

NVOX

MAGAZINE VOOR HET ONDERWIJS IN NATUURWETENSCHAPPEN

#8

OKTOBER
2024
jaargang 49

Didactiek bij een demonstratie

Het stikstofprobleem verhelderen

Quantum in je lichtschakelaar

WELKE NATUURKUNDE METHODE PAST HET BESTE BIJ JOU?

Wist je dat de meeste scholen in Nederland met Newton of Systematische Natuurkunde werken? Ontdek welke methode het beste bij jou en jouw manier van lesgeven past.

Beide methoden zijn aangepast aan de nieuwe syllabus en bereiden jouw leerlingen perfect voor op het examen.



Newton

Laat leerlingen natuurkunde begrijpen

- Eerst begrijpen, dan pas rekenen
- Contextrijk en veel differentiatiemogelijkheden
- Doorlopende leerlijn leerjaar 1 t/m 6



Vragen of een presentatie aan jouw vaksectie?
Neem contact op via 033 - 448 3600 of
vo@thiememeulenhoff.nl



Systematische Natuurkunde

Het fundament voor jouw natuurkundeles

- Direct naar de kern
- Uitdagend voor je leerlingen
- Voor bovenbouw havo en vwo



Betekenis



Dezer dagen voerde de Tweede Kamer debat over het curriculum en de basisvaardigheden. Het is een debat dat al voor de zomer plaats had zullen vinden, onder verantwoordelijkheid van het vorige kabinet. Dit is ook het debat waarin de door ons gewraakte vermindering van de ruimte voor de bètavakken aan de orde is. Als bèta's hebben we daar onze zorgen over. De alarmbellen over laaggeletterdheid rinkelen steeds harder. Taal- en rekenvaardigheden staan onder druk, waardoor er een enorme focus op deze basisvaardigheden gelegd wordt. De afgelopen jaren heeft de politiek daar op ingezet en dat wordt uitgevoerd door het ministerie. De gedachte is dat vaardigheden sterker worden door vaardigheden te trainen. Maar dat blijkt een misvatting. 'Kennis is de basis voor vaardigheden' heb ik in het februari-nummer geschreven. Betekenis en een goede beheersing van basisvaardigheden ontstaat als ze in combinatie met vakkennis getraind wordt. Vanuit NVON pleiten we ervoor om vaardigheden te verbinden aan vakken, zodat er oneindig veel meer betekenis ontstaat. We hopen dat de 'formule-actie' hierover de politiek en het onderwijsveld aan het denken heeft gezet.

$$4V + \beta = B^\infty$$

Ontwikkelen van vaardigheden vraagt tijd. Daarom is het van het grootste belang dat scholen ruimte blijven geven aan bètavakken. Mocht de ontwerpruimte voor bèta door de politieke besluitvorming afnemen,

dan betekent het niet dat we toe kunnen met minder lesuren of minder onderwijstijd, integendeel. Vervolgopleidingen zien graag leerlingen die met bestaande en nieuwe kennis kunnen werken, hun denkvaardigheden hebben getraind en ook hun handen hebben leren gebruiken. Dat vraagt oefening in het omgaan met theorie, vraagstukken, nieuwe situaties en praktisch werk. Zeker bij bèta en technologie moet daarvoor veel ruimte op school zijn, zowel in lesuren als lokalen. Mijn herhaalde oproep aan al onze leden en lezers: maak dat duidelijk op je eigen school. Want het toewijzen van lesuren op basis van de omvang (ontwerpruimte) van ieder vak blijft een zaak van de schoolleiding. En daar kunnen we invloed op uitoefenen. We willen met elkaar dat het onderwijs van de toekomst grote betekenis heeft voor onze leerlingen én voor de toekomst van ons land.

Welke uitkomst er ook is: de ontwikkeling van het programma voor scholen moet verder gaan. De eerste fase is nagenoeg afgerond. Het ontwikkelteam van examenprogramma's voor de natuurwetenschappelijke vakken verwerkt de feedback die door organisaties uit het onderwijsveld, waaronder de NVON, is opgehaald. Bij het CvTE zijn de commissies voor de nieuwe examensyllabus natuurkunde, scheikunde en biologie van start gegaan. Tussenversies hiervan worden in de komende maanden door CvTE aan docenten voorgelegd. Begin september is voor alle leergebieden voor onderbouw vo en basisonderwijs een set concept-kern-

doelen opgeleverd. De NVON heeft ook bij de ontwikkeling en advisering voor het leergebied Mens en Natuur een belangrijke rol gespeeld.

In de tweede ontwikkelfase worden alle concepten beproefd in de onderwijspraktijk, met de vraag of scholen en leraren er mee kunnen werken. Zijn de doelen duidelijk, inspirerend en bruikbaar om lesmateriaal mee te ontwikkelen? Is er genoeg samenhang tussen de vakken en leergebieden? Krijgen leerlingen mee wat ze nodig hebben voor de maatschappij van de toekomst? Daar staat tegenover dat we als bèta's ook duidelijk moeten maken dat iedere burger baat heeft bij kennis uit ons vakgebied. Dat geeft betekenisvol onderwijs. En juist dát kan bereikt worden als we bèta in basisschool en onderbouw versterken. Het vraagt om specifieke kennis en ervaring, die niet elke leerkracht in het basisonderwijs heeft. Er zijn vakleerkrachten voor muziek en bewegingsonderwijs, waarom zou dat voor bètavakken niet kunnen? Dan valt te denken aan specialisatie en scholing van leerkrachten uit po, of opleiden en bevoegd maken van bètadocenten uit het vo. Dat raakt aan samenwerken tussen scholen én aan onderwijsbevoegdheden, waar ik in een volgend nummer graag op terugkom.

Jan Jaap Wietsma
Voorzitter NVON
Reacties naar: j.j.wietsma@nvon.nl



6

Didactiek bij een demonstratie

Hoe zorg je ervoor dat een demonstratie zo goed verloopt, dat leerlingen ook echt leren wat je als docent hoopt te bereiken? Dat vereist meer werk dan alleen de demonstratie chemisch gezien correct uit te voeren. De didactiek speelt een belangrijke rol. Jan de Gruijter legt uit waar je op moet letten.



Het stikstofprobleem helpen verhelderen

Informatie vanuit de overheid is de laatste jaren verrassend toegankelijk geworden en kan in de scheikunde- en biologieles een maatschappelijk probleem zoals het stikstofprobleem helpen te verhelderen. De CBS-infographic 'Stikstofstromen in de landbouw' wordt in dit artikel, van de hand van Rolf Soer, als voorbeeld genomen. Voor leerlingen is de winst dat ze zien dat scheikunde en biologie relevant zijn in de samenleving.



Quantum in je lichtschakelaar

Floep, het licht gaat uit als het contact in een schakelaar verbreekt. Het lijkt een momentane gebeurtenis. Maar als we inzoomen op het moment van verbreken en inzoomen op de plek van het contact, komen we in de wereld van atomen en van quantum. Henk Buisman en Urs Wyder leggen uit hoe het zit.



OP HET OMSLAG: EGELBESCHERMING
NEDERLAND

- 14 Achtergrond** Egel in de tuin - Jenny Kleve
- 16 In de klas** Meer dan feiten - Kirsten Stadermann en Peter Dekkers
- 18 In de klas** Blij bacteriën en magische micro-organismen - Annabel van Dieën, Anne de Fraiture en Edgar de Wit
- 20 In de klas** De verhelderende maar verraderlijke warmtebeeld-camera - Jos Groot
- 22 In de klas** Scheikunde in burgerschapsvorming en beroepsoriëntatie - Joke van der Aalsvoort
- 24 In de klas** (Mis)concepten visualiseren in de scheikundelessen - Talitha Visser, Roos van Lier en Leontine de Graaf
- 26 Achtergrond** Leiding geven met je lichaam - Edith de Vries
- 28 Curriculum & examens** Project NVON-itembanken - Klaas Wieringa
- 32 Wetenschap** Galilei's *Il Saggiatore* in de kijker - Filip Buyse
- 34 Interview** De schijnwereld van game- en internetverslaving - Marianne Offereins en Anne-Marie Hartman
- 40 Wetenschap** Van emmers naar slangen - Eulàlia Gassó Miracle
- 41 Achtergrond** Eerbetoen aan Bernoulli en Hauksbee - Henk Kubbinga
- 45 Interview** Een tuin voor mens en dier - Marianne Offereins
- 48 Achtergrond** Bewustwording van stereotypering - Lesley de Putter-Smits
- 50 Achtergrond** Uitblinkers gezocht - Carla Desain

RUBRIEKEN

- 30 Jong NVON** - Gaëlle Sakes en Tosca Tamis
- 37 Het kabinet**
- 42 Recensies**
- 46 Column** De Hubble-controverse - Ruben van Moppes
- 47 Collegiale tips** - Rolf Soer
- 53 Column** Ik hoorde het mezelf zeggen - Machteld de Kok
- 54 Bestuurstafel** - Erwin van Ballegoij en Corine Hijmissen
- 55 Zonnesteek & Windvlagen** De school als energieleverancier - Hein Bruijnesteijn
- 56 Achterop** Grieprik - Marianne Offereins

NVOX
MAGAZINE VOOR HET ONDERWIS IN NATUURWETENSCHAPPEN

Vakblad van de NVON

Nederlandse Vereniging voor het
Onderwijs in de Natuurwetenschappen

Herfst

De week voor de herfstvakantie was op de school waar ik werkte, verkozen tot geschikte week voor een werkweek. Londen, Parijs, Berlijn en vooral de Ardennen waar dan gesurvivald moest worden. Ik bluf weleens dat ik in elk bos in de Ardennen de weg weet.

Dat 'overleven' leverde vaak een flinke reeks aan blessures op bij de leerlingen waardoor ik het Franse woord voor knie, le genou, nog altijd weet. Ook waardeer je de Nederlandse gezondheidszorg meer als je kennis hebt gemaakt met de Waalse. Maar dit terzijde.

Soms moesten we na de herfstvakantie al afscheid nemen van nieuwe collega's die het onderwijs toch niet aan konden. Dat leek snel, maar de wittebroodsweken in het onderwijs zijn kort.

Ook binnen de redactie hebben we helaas afscheid moeten nemen van Marijn van Nijhuis. Zij was negen jaar lang een uitstekend redactielid en we gaan haar erg missen. Gelukkig hebben we een aantal nieuwe redactieleden mogen verwelkomen. Erik van de Leur wordt de nieuwe eindredacteur natuurkunde, en Ruben van Moppes en Robert Wielinga gaan afwisselend de sterrenkundecolumns voortzetten waar Marijn mee begonnen was. We zoeken nog steeds naar versterking van de biologie-redactie en van de scheikunde-redactie. Meld je gewoon aan want het is dankbaar werk.

Mocht u niet op werkweek gaan en dan een leuke activiteit zoeken voor een les voor na de herfstvakantie lees dan het artikel van Jenny Kleve, directeur van de Egelbescherming Nederland. Zij schrijft dat de commercie de egel heeft ontdekt en dat dat bijzonder nare gevolgen heeft voor de egel. De zogenaamde egelhuisjes zijn vaak te klein en te vochtig zodat egels chronisch longproblemen en huidaandoeningen hebben. Dat moet dus anders! De Egelbescherming heeft een huis ontworpen dat wel voldoet, dus kijk eerst even wat zij adviseren voordat je met een klas aan de slag gaat.

Anneke
Thurlings 

Hoofdredacteur NVOX
redactie@nvon.nl

Didactiek bij een demonstratie

Hoe zorg je ervoor dat een demonstratie zo goed verloopt, dat leerlingen ook echt leren wat je als docent hoopt te bereiken? Dat vereist meer werk dan alleen de demo chemisch gezien correct uit te voeren. De didactiek speelt een belangrijke rol zoals in het onderstaande zal blijken.

Je demonstreert *Onweer onder water* in een 5-havo-klas, zonder dat je het doel vertelt. Na een goed verloop van de proef en een bespreking van de resultaten, vraag je aan het eind van de les of de leerlingen individueel – zonder overleg – het doel van de proef willen opschrijven, met in één zin waarom ze dat dachten. Ik kan je verzekeren dat je heel verschillende antwoorden kunt verwachten. Zo is dat mij overkomen. Een leerling schreef: deze proef is bedoeld om ons weer eens te tonen hoe belangrijk goed waarnemen is, want daar lag zo erg de nadruk op. Een ander gaf aan dat je denkt dat kaliumpermanganaat een katalysator is, maar dat is het vermoedelijk niet. Weer een ander schreef dat hij geen idee had, maar dat het een leuke proef was. Niemand gaf het voor mij verwachte antwoord, namelijk dat – als vloeistoffen niet met elkaar mengen én ogenschijnlijk niet met elkaar reageren – slechts een klein beetje van een andere stof een reactie kan veroorzaken. En in dit geval zelfs een best felle reactie. Hoe zorg je ervoor dat leerlingen echt leren wat je voor ogen hebt? Dat is de kernvraag.

Het leerdoel

Allereerst is het leerdoel belangrijk. Houd dat scherp voor ogen en breng dat zo duidelijk mogelijk over. Vertel het doel van de demo direct aan het begin van de proef. En, ter controle: ga na of het doel aan het eind van de les ook echt behaald is. Plaats bijvoorbeeld aan

het eind van het werkblad dat bij de demo hoort een vraag hierover.

Ook is het van belang dat je als ervaren docent niet in de valkuil trapt om met één demo veel doelen willen te bereiken. Het is best begrijpelijk omdat je als leraar steeds meer relaties ziet. Maar dit betekent dat leerlingen meestal niet doorhebben wat ze van de demo moeten leren.

Conclusie: Maak het leerdoel aan het begin van de demo duidelijk en houd het leerdoel gedurende de demo steeds voor ogen.



Figuur 1. Het oplichten tussen de twee vloeistoflagen bij de demo *Onweer onder water*. Foto: Kees Kampfraath

Waarnemen

Het leren door nogal wat demonstratieproeven staat of valt met een volledige set van waarnemingen. Bij de demo *Onweer onder water* is scherp observeren van het kristalle-



tje kaliumpermanganaat voldoende om in te zien dat het waarschijnlijk geen katalysator is, omdat het kaliumpermanganaat blijvend van kleur verandert. Verder spettert en borrelt het in de buis, wat kan wijzen op het ontstaan van een gas. Leer daarom leerlingen goed waar te nemen en dat betekent kijken, maar ook luisteren en zelfs ruiken. Conclusie: Draag zorg ervoor dat bij een demonstratie alle waarnemingen worden geïnventariseerd. Die zijn essentieel om tot een correcte verklaring van de verschijnselen te komen.

Leeractiviteiten

Als beginnend docent ben je al heel blij als de demo goed verloopt. Ook al heb je je goed voorbereid, toch is het spannend. Maar als het toch echt de bedoeling is dat leerlingen leren, hoort het bij de voorbereiding van je



Zorg ervoor dat leerlingen echt leren wat je voor ogen hebt

nou juist deze demo wilt vertonen.

Conclusie: Zorg bij een demo dat de leeractiviteiten duidelijk zijn, waardoor de kans dat leerlingen leren wordt vergroot.

Verklaren van de verschijnselen

Als alle waarnemingen zijn geïnventariseerd en opgeschreven, is het tijd om de waarnemingen of de meting(en) te verklaren. Laat leerlingen met elkaar overleggen op welke wijze ze chemisch geduid kunnen worden. Soms is er geen tijd meer om uitgebreid met leerlingen over de verklaring te overleggen. Even snel de verklaring geven heeft weinig leereffect. Geef als huiswerk op dat ze proberen tot een chemische verklaring te komen en kom er de volgende les op terug. Nog beter is het om voldoende tijd voor de demo te nemen, lukt het niet meer in de ene les, dan maar in de volgende. Vervolgens is een klassikale discussie aan te raden die tot de conclusie leidt.

Conclusie: Neem de tijd voor het verklaren van de demo en schakel de leerlingen daarbij nadrukkelijk in. De klassikale discussie vat de conclusies samen en die kunnen, afhankelijk van het niveau, ook in vaktaal worden gesteld.

Benoemen van handelingen

Vaak wordt vergeten dat de handelingen tijdens een demo voor leerlingen ook duidelijk moeten zijn. Benoem ze, terwijl je ze uitvoert. Laat zien hoe belangrijk veiligheid is, waarom bij *Onweer onder water* de reageerbuis in een bekeerglas met zand wordt geplaatst. Laat ook zien dat het belangrijk is om de ethanol langs de rand toe te druppelen om zo min mogelijk menging van ethanol en zwavelzuur te krijgen. Conclusie: Benoem handelingen, bespreek het nut daarvan en verklaar waarom ze zo worden uitgevoerd.

Routinematige leertaken

Bij het hanteren van bijvoorbeeld een brander of het leren pipetteren is een instructiestrategie handig. Meerdere aspecten

spelen daarbij, maar de belangrijkste zijn: het stap-voor-stap voordoen door de docent of toa met uitleg, en vervolgens het nadoen door de leerlingen bijvoorbeeld in duo's, waarbij de ene leerling de handeling uitvoert en de ander de stappen noteert. Daarna krijgt de tweede leerling de kans om de handelingen uit te voeren en kan de ander de genoteerde stappen controleren en zo nodig aanvullen. Vervolgens is het aan te raden om als onderdeel van een les de leerlingen de brander te laten gebruiken. Dan moet blijken of ze de handelingen goed kunnen uitvoeren.

Conclusie: Routinematige handelingen vereisen een eigen aanpak, waarbij voordoen en nadoen belangrijk zijn. Geef vrij kort daarna een praktische opdracht waarbij de handeling nodig is.

Conclusie

In alle lessituaties speelt didactiek een belangrijke rol, maar zoals hierboven blijkt ook tijdens demonstraties. In het boek *Showdechemie - effectief demonstreren* wordt uitgebreid ingegaan op de didactische aspecten van demonstreren. Het boek bevat, naast een bron van fraaie, door toa's en docenten gecontroleerde demonstraties, ook hulp bij de didactiek van demonstraties met het oog op effectief leren. ●

Showdechemie - effectief demonstreren is nr. 18 in de NVON-reeks. De beschreven demonstraties zijn een selectie uit *Showdechemie* (2008) en *Showdechemie2* (2011) met een aantal niet eerder in de NVON-reeks gepubliceerde proeven.

Op de site staat veel extra materiaal:

www.nvon.nl/showdechemie.

Jan de Gruijter en Henny Kramers-Pals verzorgden de eindredactie. Het auteursteam bestond verder uit: Ed van den Berg, Sander Dik, Leontine de Graaf, Esther van der Heiden, Marco Metselaar, Wichard Oosterman en Talitha Visser. Te bestellen bij NVON:

www.nvonwebshop.nl/product-categorie/scheikunde, QRC € 18,00 (leden NVON) / € 27,00 (niet-leden).



les om goed na te denken over wat leerlingen tijdens de demo doen. Een werkblad bij de demo kan al goed helpen om het leerdoel en hun verwachtingen op te laten schrijven of in groepjes met elkaar te laten overleggen en daarover te rapporteren. Laat leerlingen vervolgens alle waarnemingen noteren. Soms duurt het even voordat de proef het beoogde effect heeft. Dan is het in die tijd mogelijk nog even voorkennis op te halen of een verwante proef via je smartboard te tonen, waardoor nog duidelijker wordt waarom je

Het stikstofprobleem helpen verhelderen

Infographic als brug tussen schoolvakken en het stikstofprobleem

Informatie vanuit de overheid is de laatste jaren verrassend toegankelijk geworden en kan met molberekeningen uit de scheikunde- en biologieles een maatschappelijk probleem zoals het stikstofprobleem helpen te verhelderen. De CBS-infographic 'Stikstofstromen in de landbouw' wordt in dit artikel als voorbeeld genomen. Voor leerlingen is de winst dat ze zien dat scheikunde en biologie relevant zijn in de samenleving.

Voor het aandeel van de landbouw is het mogelijk om het ingewikkelde stikstofprobleem in één beeld te vangen. Het CBS heeft een infographic ontwikkeld waarbij alle stikstofstromen in de landbouw zijn weergegeven. De infographic kan leerlingen stimuleren vragen te stellen, zoals de vraag of een kringloop mogelijk is. Ook kun je als leraar en als ontwikkelaar van lesstof leerlingen een beredeneerd standpunt bij een bepaald beleid laten innemen en zo burgerschapsvorming bevorderen. Het gebruik van informatie zoals van het CBS is een eis van domein A van het examenprogramma, zie de eindtermen A1 'Informatievaardigheden gebruiken' en A9 'Beoordelen en waarderen'.

De infographic heeft zijn vorm te danken aan meerdere creatieve ideeën.

De hoofdeconoom van het CBS Van Mulligen geeft op YouTube een lesje scheikunde en legt uit dat in Nederland het stikstofprobleem vooral neerkomt op terugdringen van stikstofemissie van ammoniak, uitgestoten door de landbouw, en van stikstofoxiden, uitgestoten door het verkeer.



- De stikstofstromen zijn overzichtelijk in beeld gebracht door de aanvoerstromen bovenin en de afvoerstromen onderin weer te geven.
- Stikstofverbindingen zoals NH_3 , NH_4^+ , NO_2 of NO_x zijn niet apart opgenomen.
- De methodiek is dezelfde als bij molberekeningen in de scheikunde. De hoeveelheid van elke stikstofverbinding wordt eerst in mol stikstof (N) uitgerekend en daarna in kilogram stikstof (N).
- De weergave met een kringloop verwijst alvast naar de enig werkelijk duurzame oplossing: een kringloop van het element stikstof.

Aanvoerposten

Verreweg de belangrijkste aanvoerposten zijn 'krachtvoer voor vee' en 'kunstmest', samen goed voor 604 miljoen kilogram van het totaal van 638 miljoen kg per jaar. Bij 'overige aanvoer' gaat het om compost, zaaien pootgoed, zuiveringsslib en om 7 miljoen kg per jaar biologische stikstofbinding. Bij 'luchtdepositie' ontstaat fijnstof van ammoniumnitraat uit de reactie tussen ammoniak, water en NO_2 . Met regen slaat het neer.

Afvoerposten

De drie belangrijkste afvoerposten staan onderin het stroomschema. Stikstof verlaat de landbouw via de vastlegging in dier-

lijke producten (vlees, melk en eieren), mestafzet buiten de landbouw, en de afzet van plantaardige producten (gewassen, groente, fruit en sierteelt). In 2022 is via deze posten 354 miljoen kg stikstof uit de landbouw verdwenen.

Retourstromen

In 2022 werd via ruwvoer (kuilgras, weidegras, hooi en snijmaïs) 229 miljoen kg stikstof teruggevoerd naar de veehouderij en 27 miljoen kg stikstof werd gehaald uit voorraden zoals balen en kuilen. De derde retourstroom van 15 miljoen kg stikstof – rechtsonder in het schema – is vervluchtigde ammoniak uit de landbouw die naar de landbouwgrond teruggaat.

Overschotten

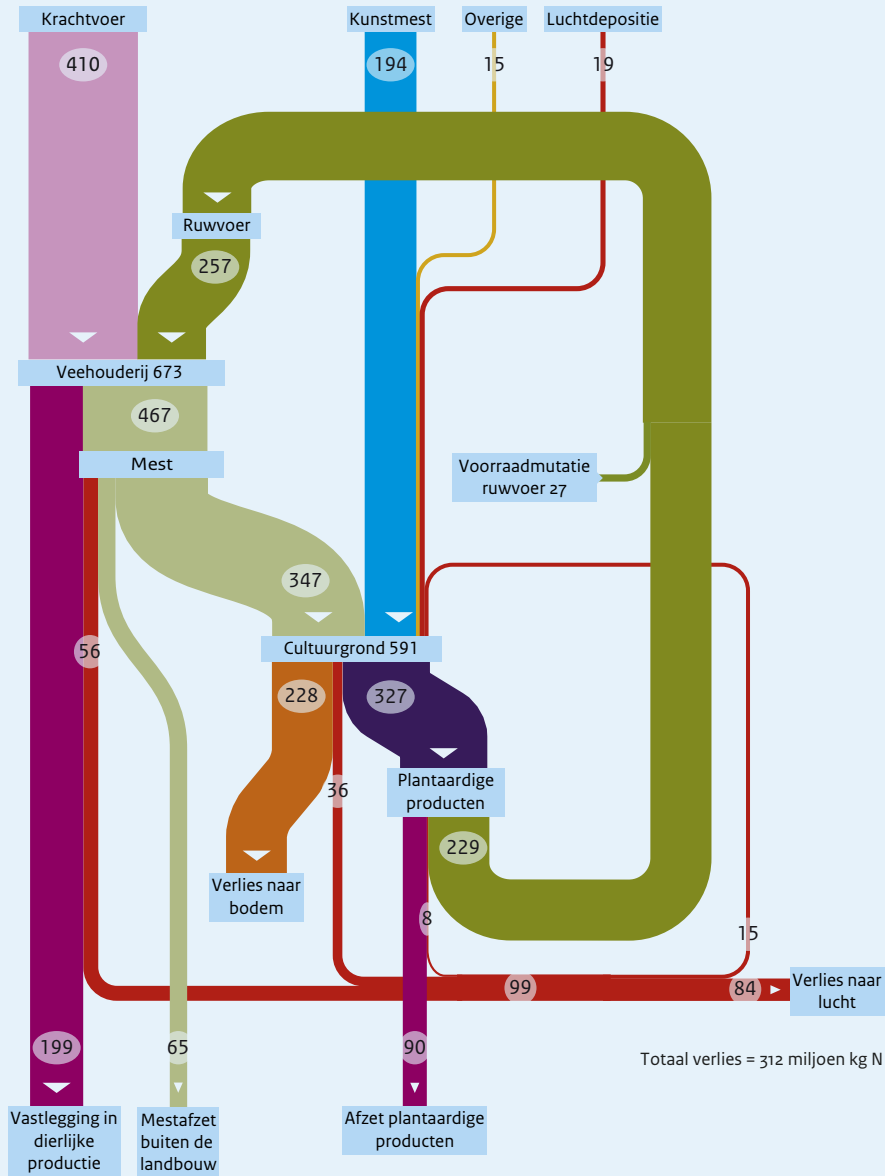
De stikstofoverschotten kunnen worden berekend met de formule: aanvoer minus afvoer plus voorraadmutatie ruwvoer. Het stikstofoverschot in 2022 bedraagt 312 miljoen kg. Het belangrijkste deel hiervan belandt in de bodem (228 miljoen kg stikstof). De rest vervluchtigt naar de lucht (84 miljoen kg stikstof), voornamelijk als ammoniak.

Voorbeelden van vragen

De infographic nodigt uit tot het stellen van

Stikstof 2022

Eenheid: miljoen kg stikstof



Bron: CBS

CBS/mrt24
www.clo.nl/nlo09423

Figuur 1. Stroomschema voor stikstof in de landbouw, 2022

vragen zoals:

1. Van buitenaf wordt kunstmest ingevoerd en mest wordt afgevoerd. Bij een kringloop zou het verlies aan mest als (kunst)mest weer het systeem binnenkomen. Kan biologische landbouw de kring sluiten? Schets deze variant van het schema.
2. Kunstmest bevat nitraat. Nitraten zijn goed

oplosbaar in water, zie tabel 45 van Binas voor de oplosbaarheid. Als boeren minder mest mogen uitrijden, kunnen ze meer kunstmest gaan gebruiken. Hoe zit het dan met de hoeveelheid nitraat die uitspoelt?

3. De hoeveelheid krachtvoer is enorm, wordt grotendeels geïmporteerd, en bedraagt 13,7 miljard kg per jaar volgens het CBS.

Omgerekend voor 18 miljoen Nederlanders is dit : ruim 750 (!) kg krachtvoer per Nederlander per jaar.

Verklaar dat in de infographic de hoeveelheid krachtvoer met 410 miljoen kg veel lager uitvalt dan 13,7 miljard kg krachtvoer. (Antwoord: De infographic geeft het deel stikstof in het krachtvoer, dus niet het krachtvoer zelf.)

4. Krachtvoer wordt tot nu toe vrijwel geheel geïmporteerd. Het bestaat uit soja uit Zuid-Amerika, vooral Brazilië, granen uit Duitsland, Oekraïne en Frankrijk en raapzaad uit Duitsland, Brazilië, Oekraïne, Australië en Canada. Dat gaat vaak ten koste van veel natuur en gaat samen met inzet van bestrijdingsmiddelen en kunstmest, zie de site van de CBS. Is de grootschalige import van krachtvoer op lange termijn houdbaar?
5. De infographic vermeldt 194 miljoen kg N per jaar in kunstmest. Ammoniumnitraat NH_4NO_3 is een belangrijk bestanddeel van kunstmest. Bereken het aantal kg kunstmest per Nederlander in 2022. Neem voor het percentage N in kunstmest 12 procent. Ga uit van 18 miljoen Nederlanders. (Antwoord: 90 (!) kg kunstmest per Nederlander per jaar.)
6. In de aanvoerstroom 'overige' is de hoeveelheid stikstof uit de lucht die biologisch wordt vastgelegd opgenomen. De biologisch vastgelegde stikstof bedraagt 7 miljoen kilogram stikstof per jaar. Vergelijk deze hoeveelheid met de hoeveelheid stikstof die chemisch wordt vastgelegd. Wat valt je op?
7. Bij natte depositie reageren eerst ammoniak, water en stikstofdioxide tot fijnstof van ammoniumnitraat. Met regen slaat dit neer als 'natte depositie'. Geef de reactievergelijkingen.

Opmerkingen

Om de betrouwbaarheid van het CBS te kunnen beoordelen is het belangrijk te weten dat het CBS evenals andere Europese landen, werkt volgens de standaarden van Eurostat. Bij instituten zoals het CBS, KNMI, RIVM en CLO is de laatste jaren hard gewerkt aan het toegankelijk en visueel aantrekkelijk maken van informatie. Zie bijvoorbeeld bij www.knmi.nl de metingen van NO_2 in de atmosfeer met een Nederlands instrument, Tropomi, aan boord van een Europese satelliet.





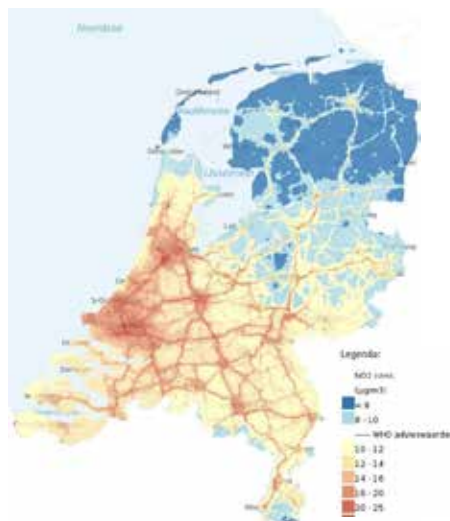
Actuele NO₂ meetresultaten voor je eigen woonplek.

Op de website atlasleefomgeving.nl kun je voor je eigen plek actuele meetresultaten voor NO₂ en fijnstof aflezen. Met de kaartviewer selecteer je een kaart en geef je je adres of woonplaats. Elk uur wordt de kaart ververs.

Op deze site staat ook een kaart met het jaargemiddelde NO₂ voor 2022 (zie figuur 2). Merk op dat bij snelwegen en in grote steden de NO₂-concentratie het grootst is.

Zelf stikstofemissies in kaart brengen

Recent, in juni 2024, zijn 100 miljoen regionale en nationale emissiedata 1990-2022 naar lucht en water toegankelijk gemaakt op de overheidssite emissieregistratie.nl. Zo kun je online zelf een grafiek samen-



Figuur 2. Jaargemiddelde NO₂ in lucht 2022. Bron: Rijksinstituut voor Volksgezondheid en Milieu (RIVM), 2022

stellen voor je eigen woonplaats met bijvoorbeeld cijfers voor ammoniak en stikstofoxiden. Kies uit 'verzurende stoffen'. En om met een positieve ontwikkeling te eindigen: op de site staat dat in de periode 1990-2022 landelijk de emissie naar lucht van ammoniak voor de landbouw is gedaald van 337 kiloton naar 110 kiloton per jaar en de emissie van NO₂ voor verkeer en vervoer van 441 kiloton naar 213 kiloton per jaar.

Bij de depositie van stikstof gaat het grotendeels om fijnstof dat ontstaat als ammoniak, uit de landbouw reageert met water en stikstofoxiden uit het verkeer tot het zout ammoniumnitraat, NH₄NO₃. Als dit fijnstof met regen op de bodem komt, heet het 'natte depositie'. Als planten en bacteriën stikstofverbindingen uit de lucht halen, heet het 'droge depositie'.

De infographic vermeldt niet dat een groot deel van de landbouwgrond bestemd is voor landbouw voor export en dat een groot

areaal in het buitenland nodig is voor de Nederlandse landbouw.

Geschikte aanvullende informatie is te vinden bij www.wur.nl en www.biomaatschap-pij.nl of zie de NVON-website bij dit artikel.

Conclusie en pleidooi

Het gekozen voorbeeld van de infographic met de stikstofstromen laat zien dat informatie van het CBS in het onderwijs te gebruiken is. Deze presentatie van gegevens

past bij het vak biologie bij de ecologische stikstofkringloop, zie Binas tabel 93G en bij scheikunde bij de bereiding van kunstmest uit ammoniak. Het slaat een brug tussen de schoolvakken en de samenleving. Zo kun je je leerlingen motiveren voor exacte vakken én werken aan burgerschapsvorming. Op termijn levert deze aanpak burgers op die zelf betrouwbare informatie weten te vinden en aldus goed geïnformeerd, mee kunnen denken over onderwerpen als het stikstofprobleem. ●

Burgers' Zoo ontvangt twee Michelinsterren

Koninklijke Burgers' Zoo is door Michelin bekroond met twee Michelinsterren. In de Michelin Reisgids worden sterren toegekend aan toeristische bezienswaardigheden en het Arnhemse dierenpark is de enige diertuin in Nederland met deze



hoge waardering. Auteurs van de Michelin Reisgids beoordelen op negen vaste criteria en kennen per bezienswaardigheid maximaal drie sterren toe.

Michelin wil net als voor de restaurants een duidelijke waardering toekennen aan zijn selectie van toeristische bezienswaardigheden aan de hand van één, twee of drie sterren. Deze sterren zijn vooral een hulpmiddel dat het voor reizigers mogelijk maakt om in één oogopslag de bijzondere bezienswaardigheden en de niet te missen plekken op te merken. Twee sterren staat voor 'een omweg waard'. De negen vaste en onveranderlijke criteria

waarop Michelin de sterren baseert, zijn als volgt: de eerste indruk, de bekendheid, de activiteiten, de intrinsieke waarde, labels en certificaten om de bezienswaardigheid in stand te houden, de schoonheid/evenwichtigheid/grandeur, de charme/gemoedelijkheid, de kwaliteit van ontvangst van het publiek en de kwaliteit van het bezoek. Internationaal staat het Arnhemse dierenpark bekend om de zogenaamde ecodisplays: natuurgetrouw vormgegeven ecosystemen waar dieren vaak in grote vrijheid leven te midden van duizenden planten. Hoofddoelstellingen zijn natuurbehoud, educatie, onderzoek en recreatie.

Quantum in je lichtschakelaar

Wanneer gaat een schakelaar nu écht aan of uit?

Floep, het licht gaat uit als het contact in een schakelaar verbreekt. Het lijkt een momentane gebeurtenis. Maar als we inzoomen op het moment van verbreken en inzoomen op de plek van het contact, komen we in de wereld van atomen en quantum. Hier een beschrijving van een quantumexperiment dat voor een paar tientjes op iedere school kan staan.

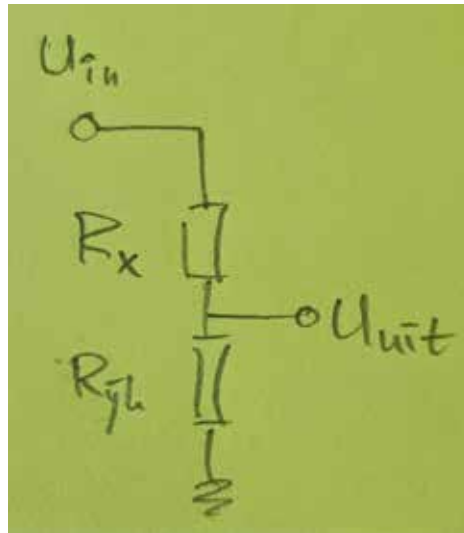
Misschien heb je als kind wel eens geprobeerd de stand te vinden waarbij een lichtschakelaar precies omgaat. De aanpak is dan als volgt. Beweeg de schakelaar langzaam van de ene toestand naar de andere, en als de schakelaar omslaat, herhaal je deze beweging de andere kant op maar dan voorzigtiger. Herhaal deze stappen zodat de schakelaar dichtter en dichtter bij het omslagpunt komt. Dan hoor je de schakelaar reutelen en ruik je de ozon. Tot mijn verbazing kon ik dit experiment met een moderne schakelaar bij mij in de huiskamer (waar nog een gloeilamp(!) aan het plafond hangt) gewoon herhalen. Met moderne voorgeschakelde lampen zou ik dit experiment niet doen.

Dit artikel beschrijft een experiment waarin we het verbreken van dit contact nader onderzoeken. We zullen zien dat we met een eenvoudige opstelling, een toongenerator en een digitale oscilloscoop een quantumeffect zichtbaar kunnen maken. We bepalen zelfs een diepe natuurconstante. Een mooie demo bij het onderwerp quantum, of een startpunt voor een profielwerkstuk.

HENK BUISMAN is met pensioen. Hij nog werkt in deeltijd voor Quantum Delta NL waar hij helpt de jongste generatie te verbinden met de quantumwereld.
Contact: buisman@physics.leidenuniv.nl

Het experiment

Eerst maar eens een veilige opstelling bouwen. In plaats van het lichtnet gebruiken we liever een batterijtje en een spanningsdeler



Figuur 1. Spanningsdeler

We stellen een spanning in (U_{in} 200 tot 300 mV) over twee weerstanden die in serie staan, en we meten de spanning U_{uit} over de onderste weerstand (R_{ijk}) waarvan de waarde bekend is. De waarde van de bovenste, onbekende weerstand (R_x) kan dan berekend worden.

$$R_x = \frac{R_{ijk}(U_{in} - U_{uit})}{U_{uit}}$$

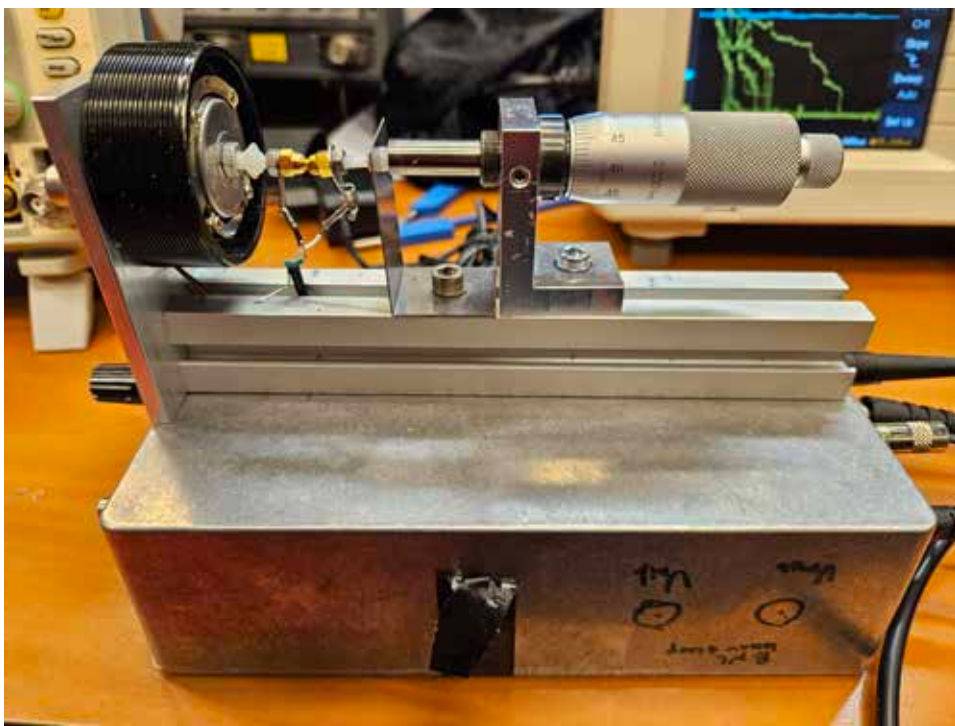
R_x stelt de schakelaar voor. Als deze gesloten is, ($R_x = 0$) dan is $U_{uit} = U_{in}$. Als de schakelaar open staat ($R_x = \text{'oneindig'}$), dan is $U_{uit} = 0$ V.

Om het signaal in de tijd te onderzoeken gebruiken we een digitale oscilloscoop. Een oscilloscoop is goed in het in beeld brengen van zich herhalende signalen. Je kunt een signaal vangen op het moment dat het omlaag gaat en een ingestelde grenswaarde (trigger-niveau) passeert. Triggeren op de neergaande flank heet dat. Eenmaal ingesteld schrijft de oscilloscoop een spoor rond het moment waarop de triggervoorwaarde optreedt. Met deze triggereigenschap kunnen we de strategie van het huiskamerexperiment een beetje aanpassen. We kunnen het contact niet alleen langzaam, maar ook herhaald verbreken.

De opstelling

Je ziet de hele opstelling in figuur 2. Om het contact herhaaldelijk te verbreken, gebruiken we een luidsprekertje, dat met een toongenerator (in mijn oscilloscoop is die ingebouwd) wordt aangestuurd. In de conus van een luidsprekertje is een schroefdraadje gemonteerd. Twee vergulde dopmoeren vormen het contact (R_x). Eén van de twee dopmoeren zit geïsoleerd aan de conus, de ander zit geïsoleerd aan een bladveer, die met een schroef (halve mm per slag) kan worden gesteld.





Figuur 2. De opstelling

Het geheel zit op een kastje gebouwd. De elektronica in het kastje bestaat alleen uit een batterijvoeding voor de regeling van U_{in} en aansluitpunten voor verbindingen naar de oscilloscoop en toongenerator. De vergulde dopmoeren en bouw-aanwijzingen zijn tegen een kleine vergoeding te bestellen bij ondergetekende. Met deze spullen is het experiment prima uit te voeren, maar er is ook

software beschikbaar die je door het experiment leidt, en waarmee je de oscilloscoop en toongenerator kunt besturen en uitlezen.

De werkwijze

Met de toongenerator beweegt de dopmoer op de luidspreker heen en weer. Met de stelschroef kun je de andere dopmoer zo stellen dat het contact herhaaldelijk verbreekt. In

figuur 3a staat het beeld van het signaal op een oscilloscoop weergegeven. Net als bij het huiskamerexperiment zoomen we in op het hoekje in de neergaande flank van het signaal. In de figuur zijn die momenten met een cirkeltje aangegeven. We verbreken het contact een aantal malen per seconde. Als we inzoomen op het cirkeltje van figuur 3a lijkt het signaal van de toongenerator helemaal plat te zijn, en we zien dat het signaal van de spanningsdeler op het laatste moment stapsgewijs kleiner wordt. De stapjes worden duidelijker naarmate het er minder worden. Wat is hier aan de hand?

Als we in gedachten inzoomen op het verbrekende contact kom je uiteindelijk in de wereld van atomen. De contacten zijn van goud. Goud oxideert niet en is een goede geleider uit dezelfde groep van het periodiek systeem als koper en zilver. Goud is een zacht metaal dat op atomair niveau bij het verbreken als kauwgum uit elkaar getrokken wordt. De laag atomen wordt dan dunner en dunner tot er vlak voor het verbreken nog maar een verbinding van een enkel atoom overblijft. Goud heeft net als koper en zilver maar één geleidingselektron. We zien dus het afnemen van het aantal geleidingskanalen in de tijd als het verbreken van parallel geschakelde geleidingskanalen of weerstanden. Aan het begin van het spoor (figuur 3b) is de situatie te ingewikkeld. Er doen dan te veel atomen mee in de geleiding, die elkaar allemaal ook nog beïnvloeden. Als er veel weerstanden parallel



Figuur 3a. De signalen van de luidspreker (blauw) en van de spanningsdeler (geel). De momenten waarop het signaal verbreekt zijn met een rood cirkeltje aangegeven. ($t = 10 \text{ ms/vakje}$, $U_{uit} = 100 \text{ mV/vakje}$).



Figuur 3b. Ingezoomd op het rode cirkeltje van figuur 3a ziet het signaal er heel anders uit ($t = 5 \text{ } \mu\text{s/vakje}$, $U = 2 \text{ mV/vakje}$)

staan wordt R_x in de spanningsdeler ook klein ten opzichte van de ijkweerstand ($R_{ijk} = 100\Omega$) en die is dan niet meer lineair. De staart van het signaal is veel netter. De stapjes zijn daar goed onderscheidbaar en allemaal ongeveer even groot. We kunnen de stapjes verklaren door nog eens naar de spanningsdeler te kijken en voor de onbekende weerstand n parallel geschakelde geleidingskanalen te invullen.

$$U_{uit} = U_{in} \frac{R_{ijk}}{R_x/n + R_{ijk}}$$

Deze relatie tussen U_{uit} en R_x is niet lineair, maar bij onze keuze van R_{ijk} zijn de eerste tien stapjes nagenoeg even groot. We kunnen zo een weerstand van ongeveer 13 k Ω meten.

Naar de quantumwereld.

De weerstand is uit te drukken in fundamentele natuurconstanten:

$$R = \frac{h}{2e^2}$$

De factor twee in de noemer laat zien dat het geleidingskanaal ruimte biedt aan twee spin-toestanden tegelijkertijd. Bij quantum denk

je misschien aan heel extreme getallen, maar deze relatie levert een weerstand van 13 k Ω is een heel normale weerstand. Zoek niet naar bruin-oranje-oranje in je bakje want een dergelijke weerstand zit niet in de E12-reeks. We hebben dan ook geen bijzondere elektronica nodig om dit quantumgetal te meten.

Je kunt uitrekenen hoeveel elektronen er per seconde door deze atomaire draad gaan. Als je dit experiment zou uitvergroten tot een dikke draad zouden er gigantische stromen lopen die de draad meteen zouden doen smelten. Waarom smelt de draad nu niet? Bij een stroom in een dikke draad bewegen de elektronen niet-elastisch door het metaal-rooster. In een quantumverklaring volstaat een klassiek (Drude) botsingsmodel niet meer. Een uitleg met valentie- en geleidingsbanden is meer op zijn plaats (zie bron, dank aan Rutger Ockhorst). Onregelmatigheden in het rooster vormen de barrières en zijn de oorzaak van warmteontwikkeling. De atomaire draad is kort (veel korter dan de vrije weglengte). De warmteontwikkeling vindt wel verderop plaats, maar daar is de draad weer dikker en kan de warmte in de bulk van

het materiaal worden opgenomen. Vandaar dat dit experiment gewoon bij kamertemperatuur, op je werktafel kan worden uitgevoerd. Veel plezier. ●



Figuur 4. Een quantumweerstand heeft een heel gewone waarde

BRON

- <https://youtu.be/KGJqykotjog?si=glStAMCYP6WFZRuu>

Profielwerkstukprijs voor vmbo, havo en vwo

Gaan jouw leerlingen dit jaar aan de slag met hun profielwerkstuk? Ook dit jaar organiseren het Rijksmuseum en de NTR de profielwerkstukprijs.

Het maakt niet uit vanuit welk profiel of vak je je profielwerkstuk schrijft, als het onderwerp maar te maken heeft met het museum. Insturen kan vanaf december 2024 tot 1 maart 2025. Bij het Rijksmuseum vinden leerlingen inspiratie! Zo kun je hier niet alleen terecht voor een PWS over kunst en geschiedenis, maar ook voor economie, techniek én zelfs scheikunde.



Rijksmuseum (2014), foto: John Lewis Marshall

Na 1 maart worden alle inzendingen beoordeeld en een top 10 gekozen. Leerlingen die hier bij zitten doen mee aan het Junior Fellowship masterclass. Vijf dagen gaan zij aan de slag met een opdracht achter de schermen bij het Rijksmuseum en Omroep NTR. Een unieke ervaring. Uit de top 10 wordt per niveau (vmbo, havo en vwo) een winnaar gekozen, die winnen allen € 1500!

Voor docenten: boek een bezoek

Doe inspiratie op door het museum te bezoeken. Leer de verhalen achter de collectie kennen in de rondleiding 'Achter het Goud'. In deze interactieve rondleiding ontdekken leerlingen samen met een ervaren museumdocent het museum. Ze maken hun eigen verf of ontdekken het bijzondere verhaal van een simpel stuk fruit in de workshop Citroen van Toen. Of ze ontwerpen een nieuw object voor nu, op basis een kunstobject van toen in de workshop Ontwerp Dutch Design.

Voor vmbo-scholen die meer dan 60 km buiten de ring van Amsterdam liggen, bieden we gratis busvervoer aan!

Voor meer informatie zie: tinyurl.com/PWS-prijs-Rijksmuseum

Egel in de tuin

Wat te doen?

Egelbescherming Nederland richt zich op het behoud van de egel en zijn leefgebied. De egel is erg populair geworden en de commercie heeft daarop ingespeeld met het aanbieden van heel veel zogenaamde egelproducten. Helaas is daarbij niet gekeken wat de egel nou echt nodig heeft.

De egel ziet er stekelig uit en heeft een hoog knuffelgehalte. Dit zoogdier is een schemer- en nachtdier en is steeds meer te zien in onze tuinen. Het leefgebied van de egel wordt namelijk steeds kleiner waardoor het voedselaanbod afneemt en de egel noodgedwongen de bewoonde wereld intrekt. Waar mensen zijn, is voedsel. In de afgelopen decennia is het aantal egels met 80% afgenomen.

Bijvoeren van egels

De egel is een echte carnivoor en eet in de natuur insecten, amfibieën, een nestje pasgeboren muisjes (een volwassen muis is veel te snel voor een egel) en kadavers. Ze worden ook wel de opruimers van de natuur genoemd.

Helaas is het voedselaanbod zo gering dat de Egelbescherming al jaren pleit voor het bijvoeren van egels, het hele jaar door. De fysiologie van een egel lijkt op die van een kat en daarom is kattenvoer heel geschikt voor het bijvoeren van de egel.

Het beste is om harde kattenbrokjes aan te bieden. De kattenbrokjes moeten een eiwitgehalte van minimaal 34% hebben op basis van vlees of vis. Er mag geen melk aan toegevoegd zijn. Merken die reclame maken

voor het extra toevoegen van granen en groenten kun je beter ook niet geven. Voor de egel heeft dat geen enkele extra voedingswaarde. Harde kattenbrokjes blijven ook veel langer goed dan natvoer (blikvoer) voor egels.

Bied het voedsel aan in een stevige, lage, keramieken schaal. Egels zijn een beetje lomp en duwen en trappen een plastic bakje snel om. De terracotta onderschalen voor planten zijn prima geschikt. Hierin kan ook het water aangeboden worden.

Vers water mag nooit ontbreken!

Aanbieden van een egelslaaphuis

In Nederland worden de tuinen steeds netter en opgeruimder. Gras maakt plaats voor kunstgras. Alles wordt betegeld en er wordt constant schoongemaakt en opgeruimd. Geen blaadje mag blijven liggen en takjes worden in de groene klike afgevoerd. Vogels en egels kunnen daardoor steeds minder een natuurlijke slaapplek maken. Al het herfstblad wordt afgevoerd en er wordt steeds meer plastic en ander afval van mensen in de nesten van vogels en andere dieren gevonden.

Vandaar dat er egelhuizen in allerlei maten en vormen op de markt gekomen zijn. De populariteit van de egel heeft geleid tot een enorme hoeveelheid commerciële

egelhuizen. De meeste zijn veel te klein en gemaakt van ongeschikte materialen. Die zijn medeverantwoordelijk voor de aantasting van de gezondheid van de egel in de afgelopen jaren. De conditie van de egel is in de afgelopen jaren verslechterd. Door de veel te kleine, vochtige egelhuizen, hebben egels chronische long- en huidproblematiek ontwikkeld.

Een vochtige omgeving vormt schimmels en tast namelijk hun longen aan. Veel egelhuizen bestaan uit goedkope en onbehandelde materiaalsoorten en daardoor worden de huizen drijfnat als de egel in winterslaap is. Een ruim en goed egelhuis met een optimale

lucht- en vochtcirculatie is dan ook heel belangrijk om de egel daadwerkelijk te helpen. Ook zijn veel egelhuizen te klein. Hierdoor past een moederegel met haar opgroeiende jongen, al gauw niet meer in het egelhuis en moet ze noodgedwongen op zoek naar een groter onderkomen. Meestal is dat niet voorhanden en sterven een aantal of al haar jongen.

De Egelbescherming Nederland heeft daarom een egelslaaphuis ontworpen dat het hele jaar door geschikt is voor de egel.

Een goed en veilig egelslaaphuis

Egelhuizen hebben verschillende functies. Een goede plek om overdag in te slapen is een eerste vereiste om het dier te helpen. Naast een slaapplek is dat een plek waar egels hun winterslaap houden en hun jongen in werpen en in grootbrengen. Hiervoor moet een egelhuis groot en ruim genoeg zijn, het slaapgedeelte, zonder slurf of doolhof, moet minstens 40 x 50 centimeter groot zijn. Egels kunnen namelijk tot tien jongen krijgen. Gemiddeld krijgen ze vier tot zes jongen. Bij de geboorte wegen die 8-12 gram,



JENNY KLEVE is directeur van de Stichting Egelbescherming in Nederland.



maar ze groeien in zes weken uit tot egels van rond de 200 gram.

Voor een winterslaap van 4-5 maanden is een optimale lucht- en vochtcirculatie belangrijk om de egel gezond te laten overwinteren.

Boven het nest waarin de egel geheel verstopt zit, moet er nog ruimte zijn van minimaal 15-20 centimeter om het vocht af te voeren dat een slapende egel uitademt. Daarnaast worden de winters in plaats van koud, steeds vochtiger. Ook dit vocht moet goed afgevoerd worden. Een egelhuis moet dan ook minstens 40 centimeter hoog zijn.

Egelbescherming Nederland heeft de afgelopen drie jaar een groot onderzoek uitgevoerd naar egelhuizen en ontwikkelde de Hedgy-Home1.0. Een ruim huis dat voldoet aan alle voorwaarden waaraan een egelhuis moet voldoen. Dit egelslaaphuis is geschikt voor alle functies waar een egel het egelhuis voor nodig heeft.

Daarnaast is het van groot belang dat een goed egelslaaphuis, op de juiste manier wordt gebruikt. In het boek 'Egelhuizen in gebruik' [Zie de recensie in NVOX 5 op p. 42, M.O.] worden alle aspecten besproken waar je tegenaan loopt, als je een egel in je tuin wilt helpen door het aanbieden van een veilig onderkomen.



Waar plaats je het egelhuis? Hoe onderhoud je het egelhuis en in welke periode mag je het egelhuis schoonmaken? Hoeveel nestmateriaal heeft de egel in de warmere perioden nodig en hoeveel in de koude periode? Een compleet handboek hoe met een egelhuis om te gaan. En ook wat je moet doen als je een egel in nood aantreft.

Zelf een egelslaaphuis bouwen

Daarnaast staat in het boek een bouwtekening van een goed egelslaaphuis, met materialen en zaaglijst en een uitgebreide bouw instructie met tientallen stap-voor-stap foto's om zelf te bouwen. Naar verwachting

wordt het egelhuis binnenkort ook, door externe producenten, op de markt gebracht.



Wat kun je nog meer doen voor de egels in je tuin?

Er zijn rond de 5 miljoen tuinen in Nederland. Als we de tendens van ontgroenen en betegelen, weer kunnen omdraaien naar groene, natuurlijke en open tuinen, is er enorm veel winst te behalen.

Inheemse planten, struiken en bomen planten, waar insecten dol op zijn, vogels en eekhoorns in kunnen nestelen en egels hun nestmateriaal en beschutting onder kunnen vinden, zou een geweldige boost zijn om de dieren in het wild in Nederland te helpen met overleven. Het openstellen van de tuinen door het plaatsen van egelpoorten van 13 x 13 cm (zodat een zwangere egel er veilig doorheen kan met haar buik vol jongen), zorgt ervoor dat egels niet over onveilige stoepen en straten hoeven te steken.

Meer weten over egels?

Je kunt je aanmelden voor de gratis nieuwsbrief van Egelbescherming Nederland op de website www.egelbescherming.nl. Het boek is in de webshop van de Egelbescherming te koop en in elke (online) boekhandel van Nederland en België. ●

BRON

- Kleve, J. (2024). *Egelhuizen in gebruik*. Met stap voor stap bouw instructie. Egelbescherming.



Meer dan feiten

Hoe Nature of Science de les verrijkt

Onze wereld zit vol complexe vraagstukken waarvoor de wetenschap meer inzicht probeert te geven, maar waarom zouden we de wetenschap vertrouwen? Tegenstrijdige belangen zorgen voor veel verwarrende informatie in de (sociale) media. Onderwijs van 'Nature of Science' (afgekort als NOS) biedt uitkomst.

"Mijn horoscoop van vorige week kwam helemaal uit, dat is toch geen toeval?" "Werkt acupunctuur wel?" "Mijn gevaccineerde tante liep Long Covid op, zijn vaccins veilig?" "Heeft genetische modificatie van gewassen alleen voordelen?" "De klimaatverandering veroorzaakt warmere zomers, is dat erg?"

In kwesties als deze wordt de wetenschap soms tegengesproken door andere bronnen. Tel daar complottheorieën en nepnieuws bij op en je ziet dat de wetenschap concurrentie ondervindt als betrouwbare bron (Van Prooijen, 2024).

Voor inzicht in de betrouwbaarheid van wetenschap hebben leerlingen een goed beeld nodig van wat wetenschappers doen, waarom ze dat doen en wat voor kennis dat



KIRSTEN STADERMANN is vakdidacticus aan de Universiteit Twente.
Contact: h.k.e.stadermann@utwente.nl
<https://people.utwente.nl/h.k.e.stadermann>
<https://www.kirstenstadermann.eu/downloads/>



PETER DEKKERS is vakdidacticus aan de TU Delft.
Contact: p.j.j.m.dekkers@tudelft.nl
<https://www.tudelft.nl/tnw/over-faculteit/afdelingen/science-education-and-communication/medewerkers/staff-science-education/peter-dekkers>

WAT IS WETENSCHAP?

Beeld dat leerlingen kunnen krijgen bij biologie, natuur- en scheikunde op school

- Je leert iets dat geen betekenis heeft in de 'echte' wereld.
- Vragen worden opgegeven, niet zelf bedacht.
- Elke vraag heeft één correct antwoord.
- Proeven hebben vooraf vaststaande uitkomsten.
- Wetenschap is een optelsom van feiten die je uit je hoofd moet leren.
- Wetenschap is saai, precies en zonder creativiteit.
- Wetenschappelijke kennis is 100% objectief en onomstotelijk waar.
- Fouten maken is falen. In de wetenschap mag je geen fouten maken.
- Ethische en maatschappelijke aspecten spelen geen rol in de wetenschap..
- Wetenschap is voor jongens en gemaakt door oude witte mannen.
- **Alles draait om het juiste antwoord weten.**

Aard van de Wetenschap Nature of Science

Wetenschap:

- Is complex en subtiel.
- Is gebaseerd op onderzoek, systematisch werken, streven naar consensus – maar de opbrengsten zijn geen absolute waarheden.
- Levert bruikbare, betrouwbare kennis op – toch is die voorlopig, verbeterbaar.
- Is een creatief proces dat verbeeldingskracht en nieuwsgierigheid vereist.
- Is een menselijke bezigheid waarin fouten maken inherent is aan het proces
- Is altijd ingebed in sociale en culturele context – maar natuurwetten zijn universeel toepasbaar.
- Is door toepassingen nauw verweven met ethische en maatschappelijke aspecten en verantwoordelijkheden.
- Wetenschap is van en voor iedereen, niemand uitgezonderd.
- **Alles draait om het verklaren van samenhangen en processen.**

Figuur 1. Het beeld dat bij veel leerlingen over wetenschap ontstaat op school ten opzichte van NOS

oplevert. Dit beeld, de Aard van de Wetenschap of 'Nature of Science', is een belangrijk aspect van wetenschappelijke geletterdheid en burgerschapsvorming. Maar aandacht voor deze NOS kan natuurwetenschappen ook aantrekkelijker maken voor leerlingen,

omdat het niet alleen over feiten gaat maar ook over begrijpen hoe wetenschappelijke kennis tot stand is gekomen. NOS staat in alle examencurricula, maar krijgt meestal te weinig aandacht in de les. Hoe komt dat en wat kun je eraan doen?

Wat is wetenschap?

Veel docenten focussen op leerlingen helpen goed te scoren op toetsen en examens. Precies dat wordt door leerlingen en ouders ook vaak verwacht. Maar bij al te veel nadruk op teststof, sommen en juiste antwoorden raakt het begrip van NOS onderbelicht. Figuur 1 laat zien welk beeld van wetenschap leerlingen vaak ontwikkelen en hoe dat afwijkt van de werkelijke NOS.

Ook voor ons hebben basisvaardigheden en kennisoverdracht prioriteit, en het voldoende oefenen met verwerken en toepassen van de lesstof. Maar het is van groot belang én goed mogelijk om vaker aandacht te besteden aan een completer en realistischer beeld van wetenschap. Een van ons laat zien hoe je NOS mooi kunt ontwikkelen bij onderwijs over de quantumfysica (Stadermann, 2022), de ander vindt juist houtje-touwtje benaderingen het leukst (Dekkers, 2005). De demonstratieproeven in het nieuwe inspiratieboek *ShowdeFysica 3* (Frederik et al., 2023), waar wij beiden aan bijdroegen, bieden talrijke mogelijkheden voor NOS in je lessen. Uiteraard hoort NOS in alle bètavakken thuis. Voor verschillende vakken biedt deze Vlaamse website inspiratie: wetenschapsreflex.be. Je vindt er kant en klare lesideeën en goede NOS vragen voor in de les.

Werken aan NOS in *ShowdeFysica 3*

In een NOS-demonstratie laat je leerlingen eerst ervaringen opdoen waarin ze als wetenschappers werken. Laat ze verbazing ervaren, beseffen dat ze iets niet begrijpen en op zoek gaan naar verklaringen. Laat ze merken dat anderen het anders kunnen zien. Moedig ze aan zorgvuldig en systematisch waar te nemen. Laat ze proberen te begrijpen wat ze zien. Stimuleer ze kritisch te zijn, te twijfelen, meer zekerheid te zoeken en na te gaan wat ze nu weten in vergelijking met eerst. Kortom, laat ze allerlei aspecten van NOS beleven, zoals geïllustreerd in de rechterzijde van figuur 1.

In fase twee bespreek je met de klas: was wat jullie zojuist deden nu wetenschap? Onderzoek en reflecteer samen: in hoeverre werken wetenschappers op een vergelijkbare manier? Hoe bereiken zij een hoger niveau? Combineer dit met historische voorbeelden om leerlingen NOS-inzichten bij te brengen.

Laat bijvoorbeeld zien dat de voorlopigheid van wetenschappelijke kennis geen zwakte is, maar juist leidt tot steeds betere inzichten. Of benadruk dat creativiteit en verbeeldingskracht essentieel zijn, en wetenschap bepaald niet 'saai' is.

Demonstratie 'Contactloos duwen'

Neem de demonstratie 'Contactloos duwen' (C07 van Ed van den Berg e.a., figuur 2) uit *ShowdeFysica 3* (Frederik et al., 2023): houd een opgewreven plastic staafje bij een paperclip die op het wateroppervlak ligt. Die paperclip wordt weggeduwd! Laat leerlingen uitleggen wat er gebeurt. Ze verzinnen vast dat het met elektrische lading te maken heeft, maar hoe precies?

Bij soortgelijke proefjes gaat het om elektrische inductie tussen staafje en paperclip. Werkt die verklaring? (Hang de paperclip aan een draadje om dit te toetsen; die wordt *aangetrokken* door het opgewreven staafje!)

Welke verklaringen verzinnen ze? Waarin verschillen die? Welke vinden ze beter? Waarom?

Bespreek dan pas Ed's verrassende verklaring: het *water* vervormt door inductie, de paperclip surft op het gevormde golfje weg. Stel weer veel vragen: Kunnen jullie deze verklaring toetsen? (Ed beschrijft enkele mogelijkheden.) In elke klas zal het ietsje anders gaan en dat maakt het zo leuk, de leerlingen zijn echt zelf aan het denken.

Bespreek vervolgens: herkennen jullie deze situatie uit de echte wetenschap? Dat mensen iets verrassends zien dat ze niet meteen begrijpen? Bedenken alle wetenschappers dan dezelfde oplossing? Gebruiken ze daarbij hun creativiteit en fantasie? Weten we nu zeker dat de surfende paperclip de juiste verklaring is? (Nee, er zijn vast nog andere verklaringen te bedenken en te testen, maar deze past vooralsnog bij de waarnemingen.) Zie *ShowdeFysica 3* (Frederik et al., 2023) voor een verdere uitwerking van NOS, en de koppeling met de rechterhelft van figuur 1.



Figuur 2. Demonstratie C07 in SdF 3, Contactloos duwen (Foto: Norbert van Veen)

Maak van elke les een NOS-les

Kennis over de aard van de wetenschap is uiteindelijk belangrijker dan uit het hoofd geleerde feiten en wetten. Leerlingen die inzien hoe de wetenschap écht werkt, zijn minder vatbaar voor complottheorieën, moeilijker voor de gek te houden en ontwikkelen een kritische, onderzoekende houding. Bovendien maakt NOS de lessen boeiender en uitdagender.

Elke les biedt mogelijkheden voor NOS. Soms zit het in een boeiende demonstratie, soms in een open onderzoeksvraag. Geef leerlingen de kans om zelf na te denken als echte wetenschappers, laat ze de complexiteit ervaren, maar ook de schoonheid van de wetenschap. Laat ze proeven van het echte werk van wetenschappers: verwonderen, onderzoeken, kritisch zijn, nieuwe inzichten ontwikkelen. Zo bereid je ze voor op de uitdagingen van de 21e eeuw. Want wie de aard van de wetenschap begrijpt, is beter toegerust voor een wereld vol complexe vraagstukken. ●

BRONNEN

- Dekkers, P. (2005). Teaching teachers NOS: Practical examples and classroom experiences. *Science Education International*, 18(30), 193-210.
- Frederik, I. et al., (2023). *ShowdeFysica 3: Natuurkunde laat je zien!* NVON.
- Stadermann, H. (2022). *Connecting Secondary School Quantum Physics and Nature of Science: Possibilities and challenges in curriculum design, teaching, and learning*. Rijksuniversiteit Groningen.
- Van Prooijen, J.-W. (2024). *Hoax: Waarom mensen in complottheorieën geloven*. AW Bruna.

Blijbacteriën en magische micro-organismen

Een nieuwe nlt-lesmodule onderbouw over fermenteren

Fermentatie heeft niet alleen zijn weg gevonden naar de (super)markt. Ook binnen de wetenschap wint deze gecontroleerde vorm van verrotting aan populariteit.

In een tijdperk waarin gezondheidsbewustzijn en duurzaamheid hoog in het vaandel staan, heeft een eeuwenoude techniek een heropleving gemaakt: fermentatie. De hernieuwde interesse is geheel terecht, aangezien deze techniek tal van voordelen heeft. Naast het verlengen van de houdbaarheid van voedingsmiddelen kan fermentatie de voedingswaarde van een product verbeteren. Bovendien kunnen door fermentatie smaak en textuur veranderen, waardoor ingrediënten een geheel nieuwe dimensie krijgen. Ooit een noodzaak voor het conserveren van voedsel, nu een methode die zowel thuiskoks als topchefs volop laat experimenteren.

De docenten van Wageningen Pre-University hebben in samenwerking met fermentatie-experts een nieuwe nlt-lesmodule ontwikkeld voor de derde klas havo/vwo. In deze module maken leerlingen kennis met de wonderlijke wereld van het fermenteren. Er wordt aandacht besteed aan de biologische, scheikundige, wiskundige en culturele aspecten van het fermentatieproces. Vervolgens gaan de leerlingen zelf op een culinaire ontdekkingsstocht in een reeks practica. Ze maken zelf gefermenteerde producten, zoals crème fraîche, desem-starter en gefermenteerde groenten.

Practicum zuurkool

Nodig: 1 kg witte kool; 15 gram (zee)zout; snijplank en mes; lepel; grote mengkom; een glazen 1 L weckpot met een goed passende rubberen ring en beugelklem; kruiden naar smaak; keukenweegschaal.

Uitvoering:

- Snijd de kool in de lengte doormidden. Leg de platte kant op de snijplank en snijd de kool in dunne repen. Doe de kool in



een grote kom en weeg deze hoeveelheid af.

- Weeg vervolgens 1,5% zout af (dus 15 gram zout per kilo kool). Het zout doodt ongewenste bacteriën waardoor melkzuurbacteriën zich kunnen vermenigvuldigen.
- Voeg het zout toe aan de kool en kneed de kool stevig door elkaar gedurende 5 à 10 minuten. Blijf kneden tot er op de bodem van je kom een laagje vocht ontstaat.
- Schep de kool in een schone pot en giet het vrijgekomen vocht uit de kom in de pot.
- Druk de kool goed aan, zodat er geen luchtbelletjes tussen de koolrepen zitten en er een laagje vocht op de kool staat. Ook moet het vocht boven de groenten uitkomen. Let op dat de kool niet hoger komt dan 1 cm onder de ijzeren rand van de beugel.
- Zet de pot op een bord of een passende schotel, want er kan tijdens het fermentatieproces vocht langs de pot lopen.
- Sluit de pot goed af; de rubberen ring onder de deksel voorkomt dat er tijdens het fermenteren zuurstof in de pot komt en dat de inhoud gaat schimmelen. Tijdens het proces ontstaan belletjes in de pot en kan overdruk optreden. Die overdruk zorgt voor 'spetteren' en een witte uitslag aan de rand van de pot (of op de practicumtafel, het aanrecht, of de keukenplank, vandaar de noodzaak van een bord of schotel eronder).
- Laat de groenten tenminste vier dagen bij kamertempera-



- Wikkel de pot in een dekentje om de warmte te behouden.
- Zet de pot op een warme plek weg (bijvoorbeeld in een bakoven of een broedstoof) en laat de melk 8 tot 12 uur fermenteren. Als de inhoud zuur en dik is, is de yoghurt klaar. Hoe langer je het laat staan, hoe dikker en zuurder de yoghurt zal worden.
- Nadat de yoghurt de gewenste dikte en smaak heeft bereikt, zet je de pot in de koelkast om het fermentatieproces te stoppen.

Crème fraîche

Nog simpeler is het maken van crème fraîche. Succes gegarandeerd bij het volgende recept.

Nodig: pakje ongeklopte slagroom (minimaal 30% vetgehalte) met een schroefdop; scheutje starterbacteriën naar keuze (bijvoorbeeld een scheutje biologische karnemelk of zuurkoolsap).

Uitvoering:

- Giet een scheutje starterbacteriën bij de ongeklopte slagroom.
- Draai de dop weer dicht en schud het geheel door elkaar, zodat de benodigde bacterieculturen gelijkmatig door de room wordt verdeeld.
- Laat het mengsel op kamertemperatuur (ongeveer 20-25 °C) fermenteren gedurende een à twee dagen. Een langere fermentatie zorgt voor dikkere crème fraîche.
- Is de gewenste dikte bereikt, dan bewaar je de crème fraîche in de koelkast. Het kan tot twee weken bewaard worden.
- Leerlingen kunnen het pakje meenemen en thuis het eindresultaat proeven. Ze kunnen er bijvoorbeeld een dipsaus van maken met wat verse kruiden of paprikapoeder of kerrie. ●



tuur staan. Maak de pot tussendoor niet open. Bij een pH lager dan 4,5 is het product veilig om te eten.

- Smaakt de kool fris en zuur? Dan is je experiment geslaagd!

Tip: experimenteer naar hartenlust met het toevoegen van kruiden en specerijen. Of combineer verschillende soorten harde groenten, zoals wortel, pastinaak, pompoen, ui of bietjes. De mogelijkheden zijn eindeloos.

Practicum yoghurt maken

Nodig: 1L volle of halfvolle melk; 1 eetlepel starterbacteriën naar keuze (bijvoorbeeld een originele yoghurt of een yoghurtstartercultuur); pannetje om de melk te verwarmen; goed schone thermosfles of een weckpot of glas (wanneer je die gebruikt, heb je ook een dekentje nodig om de cultuur op temperatuur te houden); houten lepel; thermometer.

Uitvoering:

- Verwarm melk langzaam au bain marie tot 43 °C.
- Roer de starterbacteriën door de melk en giet het mengsel in een schone pot.

Vereniging NLT heeft de ambitie om rond 2026 maar liefst 16 lesmodules voor de onderbouw te ontwikkelen. Deze lesmodule is er één van, die vanuit het docententeam van Wageningen Pre-University is ontstaan. Op 27 november 2024 ben je van harte welkom om een workshop deel te nemen. Inschrijven kan door te zoeken op 'Workshop Fermenteren - WUR', of neem contact op met pre.university@wur.nl. Wil je meer weten over de lesmodule nlt voor de onderbouw, neem contact op met Joris de Vries: joris@verenigingnlt.nl.

BRONNEN

- Aalsvoort, J van der, Coebergh van den Braak, M., Domis-Hoos, M., Lever-de Vries, C. (2022). *Beter weten over eten*. NVON
- Nix, R. & Studio Boot. (2024). *Oogsten en bewaren. Maak en leer fermenteren*. Snor.
- Weij, C. (2015). *Verrut lekker. Zelf fermenteren: eenvoudig, lekker & gezond*. Bertram + de Leeuw Uitgevers.

De verhelderende maar verraderlijke warmtebeeldcamera

Een warmtebeeldcamera wordt tegenwoordig gebruikt voor allerlei toepassingen: van het opsporen van warmtelekken in huizen en fouten in elektronica, tot het opsporen van waterlekken. De beelden kunnen verhelderend, maar ook verraderlijk zijn. Want kloppen die temperaturen uit het beeld wel?

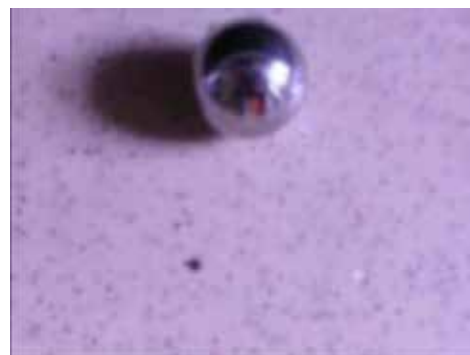
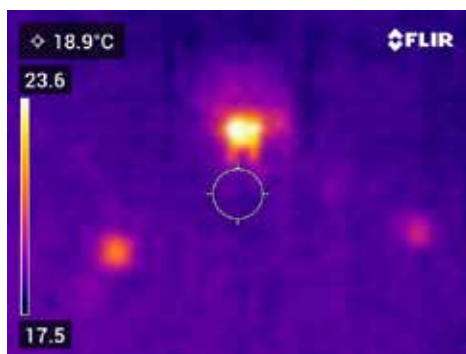
Een warmtebeeldcamera geeft beelden van de temperatuur. Misschien wel het bekendst zijn de beelden waarmee je warmtelekken in de buitenkant van huizen op kunt sporen, zoals het lek in de ellips in Figuur 1.



Figuur 1. Warmtebeeld van een huis

Het is duidelijk dat zo'n camera veel breder toepasbaar is. In het beeld van een print met elektronische componenten bijvoorbeeld, kun je zien welke component eventueel te heet wordt. Ook een lekke waterleiding boven een plafond verradt zich doordat het lekwater verdampt, waardoor ter plaatse de temperatuur van het plafond iets daalt. Zie het artikel van Thurlings uit NVOX 1 uit 2020 voor nog meer voorbeelden.

Al deze toepassingen zijn gebaseerd op verschillende natuurkundige verschijnselen. Voor de bovenstaande toepassingen respectievelijk: dat de isolatie (warmteweerstand) verschilt per materiaal, dat stroom door een



Figuur 2. Warmtebeeld (links) en optisch beeld (rechts) opgenomen vlak na het neerkomen van de kogels

weerstand warmte produceert, en dat verdamping warmte(energie) kost en daardoor de temperatuur daalt.

Een vierde verschijnsel is dat botsen warmte oplevert. Dit kan met het volgende proefje gedemonstreerd worden. Laat stalen kogels (diameter 2,5 cm) van bijvoorbeeld 2 en van 1 meter hoogte tegelijkertijd op de vloer vallen. Een optisch en een warmtebeeld rond de plaats waar ze zijn neergekomen zien eruit zoals in figuur 2.

De kogel is te zien in de rechter foto. Van een eventuele temperatuursverhoging door de botsing is uiteraard met het oog niets te zien. In het warmtebeeld is dat echter wel te zien. De rode vlek links is van de kogel die van 2 m hoogte neerkwam, die rechts van de kogel van 1 m hoogte en de vlek in het midden van de kogel zelf na de val. De temperaturen en temperatuurverschillen die de camera geeft ter plaatse staan in tabel 1.

De eerste gedachte is dat temperatuursverhoging bij een val van 2 m twee keer zo hoog zou moeten zijn als die van de 1 m. Immers, de potentiële energie van de eerste is 2 maal die van de tweede. En die energie wordt omgezet in warmte, die aanleiding geeft tot een daarmee evenredige temperatuurverhoging. De factor is geen 2, maar $3,0/1,6 \approx 1,9$. Toch aardig dicht in de buurt. Zeker gezien het feit dat de temperatuur met $0,1 \text{ °C}$ resolutie gegeven wordt.

En wat te zeggen van de hoge temperatuur van de kogel zelf, $23,6 \text{ °C}$? Klopt het dat die zoveel warmer is dan de vloer, die gemiddeld $18,5 \text{ °C}$ is? Achteraf is met een thermometer gemeten dat een kogel $1,3 \text{ °C}$ warmer is dan de vloer. Dat is nog geen $5,1 \text{ °C}$. Dat de kogel zoveel opgewarmd is door de botsing lijkt ook onwaarschijnlijk. Het stuiten dan, heeft dat invloed? Nee, ook dat niet. En zo komen we bij het verraderlijke van warmtebeelden.

plaats rode vlek	temperatuur [°C]	temperatuurverschil met vloer [°C]
inslag 2 m hoogte	21,5	2,8
inslag 1 m hoogte	20,1	1,6
kogel zelf	23,6	5,1

Tabel 1. Temperaturen en temperatuurverschillen uit het warmtebeeld van figuur 2

materiaal	emissiecoëfficiënt	reflectiecoëfficiënt
gepolijst staal	0,2	0,8
plastic	0,8	0,2

Tabel 2. Emissie- en reflectiecoëfficiënten

Verraderlijk

Kijk nog eens naar het optische beeld rechts in figuur 2. Met enige fantasie is de reflectie van de fotograaf met warmtebeeldcamera te zien. Maar niet alleen licht wordt gereflecteerd, warmtestraling ook. En die wordt geregistreerd door de camera. De hoge temperatuur die de camera toeschrijft aan de kogel komt dus (deels) door de reflectie van de door mij en de omgeving uitgezonden warmtestraling. Voor de invloed van de reflectie op de temperatuur is niet goed te corrigeren. De conclusie is dat de temperatuur uit het beeld van een warmtebeeldcamera niet precies overeen hoeft te komen met de echte, met een thermometer gemeten temperatuur. Nu preciezer: de warmtebeeldcamera meet dus warmtestraling en zet die om in een temperatuur. Dit staat in documentatie over de gebruikte FLIR C5 camera. Er zit een uitgebreid model achter de omrekening van gemeten warmte naar weergegeven temperatuur. Zie (FLIR, 2024). Voor

onze toepassing kunnen we de straling van de atmosfeer verwaarlozen, omdat we van dichtbij meten. Twee bijdragen echter niet: (1) hoe goed een materiaal met een gegeven temperatuur warmtestraling uitzendt, uitgedrukt in de emissiecoëfficiënt ('emissivity'), en (2) hoe goed een materiaal warmtestraling reflecteert, uitgedrukt in de reflectiecoëfficiënt. Voor ondoorzichtige materialen is de som van deze getallen 1 (Williamson Corporation, 2008). In Tabel 2 zien we de waarden voor twee uitersten, gepolijst staal (zoals van de gebruikte kogel) en plastic. In de camera wordt een emissiecoëfficiënt van 0,95 gebruikt. In het specifieke geval van de kogel neemt de camera dus aan dat de straling voor 95 % afkomstig is van emissie door de kogel. Dus veroorzaakt door de temperatuur van de kogel. Maar het is geen 95 %, maar slechts 20 %. De rest is reflectie. En die heeft niets van doen met de kogeltemperatuur. Vandaar dat de voor de stalen kogel gegeven (model)temperatuur veel te hoog is.

Conclusie

Een warmtebeeldcamera meet warmte, maar rekent die om tot temperatuur. Dat is nuttig, gaat ook vaak goed, maar niet altijd. Vooral niet voor ondoorzichtige materialen die warmtestraling goed reflecteren. Zeg met een reflectiecoëfficiënt van boven de ~ 0,5. Denk daarbij aan glimmende materialen als gepolijst staal, maar ook aan glas.

Opgave voor de lezer

Gewapend met de kennis van hiervoor zou de lezer figuur 3a en b goed moeten kunnen interpreteren. Hij toont een warmtebeeld en foto van twee Doppler waterflessen. De linker fles is van plastic, de rechter van staal. Beide hebben bovenop een (omgekeerde) plastic beker en dop. En op beide is met een elastiek een digitale thermometer bevestigd die ongeveer 54 °C aangeeft.

Vragen over de warmtebeelden en corresponderende (model)temperaturen links:

1. Waarom verschillen de flessen in temperatuur?
2. Waarom zijn de doppen juist wél even heet?
3. Van welke fles geeft het warmtebeeld ongeveer de juiste temperatuur?
4. Waarom is de thermometervoeler kouder dan de plastic fles, en bij de andere juist andersom?
5. Wat veroorzaakt de lichte (oranje) verticale streep in de stalen fles, net links van de thermometer?
6. Waarom is de reflectie op de tafel van de plastic fles sterker dan van die van de stalen fles?
7. Waarom kun je bij de plastic fles zien tot hoe ver hij gevuld is en bij de stalen fles niet?

Antwoorden:

1. De temperatuur hangt af van de emissiecoëfficiënt. Die verschilt voor dit plastic en staal.
2. Die zijn bij beide flessen juist wel van hetzelfde materiaal: plastic.
3. Van de plastic fles. Want de emissiecoëfficiënt die de camera aanneemt ligt veel dichter bij die van plastic dan van staal.
4. De voeler is van metaal. Dat reflecteert, maar blijkbaar minder dan de stalen fles. De voeler ziet er ook kouder uit dan dat staal.
5. De reflectie van de emissie door de plastic fles op de metalen fles.
6. De emissie door die van het plastic overtreft die van het staal.
7. Het staal straalt weinig. ●

De bronnen staan bij dit artikel op de NVON-website.



Figuur 3. Warmtebeeld (links) en optisch beeld (rechts) opgenomen van twee waterflessen

Scheikunde in burgerschapsvorming en beroepsoriëntatie

In een gesprek op 16 mei met demissionair onderwijsminister Paul bepleitten NVON-vertegenwoordigers ruimte voor burgerschapsvorming binnen de exacte vakken. In dit artikel wordt verkend hoe burgerschapsvorming, alsook beroepsoriëntatie, onderdeel van het scheikundeonderwijs kan worden.

De combinatie van scheikundeonderwijs met burgerschapsvorming en beroepsoriëntatie is geen vanzelfsprekende. Toch zijn er mogelijkheden. In dit artikel geef ik voorbeelden van een aanzet hiertoe, gebaseerd op 'Chemie in Producten' voor 3-vwo/havo/vmbo-tl. Duidelijk wordt welke vorm van scheikundeonderwijs nodig is en hoe burgerschapsvorming en beroepsoriëntatie inhoud kunnen krijgen.

De kwaliteit van drinkwater

Groepjes leerlingen maken drinkwater uit slootwater. Hierbij voeren ze in het klein alle zuiveringsstappen uit die een drinkwaterbedrijf ook inzet voor oppervlaktewater. Als ze klaar zijn, komt stevast de vraag: "Mevrouw, kunnen we dit drinken?" Een betere inleiding op het volgende onderwerp kun je als docent niet hebben. Dat is controleren of hun drinkwater aan de normen van de Drinkwaterwet voldoet.

Uit de vele normen in die wet is een aantal uitgekozen. Een daarvan is nitraat. Dit komt onder andere in het oppervlaktewater terecht door uitspoeling van mest of kunstmest die op het land is gebracht.

Met een sneltest wordt de concentratie van nitraat bepaald. Alle groepjes leerlingen meten een te hoge concentratie. Dit betekent dat geen van de groepjes iets verkeerd heeft gedaan. De conclusie is dat nitraat door alle zuiveringsstappen heen is geglipt. Hierdoor



Leerlingen buigen zich over hun werk in de zuurkast

komen de belangen van de boeren tegenover die van de drinkwaterbedrijven te staan. Welk belang krijgt voorrang?

Ontwerp van een drinkwaterfabriek

Leerlingen maken kennis met het maken van drinkwater uit zeewater door eerst op laboratoriumschaal zeewater te destilleren. Vervolgens analyseren zij twee voorbeelden waarbij opgeschaald is. Daarna krijgen groepjes leerlingen de opdracht om zelf een drinkwaterfabriek te ontwerpen. Hierbij gebruiken ze niet alleen de kennis die ze bij het destilleren van zeewater hebben opgedaan, maar ook wat ze al weten over het maken van drinkwater uit oppervlaktewater. De fabriek moet aan een aantal kwaliteitseisen voldoen. De docent begeleidt de leerlingen tijdens het ontwerp. Tot slot presenteren de groepjes hun ontwerp aan de andere leerlingen. Vanuit hun eigen

ervaring kunnen zij commentaar leveren op de verschillende ontwerpen.

Bij deze opdracht maken leerlingen kennis met het werk van een ingenieur. Is het gelukt om aan de kwaliteitseisen van de opdrachtgever te voldoen alsook aan de maatschappelijke vraag naar voldoende gezond en goedkoop drinkwater?

De kwaliteit van appelmoes

Om te beginnen maakt de docent appelmoes. Hij vraagt de leerlingen om commentaar op het product. Ze hebben gezien van welke appels de appelmoes gemaakt is. Ze vinden de kleur en de geur goed. Een leerling vindt dat er kaneel bij moet. Zo komen ze tot hun eigen oordeel over de kwaliteit van het product. Kwaliteit blijkt een subjectief begrip. Om in de volgende les zelf appelmoes te kunnen bereiden, maken de leerlingen aantekeningen. Deze gebruiken ze om zelf appelmoes te maken. Als ze klaar zijn, krijgen ze een weckpotje waar ze hun product in doen. Deze gaan in een grote pan met wat water om de appelmoes te conserveren.

De les daarop controleren ze de kwaliteit met behulp van normen en methoden uit de Warenwet. Ook enkele merken appelmoes uit de supermarkt worden aan een kwaliteitscontrole onderworpen. Zo worden de viscositeit en de pH gemeten. Hier is geen sprake meer van individuele indrukken en een subjectieve opvatting over kwaliteit. Door de normen en

methoden uit de Warenwet krijgt het begrip kwaliteit een objectief karakter.

Vervolgens wordt besproken waarom deze wet er is. Deze is bedoeld om onze gezondheid te beschermen. Zo kan met waarnemingen en objectieve metingen vastgesteld worden of een product aan de normen voldoet. Wie controleert de kwaliteit? Hoe wordt er gehandhaafd? En wie heeft invloed op de wetgeving?

Verbetering van de kwaliteit van appelmoes

De toa maakt voor alle groepjes leerlingen appelmoes. Deze verdelen ze over drie plastic bekertjes. Vervolgens voegen ze aan het eerste bekertje natriumsulfiet (E221) toe, aan het tweede L-ascorbinezuur (E300), het derde dient als blanco. Ze sluiten de bekertjes af met een plastic dekseltje en zetten ze in de zuurkast. Na ongeveer een week zien de leerlingen dat de appelmoes met natriumsulfiet niet van kleur is veranderd en ook geen schimmels vertoont. Bij die met L-ascorbinezuur is ook geen kleurverandering opgetreden maar is er wel schimmel ontstaan. De blanco laat zowel een kleurverandering als schimmelvorming zien. Zo kunnen de leerlingen concluderen wat het effect van natriumsulfiet en L-ascorbinezuur op appelmoes is.

Leerlingen in de rol van beroepsbeoefenaren

Na dit onderzoek schrijven de groepjes een brief aan de directeur van een conservenfabriek met advies over wat volgens hen het meest geschikte conserveermiddel is voor appelmoes. Uiteraard moeten ze dit onderbouwen. Hierbij kunnen ze verwijzen naar de uitkomsten van hun onderzoek, maar ook naar de effecten van de betreffende conserveermiddelen op de gezondheid van consumenten met bronnen op het internet of het E-nummerboek van Kamsteeg (2015). Uit hun onderzoek kwam naar voren dat natriumsulfiet het beste conserveermiddel is. Echter, uit de informatie over voedseladditieven bleek dat natriumsulfiet giftiger is dan L-ascorbinezuur. Wat kies je dan en waarom?

De meeste leerlingen kozen voor L-ascorbinezuur. Een groepje dat natriumsulfiet adviseerde, plaatste daarbij de kanttekening dat de ADI-waarde daarvan bij het eten van appelmoes niet overschreden mag worden.

De functie van onderzoek

De maatschappelijke functie van onderzoek is bijdragen aan verbeteringen in allerlei maatschappelijke praktijken. Soms gebeurt dat direct, zoals het voorbeeld over de conservering van appelmoes laat zien. Soms op een indirecte manier doordat onderzoek leidt tot het beschikbaar komen van (betere) testen of (betere) manieren van het bereiden van drinkwater. Behoort het tot de verantwoordelijkheid van elke onderzoeker om inzicht te krijgen of dit ook werkelijk gebeurt?

DE ZAAK PFAS

In het geval van PFAS was men aanvankelijk enthousiast over de vele gunstige eigenschappen van deze stoffen. Ze zijn water-, vet- en vuilafstotend, waardoor ze gebruikt kunnen worden voor bijvoorbeeld regenkleding, verpakkingsmateriaal, antiaanbaklagen in pannen, blusschuim en smeermiddelen. Inmiddels zijn de nadelen van PFAS aan het licht getreden. Ze breken slecht af in het milieu en komen in allerlei organismen terecht. Het meest bekende effect is een verzwakking van het menselijk immuunsysteem. Dupont was al geruime tijd op de hoogte van de risico's. Hadden de onderzoekers van Dupont de risico's niet eerder naar buiten moeten brengen?

Conclusie

Uit bovenstaande voorbeelden blijkt dat scheikunde, burgerschap en beroepsoriëntatie kunnen samengaan als we van chemie in de praktijk uitgaan. Daar doen zich problemen en dilemma's voor die zich lenen voor burgerschapsonderwijs. Burgerschap krijgt de betekenis van verbinding met de buitenschoolse wereld via het begrip 'kwaliteit', maar ook door leerlingen de rol van verschillende beroepsbeoefenaren, zoals analist, onderzoeker, ingenieur alsmede kritisch burger op zich te laten nemen. Zo krijgen ze een indruk van de vaardigheden en de verantwoordelijkheden die daarmee samenhangen. Chemie gebaseerd op praktijk heeft meer



Chemie in Producten, een lesboek voor de derde klassen vwo/havo/vmbo-tl

voordelen. Het geeft leerlingen een modern beeld van het vak. Zo schrijft de wetenschapsfilosoof Koningsveld: "De praktische wetenschappen hebben de theoretische (...) van het toneel verdrongen" (Koningsveld, 2006, 170).

Maar bovenal krijgen leerlingen antwoord op hun vragen: "Waarom moeten wij scheikunde leren?" En: "Wat kun je ermee worden?"

Aanvullende informatie

De kwaliteitscontroles zijn aan de derde klas aangepaste versies van wat er in de betreffende wetten stond. De Warenwet is vervangen door Europese wetgeving. Dit is een kaderwetgeving waarbinnen bedrijven hun eigen controles kunnen ontwikkelen en gebruiken. De controles van de kwaliteit van appelmoes bij een bekende conservenfabriek zijn niet veranderd door deze wetgeving.

In 2019 is er een film uitgebracht over de problemen rond PFAS: *Dark Waters*.

*Met dank aan Lisette van Rens voor haar commentaar op eerdere versies van dit artikel. ●

BRONNEN

- Kamsteeg, J. (2015). *E = eetbaar?: alle E-nummers, kunstmatige zoetstoffen en andere geur- en smaakstoffen*. Gottmer Uitgevers Groep b.v., Haarlem.
- Koningsveld, H. (2006). *Het verschijnsel wetenschap*. Amsterdam, Nederland: Uitgeverij Boom.
- Van der Aalsvoort, J. (2015). *Chemie in Producten*. Interne publicatie Huygens College, Heerhugowaard.

(Mis)concepten visualiseren in de scheikundelessen

Een praktische benadering

Een effectieve werkvorm om het denken van leerlingen te begrijpen is visualisatie. Dit is vooral waardevol bij processen op microniveau. Visualisatie helpt leerlingen een mentaal model te creëren. Het gebruik van storyboards biedt een gestructureerde aanpak om leerlingen te laten beschrijven en tekenen op microniveau. In dit artikel worden de resultaten naar het gebruik van visualisatie in scheikundelessen bij aggregatietoestanden gepresenteerd.

De storyboardactiviteit is uitgevoerd met leerlingen in een 3-havoklas bij het onderwerp aggregatietoestanden (vast-vloeibaar-gas). De storyboardactiviteit kent zeven stappen (Tasker & Dalton, 2006). Onderstaande beschrijft de stappen en de uitvoering in de praktijk:

1. Waarnemingen in woorden weergeven:

In de les worden de drie verschijningsvormen van water (vast, vloeibaar, gas) gedemonstreerd. Leerlingen krijgen een werkblad (zie bij dit artikel op de website) waarop ze individueel hun waarnemingen op macroniveau moeten beschrijven in woorden (5 min.).

Als docent kun je, als leerlingen vastlopen, gebruik maken van de volgende vragen: Hoe ziet het (ijs, water, waterdamp) er nu uit? Wat zie je? Denk aan de stoffeigenschap kleur.

2. Microniveau weergeven:

Leerlingen krijgen vijf minuten de tijd om hun waarnemingen te schetsen op deeltjes-/microniveau (in de blokken naast de tekst). Als docent geef je **geen** aanwijzingen over hoe de deeltjes moeten worden getekend (vorm, aantal, plaats).

3. Overleg tussen leerlingen:

Leerlingen krijgen vijf minuten de tijd om onderling te overleggen over de gemaakte schetsen. De docent kan adviseren om vooral te letten op onderlinge afstand, vorm deeltjes en ruimtelijke verdeling.

4. Animatie bekijken:

Een korte video over faseovergangen wordt getoond (KOO, 2010), waarbij de docent de mogelijkheid heeft om de uitleg in de video aan te vullen.

5. Overleg verschillen en overeenkomsten van de animatie met de eigen schetsen:

Leerlingen krijgen vijf minuten de tijd om in groepjes hun schetsen opnieuw te bekijken en passen deze indien nodig aan met een andere kleur pen.

6. Verband leggen tussen weergave van het verschijnsel op microniveau en symbolische weergave (formules, reactievergelijking):

Deze stap was bij ons voorbeeld niet

van toepassing.

7. Mentale model aanpassen. Zorgen dat leerlingen hun schetsen hebben aangepast naar het correcte model. Het mentale model kan worden gecheckt door een verklaring te geven van een waarneming met een andere stof of reactie. In ons geval gingen de leerlingen aan de slag met het deeltjesmodel uit het boek. De leerlingen hebben hun werkblad ingeleverd en in de volgende les is de analyse besproken.

Analyse en Resultaten Misconcepten

Na het uitvoeren van de opdracht is het belangrijk om de resultaten kort te analyseren om inzicht te krijgen in de verschillende denkbelden van de leerlingen.

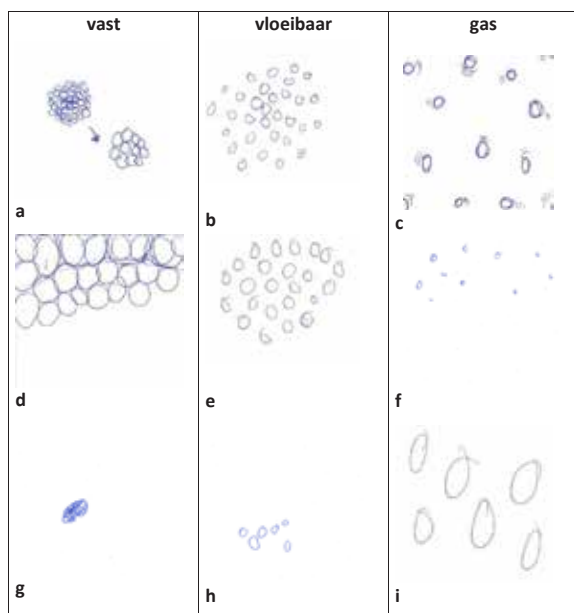
Grootte deeltjes

Analyse van de storyboards laat zien dat leerlingen zowel kloppende als verkeerde denkbelden hebben. Meer dan een derde van de leerlingen geeft watermoleculen in de vaste-, vloeibare- en gasfase weer met dezelfde grootte (figuur 1a-c), maar bijna twee derde van de leerlingen denkt dat watermoleculen groter of kleiner worden in de verschillende fasen (figuur 1d-f en 1g-i). Bij de helft

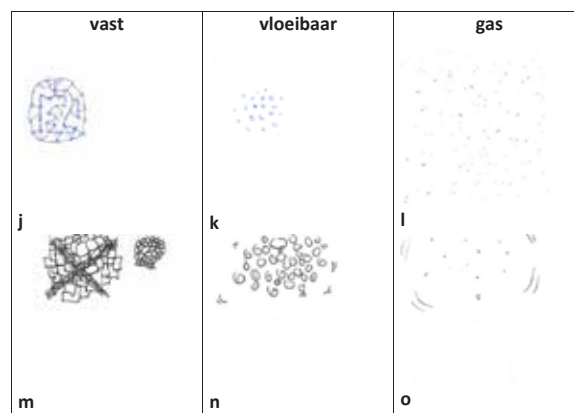
TALITHA VISSER is vakdidacticus aan de Universiteit Twente. Zie: [linkedin.com/in/talitha-visser-2017](https://www.linkedin.com/in/talitha-visser-2017)

LEONTINE DE GRAAF is docent scheikunde op Noordijk Lyceum in Almelo en vakdidacticus scheikunde aan de Universiteit Twente. Zie: [linkedin.com/in/leontine-graaf-51b043aa](https://www.linkedin.com/in/leontine-graaf-51b043aa)

ROOS VAN LIER is lerarenopleider scheikunde aan Hogeschool Windesheim. Zie: [linkedin.com/in/roosvanlier/](https://www.linkedin.com/in/roosvanlier/)



Figuur 1



Figuur 2

van de leerlingen met dit misconcept worden moleculen steeds kleiner van vast, naar vloeibaar, naar gas (figuur 1d-f). De misconcepten die hieraan ten grondslag liggen zijn dat “watermoleculen het grootst en zwaarst zijn in de vaste fase” (Horton, 2001), dat “bevrozen watermoleculen groter maakt” (Özalp & Kahveci, 2015) en dat “de plotselinge verandering in temperatuur, als een blok ijs uit de vriezer wordt gehaald, ervoor zorgt dat de deeltjes kleiner worden” (Barker, 2000). Hiermee kennen leerlingen de macroscopische eigenschap krimpen toe aan deeltjes (Barker, 2000; Van Graft, Boersma & Knippels, 2009). Bij de andere helft van de leerlingen met dit misconcept worden moleculen steeds groter van vast, naar vloeibaar, naar gas (figuur 1g-i). De misconcepten die hieraan ten grondslag liggen zijn dat “moleculen uitzetten als ze verdampen” (Horton, 2001) en dat “naarmate de temperatuur stijgt, deeltjes warmte opnemen en uitzetten” (Barker, 2000). Hiermee kennen leerlingen de macroscopische eigenschap uitzetten toe aan deeltjes (Barker, 2000; Van Graft, Boersma & Knippels, 2009).

Weergave moleculen

Bovendien is er een aantal opvallende weergaven van de watermoleculen. Enkele leerlingen tekenen staafjes tussen moleculen (figuur 2j (vast)). De misconcepten die hieraan ten grondslag liggen zijn dat “de ruimte tussen atomen en moleculen niet leeg is” en dat “het niet zo kan zijn dat er ‘niets’ zit tussen deeltjes” (Barker, 2000; Horton, 2001). Verder tekenen leerlingen watermoleculen meestal als rondjes of stipjes (figuur 2k-l en 2n-o), maar in het geval van water (s) teken-

de één leerling in eerste instantie de moleculen als vierkantjes (figuur 2m). Hiermee kent deze leerling de macroscopische eigenschap van de vierkante vorm toe aan deeltjes (Boersma et al., 2009). Verder is het goed dat een aantal leerlingen aangeeft dat deeltjes bewegen. Dit wordt meestal aangegeven in de gasfase (figuur 1c en 2n-o), maar ook in de vaste- en vloeibare fase wordt dit getekend.

Afstand tussen moleculen

Wat betreft de afstand tussen moleculen tekenen bijna alle leerlingen de moleculen in de vaste fase dicht tegen elkaar (figuren 1a, 1d, 1g en 2m). Dat is een goed denkbeeld, maar er moet wel worden voorkomen dat leerlingen het misconcept hebben dat “er geen ruimte is tussen moleculen in de vaste fase” (Horton, 2001). Bovendien geeft bijna driekwart van de leerlingen de afstand tussen de moleculen correct weer: groter van vast, naar vloeibaar, naar gas (figuur 1a-c, 1d-f en 1g-i). Verder zijn bij alle leerlingen, maar ook in methodeboeken, de afstanden tussen moleculen niet op schaal getekend. De afstand in de gasfase is ongeveer 9-10 keer groter dan in de vaste- en vloeibare fase.

Conclusie

De analyse van de storyboards toont aan dat leerlingen zowel kloppende als verkeerde denkbeelden hebben. Er wordt informatie verkregen over de denkbeelden van leerlingen in dit geval grootte, weergave en vorm van de moleculen, afstand tussen en ruimtelijke verdeling van de moleculen. Deze werkvorm is daarom geschikt voor het visualiseren van denkbeelden van leerlingen en

het vaststellen van misconcepten. Door deze misconcepten te identificeren, kunnen docenten gerichte interventies ontwerpen om de wetenschappelijke concepten beter uit te leggen. Visualisatie is ook goed inzetbaar bij demonstraties met reacties. In het boek *ShowdeChemie – effectief demonstreren* (De Gruijter & Kramers-Pals, 2023) staat de proef van staalwol in koper(II)nitraat. Tips om bij deze proef begripsvorming te ondersteunen middels visualisatie staan op de site bij het boek: www.nvon.nl/leswerk/showdechemie-rx10-staalwol ●

BRONNEN

- Barker, V., (2000). *Beyond Appearances: Students' misconceptions about basic chemical ideas*. Royal Society of Chemistry.
- Gruijter, J. de, Kramers-Pals, H., (2023) *Showdechemie – effectief demonstreren*. NVON.
- Van Graft, M., Boersma, K., & Knippels, M., (2009). *Concepten van kinderen over natuurwetenschappelijke thema's*. Stichting leerplanontwikkeling (SLO)
- Horton, C. (2007). Student alternative conceptions in chemistry. *California Journal of Science Education*, 7(2), 18-38.
- Özalp, D., & Kahveci, A., (2015). *Diagnostic assessment of student misconceptions about the particulate nature of matter from ontological perspective*. *Chemistry Education, Research And Practice*, 16(3), 619-639. <https://doi.org/10.1039/c5rp00096c>
- KOO. (2010). *Drie fasen*. www.youtube.com/watch?v=VYXcSigZIVU
- Tasker, R., & Dalton, R. (2006). Research into practice: visualisation of the molecular world using animations. *Chemistry Education Research and Practice*, 7(2), 141-159.

Leiding geven met je lichaam

“Waarom doen we dit niet tijdens de normale lessen op de lerarenopleiding?” Deze vraag krijg ik altijd na een training ‘Stevig voor de Klas’.

Laatst hebben we geëxperimenteerd met het uitleg geven (de bloedgroepen), hoe langzaam of snel je schrijft op het bord, wanneer je opkijkt tijdens het schrijven en hoe pauzes in je spraak je verhaal ondersteunen. We hebben zelfs met posities van de voeten geoefend en welke draaiing van het lichaam dan welk effect heeft op de beleefde nabijheid of afstand en hoe de informatie dan over komt.

Dat kan ik niet van te voren bedenken. Het staat ook in geen enkel boek. Daar staat wel in: contact maken, overlappen, alert zijn, continu signaal, rust, duidelijkheid. Maar hoe doe je dat? In dit artikel beschrijf ik wat variabelen waar je mee kunt spelen om een bepaald effect te krijgen.

Langzaam

Binnen een seconde heeft de leerling een inschatting gemaakt hoe dominant de ander is. Dat stamt van ons dierlijke brein, dat razendsnel moest kunnen beslissen of je vlucht of vecht. Voor de klas vertaalt dat zich naar een docent met een redelijk langzame pas, hoofd recht, langzame bewegingen, brede gebaren, handpalmen zichtbaar, hoofd en

voorkant van het lichaam zichtbaar, lange passen, een neutraal gezicht of glimlach. Sommige mensen helpt het om hierbij aan de ietwat wiegende, langzame tred van een leeuw te denken.

Elke vorm van haast of schichtigheid in het lichaam, korte, snelle bewegingen, doorbreekt de rust van leiderschap. Hierbij moet ik vaak aan onze hond denken, die vaak nieuwsgierig en een beetje angstig op een poes komt afsnuffelen als deze stil zit en kijkt. Zolang de kat blijft zitten en lange,



grote bewegingen maakt (blazen, sissen, zich groot maken), houdt deze de hond op afstand. Echter, zodra de kat schrikt, wegrent of weggijkt, stormt zij op de poes af en

DOORLOOPIE

Zoals er in de ‘Doorloopjes’ (Sherrington e.a., 2021) gewerkt wordt met stappen, zo oefenen wij vaak de stappen van het aandacht vragen en instructie geven.

- 1 *Neem positie in:* Ga stil staan op een plaats voor de klas waar je iedereen kunt zien. De juiste plaats hangt af van jouw eigen grootte en lichaamshouding, maar een vuistregel is twee armlengtes van de voorste personen af. In het midden kun je staan met je lijf frontaal naar de klas. Zet je voeten op heupbreedte, tenen naar voren, knieën licht gebogen, maak je buik lang. Kijk langzaam de groep rond, laat je hoofd je ogen volgen.
- 2 *Geef een signaal:* Een geluidssignaal is het beste. Het hangt van jouw voorkeur af. Vaak wordt gebruikt: “Mmmmménen!”, “Ggggoeoeoe morgen!”, “Okeeeee!”. Daarbij is een lange medeklinker of

plosief (Dááámes en Heren) behulpzaam om je stem te sparen. De eerste klinker is hard en lang van toon, de rest van de frase wordt zachter en lager uitgesproken of daalt in toon. Tikken, klappen, met vingers knippen kan soms, maar als het te vaak gedaan wordt, verdwijnt het effect. Een visueel signaal kan ook: op sommige scholen wordt het luisterteken gebruikt (met duim en wijsvinger naar boven wijzen). Je kunt experimenteren met armen wijd, stil en breed staan en kijken, armen in de zij of armen over elkaar. Vind uit wat bij jou werkt en doe ideeën van je collega’s op.

- 3 *Wacht:* Sta stil, blijf kijken en wacht. Laat de stilte vallen. Noem eventueel wat namen op neutrale toon (niet hard, eerder zacht). Houd je gezicht in een neutrale stand. Ga niet in op vragen of



EDITH DE VRIES is van oorsprong docent Engels. Ze is nu lerarenopleider en docent trainer aan de NHLStenden Hogeschool in Leeuwarden. De trainingen Stevig voor de Klas zijn ontstaan vanuit de behoefte van studenten om te oefenen met situaties voordat ze in de klas kwamen.



jaagt ze de poes achterna. Iemand vluchtig aankijken, ogen die vanuit de ooghoeken kijken zonder dat het gezicht volgt, snelle hand- of armgebaren, ellebogen tegen het

opmerkingen van leerlingen. Houd je eigen mond en wees stil. Kijk naar waar nog verstoring is. Zodra iemand stopt en naar jou kijkt, kijk verder. Als de stilte valt, begin je.

4 *Geef instructie:* Als je instructie geeft, doe het kort. Maak het zo makkelijk mogelijk de instructie te volgen, zoals 'pak een pen en je schrift', 'voeten naar voren, ogen hier', 'ik geef zo een korte uitleg over de nieuwe paragraaf. Kijk mee naar het bord'. Je stem is neutraal en laag. Tijdens de instructie blijf je staan en kijk je de klas langzaam rond. Kijk net zo lang tot iedereen het gedaan heeft. Als het ergens langzaam gaat of niet, kijk die persoon aan. Zodra die in beweging komt, kijk verder. Sluit af met 'goed', 'mooi' of een compliment, of begin met je uitleg of klassengesprek.

lijf, friemelende vingers, voeten die smaller dan heupbreedte staan, een ingezakte buik, zijn signalen die de aandacht afleiden van de boodschap. Die boodschap is: ik ben te vertrouwen.

Aanwezigheid

Waar veel oefentijd in gaat zitten, is aanwezig zijn voordat er relatie gemaakt wordt. In de situatie dat een klas voor een deur staat te dringen om naar binnen te gaan, helpt het om tijdens het aanlopen al te voelen dat je in je eigen ruimte staat, alsof er een cirkel om je heen is. Je kunt je pas vertragen, even wat langer oogcontact maken met iemand, wat meer ruimte onder je oksels creëren door je voor te stellen dat er tennisballen in je oksels zitten. De volgende les na een pauze, kijk eens wat het effect is – of het stiller wordt, of leerlingen aan de kant gaan. En laat het niet bij één keer – let op onderdelen van je lichaam waarmee je net iets vertraagt en observeer effecten bij leerlingen.

Positie

De start van een les, waarin je de aandacht wil vangen van alle leerlingen, is net zo'n mooi oefenmoment. Bij de trainingen experimenteren we vaak met de afstand die een persoon neemt tot de klas. Bij elk lichaam past een afstand die precies het gevoel van duidelijkheid, contact en veiligheid uitdrukt voor een start. Doe eens een stap naar achter, naar voren of naar opzij en kijk of je meer of juist minder opgemerkt wordt. Intervisie-momenten kunnen goed gebruikt worden voor dit experiment, omdat dan de aanwezigen onmiddellijk feedback kunnen geven. Bij de optimale positie (bij die groepsgrootte), zullen meerdere mensen tegelijkertijd een signaal geven dat de afstand klopt.

rimenteren we vaak met de afstand die een persoon neemt tot de klas. Bij elk lichaam past een afstand die precies het gevoel van duidelijkheid, contact en veiligheid uitdrukt voor een start. Doe eens een stap naar achter, naar voren of naar opzij en kijk of je meer of juist minder opgemerkt wordt. Intervisie-momenten kunnen goed gebruikt worden voor dit experiment, omdat dan de aanwezigen onmiddellijk feedback kunnen geven. Bij de optimale positie (bij die groepsgrootte), zullen meerdere mensen tegelijkertijd een signaal geven dat de afstand klopt.

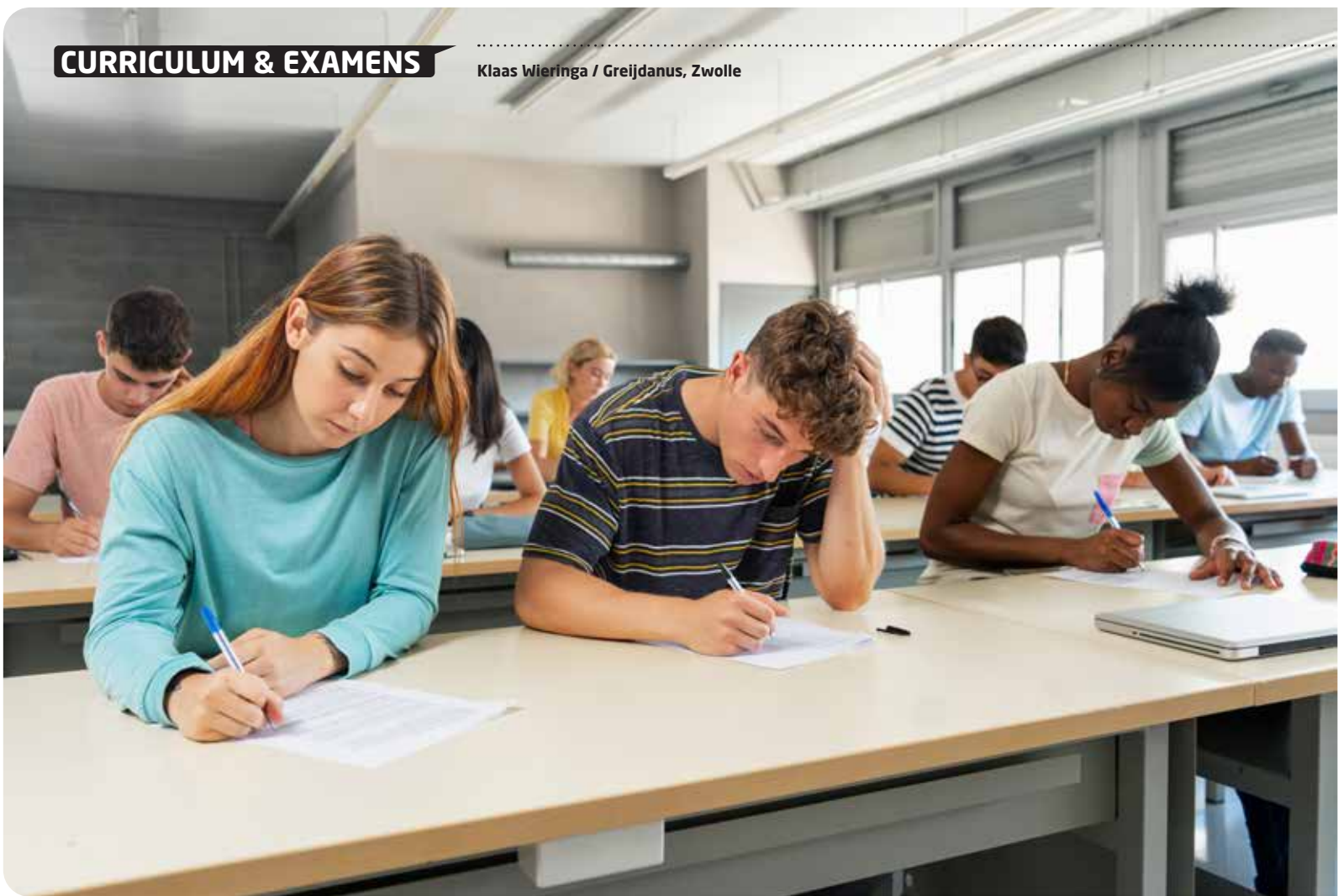
Kenmerkend

Het blijkt dat beginnende docenten hier vaak stappen in overslaan. De stap die je overslaat, kun je bewust oefenen, elke dag meerdere keren. Daarnaast heeft iedere docent een eigen uitvoering van elke stap. Wat is kenmerkend voor jouw signaal? Waar sta jij of wat doe jij terwijl je wacht? Waar kijk je naar? Hoe houd je je handen? Zit jij het liefst voor de klas of sta je altijd? Kun je het ook allebei? Hoe meer variaties je kunt gebruiken, des te wendbaarder ben je als er een situatie is die niet meteen werkt. Het begint ermee dat je bewust bent uit welke elementen jouw lichaamstaal bestaat en welke mogelijke stappen je kunt nemen.

Na de training van afgelopen week was één studente in tranen. Ze had al zo lang te horen gekregen dat ze iets zichtbaarder voor de klas moest staan en nog nooit had ze geoefend met de lengte van haar signaal: "Okeeeeeeeee". Het bleek dat ze een prachtige stem had, die doordrong tot achterin. Alleen die had ze nooit zo leren gebruiken. De feedback en reflectie hadden haar nog niet verder geholpen. Het oefenen met ellebogen naar buiten, voeten uit elkaar en grote gebaren maken wel. Eerst werken aan aanwezigheid. Daarin valt het maken van relatie en dat is bedoeld om de boodschap over te laten komen. ●

BRON

• Sherrington, T., Caviglioli, O. (2021). *Doorloopjes*. Culemborg: Phronese.



Project NVON-itembanken

Hoe we als NVON verder willen werken aan ontwikkeling en verbetering van toetsing

Voor veel docenten is het samenstellen, afnemen en nakijken van toetsen een klus die veel tijd en energie vraagt. Welke toetsvragen zet ik in om het niveau van mijn leerlingen goed te beoordelen? Hoe kom ik tot een goede samengestelde toets over de inhoud van de lesstof? En: waar vind ik goed oefenmateriaal ter voorbereiding op de toets?

In enkele minuten een toets samenstellen en afdrukken of in de toetsomgeving klaarzetten is voor veel collega's nog steeds een ideaalbeeld. Veel scholen maken er beperkt gebruik van, maar het levert de docent nog niet de (tijd)winst op die er mogelijk is. Er is wel digitaal materiaal, maar lang niet altijd van de kwaliteit die een docent graag zou zien, of het ontbreekt aan tijd om een goede verzameling aan te leggen.

Itembank biologie

Voor het vak biologie heeft de NVON een grote toetsenbank beschikbaar, alleen is deze op het moment alleen maar te gebruiken in het toetsprogramma Quayn. Ruim vijftien jaar geleden namen collega's bij de NVON (onder andere Jan Willem Noordenbos en Henk Weerdesteyn) het initiatief om een verzameling toetsvragen samen te stellen voor biologie, die is uitgegroeid tot de

itembank biologie. Later zijn ook anderen (onder andere René Westra) aangehaakt en zo is de itembank uitgegroeid tot tienduizenden vragen, vanuit verschillende bronnen. Elke vraag is gelabeld op niveau en onderwerp: de metadata. Deze metadata helpen om op basis van een zoekopdracht binnen beperkte tijd verschillende versies van een toets samen te stellen. Deze itembank is een parel: de meest uitgebreide en kwalitatief

hoogstaande verzameling van vragen die we in Nederland hebben. Enige tijd geleden heeft Allard Bijlsma, bedenker van WinToets, bij de NVON aangegeven dat we wat met de Itembank moesten gaan doen, zodat deze schat niet verloren zou gaan. Ook Jan Willem Noordenbos heeft zich er hard voor gemaakt om digitale toetsing meer onder de aandacht te brengen. Doordat het niet mogelijk is om de vragen met metadata te exporteren naar andere toetsprogramma's zit de itembank als het ware vast in Quayn. Dit betekent dat het niet voor alle leden mogelijk is om de itembank te gebruiken.

Project Itembanken

In september 2023 is de NVON gestart met het project 'NVON-itembanken'. Klaas Wieringa (docent biologie en gebruiker van de itembank) is aangesteld als projectleider, Allard Bijlsma, Jan Willem Noordenbos en René Westra zijn onder andere betrokken vanuit hun eigen expertise.

Als NVON willen we door dit project de unieke verzameling vragen weer kunnen delen, bewerken, aanvullen en soepel uitwisselen tussen platforms, zodat docenten weer goed gebruik kunnen maken van de itembank.

In de afgelopen periode is vooral gekeken naar de bestaande itembank. Op welke manier zouden we deze voorraad vragen weer goed beschikbaar kunnen maken voor collega's? Punt van aandacht hierbij was dat het, zeker voor startende docenten, een uitdaging is om een geschikte toets uit de itembank te halen. Daarom hebben we de complete bank (die al was opgedeeld in negen deelbanken) verder onderverdeeld in ruim veertig deelbanken. Hierna heeft Allard toetsen gegenereerd van ongeveer vijftien vragen, ingedeeld op niveau, en onderwerp. Aangezien dit al in Quayn-formaat staat, zal het op korte termijn ook hier vindbaar en bruikbaar zijn.

Vanaf de start van het project is het doel dat het voor docenten mogelijk wordt, ongeacht welk toetsplatform de school gebruikt, om al het oude en nog te ontwikkelen materiaal digitaal en op papier te kunnen gebruiken, zonder dat ze zich druk hoeven te maken over de technische kant daarvan.

In dat kader is het mooi dat Allard ook door

Kennisnet is gevraagd om hen te adviseren rondom het opzetten van een goede toets-ontwikkelomgeving. Het project van de NVON zorgt ervoor dat er al veel materiaal beschikbaar is waarmee snel getest kan worden.

Wikiwijs

Binnen Wikiwijs is het op dit moment al mogelijk om een toets binnen een arrangement te maken, eventueel kunnen leerlingen via een link deze toets maken. Helaas is het op dit moment niet mogelijk om toetsen goed te exporteren naar de veel gebruikte toetsplatforms op scholen, waardoor bijvoorbeeld resultaten niet goed kunnen worden bijhouden. Er wordt op dit moment gewerkt aan een verdere ontwikkeling van de toetsmodule, zodat in de toekomst, naast toetsen in een arrangement, ook losse toetsvragen en toetsbanken gemaakt kunnen worden. Kennisnet werkt daarnaast aan een goede exportstandaard (IMS-QTI 3.0) en is ook in gesprek met verschillende toetsplatforms om ervoor te zorgen dat deze programma's een importfunctie (en mogelijk ook exportfunctie) krijgen voor de toetsen die ontwikkeld zijn in Wikiwijs. Ook is contact gezocht met

inhoudelijk gebouwd worden aan goede toetsenbanken. Daarnaast zijn er waarschijnlijk ook collega's die zelf een toetsenbank hebben opgebouwd in hun carrière. Door deze banken te verzamelen kan vrij snel een grote vragenbank ontstaan waarvan iedere bèta-docent weer profijt kan hebben. Zeker in een tijd waarin de werkdruk hoog is en waar het principe van toetsing veel bediscussieerd wordt, is het goed om inhoudelijk te werken aan goed toetsmateriaal, dat zowel summatief als formatief kan worden gebruikt.

Komend seizoen

Voor het komende seizoen is het de bedoeling dat de technische mogelijkheden binnen Wikiwijs zo worden ontwikkeld dat toetsontwikkeling daar kan plaatsvinden. We willen ervaring opdoen met auteursteams om zo te ondervinden wat goed werkt. Daarnaast is het belangrijk om vooraf goed na te denken over de metadata die aan vragen meegegeven worden, zodat het zoeken naar toetsvragen intuïtief gedaan kan worden. Afgelopen voorjaar is in dat kader ook de pilot 'zoeken binnen wikiwijs' gestart.

Voor biologie is er een grote voorsprong, maar zijn er zeker onderdelen waar nog veel voor ontwikkeld kan worden. Voor de andere vakken kan klein gestart worden met het verzamelen van beschikbare materialen. Zeker voor een vak als nlt kan dit de toets- en oefenmogelijkheden bij modules vergroten. De NVON kan daarnaast werken aan een databank met goed geteste eindtoetsen en mogelijk ook schoolexamens. Tenslotte kan de NVON een belangrijke rol nemen in de bijscholing van bèta-docenten op het gebied van toetsing. Daarbij kan het goed zijn om samen met leraar-opleidingen te kijken naar wat nuttig is voor startende docenten en ervaren docenten.

Heb je zelf ervaring met het maken van toetsen, of ben je in het bezit van een verzameling met toetsvragen? Ga je bijna met pensioen, maar wil je nog wel aan de slag met het bedenken van goede en bruikbare vragen? Ben je geïnteresseerd in de mogelijkheden van AI als het gaat om het bedenken van vragen rondom basiskennis en begrip-pen? Stuur dan een mail naar klaas.wieringa@nvon.nl. We willen graag met je in gesprek gaan! ●

De
biologie-
itembank is
een parel

andere vakverenigingen om zo voor allerlei vakken toetsbanken te kunnen opzetten in Wikiwijs.

Voor de NVON ligt hier een mooie kans om het nut van de vakvereniging voor leden nog groter te maken. Door auteursteams in te stellen die samen werken aan het ontwikkelen van goede toetsvragen in Wikiwijs, kan

Science zonder sommetjes

Verhalen vertellen in de klas

"Ik heb een plaats gezocht waar niemand me zag, heb vuur gemaakt, de smeltpot erop gezet, hem een half uur lang gloeiend heet gemaakt en toen laten afkoelen. Ik heb hem gebroken en daar was het, het schijfje glanzend, zwaar metaal, dat je met je nagel kunt inkrassen, dat je hart verruimt en de moeheid uit je benen doet verdwijnen..." Over welk element heeft de Italiaanse auteur en chemicus Primo Levi het hier?

Jong NVON heeft op vrijdag 7 juni 2024 een pizzalezing gehad van Remco Vasterink en Marijn van Nijhuis over 'storytelling' in de les en hoe je dit kunt inzetten. De workshop begon niet alleen met enkele verhalen uit romans, maar ook uit boeken die speciaal bedoeld zijn voor het onderwijs.

Verhalen zijn niet alleen sterke handvatten voor het organiseren, opslaan en beschrijven van kennis, maar ook om kennis over te brengen. Verhalen verbinden gedeeltes van het brein die niet per se aan elkaar gerelateerd zijn, het gebruiken van verhalen in de les kan de concentratie en het ervaren van positieve emoties bij je leerlingen vergroten. In bijna elk verhaal gebeurt er op het hoogtepunt iets onverwachts. Ons brein is zo geprogrammeerd dat wij het onverwachte verder willen onderzoeken, waar-

door onze nieuwsgierigheid wordt geprikkeld. In de meeste verhalen, vooral thrillers, zijn er incomplete- den in het verhaal, ons brein wil deze gaten graag opvullen en weten wat er verder gebeurt. Dit maakt, logischerwijs, dat je dus meer wil weten van dit verhaal.

Er bestaan veel geschreven verhalen die je kunt gebruiken in je les of je kunt zelf je verhaal schrijven met behulp van een plot-matrix, zoals weergegeven in de afbeelding. Hieronder vind je een deel van één van mijn eigen verhalen waarmee ik begin als ik het wil hebben over het periodiek systeem:

"Daar sta ik dan, voor een groep bebloede soldaten te vertellen over de gevaarlijke bom die wij aan het maken zijn, waarvan we ook zeker nog niet alle risico's weten. Het begon allemaal zo'n 7 maanden geleden. Ik zat thuis te werken aan mijn proefschrift voor mijn afstudeerproject, toen ik gebeld werd om naar het lab te komen. Het klonk belangrijk, ik pakte gauw mijn spullen en wandelde naar het lab in Amsterdam. Eenmaal aangekomen bij het lab stond er een groep soldaten uit Amerika; aan de emblemen op hun uniform te zien hebben ze een hoge rang. Ik mocht plaatsnemen in het kamertje dat wij meestal gebruiken voor overleggen. Eén van de mannen begon te praten over mijn proefschrift. "You have an excellent mind, you talk about a way to gain a lot more plutonium per kilogram if we use a different atom. We want you to come to America and work on this project, to help our research team build a larger plutonium core." In de verte hoorde ik dat er schoten gelost worden, de man zag aan mij dat ik hiervan

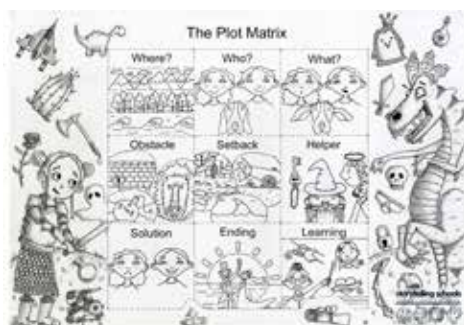
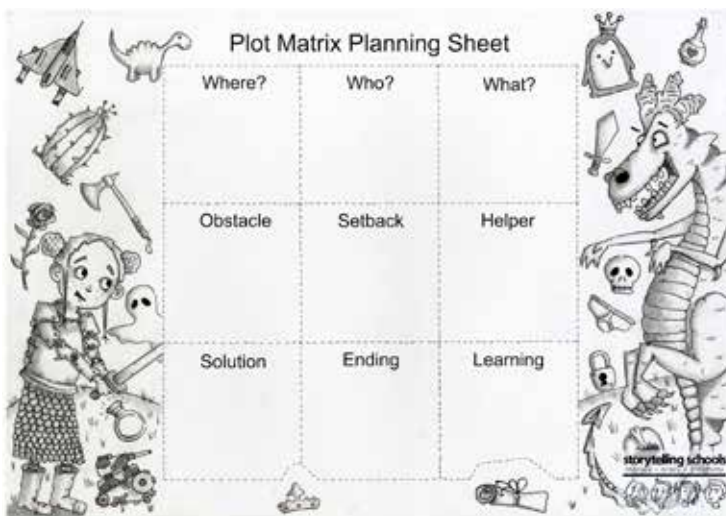
schrok. *"Don't you want to help end this war against Hitler?" "Well, yes! Of course."* Voor ik het doorhad zat ik in het vliegtuig en begon de reis die ik nooit meer zal vergeten. De reis die mijn leven veranderde. Ik kreeg snel een appartementje toegewezen, alles was verzorgd. Het duurde een stuk langer dan de soldaten en het corps hadden gehoopt, maar na maanden samenwerken met studenten en wetenschappers was het bijna zover. We wisten nog een aantal details van onze gebouwde bom niet, zoals de radius van de radioactieve straling? Wat is het effect van deze radioactieve straling op de mensen, dieren en planten over een aantal jaar? Ik weet dat deze bom een serieuze explosie geeft, en dat er veel doden zullen vallen. Niet alleen soldaten, maar ook burgers. Dit dilemma houdt mij al een aantal nachten wakker. Ik wil niet dat deze bom gebruikt wordt, maar hoe houd ik dit tegen? Dit verhaal gaat uiteraard nog verder, maar dit is een kleine blik op mijn inspiratie dankzij deze pizzalezing! En het element waar het over ging in de inleiding was natuurlijk lood!

Voor meer informatie:

Thurlings, A. en Nijhuis, M. van (2020), 'Science zonder sommetjes', NVOX 49(4) 176-177

Ook een pizzalezing bijwonen? Houd de agenda van Jong NVON in de gaten!

GAËLLE SAKES, DOCENT SCHEIKUNDE EN NATUURKUNDE OP AMSTELVEEN COLLEGE TE AMSTELVEEN



Wetenschap kan anders

Hoe maak je de wereld klaar voor klimaatverandering?

Als ik even niks te doen heb, ga ik naar de website van mijn favoriete krant en bekijk ik wat er voor boeiends geschreven wordt over wetenschap. Mijn oog viel op een artikel waarbij betoogd werd dat de wetenschap meer moet experimenteren om de wereld klaar te maken voor klimaatverandering. Natuurlijk trekt een goede titel direct de aandacht, dus klikte ik het artikel aan. Geregeld vraag ik mij af hoe het kan dat er mensen zijn die klimaatverandering ontkennen, ondanks dat er zoveel wetenschappelijk bewijs is dat dit proces al jaren gaande is. Vaak verzucht ik dan dat mensen 'er gewoon niet genoeg van begrijpen' en begin ik mij af te vragen hoe je mensen wél kan laten begrijpen wat er gebeurt in de wereld. Dan denk ik aan de wetenschap, aan bepaalde artikelen die doorgeploeterd moeten worden, en dat dat voor de gemiddelde mens (en soms ook voor mij, met iets meer wetenskapskennis) vaak lastig te begrijpen is. Welke rol vervult de wetenschap binnen onze kennissamenleving, en hoe kan deze, indien nodig, veranderd worden? Hoe kunnen we onze leerlingen meer bewust maken van het belang van wetenschap?

Klimaatverandering: een veelzijdig onderwerp

Klimaatverandering is niet alleen een onderwerp dat interessant is voor biologie of aardrijkskunde, maar ook voor bijvoorbeeld scheikunde. Bespreek niet alleen met de leerlingen de basis van klimaatverandering (bijvoorbeeld versterkt broeikaseffect), maar laat ze ook zelf onderzoek doen naar de impact van bepaalde veranderingen op de verschillende ecosystemen op aarde. Laat leerlingen zoeken naar actuele voorbeelden, afbeeldingen en (wetenschappelijke) artikelen. Verder is het niet alleen leuk, maar ook heel boeiend, om eens een gastspreker uit het veld te laten komen. Klimaatwetenschappers of -activisten, beleidsmakers of de fotografen die de foto's bij artikelen over klimaatverandering aanleveren. Door klimaatverandering vanuit ver-

schillende invalshoeken te benaderen, kun jij als docent niet alleen de complexiteit, maar ook de onderlinge verbanden van het probleem duidelijk maken. Eventueel zou je een vakoverstijgend project kunnen doen met de leerlingen, of zelfs een projectweek oprichten.

Wat voor projecten?

Om klimaatverandering begrijpelijker te maken voor de leerlingen en ze er actief mee bezig te laten zijn in een projectweek, kun je verschillende projecten organiseren. Denk hierbij aan bijvoorbeeld een schooltuin waar leerlingen kunnen leren over duurzame landbouw, composteren, biodiversiteit en seizoensgewassen. Dit laat de leerlingen op een leuke, praktische manier nadenken over de impact van voedselproductie op het klimaat.

Je zou ook met de leerlingen een energieproject kunnen doen over het schoolgebouw. Laat ze eens onderzoeken waar de energie vandaan komt om het schoolgebouw te verwarmen en verlichten. Vragen als: Wat voor lichtbronnen worden er gebruikt? Hoeveel stroom gebruiken deze lichtbronnen bij elkaar, kan dit nog duurzamer? Wanneer staat de kachel aan en hoe warm staat deze? Leerlingen kunnen dit met elkaar onderzoeken, terwijl ze zich bewust worden van de impact van ons energieverbruik op het klimaat.

Verder zou je leerlingen kunnen betrekken bij 'citizen science projects', waarbij leerlingen data verzamelen over bijvoorbeeld de lokale waterkwaliteit, bepaalde weergegevens of de samenstelling en kwaliteit van de bodem. Hiermee dragen de leerlingen bij aan écht wetenschappelijk onderzoek, wat een grote motiverende factor kan zijn. Je zou met verschillende (wetenschappelijke) instanties uit de omgeving kunnen samenwerken om met leerlingen een profielwerkstuk te maken. Zo werken wij bijvoorbeeld samen met NIOZ (Nederlands

Leerlingen op een zeilboot tijdens hun samenwerking met NIOZ, foto: Remco Schaap van Lyceum aan Zee



Instituut voor Onderzoek der Zee) op Texel, waar leerlingen uit 5-havo en 6-vwo mee kunnen werken aan verschillende lopende onderzoeken of zelf een onderzoek kunnen uitvoeren naar het leven in de zee. Zoals je ziet zijn er dus veel opties om de leerlingen bewust te maken van klimaatverandering en de rol die de wetenschap hierin kan spelen. Misschien heb je tijdens het lezen van dit artikel nog wel meer goede ideeën bedacht om meer bewustzijn te creëren!

TOSCA TAMIS, DOCENT BIOLOGIE OP LYCEUM AAN ZEE TE DEN HELDER

Het is altijd leuk om te schrijven voor Jong NVON. Ik doe het met veel plezier! Wil je een bijdrage leveren of heb je leuke ideeën om over te schrijven? Graag ontvangen we dan jouw bijdrage via jong@nvon.nl met een cc naar redactie@nvon.nl.

TOSCA TAMIS, DOCENT BIOLOGIE OP LYCEUM AAN ZEE EN MAVO AAN ZEE TE DEN HELDER



Galilei's *Il Saggiatore* in de kijker

Terugblikken, 400 jaar na publicatie

De eerste telescopische observatie van kometen resulteerde in 1623 in de publicatie van een opmerkelijk boek, *De Keurmeester (Il Saggiatore)*, geschreven door Galileo Galilei (1564-1642). Dit werk valt op door zijn context, inhoud en taalgebruik. Na 400 jaar is het waardevol om aandacht te besteden aan dit minder bekende werk.

De historische context

In de herfst van 1618 werden voor het eerst in de geschiedenis drie kometen telescopisch waargenomen. Hoewel Galileo Galilei (figuur 1) zelf door ziekte niet in staat was deze waarnemingen te doen, leidde dit tot een levendige discussie over de onveranderlijkheid van de hemel. Traditioneel onderscheidde men twee werelden: de veranderlijke aardse wereld en de eeuwige, onveranderlijke wereld van de hemellichamen.

Als reactie op deze waarnemingen publiceerde de jezuïetgeleerde Orazio Grassi (1583-1654) zijn *Disputatio astronomica de tribus cometis anni* (1618). Geïnspireerd door Tycho Brahe verdedigde Grassi de stelling dat kometen hemellichamen zijn die elliptische banen rond de aarde beschrijven. Op basis van parallaxmetingen concludeerde hij ook dat de kometen zich verder dan de maan bevonden. Galilei reageerde indirect op Grassi's werk via zijn leerling Mario Guiducci (1583-1646), die in 1619 zijn *Discorso delle comete* publiceerde



Figuur 1. Galileo Galilei (1564-1642)

(figuur 2). Hierin ontwikkelde hij een theorie over meteoren en beschouwde hij kometen als meteorologische verschijnselen. Omdat Galilei na zijn veroordeling in 1616 voorzichtig moest zijn en het copernicanisme alleen als model mocht verdedigen, gebruikte hij zijn leerling als dekmantel, hoewel hij dit altijd ontkende. Historici hebben echter aangetoond dat het grootste deel van het manuscript in Galilei's handschrift is geschreven.

In reactie op Guiducci's boek publiceerde Grassi, onder het pseudoniem Lotario Sarsi Sigensano, in hetzelfde jaar zijn *Libra astronomica ac philosophica* (1619) (figuur 3). Hierin viel hij Galileo scherp en sarcastisch aan, waarbij hij religieuze insinuaties vermengde

met wetenschappelijke argumenten.

In mei 1622 verzocht de Italiaanse dichter Cesarini (1595-1624) Galileo om op Grassi's boek te reageren. Dit leidde tot het schrijven van *Il Saggiatore* (1623), dat in de vorm van een brief aan Cesarini werd geschreven.

Over de wetenschappelijke methode

Verrassend genoeg legde Galilei in *De Keurmeester* nooit expliciet uit hoe kometen moesten worden begrepen. Hij beweerde bijvoorbeeld nergens dat kometen optische illusies waren. Zijn doel was eerder om de argumentatie van de jezuïeten volledig te ontkrachten. Hierdoor werd het boek een polemisch werk waarin de wetenschappelijke methode centraal stond, in plaats van de aard van kometen.

Volgens Galilei was de argumentatie van de jezuïeten pseudowetenschappelijk omdat deze gebaseerd was op gezagsargumenten en een vermenging van religieuze, dogmatische redenen en wetenschappelijke elementen. Daartegenover stelde Galilei de mathematische methode. In zijn boek definieerde hij objecten als entiteiten met alleen eigenschappen die wiskundig te beschrijven waren, zoals vorm, grootte, beweging en relatieve positie. Eigenschappen zoals geur, kleur en smaak beschouwde hij niet als intrinsiek. De eerste soort noemde hij primaire eigenschappen ("*primi e reali accidenti*"), de tweede secundaire eigenschappen ("*diverse affezioni secondo*"). Hierdoor kon de natuur wiskundig worden onderzocht. Galilei schreef dan ook de beroemde zin dat het boek der natuur geschreven is in de



DR. FILIP BUYSE behaalde naast een MSc in Biochemie ook een MA in Filosofie aan de KU Leuven. Na zijn interuniversitaire DEA (ULB/UCL/ULiège) in de filosofie van de wetenschappen promoveerde hij aan de Sorbonne. Hij is bestuurslid van de Koninklijke Vlaamse Chemische Vereniging (KVCV) en van de Vereniging Leraars Wetenschappen (VeLeWe), en coördinator van het Vlaams Congres van Leraars Wetenschappen. LinkedIn: www.linkedin.com/in/dr-filip-adolf-buyse-65633b62/



Figuur 2. *Discorso delle comete*

taal der geometrie. (Buyse, F., 2015)
Zijn wetenschappelijke methode bestond uit actieve observatie en bevraging, het selecteren van wiskundige eigenschappen in de observatie, en het rigoureuze redeneren op basis hiervan om tot wetenschappelijke conclusies te komen.

Steun van de paus en het volk

In de controverse rond de aard van kometen durfde Galilei na zijn eerste veroordeling aanvankelijk zijn eigen visie niet openlijk te verdedigen, maar in 1623 was de situatie totaal veranderd. Ondertussen was zijn vriend, Maf-



Figuur 4. Titelblad *Il Saggiatore* (De Keurmeester)

feo Barberini, paus Urbanus VIII geworden, waardoor Galilei dacht te kunnen rekenen op steun binnen de hoogste kringen van de Katholieke Kerk. *Il Saggiatore* werd – zoals je kunt zien op het titelblad (figuur 4) – dan ook opgedragen aan de Barberini-familie en uitgegeven door de *Accademia dei Lincei*, waarvan zowel Galilei als Barberini lid waren. Paradoxaal genoeg zou Galilei later, tijdens het pontificaat van dezelfde Urbanus VIII, veroordeeld worden tot levenslang huisarrest na de publicatie van zijn *Dialogo* in 1632.

In Florentijns dialect

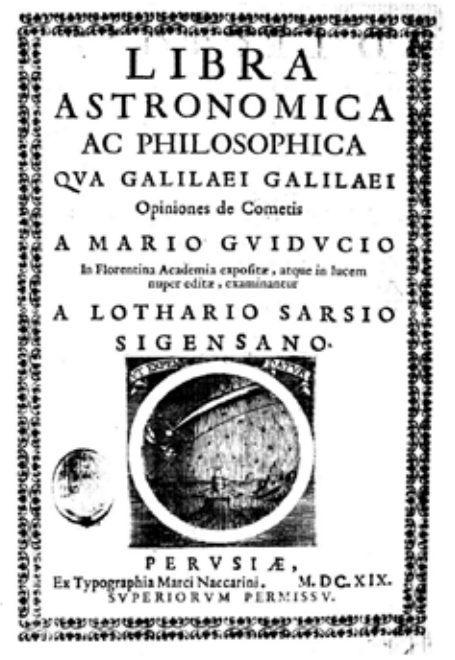
Na de publicatie van zijn *Sidereus Nuncius* (1610) werd Galilei in grote delen van Europa beroemd en werd hij een echte ster. Waarom schreef hij dan plots *Il Saggiatore* in het Florentijnse dialect in plaats van het Latijn, de toenmalige internationale wetenschappelijke taal? Galilei beantwoordde deze vraag in zijn brief van 16 juni 1612 aan Paolo Gualdo, waarin hij aangaf dat mensen die Latijn beheersten niet altijd geschikt waren om aan wetenschap te doen. Hij wilde de wetenschap toegankelijk maken voor een breder publiek. Daarnaast was Latijn de taal van de traditionele wetenschap van zijn tegenstanders, die hij juist bestreed. Bovendien wilde Galileo door in het Italiaans dialect te publiceren de steun van het volk winnen in zijn controverse met zijn tegenstanders. Gekscherend stelde hij in zijn tweede brief over de zonnevlekken aan Christoph Scheiner (1573-1650), via Mark Welser (1558-1614), zelfs voor om in het Italiaans te communiceren, nadat de Duitse jezuïet had aangegeven dat hij geen Italiaans begreep en vertalingen te tijdrovend waren. Later zou Galilei ook zijn belangrijke werken, de *Dialogo* en de *Discorsi*, in het Italiaans publiceren.

Historisch belang van het werk

Heeft de *Il Saggiatore* enig historisch belang? Zeker wel! Ik geef twee voorbeelden.

Ten eerste is er Galilei's reflectie op de wetenschappelijke methode, die zoals de filosoof E. Husserl (1859-1938) heeft aangegeven, bijzonder invloedrijk is geweest in de ontwikkeling van de moderne fysica. Volgens Husserl bestuderen we in de fysica geen voorwerpen of lichamen zoals ze in werkelijkheid zijn, maar geïdealiseerde, wiskundige voorstellingen van deze objecten. Deze beweging begon volgens de grondlegger van de fenomenologie met Galilei's werk.

Ten tweede is er Galilei's zogenaamde distictie tussen de primaire eigenschappen van



Figuur 3. *Libra astronomica ac philosophica*

voorwerpen en secundaire eigenschappen. We vinden verschillende versies van deze distictie in het werk van de meeste vroegmoderne filosofen, waaronder Descartes, Spinoza, Boyle, Hobbes en Locke. De visie dat secundaire eigenschappen alleen tot stand komen bij interactie tussen een waarnemer en een object in de natuur heeft later in de 19e eeuw 'de vader van de hedendaagse fysiologie', Johannes Müller, geïnspireerd tot zijn eigen fysiologie van de zintuigen. De invloedrijke Duitse fysioloog verdedigde het idee dat geuren, kleuren, smaken en andere zintuiglijke eigenschappen geen intrinsieke eigenschappen zijn van objecten in de natuur, maar eerder het resultaat zijn van interactie met het zenuwstelsel van de observeerder. (Piccolino et al, 2014). Rozen zijn niet rood en ammoniak is niet slecht ruikend; je ervaart dat alleen zo. ●

BRONNEN

- Buyse, F. (2015). *The Distinction between primary Properties and secondary Qualities in Galileo Galilei's Natural Philosophy*. Cahiers du Séminaire québécois en philosophie moderne / Working Papers of the Quebec Seminar in Early Modern Philosophy, 1, 20-45. Zie: <https://tinyurl.com/paper-Filip-Buyse>
- Drake, S. and O'Malley, C.D. (red.) (1960). *The Controversy on the Comets of 1618*. Philadelphia: University of Pennsylvania Press.
- Piccolino, Marco and Wade, N.J. (2014). *Galileo's Visions: Piercing the spheres of the heavens by eye and mind*. Oxford: Oxford University Press.

De schijnwereld van game- en internetverslaving

Een interview met Laurens Veltman

Na zijn bachelor in technische bedrijfskunde behaalde Laurens Veltman zijn bachelor en zijn master in psychologie. Hij is ervaringsdeskundige in game- en internetverslaving.

Van zijn vijftiende tot zijn achttiende jaar draaide zijn leven om gamen. “Alles leed eronder: ik zakte in 6-vwo, had onenigheid met mijn ouders, sportte niet meer en ging nauwelijks met anderen om. Terugkijkend zie ik dat dit onbewust een vlucht was voor de vragen waar ik tegenaan liep en de onrust die ik toen voelde. Het bracht me in een schijnwereld, waarin ik vond wat ik in de ‘echte wereld’ miste: zelf-vertrouwen, aanzien, begrip.”

Van jongs af aan zocht Laurens naar aansluiting met de wereld om zich heen. Soms was dat lastig. Zijn manier van overleven was aansluiten bij de groep, maar daarin kon hij niet altijd zichzelf zijn. Vooral op de middelbare school vroeg hij zich af of hij wel paste in het systeem. Tot hij het gamen ontdekte: “Ik vond uitdaging, aandacht, roem, verbinding met anderen, antwoorden... De game-wereld is een makkelijke vlucht. Uiteindelijk was het feit dat ik voor mijn eindexamen zakte belangrijk voor me. Het bracht me terug in de realiteit en hielp me om mijn verslaving te overwinnen en het vwo alsnog te halen.”

Verslavingen komen voor in allerlei vormen: alcohol, nicotine, drugs, gokken, maar ook leesverslaving, werkverslaving. De vraag is

welke verslaving is geaccepteerd en welke niet. Iemand die meer dan tachtig uur per week werkt en daarmee goed geld verdient, wordt bewonderd. Naar iemand die tachtig uur in de week gamet of internetfilmpjes kijkt, wordt heel anders gekeken. Beide hebben eenzelfde patroon. Problematisch wordt het als het ten koste gaat van de dagelijkse dingen in een normaal leefpatroon, als je geen controle hebt om te stoppen en als er een constante drang is om er mee bezig te zijn ondanks de negatieve consequenties. “Op school zat ik strategieën te schrijven voor het gamen. Het is echt heel extreem.”

Hoe zit het met de gevoeligheid voor verslaving? Wat zijn de risicofactoren?

Veilig en in rust opgroeien, met een basis van liefde, warmte, gezien worden is de basis. Wanneer die er niet is, ontstaat een risico. Belangrijk voor gamers is onder andere de aandacht in het spel, de beste of onderscheidend zijn, gezien worden. Het onderliggende patroon is vaak dat er vanuit de naaste omgeving te weinig liefdevolle aandacht is. Kinderen die de aansluiting missen met de omgeving, die overgevoelig zijn voor een teveel aan prikkels, kunnen ook gevoelig zijn voor verslaving. Bepaalde patronen kun je ook in familielijnen tegenkomen. Daar is het

soms moeilijk om de rem te vinden. Voor kinderen met ASS betekent het spel vaak controle: je kent de patronen, je weet in het spel wat je kunt verwachten. Dat geeft een bepaalde rust. Het is een uitweg uit het verwarrende chaotische dagelijkse leven. Toch is het juist belangrijk om de band met het dagelijks leven niet te verliezen en de balans niet te scheef te laten groeien.

Het is bij een probleem, zoals verslaving, nooit wat je ziet, het probleem zit daaronder of zelfs nog dieper. Wat gaat er maatschappelijk fout, waardoor dit probleem nog groter wordt?

Als je leeft vanuit zingeving, vanuit een bepaalde passie, heb je invulling in je leven. Dat leeft op meerdere vlakken. De vraag, ook voor pubers, is: hoe vind ik mijn weg? Daar bieden we op dit moment maatschappelijk geen antwoord op. Als je dan bijvoorbeeld in een gestandaardiseerd schoolsysteem terecht komt, waarin je je niet thuis voelt, geeft dat onzekerheid. Games en social media



Laurens Veltman, foto: Lizet Beek



Kijk verder dan
wat je aan de
buitenkant van
de leerling ziet

kunnen een vlucht bieden naar meer mogelijkheden, zekerheid of begrip. “Zo begeleidde ik een jongen die op school niets deed. Ze vonden dat hij geen structuur had, niet kon plannen en vakken niet uit elkaar kon houden, maar hij speelde wel online-games waarin hij meer dan 75 mensen aanstuurde. Hij paste niet in de vakjes van school en had geen zin om te luisteren naar wat hij al wist of wat hem niet interesseerde.”

Hoe herken je een game- of internetverslaving? Wat zijn de eerste signalen, rode vlaggen?
Je ziet onderpresteren, irritatie, vermoeidheid; in de ogen zie je een afwezigheid. Je praat tegen iemand maar je hebt het gevoel dat hij niet luistert – en dat is dan meestal ook zo.

Waar ligt de grens tussen verslaving en overmatig gebruik? Wanneer wordt veel te veel?
Als het dagelijks leven nog goed gaat en je ervan kunt loskomen, is er geen probleem. Als

die schakeling er niet meer is, dan is het mis. Voor de een is zeven uur per dag nog goed te combineren met de dagelijkse bezigheden, voor een ander kan drie uur al te veel zijn. De balans is essentieel. Als je, naast het gamen, actief bent op veel andere terreinen: school of werk, sport en andere sociale contacten, is het meestal geen probleem.

Hoe heb jij je weg teruggevonden?
Ik zakte op een tiende punt in 6-vwo. Daar schrok ik van. Dat was het eerste moment dat ik me realiseerde dat er iets loos was, dat ik een grens was gepasseerd. Toen ging er in mijn hoofd een knop om en ben ik het gesprek aangegaan met mijn ouders en met een van mijn docenten. Tegen hen gaf ik

toe: ik ben verslaafd. Ik hoorde ook van een onlinevriend in dezelfde situatie. Dat gaf me inzicht in wat ik de hele tijd probeerde weg te drukken. Ik ben één keer eerder heel kort gestopt. Maar er was steeds de drang om te spelen, dus na een week begon ik weer. Toen die vriend van mij stopte, dacht ik misschien moet ik ook stoppen. Maar dat ik zakte, was echt de trigger. Toch wilde ik ergens ook niet stoppen, waardoor mijn proces nog een maand of zeven duurde. Wel werd ik me bewust van het feit dat ik er inzate en wat het dagelijks met me deed. Iedere dag was een strijd, maar gelukkig had ik de steun van mijn familie en van vrienden online. Steeds meer vroeg ik me af: is dit het waard?

Wat raad je iemand met een gameverslaving aan?

Vind iemand met wie je in vertrouwen kunt praten, zonder dat die meteen zegt je moet stoppen. Zoals mijn docent zei: “Ik weet niet wat bij jou speelt, je bent een aardige jongen, maar tijdens de les ben je heel vervelend.” Tegen hem kon ik zeggen dat ik gameverslaafd was. Hij keurde me als mens niet af. Hij luisterde zonder waardeoordeel, en verder niks.

Hoe zit het met de invloed van de overprikkeling in de maatschappij?

De opkomst van internet en vooral social media heeft de maatschappij veranderd. De school is daar niet altijd even snel in meegegaan. Kinderen denken: waarom zou ik naar school gaan? Je kunt ook YouTuber of gamer worden en daarmee je geld verdienen. De norm is steeds meer vervaagd, dat raakt aan ongenoegen. Veel jongeren lijden onder existentiële vragen, maar we leren ze niet om zich te verbinden met zichzelf en hun gevoel. Dus zoeken ze antwoorden buiten zichzelf en krijgen externe prikkels en emoties de ruimte om met hen aan de haal te gaan.

De rol van de ouders

Wat moeten/kunnen ouders doen?

Een vertrouwensband met de kinderen om





van daaruit sturing te geven is essentieel. Dat is de basis. Kinderen leren het meeste van nadoen van hun ouders, dus het belangrijkste is om het goede voorbeeld te geven. Hoe lastig dat soms ook is. Daarnaast kun je niet vroeg genoeg beginnen met doseren. Tot een jaar of vier het liefst *geen* of nauwelijks schermen. Zoek ook bij jonge kinderen naar balans tussen kortetermijnbeloning en een focus op een langere termijn. Wanneer de balans niet klopt, kunnen de problemen al beginnen als ze een jaar of zeven acht zijn. De kortetermijnbeloning met dopamine is verleidelijk. De invloed van overmatig schermgebruik is ook behoorlijk negatief op de zich ontwikkelende hersenen.

Vanaf welke leeftijd is het verantwoord om kinderen een smartphone te geven?

Hersentechnisch is het goed om pas vanaf een jaar of twaalf, dertien beginnen. Dat is de theorie, praktisch gezien is het lastiger. In groep 7 of 8 zou het kunnen, als het maar gebeurt vanuit kaders en onder toezicht, daarop kan dan in het vo worden voortgeborduurd.

Wat adviseer je over het controleren van schermtijd?

Zeker tot en met de basisschool is dat noodzaak. Niet alleen de schermtijd, maar ook wat ze doen, wat ze installeren en wat er op ze afkomt. Sociaal-emotioneel zijn ze hier zelf nog niet altijd klaar voor, dus daar ligt een verantwoordelijkheid voor ouders. Ook hier geldt: toon interesse in hun beleveniswereld en stuur bij vanuit verbinding. Anders raak je elkaar kwijt.

De rol van school.

Wat vind je van het telefoonverbod in school?

Helemaal voor! Het 'altijd aanstaan' is het meest belastende van de digitale wereld, daarom is het belangrijk dat kinderen leren dat ze niet altijd toegang hebben tot de telefoon.

Wat vind je van scholen waar alles digitaal wordt gedaan?

Daar zitten twee kanten aan. Puur inhoudelijk snap ik de keuze van scholen omdat het enorm veel mogelijkheden en extra's geeft. De andere kant is, dat de gemiddelde

leerling met één klik of swipe afgeleid raakt. Dan doe je het schoolwerk dus minder of niet en heb je weinig aan alle voordelen. Zolang het moeilijk/onmogelijk is om devices goed te blokkeren/af te schermen van afleiding, neig ik ernaar om toch ook veel het boek en papier te gebruiken.

De rol van de docent

Wat kan/moet een individuele docent doen?

Kijk verder dan wat je aan de buitenkant van de leerling ziet. Wie is deze leerling? Wat speelt hier echt bij hem/haar? Hoe kan ik hierover in contact komen zonder meteen in het oordeel te schieten? Hoe komt het dat hij niet in de pas loopt? Zoek naar de oorzaak en 'zie' de leerling. Ga niet een gevecht aan, dat verlies je vrijwel altijd. Normeren en terechtwijzen komt bij de meesten niet binnen. En als het binnenkomt, gaat de leerling in de weerstand. Probeer niet te oordelen of iets af te dwingen van een leerling met gameverslaving, maar blijf vanuit een open houding in verbinding en zoek van daaruit. Ik realiseer me natuurlijk ook dat dit in theorie allemaal gemakkelijker klinkt, dan dat het in de praktijk is toe te passen.

Verantwoordelijkheid van de docent

Wat zie je als de verantwoordelijkheid van de docent?

Dat ligt in dezelfde lijn: probeer wat van jou is bij jezelf te houden en je ongenoegen niet op deze leerlingen te projecteren.

De rol van de omgeving

In hoeverre is de omgeving van invloed?

Uiteindelijk kan de omgeving een heel grote invloed hebben. Jongeren en vooral pubers zijn op zoek naar hun identiteit en daardoor gevoelig voor groepsdruk. Ik verloor op school de motivatie omdat het bij ons vanaf de vierde klas stoer was om niets te doen. Daardoor viel de balans weg die ik in de lagere klassen nog wel had en werd de gamewereld mijn nieuwe uitdaging. Hier vond ik ook de aansluiting met mensen waarvan ik het gevoel had dat ze me echt begrepen.

Tot slot

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

Ik wil altijd verder ontwikkelen, zo ben ik op

dit moment bezig met een onlineplatform voor ouders en begeleiders. Mijn doel is om zoveel mogelijk mensen te begeleiden om autonome, bewuste keuzes te maken, zowel in de digitale wereld als daarbuiten. Dat doe ik vanuit mijn bedrijf Digital Awareness (www.digitalawareness.nl of zie de QR-code) onder meer met mijn boeken, lezingen en coaching.

Wat verwacht je van de toekomst?

In lijn met wat ik net zei, ben ik bang dat het steeds moeilijker wordt om vanuit je autonomie te leven. Het is een uitdaging om bewuste keuzes te maken. Als je bijvoorbeeld bij het opstaan meteen naar je telefoon grijpt om te kijken of je niets hebt gemist, ben je jezelf al kwijt. Het is een lastige zoektocht, maar ik denk dat er ook groepen zijn die dat nu al voelen en het anders willen en kunnen. Van steeds sneller leven en steeds meer prikkels naar rust.

Laatste vraag: Wat zou je nog willen meegeven?

Er is vaak heel snel een oordeel over de jongere generatie. We hebben als volwassenen een wereld gecreëerd en nu zie je de gevolgen. De volgende generatie daarop afrekenen is niet goed. Wat er gebeurt is een afspiegeling van de samenleving. Het gaat om het nemen van je eigen verantwoordelijkheid in het steunen en begeleiden van de jongeren.

* Met dank aan Lizet Beek voor het gebruik van de foto. ●



BRONNEN

- Veltman, L. (2022). *Dagboek van een gameverslaafde*. Boekengilde.
- Veltman, L. (2023). *Help! Mijn kind verdwijnt in social media of gamen. Praktisch handboek voor ouders van kinderen van 8 tot 18*. Boekengilde.



Kerstsfeer in de klas

Rond de kerstdagen zorgen wij op school natuurlijk voor een gezellige kerstsfeer in het practicumlokaal! Altijd leuk om je als toa of docent scheikunde te kunnen uitleven op een Chemis-tree. Zo heb ik samen met een collega de boom op de foto gemaakt.



Ook de leerlingen werden uitgenodigd om de kerstsfeer te omarmen en creatief bezig te zijn. In de bovenbouwklassen hebben ze kerstballen geblazen. Met een glazen pasteurpijpet waar het tuitje van is afgesneden en een brander gingen ze aan de slag of met een stukje glas van een glasblazerij.

Ze vonden het best lastig, het vereist namelijk wel een bepaalde techniek. Maar er kwamen mooie creaties uit!



Wil je dit zelf een keer doen met je klas? Zorg ervoor dat je één kant van de pijpet dicht brandt en als het glas nog vloeibaar

Reageren met een glimlach



Foto: Collectie Nederlands Instituut voor Militaire Historie

SosCasToa

Op de plek waar ik vrijwilligerswerk doe, het Grebbelinie Bezoekerscentrum, ligt in een vitrine een oude afstandsmeter uit 1940. Als je vraagt hoe zo'n meter werkt, krijg je meestal een vaag antwoord. Zodra het iets met wiskunde of natuurkunde te maken heeft, is het voor veel mensen te moeilijk. Ik denk dat ik de enige bèta ben in het team van vrijwilligers. En dan heb je echt toegevoegde waarde. Zo kan ik tamelijk soepel uitleggen hoe deze afstandsmeter werkt en inderdaad kan ik daar dan het ezelsbruggetje SosCasToa bij gebruiken. Voor een 'Toa' altijd een mooi moment. Als het publiek nog niet is afgehaakt, kun je ook uitleggen dat een grotere meter nauwkeuriger is dan een kleine meter. Zo is het extra leuk als je kennis, die je nodig hebt als toa, kunt benutten bij de uitleg van een museumstuk. Je hoort wel eens dat er meer exact opgeleide mensen nodig zijn in Nederland. Maar dan niet alleen voor de exacte richting! Meer bèta's in de samenleving. Niet alleen op plekken waar je ze verwacht, maar ook in de politiek, journalistiek, reclame en als vrijwilliger in een museum.

REINDER HORINGA, TOA SCHEIKUNDE EN NLT, CLV VEENENDAAL

is, dan blaas je voorzichtig totdat er een kerstballetje ontstaat. Laat vervolgens het glas afkoelen. Om de kerstbal op te kunnen hangen, kun je een haakje branden aan de kerstbal.

Wil je extra informatie hierover of heb je vragen, neem dan contact op met mij: lkoevoets@newmancollege.nl.

LIZETTE KOEVOETS, TOA SCHEIKUNDE OP HET NEWMAN-COLLEGE TE BREDA

Theremino spectrometer

Gratis open source software

Op theremino.com zijn veel zelfbouwprojecten te vinden. Eén daarvan is een spectrometer. Met een simpele webcam, een oude dvd en een van binnen zwart geverfde doos bouw je zelf de spectrometer hardware. Het mooiste aan deze spectrometer is echter de gratis open source software van Theremino. Hiermee wordt jouw spectrometer een serieus instrument waarmee resultaten haalbaar zijn waar dure spectrometers jaloers op kunnen zijn.

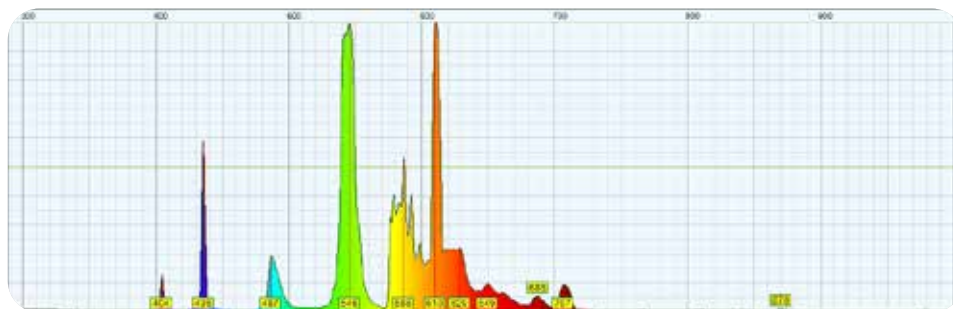
Schoenendoosmodel aangepast

Natuurlijk heb ik de spectrometer ook gebouwd. Eerst heb ik een geschikte usb-camera gezocht waarmee de spleet waardoor het licht in het instrument binnenvalt ook van dichtbij kan worden scherp gesteld. Zo kon het door Theremino voorgestelde schoenendoosformaat worden teruggebracht tot een handzaam kastje van 10 cm. In plaats van een dvd heb ik een tralie met 600 lijnen/mm genomen, zodat het bereik van de spectrometer van 300 - 1000 nm loopt. Leuk om ook IR en UV in de klas te kunnen laten zien.

Verder heb ik mijn apparaat voorzien van een afneembare cuvethouder en verschillende lichtbronnen, die met behulp van magneetjes voor de spleet of voor de cuvethouder kunnen worden 'geplakt'. Het kastje en een aantal andere onderdelen heb ik gemaakt met de 3D-printer.

Zelf bouwen?

Met een spaarlamp of een ouderwetse TI-buis kan de spectrometer worden geijkt. Deze lampen zijn gevuld met kwikdamp



waardoor het spectrum duidelijke emissielijnen heeft bij onder andere 436 en 546 nm. De software heeft een eenvoudige methode ingebouwd om de spectrometer met die kwiklijnen te ijken. Via de website van Theremino kun je een



zip-bestand downloaden met de software, een bouwbeschrijving, veel voorbeelden van spectrogrammen en een stukje theorie (zie QRC A).

Je kan de spectrometer natuurlijk zelf bouwen, of misschien heb je een leerling die er een PWS mee wil maken. Heb je geen tijd of zin of leerlingen om er een te maken, maar vind je het wel een interessant apparaat, dan heb ik er misschien al een voor je gemaakt (zie QRC B)



FRANS KILLIAN, TOA SCHEIKUNDE, ISW HOOGELAND, NAALDWIJK

De 'paperfuge', een zelfgemaakte centrifuge

Centrifugereren als practicum

Bij scheikunde, de naam zegt het al, doen we veel practica over scheidingsmethoden. Niet alles kan door de leerlingen zelf

gedaan worden natuurlijk. Destilleren doen we bijvoorbeeld altijd als demo, maar filtreren, indampen en adsorptie doen de leerlingen altijd zelf. Een docent vroeg mij of we ook centrifugereren door de leerlingen zelf konden laten doen. We hebben hier maar één oude handcentrifuge staan, dus daar moest ik iets nieuws voor aanschaffen. Er bleek echter niets te koop te zijn hiervoor, alleen maar dure centrifuges van meer dan € 100.

Minder dan een euro

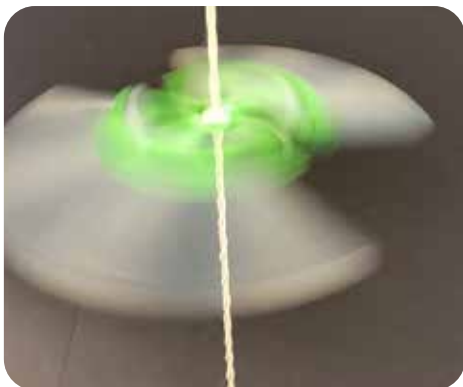
Iets om zelf te knutselen was er gelukkig wel te vinden! Ik kwam snel uit op de 'paperfuge', een zelfgemaakte centrifuge die je van een knoop, een stuk karton, een touwtje en wat plakband kunt maken. Deze was ontwikkeld door een onderzoeker aan Stanford, Professor Manu Prakash in 2017, bedoeld als goedkope oplossing in bijvoorbeeld ontwikkelingslanden. De paperfuge is gebaseerd op een duizenden jaren oud speeltje, de 'whirligig' en je kan hem voor minder dan een euro maken.



Iets professioneler

Op internet waren er verschillende varianten te vinden van dit concept, maar ik besloot om mijn eigen variant te maken, met de 3D-printer. Bij de oorspronkelijke versie eindig je namelijk met de buisjes in horizontale stand, bij mijn variant vallen ze in verticale positie. Ook is het minder

knutselwerk en ziet het er professioneler uit dan met een stuk karton en plakband. Het werkt voor de rest precies hetzelfde als de papieren variant.



Zelf maken

Je kunt de 3D-bestanden downloaden op www.thingiverse.com/stijnkok en uit printen. Rijg twee stevige touwtjes (ik gebruik nylon) door het middenstuk heen zoals op de foto en hij is klaar voor gebruik. Door het touw op te winden en er op het juiste moment aan te trekken en weer los te laten, laat je de centrifuge steeds sneller ronddraaien. Kijk vooral een filmpje om precies te zien hoe het moet. De topsnelheid is heel hoog en hij werkt echt uitstekend! We gaan deze zeker dit schooljaar uitproberen in de klas.

STIJN KOK, TOA BINASK OP HET BERLAGE LYCEUM IN AMSTERDAM

De borstelauto

Op zijn Engels heet dit een `bristlebot`, op internet vindt je legio voorbeelden van bristlebots en hoe ze te maken: even bristlebot googelen. Je kunt er vrij gemakkelijk eentje bouwen.

Je hebt nodig:

- Borstel.
- Gelijksstroommotortje die op lage gelijkspanning werkt, te bestellen op www.conrad.nl, bijvoorbeeld de iga-rashi-12-v-koelboxmotor-12-vdc-stationair-toerental-4500-omw/min.
- Batterij die voldoende spanning kan leveren voor de motor.
- Batterijhouder.
- Schakelaartje en een paar elektradraden.
- As-verbinding om de as van de elektro-

motor en excentrisch gewicht met elkaar te verbinden, daarvoor gebruikte ik het metalen binnenwerk van een kroonsteen.



De haren één kant op

Voorheen, toen de borstel nog nieuw was, stonden de haren in alle richtingen. Dat was niet handig, want de borstel beweegt zich het beste voort als alle haren in één richting naar achteren staan. Daarom heb ik mijn borstel een weekend ingeklemd in een bankschroef waarbij de haren in één richting gedwongen werden.

Klemmen en schroeven

Afhankelijk van je constructie moet je iets verzinnen om de batterij, schakelaar en motor op je borstel te bevestigen. In mijn geval kon ik de motor gewoon onder het handvat klemmen. Batterij en batterijhouder schroefde ik vast op de borstel.

Groter is altijd leuker.

Wil je een bristlebot maken waarop een kind kan zitten, koop dan een aantal harde bezems of schrobbers die gezamenlijk genoeg oppervlak hebben om een kind te kunnen dragen. Je hebt dan ook een flinke onbalans nodig. Denk daarbij aan een auto-poetsmachine. Dat soort dingen liggen ook bij bosjes in de tweedehandswinkel.



Garanties dat het gaat werken met zo'n auto-poetsmachine kan ik je niet geven. En helaas: het werkt niet snoerloos. Maar zo'n grote bristlebot is wel heel erg leuk.

Website

Dit is mijn website met allerlei natuurkunde-experimenten voor het onderwijs: physicsexperiments.org. Een interessante website voor technisch onderwijsassistenten en natuurkundeleraars in het voortgezet onderwijs. Hier vind je bij elk onderwerp diverse experimenten, benodigde materialen enzovoorts.

*'De borstelauto' is ook al eerder verschenen in Het kabinet (NVOX 5, 2016)

LENARD VERHEIJDEN, TOA NATUURKUNDE OP HET REVIUS COLLEGE IN DOORN

Een kabinetflitsje, klein maar ...



Camera obscura met spiegel

Berta Garcia Landa, toa van Alasca in Amsterdam draagt met regelmaat allerlei kabinetflitsjes en nieuwe practica aan. Nu knutselde ze deze camera obscura in elkaar, met een spiegel binnen tegen de achterkant van de doos.

Zet deze op de vensterbank en kijk beneden door de twee gaten en zie het beeld dat boven je hoofd binnen is gekomen.

REDACTIE



Van emmers naar slangen

De revolutie van het blussen

Amsterdam, de zeventiende eeuw. Brandgevaar ligt op de loer: een kaars kan binnen minuten een stad veranderen in een inferno. Met leren blusemmers, eenvoudige pompen en houten ladders is het haast onmogelijk om vuur te bestrijden. Totdat Jan van der Heyden de brandspuit introduceert. Een combinatie van hydraulica, mechanica, en een vleugje Nederlandse ondernemersgeest.

Jan van der Heyden (1637–1712) was een man van vele talenten. Kunstschilder, ingenieur, uitvinder, brandmeester en redder van talloze panden. De brandbestrijding van zijn tijd bestond vooral uit het doorgeven van emmers met water, tegen het vuur of in een handpomp gegoten. Deze pomp, een uitvinding van Hans Hautsch uit 1650, gebruikte een drukluchtvat die een continue waterstroom tot twintig meter hoogte kon leveren. Maar dit systeem had een beperkt bereik en was moeilijk te manoeuvreren.

Slangbrandspuiten

In 1670, na jarenlang experimenteren, bedachten Jan van der Heyden en zijn broer Nicolaas een verbeterde brandspuit die water via een slang kon pompen, veel gericht en krachtiger dan ooit tevoren. Dankzij een dubbele pomp was het mogelijk een continue waterstraal te produceren. Maar het meest innovatief was het gebruik van leren slangen om zowel water op te zuigen (uit de gracht, bijvoorbeeld) als weg te pompen. Het geheel maakte een groot verschil in de brandbestrijding dankzij het lichte gewicht en de mobiliteit van de hele uitrusting. In 1682 was in elk Amsterdams district een slangbrandspuit beschikbaar. In 1690 publiceerde Van der Heyden de 'Beschryving der nieuwljks uitgevonden en geotrojeerde slang-brand-spuiten, en haare wyze van brand-blussen'. Een rijk geïllustreerd boek bedoeld om reclame te maken voor deze



Figuur 1. Brandspuit, uitgevonden door Jan van der Heyden. Afbeeldinghe van de nieu geinventeerde en geotroyeerde Slang-Brandspuyten. Daniel Stopendael (graveur) naar Jan van der Heyden (tekenaar). Coll. Teylers Museum, KG 06041.

revolutionaire uitvinding, met prenten naar Jan van der Heydens eigen tekeningen.

De draagbare brandspuit

In Teylers Museum is een demonstratiemodel van Van der Heydens brandspuit te bewonderen. Naast het centrale waterreservoir zijn twee zuigers in glazen cilinders te zien om te kunnen tonen hoe de waterdruk werd opgevoerd om de vlammen met precisie te blussen. Dit model werd door museumdirecteur Martinus van Marum (1750-1837) aangeschaft: hij was zeer geïnteresseerd in de toepassingen van nieuwe techniek. Zijn interesse in brandbestrijding leidde tot zijn uitvinding van de draagbare spuit. Hiervoor deed Van



Figuur 2. Demonstratiemodel van de brandspuit, naar Jan van der Heyden (1637-1712). J. Kampman (Amsterdam, 1750-1774). Coll. Teylers Museum, FK 0150.

Marum tussen 1794 en 1797 een aantal proeven met verschillende blusmethoden – maar gewoon water bleek effectiever. Hij ontwierp een

kleine handbrandspuit om water te sproeien op een brand in de beginfase. Na een spectaculaire demonstratie in 1797, waarbij een houten hut werd aangestoken en met zijn prototype geblust, werd zijn uitvinding snel in productie gezet. De brandspuiten zoals die van Van der Heyden en Van Maurum werden tot ver in de 19e eeuw gebruikt. Pas rond de jaren 1850 begon de opkomst van stoomaangedreven brandspuiten de handpompen te vervangen. ●

BRONNEN

- Sliggers, B. (2011) 'Teylers Museum. Kraamkamer der techniek'. *Teylers Magazijn* 111: 12-17
- 'Jan van der Heyden, uitvinder, kunstenaar en zakenman' (2020), Gemeente Amsterdam Stadsarchief, www.amsterdam.nl/stadsarchief/nieuws/heyden/jan-heyden-uitvinder-kunstenaar-zakenman/ Geraadpleegd 10 OKTOBER 2024.

Eerbetoon aan Bernoulli en Hauksbee

Spiegel der Natuurkunde

Elektriseermachines hebben een geheel eigen geschiedenis. De tegenwoordige Van de Graaff-generator gaat terug op plaat-elektriseermachines uit de 18e eeuw. Velen van ons hebben wel herinneringen aan het majestueuze exemplaar in het Teylers Museum, waarmee Martinus van Marum spectaculaire experimenten deed. Wat ging daaraan vooraf?

Wat wij kennen als ‘statische elektriciteit’ werd aan het eind van de 17e eeuw een trending topic binnen de experimentele natuurfilosofie. Het begon allemaal met een kwikbarometer. Wanneer zo’n kwikbarometer verplaatst werd, bewoog het kwik in de buis op en neer; de vacuüm-ruimte werd groter en kleiner. Niets bijzonders natuurlijk, voor een vloeistof. Echter, wanneer zo’n barometer in het duister, bijvoorbeeld ’s avonds, werd verplaatst, verscheen er een flauw licht-effect rond de meniscus, maar alleen als die naar beneden bewoog, dus als de vacuüm-ruimte groter werd. Dit ervaringsfeit werd beschreven door de Fransman Jean Picard. Hoe interessant ook de waarneming was, zij bleek moeilijk herhaalbaar; kennelijk leende niet elke barometer zich ervoor.

Rond 1700 kwam Picards verslag onder ogen van Johann Bernoulli, hoogleraar wiskunde aan de RU Groningen, die zelf juist zo’n barometer had aangeschaft. Natuurlijk testte Bernoulli zijn exemplaar en constateerde dat dit precies de verschijnselen vertoonde die Picard beschreven had. Bernoulli informeerde zijn collega’s in Parijs over zijn bevindingen, middels een soort ‘Ingezonden brief’. Inmiddels begreep hij wel dat het kwik ‘schoon’ moest zijn, het meniscus-opervlak glanzend. Spelenderwijs leerde hij zichzelf hoe dat kwik gereinigd kon worden (spoelen met water en spiritus vini – lees: alcohol – en de spoelvloeistof afpipetteren,

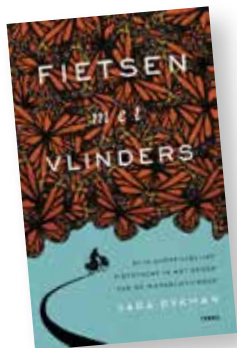


Figuur 1. Replica van Bernoulli's 'fiool'

drogen met een laag katoen, enzovoort). Hij kon het experiment zelfs opschalen middels een laag vers gereinigd kwik in een vacuüm gezogen 'fiool' (figuur 1). Wanneer die fiool geschud werd vertoonde het licht-effect zich inderdaad in volle pracht. Er werd al gesproken van een 'phosphore perpétuelle', een 'eeuwige lamp'. Al met al toch een zeer vermoeiende exercitie, met die 'kwik'-zware fiool. Onpraktisch dus als lichtbron, ook al bleef de fiool wel een jaar actief. Bernoulli's verslag werd ook in Londen gele-

zen door Francis Hauksbee, die juist door Isaac Newton was benoemd tot officiële experimentator van de Royal Society. Hauksbee ging verder waar Bernoulli was gestopt. Hij bedacht een machinerie waarmee een ronde, vacuüm-gezogen glazen kolf met een laagje kwik aan het draaien gebracht kon worden. Het effect was navenant groter. Bij toeval bleek dat er ook een licht-effect optrad als de vacuüm-gezogen bol alleen (dus zonder kwik) aan het draaien werd gebracht, terwijl iemand zijn of haar droge handen langs de draaiende bol liet slepen. Er leken vonkjes door de bol te springen, wolken van kleine grijs-violetten vonkjes. De wollige kant van een schapenvacht – of, jawel, een kattenvel – had hetzelfde effect. Uiteindelijk bleek zelfs dat er ook zonder vacuüm een licht-effect optrad, maar dan alleen aan de buitenkant, tussen hand-vacht-of-vel en het glas van de bol. De bol werd een cylinder, al dan niet vacuüm-gezogen; implosies waren aan de orde van de dag. De cylinder werd mede daarom een ronde glasplaat.... De elektriseermachine was geboren. Een verbeterde uitvoering werd in het begin van de jaren 1880 bedacht door James Wimshurst. Voor een gedegen beschrijving daarvan en de experimentele do's and don'ts zie: W.F. Hermans, 'De elektriseermachine van Wimshurst', in *Een wonderkind of een total loss* (1967). ●

Een uitgebreider wetenschappelijk artikel staat bij dit artikel op de NVON-website



Sara Dykman. **Fietsen met vlinders. Mijn avontuurlijke fietstocht in het spoor van de monarchvlinder.** Amsterdam: Uitgeverij TerraLannoo (2024). 320 p. ISBN 9789401446211. € 26,99.



Laurens Veltman, **Dagboek van een gameverslaafde.** Boekengilde (2022). 282 p. ISBN 9789464911183. € 21,95.
Laurens Veltman. **Help! Mijn kind verdwijnt in social media of games. Praktisch handboek voor ouders van kinderen van 8-18.** Boekengilde (2023). 172 p., ill. ISBN 9789464377125. € 21,95.



Patrick Chatellon Counet. **Het absurde universum** Utrecht: Kokboekencentrum uitgevers. (2024). 448p., ill. ISBN 97890435409716. € 27,99.

Fietsen met vlinders

De monarchvlinder trekt duizenden kilometers van het winter- naar het zomergebied en omgekeerd. Ze doen dat met miljoenen en dat is een fantastisch verschijnsel. De auteur fietst met deze migrerende vlinders mee vanaf hun winterverblijf in Mexico naar het zomerverblijf in Canada en weer terug. Dat is door drie landen en een tocht van meer dan 16.000 kilometers. Ze doet dit in haar eentje met een fiets die ze uit gebruikte onderdelen heeft samengesteld, over allerlei wegen. Vaak langs de snelweg, op de vluchtstrook, waar ze nog allerlei organismen van een wisse dood redt. Ze controleert planten op de aanwezigheid van monarch-eieren en of er voldoende zijdeplanten (de waardplant van

de monarchvlinder) zijn. Dat valt niet altijd mee want zoals overal ter wereld zijn gebieden ten prooi gevallen aan monoculturen en bebouwing. Ze kampeert in haar eentje, bijvoorbeeld bij een kerk. Maar op haar tocht overnacht ze ook bij familie, vrienden en natuurbeschermers. Ze geeft lezingen, maakt met schoolkinderen tuinen en andere plekken geschikt voor monarchrupsen. Het is een spannend verhaal dat inzicht geeft in de trek van de monarchvlinders, maar ook hoe ver iemand kan gaan in de liefde voor de natuur en de kennis die daar bij te pas komt.

MARIJKE DOMIS

Twée boeken over game- en internetverslaving

Op zoek naar informatie voor een artikel over gameverslaving kwam ik deze twee boeken tegen. Die raakten me zo dat ik meteen de auteur benaderde voor een interview. Dat staat op pagina 34 van dit blad. Laurens Veltman schrijft in *Dagboek van een gameverslaafde* hoe hij vanaf zijn vijftiende in een gameverslaving terechtkwam – en veel belangrijker – hoe hij die overwon. Hij is open en eerlijk over zijn tienertijd, die lang niet altijd gemakkelijk was. Maar hij heeft het gered! (In alle eerlijkheid: ik heb groot respect voor hem.)

Help! Mijn kind verdwijnt bestaat, na de inleiding en een kort autobiografische

hoofdstuk, uit twee delen: 1. Theorie en achtergrond en 2. Hoe kan het anders? Op een uitermate toegankelijke en leesbare manier beschrijft Veltman in grote lijnen wat er gebeurt in het geleidelijke proces waarbij iemand verslaafd kan raken – en wat je als ouder, docent, begeleider wel en niet moet doen. Een en ander is gelardeerd met voorbeelden en casuïstiek uit de praktijk en uit zijn persoonlijke leven. Voor mij is dit boek een voorbeeld hoe je een belangrijk, maar lastig probleem kunt, en zou moeten aanpakken. Zeer de moeite waard.

MARIANNE OFFEREINS

Het absurde universum

De auteur van dit boek is oud-hoogleraar Bijbelkunde en wetenschapsfilosofie. Hij meent in dit boek dat de 'wetenschap', en dan heeft hij het over natuurkunde en sterrenkunde, vastloopt bij beschrijven van het heelal. Hij vindt de wetenschappelijke theorieën te theoretisch, meent dat de quantummechanica te wiskundig is, zwarte gaten en elektronen niet bestaan en het heelal niet uitzet. Maar ook God is geen oplossing. Tijdens het lezen van dit boek heb ik mij regelmatig afge-

vraagd: wie wil hij overtuigen van zijn gelijk? Of heeft hij dit boek alleen maar als gedachtenexperiment voor zichzelf geschreven? Het lijkt erop dat hij weinig van de werkwijze van natuurkundigen en sterrenkundigen heeft begrepen en uitsluitend overtuigd is van zijn eigen gelijk. Ik zou je willen adviseren dit boek eerst maar eens uit de bibliotheek te lenen voor je tot aanschaf overgaat.

ANNEKE THURLINGS



Stuart Gibbs, vertaald door Dorette Zwaans en Rianne Aarts. **Funjungle. Poten omhoog!** Kalmthout, België: Pelckmans Uitgevers (2024). 316p., ill. ISBN 9789463107976. € 17,00



Rian Nix en Gerard Jansen i.s.m. Studio Boot. **Oogsten & bewaren. Maak jam, pesto, chutney, likeur, limonade en leer fermenteren.** Utrecht: Snor (2024). 144p., ill. ISBN 9789463141871. € 20,00.



Jorge Cham. **Ollie en het oneindige universum. Het duister van het zwarte gat.** Kalmthout, België: Pelckmans Uitgevers (2024). Leeftijd 8+, 256 p., z/w ill. ISBN 9789463834087. € 17,00.

Poten omhoog!

Een lekkere dikke pil voor kinderen vanaf 10 jaar in het genre dierenruindetective. Theo gaat op zoek naar de moordenaar van Nils het nijlpaard. De lijst met verdachten is lang maar Theo, zoon van een bioloog die de apen in de dierenruin bestudeert en een fotograaf, lost het probleem uiteraard op. De auteur van dit boek heeft zelf in een dierenruin gewerkt, en deed onderzoek naar capibara's (de grootste knaagdieren ter wereld) en dat merk je: hij weet wat er gebeurt in een dierenruin. Er komen veel mensen voorbij die er werken: biologen, de dierenarts en uiteraard de dierenverzorgers, maar ook

de directeur en de nare commerciële man. Er vindt een uitgebreide autopsie van het vermoorde nijlpaard plaats door de dierenarts met alle bijbehorende geuren en viezigheid. De meeste kinderen vinden dat vast prachtig. Ook wordt er meer over de dieren verteld dan alleen maar leuk en lief: het nijlpaard blijkt echt een smeerlap en dan die buffels, oei! Ik vind het een leuk boek dat lekker dik is, maar een klein beetje meer aandacht voor de vormgeving had geen kwaad gekund. Maar spannend is het zeker.

ANNEKE THURLINGS

Oogsten en bewaren

Op pagina 18 van dit blad vindt u een artikel over de nlt-module Fermenteren. Daarbij past dit zeer toegankelijke en bruikbare boek uitstekend. Aangegeven wordt hoe je een groot aantal groenten en fruit lang houdbaar kunt maken, onder meer door te fermenteren. Na een uitgebreid inleidend hoofdstuk over de basistechnieken, de materialen en de soorten producten die je kunt maken, komen de bereidingswijzen van aardbeien tot witte kool en alles wat daartussen zit. De bereidingswijzen van jam, pesto, chutney, limonade,

likeur worden uitgebreid weergegeven met de passende groenten of vruchten. Dus als u teveel hebt in de (school)moestuin, weet u wat u te doen staat. U kunt natuurlijk ook het nodige kopen. (In alle eerlijkheid: als ik bij boer Bart, van de Prelaat in Aagtekerke, jamframbozen, -aardbeien of -bramen koop, dan halen die de pan meestal niet. Die zijn dan al ruim voor die tijd op, maar dat is mijn zwakke karakter.) Een leuk en bruikbaar boek.

MARIANNE OFFEREINS

Ollie en het oneindige universum

Een kinderleesboek over het universum gelardeerd met cartoons, in de stijl van *Leven van een Loser*. Hoofdpersonage Ollie heeft besloten astrofysicus te worden en een boek te schrijven: dit boek. Het is leuk en grappig, en het leest als een trein. De leeftijdsaanduiding is vanaf 8 jaar, maar bij die leeftijd zal enige voorkennis ontbreken. Zo wordt verondersteld dat lezers weten wat atomen zijn. De volgorde van onderwerpen had ik anders verwacht, niet eerst zwarte gaten en daarna pas het zonnestelsel. De index achterin het boek is erg handig. Pas op pagina 70 wordt vermeld dat Ollie in Californië woont. Als lezer vermoed je al dat het niet in Nederland

speelt, aangezien er op de basisschool sprake is van een kantine met warme lunch. Ook andere situaties zijn typisch Amerikaans. Sommige woordgrapjes zullen een uitdaging zijn geweest voor de vertaler. Pascal (8) vindt het boek erg grappig: "Je raakt helemaal verdiept in het verhaal. Ik vond het jammer dat ik na twee hoofdstukken moest stoppen omdat ik moest slapen." Op de rug van dit boek staat een 1. Dat is een goed teken. Het Engelstalige tweede deel is net verschenen: *Volcanoes are hot!* De sneak-preview daarvan zag er mooi uit.

SASKIA DANKERS



Paul Bakker. **Met een verrekijker het heelal in, een praktische gids.** Gorredijk: Uitgeverij Noordboek (2024). 151 p., ill. ISBN 9789464712094. € 24,90.

Met een verrekijker het heelal in

Zoals de ondertitel van dit boek al aangeeft, is dit een praktische gids voor de beginnende, maar zeker ook voor de ervaren amateur sterrenkundige. Vaak ben je geneigd om dan een sterrenkijker te kopen, maar volgens Paul Bakker kun je dat beter niet doen. Neem een verrekijker: klein, compact, eenvoudig in gebruik en betaalbaar. Begin daarmee, en je kunt er overdag ook nog vogels mee kijken. In dit boek komt echt van alles voorbij:

wat kun je zien binnen ons zonnestelsel, overzichtskaarten van de sterrenhemel en zelfs 42 diepsky-verrekijkerobjecten! Het is een mooie en overzichtelijke en inderdaad praktische gids geworden. Een aanrader voor iedereen die meer van sterrenkunde wil weten en wil zien. Gewoon met de verrekijker die je toch al had.

ANNEKE THURLINGS



Harm Jan Zomer, Richard van de Burgt en Stefan Gijsbertsen. **Spreken is zilver, zwijgen is fout.** Kampen: Van Warven (2024). 239 p. 19 ill. ISBN 9789493349148. € 24,95.

Zwijgen is fout

De situatie in het onderwijs wordt gekenmerkt door 'meten is weten'. Doelen moeten concreet en meetbaar zijn. Maar leidt dit tot goed onderwijs? Iedere eigenheid van de onderwijzer is stap voor stap verdwenen. Managers moeten burgerschapsvorming invoeren en geven soms aan docenten zelfs een checklist mee, terwijl vooral de laatste tien jaar aan de onderkant de uitval van leerlingen toeneemt. Thema's, zoals macht, angst en hiërarchie binnen een school komen niet aan de orde.

Vanuit de overtuiging dat het onderwijs op de verkeerde weg is en dat verandering en verbetering nodig zijn, hebben drie onderwijsmensen – een leraar bij het voortgezet

speciaal onderwijs, een schoolleider en een directeur bij het primair onderwijs – ervoor gekozen om niet zelf met een diagnose en recept te komen. Dwars door alle onderwijsgeledingen heen stellen ze negentien mensen vragen als 'Waartoe dient ons onderwijs?' en 'Wat is goed onderwijs?'.

Dit boek zet aan tot vrije meningsvorming in de lerarenkamer, bestuurskamers en het café bij school. De titel *Spreken is zilver, zwijgen is fout* roept onderwijsgeevenden op om zich uit te spreken voor goed onderwijs. Hiertoe kunnen de vele vaak kruidige uitspraken van de geïnterviewden zeker inspireren.

ROLF SOER



Cecile van Els. **Vaccins. Prikkelende stof.** Den Haag: Biowetenschappen en Maatschappij (2024). 156 p. ill. kl. ISBN: 9789088031403. € 15.

Vaccins

Deze paperback is meer dan welkom. Was hij er maar geweest tijdens de coronapandemie, want ik vond informatie over virussen, afweersysteem en vaccineren niet altijd geweldig. "Door de coronapandemie is het belang van vaccins duidelijker geworden dan ooit. Dankzij vaccinatie konden we anderhalf jaar na de uitbraak ons gewone leven weer oppakken. De pandemie heeft onze kunde en kennis over vaccins een enorme boost gegeven, maar legde ook dilemma's in de samenleving over vaccineren bloot. De politiek en sociale media speelden hierin een belangrijke rol." En nu is er deze paperback waarin op een zeer heldere manier, voorzien

van duidelijke infographics en persoonlijke verhalen het onderwerp van uiteenlopen-de kanten wordt belicht. Vaccinatie is een persoonlijke keuze, maar duidelijkheid over het onderwerp kan mensen helpen die keuze zeer bewust en verantwoord te maken. Zeker nu de invloed van social media ook op dit gebied zo groot is. Het boek moet zeker op school aanwezig zijn. Interessant vind ik ook nieuwe methodes van vaccineren: onder andere vaccineren zonder prikken! Een aantal artikelen uit de paperback kun je vinden in het online dossier: Besmet!

MARIJKE DOMIS

Een tuin voor mens en dier

In *Een tuin voor jou, een tuin voor dieren* geeft Loethe Olthuis in een tiental hoofdstukken handreikingen hoe je de (school)tuin – of je balkon, of je parkeerplek, of de stoep voor je deur – gebruiks- en diervriendelijk kunt inrichten. Ben je een ijverige tuinier?

Of een luie, zoals ik? Met dit boek in de hand kun je de tuin optimaal inrichten naar je eigen behoefte.

En dat natuurlijk met voldoende ruimte voor de dieren – van insecten tot kleine zoogdieren die nodig zijn om je tuin, en dus je milieu, gezond te houden.

En waarom zouden we niet ons steentje bijdragen om de wereld leefbaar te houden en misschien toch iets doen om de tuin klimaatbestendiger te maken?

Je kunt het boek van kaft tot kaft lezen, maar het ook op een willekeurige plek openslaan en dan net zo ver lezen als je wilt. Het is echt een plezier om door te nemen, niet in het minst door de tekeningen van Deborah van der Schaaf. De schrijfstijl van Loethe is, zoals altijd, toegankelijk en aangenaam en het boek staat werkelijk stikvol met uitstekend bruikbare tips.

Waar haal jij je inspiratie vandaan?

Vooral uit mijn eigen tuin maar zeker ook uit de natuur om mij heen.

Mijn paard staat vlak bij een bos en ik word iedere keer blij van de weelde aan planten en bloemen die ik daar zie. Wat mij stimuleert is de verwondering. Die wil ik graag overbrengen.

Wat bepaalt je keuze als het gaat om het schrijven van een boek?

Dat is een leuke. Dit was helemaal niet het boek dat ik wilde schrijven en wat ik had afgesproken met mijn uitgever. De afspraak was dat het zou gaan om nuttige vogels en insecten zoals bijen en vlinders.

Maar hoe meer ik me verdiepte in het leven in mijn tuin, bleken er zoveel andere dieren deel uit te maken van het hele ecosysteem. Het is net als toneelspelers die onverwacht

voor mijn neus kwamen paraderen. Ik zag steeds meer dieren waarvan ik dacht, wat doe jij nou? Het boek is organisch gegroeid. Al die kleine dieren zijn zo essentieel, en de meeste kende ik helemaal niet. De natuur is zo boeiend. Het gebeurt zo vaak dat ik een dier of een plant zie waarvan ik denk: hoe kom jij hier nou weer.

Hoe verliep het werk voor dit boek?

Ik doe het naast mijn gewone werk, het is druk, en tegen de deadline werd het steeds drukker. Ik heb ook wel heel veel research moeten doen. Ik heb veel deskundigen gesproken. Heel boeiend en soms ook wel een beetje veel. Het betekende geen druk omdat het zo interessant was en ik dacht dit moeten mensen weten. Het is niet alleen leuk, maar het is zo belangrijk.

Met kleinigheden kun je de wereld ook helpen

Nu het boek uit is, hoe tevreden ben je zelf op een schaal van 1 tot 10?

Eigenlijk wel een tien. Ik had er ook twee boeken van kunnen maken. Daarbij had ik natuurlijk l'embarras du choix (keuzestress). Ik voel sterk de urgentie om door te geven dat alle dieren hun rol hebben.

Ik hoop dat het ook kinderen zal bereiken: door de computers raken ze zo onthecht van de natuur. Er is dus ook een educatief aspect.

Hoe tevreden ben jij over je eigen tuin?

Ik ben nu iets tevredener. Ik houd van een wilde tuin, dat vind ik echt heel leuk. Ik vind wel dat ik er meer in zou kunnen/moeten doen, maar mijn werk, mijn paard...

Wat wordt je volgende boek?

Geen idee. Het komt wel op mijn pad denk ik.

O ja, een vriendin van mij, kunstenares, is kort geleden overleden. Bij haar tekeningen mag ik de teksten schrijven. En ik ben ook nog bezig met een boekje over duurzaam zijn. Hoe minder je doet, hoe duurzamer je bezig bent. Dat komt vol met tips op allerlei gebied. Met kleinigheden kun je de wereld ook helpen.



Loethe Olthuis



Loethe Olthuis. *Een tuin voor jou, een tuin voor dieren. Duurzaam, relaxed & diervriendelijk tuinieren.* Amsterdam: Forte Groen (2024). 224 p., ill. ISBN 9789000389643. € 24,99.

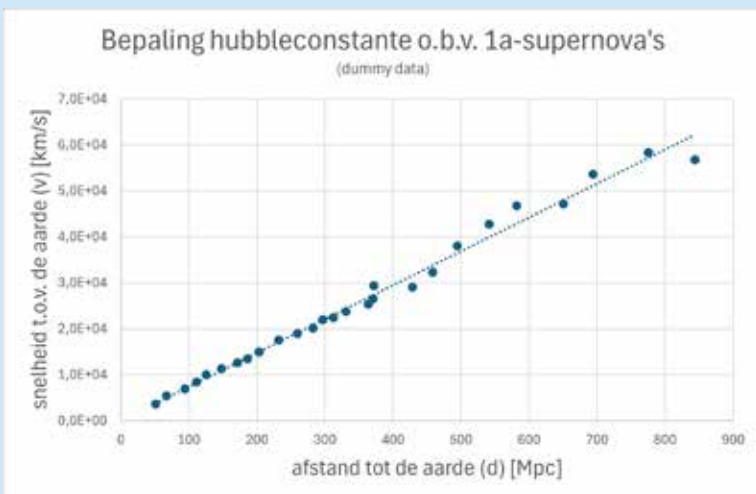
De Hubble-controverse

Als, enigszins nerdy, scholier had ik ooit een discussie met vriendin A. of het absolute nulpunt bij $-273,15^\circ\text{C}$ lag, of bij $-273,16^\circ\text{C}$. Toehorende vriendin J. opperde als compromis dat het dus $-273,155$ zou zijn, maar bij gebrek aan Binas (internet hadden we nog niet) kwamen we er niet uit. Een ding was me toen wel duidelijk: Ik had A. met alle liefde gelijk willen geven, als ze me kon overtuigen, maar het compromis van J. wees ik resoluut van de hand.

Discussies over constanten zijn echte wetenschappers natuurlijk niet vreemd. Zo is er in de sterrenkunde een actuele discussie gaande over hoe snel het heelal uitdijt. We zien namelijk dat hoe verder sterrenstelsels bij ons vandaan staan, hoe sneller ze van ons af bewegen. We kunnen de snelheid bij sterrenstelsels meten met de roodverschuiving, een gevolg van het dopplereffect van lichtgolven. Als maat voor de 'uitdijingsnelheid' hebben we de hubbleconstante H_0 , te berekenen als v/d : waarin de snelheid waarmee een object van ons af beweegt (v), te delen door de afstand (d). De eenheid van H_0 is daarmee $[\text{km/s} / \text{Mpc}]$, waarbij Mpc staat voor megaparsec, gelijk aan 3,3 miljoen lichtjaar, of 31 biljoen kilometer. Nu zijn er meerdere manieren om de waarde ervan te bepalen. De twee bekendste zijn de 'Supernova 1a-methode' en de methode die gebruik maakt van de kosmische achtergrondstraling.

Supernova 1a-methode

Een supernova 1a ontstaat als een witte dwergster vanwege aangetrokken massa een kritieke massagrens overschrijdt



Bepaling Hubbleconstante (vereenvoudigd en met dummy-data) gemaakt door Ruben van Moppes



Ruben van Moppes studeerde Technische Natuurkunde, is geluidsadviseur bij een adviesbureau en tevens auteur bij het tijdschrift Zenit

en dan ontploft. Omdat de kritieke grens heel precies bekend is, en witte dwergen allemaal min of meer identiek zijn, is de lichtkracht (of: -vermogen) van deze ontploffing in alle gevallen vrijwel even sterk. Dus als we ergens in het heelal een supernova 1a vinden, kunnen we uit de helderheid die we op aarde meten eenvoudig berekenen hoe ver die bij ons vandaan staat. Dankzij de roodverschuiving weten we de snelheid waarmee de supernova 1a van ons af beweegt. Door heel veel 1a-supernova's op verschillende afstanden te meten, kunnen we de hubbleconstante bepalen (zie grafiek). Zowel de methode als de achterliggende metingen zijn binnen de sterrenkunde algemeen geaccepteerd.

Uitkomst (in 2022): $H_0 = 73,4 \pm 1,1 \text{ km/s} / \text{Mpc}$.

Achtergrondstraling-methode

Ook voor de methode met de achtergrondstraling hebben we een roodverschuiving en een afstand nodig. De achtergrondstraling is de (thermische) infraroodstraling van de materie zo'n 379.000 jaar na de oerknal. De roodverschuiving van de straling kan bepaald worden uit de golflengte van de straling die gemeten is, wat een maat is voor een temperatuur (van in dit geval 3 K). Deze temperatuur vergelijk je met de werkelijke temperatuur die de materie volgens onze modellen moet hebben gehad (3000 K). De afstandsbepaling is wat ingewikkelder, maar ook deze methode is binnen de sterrenkunde algemeen geaccepteerd.

Uitkomst (Planck missie): $H_0 = 67,6 \pm 0,4 \text{ km/s} / \text{Mpc}$.

Verskillende uitkomsten

Dus: twee algemeen aanvaarde methodes, maar verschillende uitkomsten, die buiten elkaars foutenmarge liggen. Ergens gaat iets fout, en ook andere methoden overbruggen het verschil niet. En dat is een probleem, want blijkbaar lijkt er iets fundamenteels mis met enkele basisideeën waarbij kleine details kunnen behoorlijke gevolgen hebben over heel veel andere sterrenkundige modellen.

Wat het is, zal de toekomst leren. Over een ding is men het wel eens. Het voorstel van J., om dan maar te zeggen dat de waarheid in het midden ligt, dát gaan we natuurlijk niet doen.

Collegiale tips



Stoeplantjes bekendheid geven

Leerlingen vinden planten meestal saai. Op de NIBI-conferentie 2022 werd het stoeplantjesproject gepresenteerd. De zakgids 'Stoeplantjes' en de minizakgids 'Stoeplantjes' en vooral ook de determineerapps 'Obsidentify' en 'Pl@ntNet' worden gebruikt. Een leuk idee is dat leerlingen buiten stoeplantjes determineren, met stoepkrijt de naam op de stoep schrijven en een foto maken. Het zijn vaak inheemse planten en die verdienen alle aandacht. Zoek met google op NIBI en stoeplantjes.

Anatomie op je bord

Op de NIBI-vmbo-onderbouwconferentie van 2024 werden veel leuke les-ideeën gepresenteerd: Aan de hand van een kippenpoot en een kippenvleugel onderzoeken leerlingen de bouw en functie van skelet en spierstelsel. Ze snijden in de kippenpoot of -vleugel en beantwoorden vragen over wat ze zien en wat ze al weten van de theorie. Zie de site www.nibi.nl. Kies bij 'Conferenties', 'vmbo 2024'. Download W59 Anatomie op je bord met kip uit de supermarkt.

Hoe verdampt een plant of boom?

Een boom verdampt duizenden liters water per dag. Hoe kan een boom dat doen en hoe gaat dat dan? Leerlingen onderzoeken dit bij een vers gesneden tak met een zelfgebouwde 'potometer'. De anatomie van de wortel, de transportweg via de houtvaten en de verdamping door de huidmondjes komen aan de orde. Bij het practicum is een werkblad. Kies bij www.nibi.nl 'Conferenties' en dan 'vmbo 2024'. Download W8 Föhn, vaseline en een plant - een verdampingspracticum.

Over de grutto en andere vogels

De vogelbescherming geeft de mogelijkheid om per e-mail artikelen te ontvangen zoals 'Overheid, geef de grutto grond', 'De boom-

kruiper is bescheiden' en 'Reigers doen het goed'.

Bij de e-mails kun je je interessegebied aangeven zoals 'eropuit', 'tuinvogels', 'samen met kinderen'. De frequentie is een keer per maand of als je wilt vaker. Zie www.vogelbescherming.nl/vogelnieuws, QRC A.

Vijftig grappige en bizarre proefjes

Gerard Stout was scheikundeleraar en lerarenopleider en is werkzaam als schrijver en uitgever. Hij schreef voor leerlingen en leraren het boekje 'Aan de slag' met ruim 50 ideeën voor proefjes met tussendoor een grap of tip zoals blijf vriendelijk, ook bij vervelend gedrag. "Aordig weden tegen mēensen die niet aordig bint, want die hebt aordigheid het mieste neudig." De ideeën zijn zeer divers. Bij de mol: Neem een standaarddoos van $39 \times 30 \times 21 \text{ cm}^3 = 24,5 \text{ L}$. De inhoud is het molair volume bij $p = p_0$ en 25°C . Beplak met wit papier en schrijf alle betekenissen van mol op. Neem een latex handschoen en een mol soda en overmaat zoutzuur. Knapt de handschoen door het gevormde CO_2 ? Bij natuurkunde analyseer je de röntgenfoto die de tandarts van je gebit maakte. En bij biologie buig je een bot of ruik je de geurvlag na consumptie van asperges. Verschillen in geur verklaar je met genetica. Een aantal ideeën verscheen eerder als 'Aansteker' in NVOX. Laat je inspireren! Als pdf is het boekje gratis te downloaden via de site van Gerard Stout: Nedersaksis.ch.org, QRC B.

Tipping point ahead

Klimaatonderzoekers werken samen met docenten in het project 'Tipping point ahead'. Ze maken lesmateriaal gericht op de natuurwetenschappelijke vakken in de onder- en bovenbouw havo en vwo. 17 Lessnacks voor 15-30 minuten behandelen onderwerpen als 'Hoe verkleinen we onze ecologische voetafdruk?', 'Waar gaat

al die zonnearmte naar toe?' en 'Hoe lang duurt het voor Amersfoort aan zee ligt?'. Lesmodules behandelen onderwerpen als 'Het kantelpunt voor de ijskappen aan de polen', 'Hoe werkt een kantelpunt?' en 'Tipping points door methaan'.

De onderzoekers met hun verschillende achtergronden presenteren zich op de website en bieden aan vragen te beantwoorden. Het lesmateriaal met docentenhandleidingen en video's wordt gratis ter beschikking gesteld.

Zie www.tippingpointahead.nl/lesmateriaal of QRC C.

Verken en ontdek je leefomgeving

Bij de online Atlas Leefomgeving krijg je met 'Check je plek' voor je eigen adres veel informatie zoals meetwaarden voor fijnstof en NO_2 in de lucht, omgevingsgeluid, zomerhitte, groen/blauw binnen 500 meter en de kans op overstroming.

Thema's zoals Energietransitie, Geluid, Groen en water, Schone lucht en Veilige omgeving geven achtergrond informatie. Zie www.atlasleefomgeving.nl, QRC D.



Bewustwording van stereotypering

Kleine stapjes naar inclusiever bètaonderwijs

Stereotypering is een valkuil voor inclusief lesgeven. Stereotypen leren we van onze ouders en we internaliseren deze als biologisch overlevingsmechanisme. Stereotypen zorgen voor veiligheid, maar ook voor misverstanden, onbegrip en desinteresse. Hoe kom je van stereotiep naar inclusief?

Stereotypen over bijvoorbeeld afkomst, huidskleur, mogelijke genders of passende toekomstdromen worden vanuit huis meegegeven en fungeren als een soort kompas. Leraar en leerlingen hebben zo'n kompas, ieder vanuit de eigen cultuur. Leerlingen verschillen in leeftijd en in zorgvragen, maar hebben gemeen dat ze druk zijn met ontdekken wie ze zijn, hoe ze zijn, wat ze zijn en wie ze willen worden. Daarmee zijn leerlingen kwetsbaar voor stereotypering. Stereotypen vermijden in de les start met bewustwording ervan, om zo te komen tot inclusiever bètaonderwijs.

Bewustwording

Een gevleugelde uitspraak is: 'assumptions are the mother of all f&#-ups'. Aannamen komen voort uit stereotypen. Zoals de stereoty-

pen in het raadsel, dat een chirurg een man is of dat een jongen geen twee vaders kan hebben. Een blond meisje in een bloemetjesjurk kan zeggen dat ze van heavy-metal houdt, maar wordt weggehoond als niet geloofwaardig. De stereotypen werken ons gevoel hier tegen. De kunst van inclusief lesgeven is na zelf bewust te zijn van stereotypering, er in de klas op in te spelen.

Stereotiep: Westerse wetenschappers

Lesmethoden noemen voornamelijk westerse mannen als uitvinders van wetenschappelijke wetten en principes. Invloedrijke wetenschappers uit bijvoorbeeld Azië ontbreken, net als invloedrijke vrouwen. De chemische kennis van Jābir ibn Hayyān kwam via Geber naar het Westen. Hier is verwijzing naar mogelijk door de Arabische origine van woorden als alcohol, alkali en elixir te benoemen (Brock, 2016). Bij scheikunde-practicum hoort Maria van Alexandrië uit Egypte (7e eeuw) die onder andere destillatie-apparaten uitvond en wier naam voortleeft in de Franse vinding au-bain-marie. Marianne Offereins schreef columns over invloedrijke vrouwelijke wetenschappers in de NVOX (terug te vinden op de site, of het boek 'Vrouwenminiaturen'; Offereins & Bruinvels, 1996). Kijk er eens doorheen en haal bij nieuwe concepten en principes eens een van deze dames aan.

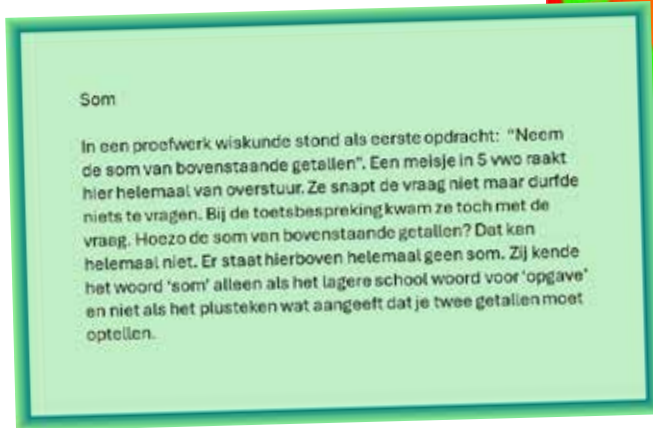
Stereotiep: enkel man of vrouw

Bij biologie leer je dat er seksen zijn en dat bij mensen vrouwen XX hebben en mannen XY (seksediversiteit.nl). Het gaat dan om chromosomen, waarmee al heel snel de gedachte werd gevormd dat de 'Y' dan wel verantwoordelijk zou zijn voor de geslachtsbepaling. Dat klopt als alle overige genen volgens dat spoorboekje zijn aangelegd, de hormonen in de juiste hoeveelheid, verhouding en tijdstip aanwezig zijn en er precies twee geslachtschromosomen aanwezig zijn. Voor één op de negentig mensen is dit niet het geval. Een oplossing is te zeggen dat vrouwen meestal XX hebben en mannen meestal XY. Er is dan ruimte voor andere opties zoals intersekse, alhoewel mensen met het syndroom van Turner of Klinefelter of het Triple-X syndroom hier toch buiten vallen. Sekse is iets anders dan gender. Sekse is een biologische variatie in chromosomen, gender geeft aan hoe een persoon zich voelt: vrouw of man of non-binair, onafhankelijk van de sekse. Hoe men dat uit is per persoon verschillend. Een leerling met baard, gekleed in een jurk, oorbellen, pumps en ongeschoren benen zou vroeger misschien als grap gezien worden; travestiet voor een dag. Nu is het een

Raadsel

Een jongen en zijn vader krijgen een ernstig auto-ongeluk. De vader komt hierbij om; de jongen wordt zwaargewond naar het dichtstbijzijnde ziekenhuis gebracht. De chirurg die de interne bloedingen moet gaan stelpen werpt een blik op de patiënt en zegt: "Ik kan mijn zoon niet opereren". Hoe kan dat nou?

Figuur 1: Raadsel



Figuur 3. Som

aanleiding te vragen hoe deze leerling aangesproken wil worden. Geef wat ruimte in je aanspreekvormen. Het gebeurt vaker dat leerlingen niet weten of ze zich man of vrouw voelen, maar zich wel vertrouwd voelen met hun voornaam. Dan wordt het 'Alex, die', in plaats van 'Alex, hij'. De klas kun je aanspreken met beste leerlingen, of met goedemorgen allemaal / iedereen. Het weergeven op websites hoe leraren zelf graag aangesproken willen worden is een mooi voorbeeld voor leerlingen. In e-mailhandtekeningen zie je tegenwoordig de woorden zij/haar of ze/hen of hij/hem staan. Niet alleen handig voor mensen uit landen waarvan wij uit de voornaam niet kunnen halen hoe de persoon aangesproken moet worden. Relaties zijn niet vaak een bèta-gespreksonderwerp. Nieuwsgierige leerlingen vragen naar je partner, kinderen, of je met de fiets komt en waarom je op jouw leeftijd lang haar hebt. Hoeveel je vertelt over jezelf is aan jou, maar een voorbeeldfiguur ben je hoe dan ook. Voorbeelden kennen en noemen van lhbtq+-wetenschappers in jouw vak kan leerlingen onverwacht motiveren voor je vak. De man-vrouwstereotiep in de wetenschap kan een weerstand hebben opgeleverd die je daarmee opheft. Een bekend en dramatisch voorbeeld is de uitvinder van de decodermachine Enigma, Alan Turing.

Stereotiep: bèta's zijn alleen slimme nerds

Kinderen van migranten kiezen minder vaak bètavakken dan kinderen van autochtone ouders. Culturele denkbeelden spelen hierbij een rol; de overtuiging 'ons soort mensen heeft daar geen interesse voor/kan dat niet/



Figuur 2. Frogs on Rainbow (gereproduceerd met toestemming van prof. K. Warkentin <https://sites.bu.edu/warkentinlab/>)

kent dat niet'. In schoolboeken zien we interculturele afbeeldingen en voornamen. Om het tekort aan referenties naar vooruitstrevende techniek buiten West-Europa aan te vullen kun je vertellen dat de beste telescoop in Zuid-Amerika staat, dat in India de nieuwste staalfabriek op zonne-energie en waterstofgas gebouwd wordt en dat het continent

Sekse is iets anders dan Gender

Afrika de snelste stijging van het gebruik van mobiele zonnepanelen kent (nos.nl). Wist je dat een Engelse wetenschapper die baanbrekend werk verrichte tijdens Covid volledig doof was? En dat een briljante vrouwelijk professor in de Biofotonica een vertepunt van 50 cm heeft en een nabijheidspunt van nog geen 3 cm? Beroemd is natuurlijk de briljante Stephen Hawking, die zich niet liet beperken door zijn spierziekte. Er zijn veel wetenschappers met een handicap, die zeer succesvol zijn. Zeker de moeite waard om eens te noemen.

Stereotiep: leerlingen zijn mondig genoeg

Niet al onze leerlingen zijn goed in taal, opgegroeid met de Nederlandse taal of van origine Nederlands. Gemiddeld genomen weten we voor ons vak welke woorden in de taal misschien incorrect begrip veroorzaken of zelfs onbegrip. Leerlingen die het Nederlands als tweede taal of derde taal hebben moeten leren, hebben het moeilijker. De woordenschat is kleiner en er missen betekenissen.

Je kunt vakraal checken in een klassengesprek of in een duo-oefening. Wat wordt met 'ionen' bedoeld? 'Hoe zit de wet van behoud van energie in elkaar?' 'Hoe zou je het kopiëren van DNA tekenen?' 'Hoe zou je de voortplanting van golven beschrijven?' Zo creëer je aandacht voor betekenissen van woorden die belangrijk zijn om een concept goed te begrijpen en te hanteren, en kun je voor een niet-talige leerling of een leerling uit een ander cultuur een groot verschil maken. Je kunt beelden gebruiken om uitleg te versterken, zodat iemand die moeite heeft om deze te volgen de plaatjes kan gebruiken. Bij het centraal introduceren van een nieuw concept kun je een praatpauze nemen: omdraaien en observeren, leerlingen lezen het bord. De drie-checkvragen-methode uit het model directe instructie (www.onderwijskennis.nl/themas/directe-instructie) kan worden ingezet om verkregen begrip te controleren direct na de centrale uitleg.

Slot

Het doel van dit artikel is creëren van bewustwording en geven van suggesties ten aanzien van inclusiviteit vanuit bekende aannames. Het is niet bedoeld om uitputtend en volledig te zijn, hopelijk wel inspirerend genoeg om zelf op verkenning uit te gaan.

Meer weten? Voor websites over inclusiviteit, taal in onderwijs en lhbtq+ kijk op de website bij dit artikel. ●

BRONNEN

- Gender inclusive biology labs, Prof. K. Warkentin: <https://sites.bu.edu/warkentinlab/>
- Brock, W. H. (2016). *The history of chemistry: A very short introduction*. Oxford University Press.
- Offereins, M. I.C., & Bruinvels, M. eds. (1996). *Vrouwenminiaturen: biografische schetsen uit de exacte vakken*. Vrouwen en Exacte Vakken.

Uitblinkers gezocht

Meld profielwerkstukken aan voor de Van Melsenprijs

Het profielwerkstuk (pws) kán het spetterende sluitstuk zijn van een schoolloopbaan. Met een onderwerp naar eigen keuze, waarop een leerling zich helemaal kan uitleven. Zo is het pws bedoeld. Helaas krijgt het vaak een wat ondergeschoven rol, ingeklemd tussen andere eindexamenactiviteiten.

Om leerlingen aan te moedigen zelf bèta-onderzoek te doen en daarin te willen uitblinken, werd (in 1994) de jaarlijkse Van Melsenprijs in het leven geroepen door de faculteit der Natuurkunde, Wiskunde en Informatica van de Radboud Universiteit.

“Sommige leerlingen richten hun inspanningen vooral op de schriftelijke eindexamens en gaan met hun pws ‘voor een zesje’. Som-



Leon met zijn prijs, foto: Gerard Verschooten

DE VAN MELSENPRIJS

Deze prijs is vernoemd naar filosoof en chemicus professor Dries van Melsen, een van de oprichters van de bètafaculteit van de Radboud Universiteit (toen nog Katholieke Universiteit Nijmegen).

De Van Melsenprijs is dertig jaar geleden opgezet als prijs voor bijzondere bètaprojecten bij scholen uit de regio. Na de introductie van het profielwerkstuk als eindexamenonderdeel (zes jaar later), richtte deze competitie zich op bèta-pws'en uit het hele land. Het doel bleef onveranderd: leerlingen aanmoedigen om zelf bèta-onderzoek te doen en daarin te willen uitblinken. De inzendtermijn is jaarlijks van begin januari tot eind februari. Elke bètadocent kan (in principe) één pws insturen. Alle inzen-

dingen worden gescreend door student-assistenten van de Radboud Universiteit. De tien beste gaan door naar een vakjury van hoogleraren, die twee prijswinnaars kiest. De winnaars worden bekend gemaakt tijdens een feestelijke dag op de Radboud Universiteit, waar de tien genomineerden hun onderwerp presenteren aan elkaar en aan het publiek. Ook dat publiek kiest een winnaar.

De inzet: een geldprijs en deelname aan een internationale competitie voor de leerlingen, en daarnaast natuurlijk publiciteit voor leerlingen, begeleidende docenten en scholen.

Meer informatie en een inschrijflink is te vinden op: tinyurl.com/VanMelsenPrijs

mige scholen laten – uit (bèta)personeelsgebrek – leerlingen kiezen uit een paar vastgestelde onderwerpen. Dat is best begrijpelijk: er gaat immers erg veel tijd zitten in een echt goed pws – zowel van de leerlingen als van de begeleidende docenten.” Jan Marijnissen, al 24 jaar de organisator van de Van Melsenprijs, en juryvoorzitter Charles Timmermans zijn eensgezind. “Toch pleiten wij ervoor om het profielwerkstuk serieus te nemen in zijn glansrol als ‘meesterstuk’, met een onderwerp naar eigen keuze. Als leerlingen zelf initiatief kunnen tonen en hun creativiteit kwijt

kunnen in het uitwerken van een onderwerp dat hen persoonlijk fascineert, werken ze gemotiveerder en met meer enthousiasme. Ze willen dan als vanzelf de diepte in en leren er meer van, zowel van het onderwerp zelf als qua onderzoeksvaardigheden. Zo kan het standaardcurriculum overstegen worden.”

Waardevol

Een van de winnaars van 2023, Clément Vovard, bouwde met hulp van zijn opa een schaalmodel van een middeleeuwse gevechtsskatapult (slingerblijde) en model-

leerde het bereik ervan. Hiervoor had hij ingewikkelde mechanica nodig (de zogenaamde Lagrangiaanse mechanica), die niet tot de middelbareschoolstof hoort. Clément beet zich hier helemaal in vast: “Soms gebeurde er in praktijk iets heel anders dan ik op grond van mijn berekeningen had verwacht. Zo werd in bepaalde omstandigheden het projectiel achteruit geschoten – daar begreep ik niets van! Samen met mijn begeleider bekeek ik het probleem van verschillende kanten en opeens viel het kwartje en kon ik theorie en praktijk wél met elkaar verbinden. Dat was echt een ‘moment of bliss!’”

Clément's begeleider, natuurkundedocent Patrick Diepenbroek: “Het profielwerkstuk is ook voor docenten bijzonder om aan mee te werken, omdat je weer even helemaal in je vak kan duiken. In de samenwerking met Clément moest ik vaak mijn hersens laten kraken om te begrijpen wat er misging en hoe we het beter konden aanpakken. Ik heb er zelf ook veel van geleerd, vooral op het gebied van die Lagrangiaanse mechanica. Dat was heel inspirerend. Ik ben erg trots op het mooie werk dat Clément heeft geleverd en voel me vereerd dat ik deel mocht uitmaken van zijn ontwikkeling.”

Prijs als stimulans?

Clément hoorde pas een week voor de inzendingdeadline van het bestaan van de Van Melsenprijs; zijn pws was toen al lang klaar.



Clément met blijde, Patrick Diepenbroek en Charles Timmermans, foto: Sophie Vovard

“Die prijs had dus geen invloed op mijn motivatie om hard te werken aan een zo goed mogelijk onderzoek, maar het was leuk om mee te mogen doen en zelfs te winnen!”

Voor Leon Verreijt, prijswinnaar in 2024, lag dat een beetje anders: “Ik maakte een stralingsdeeltjesdetector. Mijn onderwerp interesseerde me mateloos en ik ben erg ambitieus. Ik wilde per se dat het me zou lukken, dus ik deed sowieso al erg mijn best. Maar toen ik hoorde van het bestaan van deze profielwerkstukprijs, wilde ik extra hoog

UITEENLOPENDE ONDERWERPEN

Inzendingen voor de Van Melsenprijs zijn zéér uiteenlopend. Sommige leerlingen kunnen onderzoek doen in een laboratorium en mogen daar indrukwekkende apparatuur gebruiken, anderen zetten zelf iets in elkaar op school of in hun eigen schuurtje. Om zulke ongelijksoortige inzendingen te kunnen vergelijken, hanteert de jury vier criteria:

- Hoe origineel is het onderzoek?
- Wat is de diepgang, de wetenschappelijke kwaliteit?
- Hoe is de kwaliteit van het onderzoek en hoe is het opgeschreven?
- Hoe relevant is het onderwerp?

Zo kan een pws met een heel origineel idee, dat met diepgang bestudeerd is, maar waarin de berekening niet helemaal klopt, toch hoog scoren. Net als een pws waarin alles keurig is aangepakt, maar dat minder origineel is.



Jan Marijnissen in gesprek met het publiek, foto: Gerard Verschooten

mikken, zodat een eervolle prijs er wel in zou kunnen zitten. Bovendien zijn de onderdelen voor zo'n detector behoorlijk duur; voor de eerste versie gebruikte ik al mijn verjaardagsgeld. Er waren nog veel verbeteringen nodig, uiteindelijk werkte pas de vijfde versie goed genoeg om er serieuze metingen mee





Gabriël, Kynan en Sven, foto: Gerard Verschooten

te doen. Tegen die tijd had ik al heel wat kranten rondgebracht om alles mee te bekostigen, dus het vooruitzicht op een mogelijke geldprijs stimuleerde me zeker.”

Hulp?

Leerlingen die serieus met hun pws bezig zijn, lopen soms vast omdat ze niet de goede literatuur kunnen vinden of omdat ze moeilijk aan de juiste onderdelen kunnen komen. Soms hebben ze voor hun metingen een wetenschappelijk laboratorium nodig. Tot ieders verbazing blijkt een simpel mailtje aan een pws-steunpunt of een wetenschappelijk instituut vaak vele deuren te openen: Devon Blom en Rebecca Schoenmaker (winnaars in 2023) mochten twee weken doorbrengen in de apotheek van een universiteitsziekenhuis. Daar deden ze onderzoek naar de optimale dosis coffeïne om baby's

met slaapapneu te behandelen. “Natuurlijk deden we geen bloedtesten op baby's, dat zou niet verantwoord zijn, maar wel op onszelf. We mochten analyse-instrumenten gebruiken en al onze vragen werden beantwoord, we voelden ons heel welkom. Zo deden we veel onderzoeksvaardigheden op.” Sven van den Heuvel, Gabriël Leenderts en Kynan de Boer kregen toegang tot een gespecialiseerd geluidslaboratorium. Zij deden daar metingen naar hoe oorprothesen (die het oppervlak en de vorm van de menselijke oorschelp veranderen) de geluidsovang en het richtinghoren kunnen verbeteren. Hun pws hierover viel in 2024 in de prijzen. Leon kreeg van een onderzoeker van een deeltjeslab antwoord op al zijn technische vragen. Hij mocht zelfs een paar rolletjes verguld wolframdraad meenemen voor zijn eigen deeltjesdetector.

INTERNATIONALE COMPETITIE

Prijswinnende (groepjes) leerlingen van de Van Melsenprijs worden afgevaardigd naar een internationale competitie, EUCYS (European Union Contest for Young Scientists), die gehouden wordt in de ‘Europese stad van de wetenschap’ van dat jaar. In 2022 was dat Leiden, in 2023 Brussel en in 2024 Katowice in Polen. Daar ontmoeten zo'n 150 jonge prijswinnaars uit EU-landen elkaar tijdens een week vol wetenschap, cultuur, lekker eten en gezelligheid. Rebecca vond het “fascinerend om mee te maken, zo'n groep jongeren met diepgaande interesse in elkaar en in elkaars onderzoeksprojecten!” Ook Clément vond het een geweldige ervaring om “zoveel briljante jonge wetenschappers uit zoveel verschillende landen te ontmoeten.” In die paar dagen ontstaan netwerken en vriendschappen voor het leven.



Clément, Devon en Rebecca, foto: Sophie Vovard

Docenten, jullie staan er niet alleen voor

Als leerlingen zelf een onderwerp mogen aandragen, vergt dat veel van de begeleider. Dat begint al met stimuleren dat de onderzoeksvraag zo concreet mogelijk wordt geformuleerd, zodat die te onderzoeken is in de ongeveer tachtig uur die ervoor staan. Soms komen leerlingen met een hele brede vraag, zoals ‘Ik wil een geneesmiddel tegen kanker ontwikkelen’, of met een vaag idee als ‘Ik wil iets doen met brommers en geluid’.

Om tijdens het onderzoek op de juiste momenten steun te kunnen bieden, moet een docent goed op de hoogte zijn – of bereid zijn zich in het onderwerp te verdiepen. Een hele klus, maar je hoeft het als docent niet allemaal zelf te doen. Veel universiteiten hebben een pws-steunpunt dat workshops organiseert om leerlingen op gang te helpen. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld terecht bij het Radboud Pre-University College of Science met specifieke vragen. Ze worden dan eventueel gekoppeld aan een wetenschapper die hen op weg kan helpen, of ze krijgen de mogelijkheid geboden om experimenten te doen.

Er is een uitstekende site die als beginpunt kan dienen, zowel voor leerlingen als voor docenten en scholen: profielwerkstuk.nl. Hier vindt je pws-informatie vanuit een groot aantal Nederlandse universiteiten. ●



Machteld de Kok is na een aantal vervangingsbanen sinds 2015 verbonden aan het Stedelijk Gymnasium Leiden. Ze schrijft over haar herinneringen en recentere gebeurtenissen op school.

Ik hoorde het mezelf zeggen

Soms hoor je jezelf iets zeggen en zou je het liefste willen dat je er heel hard achteraan kon roepen: 'Grapje! Dit gaan we dus écht niet doen, ik lijk wel gek!' Maar dat roep je dan niet. Mij gebeurt het meestal op momenten dat ik het overzicht nét een beetje kwijt ben en om ofwel de klas tevreden wil stellen ofwel om bij één individu van het gezeur af wil zijn. Meestal roep ik dingen als:

- Morgen gaan we hierover een debat houden in de klas!
- Morgen kun je die toets wel inhalen!
- Morgen krijgen jullie een nieuwe plattegrond!
- Morgen weet ik er meer over!
- Morgen krijgen jullie hier nog een heel leuk PO over!
- Morgen heb ik voor jullie een stencil waarop alle rijtjes heel overzichtelijk staan!
- Ja, morgen heb ik het wél nagekeken!

Morgen lijkt op dat moment nog ver genoeg, maar 'morgen' houdt ook in dat ik de hele avond bijna huilend achter de computer zit om de domme uitspraak in kwestie ook daad-

werkelijk voor te bereiden en me regelmatig in nog wat extra onhandige bochten moet wringen om het praktisch uitgevoerd te krijgen. Ben ik de enige?

Ik hoop dat ik nog een keer een filter krijg

Toch heeft het ondoordacht roepen van dat soort dingen ook wel voordelen. Naast dat het je behoorlijk van de straat houdt en helpt tegen avondjes eventuele verveling, speelt het wel in op de behoeften van de klas. Meestal roep ik toch iets wat ze wel leuk vinden. Het dwingt me ook om uit mijn comfortzone te stappen. Waar ik normaal soms te lui of te onzeker ben om iets echt uitgebreid op te zetten (zoals een uitvoerig debat, een toneelstuk of een leuke Praktische Opdracht), moet ik dat wel doen als ik het door de klas heb geroepen. Want ja - als ik iets heel hard roep en het dan vervolgens niet doe, is het gedaan met mijn betrouwbaarheid. Nadat ik dus een keer had geroepen dat ik een debat zou houden in de klas, heb ik dat ook daadwerkelijk gedaan en ze vonden het de leukste les van het hele jaar.

Een andere keer heb ik tot diep in de nacht aan een Praktische Opdracht gezeten die nu, jaren later, nog steeds wordt gebruikt. Ook moest ik een keer een plattegrond in elkaar zetten, maar koos voor een systeem met wisselende groepen op niveau en al na één week was het een begrip geworden. De mooiste dingen komen soms voort uit de sulligste momenten. Maar toch hoop ik dat ik nog een keer een filter krijg: dat ik, als mijn zin met 'morgen' begint, nog even drie keer mag nadenken.



VAN DE BESTUURSTAFEL

Op deze plaats vindt u een greep uit de activiteiten die uitgevoerd worden of die het bestuur van de NVON heeft besproken, en die voor u als NVON-lid interessant kunnen zijn.

Nieuwe bestuursleden

Eind vorig schooljaar is er een sollicitatieprocedure gestart om de vacatures voor secretaris en penningmeester te vervullen. Op de post van secretaris solliciteerde Anika Embrechts, op de post van penningmeester Tosca Tamis. Het Dagelijks Bestuur heeft met beide sollicitanten uitvoerige gesprekken gevoerd. Beide kandidaten zijn geschikt bevonden en daarom willen we ze tot hun officiële benoeming op een extra ALV (zie hieronder) alvast aan het bestuur toevoegen om ze in te werken.

Extra algemene vergadering op 20 november

Tijdens de algemene vergadering van woensdag 10 april traden de secretaris en de penningmeester af, zonder dat we daar opvolgers voor hadden. De aftredende penningmeester bleef als bestuurslid aan en fungeerde als penningmeester ad interim totdat de opvolger was gevonden. Het hoofd bureau fungeerde tijdelijk als ambtelijk secretaris. Inmiddels heeft de NVON voor beide vacatures een geschikte kandidaat gevonden: Anika Embrechts en Tosca Tamis. Deze nieuwe bestuursleden willen snel aan de slag, en dat kan alleen als ze op korte termijn worden benoemd. Daarom organiseert de NVON op woensdag 20 november een extra algemene vergadering, om deze bestuursleden in functie te benoemen.

Daarnaast wil het bestuur tijdens deze vergadering het voorstel om algemene vergaderingen online te kunnen houden in stemming brengen. De nieuwe statuten voorzien in deze mogelijkheid, na instemming van de algemene vergadering. Binnenkort ontvangen alle leden van de NVON een uitnodiging voor deze vergadering.

Actualisatie examenprogramma's en kerndoelen

De laatste ronde voor de actualisatie van examenprogramma's en kerndoelen is geweest. Daarmee komt een einde aan het werk van de Commissie Onderwijsontwikkeling in deze fase van de actualisatie. Zij zijn de afgelopen twee jaar betrokken geweest bij de actualisatie van de examenprogramma's en de kerndoelen. Nu volgt de fase van beproeven op de scholen. Mogelijk wordt jouw school ingeschakeld voor deze fase. We kijken uit naar de volgende stappen rondom deze actualisatie.

Sociale media

Volg ons via sociale media zodat je altijd op de hoogte bent van het laatste NVON nieuws.

Via QRC A kom je bij onze LinkedIn pagina terecht, via QRC C kom je bij onze Facebookpagina terecht. Beiden zijn ook te bereiken via de knop op de digitale ledenpas.

Techkwadraat

Met het programma Techkwadraat worden de handen ineen geslagen voor een leeromgeving - binnen en buiten de school(tijd) - waar onderwijs en praktijk samenkomen. Techkwadraat richt zich op technologieonderwijs. Ze stimuleert scholen, bedrijven en buitenschoolse leeromgevingen om binnen (bestaande) regionale netwerken een eigen regionaal plan te ontwikkelen voor een goede aanpak voor technologieonderwijs en hiervoor subsidie ontvangen. Mogelijk zie jij voor je eigen school ook kansen om mee te doen. Kijk voor meer info op www.techkwadraat.nl of scan QRC B.

NVijftigON

De NVON is op 12 april 1975 opgericht, dus komend jaar bestaat de NVON 50 jaar. En dat vieren we! Zo trappen we het jubileumjaar af op de ALV van woensdag 9 april 2025. Noteer die datum alvast in je agenda! We organiseren in de loop

van het jaar nog meer activiteiten. Houd daarvoor de nieuwskanalen van de NVON in de gaten. Heb je zelf nog goede ideeën voor jubileumactiviteiten of wil je meehelpen met de organisatie daarvan, neem dan contact op met het secretariaat via secretariaat@nvon.nl.

Erwin van Ballegoij Hoofd NVON-bureau
Corine Hijmissen Stafmedewerker Vakbondszaken en Projecten



NVON op locatie: Van Gogh Museum



Deze NVON op locatie vindt plaats op donderdag 21 november in het Van Gogh Museum in Amsterdam. Het programma duurt van 14.00 - 17.30 uur. Kijk voor meer informatie en de precieze invulling op nvon.nl. Tijdens deze NVON op locatie maak je kennis met het interactieve Masterminds & Masterpieces lesprogramma en de bijbehorende tentoonstelling. In dit lesprogramma voor de onderbouw, ontdekken leerlingen hoe een restaurator infrarood, röntgenstraling en UV-straling inzet bij onderzoek naar schilderijen van Vincent van Gogh.

Zonnesteken & Windvlagen

De school als energieleverancier

De zonne-energie die in één uur de aarde bereikt is genoeg om de hele wereld een jaar van energie te voorzien! Er gaan 8766 uren in een jaar. Hoezo een energieprobleem? De techniek is voorhanden, nu de inzet daarvan nog! In deze rubriek info, weetjes en anekdotes om de bètaleerlingen weer even bij de energietransities te houden, zij moeten de transitiekar de komende decennia trekken.

Ook een ideetje voor een steek- of vlaagje in deze rubriek: h.bruijnesteijn@gmail.com

De meeste scholen hebben platte daken. Veel zonnepanelen daarop, een grote batterij in de school en eventueel laadpalen op het parkeerterrein, tel uit je winst! Zo kan een school al behoorlijk op de energierekening besparen en door de flexibele energietarieven is het mogelijk om de batterij op te laden wanneer de inkoopprijs laag is en te ontladen zodra de inkoopprijs een hoger punt heeft bereikt. Zo veranderen kosten ineens in opbrengsten.



Schooldakrevolutie

De stichting Schooldakrevolutie helpt onafhankelijk en zonder winstoogmerk scholen (een deel van) bovenstaand ideaal te bereiken. Zij zet zich in voor zonnepanelen op alle geschikte schooldaken! Haar schooldakcoaches inventariseren de huidige situatie van het dak, het energieverbruik en de opwekpotentie. Zij maken dan een passende business-case met financiering, waaronder mogelijke subsidies en btw-vraagstukken. Gezamenlijk wordt een compleet dossier op maat per school opgesteld.

In de realisatiefase bieden de schooldakcoaches projectmanagement: begeleiding bij zowel de projectvoorbereiding als -uitvoering. Zij werken niet op uurbasis, maar met vaste tarieven.

Lees op de website schooldakrevolutie.nl de succesverhalen van menig basisschool, 't Rijks in Bergen op Zoom en Het Adelbert College in Wassenaar (zie foto).

Zowiezon, kosteloos en ook in de les

Energieleverancier Eneco, als initiatiefnemer, en Schooldakrevolutie werken samen in Zowiezon. Ze bieden kosteloos projectmanagement voor het verwezenlijken van een zonnedak. Dat koppelen ze aan educatie over duurzaamheid in het algemeen, verduurzaming van de school en ook in diens omgeving.

De school krijgt ook het Zowiezon-pakket met digitale en fysieke tools. Leerkrachten kunnen deze lesstof en materialen eenvoudig inzetten want ze sluiten aan op het curriculum. De tools maken duurzaamheid tastbaar in de klas en bereiken ook de gezinnen. Het pakket bevat een digitale escaperoom, leerzame werkbladen, een voorleesboek, memoryspelen, een zonnequiz en materiaal voor spreekbeurten. Voor het vo is er de uitdagende energy-game 'You've got the power' waar twee duurzame lessen aan gekoppeld zijn. Ook is een gastles over duurzame energie door een deskundige van Eneco mogelijk.

Eigen batterij

Er zijn bij installatiebedrijven batterijen te koop om daar als school je eigen opgewekte zonne-energie in op te slaan. Die dan op koude, natte en donkere dagen de benodigde elektriciteit kan leveren. Dan ben je als school nog duurzamer, onafhankelijker én flexibeler.

Timmert jouw school ook behoorlijk duurzaam aan de weg? Doe daar dan in deze rubriek verslag van, graag!

Hein Bruijnesteijn, redactie



Griep prik

Mijn neef was op bezoek met zijn gezin. Hij stelde me de vraag: Waarom doet een griep prik de ene keer wel pijn en de andere keer niet? Heeft dat te maken met de deskundigheid van degene die prikt of met de samenstelling van het vaccin?

Ik heb het zelf ook wel ondervonden: de eerste keer dat ik mijn covid prik kreeg voelde ik zelfs de prik niet, de tweede prik voelde ik heel duidelijk.

En hoe komt het dat de een er veel meer last van heeft dan de ander?

Marianne Offereins

Reacties graag naar redactie@nvon.nl

COLOFON

NVOX is een uitgave van de Nederlandse Vereniging voor het Onderwijs in de Natuurwetenschappen (NVON)

Redactie:

Hoofredacteur: A. Thurlings (hfd-rd-nvox@nvon.nl)

Adjunct-hoofredacteur: M. Domis-Hoos (marijke.domis@ziggo.nl).

Eindredacteurs: S. Bosmans, biologie (s.bosmans@fontys.nl); E. van de Leur, natuurkunde (erik@vandeleur.com)

R. Soer, scheikunde (rw.soer@gmail.com); T. Brink, wetenschapsorientatie (t.brink@xs4all.nl); M. Mojet, nlt (mart.mojet.nvox@gmail.com); T. Tamis, Jong NVON (toscatamis@gmail.com)

vacature, toa; M. Hoebens (martha@hoebens.nl); N. Lurvink, vmbo (nienkelurvink@gmail.com)

Redacteurs: H. van Bommel (na), H. Bruijnesteijn (vmbo/toa), J. de Grijter (sk), C. van der Kamp (na), A. Pollmann (wo).

Bureau redactie: S. Dankers

Redactieadres:

Grote Voort 247 (14e verdieping), 8041 BL Zwolle, email redactie@nvon.nl, www.nvon.nl/nvox

Kopij kunt u aanleveren bij redactie@nvon.nl of bij de betreffende eindredacteur.

Aan de inhoud van de artikelen in dit blad is veel aandacht besteed. De redactie aanvaardt geen aansprakelijkheid voor eventuele onvolledigheden of onjuistheden. De redactie doet haar uiterste best alle aangeleverde foto's met de juiste bronvermelding te plaatsen. Wanneer desondanks beeldmateriaal is gebruikt waarvan u rechthebbende bent en voor het gebruik waarvan u niet als bron of rechthebbende wordt

genoemd, kunt u zich in verbinding stellen met de redactie:

redactie@nvon.nl.

Overname van artikelen (op welke manier en met welk doel dan ook) is uitsluitend toegestaan met bronvermelding en na schriftelijke toestemming van de hoofredacteur.

Eventuele gevolgen van verkeerd, onoordeelkundig of onzorgvuldig uitgevoerde proeven zijn de verantwoordelijkheid van degene die ze uitvoert, ze kunnen nooit tot verantwoordelijkheid worden gemaakt van de auteurs of de redactie.

De redactie behoudt zich het recht voor artikelen te weigeren, dan wel te redigeren, in te korten of stilistische wijzigingen door te voeren.

Dagelijks bestuur NVON: J.J. Wietsma, voorzitter

(voorzitter@nvon.nl), secretaris vacature

(secretaris@nvon.nl), A. Biegstraaten, penningmeester

(penningmeester@nvon.nl),

Algemeen Bestuur: het DB aangevuld met de sectie-

voorzitters: biologie J. Coenemans (cnm@rml.nl), natuurkunde

R. Zibret (r.zibret@jdesign.org), nlt A. Linnenbank

(maureen.breeman@gmail.com), D. Cloots

(danielle_cloots@hotmail.nl), techniek en technologie vacature,

vmbo H. Bruijnesteijn (h.bruijnesteijn@gmail.com)

Het lidmaatschap kan maandelijks ingaan en wordt jaarlijks automatisch verlengd. Opzeggen is mogelijk tot uiterlijk 2 maanden vóór het einde van het lidmaatschap. Voor meer informatie, zie: www.nvon.nl.

NVON-secretariaat / ledenadministratie:

Grote Voort 247 (14e verdieping), 8041 BL Zwolle, tel. 0522-243347

(maandag tot en met vrijdag)

secretariaat@nvon.nl (algemene vragen)

ledenadministratie@nvon.nl (aanmelding, opzegging, adreswijziging e.d.)

NVON-bureau: E. van Ballegoij

(hoofdbureau@nvon.nl)

NVON-ledenservice (voor het bestellen van boeken en overige uitgaven): www.nvonwebshop.nl

NVON Vakbondszaken: De NVON is aangesloten bij de FvOv, de Federatie van Onderwijsvakorganisaties.

Ook geeft de NVON rechtspositionele ondersteuning aan haar leden woonachtig in Nederland bij zaken die voortvloeien uit een dienstbetrekking. Informatie en indienen van

aanvragen: www.nvon.nl/ondersteuning.

Stafmedewerker Vakbond en Projecten: C. Hijmissen

Internetadres: www.nvon.nl.

Vormgeving:

FIZZ | Digital Agency, www.fizz.nl.

Productie: FIZZ | Digital Agency, www.fizz.nl.

Advertenties:

Voor inlichtingen: secretariaat NVON, Zwolle.

Tel.: 0522-243347.