleine stap.

De locaties van het onderzoek waren twee habitats die sterk van elkaar verschilden, maar die wel met elkaar in contact stonden. Eén habitat betrof een binnenwater en de andere was in 'open' water. De onderlinge afstand tussen deze twee habitats betrof circa 1,5 kilometer. De twee habitats verschillen zeer sterk in voedsel-distributie. De mooiste betrof een groot koraalrif op ongeveer 15 meter diepte in zeer helder water. De leerlingen konden hier tot circa 25 meter waarnemen. De habitat in het ondiepe binnenwater sprak, voor de leerlingen, met een zicht van 1,5 meter minder tot de verbeelding. De leerlingen moesten hier exact dezelfde methodologie gebruiken als boven het rif, maar dit keer in een habitat met een compleet andere voedseldistributie. Ze zwommen nu parallel aan mangrovebossen³. Het verschil in voedseldistributie, alsme-



de lokale omgevingsfactoren, moesten ze natuurlijk vermelden in hun artikel. Voor het feitelijke experiment moesten ze gaan bepalen hoe dit verschil in voedseldistributie verband hield met de frequentie en afmetingen van de vissen uit hun *guild*.

Experiment

Voor het feitelijke experiment werd een dagdeel uitgetrokken. Met een boot werden de leerlingen eerst naar het binnenwater gebracht. Hier konden ze hun metingen verrichten. De meetresultaten werden door een groepslid verzameld in de boot. Nadat de leerlingen hier ongeveer zestig minuten hadden gemeten, werden ze met de boot vervoerd naar het rif. Ook hier kregen ze ongeveer zestig minuten de gelegenheid om te meten. Na twee uur zwemmen waren de meeste leerlingen moe, maar voldaan. Sommigen onder hen hadden tot deze lessenserie amper of geen snorkelervaring opgedaan in de Curaçaose onderwaterwereld. Alleen dat al maakte het voor hen een belangrijke



Leerlingen zwemmen parallel aan de mangrovebossen.



Leerlingen verrichten metingen boven het rif, op de voorgrond verwerken twee leerlingen de data.

ervaring, want nu zagen ze met eigen ogen dat ze zuinig moeten zijn op de Curaçaose onderwaterwereld.

Verwerking experiment

De kwantitatieve gegevens werden verwerkt in Excel. De groepsleden moesten hun bevindingen weergeven door gemiddeldes en standaarddeviaties te berekenen van de frequenties en de geschatte afmetingen. Deze berekeningen moesten ze ook beschouwen in hun foutendiscussie. De verschillen tussen de groepsleden waren soms groot. Verschillende oorzaken lagen hieraan ten grondslag. Bijvoorbeeld, sommige leerlingen rangschikten bepaalde vissen onterecht *systematisch* in hun *guild*. Daarnaast kwam het ook voor dat er *toevallig* een school vissen het gezichtsveld van een leerling binnen kwam zwemmen. Ook de regelmatigheid en de hoeveelheid van de vinslagen was voor sommigen een heikel punt. Schrikken van een vis komt de regelmatigheid en het tellen van je vinslagen natuurlijk ook niet ten goede. Daarnaast bestaat er natuurlijk ook een verschil in voedseldistributie *binnen* een habitat. Dit samen gaf aanzet tot een kwalitatief statistische beschouwing. Alle groepen vonden wel een typische trend die overeenkomt met het werk van Ivan Nagelkerken⁴. De grotere (volwassen) vissen komen hoofdzakelijk voor op het rif en praktisch niet in het binnenwater, terwijl de juveniele rifvissen voornamelijk in het binnenwater zijn te vinden. Nagelkerken e.a. hebben zelfs een migratiepatroon van rifvissen tussen de twee habitats kunnen afleiden³.

Koraal voor Nederlandse leerlingen

Koraal is natuurlijk niet naast de deur voor Nederlandse leerlingen, maar dit wil niet zeggen dat er daardoor geen mogelijkheden zijn voor koraalonderwijs. Allereerst geldt dat er interessante scholingsmogelijkheden zijn voor bètadocenten. Zo verzorgt de University of the Netherlands Antilles (UNA) in samenwerking met Carmabi verschillende marienebiologische cursussen⁵. Doorgaans levert dit ook automatisch een duikbrevet op, dat geldig is voor de rest van je leven. De kennis die docenten hier dan opdoen kunnen zij weer ten goede laten komen aan hun leerlingen. Het instituut Carmabi is vanuit internationaal oogpunt een bekend instituut, omdat dit instituut de faciliteiten heeft

welke nodig zijn voor marienebiologisch onderzoek. Ook binnen de Nederlandse academische wereld zijn er marienebiologen die zich toelagen op de ecologie van de Curaçaose wateren⁶. Ik veronderstel dat zij graag hun kennis willen delen met docenten natuurwetenschappen.

De vluchtschema's van KLM, ArkeFly en Martinair worden in het najaar geïntensifieerd. Wat betekent dat er vanaf het najaar dagelijks drie vluchten zijn vanuit Nederland naar Curaçao. Dit heeft alles te maken met de sterke groei in toerisme van Curaçao. De prijzen van de tickets zullen logischerwijs dan weer verder gaan dalen. Daarnaast geldt dat vliegen naar Curaçao buiten de schoolvakanties om goedkoop is. Dit maakt dat een overtocht naar Curaçao voor scholing van docenten en/of excursies van Nederlandse leerlingen zondermeer tot de mogelijkheden behoort. Ik kan me goed voorstellen dat dit ook complementair is met internationaliseringprogramma's van Nederlandse scholen van voortgezet onderwijs. Naast marienebiologische kennis zullen docenten en leerlingen dan ook historische en culturele kennis van Curaçao en het Nederlands Koninkrijk opdoen. Ook dit beschouw ik als een voordeel. Ik hoop daarom dat binnen NLT *koraal* ook een plaatsje krijgt.

Dankwoord

Graag wil ik Carmabi, en Leon Pors in het bijzonder, bedanken voor de prettige samenwerking.

Noten

1. Redactie C2W (2003). Oceaan verzuurt. *Chemisch2 Weekblad*, 99(19), 11.
2. Carmabi staat voor *Caribbean Research and Management of Biodiversity Foundation*.
3. De mangrovebossen staan op Curaçao onder zware druk, want veel van deze bossen worden gekapt ten behoeve van (luxe) woningbouw.
4. Zie bijvoorbeeld: Dorenbosch, M., Grol, M.G.G., Nagelkerken, I., Velde, G. van der, (2006). Seagrass beds and mangroves as potential nurseries for the threatened Indo-Pacific humphead wrasse, *Cheilinus undulates* and Caribbean rainbow parrotfish, *Scarus guacamaia*. *Biological Conservation*, 129 (2), 277-282.
5. Op www.carmabi.org staat een aantal *courses* vermeld. In overleg met Leon Pors is hiertoe veel mogelijk.
6. Voor meer info zij verwezen naar <http://www.eco.science.ru.nl>.

De toekomst is een nano-frietje

Het idee om een wetenschappelijk kijkje in de gastronomische keuken te nemen is niet zo vreemd. Of toch wel? Wacht maar totdat je een hutspot van schuim voor je hebt staan of een cocktail van ganzenlever, met als toetje gefrituurd ijs met een gebakken-eieren-met-spek-smaak.



- **Isolde van Leeuwen** / Levensmiddelentechnologie, Wageningen Universiteit
- **Erik van Linden** / Levensmiddelenfysica, Wageningen Universiteit
- **Guido Linssen** / Felisenum, Velsen en NLT-steunpunt, Wageningen Universiteit

Bij het ontwikkelen van een NLT-module gebruikt Wageningen Universiteit de volgende teamsamenstelling:

- Minimaal één expert.
- Twee vwo-docenten.
- Een studentassistent/jongafgestudeerde.
- Een vwo-docent als coach.
- Een WUR-medewerker als hoofdredacteur.

Het ontwikkelproces wordt gekenmerkt door vier fases:

- Het thema van de module bepalen.
- Het ontwikkeldocument opstellen.
- Leerdoelen en toetsing opstellen.
- De testversie maken van de module.

Het voordeel is dat je optimaal profiteert van de expertise vanuit verschillende disciplines en dat je door wisseling van de studenten diversiteit aan creativiteit importeert.

Het nadeel van deze aanpak is de continuïteit. Studentassistenten mogen maar voor beperkte tijd aangenomen worden: maximaal zes maanden aan een stuk.

Vwo-docenten hebben een drukke agenda. Een effectieve oplossing hiervoor bleek te zijn om schrijfdagen in te passen, waarbij het hele team een dag neemt om aan zijn stukken te werken.

Eetbeleving en wetenschap

De samenwerking tussen wetenschappelijke onderzoekers en chef-koks leidt tot spectaculaire gerechten. En niet alleen het eindresultaat is spectaculair, maar ook de wetenschap erachter. Chef-koks willen natuurlijk vooral hun gasten lekker eten voorzetten, maar toch ook hen vermaken. De inzichten waarmee zij spectaculair eten maken, kunnen wetenschappers hel-

pen smaakvolle nieuwe producten te ontwikkelen. Daarover heeft Wageningen Universiteit een NLT-module *Moleculaire Gastronomie* gemaakt.

Al vrij snel tijdens de scheikundeles op de middelbare school wordt de basis gelegd: 'alles' bestaat uit moleculen en die moleculen reageren met elkaar. Bij moleculaire gastronomie gaat het erom het voedsel te bekijken op moleculair niveau. En vervolgens te bekijken hoe al die moleculen bij elkaar, in hun netwerken, door hun onderlinge reacties en ingewikkeldheid, de eetbeleving creëren die wij doormaken tijdens onze maaltijd. Als topkok kun je daar goud geld mee verdienen. De wetenschap erachter noem je moleculaire gastronomie. Neem zoiets simpels als mayonaise. Je zou het niet zeggen, maar mayonaise heeft een rijke geschiedenis, waarschijnlijk omdat het een recept heeft dat makkelijk mislukt. Als gevolg van al die mislukkingen werden er fabels bedacht om een verklaring te geven voor die mislukkingen. Zo gaven de recepten voor mayonaise bijvoorbeeld de instructie dat zwangere vrouwen geen mayonaise mochten maken (Hervé This). Het kwam er eigenlijk op neer dat mensen geen idee hadden waarom het recept mislukte. In de achttiende eeuw begon een rijke Fransman, Brillat Savarin, zich te verdiepen in de werking van voedsel klaarmaken. Maar zelfs in de twintigste eeuw was de kennis op dit gebied nog magertjes, zoals geïllustreerd wordt door een citaat van de grondlegger van de hedendaagse moleculaire gastronomie, Nicolas Kurti:

"It is a sad reflection that we know more about the temperature inside the stars than inside a soufflé."

Verbetering recepten en wetenschap

Het recept van mayonaise is intussen ingrijpend veranderd doordat de kennis is verbeterd. Door die verbeterde kennis zijn er ook gezondere versies gekomen zoals fritessaus met slechts 25% vet, yoghonaise en andere magere varianten mayonaise en varianten met olijfolie als vetcomponent. De schappen in de supermarkt staan er inmiddels vol mee.

Om mayonaise succesvol te veranderen moest men eerst weten wat mayonaise is. Mayonaise is een emulsie van olie in water, want het bestaat voor 75% uit olie en voor 25% uit eigeel, dat weer water bevat. Om een emulsie mogelijk te maken, dus directe scheiding van de waterfase en oliefase te voorkómen, komt de eierdooier van pas als emulgator. De mosterd en azijn als latere ingrediënten zijn voornamelijk voor de smaak. Door te bedenken wat mayonaise feitelijk is: olie in water met een emulgator voor het olie-watermengsel, kwam men op een gegeven moment op het idee de verhouding olie en waterige oplossing om te draaien. Waarom zou je geen saus kunnen maken met 25% olie en 75% waterige oplossing? Immers alles wat je nodig hebt is een goede emulgator. Het echte geheim voor het maken van de perfecte mayonaise is overigens om de oliefase langzaam aan de waterfase toe te voegen zodat de oliefase door het roeren de kans krijgt kleine druppeltjes te vormen. Bij plotselinge toevoeging van de oliefase zou er een grote oliebel kunnen ontstaan in de waterfase. Mayonaise is typisch een voorbeeld van wetenschappelijke grensvlaktheorie in de praktijk. Door een mayonaiserecept op een dergelijke manier te bekijken gaat grensvlaktheorie meer leven en begrijpen de leerlingen dat een goede emulgator het verschil maakt tussen een goede mayonaise en een plas olie met water. En voordat je het weet ben je met iets ingewikkelds



als op nanoschaal bezig om het recept nog verder te verbeteren.

Er is voortgebouwd op het idee dat de druppeltjes zo klein mogelijk moeten zijn om een goede stabiliteit in de mayonaise te krijgen. Zo werkt Wageningen Universiteit nu aan een emulsie van waterdruppeltjes in de oliedruppels in de mayonaise, ook wel 'nanonaise' genoemd. De druppeltjes olie in de mayonaise zijn al heel klein, maar door op nanoschaal te werken kun je nanodruppeltjes water in de oliedruppeltjes maken. Op die manier bevat de mayonaise meer water, en minder vet, dus minder calorieën, maar de nanonaise smaakt wel als mayonaise. Dit is nog maar een simpel voorbeeld van hoe een levensmiddel kan worden verbeterd.

De module

In de NLT-module wordt ingegaan op de hele beleving van voedsel, natuurlijk gerelateerd aan de bereiding. Het is niet verstandig een bereiding van een gerecht proberen te verbeteren zonder de eetbeleving van het gerecht in acht te nemen. Bij moleculaire gastronomie wordt dat gedaan door de recepten goed te bestuderen op waar ze vaststaande feiten geven en waar ze eventueel onnodige of onvolledige aanwijzingen geven. Een voorbeeld van een onnodige aanwijzing is het toevoegen van olijfolie terwijl je pasta kookt. Het doel van olijfolie toevoegen zou zijn om te voorkomen dat de pasta aan elkaar gaat plakken, maar omdat de olie niet met het water mengt, komt de olie nooit bij de pasta.

Daarnaast wordt ook gekeken naar de apparatuur die wordt gebruikt en hoe effectief de methodes nu werkelijk zijn. De basis voor het aanpassen van recepten is de scheikundige en natuurkundige basiskennis van de leerling. De vier basismoleculen, water, suiker, eiwit en vet worden opnieuw bekeken. Daarop wordt

voortgebouwd in een hoofdstuk over kolloïdkunde. Dit bespreekt hoe de vier basismoleculen samen een voedingsmiddel vormen. Ook komt het effect van bijvoorbeeld koken, bakken of frituren op de structuur en textuur van een gerecht aan bod. De smaakmoleculen en de kleurmoleculen die ontstaan worden gedeeltelijk besproken in het hoofdstuk over de maillardreactie die zorgt voor de bruinkleur. De werking van de zintuigen komt naar voren, aangevuld met het effect dat de vier basismoleculen op die zintuigen hebben. Dat geeft wat duidelijker het verband weer tussen de zintuigen en het beleven van het voedsel.

In verschillende hoofdstukken van de module staan praktische opdrachten en vragen om het concept moleculaire gastronomie te verduidelijken. Leerlingen moeten zelf recepten uitpluizen, maar ook proeven doen die de reacties tussen de vier basismoleculen weergeven en uitleggen welke reacties nu hebben plaatsgevonden. Op die manier worden leerlingen op een interactieve manier meegenomen op een reis door hun dagelijkse kost en de eetbeleving. En met die kennis kan niet alleen de fritessaus worden verbeterd, maar ook dat essentiële gedeelte van een frietje, de knapperige frietkorst zelf. De figuur geeft een voorbeeld dat leidt tot een verandering in de kookapparatuur om de eetbeleving van een gerecht te verbeteren. Want in de nabije toekomst kan wellicht een frietje gezonder worden klaargemaakt zonder dat je de smaak en het vette mondgevoel hoeft op te offeren. Er kwam laatst een machine in het nieuws die frietjes klaarmaakte met

superheated steam. Frituren is namelijk deels te vergelijken met een drogingproces, omdat het vocht in een frietje er deels uitgaat als stoom. Dat drogen maakt frietjes deels zo knapperig. De *superheated steam* bevat niet veel waterdamp, waardoor het frietje ook droogt, en dus hetzelfde effect heeft op het frietje als met frituren, maar dan zonder vet. De frietjes zijn wel wat vettig gemaakt om het juiste mondgevoel van friet te kunnen krijgen. Ze moeten nog steeds eerst worden

gebakken, voordat ze tot een knapperig frietje kunnen worden gefrituurd. Wie wil er nou niet een frietje eten zonder schuldgevoelens en nare gevolgen,

In de nabije toekomst kan wellicht een frietje gezonder worden klaargemaakt zonder dat je de smaak en het vette mondgevoel hoeft op te offeren

zoals voor de lijn? Dat is, naast een prettige, vette smaak, ook deel van de eetbeleving. Eten moeten we toch elke dag. Moleculaire gastronomie is een perfect voorbeeld van alledaagse wetenschap, maar dan wel met een vreemde toepassing af en toe.

NLT in de praktijk

Diverse scholen zijn begonnen met het nieuwe vak NLT. Hoe bevalt dat; waarmee krijg je te maken? Hoe zit het met inroosting en teamteaching? Of met lesgeven aan meerdere groepen tegelijk? In de komende nummers van *NVOX* kunt u lezen over de eerste ervaringen. Dit artikel gaat in op de aanloop naar het vak en de stand van zaken en de regionale steunpunten NLT.

■ Brechje Hollaardt / Landelijk Ontwikkelpunt NLT

Terugblik

In de zomer van 2005 bracht de profielcommissie voor de natuurprofielen een positief advies uit over de invoering van een geïntegreerd bètavak. De Minister van OCW nam het advies over. Om de ontwikkeling van het vak aan te sturen werd najaar 2005 de Stuurgroep NLT opgericht (en in maart 2006 officieel ingesteld). Deze bestaat uit mensen van de vernieuwingscommissies voor exacte vakken, wo, hbo, lerarenorganisaties en een waarnemer van het Platform Bèta Techniek. Tegelijkertijd is het Landelijk Ontwikkelpunt NLT opgezet, met name om de ontwikkeling van lesmateriaal en de invoering van NLT op scholen te begeleiden.

Het Ministerie OCW nam NLT begin 2007 op in het Tweede Faseprogramma als een regulier profielkeuzevak voor de natuurprofielen havo en vwo, dat mag worden gegeven door eerstegraadsdocenten natuurkunde, wiskunde, scheikunde, biologie en aardrijkskunde. In april 2007 publiceerde de Stuurgroep NLT zijn visie, die leidend is voor de ontwikkeling voor

NLT in de periode 2007 – 2010¹. Doelen van NLT zijn:

- verbreding en verdieping bieden;
- leerlingen zich laten oriënteren op een breed spectrum van vervolgstudies en beroepen;
- leerlingen het belang laten ervaren van interdisciplinaire samenhang in de ontwikkeling van wetenschap en technologie;
- meer keuzemogelijkheden voor docenten en leerlingen in het bètaonderwijs op school;
- bijdragen aan permanente innovatie van het onderwijs in de bètavakken.

Ook stelde de Stuurgroep NLT het concept-examenprogramma op.

Modules

Voor NLT komt er een ruim aanbod van uiteenlopende modules; in 2010 zijn er naar schatting vijftig landelijk gecertificeerde modules van 40 slu. Havo-leerlingen volgen dan maximaal acht modules (320 slu), vwo-leerlingen maximaal elf (440 slu). Invoerscholen kunnen binnen zekere grenzen kiezen welke modules ze

- Per ingang van dit schooljaar heeft bijna 40% van alle havo/vwo-scholen, 177 scholen in totaal, zich gemeld als NLT-invoerschool bij het Landelijk Ontwikkelpunt NLT.
- Meer dan de helft van de scholen roostert NLT in in grotere eenheden dan traditionele 'lessen'.
- Meer dan de helft van de scholen laat de NLT-modules door meerdere docenten tegelijk verzorgen (bijvoorbeeld door NLT op dagdelen in te roosteren voor meerdere leerlinggroepen, waardoor verschillende docenten tegelijk lesgeven).

Bron: Landelijk Ontwikkelpunt NLT

407

leerlingen zullen aanbieden (voor examenprogramma zie www.betavak-nlt.nl en www.slo.nl). De modules die via het Landelijk Ontwikkelpunt NLT tot stand komen, worden in vier golven ontwikkeld. Dit gebeurt door scholen in samen-



De ontwikkelaars van de modules in golf 1. Foto: Voermans Van Bree Fotografie.

werking met hoger onderwijs en kennisinstituten. De Stuurgroep NLT heeft kwaliteitscriteria geformuleerd waaraan modules moeten voldoen om in aanmerking te komen voor certificering. Alle modules worden getest op testscholen, en op inhoud en didactiek beoordeeld door het Landelijk Ontwikkelpunt NLT en externe experts. Van de eerste golf modules, veertien in totaal, zijn er inmiddels acht gecertificeerd. Naar verwachting worden binnenkort nog twee van deze modules gecertificeerd. De modules van de tweede golf worden in het najaar getest. In oktober is de derde ontwikkelgolf gestart, in het voorjaar 2008 start de vierde.

Per oktober 2007 zijn de volgende modules gecertificeerd:

- Aërosolen en vuile lucht (havo).
- Wat zeg je? Een kwestie van horen en spreken (havo).
- Digitale techniek (havo).
- Sportprestatie (havo).
- Nulenergiehuis (havo).
- Forensisch onderzoek. Every contact leaves a trace (havo).
- Dynamisch modelleren (vwo).
- Rijden onder invloed (vwo).

Regionale Steunpunten NLT

Universiteiten en hogescholen hebben in zeven regio's steunpunten NLT opgericht (en bekostigd!). In september kwamen de steunpunten voor het eerst bijeen en bespraken hun rol en taken richting scholen. Hannah Wielenga en Dirk Jan Boerwinkel zijn vanuit het Landelijk Ontwikkelpunt NLT de contactpersonen voor de Regionale Steunpunten NLT. Hannah Wielenga is heel enthousiast over dit initiatief van het hoger onderwijs: "Universiteiten en hogescholen hebben zelf bedacht dat het goed zou zijn om scholen te ondersteunen bij de invoering van NLT, ondermeer door expertise te bieden bij de modules en nascholing te verzorgen. In een aantal regio's was er al een steunpunt (in oprichting) voor Wiskunde D en/of Informatica. Daaraan is in een aantal gevallen NLT gekoppeld. Elk regionaal steunpunt heeft inmiddels minstens één bijeenkomst georganiseerd voor scholen. Onlangs hebben de steunpunten afgespro-



ken dat elk regionaal steunpunt een of enkele modules beheert. Veelal zijn dit de modules die in het desbetreffende regionale netwerk tot stand zijn gekomen. Het steunpunt heeft veel expertise over die modules en zorgt voor het onderhoud van de modules: het maakt updates en haalt er foutjes uit."

Een docent die een specifieke vraag heeft over een module, wordt door zijn/haar steunpunt doorverwezen naar het steunpunt dat de module onder zijn hoede

De steunpunten merken dat docenten momenteel vooral praktische zaken willen uitwisselen

heeft. Hannah Wielenga: "Steunpunten krijgen nu vooral praktische vragen, bijvoorbeeld waar kan bepaald materiaal te vinden of te koop is, of bij welke bedrijven je terecht kunt voor de uitvoering van deze module. Soms krijgen steunpunten

opmerkingen over fouten in vragen of antwoorden bij een module. De steunpunten merken dat docenten momenteel vooral praktische zaken willen uitwisselen. En er is behoefte aan een duidelijk overzicht van 'module-karakteristieken' als beoogde klas, kosten, enzovoorts. De regionale steunpunten werken landelijk samen. Ze wisselen onderling informatie uit en willen hun trainingen en scholing voor modules aan elkaar beschikbaar stellen. Onder andere hiervoor heeft het Landelijk Ontwikkelpunt NLT een ict-omgeving ingericht. De NVON was aanwezig bij het overleg van de regionale steunpunten in september en heeft de intentie aansluiting te zoeken bij de regionale steunpunten bij de advisering van docenten. Ook een prima initiatief."

Cor de Beurs van het AMSTEL Instituut was een voorloper wat betreft het idee van regionale steunpunten voor NLT. Hij legt uit: "Twee jaar geleden voerde Bètapartners, dat zijn 22 scholen en vier hoger onderwijsinstellingen in Amsterdam en omgeving, overleg met de gemeente Amsterdam om sciencelabs voor scholen in te richten op de hoger onderwijsinstel-



Leerlingen
aan het werk.
Foto: Jos Poeder
Fotografie.

geschikt. We wilden lesmateriaal ontwikkelen en daarbij tegelijk de buitenschoolse labs inrichten. Met Hannah Wielenga hebben we hierover overleg gevoerd. Eigenlijk liep Bètapartners voor de troepen vooruit: we gingen al aan de slag met de ontwikkeling van modules - waarvan er later vier in de eerste NLT-golf belandden - zonder dat de domeinen van de examenprogramma's en de onderwerpen van NLT-modules vaststonden. Op een gegeven moment stelden we onszelf de vraag

wikkelen en houdt in de gaten waarin docenten ondersteuning nodig hebben. Als steunpunt bieden we inhoudelijke ondersteuning en verzorgen we nascholing. Drie à vier keer per jaar organiseren we een netwerkbijeenkomst waar scholen onder andere hun ervaringen met modules kunnen uitwisselen. Heel belangrijk, want de praktijkervaring van docenten en ondersteunend personeel is de basis voor de verdere ontwikkeling en het succes van NLT."

De praktijkervaring van docenten en ondersteunend personeel is de basis voor de verdere ontwikkeling en het succes van NLT

of we onze modules alleen in ons eigen netwerk zouden uitzetten of ook naar andere scholen. En wat we voor scholen zouden kunnen doen. Toen hebben we een beslissing genomen die leidde tot de oprichting van het regionale steunpunt NLT Amsterdam: we besloten vraagbaak te zijn voor alle scholen in de regio. Liesbeth van de Grint van de Vrije Universiteit is aangewezen als NLT coördinator van ons steunpunt voor NLT. Hiervoor is door de vier betrokken hoger onderwijsinstellingen 0,4 fte beschikbaar gesteld, inclusief secretariële ondersteuning. Ze begeleidt de auteursgroepen die modules ont-

Noten

1. Het visiedocument 'Contouren van een nieuw bètavak' is aan te vragen via info@betavak-nlt.nl

lingen. Niet als excursieplek voor scholen, maar goed ingebed in de lesinhouden van scholen. NLT was daarvoor bij uitstek

Overzicht Regionale Steunpunten NLT met geadopteerde modules van de eerste golf

Regio Amsterdam

Participerende instellingen: Hogeschool van Amsterdam, Hogeschool INHOLLAND, Universiteit van Amsterdam

Website: www.betapartners.nl

Contactgegevens: Liesbeth van de Grint: steunpuntNLT@falw.vu.nl

Modules: digitale techniek (havo); nulenergiehuis (havo); plaatsbepaling en navigatie bij mens en dier (havo); forensisch onderzoek (havo)

Regio Zuid-Holland

Participerende instellingen: Technische Universiteit Delft, Haagse Hogeschool

Website: www.scholieren.tudelft.nl; www.technotalent.nl

Contactgegevens: Remke Klapwijk, betasteunpunt@tudelft.nl
Module: sportprestatie (havo)

Regio Zuid

Participerende instellingen: Fontys Hogeschool, TU Eindhoven

Website: www.esoe.nl/steunpunt-nlt

Contactgegevens: Elise Quant, e.quant@tue.nl

Modules: rijden (z)onder invloed (havo); rijden onder invloed (vwo)

Regio Noord

Participerende instellingen: Noordelijke Hogeschool Leeuwarden, Hogeschool Van Hall Larenstein, Universiteit van Groningen

Website: <http://www.rug.nl/fwn/>

informatievoor/scholieren/beta steunpunt

Contactgegevens: Jelle Nauta: jelle.nauta@wur.nl; Alex van den Berg: betasteunpunt@rug.nl

Module: startmodule: het ei (havo); wat zeg je (havo)

Regio Oost

Participerende instellingen: Saxion Hogeschool, Universiteit Twente

Website: www.utwente.nl/elan/nascholing/steunpuntNLT

Contactgegevens: Marian Kienhuis, m.s.kienhuis@saxion.nl; Wilma Elferink, w.elferink@utwente.nl

Modules: lijmen en hechting (havo)

Regio Utrecht

Participerende instellingen: Hogeschool van Utrecht, Universiteit van Utrecht

Website: www.best-utrecht.nl

Contactgegevens: Alice Veldkamp, info@best-utrecht.nl

Modules: dynamisch modelleren (havo); dynamisch modelleren (vwo); aerosolen en vuile lucht (havo)

Regio Wageningen

Participerende instellingen: Wageningen Universiteit

Website: nog niet bekend

Contactgegevens: Petra Naber, petra.naber@wur.nl; Simon Hageman, simon.hageman@wur.nl

Module: startmodule: forensische technieken (vwo)

NLT, hoe organiseer je dat?

In september zijn de eerste NLT-lessen begonnen. Hoe zijn de eerste ervaringen? Nico Kerkhoven is een middag op bezoek bij KSG De Breul in Zeist. Hij ziet en hoort hoe docenten het vak hebben georganiseerd: met teamteaching, lesgeven aan meerdere groepen tegelijk en aanpassingen in het rooster. Dit is het tweede artikel in de reeks *NLT in de praktijk*.

■ Nico Kerkhoven / Bestuurscommissie NLT van de NVON

Op dinsdag 6 november 2007 mag ik een middag de beginles NLT voor 4 vwo meebeleven op De Breul in het bosrijke Zeist. De Breul is een school met 1600 leerlingen, van wie op het vwo meer dan de helft kiest voor een N-profiel. Dit is boven het landelijk gemiddelde. Op de havo kiest iets minder dan een kwart voor een N-profiel, lager dan het landelijk gemiddelde. Dertien 4 vwo-leerlingen en veertien 4 havo-leerlingen volgen NLT.

Om 12.00 uur word ik verwelkomd door Jaco Scheer, docent wis- natuur- en scheikunde en lid van het team docenten dat het vak NLT voor zijn rekening neemt. Eerst woon ik een projectles bij over gammaflitsen, de grootst waargenomen explosies uit de ruimte. De les maakt onderdeel uit van een project dat leerlingen met hun fysische bagage laat filosoferen. In het project werken bètavakken en talen nauw

samen. De les is voor leerlingen uit 4 havo die ook NLT als vak hadden gekozen. Jaco Scheer zet in een pracht van een collegezaal uiteen wat het verschijnsel gamma-

NLT lijkt bij uitstek het vak om onderzoeksvaardigheden aan te leren in de tweede fase

straling is en van welk soort bronnen in de ruimte deze afkomstig kan zijn. Het is plezierig om op een rijtje de belangrijkste feiten getoond te zien: de soorten elektromagnetische straling, het verband tussen frequentie, golflengte en energie, de lotgevallen van de ontdekkers van de gammastraling, het echtpaar Curie en de basisfeiten over kernreacties.

Maar vooral wil ik vandaag meer te weten

te komen over de organisatie van NLT op deze school. Voor en tijdens de NLT-les, die duurt van 13.30 tot 16.30 uur, is er voor mij gelegenheid om allerlei vragen te

stellen aan Jaco Scheer en Jan Noij, die samen de les verzorgen. Tijdens de les gebeurt dat op de momenten dat de leerlingen even bezig zijn met het opzoeken en verzamelen van spullen die met de opstartmodule op deze school te maken hadden. Op mijn vragen komen duidelijke antwoorden, die een goed beeld geven van de wijze waarop NLT op De Breul in de steigers is gezet.

455



*Projectles over gammaflitsen van Jaco Scheer.
Foto: Nico Kerkhoven.*

Het begin

Het initiatief om met NLT te beginnen is van twee kanten gekomen: zowel van de schoolleiding als van docenten. Een belangrijke overweging om ermee te starten, was de wens van De Breul om zich verder te profileren als onderzoeksschool. NLT leek bij uitstek het vak om onderzoeksvaardigheden aan te leren in de tweede fase.

In februari 2006 is een groep van vier docenten met een zeker idealisme begonnen met het op de rails krijgen van het vak: Jaco Scheer, Jan Noij (natuurkunde), Frank Boekhorst (scheikunde) en Mark Klootwijk (biologie). Op dat moment was nog niet duidelijk of er een vergoeding zou staan tegenover hun voorbereidingen. Toch gingen ze het eerste halfjaar aan de slag met het idee dat 'dat wel goed zou komen'. Het groepje splitste zich in tweeën: de ene groep richtte zich op de ontwikkeling van materiaal, de andere op de organisatie. Ze kregen later van de schoolleiding ieder totaal 65 klokuren om NLT op te zetten. Dat bleek achteraf ook voldoende.

Jaco en Mark stelden een gedetailleerde begroting op en werkten facetten uit als de benodigde tijd voor leerlingen en docenten, de kosten voor extra inventaris op het gebied van ict en laboratoriuminrichting. Daarnaast ontwikkelden zij een opstartmodule voor De Breul-leerlingen. Deze is gericht op algemene vaardigheden voor NLT, zoals het gebruik van ict, het maken van een portfolio en verslaglegging.

Rooster en organisatie

Het rooster voor NLT zit als volgt in elkaar op De Breul. Het schooljaar is verdeeld in vijf periodes van zes weken plus een toetsweek. De havo-leerlingen hebben in de vierde klas NLT in alle vijf de periodes. In de vijfde klas blijven er nog drie modules over; die vallen logischerwijs in de eerste drie periodes. Op het vwo is er NLT gedurende vier periodes in het eerste bovenbouwjaar. In de vijfde klas krijgen leerlingen NLT in alle periodes, in het examenjaar nog eens in de derde periode. Voor NLT is er per week één middag van drie klokuren. In totaal zijn tien docenten betrokken bij NLT. Naast lesvergoeding krijgen zij enkele taakuren om stof voor te bereiden. Elke NLT-docent die in een periode NLT geeft, heeft daarvoor twee lesuren per week. NLT is zo georganiseerd dat telkens drie docenten lesgeven aan



twee klassen. Elke NLT-docent die in een periode NLT geeft, heeft in de NLT-middag twee lesuren en één tussenuur. Omgerekend komt het neer op een tijdsvergoeding van zo'n honderd uur op jaarbasis voor lesbetrokken activiteiten. Een deel van de voor NLT beschikbare tijd komt overigens uit de vakken natuurkunde, scheikunde, biologie en wiskunde.

Het verband tussen de lesuren van de aanstelling en de werkelijk bestede tijd in de

dingen. De NLT-docenten werken op basis van taakverdeling. Er zijn twee docenten die coördineren en hier taakuren voor krijgen.

De Breul heeft, zoals op een flinke school gebruikelijk is, drie toa's voor natuurkunde, scheikunde en biologie. Zij zijn allen betrokken bij NLT. Jaco Scheer en Jan Noij benadrukken dat de taakbelasting van de toa's steeds meer is toegenomen, doordat ze ook bij vakken als techniek en verzor-

NLT is op De Breul zo georganiseerd dat telkens drie docenten lesgeven aan twee klassen

praktijk ziet er behoorlijk ingewikkeld uit. Er zijn dan ook twee roostermakers in dienst van de school, die uitsluitend met roosterzaken bezig zijn (in deeltijd). Voor de actuele uitvoering van alle activiteiten is er een zeer realistische tijdsvergoeding voor alle betrokkenen. Deze kwam voort uit het overleg met de schoolleiding. Er is bewust geen NLT-teamleider. Zeer nadrukkelijk wordt gezegd dat dit niet goed zou zijn voor de collegiale verhou-

ging in de onderbouw betrokken zijn. Daar moet terdege rekening mee worden gehouden. Er komt geen toa-uitbreiding op school, al is een uitbreiding van 0,5 fte volgens Jaco en Jan aan te raden.

NLT heeft geen centraal examen, maar een schoolexamen. Op De Breul beoordelen telkens twee docenten de eindresultaten van het werk dat door de leerlingen aan de modules is besteed. Daarbij wordt



De klas bespreekt de domeinen van NLT.
Foto: Nico Kerkhoven.

onder meer gelet op de manier waarop de resultaten worden uitgelegd worden en de wijze waarop gebruik gemaakt is van ict. Bij de toetsing worden de domeinen uit het examenprogramma als uitgangspunt genomen.

De eerste les voor 4 vwo

Vanaf 13.30 tot 16.30 uur zijn de vwo- en havo-leerlingen actief met NLT, in twee aparte groepen. De havo-leerlingen zijn aan het werk onder begeleiding van Frank Boekhorst en Mark Klootwijk. Ik ben aanwezig bij de eerste les voor vwo-leerlingen, die werd begeleid door Jaco Scheer en Jan Noij. De leerlingen krijgen het eerste deel van de syllabus uitgereikt van de opstartmodule, waarin overzichtelijk alle belangrijke activiteiten staan voor de komende periode. Daarbij krijgen ze een klapper, die ze doelmatig moeten gaan inrichten om er een dossier voor NLT in aan te leggen met alle relevante informatie, verslagen, enzovoorts. De leerlingen, zes meisjes en zes jongens – één leerling was ziek – werken prettig gedisciplineerd

aan hun opdrachten. Ze mogen in de mediatheek in groepjes uitzoeken wat de domeinen van NLT zijn en wat die inhoud, welke modules er zijn en waarover ze gaan. Na een halfuur komen ze terug en presenteren ze elkaar hun bevindingen. Later mogen zij hun voorkeur voor modules uitspreken en toelichten. In tegenstelling tot veel scholen mogen de leerlingen van De Breul zelf NLT-modules uitkiezen. Dit met uitzondering van de module *Het*

De leerlingen werken prettig gedisciplineerd aan hun opdrachten

beste ei die voor alle leerlingen is en aan bod komt na de opstartmodule van de school. Jaco en Jan wijzen de leerlingen erop bij hun keuze te letten op de eisen van het examenprogramma. Dat schrijft namelijk voor dat ze uit verschillende domeinen ten minste één module gedaan moeten hebben. Tijdens de eerste NLT-

middag kiezen leerlingen twee modules van de zeven modules die de school op dit moment aanbiedt. Zodra er meer modules beschikbaar komen, kunnen leerlingen uit meer modules kiezen. Leerlingen van de havo-groep, die in september begon met NLT, hebben al gekozen voor modules. Elk van de modules is door één of meerdere leerlingen gekozen behalve de module *De bodem leeft*.

Aan het eind van de les wordt aan alle leerlingen gevraagd waarom ze voor NLT hadden gekozen. Eén leerlinge vertelt dat ze eigenlijk wiskunde D wilde doen, maar dat dat vak was komen te vervallen door te weinig aanmeldingen. De meeste leerlingen geven aan dat het brede karakter van het vak hen aanspreekt: "Alles komt bij elkaar" en "Het is lekker anders, je krijgt van alles wat".

Wint úw leerling 1000 euro?

NWT/NVON/NVOX Profileerwedstrijd

Dit schooljaar organiseert *NWT Natuurwetenschap & Techniek* samen met de NVON en NVOX de profielwerkstukwedstrijd 'Profileer jezelf'. Onlangs zijn de informatiepakketten behorend bij deze wedstrijd verstuurd naar alle docent-leden van de NVON.

Leerlingen die havo of vwo volgen met het profiel 'Natuur & Techniek' of 'Natuur & Gezondheid' kunnen meedoen aan de wedstrijd. Hiermee kunnen zij prachtige prijzen winnen. De hoofdprijs is 1000 euro en daarnaast geven we vier thuisplanetaria (beschikbaar gesteld door Icapacity) en een iPod Nano weg.

Om uw leerlingen te helpen met ideeën en achtergrondinformatie voor het profielwerkstuk staan in *NWT* elke maand spannende artikelen over actuele onderwerpen uit de natuurwetenschappen en de techniek. Het is nu mogelijk dat uw leerlingen een gratis proefabonnement op *NWT* (voor twee maanden) ontvangen. Surf hiervoor naar www.nwtonline.nl.

Als uw leerlingen willen deelnemen aan deze wedstrijd dan moeten zij hun werkstuk voor 30 april 2008 toesturen aan de redactie, *NWT Natuurwetenschap & Techniek*, Postbus 256, 1110 AG Diemen. Inzenden per e-mail kan natuurlijk ook: redactie@natutech.nl.

P.S. Geen wedstrijdpakket ontvangen?

Stuur een e-mail naar edewit@veenmagazines.nl o.v.v. 'wedstrijdpakket niet ontvangen' en zet hierin uw adresgegevens (uw eigen naam, naam school, postadres) en het wordt alsnog naar u toegestuurd.

Wedstrijdvoorwaarden

Alleen profielwerkstukken die voldoende worden beoordeeld door de docent dingen mee naar de prijzen. Eigen, experimenteel onderzoek levert bonuspunten op. Achtergrondinformatie en meetgegevens die toegankelijk zijn via bijvoorbeeld de website van school worden bij de beoordeling betrokken.

In 2007 krijgen de scholen voor havo en vwo de mogelijkheid om een nieuw vak aan de leerlingen aan te bieden, het geïntegreerde bètavak. Dit vak komt als *Natuur, Leven en Techniek* op het rooster te staan. Inmiddels is een aantal scholen hard aan het werk om dit vak te ontwikkelen en zo de stuurgroep materiaal te geven waaruit het vak opgebouwd zou kunnen worden. In de komende nummers van *NVOX* maakt u kennis met scholen die begonnen zijn met de ontwikkeltrajecten. De Populier uit Den Haag bijt het spits af.

Vooruitlopen op het nieuwe bètavak

De scienceestroom aan De Populier in Den Haag

Brugklasleerlingen die zich aanmelden op De Populier kunnen kiezen voor één van de drie stromen: science, sport of cultuur. Of ze kiezen nergens voor en volgen de basisstroom. De school heeft dit jaar twee brugklassen science, anderhalve klas sport en een kleine klas cultuur. Marten Hazelaar (biologie, scheikunde, anw) vertelt over de scienceestroom, Brechtje Hollaardt tekende zijn verhaal op.

“De scienceestroom gaat nu het tweede jaar in. De vakken biologie, techniek, ict en deels natuurkunde en wiskunde maken in de eerste klas integraal onderdeel uit van science. De leerlingen in de scienceestroom krijgen op donderdagochtend de meer theoretische vakken: de denklessen en ict. De eerste klas heeft vrijdagmiddag projectmiddag, de tweede klas dinsdag-

middags. Dan zijn de leerlingen aan het werk, maken ze echt dingen. Zoals zonneoventjes, een fototoestel, cosmetica. Of leerlingen gaan op excursie, bijvoorbeeld naar een waterzuiveringsinstallatie. De projecten duren acht weken en hebben een bepaald thema.

Per jaar komen er vier thema's aan de orde. Bijvoorbeeld het thema *Licht en zicht*. Daarbij hoort fotografie, animaties maken, blauwdrukken en een spectrometer maken. Een ander thema is *Bruggen bouwen*. Dit project doen we in samenwerking met het techniekmuseum en een ingenieur. Leerlingen onderzoeken eerst de sterkte van constructies en maken een model van een brug. Onderdeel van dit project is een rondleiding bij de Van Brienoordbrug. Verder hebben we de thema's *Zilver*



Foto: Brechtje Hollaardt.

Hoezo zijn de N-profielen niet voor meisjes? Marten Hazelaar en drie leerlingen met een N-profiel.

Met eenvoudige middelen de natuurkunde doorgronden.

gieten, Windenergie, Goochelen en gezichtsbedrog (waarbij leerlingen 3D-figuren maken) en Kringlopen. De ene keer werken leerlingen met een werkblad waarop staat wat ze moeten doen. De andere keer krijgen ze materialen en de opdracht om iets te maken. Bijvoorbeeld een lichtdicht doosje dat gemakkelijk open en dicht kan, met een heel klein gaatje en fotografisch papier. Daarvoor moeten ze eerst een ontwerp maken, het vervolgens in elkaar zetten en kijken of het werkt. Bij het project *Kringlopen* voeren leerlingen een onderzoek uit dat ze helemaal zelf moeten bedenken. Ze meten bijvoorbeeld ozon of onderzoeken zure neerslag. Ze mogen kiezen. Per thema verschilt de vrijheid heel erg.”



Foto: Jos Poeder Delft.

Het ontstaan

“In 2002 hebben vijf zeer enthousiaste docenten van de bètavakken en wiskunde de koppen bij elkaar gestoken. We wilden iets leuks bouwen met bèta. Bij iemand thuis hebben we gebrainstormd wat we zouden kunnen doen en hoe. Daar kwam bijvoorbeeld het idee van een bètakamp uit. Inmiddels hebben we dat al drie keer georganiseerd. Het meest ‘idiotie’ idee was toen: een bètaschool op school. Later heeft de directie gevraagd om dat idee verder uit te werken. We zijn aan de slag gegaan met het verzamelen van bètaonderwerpen die voldoende aanknopingspunten zouden kunnen bieden om veel te kunnen maken, om veel mee te kunnen doen, en om echte dingen te laten zien. Tot onze verrassing kwamen we maar liefst op zestig onderwerpen. Vervolgens zijn we gaan schiften: met welke onderwerpen kunnen we ook meer in de diepte gaan en mee naar buiten gaan om dingen te bezoeken. Daarna hebben we de onderwerpen verdeeld onder de collega’s om verder uit te werken. Iedereen had één of twee projecten onder zijn hoede. Uiteraard zijn we ook nagegaan of er voldoende interesse voor zou zijn bij leerlingen. Die was er! In 2004 zijn we begonnen met de sciencestroom. Dit jaar hebben we 38 nieuwe leerlingen.”

Scienceoverleg

“Een keer per maand is er scienceoverleg bij iemand thuis. Inmiddels bestaat deze groep uit zeven personen. Dat doen we bewust bij iemand thuis: we kunnen dan ongestoord, zonder tijdsdruk goed met elkaar aan de slag. We hebben taakuren, één of twee, om projecten te ontwikkelen. We werken ook samen met docenten die niet bij de sciencestroom horen, zoals aardrijkskunde, Engels of lichamelijke opvoeding. Met hen ontwikkelen we bepaalde projecten. Zo werken we samen

met een collega Engels aan een project om naar het science-museum te gaan in Londen.

Een punt van aandacht is hoe we kunnen weten of leerlingen iets leren van de projecten. De projecten tellen mee voor de overgang. We geven geen repetities, leerlingen krijgen waarderingen voor werkstukken. En we gaan na in hoeverre ze kunnen samenwerken en of ze een duidelijk plan kunnen maken. Belangrijk aspect bij de waardering is dat leerlingen vooruitgang boeken, dus niet zozeer dat ze een bepaald stadium hebben bereikt. Die vooruitgang willen we verdisconteren. We werken daarvoor met rubrics en het APS helpt ons hierbij.

Over twee jaar willen we het nieuwe profielkeuzevak *Natuur, Leven en Techniek* met body klaar hebben liggen voor de leerlingen. Het moet een vak worden dat leerlingen heel graag kiezen. Ik verwacht dat leerlingen in dit vak op veel verschillende manieren onderzoek kunnen doen en producten kunnen ontwikkelen. Voor het havo zal het vak technologisch, probleemoplossend gericht zijn. Leerlingen zullen producten kunnen maken. Op het vwo ligt het accent meer op de wetenschap. Ik zie ook mogelijkheden voor leerlingen om in het kader van het nieuwe bètavak op stage te gaan bij een instelling of bedrijf. Eigenlijk zal het bètavak in essentie hetzelfde zijn als de sciencestroom. Docenten moeten uren krijgen om het vak te ontwikkelen. Ze kunnen veel hebben aan het samenwerken met collega’s van andere scholen. Wij werken bijvoorbeeld samen met vier andere scholen (*Beter Bèta*) en ontwikkelen over en weer dingen voor elkaar. Zoals de denklessen en ontwerplessen. Daarbij werken we ook samen met de technische universiteit en het techniekmuseum. Zo kunnen we er samen voor zorgen dat bèta standing krijgt.”

In 2007 krijgen de scholen voor havo en vwo de mogelijkheid om een nieuw vak aan de leerlingen aan te bieden, het geïntegreerde bètavak. Dit vak komt als *Natuur, Leven en Techniek* op het rooster te staan. Inmiddels is een aantal scholen hard aan het werk dit vak te ontwikkelen en zo de stuurgroep materiaal te geven waaruit het vak opgebouwd zou kunnen worden. Dit is het tweede van een serie artikelen in *NVOX* waarin u kennis maakt met scholen die begonnen zijn met de ontwikkeltrajecten.

Vooruitlopen op het nieuwe bètavak (2)

Beter Bèta op het IJsselcollege in Capelle aan den IJssel

Vijf scholen en de TU Delft vormen samen 'Beter Bèta'. Met een subsidie van 280.000 euro van Senter Novem ontwikkelen zij vernieuwend bètaonderwijs. Het IJsselcollege is een van de scholen. Beter Bèta past goed in de brede onderwijsvernieuwingen van de school: Onderwijs Anders, vakoverstijgende blokken, N-profilering in onderbouw. Wim Beindorff, docent natuurkunde, vertelt erover.

"Naast onze school zijn bij Beter Bèta betrokken: Coornhert Gymnasium in Gouda, Stanislas College in Delft, Visser 't Hooftlyceum in Leiderdorp en Christelijk College De Populier in Den Haag. Iedere school is voortrekker voor een bepaald item. Vaak is dat een item waarmee de school al langer bezig is. Het Coornhert bijvoorbeeld ontwikkelt onderzoeksmodules. De Populier heeft denklessen opgezet, *Thinking Science*. Deze worden inmiddels ook door twee andere scholen gegeven. Wij starten er volgend jaar mee. Het IJsselcollege is trekker van technisch ontwerpen; daarvoor maak ik modules. Twee andere Beter Bèta-scholen werken nu ook met technisch ontwerpen. Kenmerkend van de Beter Bèta-scholen is dus dat ze elkaars onderwijsvernieuwingen doorvoeren op de eigen school. En er komt een online-database van, waarschijnlijk in *Blackboard*. Het is de bedoeling dat op termijn ook andere scholen gebruik kunnen maken van wat Beter Bèta heeft ontwikkeld.

Bij technisch ontwerpen krijgen leerlingen eerst een introductie waarin de ontwerpcyclus aan bod komt:

- je maakt een programma van eisen met allemaal deeltaken die je verwerkt in een matrix, vervolgens verzin je voor elk probleem een oplossing;
- daarna ga je het maken;
- je test het uit, evalueert het en stelt het eventueel bij.

Leerlingen beginnen simpel. Met tien eenvoudige materialen (zoals papier, plakband, paperclip, elastiekje, klei, aluminiumbakje) moeten ze iets maken. Ze mogen zelf kiezen wat. Bijvoorbeeld een model van een koffiezetapparaat of een apparaatje dat kogeltjes kan scheiden in twee maten. In twee lessen zijn ze daartoe in staat. Technisch ontwerpen eindigt altijd met een wedstrijdopdracht: leerlingen moeten elkaar beconcurreren met een apparaat, zoals een muizenvalauto of een trebuchet.



Foto: Jos Poeder, Delft.

Technisch ontwerp oefening: denken buiten kaders.

Vwo-Anders

Het IJsselcollege heeft ingrijpende onderwijsveranderingen doorgevoerd. Drie jaar geleden zijn we gestart met een speciale vwo-stroom voor begaafde en hoogbegaafde leerlingen: *Vwo-Anders*. Zij zitten in een aparte klas met een aparte ma-

nier van onderwijs. Onderwijs dat is gebaseerd op de theorie van de 'meervoudige intelligentie' van professor Gardner. Het principe is dat er acht verschillende intelligenties zijn en dat je leerlingen op verschillende intelligenties moet aanspreken. We bieden de vakken bij *Vwo-Anders* nooit op één manier aan. Bijvoorbeeld alleen verbaal (iets waartoe de talen geneigd

zijn), óf wiskundig-logisch óf ruimtelijk visueel (neigen de exacte vakken toe). *Vwo-Anders* draait nu voor het derde jaar. Het vergde anderhalf jaar voorbereiding. We zijn ook begonnen met zogenoemde projectblokken. Twee keer per week krijgen leerlingen een blokkur waarin een project wordt aangeboden dat door een aantal vakken gezamenlijk is gemaakt. Zo is er het project *De nieuwe kamer*. Leerlingen krijgen de opdracht hun eigen kamer in te richten met een bepaald budget. Ze krijgen een folder met prijzen van verschillende meubelzaken, inclusief kortingsbonnen. In dit project zit economie, informatica (onder andere het uitwerken van gegevens in Excel) en taalvaardigheid.

Eén projectblok per week is het projectblok *Exact*. Standaard is dat een samenwerking van wiskunde, natuurkunde, scheikunde, biologie, techniek en lichamelijke opvoeding. Leerlin-

gen moeten samenwerken in groepjes en vaak na afloop van een project hun werk aan elkaar presenteren. Bij biologie zijn bijvoorbeeld projecten opgezet die heel erg leunen op natuurkunde, scheikunde of gymnastiek. Zaken als zwaartekracht en gewicht kun je in een gymzaal op een perfecte manier uitbeelden, laten uitvoeren, uitproberen. Het mooie van het project-

N-profilering

Leerlingen van klas 3 vwo en volgend jaar 3 havo krijgen een halfjaar lang een blokkur technisch ontwerpen per week. Het gaat om twintig blokken van twee lessen per week. De bedoeling is dat ze er in de vierde klas mee doorgaan. Technisch ontwerpen zit dan weer een halfjaar in projecten. Om te stimuleren dat meer leerlingen kiezen voor N, krijgen N-leerlingen in 4 vwo ook economie en M & O. Dat houdt de mogelijkheid open om aan het eind van de vierde over te stappen naar het EM-profiel. Als het tegenvalt, hoeven ze niet te blijven zitten. Ze hebben dus meer lessen per week. Het gevolg is dat het afgelopen jaar meer leerlingen met het N-profiel zijn begonnen. Aan het eind van het jaar stappen er misschien één, twee of drie over naar EM.

In het reguliere vwo en het havo willen we al in de onderbouw een duidelijke profilering aanbrenge van de N-profielen via de projectblokken exact. Technisch ontwerpen zal daarvan een belangrijk onderdeel uitmaken. Het afgelopen jaar zijn Ineke Frederik van de TU-Delft (TULO), Wim Sonneveld van GS-Randstad en ik hard bezig geweest met een lesprogramma. We hebben allerlei opdrachten van de afgelopen jaren bij elkaar gebracht. Dat zijn voor een groot deel de opdrachten die de afgelopen jaren op de TULO/TU Delft in het kader van de landelijke projecten Techniek 15+ en Techniek 12+ zijn ontwikkeld. Er zijn nu minstens veertig opdrachten. Het programma bevat ook allerlei creativiteitsoefeningen om kinderen te leren divergent te denken.

In het nieuwe bètavak is veel ruimte voor technisch ontwerpen. Daar ben ik natuurlijk helemaal vóór. De kinderen zijn zo enthousiast bezig; je hoeft ze niet aan te sporen. Toen er vorig jaar twee lessen van mij zouden uitvallen in 4 havo omdat ik naar een conferentie moest, vroegen de leerlingen of ze die uren toch mochten doorgaan met hun module technisch ontwerpen. “Dan kan de toa er toch bij zijn”. Dat is de mooiste bevestiging dat je goed bezig bent!”



gen moeten samenwerken in groepjes en vaak na afloop van een project hun werk aan elkaar presenteren. Bij biologie zijn bijvoorbeeld projecten opgezet die heel erg leunen op natuurkunde, scheikunde of gymnastiek. Zaken als zwaartekracht en gewicht kun je in een gymzaal op een perfecte manier uitbeelden, laten uitvoeren, uitproberen. Het mooie van het project-

Ton Reckman¹
Bert van Diermen¹
Brechtje Hollaardt²

¹ Bernard Nieuwentijt College (Damstede), Amsterdam

² Hypertekst & Communicatie in opdracht van Platform Bèta Techniek

Ton Reckman en Bert van Diermen werken al tien jaar samen aan diverse onderwijsprojecten. Onlangs legden ze de laatste hand aan hun module aërosolen. 'Het weer' is een thema waaraan de school veel aandacht besteedt. Ook buiten schooltijd. Het woord is aan Ton Reckman (natuur-, wiskunde en anw) en Bert van Diermen (aardrijkskunde).

Vooruitlopen op het nieuwe bètavak (3)

Module aërosolen

In 2007 krijgen de scholen voor havo en vwo de mogelijkheid om een nieuw vak aan de leerlingen aan te bieden, het geïntegreerde bètavak. Dit vak komt als *Natuur, Leven en Technologie* op het rooster te staan. Inmiddels is een aantal scholen hard aan het werk dit vak te ontwikkelen en zo de stuurgroep materiaal te geven waaruit het vak opgebouwd zou kunnen worden. Dit is het derde van een serie artikelen in *NVOX* waarin u kennis maakt met scholen die begonnen zijn met de ontwikkeltrajecten.

“Het onderwerp aërosolen komt steeds meer in de belangstelling. Bouwprojecten moeten bijvoorbeeld veranderen; een politiek gevoelig onderwerp. Aërosolen zijn fijne deeltjes in de lucht die invloed hebben op de klimaatsverandering en volksgezondheid. Duizenden mensen per jaar overlijden daardoor vroegtijdig in Nederland. Maar de wetenschap weet nog niet goed hoe het effect precies is. De deeltjes komen niet alleen hoog in de lucht voor. Ze zijn er ook laag aan de grond. En dat is wat wij onderzoeken. Samen met het KNMI hebben we de module ontwikkeld, die we combineren met praktisch onderzoek.

We doen allerlei projecten met het weer en de atmosfeer. Vanuit Globe, waaraan we al jaren meedoen, is eigenlijk steeds meer tot stand gekomen. Het aërosolen-project is via de VS binnen het Globe-programma gekomen. Nederland en de VS zijn de enige landen die het aërosolenprogramma heel serieus doen. Een en ander is hier ontstaan doordat het KNMI een promovendus had op dit onderwerp. Hij wilde graag met Globe meewerken om het onderwerp hier op te zetten. Wij hebben het geluk gehad dat het KNMI in dit onderzoek vastliep op het feit dat men te weinig meetpunten had. Men wilde er met name meer in de stad hebben. Want het fijne stof zit natuurlijk vooral op plaatsen waar veel autoverkeer is. Zo komt het dat het KNMI bij ons belandde met de vraag hen daarbij te helpen. Dat wilden wij wel, samen met leerlingen. Onze eerste leerling die een profielwerkstuk maakte over aërosolen leverde een fantastisch resultaat. Daarmee is het KNMI naar de VS gegaan. Zijn resultaten zijn daar op een conferentie gepresenteerd. Uiteindelijk heeft het zelfs een wetenschappelijk artikel gehaald in de VS. Daardoor is het project gegroeid.

De module aërosolen geven we in ANW. Bij ANW beginnen we altijd tien minuten met een presentatie van een krantenartikel door een leerling. Het moet altijd gaan over iets wat op dat moment aan bod komt in het vak. Op die manier begint elke les met een actueel onderwerp. De andere leerlingen laten we aantekeningen maken. Eenderde van de toets gaat over de actuele artikelen. Het is voor ons docenten ook heel goed. Soms krijg je onderwerpen over je heen waarvan je maar moet hopen dat je er meer over weet en kan uitleggen.

Onze school is ook bij een ander internationaal wetenschappelijk onderzoek betrokken, HiSPARC. In Nederland doen hier zo'n 50 scholen aan mee (www.hisparc.nl). We meten kosmische straling met extreem hoge energie. Voor dit onderzoek geldt hetzelfde met meetpunten: er zijn er veel nodig. Daar zijn scholen ook heel handig voor. Wetenschappers zijn natuurlijk best bang of scholieren wel wetenschappelijk kunnen meten. Maar die ene leerling van ons had aangetoond dat het best kan. Zo ontstaat er vertrouwen. En natuurlijk zorgen we voor goede controles. Twee Amsterdamse scholen ontwikkelen overigens een HiSPARC-module voor het nieuwe bètavak.

Vorig jaar ontstond het idee om modules te ontwikkelen die vakoverstijgend zijn en waarin je onderzoek integreert. Het ministerie en SME wilden dit ook. Zo'n module ontwikkelen moet van onderaf aan komen. Want wij moeten er ook echt iets mee doen. Gebeurt het van bovenaf, dan krijg je weer een boek.



'Meten is weten', dat geldt voor de twee projecten waar Bert (l) en Ton (r) bij betrokken zijn.

Ons enthousiasme heeft aan de basis gelegen voor de ruimte die de school biedt voor de ontwikkeling van dergelijke projecten en modules. Tot voor kort gingen we in onze vrije tijd met een groepje leerlingen aan het werk. Dat hebben we jaren zo gedaan. Nu hebben we de wind mee door het geld dat beschikbaar komt van het Universum-programma. Nu kan een groep docenten van exacte vakken extra taakuren krijgen. Er zijn nog vier andere scholen die in het kader van Globe een module hebben ontwikkeld: in Oostburg, Zoetermeer, Delfzijl en Breukelen. Dat gebeurde in samenwerking met kennisinstellingen en bedrijven. Met die scholen hebben we steeds con-

tact gehad. De modules gaan over CO₂-opslag, brandstofcellen, gehoor en energiebesparing (www.xlnt-talent.nl). Opvallend is dat we op onze school in de N-profielen veel meer meisjes hebben dan jongens. Dat is al jaren zo. We weten niet hoe dat komt, we hebben er nooit bewust naar gestreefd. Het kan te maken hebben met de sfeer. Wel is het zo dat we leerlingen, als ze voor de keuze M of N staan, stimuleren om N te kiezen. Daarmee kun je allerlei kanten op. En het gaat ook goed. Alle twijfelaars of het vwo kiezen hier uiteindelijk N. Op havo is dat nog wat minder. Daaraan moeten we meer aandacht schenken.”



Bob Lefeber

Mijn eerste jaar als mentor

Pleidooi voor intervisie

Bij vrienden ben ik mijzelf. Voor de klas ben ik ook steeds meer mijzelf. Een belangrijk verschil dat ik heb leren maken is het verschil tussen ‘mijzelf zijn’ en ‘mijzelf zijn bij mijn vrienden’. In iedere context laat ik een ander deel van mijzelf zien. Wanneer ik naar dansles ga, laat ik mijn motorische kant zien. Indien ik geestelijk niet op orde ben, merk ik dat in mijn bewegingen. Soms is het zo dat mijn danspartner dit doorheeft voordat ik het mijzelf bewust ben. “Ja, inderdaad ik denk nog na over mijn lessen van vandaag.” Die afwezigheid gaat ook op bij een goed gesprek. Ik merk dat mijn gedachten dan afdwalen.

Bovenstaande geldt ook voor de klas. Als ik in mijn hoofd met andere dingen bezig ben, voelt mijn klas dit feilloos aan. Een klas die rustig binnenkomt, maar druk het lokaal verlaat, leert mij meer over mijzelf dan over de klas. In mijn docentrol kan ik niet een dag van slag zijn van een ruzie thuis. Het gevaar bestaat dan dat ik omwille van goed functioneren voor de klas strubbelingen diep wegstop. Ik heb geleerd dat het niet kwaad kan mij kwetsbaar op te stellen voor een klas.

Belangrijk daarbij is dat ik mijzelf ben. Dit betekent dat ik naar manieren zoek die bij mij passen. Steeds meer lukt het mij die manieren te vinden. Te weinig sta ik stil bij mijn successen. Ik heb de neiging op zoek te gaan naar oplossingen in het geval van problemen. Een vergelijkbare leercurve ontstaat ook uit iets wat goed gaat. Intervisie helpt om de leercurve te starten. Volgens de internet VanDale is intervisie ‘overleg tussen personen, meestal collega’s, met als doel het optimaliseren van het functioneren van elk van de deelnemers’. Door een afspraak met een collega te maken, verplicht ik mijzelf een reflectiekring te maken. Het delen van ervaringen zorgt voor een feest der herkenning. Deze indruk wordt versterkt tijdens een cursus gesprekstechnieken. Gebruik van de incidentmethode geeft veel collega’s een prettige ervaring. Waarom dan niet iedere maand, desnoods iedere twee maanden? Maak een verslag van de bijeenkomst en na een paar jaar ligt er een schat aan praktijkervaring klaar voor de nieuwe beginnende collega, die zo gelijk bekend raakt met de intervisiemethode. Veel voornemens verzwak-

ken. Door de drukte van de dagelijkse praktijk wil het soms gebeuren dat intervisie niet plaatsvindt. Ook vinden veel collega’s dat ze er zelf wel uitkomen. Waarom overleggen met collega’s, het gaat toch goed?

De vraag blijft waardoor het goed gaat. Het is ongeleefd tegenover de collega die moeite heeft met een klas geen hulp te bieden. In plaats van een vergadervorm te kiezen voor het overleg over een moeilijke klas, kan er voor intervisie worden gekozen.

Opnieuw de vraag: In hoeverre kan ik mijzelf zijn bij leerlingen? In een keuze-uur voor de leerlingen ben ik met twee leerlingen uit vwo 5 gezellig aan het kletsen. Even later zit ik van het oppasgeld van een leerlinge aan een kop koffie met een roze koek. Het gesprek gaat over een toets Nederlands later die dag, maar meer nog over hun levenservaring. In mijn hoofd vraag ik mij af of ik dit mag toestaan. Het keuze-uur is hier niet voor bedoeld. De leerlingen horen vijftig minuten aan het werk te zijn. Ze krijgen uren voor de tijd die ze hier zijn. Ik sta toe dat ze die tijd verkletsen! Hier word ik niet voor betaald. Na het uur trek ik de lijn door naar een grotere groep. Zou ik het tien leerlingen wel toestaan? Waarom tien leerlingen niet en twee wel? Dwing ik orde af in lessen door in kleine groepen dit soort gezelligheid te gedogen? Antwoord op uw eigen situaties kunt u krijgen door met elkaar het gesprek aan te gaan.

Voor een van de vele voorbeelden van de incidentmethode, zie: www.intervisie.nl/incidentmethode.htm

Bob Lefeber, lefb@arentheemcollege.nl

Bob heeft na een studie chemische technologie en een post-academische ontwerpersopleiding procestechnologie de lerarenopleiding gevolgd aan het IVLOS te Utrecht. In het schooljaar 2005/2006 geeft hij 20 lessen in de week en is hij mentor van vwo 4 aan het Arentheem College, locatie Thomas a Kempis te Arnhem.

De Bewegende Aarde, een interdisciplinaire NLT-module

Een aardbeving in Pakistan, een vulkaanuitbarsting in Chili, een tsunami in Indonesië. Regelmatig wordt de wereld opgeschrikt doordat de aarde beweegt. In de natuurprofielen was er tot nu toe nog weinig aandacht voor de bestudering van die bewegingen, hoewel ze een interessant toepassingsgebied vormen voor natuurkunde, scheikunde en wiskunde. Maar nu is er de module *De Bewegende Aarde*.

■ **Marloes Kloosterboer-van Hoeve / Junior College Utrecht en Goois Lyceum**
Hans de Bresser / Faculteit Geowetenschappen, Universiteit Utrecht
Ton van der Valk / Junior College Utrecht en Flsme, Universiteit Utrecht

De module, inhoud en didactiek

De module *De Bewegende Aarde* beschrijft en verklaart de oorzaken en gevolgen van bewegingen in de aarde: vulkaanuitbarstingen, aardbevingen en de vorming van gebergten. De module is in juni 2008 gecertificeerd voor het nieuwe bètavak Natuur Leven en Technologie (NLT) in 5/6 vwo. Elke school die dat wil kan deze module gebruiken. De module is ook informatief voor docenten die bewegingen in de aarde als context in hun vaklessen willen gebruiken.

De module start met twee hoofdvragen waarop de leerlingen aan het einde van de module een antwoord kunnen geven:

1. Welke bewegingen vinden plaats in de aarde, en waardoor worden ze veroorzaakt?
2. Welke gevolgen kunnen deze bewegingen hebben voor het aardoppervlak, de oceanen en de atmosfeer?

Ook de hoofdstukken en de paragrafen starten met vragen die de leerlingen aan het einde moeten beantwoorden.

Om de hoofdvragen van de module te kunnen beantwoorden is inzicht nodig in de fysische en chemische processen die optreden bij plaatbewegingen, aardbevingen, vulkaanuitbarstingen en gebergtevorming. Een belangrijk deel van die processen speelt zich af in het diepe binnenste van de aarde. Voor het bewijs van plaatverschuivingen moet de leerling iets weten van (paleo)magnetisme. Voor het beschrijven van plaatbewegingen is een wiskundige beschrijving van bewegingen op een bol nodig. Bij aardbevingen komt

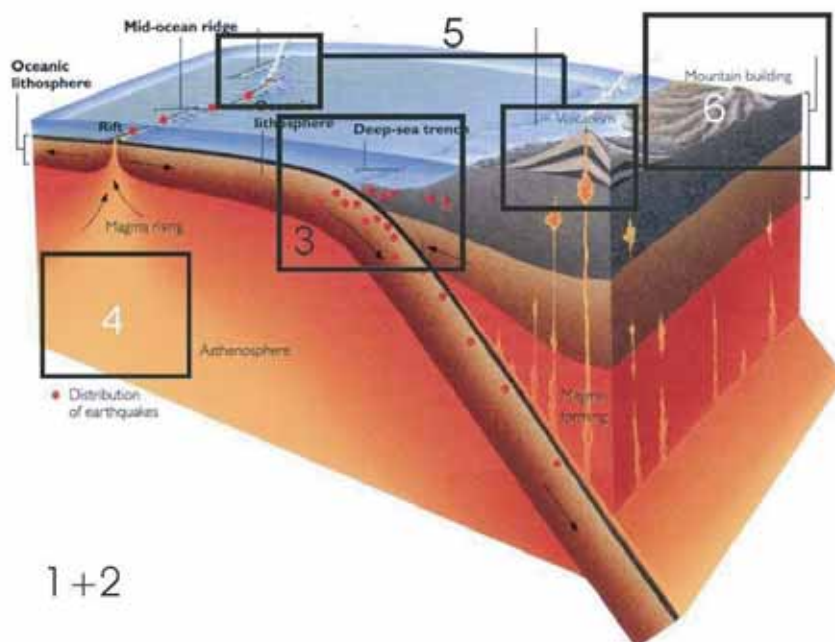
de natuurkunde van golfvoortplanting aan bod. Bij vulkaanuitbarstingen speelt de chemie van zwavel en chloor een rol. Door dit interdisciplinaire karakter vraagt de module inzet van een team van docenten uit verschillende vakken.

Figuur 1 geeft een overzicht van geologische verschijnselen en processen aan het aardoppervlak en dieper in de aarde. De figuur vat samen welke bewegingen in welk hoofdstuk van de module besproken worden. Door dit plaatje regelmatig terug te laten komen in de lessen kan de docent de leerling laten weten welk deel van het

geheel aan de orde is en hoe dat met de beweging van platen samenhangt. Ook het stellen en beantwoorden van de hoofdstukvragen draagt eraan bij dat de leerlingen voortdurend weten waar zij mee bezig zijn en waar ze naartoe op weg zijn.

De module bestaat uit twee basishoofdstukken en vier keuzehoofdstukken (zie tabel 1). Hoofdstuk 1 en 2 zijn inleidend en introduceren het idee van de beweging van aardplaten. In hoofdstuk 1 komen drie werkwijzen aan bod die door de hele module gebruikt worden: het gebruik van

Figuur 1. Dit schematische plaatje van een stuk aardkorst geeft in één oogopslag aan wat in *De Bewegende Aarde* besproken wordt. De cijfers verwijzen naar de hoofdstukken.



De opzet van de module

basishoofdstukken

- 1 Inleiding: atlas, gesteenten en dateren
- 2 Plaattektoniek

keuzehoofdstukken

- 3 Aardbevingen
- 4 Het binnenste van de aarde
- 5 Vulkanen
- 6 Gebergtevorming

voorbeelden van opdrachten

- Rekenen aan radioactief verval.
- Dateren met de K/Ar methode.
- Het magneetveld in je woonplaats.
- Bepaling rotatiepool Atlantische Oceaan.
- Lokalisatie aardbeving Nederland 1992.
- Tsunami: voortplantingsroute berekenen.
- Waarom S-golven niet door vloeibare media gaan.
- Voorspel de totale warmtestroom.
- Welke vluchtige stoffen ontsnappen er bij een vulkaanuitbarsting?
- Bereken de pH van regenwater na een vulkaanuitbarsting.
- Gesteenten kunnen breken: experiment met zandsteen.
- Gesteenten kunnen vloeien: demonstratie met maizena.

de atlas en Google Earth, het karakteriseren van gesteenten (sedimentair, meta-morf en stollingsgesteente) en het gebruik van dateringmethoden. Hoofdstuk 2 geeft de algemene inleiding in de theorie van de plaattektoniek. Daarbij worden de bewegingen van de platen niet alleen beschreven, maar er wordt ook aan gerekend. De keuzehoofdstukken gaan over verschijnselen die het gevolg zijn van plaatbewegingen. Welke van de keuzehoofdstukken worden gedaan, hangt af van de voorkennis van de groep, beschikbare tijd en de voorkeur van de docenten. Ook kan de keuze overgelaten worden aan de leerlingen. Zij kunnen een hoofd-

stuk zelfstandig bestuderen en er een presentatie over geven. Figuur 2 geeft mogelijke routes aan in een stroomdiagram. De toetsing kan op verschillende manieren gebeuren, bijvoorbeeld door het beoordelen van ingeleverde opgaven, door beoordeling van de presentaties over keuzeonderwerpen en/of door een proefwerk over de basishoofdstukken.

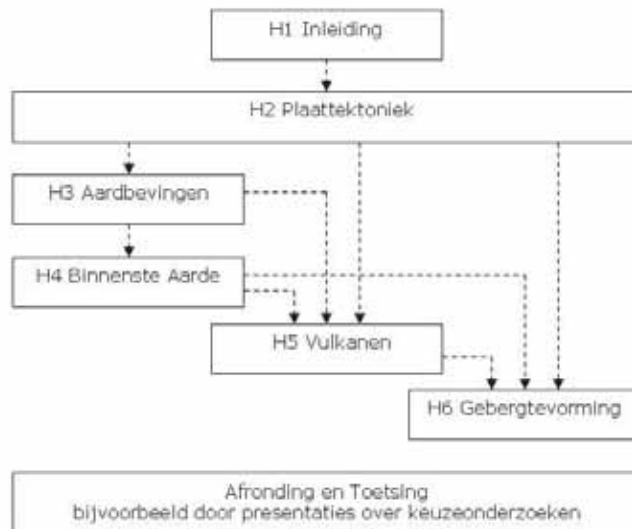
Het hoofdstuk *Gebergtevorming* bijvoorbeeld

Waar bewegende platen botsen, ontstaat een gebergte. Daarbij worden gesteentes van grote diepte omhoog gedrukt en gaan sedimenten van het oppervlak naar de

diepte. Tijdens deze processen worden de gesteentes sterk vervormd. Deze deformatie kan snel of langzaam gaan, bij hoge of juist lage temperatuur en druk optreden, en geheel droog plaatsvinden of onder aanwezigheid van water. Een breed scala aan fysische processen kan tot deformatie leiden, allen met hun karakteristieke structuren op micro- tot kilometerschaal. Gebergtevorming is een zeer langzaam proces, maar goed kijken naar structuren in gedeformeerde gesteenten (in bijvoorbeeld de Alpen) geeft veel inzicht in de processen en omstandigheden van gebergtevorming. Door die waarnemingen vervolgens te vergelijken met de resultaten van laboratoriumexperimenten ontstaat een goed beeld van de rol die materiaaleigenschappen spelen bij gebergtevorming.

Het hoofdstuk *Gebergtevorming* bevat opdrachten waarin natuurlijke structuren worden bekeken, experimentele gegevens worden verwerkt en theoretische aspecten van deformatieprocessen worden doorgerekend. Voor het bestuderen van natuurlijke structuren worden foto's gebruikt, inclusief opnames van natuurstenen wandplaten uit gebouwen; zie als voorbeeld figuur 3. Proefjes met maizena illustreren vervolgens de breek- en vloeiprocessen die ook bij de deformatie van gesteenten optreden (figuur 4). Uiteindelijk leidt dit tot het inzicht dat processen op microschaal essentieel zijn voor het ontstaan van gebergten op kilometerschaal.

Figuur 2. Stroomdiagram van mogelijke routes door de module. De gestippelde pijlen geven keuzemogelijkheden aan.



Figuur 3. Plooiën zichtbaar in natuurstenen wandbekleding uit een pand aan de Oude Gracht in Utrecht.



Figuur 4. Hans de Bresser laat zien dat een vloeibaar papje maïzena brokkelig wordt bij plotselinge beweging, net als gesteente onder hoge druk. Foto: Saskia Lelieveld.

Ervaringen in de klas

De module werd oorspronkelijk als ‘verrijkingmodule’ ontwikkeld voor het Junior College Utrecht (JCU), een samenwerkingsverband tussen de Universiteit Utrecht en 26 partnerscholen uit de regio Midden Nederland voor onderwijs aan getalenteerde vwo-leerlingen¹. Het werd gegeven in 6 vwo door vijf medewerkers van het Departement Aardwetenschappen van de Universiteit Utrecht. De JCU-leerlingen vonden de stof pittig, maar erg interessant. Op grond van deze ervaringen werd een vereenvoudigde tweede versie

Figuur 5. Een leerling bestudeert het onderwerp gesteentevorming uit het moduleboek. Foto: Saskia Lelieveld.



gemaakt, die geschikt moest zijn voor het vak NLT op reguliere vwo-scholen. Die versie is op drie scholen beproefd, in het kader van voorbereiding van het vak NLT in 5 vwo (schooljaar 2007/08). De docenten hadden zich uitgebreid inhoudelijk en didactisch voorbereid, gebruikmakend van de ervaringen op het JCU. De samenwerking met collega's was inspirerend. Op de scholen was deze samenwerking verschillend geregeld. Het meest ideaal was een projectweek waarin vier vakdocenten de hele module beschikbaar waren.

De leerlingen vonden het leuk om van verschillende docenten les te krijgen. De meeste leerlingen werden door het onderwerp gegrepen. De module leent zich zeer goed om zelfstandig te ‘ploeteren met het materiaal’. Uit de evaluatie bleek dat ze de module leuk vonden, actueel, uitdagend, afwisselend en zeker niet te gemakkelijk. Wat ze soms misten was structuur. Verder zagen ze soms het nut van al het rekenwerk niet in.

Aan de hand van deze ervaringen is een laatste revisie gedaan en het is deze gereviseerde versie die gecertificeerd is.

Docenten die de module getest hebben:

Wat ze goed vonden:

- variatie in opdrachten doordat kennis van verschillende vakken gecombineerd wordt;
- de bijgeleverde PowerPoints: goede aanvulling en goed voor de instructie;
- het is goed om zo met elkaar (docenten en leerlingen) in zo'n module te duiken.

Wat ze lastig vonden:

- je moet het jezelf eigen maken; volgend jaar zal het wel beter gaan;
- voor leerlingen is het vreemd, natuurkundig denken bij aardrijkskunde; het lijkt wel of kennis op slot zit

Inpassing in NLT en beschikbaarheid

De module past in domein C (Aarde en Klimaat) van het NLT-examenprogramma voor vwo. Ook komen er veel vaardigheden uit het domein A aan de orde. De module is gemaakt voor 5/6 vwo, hij is 40 studielasturen groot waarvan 20 à 24 klokuren contacttijd. Het NT-profiel bevat de nodige kennis om alle leerstof aan te kunnen. Voor NG-leerlingen moeten keuzen worden gemaakt vanwege hun beperkte wis- en natuurkundige kennis.

Het materiaal van deze NLT-module is beschikbaar via de website www.betavak-nlt.nl. Het Bètasteunpunt regio Utrecht (www.best-utrecht.nl) ondersteunt het materiaal.

Er zijn PowerPoint presentaties, een docentenhandleiding en evaluatierapporten beschikbaar. Ook als op uw school (nog) geen NLT wordt gegeven dan kan het toch de moeite lonen het materiaal te bestuderen.

U kunt onderdelen eruit in de klas gebruiken, bijvoorbeeld als toepassing van natuurkundeleerstof. Meer informatie kunt u krijgen bij de modulecoördinator, M.L. Kloosterboer-van Hoeve, MKloosterboer@gl.gsf.nl.

Noten

1. Valk, A.E. van der, & Tromp, S. (2007). Gemotiveerde leerlingen méér uitdagen. *NVOX*, 32(2), 84.

Vwo-leerlingen over de module

Wat ze goed vonden:

- de combinatie van aardrijkskunde met de bètavakken is leuk;
- interessant om aan gebeurtenissen uit het verleden te rekenen, lastig maar wel een uitdaging.

Wat ze lastig vonden:

- sommige opdrachten snap je pas als de docent zegt wat je moet doen;
- veel formules die we nog nooit hebben gehad.

Wat ze geleerd hebben:

- Dat van die P- en S-golven. Ik heb nooit geweten hoe ze dat allemaal konden berekenen.
- Aardbevingen en vulkanen, je leerde er mee rekenen en dat kon ik nog niet.

Oproep

De Verenigde Naties hebben 2009 uitgeroepen tot het Internationaal Jaar van de Sterrenkunde (International Year of Astronomy – IYA 2009). IYA 2009 is een initiatief van de Internationale Astronomische Unie en de Unesco. Het is dan 400 jaar geleden dat Galileo Galilei de eerste astronomische ontdekkingen deed met een telescoop. Zijn waarnemingen vormen het startpunt van de moderne astronomie. Ook in Nederland worden allerlei activiteiten voorbereid onder het motto: Het heelal, ontdek het zelf!

Raadpleeg ook

www.astronomy2009.nl.

Ongetwijfeld zijn er docenten die voornemens zijn in hun lessen aandacht aan IYA 2009 te besteden. De redactie zou graag in contact komen met docenten die een artikel (maximaal 1500 woorden) willen schrijven over de activiteiten die zij met hun leerlingen ondernemen.

Nadere informatie kunt u inwinnen bij Arnoud Pollmann, eindredacteur anw, a.pollmann@kpnplanet.nl

Redactie NVOX



Complexe Stromen

Een module voor nlt en wiskunde D

Complexe getallen zijn intrigerend voor wiskundig begaafde leerlingen met een NT-profiel. Ze zijn des te meer verrast als blijkt dat je met complexe getallen wisselstromen kunt beschrijven en dat complexe getallen helpen bij het ontwerpen van versterkers of mobieltjes. De module *Complexe Stromen* brengt de wiskunde van complexe getallen en de natuurkunde van wisselstromen bij elkaar in één module.

■ **Ton van der Valk en Aad Goddijn** / Universiteit Utrecht, Flsme en JCU

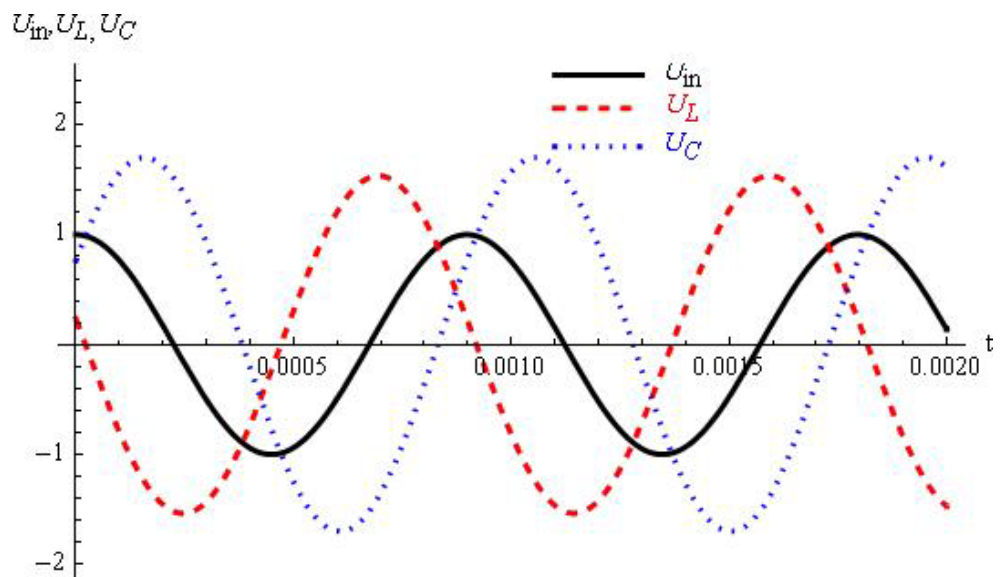
Het onderwerp elektrische schakelingen uit het examenprogramma natuurkunde vwo beperkt zich tot gelijkstroomkringen, met schakelementen als spanningsbron, weerstand, lampje en (elektronische) schakelaars. Leerlingen leren rekenen met weerstanden, maar de functies van weerstanden in een schakeling (spanning delen; stroom beperken; omzetten van elektrische energie in warmte) blijven relatief onderbelicht.

Elektrische schakelingen in apparaten als mp3-spelers, mobieltjes en computers, hebben als functie het bewerken van wisselspanningsignalen: signalen met een frequentie, een amplitude en een fase. Een voorbeeld van zo'n bewerking is het selectief versterken of verzwakken van signalen met bepaalde frequenties (filteren). Dat vereist schakelementen die frequentieafhankelijk reageren op *verandering* van stromen. Een condensator (C) en een spoel (L) beïnvloeden op een frequentieafhankelijke manier de amplitude en de fase van een signaal.

Bij het wiskundig beschrijven van deze signalen en de manier waarop ze door de schakeling worden beïnvloed, kunnen complexe getallen heel nuttig zijn omdat ze het formalisme sterk kunnen vereenvoudigen. De sterke samenhang tussen natuurkunde en wiskunde maakt dit onderwerp geschikt voor het vak nlt.

Complexe stromen

De module *Complexe Stromen* gaat over netwerken die bestaan uit een weerstand en een spoel of een condensator. Op de ingang van het netwerk zet je een sinusvormige spanning U_{in} met een



De spanningen U_L over de spoel en U_C over de condensator geven samen de aangelegde spanning U_{in} .

bepaalde frequentie. De vraag is dan hoe je kunt voorspellen welk uitgangssignaal U_{uit} ontstaat.

Het basisidee van de module is dat de natuurkunde tegen een probleem oploopt, waar de wiskunde een oplossing voor aandraagt. Daarmee kan de natuurkunde weer verder; tot het volgende probleem, enzovoorts. De module start met natuurkunde. Het eerste hoofdstuk begint met een herha-

elementen met elkaar samenhangen (differentiëren! Bijvoorbeeld $U_L = L \cdot dI/dt$). Daarna volgt een demonstratie van een schakeling met een toongenerator (als spanningsbron met instelbare frequentie), een spoel en een condensator. Omdat de (gemiddelde) spanningen over de drie schakelementen worden gemeten met een voltmeter, is de som van de spanning over de condensator en de spoel bij een

“Deze module legt het verband tussen iets zuiver wiskundigs en natuurkunde”

ling van de wet van Ohm. Dan berekenen de leerlingen de versterking als U_{uit} / U_{in} voor verschillende ohmse schakelingen. Vervolgens maken ze kennis met de spoel en condensator en leren hoe spanning en stroom bij die schakel-

bepaalde frequentie (veel) groter dan over de toongenerator. Ra ra, hoe kan dat?

De oplossing wordt duidelijk als de signalen afzonderlijk op een oscilloscoop bekeken worden. Het signaal wordt

door de condensator een stukje in de tijd verschoven en de spoel schuift hem weer een stukje terug. Daardoor is de som van de spanningen op elk moment toch gelijk aan de spanning die op dat moment door de toengenerator wordt geleverd. De voltmeter meet een soort tijdsgemiddelde van een signaal en zulke gemiddelden mag je niet zo maar optellen! En dat heeft ook consequenties voor de versterking: ook die hangt af van de verschuiving die het signaal in het netwerk ondervindt. Bij wisselstroomschakelingen moet je dus rekening houden met het sinuskarakter van het signaal. Dat vereist het ophalen en vergroten van de wiskundige kennis van de sinusfunctie!

Daarom gaat hoofdstuk 2 over het bewerken van tijdsafhankelijke sinusfuncties (optellen, vermenigvuldigen, differentiëren). De beschrijving van de beweging van een driewiekige windmolen is hierbij het leidend voorbeeld.

Aan de hand van de draaiende molenwieken worden de begrippen hoekfrequentie en fasehoek geïntroduceerd. Daarna wordt overgestapt op de voorstelling van roterende vectoren in de eenheidscirkel, die de cosinus en sinus

van de frequentie. Logisch, want bij frequentie nul (gelijkspanning) laat de condensator geen stroom door, bij hogere frequentie wel, des te meer naarmate de frequentie hoger is. Het quotiënt U_{uit} / U_{in} kan niet meer be-

De RLC-kring kent een resonantiefrequentie. Die eigenschap gebruik je bij het afstemmen van een radio

als (cartesische) componenten heeft. Differentiëren is nodig om de baansnelheid van de tip van de wiek te bepalen. Met dat gereedschap kunnen in het natuurkundige hoofdstuk 3 de eigenschappen van een schakeling (netwerk) waarin een condensator opgenomen is, bepaald worden. De stroom door de condensator blijkt dan $1/4$ trillingstijd voor te lopen op de spanning (fase $1/4$). De 'weerstand' van een condensator voor wisselstroom (impedantie) wordt gedefinieerd en blijkt afhankelijk

rekend worden voor wisselspanningen waarbij een verschuiving is opgetreden. Immers U_{in} is een sinus die af en toe nul is en delen door nul mag niet. Nu kun je de versterking G van een wisselstroomnetwerk wel definiëren als het quotiënt van de amplitudes van de in- en uitgangspanningen, maar dan houd je geen rekening met de verschuiving van de stroom, het faseverschil φ . Daarom wordt aan het eind van hoofdstuk 3 een nieuwe grootte gedefinieerd, de overdracht H , als het getallenpaar $H = (G, \varphi)$. Hoofdstuk 3 eindigt met de vraag: wat zijn daarvan de wiskundige eigenschappen?

In het wiskundige hoofdstuk 4 worden de eigenschappen van het getallenpaar (G, φ) onderzocht aan de hand van de in hoofdstuk 2 geïntroduceerde diagrammen van roterende vectoren. De rekenregels worden opgesteld, zoals $H_1 * H_2 = (G_1 * G_2, \varphi_1 + \varphi_2)$. Getallen die aan die rekenregels voldoen worden 'complexe getallen' genoemd. Een positief getal P blijkt dan ook geschreven te kunnen worden als $(P, 0)$ en een negatief getal $-N$ als (N, π) . Er blijkt dan ook een getal $i = (1, \pi/2)$ te zijn dat in het kwadraat $i^2 = (1, \pi) = -1$ is. Bewezen wordt dat elk complex getal ook geschreven kan worden als $a + b i$. Tot slot wordt afgeleid dat $\cos \alpha + i \sin \alpha = e^{i\alpha}$. Daarmee kan de sinusvormige spanning geschreven worden als $U(t) = U_0 e^{i\omega t}$ of, met faseverschuiving φ : $U(t) = U_0 e^{i(\omega t + \varphi)}$.

Met behulp van het aldus gevonden formalisme kan in het natuurkundige hoofdstuk 5 het probleem van de complexe overdracht opgelost worden. Tevens kan de complexe impedantie Z worden gedefinieerd. Daarmee wordt de 'complexe wet van Ohm' geformuleerd. Als toepassing worden de frequentie-karakteristiek van een RL-netwerk

Complexe stromen
een 6 vwo module voor nlt en wiskunde D

Universiteit Utrecht

Junior College Utrecht

De voorkant van de module Complexe Stromen.

opgesteld. Dat netwerk blijkt een grote impedantie te vertonen voor hoge frequenties en kan daardoor gebruikt worden om hoge frequenties uit te filteren. Dienovereenkomstig kan een RC-netwerk gebruikt worden om lage frequenties uit te filteren.

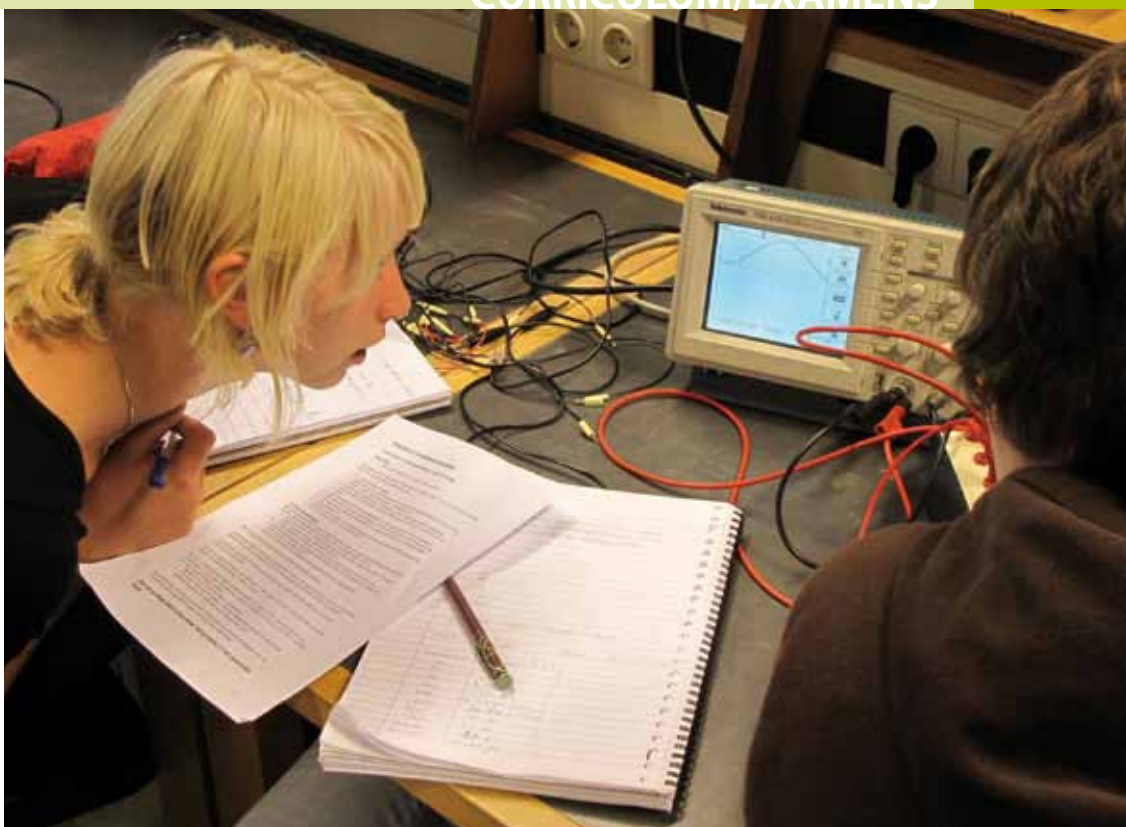
Wiskundig gezien kent de frequentie-karakteristiek van een RLC-netwerk een singulariteit waarin de overdracht naar oneindig dreigt te gaan. In de praktijk zien we dat terug als resonantie in de RLC-kring. Die eigenschap gebruik je bij het afstemmen van een radio: een elektrische trillingskring wordt afgestemd op een bepaalde golflengte, de resonantiefrequentie.

Voor nlt kan de module beëindigd worden met dit hoofdstuk 5. Er volgt nog een hoofdstuk 6 over complexe getallen, die een wiskundige verdieping geeft, geschikt voor wiskunde D.

Wat vonden leerlingen en docenten ervan?

De module *Complexe Stromen* is enkele malen gegeven aan leerlingen van het JCU en van het BètaPlus programma¹. Daarnaast hebben twee partnerscholen van het JCU de module in een klas getest. Het onderwijs werd meestal gegeven door een team van twee docenten; een wiskundige en een natuurkundige. Ze vulden elkaar aan. De samenwerking leidde ook tot leuke discussies in de klas tussen beide docenten en met de leerlingen. Immers, de wiskundige insteek is anders dan de natuurkundige. Ook leerden de docenten veel van elkaar, inhoudelijk, bijvoorbeeld over de natuurkunde van wisselstromen, en/of didactisch, hoe een collega zijn les opbouwt of met leerlingen omgaat. Het is duidelijk dat de module veel van de leerlingen vraagt, maar de docenten vonden het niet te moeilijk voor de leerlingen. Wel is nieuw dat de leerlingen met meer variabelen tegelijk moeten rekenen. Dat vereist doorzetten van ze en 'geloven in formules'. Verder vonden ze het goed dat "de leerlingen wat diepgaander met algebra moesten omgaan. Door het complex rekenen, worden de regels voor het gewone rekenen weer opgehaald en duidelijk gemaakt."

De leerlingen vonden de module wel moeilijk, maar te doen. Een sterk punt vonden ze: "Hij legt een verband tussen iets zuiver wiskundigs en natuurkun-



Leerlingen bezig met practicum.

Foto: Aad Goddijn.

de". Een leerling was lovend over de opzet: "De module is een goed voorbeeld van probleemgericht onderwijs. Aan de hand van het natuurkundige probleem wordt duidelijk dat een wiskundig hulpmiddel noodzakelijk is, waarna wordt afgeleid hoe dit eruit moet zien."

Sommige leerlingen werden erg aangesproken door de wiskunde: "Ik had graag nog meer over complexe getallen geleerd". Maar anderen wilden "meer leren over de praktische toepassingen". Op grond van deze laatste reactie hebben we naast een demonstratiepracticum ook een leerlingenpracticum over schakelingen met spoelen en condensatoren toegevoegd.

Mede op grond van de positieve reacties van de leerlingen en de docenten is de module in april 2010 gecertificeerd voor nlt².

Tot slot

Karakteristiek in deze module is de afwisseling tussen de natuurkunde die een probleem ontmoet en de wiskunde die daar een oplossing voor kan vinden. Deze module is alleen geschikt voor nlt- of wiskunde D-leerlingen die een NT-profiel hebben. Het is aan te raden deze module als een keuzemodule in te zetten. Als de groep groot genoeg is kun je leerlingen gemotiveerd laten kiezen tussen *Complexe Stromen* en

een andere module, bijvoorbeeld *Hart en Bloedvaten*³.

Noten

1. Panday, V., Terwee, R. & van der Valk, T. (2009). Nlt-modules volgen in een academische omgeving. *NVOX* 34(7), 312-313.
2. Goddijn, A.J., van Hoof, J. & van der Valk, A.E. *Complexe Stromen*. Zie www.betavak-nlt.nl onder 'gecertificeerde modules'. Docentmateriaal is aan te vragen via jcu@uu.nl.
3. Koster K., van Rijen H. & van der Valk T. (2010). *Hart en Vaten*, stilstaan bij een hartinfarct. *NVOX* 35(5), 204-206.

♦ Ton van der Valk

is curriculumcoördinator van het Junior College Utrecht (JCU, www.uu.nl/jcu) en onderzoeker bij het FIsme (www.fisme.uu.nl).

Hij heeft de aanzet tot het ontwikkelen van deze module gegeven.



♦ Aad Goddijn

is ontwikkelaar van wiskundelesmateriaal bij het FIsme. Hij is ook docent bij het JCU o.a. van de module *Complexe Stromen*, die hij samen met Joost van Hoof ontwikkeld heeft.

