

387 Science Center



Verbrugge, Oprah, Gates en Sam

Verbrugge, oprichter van Beter Onderwijs Nederland, was deze zomer gast op Nederland 3 bij de VPRO. Het viel tegen. Ik zag een pretentieuze, humorloze oudere jongere met ofwel banale ofwel onbegrijpelijke teksten zenuwachtig commentaar leverend bij afschuwelijke videofragmenten. Het viel mee. Verbrugge kreeg geen gelegenheid zijn onbelegen onderwijs-ideeën te ventileren. Verbrugge vindt dat het Nederlandse onderwijs zich in een crisis bevindt, zie het vorig nummer van NVOX.

Deze gepensioneerde zit niet de hele dag achter de tv, maar kijkt wel, onder het genot van een Hollands kopje thee met kaakje, 's middags nu en dan naar een stukje van het damesprogramma Oprah. Het is een merkwaardige vrouw, deze zwarte miljardair, die de wereld probeert te verbeteren. 'Het onderwijs is in een crisis', zag ik haar kortgeleden zeggen. Daar ook al? Ze had het over de grote aantallen drop-outs, in de USA ook een groot probleem. Even later zag ik haar praten met blije jongeren samen met een schaapachtig glimlachende Bill Gates.

Gates financiert via zijn charitatieve stichting programma's en scholen in de USA: zie www.standup.org. De oplossing die Gates en Oprah propageren, is wel HEEL verschillend van die van Verbrugge. Verbrugge wil terug naar vroeger: klassen, vakken, discipline. Daar in Amerika liepen de twee door een school zonder boeken, waar leerlingen computers gebruiken bij het uitvoeren van ook buitenschoolse projecten. Het zag er uit als Nieuw Leren in het kwadraat, zie www.hightechhigh.org. Wat is uw voorkeur? Verbrugge of Gates en Oprah?

Tijdens de vakantie (juist gepensioneerden hebben vakantie hard nodig) kwam ik een illustratie van de Gates/Oprah-methode tegen. Ik bezocht de tentoonstelling van merkwaardige machines in het net gerestaureerde Grand Palais in Parijs. Zag u deze zomer de piano-smijtmachine in het 8 uur-journaal? Die stond daar in het Grand Palais. De bezoekers werden rondgeleid door rad Frans pratende technici die van de demonstratie van de machines een show maakten. Het Frans was me te snel. Er was een Engelstalige gids. De jongeman zag er doodmoe uit maar leidde me toch energiek van demonstratie naar demonstratie. Onderwijl gaf hij verbazingwekkend veel achtergrondinformatie. Hoe heet je, vroeg ik na afloop. Hij heette Sam. En hoe oud ben je? Hij was 14. Veertien!

Knoppert@worldonline.nl

377

IN DE KLAS

- 378 **Kunnen pantoffeldiertjes, zeesterren en andere dieren ook plassen?** Maarten Foeken
- 381 **Practicum Pies en poep** Maarten Foeken
- 382 **Relativiteitstheorie met de computer** Jan Mooij
- 383 **Vulkaanproef** Jan de Gruijter en Kees Kampfraath
- 384 **Goochelen met de constante van Avogadro** Jan de Dobbelaere, Peter Buck en Jan Lutgerink
- 386 **Fasendiagram** Gerard Stout
- 387 **Ervaringen met het project Science Center op school** Hans van Dijk
- 390 **Smaakmakers (17)** Louis Mathot en Hubert Biezeveld
- 391 **Nut en onnut van contexten in scheikundeonderwijs** Han Vermaat

CURRICULUM/EXAMENS

- 393 **Anw op Boni** Paul Boddeke, Kees Hooyman, Lodewijk Koster, Alice Veldkamp
- 394 **Wat doen we met anw in 2007?** Marjan Bruinvels
- 396 **NLT, hoe staat het ermee?** Henry van Bergen

MENSEN

- 398 **Wie gaan er naar een internationale biologieolympiade?** Bob Lefeber
- 400 **Mijn eerste jaar** Bob Lefeber

EN VERDER

- 401 **Didactiek van de waakzame ontvanger** Rob van Woerkom
- 402 **Fijnstof, het luchtprobleem van de 21^e eeuw** Hetty Zeedijk, Iris van Anrooij, Rouselle Verschoor en Roshanie Lalbiharie
- 404 **Chemie en poëzie** Marjan Bruinvels
- 405 **Hooikoorts** Marijke Domis
- 408 **Groot gegroeid: 25 jaar deelname aan de internationale natuurkundeolympiade** Ineke Frederik

RUBRIEKEN

- | | |
|---|---|
| <ul style="list-style-type: none"> 410 Vereniging
bijeenkomsten
verslagen
website
het kabinet 414 Media
boekrecensies | <ul style="list-style-type: none"> 418 Actueel 423 Colofon/Aansteker 424 Agenda |
|---|---|

Kunnen pantoffeldiertjes, zeesterren en andere dieren ook plassen?

Enige theoretische achtergrond bij het practicum urine en vogelpoep

Door de grote nadruk op de humane biologie lijkt het er op dat de mens een soort apart is en dat alle fysiologie van de mens geheel losstaat van die van dieren. Het zou mogelijk moeten zijn om vergelijkende dierfysiologie en anatomie op redelijk beperkt niveau te doceren.

■ Maarten Foeken / Hendrik Pierson College, Zetten

Inleiding

Biologie heet tegenwoordig liever moleculaire levenswetenschappen of iets dergelijks. Het eindexamen komt nog wel eens met exotisch onderzoek aan diersoorten aanzetten, maar in de dagelijkse schoolpraktijk is dat toch anders. Hooguit zijn er nog wat leuke voorbeelden in de extra stof te vinden, maar dat is het dan ook wel. Dit artikel is bedoeld om een bijdrage te leveren aan verbreden van het inzicht in de fysiologie van de uitscheiding, dwars door het dierenrijk heen.

In dit overzicht wordt de uitscheiding van stikstofverbindingen vooral gekoppeld aan de handhaving van het interne milieu. Het verwijderen van stikstofverbindingen staat niet op zichzelf. Integendeel, het verwijderen, noodgedwongen, heeft meteen gevolgen voor de waterbalans.

Uitscheiding

Het is gewenst om leerlingen duidelijk te maken dat de schijnbare overeenkomst in alles wat we uitscheiden, er fysiologisch nogal wat verschillen zijn. Bij de mens zijn de organen die 'iets' uitscheiden: longen, lever, nieren, de darmen en de huid. Een belangrijk criterium voor uitscheiding is de plaats waar de stof zich vóór die tijd bevond en of die stof deel heeft uitgemaakt van de celstofwisseling. Ook is het van belang of die stoffen door het lichaam daadwerkelijk gemaakt zijn (hormonen en enzymen) of alleen maar een bijdrage geleverd hebben aan het handhaven van het osmotische milieu (zoals vele ionen). Uitwerpselen (onverteerbare voedselresten) zijn niet afkomstig uit het interne milieu. Ze zijn

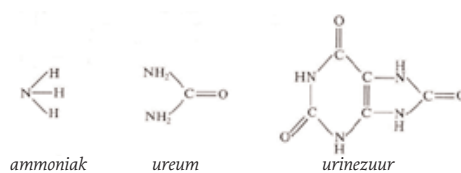
eigenlijk nooit in het lichaam geweest en zijn dus in feite geen uitscheidingsproducten of -stoffen. Alleen gal vormt daarop uiteraard wel een uitzondering.

Handhaven van het interne milieu

Voor de meeste soorten cellen is een intern milieu (bijvoorbeeld bloed) met een constante samenstelling van levensbelang, of het nu om de osmotische waarde gaat, om de concentratie van belangrijke voedingsstoffen of het gehalte aan zuurstof. Dat betekent dat handhaving van de fysiologische parameters binnen bepaalde grenzen de hoogste prioriteit heeft, wil een cel of zelfs een heel organisme overleven. Er zijn overigens wel soorten die zich, binnen bepaalde grenzen, aanpassen aan (de eisen van) het externe milieu. Dat geldt vooral voor kleine, ongewervelde waterdieren. Andere soorten moeten soms heel veel moeite doen om een gewenst verschil tussen intern en extern milieu te handhaven.

Stikstofverbindingen

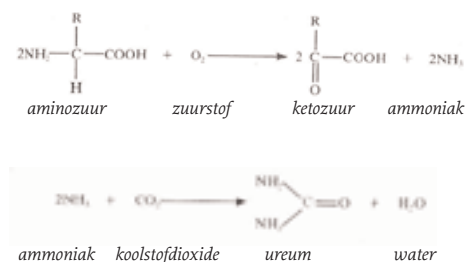
Als gevolg van de afbraak van stikstofverbindingen zoals eiwitten, aminozuren en nucleïnezuren in de cellen, is er een viertal zeer belangrijke en bekende stikstofhoudende uitscheidingsproducten te noemen, en



Structuurformules van ammoniak, ureum en urinezuur.

wel ammoniak, ureum, urinezuur en creatine (en creatinine).

De mogelijkheid om één of meer van deze stoffen te produceren is afhankelijk van de beschikbare enzymen, de beschikbaarheid van water in het milieu en de mogelijkheid voor het dier om waterverlies te reguleren.



Enkele reactievergelijkingen voor de productie van ammoniak en ureum.

Enkele belangrijke eigenschappen van ammoniak:

1. extreem goed oplosbaar
2. lage molaire massa
3. niet op te slaan in het lichaam
4. zeer giftig voor o.a. zoogdieren
5. zeer snel te verwijderen door waterdieren (voordat een giftige concentratie wordt bereikt).

Enkele belangrijke eigenschappen van ureum:

1. minder goed oplosbaar
2. maar minder giftig
3. productie uit ammoniak (de-aminering van aminozuren) en koolstofdioxide in de lever.

Tussen pies en poep

Een lesbrief voor de bovenbouw vwo/havo

In het verleden heb ik mij aan veel soorten practicum gewaagd, maar daar is met de invoering van de tweede fase en een aantal verbodsbepalingen behoorlijk de klad in gekomen.

■ Maarten Foeken / Hendrik Pierson College, Zetten

Inleiding

Een twintigtal jaren terug sneden wij doodgemoedereerd in alvertjes, sprinkhanen, koeienogen, baarmoeders van koeien, bliezen we longen op met stofzuigers, hakten we in varkensharten, doodgeboren biggen, zeesterren en haaien. Wij stelden bloedgroepen van de leerlingen vast en hielden tropische vogels en vissen, ratten en bijen in het lokaal. Tegenwoordig lijkt het lokaal meer op een steriel laboratorium. Het snijden beperkt zich nu nog tot kippenharten en dat is al heel gewaagd. Vanwege aids, andere enge ziektes als hepatitis B en allergische leerlingen zijn de risico's nu tot een minimum beperkt. Plant- en dierkunde is iets uit lang vervlogen tijden. De humane biologie krijgt wat mij betreft extreem veel aandacht. Ook goed, dan doen we toch het pies- en poeppracticum?

Met een klas van circa 20 leerlingen is een halve liter urine meer dan genoeg

Het urinepracticum

Het lijkt bijna onmogelijk om leerlingen duidelijk te maken dat de nieren er vooral zijn om de normwaarden van de fysiologische parameters van het bloed op peil te houden. Nee, ze scheiden iets uit, dat vooral vies is en behoorlijk kan stinken. Dat urine een deel van het bloed is, komt vaak als een volslagen verrassing. Dan willen ze nog wel geloven dat de nieren vooral stoffen uitscheiden die (in hun ogen dan) vooral schadelijk zijn. Met dit zogenoemde urinepracticum wil ik de leerlingen duidelijk maken welke stoffen in de urine voorkomen, maar vooral laten zien dat de meeste van de aangetoonde stoffen een heel duidelijke

lijke functie in het lichaam hebben. Raar dat het lichaam deze stoffen toch verwijderd. In dit practicum blijft het niet alleen bij het bepalen van het al of niet aanwezig zijn van bepaalde stoffen in de urine, maar worden de leerlingen door middel van de bijbehorende vragen doorverwezen naar de regelmechanismen.

Het verzamelen van urine

Om er voor te zorgen dat het practicum meteen van start kan gaan is het aan te bevelen alvast urine beschikbaar te hebben. Als je op een leerling moet wachten die wel eventjes een plasje zal doen ten behoeve van dit practicum is zo een half uur verstrekken zonder dat er iets gebeurt. De weigering

Urinezuur in vogelpoep

Voorbeeld van een proef

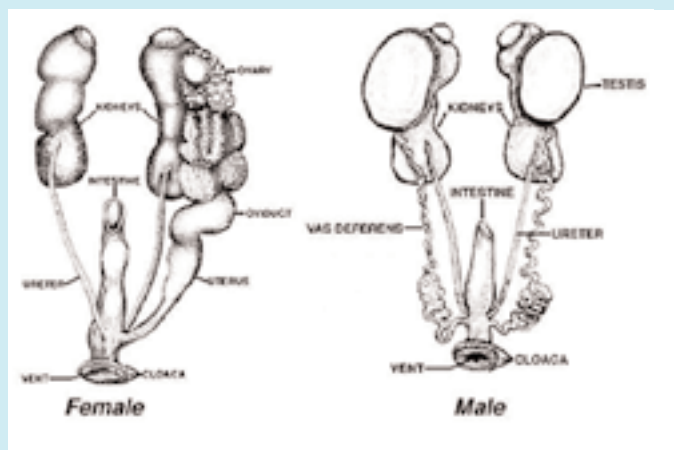
Een aanzienlijk verschil tussen zoogdieren en vogels betreft de afvoer van overtollige of onbruikbare stoffen. Hebben zoogdieren een gescheiden afvoer voor urine en uitwerpselen, vogels hebben een cloaca, waardoor beide restanten worden afgevoerd. De urine en uitwerpselen worden dus eerst in het lichaam gemengd, alvorens ze worden uitgescheiden. Zie figuur 1 en ook het artikel *Kunnen pantoffeldiertjes, zeesterren en andere dieren ook plassen?* in dit nummer van NVOX.

Neem een kleine hoeveelheid verse vogelpoep en meng dit op een glazen plaatje, bijvoorbeeld een objectglas met een gelijke hoeveelheid 10% salpeterzuuroplossing. Verwarm het plaatje voorzichtig (reageerbuisknijper) tot er een geelrode kleur ontstaat. Voeg vervolgens enkele druppels van een 10% ammoniumoplossing toe. Wordt de kleur donkerrood tot paars, dan wijst dit op de aanwezigheid van urinezuur.

Vragen over deze proef:

- Geef de structuurformules van urinezuur en ureum.
- Geef aan of er een verwantschap bestaat tussen deze stoffen, als het gaat om de aard van de uit te scheiden stof.
- Waar vindt de productie van urinezuur plaats in het lichaam?
- Is de productie van urinezuur kenmerkend voor vogels?

Figuur 1. De cloaca bij vrouwelijke en mannelijke vogels.



Vulkanen, zo beter

De werking van een actieve vulkaan kun je nabootsen door ammoniumdichromaat te ontleden. Deze van oudsher bekende proef mag om veiligheidsredenen op school niet meer worden uitgevoerd. Hier zijn twee experimenten die de plaats ervan kunnen innemen.

■ Jan de Gruijter en Kees Kampfraath / Fontys Lerarenopleiding Tilburg

Tijdens open dagen zien we op scholen nogal eens proeven gedemonstreerd die vanwege de veiligheid niet meer mogen, bijvoorbeeld de ammoniumdichromaatvulkaan. Vanwege het ontstane chroom (VI) is dit prachtige experiment niet verantwoord, het is zelfs zo dat ammoniumdichromaat niet eens op school aanwezig mag zijn. De volgende twee experimenten kunnen de plaats van de vulkaan van ammoniumdichromaat innemen.

De paarse vulkaan

Maak in een mortier wat kaliumpermanganaat heel fijn. Vorm op een plaatje, afgedekt met een laag aluminiumfolie, een kegel van het fijn gepoederde kaliumpermanganaat. Breng hierop met een pasteurpipetje een milliliter glycerol. Na korte tijd ontstaan er vuurverschijnselen.

Glycerol wordt door het kaliumpermanganaat geoxideerd. Hoe fijner de stoffen des te intensiever de reactie. Glycerol is vanwege het vloeibare karakter tegelijk reagens en reactiemedium. De vlammen zijn paars gekleurd vanwege het permanganaat.

Voer het experiment in de zuurkast uit. Kaliumpermanganaat is brandbevorderlijk en schadelijk bij inname.



De paarse vulkaan.

Het paarse vuur

Poeder wat kaliumpermanganaat fijn in een mortier. Meng het fijne permanganaat met evenveel suiker (eventueel ook fijn gepoederd).

Maak een kegel van de gemengde stoffen op een plaatje dat bedekt is met een laag aluminiumfolie.

Ontsteek het mengsel met wat water.

Suiker (sacharose) wordt door fijn verdeeld kaliumpermanganaat onder vuurverschijn-

selen geoxideerd. De vlammen worden paars gekleurd door het permanganaat.

Voer de proef in de zuurkast uit. Soms heeft de proef even de tijd nodig om te verlopen. Af en toe verloopt de proef echt spectaculair. Tijdens een open dag is het aardig om twee of drie van die kegels naast elkaar te plaatsen. Er is altijd wel een vulkaan die een stevige reactie geeft. Zorg er wel voor dat de kegels op voldoende afstand van elkaar staan.

De vlammen zijn paars gekleurd vanwege het permanganaat



Het paarse vuur.

Goochelen met de constante van Avogadro

We vertellen leerlingen dat een mol een ‘pakketje’ van $6,02 \times 10^{23}$ deeltjes is. We noemen dit getal vervolgens de constante van Avogadro en koppelen hiermee de wereld van zichtbare stoffen aan de theoretische wereld van atomen en moleculen.

Wat versluieren we daarmee en waarom mogen we dat eigenlijk niet zó zeggen?

- **Jan de Dobbelaere en Jan Lutgerink**
Ruud de Moor Centrum, Open Universiteit Nederland
- **Peter Buck**
Pädagogische Hochschule Heidelberg, Duitsland

Inleiding

Als scheikundedocent wil je voor leerlingen een koppeling leggen tussen enerzijds de ‘microwereld’ van atomen en moleculen en anderzijds de ‘macrowereld’ van stoffen. Hiervoor voer je de eenheid mol op voor de grootte hoeveelheid stof (ook wel *chemische hoeveelheid*). Je laat zien dat deze hoeveelheid macroscopisch is te bepalen door de massa van de stof (in g) te delen door de molaire massa of – voor gassen – door het volume van het gas te delen door het molair volume. Op die manier komen we gemakkelijk te weten met hoeveel mol van die stof we van doen hebben. We hebben het hier over een gemeten waarde.

Bij verwerking van bovenstaande kennis moet de docent moeite genoeg doen om vraagtekens bij leerlingen weg te nemen. Leg dan maar eens uit dat ze de mol kunnen beschouwen als een ‘pakketje’ van steeds evenveel deeltjes en dat we het bedoelde getal met behulp van de constante van Avogadro kunnen uitrekenen. We citeren de scheikundedocent uit de hbs-tijd: “*een mol stof bevat evenveel deeltjes als de constante van Avogadro aangeeft*”. Je trok als leerling je wenkbrauwen op, maar deze definitie blijkt de gestolde waarheid. Ze lijkt op de officiële versie van de definitie van de mol (SI-definitie): *De mol is de hoeveelheid stof van een systeem dat evenveel elementaire entiteiten bevat*

*als er atomen zijn in 0,012 kilogram koolstof-12. Koolstof-12 – wat is daarmee bedoeld? Maak duidelijk dat hiermee *noch* grafiet met louter ^{12}C -atomen noch diamant bedoeld is maar ‘losse’ ^{12}C -deeltjes zoals je ze in een massaspectrograaf aantreft. In beide definities hebben we het wél over een aantal (‘evenveel’), maar de grootte van dat aantal is bewust niet vermeld.*

Dat heeft alles te maken met de principiële onmogelijkheid om aantallen atomen werkelijk te kunnen tellen. Dat ligt niet aan het feit dat ze zo klein zijn, maar dat ze *anders* zijn. De koppeling van hoeveelheid stof (*macrowereld*) naar het aantal deeltjes (*microwereld*) via de constante van Avogadro (N_A) vereist dus enige voorzichtigheid. We demonstreren dit aan de hand van onder-

De principiële onmogelijkheid om aantallen atomen werkelijk te kunnen tellen

staande toelichting (over de nauwkeurigheid van N_A) en voorbeelden (met koolstof-atomen).

Over de nauwkeurigheid van de constante van Avogadro

De constante van Avogadro staat in het BINAS-tabellenboek vermeld als: $6,02214 \cdot 10^{23} \text{ mol}^{-1}$. De constante is experimenteel bepaald met een beperkte nauwkeurigheid, omdat ze is afgeleid van de experimentele bepaling van de atomaire massa-eenheid (u). Als we de getalwaarde van de constante van Avogadro als een aantal zouden beschouwen, dan hadden we het

dus niet over een concreet aantal in puur wiskundige zin, maar over een aantal ‘in fysische zin’, gekoppeld aan de nauwkeurigheid waarmee de constante van Avogadro bekend is. Als we uit de constante van Avogadro het ‘getal van Avogadro’ uitrekenen, dus als we bijvoorbeeld werken met het ‘aantal’ van $6,02214 \cdot 10^{23}$ deeltjes, dan kunnen we 602214 keer 10^{18} deeltjes onderscheiden. Een aantal van bijvoorbeeld 10^{15} deeltjes meer of minder is dan al niet meer relevant, omdat we in dit geval niet met pakketjes van minder dan 10^{18} deeltjes kunnen werken. Daarom kan het aantal deeltjes in een mol (als wiskundig getal) enorm variëren zonder dat we dat macroscopisch kunnen vaststellen. Kortom, de nauwkeurigheid waarmee de constante van Avogadro bekend is, bepaalt de nauwkeurigheid waarmee we het aantal deeltjes kunnen bepalen en die onnauwkeurigheid ligt al gauw bij 10^{12} deeltjes.

Er bestaat echter nog een tweede reden om zo’n duidelijk verschil te maken tussen een puur wiskundig getal (getal komt immers van tellen!) en een ‘fysisch getal’ (dat we uitrekenen uit een natuurconstante). Eén voor één deeltjes onderscheiden of tellen kan *principeel* niet, maar wel porties van grote aantallen deeltjes. Als we het over tellen hebben,

bedoelen we dat dus ook ‘in fysische zin’. We tellen als het ware met kleine porties stof. We zouden ook kunnen zeggen: we tellen macroscopisch (met stof) en niet microscopisch (met exacte aantallen deeltjes). De koppeling van 1 mol stof (macroscopisch) naar 1 deeltje (microscopisch) via de constante van Avogadro versluiert dus een principiële probleem. Dit betekent natuurlijk niet dat er geen enkele zinnige relatie zou bestaan tussen enerzijds ‘evenveel’ stof of de ‘hoeveelheid stof’ (die in de eenheid ‘mol’ wordt aangegeven) en anderzijds het aantal deeltjes die samen die stof vormen. Als we de hoeveel-

Ervaringen met het project ScienceCenter op School

Science op het Cygnus: gewoon heel leuk!

Bij de oprichting van het Cygnus Gymnasium in 2005 is direct het vak *science* op het lesrooster gezet. Er is een veelbelovende ontwikkeling gaande, vooral door de uitvoering (in samenwerking met het NEMO) van het project *ScienceCenter op School*.

■ **Hans van Dijk**
Cygnus Gymnasium, Amsterdam

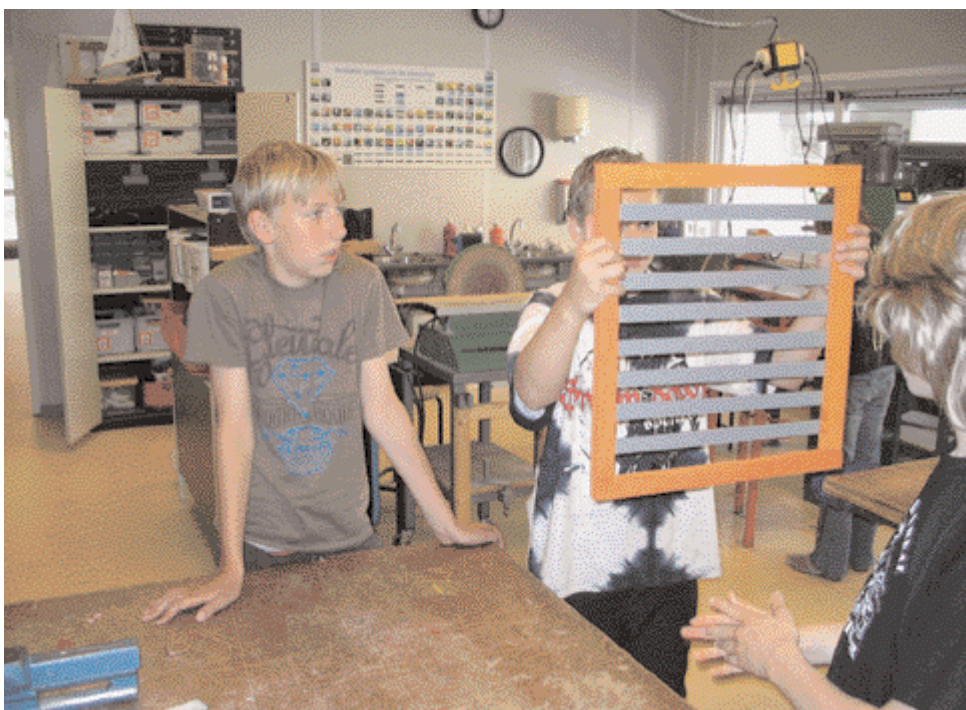
Science

Er is de laatste tijd een trend zichtbaar waarin scholen *science* als vak, als project of in de vorm van lesmodules introduceren met het doel onderbouwleerlingen vertrouwd te maken met de wereld van de natuurwetenschappen. *Science* biedt (in welke vorm ook aangeboden) mogelijkheden om leerlingen op een leuke manier kennis te laten maken met de ons vertrouwde monovakken zoals natuurkunde en scheikunde. Juist doordat je zo veel vakken onder het kopje *science* kunt rekenen zijn er voor docenten en leerlingen mogelijkheden te over er iets leuks van te maken.

Het door het NEMO opgezette project *ScienceCenter op School*¹ sluit naadloos aan bij de filosofie van het Cygnus ('Voor wereldburgers en wetenschappers'). Dit project blijkt het vak *science* inhoud te geven en stimuleert tot nieuwe ontwikkelingen.

ScienceCenter op School

In februari 2006 zijn we met de drie eerste klassen met in totaal zo'n 75 leerlingen met het project *ScienceCenter op School* gestart. Amito Haarhuis van het NEMO deed de officiële aftrap. Hij presenteerde aan de leerlingen ideeën voor het maken van een *exhibit*, een vakterm voor wat je zou kunnen omschrijven als een onderdeel van een tentoonstelling. Leerlingen werden in teams van vier uitgedaagd schetsen voor de *exhibits* te maken en die twee weken later in het NEMO aan een medewerker te presenteren. Deze maakte dan in overleg met de leerlingen een keuze uit hun voorlopige ontwerpen. Het NEMO gaf eigenlijk de opdracht



De Magic Mirror krijgt vorm.

tot het bouwen van de *exhibits* die uiteindelijk een echt *ScienceCenter* moesten vormen. Na vaststelling van de keus voor elke *exhibit*, deden de leerlingen eerst onderzoek naar de wetenschappelijke achtergrond van hun ontwerp. Elke Cygnus-leerling heeft de beschikking over een pc, zodat dat organisatorisch geen probleem opleverde. Internet is

Internet is een geweldig instrument om leerlingen te laten zoeken naar relevante informatie

een geweldig instrument om leerlingen te laten zoeken naar relevante informatie, hoewel je als docent ze daarbij moet sturen: een plaatje van de stralengang bij een camera obscura (één van de ontwerpen) blijkt zonder toelichting van een docent voor leerlingen onbegrijpelijk.

Het wetenschappelijke vooronderzoek door de leerlingen moest hen helpen bij de technische uitvoering van hun ontwerp, dat (en dat is heel leerzaam) keer op keer moest worden aangepast. Het vak techniek was hierbij bijzonder waardevol, gezien de vaardigheden die nodig waren bij de werkzaamheden. Geschikt materiaal kiezen, timmeren, zagen, solderen, verven... Ze hebben er

Nut en onnut van contexten in het (scheikunde)onderwijs

Op het KNCV-congres op 25 april heeft Han Vermaat voor de Sectie Scheikunde Onderwijs een lezing gehouden over het nut en onnut van contexten in het scheikundeonderwijs. Dit is een voor NVOX aangepaste versie van zijn lezing.

■ Han Vermaat / OSG Hengelo Bataafse Kamp

Tijdens mijn onderzoek van scheikundeonderwijs begon ik meer begrip te krijgen voor de moeilijkheden die leerlingen hebben bij het leren. Een oorzaak is de manier waarop veel chemici denken. Als zij een glas water met ijsblokjes zien, zien zij in gedachten tegelijk een structuur van regelmatig gerangschikte watermoleculen die overgaan in een meer wanordelijke toestand. Daarnaast komt de vergelijking $\text{H}_2\text{O}(\text{s}) \rightarrow \text{H}_2\text{O}(\text{l})$ bij hen op. De ervaren chemicus switcht tussen de echte wereld (water met ijsblokjes), de moleculaire wereld (de moleculen) en de symbolische wereld (vergelijkingen en moleculen). Chemici kunnen dit goed, maar scholieren nog niet (Kozma & Russel, 1997). Er zijn aanwijzingen dat scholieren gemakkelijker scheikunde leren en betere resultaten halen als zij ook leren 'heen en weer te denken' tussen de drie chemische werelden (Herron, 1996).

neer leerlingen beter gemotiveerd zouden zijn als zij weten dat zij de nieuwe kennis ook buiten school kunnen gebruiken. Dit zou het leren bevorderen en misschien resulteren in betere leerresultaten als het langer vasthouden en het sneller opnemen van kennis en het beter maken van vraagstukken (Herron, 1996). Nadelen van het leren binnen een context kon ik in de literatuur veel moeilijker vinden.

Weinig onderzoek naar gebruik context

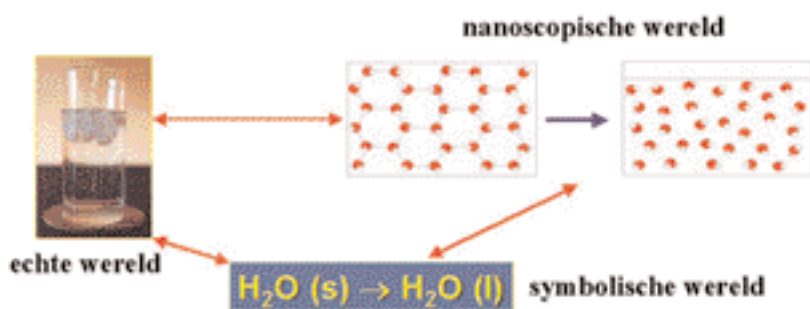
Gezien de veronderstelde voordelen van contexten verwachtte ik dat er veel onderzoek naar contextgebaseerd lesgeven is gedaan, maar dit valt tegen. Een standaardwerk voor vakdidactiek chemie is *Chemical Education: Towards Research-based Practice*. Judith Bennet en John Holman hebben hierin een hoofdstuk geschreven over het

volgens Bennet en Holman liggen aan de manier waarop de ontwikkeling van een lescurriculum wordt gefinancierd. Het grootste deel van het geld en tijd gaat naar het ontwikkelen van materialen. Slechts een heel klein deel gaat naar onderzoek of er met dit nieuwe materiaal wel voldoende resultaten worden gehaald. Omdat er zo veel geld en tijd naar het ontwikkelen van het materiaal gaat, moet dit wel goed zijn. Maar of dit echt waar is, waag ik te betwijfelen.

Van de methoden die onderzocht zijn laten een paar een positief effect zien. Studenten die leerden met een lesmethode gebaseerd op het misbruik van drugs scoorden beter dan studenten die meer conventionele lessen volgden (Schwartz-Bloom & Halpin, 2003). Andere onderzoeken laten een (sterk) negatief effect zien. Uit een Belgisch onderzoek van De Bock en collega's (2003) naar het aanleren van de begrippen *oppervlakte* en *inhoud* blijkt dat deze binnen een context veel slechter wordt aangeleerd dan zonder. Veel andere onderzoeken laten weinig tot geen verschil zien tussen contextgebaseerde en conventionele lesmethoden. Er is een duidelijk gebrek aan onderzoek naar het effect van leren binnen een context, maar de vernieuwingscommissie scheikunde lijkt alleen oog te hebben voor nieuwe lesmodulen die gebaseerd zijn op deze manier van lesgeven. Hierbij worden grote contexten gebruikt. De Eenhoorn-groep had het eerder over een onderwerp als oceanen. In het *Chemisch2 Weekblad* las ik over een lesmethode die handelde over forensisch onderzoek. Op internet kwam ik tegen dat in 2004-2005 geëxperimenteerd werd met onderwerpen als *Lekker*, *Verbrandingen*, *Cola*, *Suiker*, *Schoonmaken*, *Voeding* en *Chemische Wapens*. De chemische concepten moeten dan in deze grote contexten geperst worden, of het nu past of niet.

Braniac en Mythbusters

Zoals in Nederland gebruikelijk ben ik te rade gegaan bij ervaringsdeskundigen, de leerlingen waaraan ik les geef. Er blijkt interesse te bestaan voor wetenschappelijke programma's als *Braniac* en *Mythbusters*, beide te zien op Discovery Channel. Het eerste programma beroept zich er op dat het de



De drie chemische werelden van het smelten van ijs.

De moleculaire en de symbolische wereld zijn nieuwe kennis voor leerlingen. Volgens sommige onderwijskundige onderzoekers kan nieuwe kennis het beste worden aangeleerd binnen een context. Context zou betekenis en samenhang geven aan nieuwe kennis. Een ander voordeel zou zijn dat wan-

onderzoek naar contextgebaseerd scheikundeonderwijs. Een citaat: "Given their widespread use and claims for their benefits, one of the most interesting features of context-based approaches is the comparative lack of research-based evaluation into the effects of their use." De reden voor dit weinige onderzoek kan