

NVOX

#3

maart
2022
jaargang 47



Herziening syllabi bio, na, sk

Stop de klok

Pestgedrag

WELKE NATUURKUNDE METHODE PAST BIJ JOU?

Newton

Beleef natuurkunde met Newton!

Newton is de contextrijke natuurkundemethode, waarmee je je leerlingen meeneemt in de fascinerende wereld van natuurkunde, vanuit hun eigen belevingswereld.

Herkenbare context en concrete voorbeelden uit de dagelijkse praktijk brengen het vak tot leven en laten je leerlingen een verschijnsel eerst begrijpen en doorgronden, voordat ze gaan rekenen.

- Eerst begrijpen, dan berekenen
- Contextrijk en vanuit leerlingperspectief
- Doorlopende leerlijn leerjaar 1 t/m 6



Systematische Natuurkunde

Dé formule voor jouw natuurkundeles

Systematische Natuurkunde is dé vakgerichte natuurkundemethode, waarmee je je leerlingen uitdaagt om diep in jouw boeiende vakgebied te duiken.

De systematische aanpak helpt om de juiste denkstappen te maken bij het oplossen van natuurkundige vraagstukken. Met meer stapsgewijze uitleg voor havo en echt pittige opgaven voor vwo.

- Duidelijke route en heldere structuur
- Uitdagend voor je leerlingen
- Voor bovenbouw havo en vwo



Vraag een beoordelingspakket aan en ontdek het zelf! Ga naar:

thiememeulenhoff.nl/natuurkunde/vergelijken

Heb je vragen, wil je auteur worden of een presentatie aan jouw vaksectie? Neem contact op via 033 - 448 3600 of vo@thiememeulenhoff.nl

ThiemeMeulenhoff 



Spelen



Het verschijnen van dit nummer valt vrijwel samen met de tweede verjaardag van de beperkingen en droefenis die we door het coronavirus meemaken. In de hele maatschappij heeft dat gevolgen. Het onderwijs ging er ook onder gebukt. We hebben dingen geleerd, maar ook veel dingen gemist. Nooit eerder hebben we zoveel uren voor de camera gezeten, en hebben we contact gehad zonder contact te hebben.

Ik probeer zo goed en kwaad als dat lukt nog wat contacten te onderhouden met verenigingen elders in de wereld. Zonder vliegen of autorijden kon ik aansluiten bij de online-versie van de internationale dag van de ASE-conferentie 2022. Daar was als thema gekozen: 'play in science education'; het inzetten van spel in het leren van natuurwetenschap en techniek. Als we het in het Nederlands over spelen hebben, kan dat twee richtingen op gaan. Aan de ene kant: kinderspel, waarvan de indruk bestaat dat dit wat anders is dan leren. Aan de andere kant: tegen elkaar spelen, met een wedstrijdement. Dat is meer het game-aspect, de wedstrijd, en wordt wél serieus ingezet om leren te bevorderen. Toch is aandacht voor spel, zoals dat bij kinderen voorkomt, heel zinvol. Kinderen spelen, en gebruiken daarbij hun fanta-

sie, verbeeldingskracht en creativiteit. Ze maken wat er niet is. Een stok wordt een zwaard, een paard of een hijskraan. Het kan, dankzij verbeeldingskracht. Door spelen leren kinderen de wereld kennen, ervaren ze materialen, alles wat er om hen heen is. Hoe dingen aanvoelen en zich gedragen als je eraan trekt of duwt, of je handen erin steekt. Of je er iets van kunt maken, of gevaarlijk is. Waar het allemaal voor te gebruiken is. Spelen van kinderen is ook experimenteren en ontdekken, in combinatie met voorstellingsvermogen en creativiteit. Dat is voor alle leeftijden. Spelenderwijs leren, weten hoe dat gaat en hoe je dat stuurt met goede opdrachten kan een geweldige basis leggen voor het leren over natuur en techniek. Welk kind wil nu niet in het kasteel de schat vinden en die eruit zien te halen. Binnen de kortste keren heb je kinderen aan het spelen met touwen en katrollen; en kunnen ze uitleggen hoe een hijskraan werkt. Maar een kaart tekenen, een route bepalen met een kaart, een stok gebruiken om een afstand te meten: spelen kan serieuze vormen aannemen. En onderwijs in natuurwetenschap en techniek kan op die manier enorm gestimuleerd worden. We vinden met elkaar techniek en technologie heel belangrijk. Tegelijk wordt het gezien als iets ingewikkelds, waar je verstand

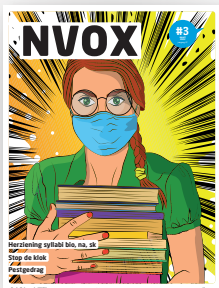
van moet hebben. Wanneer je de verbinding weet te leggen met spelen, fantasie, creativiteit, taalontwikkeling, rekenvaardigheden, ruimtelijk inzicht, sociale vaardigheden en samenwerking dan is al heel vroeg een solide basis te leggen voor de vaardigheden die we nu van natuurwetenschappers en technici verwachten. Als je maar weet dát je op die manier de basis legt voor begrip van afmetingen, krachten, verhoudingen en vaardigheden om dingen te bouwen en te onderzoeken. De meester en juf als rolmodel, die zelf meespelen in het toneelstuk, Die vragen stellen waar kinderen spelenderwijs antwoorden op ontdekken. Dat vraagt om onderzoek én een goede opleiding voor leraren. Het nieuwe kabinet heeft stevige ambities met onderwijs en ministers waar we hoge verwachtingen van hebben. Er liggen veel plannen en voorstellen die op uitwerking wachten. Laat ook de ontwikkeling van een nieuw curriculum voor de basisschool en onderbouw vo weer voortgaan. Laat daarin de aandacht voor bèta sterk zijn, en een serieus onderdeel worden van de ervaringen die alle kinderen meekrijgen. Spelenderwijs.

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



Stop de klok

Het grootschalig gebruik van fossiele energiebronnen zorgt ervoor dat ons klimaat in rap tempo verandert. Het moet en kan anders. Darel, adviesbureau voor de energietransitie, heeft een apart onderdeel Educatie opgericht. De medewerkers gaan een hele of halve dag met leerlingen van middelbare scholen en mbo's op hun eigen school actief aan de slag.



OP HET OMSLAG: **Herziening syllabi.**



Herziening syllabi biologie, natuurkunde en scheikunde

Met ingang van schooljaar 2022-2023 gelden voor biologie, natuurkunde en scheikunde herziene syllabi vanaf klas 4 voor havo en vwo. Dat betekent dat in 2024 voor het eerst centrale examens volgens deze syllabi worden afgenomen op havo en in 2025 op vwo.



Pestgedrag

Bijna iedereen heeft wel eens te maken gehad met pestgedrag. Als kind, als opgroeiende adolescent – misschien zelfs tijdens het werk. Wat kan een onderwijsgevende doen om het te voorkomen of het te herstellen? In dit artikel een aanzet.

- 9 In de klas** Eenvoudige synthese en karakterisatie van CdSe kwantumdots - Daniel Motyka, Thibaud Pierre en Jonas Van de Vyver en Tom Mortier
- 15 In de klas** Botsingen - Hans van Bommel
- 18 Curriculum & Examens** Het beoordelen van significantie in de centrale examens natuurkunde havo-vwo - Leo van Dijk, Berenice Michels en Jacqueline Wooning
- 20 Curriculum & Examens** Significantie in de centrale examens scheikunde havo-vwo - Emmy Zeetsen en Jacqueline Wooning
- 22 Wetenschap** Wetenschap is meer dan een mening (VII) - Willem Bustraan
- 26 Internationaal** Evaluatie van het BliNaS-project - Ton van der Valk, Ad Mooldijk en Jerry Oldenstam
- 32 Herinneringen** De Spaanse griep, herhaalt de geschiedenis zich? - Paula Petunia
- 34 Achtergrond** Paddenstoelen in hun veelvormigheid - Maarten Foeken
- 40 Achtergrond** Bieten als grondstof voor chemische industrie - Cees van Loon en Hans van Klink
- 46 Achtergrond** Woestijnstroom op transport naar Europa? - Rolf Soer en Carel Wreesmann
- 48 Achtergrond** Neutronentomografie van Van Leeuwenhoek's microscoopjes - Tiemen Cocquyt en Lambert van Eijck

RUBRIEKEN

- 21 Column** Biodivers-3 - Arnold van Vliet
- 28 Het lokaal** - Hein Bruijnesteijn
- 30 Jong NVOX**
- 33 Collegiale tips** - Rolf Soer
- 36 Het kabinet**
- 42 Recensies**
- 50 Bestuurstafel + oproep nascholing**
- 52 Smid en Colofon** - Anneke Thurlings




Periodiek van de NVON

Nederlandse Vereniging voor het
Onderwijs in de Natuurwetenschappen

Communicatie

Onlangs volgde ik een workshop, die gegeven werd door Diederik Jekel, over communicatie. Hij legde uit dat communiceren vaak gepaard gaat met emotie. Zo vraagt hij bij een gesprek met mensen die tegen vaccinatie zijn: "Waar ben je bang voor?" in plaats van gelijk uit te leggen hoe het zit met die vaccinaties en hoe de eiwitten zich uitvouwen. Diederik kan dat, ik vind dat moeilijk. Het niet herkennen waar de emotie zit in een gesprek levert vaak ongemak op. Beide partners voelen zich niet begrepen. "Ik kan aanpassen hoe ik praat, niet hoe jullie luisteren", volgens Jekel.

Mijn variant daarop is: ik kan aanpassen wat er in NVOX gepubliceerd wordt, niet hoe en wat jullie lezen. Daarvoor hebben we reacties van lezers nodig. Je bent van harte uitgenodigd te laten weten wat je goed vindt en wat minder. Wil je meer invloed hebben op de inhoud van NVOX dan kun je ons helpen door redacteur of eindredacteur te worden. Er is plek genoeg. Gelukkig begrijpt het CvTE dat de NVOX een belangrijk communicatiemiddel is bij wijzigingen en aanpassingen in examenprogramma's. In dit nummer lees je over wijzigingen in de syllabi natuurkunde, scheikunde en biologie. Ook zijn er twee artikelen opgenomen over de manier waarop we voortaan om moeten gaan met significante cijfers in de examens scheikunde en natuurkunde. Volgens mij is dat geen trucje, maar een belangrijk onderdeel van een onderzoek. Hoe nauwkeurig is een meting uitgevoerd? Ik wil dat meestal graag weten, maar niet altijd: alleen als het ertoe doet. De correctie bij eindexamens is daarom aangepast. Niet omdat ik dat gezegd heb of dat vind, maar omdat er geluisterd is naar het veld. Misschien is kunnen luisteren wel het allerbelangrijkste van communiceren.

Anneke
Thurlings 

Hoofdredacteur NVOX

Herziening syllabi biologie,

Met ingang van schooljaar 2022-2023 gelden voor biologie, natuurkunde en scheikunde herziene syllabi vanaf klas 4 voor havo en vwo. Dat betekent dat in 2024 voor het eerst centrale examens volgens deze syllabi worden afgenomen op havo en in 2025 op vwo. De hoofdthema's bij de herziening waren bruikbaarheid, actualiteit en relevantie.

In 2012 zijn examenprogramma's en syllabi vastgesteld die sinds de centrale examens van 2015 in gebruik zijn op havo en sinds 2016 op vwo. De afgelopen jaren zijn kleine wijzigingen doorgevoerd die in de syllabi zichtbaar waren door gele markeringen van de gewijzigde teksten. Er zijn echter geen grote wijzigingen doorgevoerd sinds 2012.

Bij het gebruik van de syllabi, zowel door docenten als examenmakers, is echter gebleken dat de syllabi niet in alle opzichten goed bruikbaar waren. Om die reden zijn wij eind 2018 gestart met een verkenning in het veld om nader in kaart te brengen welke verbeteringen nodig zijn. Bij deze verkenning zijn docenten in verschillende regio's in de vorm van focusgroepen bevraagd over hun ervaringen met de syllabi. Ook zijn vertegenwoordigers van het vervolgonderwijs bevraagd over hun ervaring met de studenten die het nieuwe programma hebben gevolgd. Daarnaast is aan de examenmakers gevraagd ervaringen en aanbevelingen met het werken met de syllabi op een rij te zetten. Meer informatie over deze verkenning en de eindrapporten van die verkenning kunt u vinden op Examenblad.nl (zie QR code A). De aanbevelingen daaruit vormen de basis voor de herziening van de syllabi. Daarnaast golden een aantal randvoorwaarden:

- De examenprogramma's mochten niet worden aangepast.
- Er mocht geen verzwarend zijn van de examenonderdelen in de syllabus; het niveau en de omvang moesten gelijk blijven.
- De consequenties van de wijzigingen voor onderwijs en lesmateriaal moesten zo klein mogelijk zijn.
- De wijzigingen in de syllabus mochten niet strijdig met en bij voorkeur in lijn zijn met uitgangspunten en inhouden van de adviezen voor de bovenbouw van curriculum.nu.
- Waar mogelijk moest afstemming plaatsvinden tussen de syllabi voor biologie, natuurkunde en scheikunde en waar nodig zou juist recht worden gedaan aan de eigenheid van de afzonderlijke vakken.

De herziening van de syllabi is uitgevoerd door drie syllabuscommissies – biologie, natuurkunde en scheikunde – en een afstemmingscommissie. Alle vier geven in dit artikel een impressie van de wijzigingen in de syllabi. Voor details

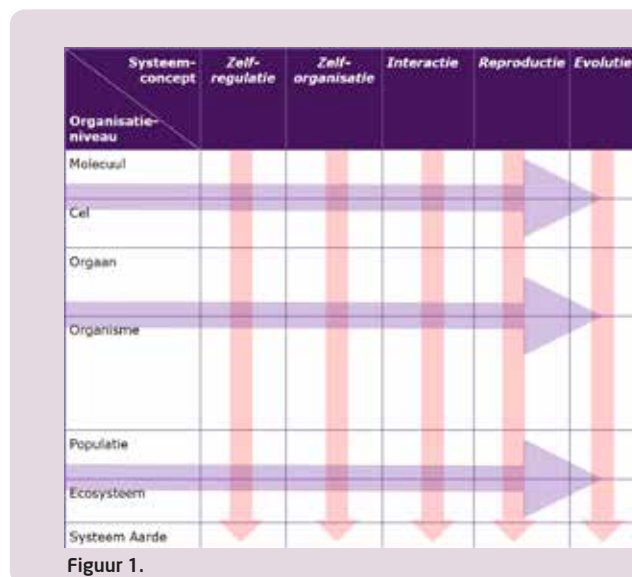
verwijzen we naar de definitieve syllabi op Examenblad.nl en een uitgebreide toelichting daarop in de bijbehorende verantwoordingsdocumenten. Voor vragen over de (wijzigingen in) de syllabi kunt u contact opnemen met het CvTE via info@cvte.nl.

Biologie

Op basis van de verkenning waren er voor de syllabi biologie zes aandachtspunten. Hieronder wordt per punt weergegeven wat de syllabuscommissie daarmee heeft gedaan.

(1) *Actualisering van inhouden*. Deelconcepten en specificaties zijn kritisch getoetst aan de nieuwste wetenschappelijke inzichten in overleg met expertgroepen, met name bij ecologie en evolutie. Als gevolg hiervan is een aantal overbodige deelconcepten en specificaties geschrapt en een beperkt aantal deelconcepten en specificaties ingevoegd (bijvoorbeeld energietransitie, microplastic en specificaties als 'uitleggen hoe bij energieproductie rekening gehouden kan worden met duurzame ontwikkeling').

(2) *Ordening van de inhoud*. De vernieuwde syllabi zijn niet meer primair geordend naar systeemconcepten, maar naar



Figuur 1.

natuurkunde en scheikunde

organisatieniveaus in de biologie omdat dit beter benadert hoe biologiedocenten denken in hun vak en hoe leermaterialen zijn opgebouwd. De wijziging is schematisch weergegeven in figuur 1. De rode pijlen geven de oude leesrichting aan (naar systeemconcept), de paarse de nieuwe indeling (organisatieniveau). Het totaal aan eindtermen is ondergebracht in drie clusters van organisatieniveaus: moleculair en cel (M), daarna orgaan en organisme (O) en tot slot populatie, ecosysteem en systeem Aarde (P).

(3) *Bruikbaarheid en leesbaarheid.* Alle specificaties zijn gesplitst per onderdeel van de eindterm zodat er slechts één eis per specificatie staat en deelconcepten zijn direct vermeld achter de betreffende specificatie. Werkwoorden zijn (zo mogelijk) vooraan de specificatie gezet waarvoor een vaste lijst van werkwoorden is gebruikt en talige voorbeeldcontexten zijn in een bijlage gezet. Herhalingen en lange zinnen zijn aangepast.

(4) *Domein A bètaprofielvaardigheden.* Naast wat beschreven wordt onder het kopje afstemming is voor biologie met name A7 aangepast om biologiedocenten te voorzien van meer handvatten in de klas om zinvol met modellen bezig te kunnen zijn. Een belangrijke omissie bij biologie was het kunnen redeneren met formules en om die reden is aan A8 een specificatie hierover toegevoegd.

(5) *Domein A biologische vakvaardigheden.* Deze vakvaardigheden zijn in de vernieuwde syllabi voorzien van specificaties. Dit maakt duidelijk wat de vaardigheid inhoudt en tegelijkertijd hoe de concepten en specificaties uit de andere domeinen er integraal onderdeel van zijn (Hoe denkt een bioloog ecologisch of evolutionair en welke concepten spelen daarbij in welke samenhang een rol? Bijvoorbeeld: hoe komen variatie en selectie terug in evolutionair denken?)

(6) *Overladenheid in havo en duidelijker verschil tussen havo en vwo.* Voor havo zijn lastige deelconcepten (bijvoorbeeld genetica, epigenetica) geschrapt voor het CE-deel. Daarnaast is ervoor gekozen om grotere afgebakende delen te schrappen voor het CE-deel: plantenfysiologie (organen, gaswisseling, transport en afweer van planten), details van impulsgeleiding (Na⁺ kanaaltjes) en waarneming (het oog).

Natuurkunde

Voor natuurkunde waren er drie grote thema's die naar voren kwamen uit de verkenning:

(1) *Quantumwereld.* Voor natuurkunde kwam Quantumwereld naar voren als een onderwerp waar een grote herziening voor nodig was. Doel van de syllabuscommissie was om een duidelijke opbouw van de stof te realiseren, binnen de grenzen van het examenprogramma: van observaties van

fundamentele quantumeffecten bij licht tot een aantal concrete toepassingen in de quantumwereld.

Het gedrag van licht wordt nu uitgebreider behandeld. De opbouw van afbeeldingen bij zeer lage intensiteit maakt het deeltjesaspect van licht meteen vanzelfsprekend. Diffractie-effecten, beginnend bij enkelspleet en uitbouwend tot multi-spleet, en daarbij licht dat van strak rechtuit tot alle kanten op gaat, geven ervaring met interferentie. Met het oog op toepassingen zijn de concepten spin, het uitsluitingsprincipe van Pauli en band gaps toegevoegd. Het ontstaan van band gaps in vaste stoffen is een fundamenteel quantumeffect dat bepalend is voor de halfgeleidertechnologie. Zonnecel, NTC en LDR worden in dit verband nu expliciet genoemd. Die laatste twee kwamen bij elektriciteit al als 'black box' aan de orde. Ook spin speelt vaak een rol in toepassingen. Het effect van informatie over de genomen weg kan bijvoorbeeld mooi worden geïllustreerd met de verstrooiing van neutronen aan materialen waarin een spinflip in de kern kan optreden¹.

(2) *Energietransitie.* Tijdens de verkenning bleek dat men behoefte heeft aan meer aanknopingspunten voor het actuele onderwerp energietransitie. Omzetting, opslag en transport van energie zijn voor een natuurkundige relevante kernconcepten, die dan ook in zowel havo- als vwo-syllabus al aanwezig waren. In de havo-syllabus waren bovendien de opwekking van elektriciteit, verwarmen en isoleren al opgenomen. Dit is verder aangevuld met onder andere het concept debiet en een energetische beschouwing van de warmtepomp. Omdat een meer conceptuele benadering goed past bij het vwo en de onderwijstijd beperkt is, is ervoor gekozen de kernconcepten bij het vwo niet aan te vullen.

(3) *Modelleren.* Er wordt nu explicieter onderscheid gemaakt tussen het algemene 'denken met modellen' en het meer specifieke 'numeriek modelleren'. Alle specificaties met betrekking tot numeriek modelleren zijn samengevoegd in subdomein A14. Gerelateerde specificaties die in enkele domeinen verwezen naar numeriek modelleren, zijn vervangen door een meer algemene beperking tot het doorrekenen van de tijdsevolutie van natuurkundige situaties. Zo is het nu bijvoorbeeld mogelijk om binnen het domein Medische Beeldvorming numerieke modellen aan de orde te laten komen.

Scheikunde

Uit de verkenning bleek dat de syllabi scheikunde zo slecht nog niet waren maar dat er wel verbetering mogelijk was. De meest gehoorde klacht over de huidige versie was dat chemische concepten onder veel verschillende eindtermen terugkwamen en de logica van de plek van deze concepten



>>> niet altijd logisch gevonden werd. Het was voor de syllabus-commissie dan ook snel duidelijk dat we iets aan de structuur en de plek van de concepten moesten doen. We wilden dit doen door de indeling serieus aan te passen en kritisch te kijken naar de specificaties van de eindtermen.

De commissie begon met de herindeling van alle onderwerpen en concepten en zij kwam op een verdeling in drie sferen: *Materie*, *Reacties* en *Rekenen & Analyse*. Door deze grafisch zo te plaatsen dat er overlap tussen de sferen zichtbaar was, ontstond het venndiagram dat de basis is geworden voor de herindeling van de syllabus. Domein A (vaardigheden) en de twee gedefinieerde toepassingsgebieden (*Chemie van het leven* en *Technologie en duurzaamheid*) zijn buiten het diagram geplaatst, om aan te geven dat deze onderdelen van alle (sub)sferen bevatten.

Docenten (en leerlingen) die de huidige syllabus niet kennen, zullen met gemak de verschillende chemische concepten in deze nieuwe indeling kunnen vinden. Voor mensen die gewend zijn aan de vorige indeling is er een uitgebreide omnummeringstabel gemaakt waar ook gedetailleerd beschreven is welke aanpassingen aan specificaties gemaakt zijn. Hier en daar zijn termen uit de specificaties gehaald en enkele nieuwe zijn toegevoegd.

Zo zijn er bij de sfeer *Materie* de K, L, en M-schil vervangen door elektronenconfiguratie (M1.4) en zijn begrippen enantiomeren en elektronegativiteit toegevoegd. Ook zijn formuleringen van specificaties aangepast om begrenzingen duidelijker te maken, zoals bij de IUPAC-naamgeving van koolwaterstoffen (M1.14). Binnen de sfeer *Reacties* is het toch al veelgebruikte begrip elementbalans toegevoegd en zijn alle reactietypen die leerlingen moeten herkennen niet langer meer her en der in de syllabus te vinden, maar nu overzichtelijk bij elkaar geplaatst in R1.3.

Bij de sfeer *Rekenen & Analyse* is na rijp beraad besloten om de relaties (formules) die gebruikt kunnen worden bij (chemisch) rekenen op te nemen. Dit was al het geval bij de pH, maar nu dus ook voor grootheden als dichtheid, chemische hoeveelheid en molariteit. Hierbij is het goed om te beseffen dat een leerling niet verplicht is om de formule te gebruiken, het werken met een verhoudingsformule is immers ook werken met de relatie tussen de betrokken grootheden.

In het contextgebied *Technologie en duurzaamheid* is nu alles met betrekking tot industrie, duurzaamheid en groene chemie ondergebracht. Naast enkele kleine aanpassingen, is er bij *Chemie van het leven*, waarschijnlijk de grootste verandering dat er nu over RNA gesproken wordt en geen onderscheid meer gemaakt wordt tussen *m*-RNA en *t*-RNA. Secundaire eiwitstructuren alfa-helix en bèta-plaat maken nu onderdeel uit van L1.3.

Afstemming

Uit de verkenning kwamen op het gebied van afstemming vier aandachtspunten boven tafel:

(1) *De subdomeinen A5 (onderzoeken), A6 (ontwerpen) en A7 (modelvorming)*. De specificaties A5-7 zijn bij alle vakken verder gespecificeerd en verbeterd (meer expliciet gemaakt) en komen voor het grootste deel overeen. Anderzijds zijn er



Figuur 2.

in deze vaardigheden noodzakelijke verschillen aangebracht om recht te doen aan het eigen vak, denk bijvoorbeeld bij natuurkunde aan het onderscheid tussen denken met modellen en numeriek modelleren.

(2) *Examenwerkwoorden*. Scheikunde heeft in afstemming met biologie en natuurkunde nu ook een lijst van examenwerkwoorden opgenomen.

(3) *Voorkennis in de syllabi*. Bij scheikunde en biologie werden veel begrippen uit de drie natuurwetenschappelijke vakken als voorkennis bestempeld (terwijl ze niet altijd in de andere syllabi aan bod kwamen), bij natuurkunde was de vereiste voorkennis heel beperkt. In geen van de syllabi wordt nog verwezen naar voorkennis. Alle kenniselementen maken nu onderdeel uit van de syllabi. Specificaties over interdisciplinaire begrippen zijn onderling afgestemd.

(4) *Gebruik van wiskunde*. In alle syllabi wordt in het A-domein verwezen naar het gebruik van formuletaal en het belang hiervan neemt in het hoger onderwijs toe. In de biologiesyllabi is in subdomein A8 een specificatie opgenomen over de invloed van variabelen in een gegeven formule op biologische processen. Ook is in deze vwo-syllabus de regel van Hardy-Weinberg in formuletaal opgenomen. Om een wiskundige aanpak te bevorderen is bij scheikunde een aantal formules opgenomen dat betrekking heeft op de definitie van grootheden. In de natuurkunde syllabi is meer onderscheid gemaakt tussen wiskundige vaardigheden en het kunnen interpreteren van en redeneren met fysische formules. ●

NOOT

¹The Feynman Lectures on Physics, Vol. 3, Ch. 3, Section 3-3 "Scattering from a crystal", vrij toegankelijk op https://www.feynmanlectures.caltech.edu/III_03.html. Zie QR code B.



Eenvoudige synthese en karakterisatie van CdSe-kwantumdots

Kwantumdots synthetiseren en karakteriseren zijn kleurrijke experimenten voor studenten in de professionele bachelor in de chemie. Door het uitvoeren van dergelijke experimenten verkrijgen studenten meer inzichten in typisch kenmerkende kwantumchemische fenomenen. Kwantumdots zijn namelijk halfgeleidende nanokristallen met unieke eigenschappen die verschillende (potentiële) toepassingen hebben in geneeskunde en in ledtechnologie. Wanneer kwantumdots worden geëxciteerd, kunnen ze licht emitteren in het zichtbare gebied van het elektromagnetische spectrum. In deze bijdrage bespreken we de resultaten van een studentenonderzoeksproject waarbij er verschillende werkwijzen uit de literatuur werden onderzocht om kwantumdots bestaande uit cadmium/selenium te synthetiseren.

Kwantumdots zijn halfgeleidende nanomaterialen die kenmerkende optische eigenschappen vertonen zoals een heldere luminescentie, een breed excitatieprofiel, nauwe emissiepieken en een uitstekende fotostabiliteit. Absorptie en emissiespectra van kwantumdots kunnen worden afgesteld door de grootte van de nanomaterialen te veranderen. Kwantumdots werden reeds uitvoerig onderzocht voor verschillende toepassingen zoals optische sondes in beeldvorming, temperatuursensoren, in het gebruik van zonnecellen en led-schermen. In het onderwijs kunnen kwantumdots omwille van hun grootte-afhankelijke optische eigenschappen worden ingezet om het 'deeltje-in-een doos'-model te verklaren en dienen ze bijgevolg als uitstekende voorbeelden

om toepassingen binnen kwantumchemie en nanotechnologie mee te illustreren. De luminescerende eigenschappen zijn afkomstig van zogenaamde kwantumbepalingen die de veranderingen inhouden van de elektronische en de optische eigenschappen wanneer materialen kleiner worden dan 10 nanometer. Kwantumdots die bestaan uit cadmium (Cd) en selenium (Se) absorberen en emitteren zichtbare straling die studenten toelaten om op een relatief snelle manier grootte-afhankelijke kwantumfenomenen te visualiseren. In deze bijdrage bespreken we de resultaten van een studentenonderzoeksproject waarbij er eenvoudige syntheses werden uitgevoerd van CdSe luminescerende kwantumdots gebaseerd op werkwijzen die werden beschreven door Landry *et al.* (2013) in *Journal of Chemical Education*.

Algemeen syntheseschema

Het is belangrijk om te noteren dat de chemicaliën die werden gebruikt tijdens dit onderzoeksproject erg toxisch zijn en

er voorzorgsmaatregelen moeten worden genomen als deze experimenten worden uitgevoerd. De studenten werkten tijdens de experimenten in goed ventileerbare trekkasten en droegen naast de gebruikelijke labojassen en labobrillen steeds nitril wegwerphandschoenen. Het afwegen van de chemicaliën gebeurde op een analytische balans die geplaatst was in een afzuigbare kast.

CdSe-kwantumdots kunnen worden bereid door gebruik te maken van een zogenaamde 'warme injectie methode'. Hierbij worden gelijktijdig 'precursor'-oplossingen van cadmium (Cd) en selenium (Se) geïnjecteerd in een verhitte organische groeioplossing van octadecen in een gesloten atmosfeer. Als ze worden toegevoegd, beginnen Cd en Se clusters te vormen van CdSe die geleidelijk uitgroeien tot kwantumdots naarmate de reactie vordert. De 'precursor'-oplossingen kunnen afzonderlijk op voorhand worden bereid. Eveneens kan er tijdens de synthese oleylamine worden toegevoegd om de gevormde nanomaterialen te stabiliseren.

DANIEL MOTYKA, THIBAUD PIERRE en JONAS VAN DE VYVER zijn derdejaarsstudenten chemie aan de UC Leuven-Limburg.

TOM MORTIER is lector chemie aan de UC Leuven-Limburg en redacteur scheikunde van NVOX.



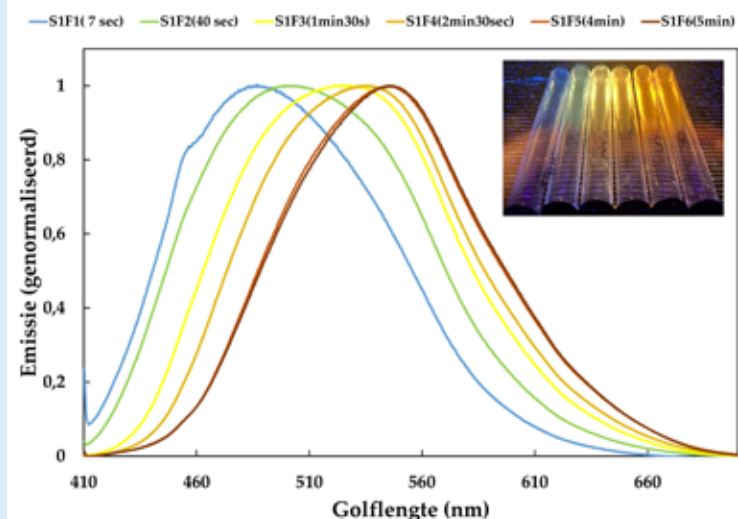
Werkwijze 1 - Synthese in een organisch solvent zonder oleylamine

De Se-precursor oplossing werd bereid door ongeveer 100 mg seleniumpoeder af te wegen in een maatbeker van 100 ml en hieraan 5,5 mL trioctylfosfine toe te voegen. Het zwarte metallische selenium lost vrij gemakkelijk op bij kamertemperatuur wanneer er gebruik wordt gemaakt van een magnetisch roerstaafje en een magnetische roerplaat. De Cd precursor-oplossing werd bereid door in een maatbeker van 100 mL ongeveer 53 mg cadmiumacetaatdihydraat, 0,6 mL oliezuur en 5,5 mL octadeceen te mengen en vervolgens op een magnetische roerplaat al roerend de oplossing te verwarmen tot ongeveer 130 °C. De groeioplossing werd bereid door 15 mL octadeceen te brengen in een driehals rondbodempkolf van 100 mL en hieraan een magnetisch roerstaafje toe te voegen. De driehals rondbodempkolf werd geplaatst in een oliebad op een magnetische roerplaat (figuur 1). De oplossing werd vervolgens geroerd en verwarmd tot 165 °C. Wanneer de temperatuur van de groeiop-



Figuur 1. Foto van de proefopstelling die wordt gebruikt tijdens de synthese van de CdSe-kwantumdots.

lossing constant bleef, werd er telkens één mL van elke precursoroplossing gelijktijdig geïnjecteerd in de groeioplossing. De vorming van de CdSe-clusters begint vanaf het moment dat de precursor-oplossingen werden samengevoegd in de groeioplossing. Tegelijkertijd werd er een tijdsopmeting met een chronometer gestart. Over een tijdsbestek van vijf minuten, werden er porties van ongeveer 1 mL uit de reactieoplossing genomen. In het begin werden er sneller stalen genomen om het bereik van de vorming aan kwantumdots en bijbehorende kleuren te kunnen maximaliseren. Nadat de stalen afgekoeld werden, werd de luminescentie van de CdSe-kwantumdots gevisualiseerd met behulp van een korte golflengte UV-Lamp (320 nm) en werden de fotoluminescerende eigenschappen gekarakteriseerd door spectra op te nemen met een Shimadzu RF-5301PC Spectrofluorofotometer. De excitatiegolflengte werd ingesteld op 360 nm. In figuur 2 worden genormali-

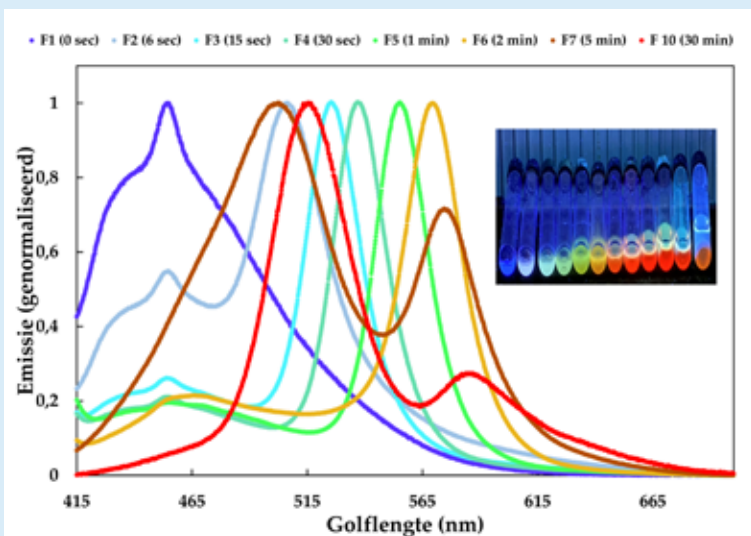


Figuur 2. Genormaliseerde emissiespectra van CdSe-kwantumdots gesynthetiseerd zonder gebruik te maken van oleylamine. Stalen die werden genomen bij langere reactietijden zijn aan de rechterkant weergegeven.

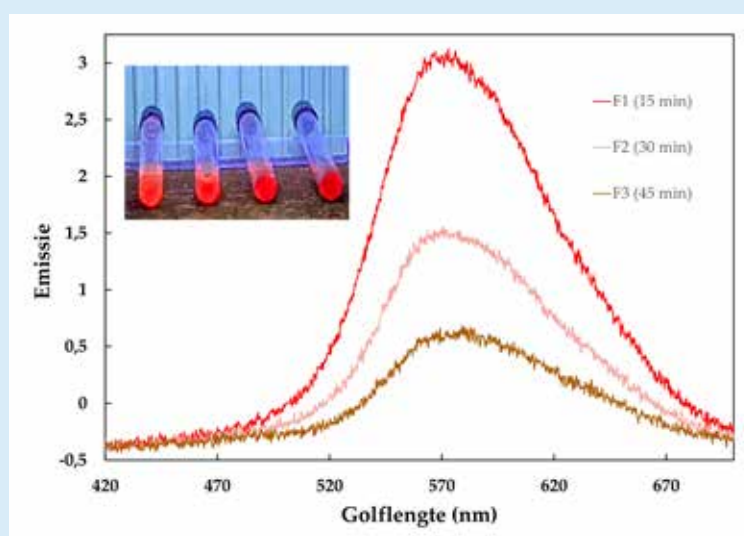
seerde emissiespectra getoond van zes verschillende fracties die werden genomen bij 7 sec; 40 sec; 1 min 30 sec; 2 min 30 sec; 4 min en 5 min met een bijbehorende foto. De maximale emissiegolflengte van de stalen die werden verkregen bij langere reactietijden is opmerkelijk verschoven van 465 nm (na 7 sec) naar 560 nm (na 5 min). Deze verandering van de maximale emissiegolflengte toont de groei van de kwantumdots aan. Als de reactie vroegtijdig wordt gestopt, zullen de gevormde kwantumdots ontzettend klein zijn en bijgevolg licht emitteren bij lage golflengten. Naarmate de halfgeleidende nanomaterialen de kans hebben om te groeien, zal de *band gap* van de halfgeleidende kristallen kleiner worden waardoor de emissiepiek bij hogere golflengten waar te nemen zal zijn.

Werkwijze 2 - Synthese in een organisch solvent met oleylamine

In een tweede synthese werd er ongeveer 0,7 ml oleylamine als bijkomend reagens toegevoegd aan de octadeceen-groeioplossing. De synthese verloopt verder volledig analoog zoals in werkwijze 1. In figuur 3 worden genormaliseerde emissiespectra getoond van acht verschillende fracties die werden genomen bij 0 sec; 6 sec; 15 sec; 30 sec; 1 min; 2 min; 5 min; en 30 min tezamen met een bijbehorende foto. Met de aanwezige oleylamine in de groeioplossing kunnen de oppervlakte eigenschappen van de CdSe-kwantumdots veranderen die aanleiding geven tot zogenaamde *exciton* emissies. Deze veranderende eigenschappen



Figuur 3. Genormaliseerde emissiespectra van CdSe- kwantumdots gesynthetiseerd met inbegrip van oleylamine in de octadecengroeioplossing.



Figuur 4. Niet-genormaliseerde emissiespectra van CdSe-kwantumdots gesynthetiseerd in waterige oplossingen in aanwezigheid van 3-mercaptopropionzuur.

kunnen worden waargenomen als smallere pieken in de emissiespectra in vergelijking met de emissiespectra uit werkwijze 1. Wanneer de reactietijd toeneemt, verschuiven de piekposities naar langere golflengten waarbij het tijdens deze experimenten mogelijk was om emissiegolflengten waar te nemen tot ongeveer 590 nm. Deze waarnemingen zijn in overeenstemming met het 'deeltje-in-een-doos'-model waarbij grotere dozen kleinere energiekloven bezitten tussen de aangrenzende energieniveaus. Hierdoor zullen grotere kwantumdots emitteren bij langere golflengten. Er werden echter ook kleinere pieken waargenomen in de buurt van 460 nm op de spectra van latere monsters wat suggereert dat er ook op latere tijdstippen kleinere clusters ontstaan. In een volgend onderzoekproject zouden de gevormde nanomaterialen kunnen worden opgezuiverd met behulp van bijvoorbeeld centrifugatie om na te gaan of deze pieken opnieuw verdwijnen.

Werkwijze 3 - Synthese in een waterige oplossing

Als nevenproject werd er eveneens getracht om de synthese uit te voeren in waterige oplossingen door aan beide precursoren thiolen toe te voegen volgens een procedure beschreven door Parani *et al.* (2017). De Cd precursor oplossing werd deze keer bereid door in een maatbeker van 50 ml ongeveer 20 mg cadmiumchloridedihydraat en 30 mg 3-mercaptopropionzuur samen te brengen in 20,0 ml gedemineraliseerd water. Aan deze Cd precursor werd 1 M NaOH-oplossing

toegevoegd tot een pH-waarde van ongeveer 11 werd bereikt. De Seprecursor werd bereid door 10 mg seleniumpoeder te mengen met 150 mg 3-mercaptopropionzuur en op te lossen in 20 mL gedemineraliseerd water. Beiden oplossingen werden samengebracht in een driehals rondbodempkolf van 100 mL en geroerd waarbij er deze keer gerefluxeerd werd gedurende één uur. Tijdens het refluxeren werden er fracties genomen na 15 min, 30 min en 45 min die steeds werden gekarakteriseerd door emissiespectra op te nemen met een Shimadzu RF-5301PC Spectrofluorofotometer die zijn gevisualiseerd in figuur 4. De excitatiegolflengte werd ingesteld op 400 nm. De maximale emissiegolflengte werd bekomen bij 570 nm dat aanleiding gaf tot specifieke rood luminescerende kwantumdots. We nemen echter duidelijk waar dat de intensiteit van de emissieband afneemt naarmate er langer werd gerefluxeerd. Dit kan hypothetisch worden verklaard dat wanneer er grotere kwantumdots worden gesynthetiseerd, hun aantal daalt waardoor er minder kwantumdots aanwezig zijn om licht te emitteren. We merken op dat er eveneens andere thiolen zoals 2-mercaptoazijnzuur en 2-mercaptobarnsteenzuur kunnen worden gebruikt in de synthese die aanleiding kunnen geven tot emissiespectra bij verschillende golflengten. Eveneens kan er tijdens toekomstige onderzoekprojecten nog verder worden gekeken naar de verhoudingen van de gebruikte chemicaliën en kan er worden nagegaan bij welke pH de synthese optimaal dient te gebeuren.

Besluit

Tijdens een studentenonderzoeksproject over nanotechnologie werden door studenten chemie verschillende werkwijzen bestudeerd om CdSe-kwantumdots te bereiden in organische solventen van octadecen en werden er preliminaire resultaten bekomen van de synthese in waterig milieu. De synthese van kwantumdots zijn zeer kleurrijke experimenten die studenten inzichten geven in kwantumchemische concepten. ●

BRONNEN

- Landry, M. L., Morrell, T. E., Karagounis, T. K., Hsia, C.-H., Wang, C.-Y. (2013) Simple Syntheses of CdSe Quantum Dots. *Journal of Chemical Education* 91 (2), 274-279.
- Parani, S., Tsolkile, N., Pandian, K., Oluwafemi, O. S. (2017) Thiolated selenium as a new precursor for the aqueous synthesis of CdSe/CdS core/shell quantum dots. *Journal of Materials Science: Materials in Electronics* 28, 11151-11162.
- <https://www.nature.com/articles/s41377-020-0268-1>
- <https://link.springer.com/article/10.1007/s10854-017-6902-x>

Pestgedrag

Bijna iedereen heeft wel eens te maken gehad met pestgedrag. Als kind, als opgroeiende adolescent – misschien zelfs tijdens het werk. Wat kan een onderwijsgevende doen om het te voorkomen of het te herstellen? In dit artikel een aanzet.

Ooit werd ik door mijn toenmalige directeur op twee jongens afgestuurd omdat ze een meisje in hun klas pestten. Ik ging op huisbezoek – dat bestond toen nog – en sprak ouders en hun zoon aan op het onacceptabele gedrag. Het pesten hield op. Het waren kinderen, die er eigenlijk een soort spelletje in zagen.

Pestgedrag dient in de klas aangepakt te worden. Maar wat moet je doen, als een leerling wordt gepest – of een collega? Kijk je weg? Doe je mee of pak je het aan?

Pesten is van alle tijden en ook vroeger konden de gevolgen van pestgedrag, dramatisch zijn. Zo hoorde ik over een leraar die erg door de leerlingen werd gepest. Toen hij stervende was, schijnt hij gezegd te hebben: “Ik ben blij dat ik doodga, ik ben mijn leven lang gepest.” Tegenwoordig gebeurt een flink deel van het pesten online, en dat kan dan ook nog in combinatie met fysiek/contact pesten, waardoor slachtoffers niet meer de kans krijgen tot rust te komen en het pestgedrag zelfs de eigen veilige omgeving thuis bereikt. Waar moet een kind dat gepest wordt dan heen vluchten?

Wat is pesten?

Waar ligt de grens? Tussen goedmoedig iemand, verbaal, een plaagstootje geven en iemand vernederen of onderuithalen? Plagen is iets anders dan pesten. Plagen is goedmoedig en gebeurt in gelijkwaardigheid tussen personen met een positieve relatie. Het is een spel waarin zeker ook grenzen verkend kunnen worden. Humor en het plezier

voor alle betrokkenen staan centraal. Bij pestgedrag is er sprake van ongelijkwaardig contact. Vaak hebben één of meer kinderen de macht en ervaren anderen de druk om mee te doen en erbij te horen. Het pestgedrag is gericht op dezelfde persoon/personen en lastiger te stoppen. Er is duidelijk iemand de dupe van het pestgedrag. Een sterke definitie is van Christina Salmivalli (2010): “Pesten is een subtype van agressief gedrag, waarbij één of meer individuen bij herhaling een betrekkelijk machteloze ander aanvallen, vernederen en/of buitensluiten.”

Roddelen

Roddelen is, volgens Annelies Wiersma, de ergste en meest onzichtbare vorm van pesten. “Ik hoor tegenwoordig veel mensen – kinderen en volwassenen – negatief over elkaar praten. Bijvoorbeeld vandaag nog, een leerkracht over een andere leerkracht, die voor de vijfde keer niet kan werken omdat haar dochter in quarantaine moet en dus zij ook. Haar collega’s spreken hier onderling kwaad van, dat ze – de leerkracht als moeder in het gezin – wel wat beter op mag passen. Ik heb met de docent die het roddelen opmerkte en vervelend vond, gesproken gevraagd wat ze hier vanuit de deugdenoptiek mee kon. Bij de collega’s zit emotie. De docent zou dus kunnen ingaan op: Wat vinden ze het moeilijkst/vervelendst dat de collega ‘zo makkelijk’ thuisblijft? Wat voor gevoel geeft hen dat? Wat kan hen helpen? Wat is het belang/effect?



Daarnaast hoor ik geregeld kinderen naar over kinderen, die er niet bij zijn, spreken. Wat zit hieronder en wat kun je – als leerkracht – zeggen als je het opmerkt? Geef altijd feedback vanuit een positieve intentie, dan ontstaat ruimte voor verandering. Je kunt ze wijzen op respect (niet op voorhand oordelen) en openheid (je zorg uitspreken) en behulpzaamheid (je hulp aanbieden in plaats van kwaad spreken over de ander).”

Een groepsprobleem

Wanneer er in een groep sprake is van een pestprobleem, dan zie je dat elk kind daarin z’n eigen rol aanneemt.



Als je geluk hebt, houdt het op

Mirelle: “Naast de pester(s) en het slachtoffer, zijn er in elke groep ook meelopers en aanmoedigers. Volgens onderzoeken neemt zo’n 20-25% van de groep deze rol op zich. Daarnaast heb je in elke groep ook een aantal helpers/verdedigers. Daarbij heb je kinderen die echt actief ingrijpen, door ertussen te springen of de pester(s) aan te spreken. Er zijn ook kinderen die wat subtieler helpen, door bijvoorbeeld achteraf troost te bieden of de leerkracht erbij te halen. In een doorsnee groep neemt ongeveer 15-25% van de kinderen deze rol op zich. Het grootste aantal kinderen (25-40%) kiest voor de rol van ‘buitenstaander’. Dat zijn kinderen die het pesten

zien, het afkeuren en vervolgens afstand nemen en niets doen. Kinderen die pesten vertonen vaak opstandig gedrag, nemen de positie van leider aan, hebben een grote mond – ook tegen volwassenen, zoals onderwijsprofessionals die werken met de groep of onderwijsonder-

steunend personeel, zoals de conciërge. In een aantal gevallen spelen er problemen in de thuissituatie.

Sommige pesters waren zelf slachtoffer; bijvoorbeeld op de basisschool. In een nieuwe groep nemen zij dan de rol van pester aan. Zij kunnen alleen denken in slachtoffer en daderschap en zien niet dat er nog andere opties zijn. Ze proberen zichzelf op deze manier vaak te beschermen tegen herhaling. Pesten is vaak signaalgedrag. Er ligt een oorzaak onder. Het is belangrijk om die te verduidelijken, zodat er gepaste hulp geboden kan worden om tot positiever gedrag en een positieve rol in de groep te komen. Vaak zien we bij pesters minder sociale vaardigheden en minder inlevingsvermogen of het herkennen van grenzen bij de ander. Daarin ligt tegelijkertijd ook een deel van de oplossing. Door hierin ontwikkeling te stimuleren, krijgen zij meer oog voor de ander.”

Waar komt het voor?

Pesten komt overal en in velerlei vormen voor. Voor ons als onderwijsgeevenden is het lastige dat pesten vrijwel altijd gebeurt op momenten dat je het niet ziet. Let op de signalen: trekt een leerling zich terug, is er ‘geruis’ in de klas, heb je het gevoel dat er iets broeit?

Wordt er daadwerkelijk een negatieve opmerking naar een leerling gemaakt of iets afgepakt? Reageer dan niet vanuit je emotie, neem rustig en duidelijk stelling naar het grensoverschrijdende gedrag, beschrijf het en keur het af – zonder de persoon zelf af te keuren.

Houdt het ongewenste gedrag aan, dan kan dit wijzen op systematisch pestgedrag.

Pesten op de werkvloer

Dit is een groot thema op zich. Er zijn leerlingen die leerkrachten pesten. Zeker in de online lesperiode, met les op afstand, digitaal les, in de eerste lockdown, is hier veel narigheid in ontstaan. Denk aan leerlingen die docenten filmden, de beelden verspreidden, zich heel naar gedroegen in de les en berich-



>> ten plaatsen of leerlingen uit de les zetten, de controle overnamen et cetera.

Ook onder onderwijsprofessionals komt pestgedrag voor. Het is belangrijk dat scholen aandacht hebben voor sociale veiligheid en preventie, niet alleen voor leerlingen, ook voor de onderwijsgeevenden onderling. De houding van de schoolleider speelt een grote rol en een gedragsprotocol kan richting geven aan preventie en omgang met elkaar.

Wat kun je ertegen doen als docent?

Leerkrachten realiseren zich niet altijd de grote invloed die ze hebben in het leven van kinderen. Het heeft ermee te maken of zij het kind zien in negatief licht of juist allerlei positieve mogelijkheden zien. Wij kennen de uitdrukking ‘schelden doet geen zeer’.

De invloed die leerkrachten en verzorgers hebben op het vormen van een zelfbeeld van het kind, alleen al door de woorden die ze gebruiken over het kind, maakt dat we dit gezegde beter kunnen veranderen in ‘schelden kan mij breken’. Je kunt ervoor kiezen om tegen kinderen te praten op een manier die het probleemgedrag meer doet inslijten, zoals wanneer we het kind ‘lui’, ‘dom’, ‘verlegen’ of ‘gemeen’ noemen, of zeggen dat het kind nooit doorzet. Maar we kunnen ook de aandacht van het kind richten op zijn aangeboren sterke punten en deugden benoemen, zoals vastberadenheid, respect, vriendelijkheid, zelfvertrouwen. (Kavelin Popov, 2022)

Natuurlijk schelden wij niet

Natuurlijk schelden wij, docenten en toa's, niet. Stel je voor! Maar we spreken de leerlingen wel aan op ongewenst gedrag. En soms is de manier waarop we dat doen ook wel eens vatbaar voor verbetering.

Mirelle: “Bij leerkrachten zie ik vooral dat zij zich richten op het negatieve, storende gedrag waar zij of de groep last van hebben tijdens het lesgeven. Daar spreken zij het kind op aan. Daarbij gebruiken ze geen groeitaal. Ze maken opmerkingen, precies zoals jij zegt, die een negatieve invloed hebben op het zelfbeeld. Het is niet als schelden bedoeld, komt vaak voort uit irritatie en niet zien dat



Mirelle Valentijn richtte Kenniscentrum Omgaan met Pesten op en werkt als docent Sociale Veiligheid. Zij ondersteunt scholen en andere organisaties bij het voorkomen, tijdig signaleren en aanpakken van pesten. Zij is expert op het gebied van sociale veiligheid, heeft ruime ervaring in het werken met kinderen en jongeren met pestproblematiek en heeft twintig jaar aan onderwijservaring. Zij zet zich in om onderwijsprofessionals praktische handvatten te geven, waarmee je direct aan de slag kunt. Zij gelooft in samen werken aan het terugdringen van pesten en het verbeteren van Sociale Veiligheid op school.

<https://nl.linkedin.com/in/mirellevallentijn>
<https://kenniscentrumomgaanmetpesten.nl/>

ze daarmee dit gedrag vastzetten. Beter is het om te bouwen aan een positief zelfbeeld, en ze uitnodigen tot groei en ontwikkeling met positieve taal.”

Wat kunnen leerlingen doen?

Als ze het kunnen en durven, de pester aanspreken op zijn gedrag of een leeftijdsgenoot benaderen om dat samen te doen. Als je geluk hebt, houdt het op. Anders is het noodzakelijk om het te melden, bij een mentor, een vertrouwenspersoon, de antipestcoördinator, de coördinator sociale veiligheid of iemand van de directie.

Wat kan de school doen?

Scholen zijn sinds 1 augustus 2015 verplicht een antipestcoördinator in huis te hebben. Deze zorgt onder andere voor een werkbaar en gedegen pestprotocol dat deel uitmaakt van het sociaal veiligheidsbeleid op school en nageleefd wordt. Het is een kerntaak van scholen om een veilig klimaat te bieden. Een pestprotocol wordt pas werkbaar als het in de hoofden, harten en handen van de medewerkers zit. Duidelijk moet zijn wie het eerste aanspreekpunt is voor de leerling en/of ouders. In de meeste gevallen is dat in het vo de mentor. Die volgt de stappen van het protocol. Preventie en vroegtijdige signalering krijgt steeds meer aandacht op scholen. Hierin heeft ook zeker de wet een bijdrage geleverd. Het belang van voorkomen van de schadelijke gevolgen van pesten wordt door steeds meer onderwijsgeevenden onderschreven.

Steeds meer anti-pestcoördinatoren kiezen voor scholing om deze nog nieuwe taak in het onderwijs te vervullen, om naast de kernpunten uit de wet voor school actief mee te kunnen denken over de juiste stappen richting de oplossing bij de zo uiteenlopende casuïstiek rond pesten. Altijd met als doel het verschil te maken voor leerlingen, ouders en het team en pesten zo snel mogelijk een halt toe te roepen.

Maak melden op school normaal en laagdrempelig, en de personen bij wie dit kan, zichtbaar. Bouw aan vertrouwen, door bij een melding onmiddellijk in actie te komen. Blijf de leerling begeleiden tot het pesten is gestopt en enige tijd daarna.

Preventief is een goede, open werksfeer, waarin mensen elkaar in vertrouwen kunnen (aan)spreken.

Met dank aan Annelies Wiersma en aan Gerda Doelman voor hun informatie en hun waardevolle aanvullingen. ●

BRONNEN

- Kavelin Popov, L. (2022). *Het Grote Deugdenboek voor het onderwijs*. Groningen: ACT on Virtues.
- Mermande, M. (red). (2015). *Pesten op school; achtergronden en interventies*. Amsterdam: Boom Lemma.
- Salmivalli, C. (2010). Bullying and the peer group: A review. *Aggression and Violent Behavior* 15 (2010) 112-120.

Botsingen

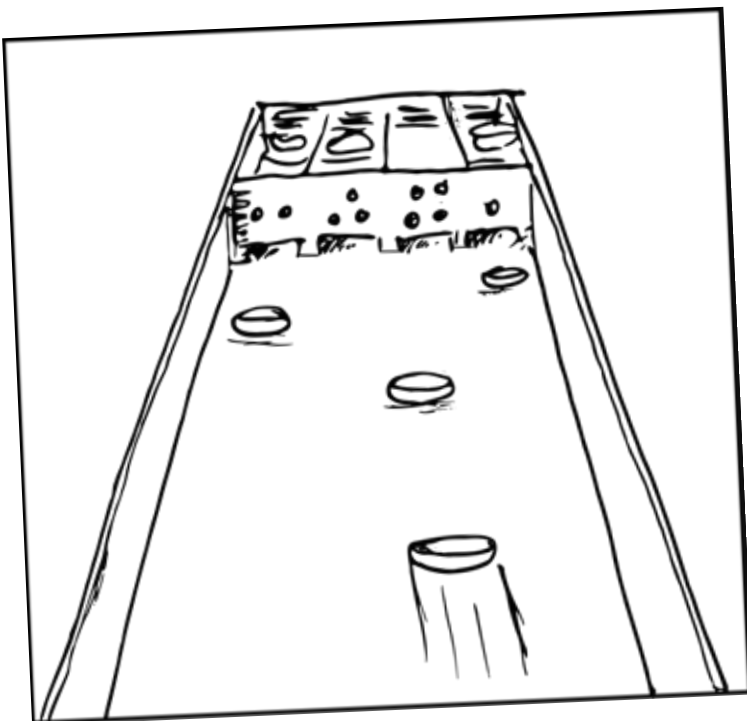
Poolen, jeu-de-boules en sjoelen

Wat gebeurt er wanneer de ene biljartbal op de andere knalt, of een zware jeu-de-boules-bal op de kleine but? Of een biljartbal tegen de band van het biljart? Zowel de uitkomst van de botsing als wat er tijdens het botsen gebeurt is interessant. Een computermodel geeft antwoord op alle vragen.

Als je een video opzoekt van een 'stop shot', of als je zelf een keu hanteert, dan zie je het resultaat van een frontale botsing tussen een bewegende en een stilliggende bal. De bal die eerst bewoog ligt na de botsing stil, de bal die eerst stillag schiet door. Je ziet hetzelfde bij andere spelletjes: bij sjoelen kan de ene schijf de andere door laten schieten, waarbij de schijf die eerst bewoog tot stilstand komt. Ook bij curling gaat dat zo.

Grafische weergave van twee behoudswetten

De modellen die nu volgen gaan meer over sjoelen dan over poolen, want alles wat met draaiing te maken heeft zal worden genegeerd. Dit is de situatie: Een massa m_1 beweegt



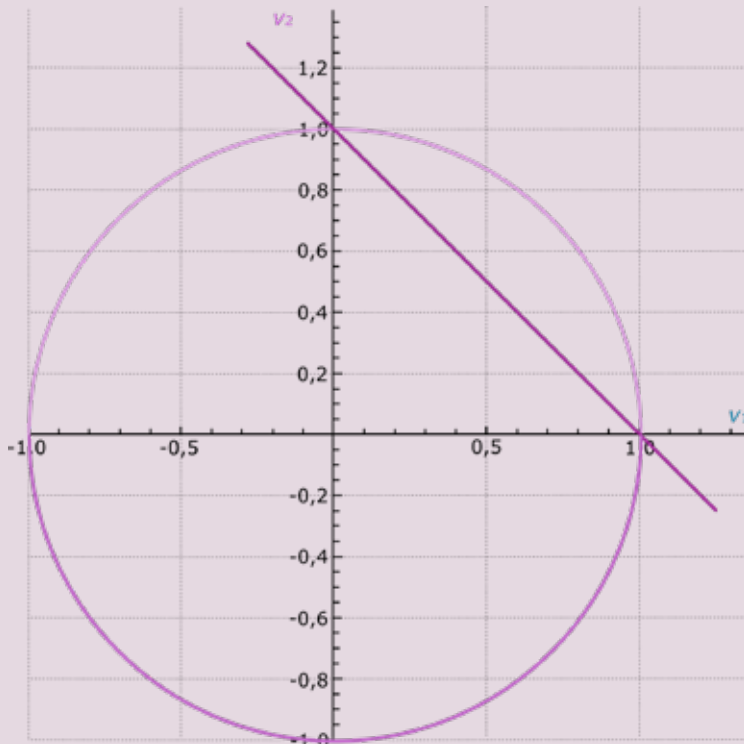
met snelheid v_1 in de richting van een massa m_2 die snelheid $v_2 = 0$ heeft. Wrijving met de ondergrond en energieverlies bij de botsing zijn te verwaarlozen. Dit is bekende schoolstof: de totale bewegingsenergie is behouden, dus $\frac{1}{2}m_1v_1^2 + \frac{1}{2}m_2v_2^2$ is na afloop gelijk aan de beginwaarde van $\frac{1}{2}m_1v_1^2$. Twee opmerkingen hierover. Ten eerste: dit kan op allerlei manieren, de eindsituatie ligt hiermee niet vast. Daarvoor is een extra vergelijking nodig, die hierna zal volgen en die gebaseerd is op de wet van behoud van impuls. Ten tweede: het geeft inzicht als de mogelijke eindsituaties grafisch worden weergegeven. Op die manier zie je makkelijker wat de unieke eindsituatie is, dan als je een stelsel vergelijkingen algebraïsch gaat oplossen.

Als beide massa's gelijk zijn, levert de wet van behoud van energie een simpele figuur op. Zie de figuur linksboven op de volgende pagina. Met horizontaal v_1 en verticaal v_2 komt $\vec{v}_1^2 + v_2^2 = \text{constant}$ erop neer dat de mogelijke uitkomsten op een cirkel liggen. Dat is een hele inperking: als er niets bekend zou zijn, zou alles in het hele vlak mogen.

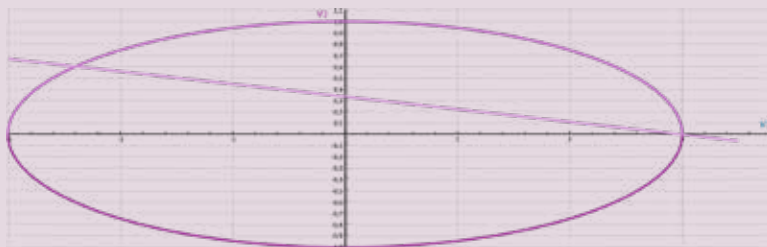
Er is nog een behoudswet, een die niet bij de examenstof hoort en die voor leerlingen dus een extraatje is. Dat is de wet van behoud van impuls: $m_1v_1 + m_2v_2$ is na afloop gelijk aan de beginwaarde van m_1v_1 . Als de massa's gelijk zijn, vind je dat $v_2 = \text{constante} - v_1$. Dat is een rechte lijn. Als dit de enige behoudswet zou zijn, zouden alle punten op de lijn mogelijke uitkomsten zijn. Maar als de uitkomst zowel op de lijn als op de cirkel moet liggen, zie je in de figuur dat er slechts twee oplossingen zijn: behalve de beginsituatie met een v_1 ongelijk nul en v_2 gelijk aan nul, voldoet alleen de omgekeerde situatie aan beide eisen.

De figuur daaronder laat zien wat er gebeurt als de stilliggende massa groter is dan de bewegende. In het voorbeeld is de





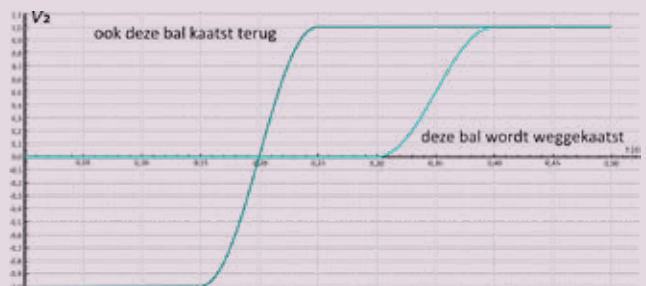
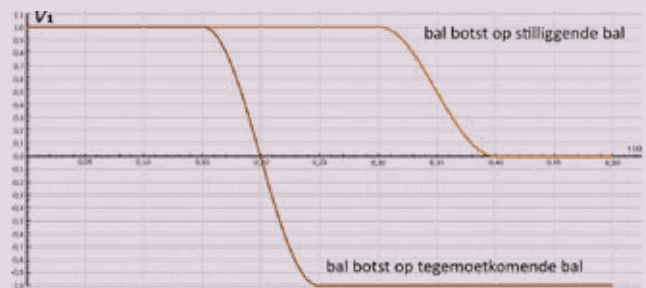
De snelheden van twee even zware ballen.



Hier is bal 2 zwaarder dan bal 1.

Modelregels	Startwaarden	Toelichting
$t = t + dt$ afstand = $x_2 - x_1$ Als afstand < $R_1 + R_2$ Dan $u = 0,5 * (R_1 + R_2 - \text{afstand})$ Anders $u = 0$ Eindals $F_1 = -C * u$ $F_2 = C * u$ $a_1 = F_1 / m_1$ $v_1 = v_1 + a_1 * dt$ $x_1 = x_1 + v_1 * dt$ $a_2 = F_2 / m_2$ $v_2 = v_2 + a_2 * dt$ $x_2 = x_2 + v_2 * dt$	$t = 0$ $m_1 = 1$ $m_2 = 1$ $R_1 = 0,1$ $R_2 = 0,1$ $x_1 = 0,7$ $x_2 = 1$ $v_1 = 1$ $v_2 = -1$ $C = 1000$ $dt = 0,000001$	Beide indeukingen zijn even groot als de veerconstanten even groot zijn. Volgens de derde wet van Newton zijn de krachten even groot. (Als je twee verschillende C's hebt, dan geldt $u_2 = \frac{C_1}{C_1 + C_2} * u$ en $u_1 = \frac{C_2}{C_1 + C_2} * u$.)

Computermodel.



De snelheden als functie van de tijd.

>> verhouding van de massa's $m_2 : m_1 = 9 : 1$. De zware massa m_2 heeft evenveel kinetische energie als de lichte m_1 wanneer de snelheid 3 keer zo klein is. Vandaar dat de hoogte van de ellips 3 keer zo klein is als de breedte. De richtingscoëfficiënt van de rechte lijn die situaties met gelijke totale impuls voorstelt, is $1/9$. De snijpunten van de ellips en de lijn zijn de begin- en de eindsituatie. Je ziet dat in de eindsituatie de zware massa langzaam vooruit gaat, terwijl de lichte massa met flinke snelheid terugkaatst.

Computermodel

Dezelfde uitkomsten volgen uit een computermodel. Zie rechtsboven op deze pagina. In principe kunnen de massa's,

de snelheden, en de veerconstanten worden gevarieerd. De veerconstanten geven weer dat een 'botsingskracht' ontstaat doordat beide voorwerpen een beetje indeuken, waardoor er een veerkracht is. In de grafieken staan de uitkomsten van twee runs. Je ziet de bekende uitkomst van een stopshot en je ziet dat als twee ballen met gelijke snelheid op elkaar afkomen, ook in dat geval na afloop de snelheden omgewisseld zijn.

Tijdsduur van de botsing

In principe zou de tijdsduur gedurende welke twee voorwerpen elkaar raken kunnen afhangen van de veerconstanten, de massa's en de snelheden. Bekijk voor het gemak eerst een bal die tegen een keiharde muur botst. Dan is er slechts één

veerconstante, één massa en één snelheid: die van de bal. Voordat het computermodel alles gaat verklappen, eerst een ander argument waarmee kan worden beredeneerd hoe de botsingstijd afhangt van die drie grootheden. Eerst zeg je: "Goed, ik verwacht dat een grotere veerconstante (hardere bal) een kortere botsingstijd oplevert, want dan deukt de bal maar een klein eindje in, de kracht wordt heel snel heel groot. Maar ik weet niet of het verband tussen botsingstijd en veerconstante precies omgekeerd evenredig is, of omgekeerd evenredig met het kwadraat, of een andere macht." Zo ook laat je de macht waarmee de botsingstijd van de massa en de snelheid afhangt vooralsnog vrij.

Dan geldt: $\Delta t \sim C^\alpha m^\beta v^\gamma$. De clou is nu dat de uitkomst de eenheid seconde heeft. Wat aan de rechterkant staat, moet als geheel diezelfde eenheid hebben. Met $N = \text{kg m s}^{-2}$ zie je dat de eenheid van $C^\alpha m^\beta v^\gamma$ gelijk is aan $(\text{kg s}^{-2})^\alpha \cdot \text{kg}^\beta \cdot (\text{m s}^{-1})^\gamma$. De enige manier om van de meters af te komen, is met $\gamma = 0$. Om de secondes goed te krijgen moet vervolgens gelden $\alpha = -\frac{1}{2}$, en dan volgt als laatste $\beta = \frac{1}{2}$. Samengevat: het duurt langer bij een zachtere bal en bij een zwaardere bal, de snelheid doet er niet toe. Dit komt doordat de bal weliswaar verder indeukt, wat zou duiden op een langere botsingsduur, maar deze afstand wordt met een grotere snelheid afgelegd.

Bij een botsing tussen twee voorwerpen geldt dat hoe minder stug beide zijn, hoe langer het duurt. Je kunt uit de wet van behoud van energie, gecombineerd met de derde wet van Newton, afleiden dat $\Delta t \sim \sqrt{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}}$. De afleiding staat in het kader.

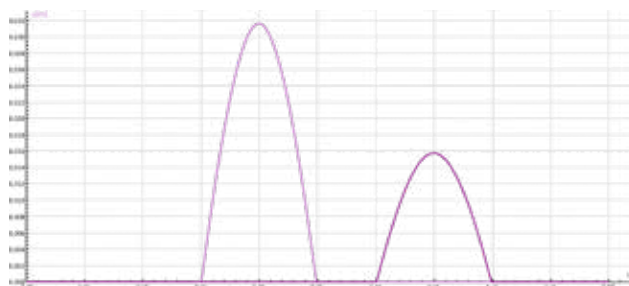
Beschouw een bal die met snelheid v botst op een andere bal. Voor de maximale indeukingen geldt: $C_1 u_1^2 + C_2 u_2^2 = mv^2$. Voor de tijdsduur gedurende welke de ballen elkaar raken, geldt $\Delta t \sim \frac{u_1 + u_2}{v}$. Verder geldt, vanwege de derde wet van Newton, op elk moment $C_1 u_1 = C_2 u_2$. Door dat laatste in $C_1 u_1^2 + C_2 u_2^2 = mv^2$ in te vullen kun je uitdrukken in u_1 , dat wordt $v = \frac{1}{\sqrt{m}} \sqrt{C_1 + \frac{C_2}{C_1}} u_1$. Invullen in $\Delta t \sim \frac{u_1 + u_2}{v}$ levert $\Delta t \sim \frac{u_1 + \frac{C_1}{C_2} u_1}{\sqrt{C_1 + \frac{C_2}{C_1}} u_1}$.

Nu kun je u_1 wegstrepen. Na breuken gelijknamig maken volgt $\Delta t \sim \sqrt{\frac{1}{c_1} + \frac{1}{c_2}}$.

Uit de eenhedenbeschouwing volgde dat $\beta = \frac{1}{2}$. Dat betekent dat voor de massa's geldt dat de botsingstijd evenredig is met de wortel uit een massa. Maar je weet niet meteen of het bijvoorbeeld $\sqrt{m_1 + \sqrt{m_2}}$ of $\sqrt{m_1 + m_2}$ of $\sqrt{\frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}}$ is. Hier biedt het computermodel uitkomst. De drie mogelijke voorgestelde verbanden zouden bij een massa die op een negen keer zo grote massa botst tijdsduren opleveren die respectievelijk

4,00; 3,16; en 1,34 maal zo lang zijn als bij gelijke massa's. Een computerrun levert precies dat laatste getal op, dus de conclusie is dat $\Delta t \sim \sqrt{\frac{m_1 \cdot m_2}{m_1 + m_2}}$.

De laatste grafiek van dit stukje laat zien gedurende welke tijd de ballen zijn ingedeukt bij een stopshot en bij een botsing waarbij de ballen recht op elkaar afrollen. In dat laatste geval is het snelheidsverschil twee keer zo groot, maar de botsing duurt exact even lang. Ook bij een kop-staartbotsing waarbij het snelheidsverschil heel klein is, duurt het contact even lang. De indeukingen en de krachten blijven klein, de snelheid ten opzichte van elkaar is klein, de tijdsduur is bij elk snelheidsverschil even groot.



Verantwoording en vooruitblik

Over de grafische weergave van behoudswetten schreef ik eerder in de module *Natuurwetten en Modellen* die werd gebruikt in de scholen die proefdraiden met het huidige examenprogramma. In de klas kun je vooral de computermodellen bespreken, dat is goede oefening voor het examen. Dit stukje is een prelude op een stuk **Tik! en Boem!**, dat het verband legt tussen hoe botsingen klinken en de onbepaaldheidrelatie van Heisenberg. ●

Illustraties: Renée Müskens

<- Kader kan hier niet zoals anders helemaal paars, aangezien de formules allemaal afbeeldingen zijn, vandaar alleen lijn boven en onder paars

Het beoordelen van significantie in de centrale examens natuurkunde havo-vwo

Volgens specificatie A8.3 van de syllabus voor de centrale examens natuurkunde havo en vwo moet een leerling kunnen *uitleggen wat bedoeld wordt met de significantie van meetwaarden en uitkomsten van berekeningen weergeven in het juiste aantal significante cijfers (s.c.)*. In de specificatie staat een aantal vuistregels voor het juiste aantal s.c.

Met ingang van de examens van 2022 verandert de wijze waarop deze vaardigheid getoetst wordt, zoals is aangekondigd in de Septembermededeling van 2021. In dit artikel gaan we dieper in op de achtergrond van dit besluit, op de manier waarop significantie in de examens getoetst gaat worden en op de manier waarop de beoordeling moet plaatsvinden van vragen waarin de significantie wel of juist niet beoordeeld wordt. Voordat we op deze punten ingaan, willen we benadrukken dat de syllabus op dit punt niet is aangepast en dat er dus niets verandert aan wat de leerling moet kunnen. De verandering betreft slechts de wijze van toetsing in het examen.

Waarom veranderen?

Er is een aantal redenen waarom door het College voor Toetsen en Examens (CvTE) is

besloten op een andere manier met de toetsing van significantie om te gaan.

1. Dat de leerlingen tot op heden hun antwoord in 1 s.c. meer of minder mochten noteren, is op te vatten als een stimulans voor het aanleren van een trucje. Met 2 of 3 s.c. zit de leerling in de meeste gevallen goed. De leerling past in dat geval niet bewust de significantieregels toe.
2. In het veld bestaat een beeld dat leerlingen te veel punten verliezen aan significantie doordat dit in elke rekenvraag moet worden beoordeeld. Hoewel uit onderzoek door Stichting Cito blijkt dat dit beeld niet door feiten wordt ondersteund, is het risico op veel puntverlies bij individuele leerlingen wel aanwezig.
3. Bij sommige vragen hoefde significantie niet te worden aangerekend terwijl de leerling dat van te voren niet wist.
4. De leerling wist niet wanneer hij wel of

juist niet op significantie werd beoordeeld en was wellicht onnodig veel tijd kwijt om in een ingewikkelde situatie de significantieregels toch toe te passen.

5. Er ontstonden soms verschillen tussen leerlingen bij de correctie van bepalingen met marges. Wanneer een leerling het antwoord in één s.c. minder weergaf dan op grond van de gegevens verantwoord was, kon dit ertoe leiden dat de marge uit het correctievoorschrift de facto groter werd.

Wat verandert er?

Kort samengevat wordt de toetsing van significantie sporadischer, maar tegelijkertijd explicieter.

- Per examen is er een beperkt aantal vragen waarin significantie getoetst wordt. Dit zijn bij voorkeur vragen waar significantie relevant is voor de vraag/context of vragen waarin een eerlijke beoordeling van de marge alleen mogelijk is als alle leerlingen de uitkomst in hetzelfde aantal s.c. noteren.
- Bij alle andere vragen wordt een fout in de significantie van de uitkomst de leerling niet aangerekend.
- In de vraag wordt duidelijk gemaakt of de leerling rekening moet houden met significantie.

Het expliciete toetsen van significantie kan op 3 manieren gebeuren.

1. In de vraag staat: *'Noteer je antwoord in het juiste aantal significante cijfers.'* Dit zal naar verwachting hooguit 1 of 2 keer in een

examen voorkomen. In het correctiemodel komt een apart bolletje¹ voor de significantie van het eindantwoord.

2. In de vraag staat: 'Noteer je antwoord in *n* significante cijfers'. Dit komt met name voor bij bepalingen of bij andere vragen waar het relevant is dat het antwoord in een voorgeschreven aantal s.c. wordt gegeven. Voorbeelden van deze vraagvorm zijn V2021-I vraag 12 en H2021-III vraag 6. In het correctiemodel komt er geen apart bolletje voor significantie, maar wordt dit ondergebracht bij het completeren. Bij dit bolletje komt nu te staan: 'completeren van de berekening/bepaling en significantie'.
3. Leerlingen krijgen een vraag over significantie. Ze moeten dan bijvoorbeeld beredeneren waarom het wel of niet verantwoord is om een antwoord in een bepaald aantal s.c. te noteren of welke nauwkeurigheid vereist is, gegeven de context. Voorbeelden van deze vraagstelling zijn V2021-I vraag 13 of V2016-II vraag 6.

Toekennen significantiepunt

We beantwoorden hier een aantal veel voorkomende vragen:

1. Kan de (losse) deelscore voor juiste significantie worden toegekend, als de vraag niet volledig juist is beantwoord?

Ja, het is mogelijk dat een leerling die de vraag niet volledig juist beantwoordt, wel de deelscore voor significantie krijgt. Dit kan bijvoorbeeld als er sprake is van een rekenfout of als een omrekening vergeten wordt. De significantie moet dan overeenkomen met de berekening van de leerling (en kan dus afwijken van de significantie in het correctievoorschrift (CV)). De deelscore voor significantie kan echter alleen worden toegekend als de gegeven uitkomst is voortgekomen uit een berekening die betrekking heeft op de gestelde vraag. Dus de gegevens uit de vraag moeten gebruikt zijn en een deel van de vereiste stappen moet uitgevoerd zijn. Kortom: een leerling die geen flauw idee heeft hoe de vraag opgelost moet worden, maar wel een antwoord in het 'juiste' aantal s.c. opschrijft, kan het significantiepunt niet krijgen.

2. Kan het 'juiste' aantal s.c. afwijken van het aantal in het CV, door een fout in de berekening?

Ja, dat is mogelijk; zie de vorige vraag. Zie voor een voorbeeld leerlingantwoord 2 in het artikel over significantie in de centrale examens scheikunde op p. 20.

3. Een leerling geeft het antwoord in het in de vraag voorgeschreven aantal s.c., maar dat aantal sluit niet aan bij de berekening van die leerling. Mag het punt gegeven worden?

Nee, om het punt te krijgen moet het aantal s.c. overeenkomen met het juiste aantal s.c. op basis van de berekening van de leerling.

4. Hoe om te gaan met het opzoeken van constanten?

Als in het correctievoorschrift staat dat punten toegekend moeten worden aan het opzoeken van constanten moeten deze bij vragen waar significantie wordt getoetst, opgezocht worden met minimaal het juiste aantal significante cijfers, anders vervalt het

teerd, mits minimaal 1. Mocht een leerling een antwoord in 0 s.c. geven, is dat een orde van grootte schatting en een substantiële vereenvoudiging van het rekenwerk waardoor het completeerpunt niet kan worden toegekend.

In het CV zal het antwoord op deze vragen wel staan in het juiste aantal s.c.. Eventuele extra s.c. die door de leerling genoteerd worden, hoeven niet gecontroleerd te worden op reken- of afrondfouten.

Tussentijds afronden

De vakspecifieke regel voor tussentijds afronden blijft ongewijzigd: *Een afwijking in de uitkomst van een berekening/bepaling door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.* Bij vragen waarin significantie beoordeeld wordt, blijft de huidige vuistregel gelden, voor wat acceptabel is. Zie de toelichting op de vakspecifieke regels in de syllabus.

Bij vragen waarin significantie niet beoordeeld wordt, wordt aan deze vuistregel toegevoegd: "wanneer een leerling een antwoord geeft in minder s.c. dan het juiste aantal, is tussentijds afronden op het aantal s.c. van het door de leerling gegeven eindantwoord ook acceptabel." Dit is anders bij scheikunde. Zie het artikel over significantie in de centrale examens scheikunde op p. 20.

Wanneer een gegeven, tussenantwoord of constante tussentijds onacceptabel is afgerond en daardoor een afwijking in de uitkomst is ontstaan, verliest de leerling het completeerpunt.

Evaluatie

Deze wijze van omgaan met significantie in de centrale examens natuurkunde is nieuw en komt niet op alle punten overeen met scheikunde. Na de centrale examens van 2022 gaan we dit evalueren en waar mogelijk gelijktrekken voor natuur- en scheikunde. ●

De toetsing van significantie wordt sporadischer maar explicieter

significantiepunt.

Beoordeling niet-significantievragen

Bij vragen waar de significantie niet getoetst wordt, staat dus geen 'significantie' in een van de deelscores. Bij deze vragen wordt een correcte uitkomst goed gerekend, ongeacht het aantal s.c. waarin de uitkomst is geno-

NOOT

¹ In de examens van 2022 geldt een overgangsregeling: er is dan nog géén apart bolletje voor juiste significantie. Significantie blijft nog opgenomen in dezelfde deelscore als het completeren.

Significantie in de examens scheikunde h/v

Sinds 2021 wordt bij de centrale examens scheikunde havo-vwo het toetsdoel significantie anders bevraagd en beoordeeld.

Wat verandert er?

De veranderingen voor scheikunde havo-vwo zijn als volgt:

1. Het gebruik van de juiste significantie wordt nog maar in circa twee vragen per examen getoetst. Voorheen kon een leerling in principe bij elke rekenvraag een punt verliezen op dit onderdeel.
2. De leerling krijgt een instructie bij welke vragen hij de significantieregels moet toepassen.
3. Bij elke vraag waarbij de significantie wordt getoetst, is een scorepunt opgenomen voor de juiste significantie. De leerling kan bij deze vragen dus een punt verdienen als hij laat zien dat hij deze vaardigheid beheerst. In het verleden leverde een onjuiste significantie juist aftrekpunten op.
4. In de vragen waar significantie getoetst wordt, moet het aantal significante cijfers van de uitkomst exact correct zijn. In het verleden mocht de leerling er één significant cijfer naast zitten.

Significantie én tussentijds afronden

In het correctievoorschrift is de toepassing van de significantieregels in één deelscorepunt gevat. Tot en met het examen van 2022 is dit nog als volgt geformuleerd: 'de uitkomst is gegeven in x significante cijfers'. Hierbij is x een getal. Vanaf 2023 zal de volgende formulering gehanteerd worden: 'significantie'.

In beide gevallen bedoelen we echter hetzelfde:

- De uitkomst bevat niet meer of minder significante cijfers dan op grond van de gebruikte gegevens in de berekening gerechtvaardigd is.
- Bij tussenantwoorden dient met voldoende significante cijfers te worden doorgerekend.

Op de significantie bij tussenantwoorden is vakspecifieke regel 1 van toepassing:

Een afwijking in de uitkomst van een berekening door acceptabel tussentijds afronden wordt de kandidaat niet aangerekend.

Evenals de toelichting hierop in de syllabus:

Het is gebruikelijk om tussenantwoorden niet af te ronden of af te ronden op één significant cijfer méér dan in het eindantwoord vereist is. Als een leerling tussentijds afrondt op het

juiste aantal significante cijfers, kan dat een (kleine) afwijking in het eindantwoord geven. Dit wordt de leerling niet aangerekend. Hierbij gaat het erom met hoeveel significantie cijfers de leerling blijkens zijn eindantwoord doorrekenet en niet hoeveel significante cijfers de leerling in zijn tussenantwoorden noteert. Als een leerling een andere uitkomst heeft dan in het correctievoorschrift vermeld en dit is een gevolg van 'onacceptabel tussentijds afronden' dan verliest de leerling het scorepunt voor significantie. In vragen waar significantie niet wordt getoetst, wordt 'onacceptabel tussentijds afronden' dus niet aangerekend. Dit is anders bij natuurkunde. Zie ook het artikel over significantie in de centrale examens natuurkunde op p. 18.

Het toekennen van het significantiepunt

De verandering in de wijze van toetsen leverde voor een aantal docenten wat vragen op bij het beoordelen van leerlingantwoorden. Een vraag is of de deelscore voor de significantie mag worden toegekend als er rekenstappen ontbreken of onjuist zijn. Het antwoord daarop is ja. In principe is het onze bedoeling dat de deelscore voor de significantie wordt toegekend wanneer de leerling de significantieregels consequent toepast. Dit geldt ook als het ontbreken van een rekenstap resulteert in een vereenvoudiging van de vraag. Voorwaarde is wel dat een leerling een berekening maakt met (een deel van) de gegevens uit de opgave.

Een andere vraag is of de deelscore voor de significantie mag worden toegekend als het aantal significante cijfers in de uitkomst van de leerling afwijkt van het juiste aantal dat genoemd is in het correctievoorschrift. Ook deze vraag kan met ja beantwoord worden. Wanneer de leerling bijvoorbeeld een rekenstap vergeet en daardoor maar een deel van de gegevens uit de opgave gebruikt, kan dit tot gevolg hebben dat het scorepunt voor de significantie toch moet worden toegekend, ook al is het aantal significante cijfers van de uitkomst anders dan in het correctievoorschrift vermeld. Voorwaarde is uiteraard dat de leerling de significantieregels consequent heeft toegepast op de door hem gebruikte gegevens en de door hem uitgevoerde berekeningen. We lichten dit toe aan de hand van een voorbeeld met twee leerlingantwoorden.

Voorbeeld

vraag (4 punten)

- Bereken hoeveel mol Pd^{2+} -ionen maximaal per mol eiwit kan worden gebonden.
- Per gram eiwit kan maximaal 175 mg Pd^{2+} -ionen worden gebonden.

- Neem aan dat de molaire massa van het eiwit $3,0 \cdot 10^4 \text{ g mol}^{-1}$ is.
- Geef de uitkomst in het juiste aantal significante cijfers.

correctievoorschrift

Het aantal mol Pd^{2+} in 175 mg Pd^{2+} is $\frac{175 \cdot 10^{-3}}{106} = 1,65 \cdot 10^{-3} \text{ (mol)}$

Het aantal mol eiwit in 1,00 g eiwit is $\frac{1,0}{3,0 \cdot 10^4} = 3,33 \cdot 10^{-5} \text{ (mol)}$

Het maximale aantal mol Pd^{2+} per mol eiwit is $\frac{1,65 \cdot 10^{-3}}{3,33 \cdot 10^{-5}} = 50 \text{ (mol)}$

- berekening van de chemische hoeveelheid Pd^{2+} in 175 mg Pd^{2+} 1
- berekening van de chemische hoeveelheid eiwit in (bijvoorbeeld) 1,00 g eiwit 1
- omrekening naar de chemische hoeveelheid Pd^{2+} per mol eiwit 1
- de uitkomst gegeven in twee significante cijfers 1

Leerlingantwoord 1

$$\frac{106}{175 \cdot 10^{-3}} = 6,06 \cdot 10^2$$

$$\frac{1,0}{3,0 \cdot 10^4} = 3,33 \cdot 10^{-5} \quad \text{Dus er kan maximaal } \frac{6,06 \cdot 10^2}{3,33 \cdot 10^{-5}} = 1,8 \cdot 10^7 \text{ mol } \text{Pd}^{2+} \text{ binden.}$$

toelichting:

Dit antwoord verdient drie scorepunten. Deze leerling maakt namelijk enkel een fout in deelscore 1. De significantieregels worden juist toegepast: de leerling rekent met voldoende significante cijfers door en de uitkomst staat in het juiste aantal significante cijfers.

Leerlingantwoord 2

$$\frac{175 \cdot 10^{-3}}{106} = 1,65 \cdot 10^{-3}$$

toelichting:

Dit antwoord verdient twee scorepunten. In dit antwoord zijn niet alle stappen doorlopen. Het eerste deelscorepunt wordt behaald én de significantieregels zijn consequent toegepast. Er is één berekening gedaan en er is afgerond op het aantal significante cijfers dat op grond van de gebruikte gegevens en de berekening gerechtvaardigd is. Wanneer een leerling halverwege de berekening stopt, wordt de laatste gegeven uitkomst op de juiste significantie beoordeeld. Dit aantal kan dus anders zijn dan het aantal in het correctievoorschrift.

Evaluatie

Deze wijze van omgaan met significantie in de centrale examens scheikunde is relatief nieuw en komt niet op alle punten overeen met natuurkunde. Na de centrale examens van 2022 gaan we dit evalueren en indien mogelijk gelijktrekken voor natuur- en scheikunde. ●



Biodivers-3

Lente!

De grutto's zijn weer terug in het land, de tiftjaf hoor je overal, misschien zie je de eerste boerenzwaluwen al of kijk je regelmatig omhoog om te zien of je ze al ziet. Het begin van de lente hangt in ieder geval in de lucht. Ook aan de plantengroei is het te zien. Op het moment van schrijven van deze column is nog niet bekend hoe warm februari en het begin van maart zijn geweest. Het is echter waarschijnlijk dat inmiddels ook de bosanemoontjes, maartse viooltjes en het speenkruid volop staan te bloeien in de bermen, de parken en de bossen. Met Natuurkalender.nl houden we de eerstelingen in de natuur bij. Leuk ook om met de leerlingen mee te doen via GLOBE Nederland. Momenteel loopt de voorjaarscampagne van GLOBE. Je kunt nog aanhaken. De groene transformatie in de natuur moet namelijk nog plaatsvinden. De komende weken komen Wtte paardenkastanje, berk, zomereik en beuk in blad. Met onze GrowApp is het verschijnen van die ontelbare frisgroene blaadjes mooi te vangen in timelapse video's. Kinderen vinden het interessant om bij te dragen aan onderzoek naar de invloed van klimaatverandering op de natuur. Na deelname zullen ze voor de rest van hun leven anders naar de bomen om hen heen kijken. Het is nu ook tijd om eens in het water te kijken. Leuk met schepnetjes ontdekken wat er onder het wateroppervlak allemaal leeft. Het wordt nog boeiender als je op basis van de gevangen diersoorten kunt bepalen wat de waterkwaliteit is. Als je je waarnemingen doorgeeft op Waterdierjes.nl wordt de waterkwaliteit direct berekend. De onderzoeken van Waterdierjes.nl de laatste jaren laat zien dat de kwaliteit van veel wateren nog niet goed is. De laatste jaren gaat het vooral over de negatieve effecten van stikstof op de natuur. De komende jaren zal het steeds vaker gaan over de slechte waterkwaliteit. De onderzoekers van Wageningen University, het Nederlands Instituut voor Ecologie en de Waterschappen kunnen wel wat hulp gebruiken.

Arnold van Vliet, bioloog, Wageningen University, arnold.vanvliet@wur.nl

Wetenschap is meer dan een mening (VII)

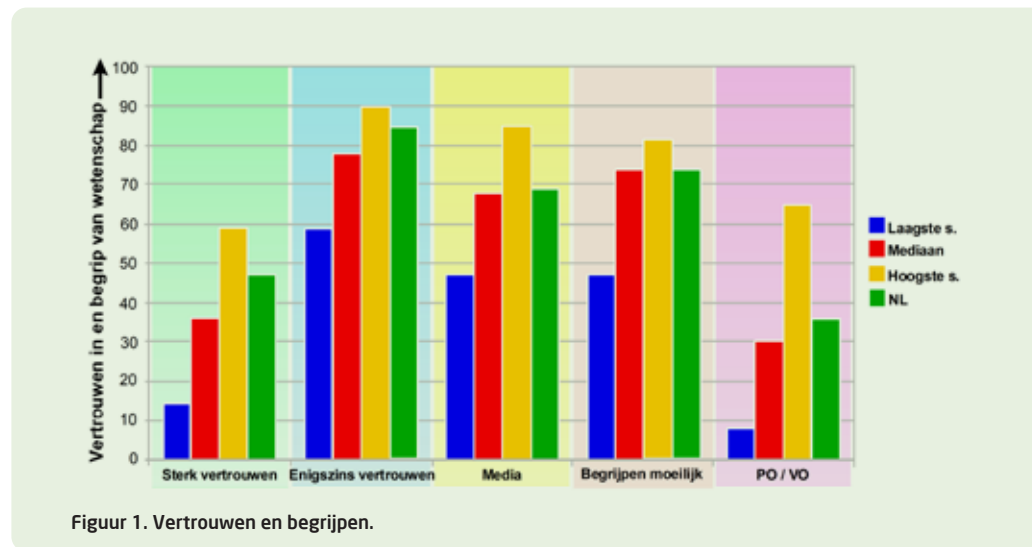
Een diversiteit aan meningen over wetenschap en wetenschappers

Wereldwijd blijken er grote verschillen te bestaan tussen meningen over wetenschap en technologische ontwikkelingen. De media worden redelijk vertrouwd in hun berichtgeving. Dat wetenschappers de problemen in de wereld zullen oplossen wordt nauwelijks geloofd.

Het Pew Research Centre (PRC) publiceerde in september 2020 een rapport over hun onderzoek naar vertrouwen in de wetenschap en wetenschappers. Dit onderzoek is uitgevoerd in twintig landen: Australië, USA, Canada, Brazilië, Azië (India, Maleisië, Singapore, Taiwan, Zuid-Korea, Japan), Europa (Spanje, Italië, Tsjechië, Polen, Frankrijk, Engeland, Duitsland, Zweden, Nederland) en Rusland. In elk land werden aan groepen respondenten beweringen voorgelegd. Het percentage respondenten dat het eens was met een bewering, werd per land vastgelegd. Voor geïnteresseerden biedt het rapport aanvullende gedetailleerde informatie over de beantwoording van de vragen door vrouwelijke en mannelijke respondenten. Daarnaast wordt een relatie gelegd tussen de antwoorden en opleidingsniveau, politieke voorkeur en leeftijd van respondenten. Zie bronnen. Ik geef de scores van de Nederlandse respondenten bij een serie belangrijke onderwerpen.

Vertrouwen in wetenschappers

In Nederland spreekt 47% van de respondenten een sterk vertrouwen uit in de goede bedoelingen van wetenschappers (zie figuur 1/kolom NL). Laat de betekenis even tot je doordringen. De *mediaan* betekent dat in tien landen minder dan 36% van de respondenten sterk vertrouwen in weten-



schappers heeft - de *laagste score* is 14% in Zuid-Korea. In tien landen heeft meer dan 36% van de respondenten sterk vertrouwen in wetenschappers, maar nergens is dat meer dan de *hoogste score* van 59% (India). In het rapport wordt vermeld dat in alle landen sterk vertrouwen in wetenschappers hoger scoort dan vertrouwen in politici en zakenmensen (business leaders). Er is een groepje landen waar het vertrouwen in militairen hoger scoort dan vertrouwen in wetenschappers. Hiertoe behoren India, USA, Rusland. Wanneer je *sterk vertrouwen* aanvult met *enigszins vertrouwen* in wetenschappers dan blijken de scores voor alle landen te liggen

tussen 59% (Brazilië, Taiwan) en 90% (Zweden). In Nederland spreekt 85% vertrouwen uit in wetenschappers.

Begrijpen en de rol van media

In Nederland is 69% het eens met de bewering 'De media doen goed (tamelijk plus heel goed) werk bij het geven van wetenschappelijke informatie'. Deze score ligt ongeveer op de gemiddelde score van de twintig landen (67%) en ligt net boven de mediaan (68%). Een minimum van 47% is hoog te noemen. En dat in tien landen de score hoger is dan 68% mag niet onvermeld blijven. Men spreekt vertrouwen uit in de media. De vraag die opkomt

is of iedereen ook alle wetenschappelijke nieuws en artikelen voldoende begrijpt.

Begrijpen

Begrijpen is een probleem zegt 74% in Nederland. In tien landen is de score nog hoger dan 74% (mediaan). In Spanje meent 82% dat men wetenschap niet goed begrijpt. De laagste score van 47% behoort bij India en geeft aan dat bijna de helft zegt wetenschap niet goed te begrijpen.

Twee mogelijke problemen met wetenschappelijke informatie die genoemd worden zijn de sterke vereenvoudiging die de media toepassen en de oversimplificatie door de wetenschappers zelf.

Onderwijs in basisschool en onderbouw

In Nederland ondersteunt slechts 36% de bewering dat 'ons onderwijsniveau boven het gemiddelde van de wereld ligt'. Het gaat hierbij om onderwijs in *STEM*: science, technology, engineering, mathematics. Tien landen scoren hier onder de 30% (mediaan) en tot deze groep behoren Taiwan en Japan met 26% en 25%. Brazilië scoort 8%! Boven de 30%: Nederland 36%, UK 39%, Zuid-Korea 45%, India 55% en Singapore 65%.

Toegepaste wetenschap en technologie

De vraag of investeringen nuttig zijn wordt door iets meer dan 80% in Nederland positief beantwoord (zie figuur 2). In het rapport wordt toegelicht dat de respondenten over investeringen een gedetailleerdere mening hebben. Zo wil een grote groep graag dat er meer wordt geïnvesteerd in duurzame ener-

gie (92%). Ook de bescherming van milieu en omgeving heeft prioriteit en mag ten koste gaan van economische ontwikkeling stelt 70%. Zorgen zijn er over voedselveiligheid en minder dan 30% vertrouwt genetisch gemodificeerd voedsel en gebruik van pesticiden en kunstmatige toevoegingen.

In Nederland vindt meer dan de helft dat onze prestaties in technologie (59%) en wetenschap/ science (54%) bovengemiddeld zijn. De laagste scores (10% en 8%) zijn die van Brazilië. De hoogste van Zuid-Korea (69%) en UK/USA (61%). Ook Nederlands universitair onderwijs scoort bovengemiddeld volgens 56% van de respondenten. De laagste score (10%) is die van Brazilië. De hoogste van Singapore (68%).

Problemen oplossen

Hoewel technologische en wetenschappelijke prestaties bovengemiddeld worden ingeschat meent slecht 22% van de Nederlandse respondenten dat wetenschappelijke en technologische experts de problemen waar wij in de wereld mee worden geconfronteerd zullen oplossen. Daarvoor lijken degenen met praktische ervaring in het oplossen van problemen geschikter. Voor het oplossen van problemen zijn waarschijnlijk meerdere vaardigheden nodig dan alleen wetenschappelijke en technologische.

Positief en negatief

Mij valt op dat 74% van de respondenten zegt moeite te hebben met het begrijpen van wetenschap en technologie. Toch schat een hoog percentage wetenschappelijke (54%) en technologische (59%) prestaties hoog in.

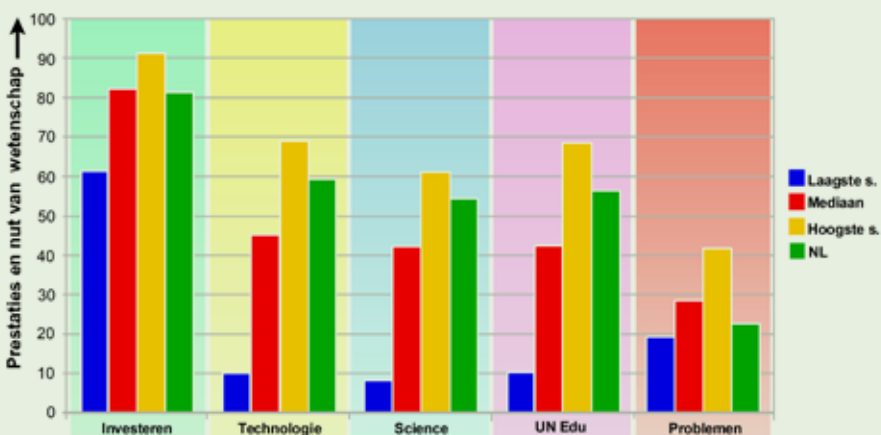
Vooraf de ontwikkelingen van medische technologie worden positief beoordeeld.

Prestaties worden blijkbaar beoordeeld in relatie tot positieve effecten op het eigen leven. Tegelijkertijd ervaren mensen ook dat technologie kan leiden tot problemen. Denk aan milieuvervuiling en klimaatverandering. Het is alsof bij technologie het principe van *innovatie* leidend is en dat men te weinig tijd besteed aan een analyse vooraf van de mogelijke kwalijke gevolgen van een innovatie. Hierop aansluitend zie je ook dat een laag percentage (22%) meent dat experts in het domein wetenschap & techniek de problemen in de wereld zullen oplossen. Technologie heeft twee kenmerken die beide aandacht vragen. Via technologie vindt men vaak een oplossing voor een probleem, maar tegelijk zal in de oplossing een vaak onbedoeld nieuw probleem aanwezig zijn. Het is een uitdaging dat nieuwe probleem vroegtijdig te kennen en te voorkomen!

... en onze leerlingen

We worden uitgedaagd na te denken over hoe leerlingen een beter begrip van wetenschap en technologie kunnen ontwikkelen. En ook de rol van technologie in de samenleving – zowel de positieve als de negatieve – zou meer aandacht moeten krijgen. Het lijkt erop dat een economische visie ook het basisonderwijs heeft bereikt wanneer je leest dat vanuit een tekort op de arbeidsmarkt gesteld wordt dat leerlingen enthousiast voor techniek gemaakt moeten worden opdat zij kiezen voor een studie of loopbaan in de technische sector. Enige bezinning is op zijn plaats: dáár gaat het in ons funderend onderwijs toch niet om? We gaan toch niet jonge kinderen voorsorteren voor een bepaalde vervolgstudie en loopbaan? Laten we ons in het funderend onderwijs blijven richten op het enthousiasmeren van leerlingen voor taal en rekenen en niet in de laatste plaats voor kritisch nadenken. Dan kunnen zij op latere leeftijd zelf een beargumenteerde keuze maken voor opleiding en loopbaan. ●

De illustraties zijn gemaakt door Ton Brink.



Figuur 2. Prestaties en nut van wetenschap.

BRON

Science and Scientists Held in High Esteem Across Global Publics, Pew Research Centre onderzoeksverslag (september 2020).

STOP de Klok

Aan de slag met de Energietransitie op school

Het grootschalig gebruik van fossiele energiebronnen zorgt ervoor dat ons klimaat in rap tempo verandert. Het moet en kan anders. Darel, adviesbureau voor de energietransitie, heeft een apart onderdeel Educatie opgericht. De medewerkers gaan een hele of halve dag met leerlingen van middelbare scholen en mbo's op hun eigen school actief aan de slag.

In een masterclass met door Darel ontwikkelde modules, krijgen leerlingen inzicht in ons huidige energiesysteem, de klimaatproblematiek en de noodzaak en urgentie van de energietransitie. De halve of hele dag is gevarieerd opgezet met een combinatie van lesmethodieken, waaronder interactieve oefeningen, een quiz en een rollenspel met debat. Docenten en leerlingen denken samen na over dilemma's van verschillende betrokken partijen en mogelijke oplossingen. De masterclass laat leerlingen actief én kritisch meedoen aan het huidige debat over energietransitie. Het escaperoom-achtige spel met een 'Klimaatklok' met aftellend CO₂-budget, maakt de leerlingen bewust van de noodzaak om samen te werken.

Vakoverstijgend

De energietransitie is een onderwerp dat nog geen duidelijke plaats heeft binnen het

onderwijs. Docenten aardrijkskunde, natuurkunde, scheikunde en economie besteden er vaak vanuit hun vak wel aandacht aan. Al deze vak-aspecten komen samen en worden met elkaar in verband gebracht tijdens de masterclass, ook met aandacht voor de geschiedenis van ons energiegebruik en de maatschappelijke gevolgen die de transitie met zich meebrengt.

Je gaat in mogelijkheden denken in plaats van problemen

De energietransitie staat niet los van de andere doelstellingen van de VN, zoals geformuleerd in de 'sustainable develop-

ment goals' (SDG's), maar de focus van de masterclass ligt duidelijk op energie vanwege de fundamentele rol die deze speelt in onze samenleving, versterkt door de ervaring die de consultants van Darel meebrengen uit de energiesector.

Energietransitie en curriculum

De energietransitie heeft geen vaste plek in het huidige vakgerichte onderwijs. Daarom zetten scholen de masterclass ook geregeld in om een projectweek met thema's zoals 'Duurzaamheid' en 'De energieneutrale wijk' in te leiden. Deze projectweken zijn van nature vakoverstijgend en worden georganiseerd 'naast' het reguliere, vakgerichte onderwijs. Darel is er een voorstander van dat de energietransitie geïntegreerd wordt in het curriculum voor alle leerlingen dus ook voor leerlingen die geen exacte vakken hebben.

Waarom het onderwijs?

Anders dan voorgaande generaties zullen toekomstige generaties veel meer betrokken moeten zijn en nadenken over de energie-



ERVARINGEN VAN EN MET LEERLINGEN

In de discussies brengen de leerlingen steeds vaker aspecten van circulariteit, internationale samenwerking, duurzame voedselvoorziening en andere duurzaamheids-onderwerpen naar voren. Zo'n discussie wordt natuurlijk aangemoedigd. Een vraag als "Is een aubergine gekweekt in Spanje beter of slechter voor het milieu dan eentje gekweekt in een kas in het Westland?" krijgt volop aandacht. Aan het eind van de dag wordt aan de leerlingen om feedback gevraagd via een online formulier. De gemiddelde scores zijn constant hoog. Ondanks dat veel leerlingen het 'hard werken' vinden, geven ze gemiddeld een 8.

HOE REGEL JE EEN MASTERCLASS?

Heel simpel: Alles wat je nodig hebt is een datum, twintig tot dertig leerlingen die van hun reguliere lessen voor een halve of hele dag zijn vrijgemaakt, een ruim klaslokaal met een beamer en projectiescherm, en zeven flipovervellen. De rest wordt verzorgd (docenten, lesmateriaal, programma, presentaties). Voor vmbo-, havo- en vwo-scholen wordt het programma financieel ondersteund door het onafhankelijke EBN (Energie Beheer Nederland). Daardoor is het mogelijk de masterclass tegen een onkostenvergoeding aan te bieden (alleen reiskosten en een bijdrage in het verzorgen van het lesmateriaal).

Als je geïnteresseerd bent, kun je contact opnemen met Darel Educatie via: www.dareleducation.nl.



Darel Educatie streeft er altijd naar om gemengde teams naar scholen te sturen. Het kernteam bestaat voor de helft uit vrouwen en de helft uit mannen. Foto: Valerie Kuypers

huishouding in de samenleving.

Daarnaast staan leerlingen aan de vooravond van belangrijke beslissingen zoals studiekeuzes en toekomstige banen. De masterclass kan leerlingen inspireren en stimuleren om de energietransitie te betrekken in hun overwegingen.

Bovendien worden leerlingen gestimuleerd direct zelf actie te ondernemen. Wat kan ik zelf doen? Hoe kan ik mijn ouders, familie en vrienden inspireren mee te doen? Met een groeiend draagvlak onder jongeren zal het voor ouderen en politici makkelijker worden om ingrijpende maatregelen te onderbouwen bij hun achterban. Om al deze redenen richt Darel Educatie zich op het onderwijs omdat dit een zeer effectieve manier is om begrip en kennis in de samenleving op te bouwen om gerichte, effectieve actie mogelijk te maken.

Geen politieke agenda

Darel is opgericht door een aantal gelijk-

gestemden met jarenlange ervaring in de energie-industrie om de energietransitie te versnellen en het maatschappelijk draagvlak te vergroten. "Tijdens het werk nam onze onrust toe over het almaar groeiende energiegebruik, de consequenties daarvan en het gebrek aan bereidheid in de samenleving, bij het bedrijfsleven en de politiek om hier iets aan te doen. We laten ons graag inspireren, maar vertegenwoordigen geen agenda van welke partij dan ook." Om de onafhankelijkheid te borgen, wordt het programma regelmatig getoetst door het Copernicus Instituut van de Universiteit Utrecht. Darel Educatie heeft ook geen winstoogmerk.

Feedback van scholen

Enkele citaten van docenten:

"...het heeft tot gevolg dat je in mogelijkheden gaat denken in plaats van problemen. Dan wordt het minder bedreigend, eerder een uitdaging." (Den Haag)

".. De masterclass was absoluut van toegevoegde waarde en bijzonder hoog niveau. Wij zijn enorm enthousiast en zijn het al breder aan het uitdragen." (Nijmegen)

".. De klimaatklok, die als een soort escape-room wordt ingezet, maakt het extra spannend." (Venlo)

De beste feedback is misschien wel dat bijna 80% van de scholen Darel terugvraagt voor het volgende jaar. Daarbij is het aantal klassen stevast groter door uitbreiding naar andere leerjaren en profielen. Zo zijn in de afgelopen jaren, ondanks de lockdownbeperkingen, al bijna 200 masterclasses gehouden, waarbij meer dan 5000 leerlingen bereikt zijn.

De programma's

De afgelopen drie jaar zijn verschillende programma's ontwikkeld en gebruikt. In alle lessen wordt een escape-roomspel gespeeld – de klimaatklok – waarbij niet alleen de tijd tikt, maar het CO₂-budget ook.

- De masterclass voor 4-5-havo/vwo is een dagprogramma. Dit programma behandelt het volledige energiesysteem, de geschiedenis van energiegebruik en de klimaatproblematiek. Mogelijke oplossingen worden geïntroduceerd en verder uitgewerkt door de leerlingen. Zo discussiëren ze in een rollenspel als bewoners van een fictieve woonwijk.
- De masterclass vanaf 3-havo/vwo: een halfdaagsprogramma. Het programma gaat minder diep en het rollenspel vervalt.
- De masterclass voor klas 3/4 van het vmbo-t (mavo) en mbo: een halfdaagsprogramma. In dit programma ligt de nadruk op de kansen die de energietransitie creëert in de banenmarkt. ●



Groepje vmbo-leerlingen in actie. Foto: Valerie Kuypers

Evaluatie van het BliNaS-project

Deel 1: proevenboek, lestrolleys en nieuwe boeken

Het BliNaS project (Blended Learning in muloklassen Natuurkunde in Suriname) heeft sinds zijn start in 2018 de natuurkundeleraren van de muloscholen in Suriname ondersteund door drie producten te ontwikkelen: het Proevenboek Mulo, lestrolleys die het uitvoeren van die proeven mogelijk maken en nieuwe lesboeken, een 'gesurinamiseerde' versie van de gebruikte methode. Als projectgroep hebben we de leraren gevraagd of deze producten geholpen hebben bij het verbeteren van de kwaliteit van hun onderwijs. We bespreken de antwoorden en de problemen die zij tegenkwamen. Over evaluatie van een andere belangrijke poot van het project, nascholing, rapporteren we in deel 2.

VRAGENLIJST

De vragenlijst bevatte open vragen en is door negen leraren beantwoord, soms in korte bewoordingen. Deze negen leraren zijn als proefschooldocenten bij het project betrokken. Geciteerde antwoorden hebben we in dit artikel tussen aanhalingstekens gezet.

We hebben eerder gerapporteerd over het BliNaS project, waarin naast de NVON ook het Instituut voor de Opleiding van Leraren (IOL) in Paramaribo, het Freudenthal Instituut (UU) en het Instituut Archimedes (HU) participeren. De mulo in Suriname is vergelijkbaar met de onderbouw mavo/havo/vwo in Nederland. Het project startte eind 2018. Door de sluiting van de scholen in Suriname vanwege de Covid-pandemie is de afsluiting van het project, die voor 2020 gepland stond, verschoven naar 2022.

AD MOOLDIJK en **TON VAN DER VALK** zijn oud-medewerkers vakdidactiek natuurkunde van het Freudenthal Instituut. Zij zijn uitvoerders van het BliNaS project.

JERRY OLDENSTAM is lerarenopleider bij het IOL in Paramaribo en uitvoerder van het BliNaS project in Suriname.

Het Proevenboek

Sinds de jaren '90 wordt op de muloscholen in Suriname de Nederlandse methode *Natuurkunde voor nu en straks* voor mavo cd gebruikt. Daarbij is vanuit het project een Proevenboek Mulo ontwikkeld, bedoeld voor de leraren in Suriname. Dat geeft bij vrijwel elke paragraaf uit die methode een demonstratieproef, die op internet wordt beschreven. Bij veel ervan horen twee video's: één met praktische en didactische aanwijzingen en één hoe je de proef in de klas zou kunnen demonstreren. Deze laatste kan ook door leerlingen bekeken worden, bijvoorbeeld als een leraar geen tijd heeft om de proef zelf in de klas te demonstreren. De leraren vinden dat het Proevenboek hen zeker helpt bij het voorbereiden van hun lessen: "ik haal er vragen uit"; "ik doe meer proefjes, wat ik uit de filmpjes leer". Toch wordt het Proevenboek niet optimaal gebruikt omdat de internetvoorziening op veel scholen gebrekkig is. De leraren moeten het bekijken op hun mobiele telefoon. Vooral de filmpjes kosten veel data. Een aantal leraren wijst hun leerlingen op de video's: "de video's verspreid ik via whatsapp; ik bespreek ze door vragen te stellen." Niet

iedereen heeft een mobiele telefoon en dus "in de klas proberen ze de video's onderling te bekijken". Maar ook de leerlingen hebben natuurlijk problemen met de hoeveelheid data die de filmpjes vergen. Bovendien signaleert een leraar: "de leerlingen willen de proefjes liever fysiek zien dan via de website." We kunnen stellen dat het Proevenboek ondersteuning biedt aan het onderwijsleerproces in en buiten de klas.

De lestrolleys

De apparatuur, die voor de proeven uit het Proevenboek nodig is, zit in de lestrolleys die het project heeft samengesteld en verstuurd. 70% van de scholen heeft zo'n lestrolley gekregen. De kleine scholen in het binnenland moeten het doen met een 'rondreizende' trolley. De lestrolleys kwamen in februari 2020 aan in Suriname. De leraren wilden enthousiast de trolley en de demonstratieproeven gaan gebruiken toen de scholen dicht gingen vanwege Covid. Pas in oktober 2020 gingen de scholen weer open, en moesten zij de opgelopen achterstand inhalen. Geen ideale omstandigheid om je een nieuwe manier van lesgeven met demonstratieproeven aan te wennen!



Leerlingen hebben het gesurinamiseerde boek uitgedeeld gekregen.

De gesurinamiseerde boeken.



Hoe stond het gebruik van de lestrolley er in december 2021 voor? Enkele leraren zeggen elke les een demonstratieproef te doen. Sommigen laten de leerlingen ook zelf proefjes doen. Andere docenten aarzelen vanwege de tijdsdruk in de klas en de voorbereidingstijd die proeven vergen. Maar toch lukt het steeds beter enkele proeven in de klas uit te voeren. Er zijn ook leraren die er niet toe komen, omdat ze maar één natuurkundeles per week hebben of hun klassen maar om de week zien (geen nieuwe collega te vinden). De leraren merken een duidelijk effect van een proef: “de leerlingen hebben meer interesse in de les en kunnen de stof ook veel beter begrijpen.” Als voorbeeld geeft een leraar: “breking van lichtstralen en het verschil tussen een holle en bolle lens worden nu beter begrepen.” De leerlingen worden actiever in de lessen: “Ze komen er nieuwsgierig dichtbij staan om de proef te zien. Vragen of ze het zelf mogen proberen.” Ook merken ze dat “er nu door mij en de leerlingen meer vragen worden gesteld.”

Eén leraar merkt op dat de leerlingen met eigen voorbeelden komen: “bijvoorbeeld bij condenseren: blazen op een spiegel”. De beschikbaarheid van de lestrolleys heeft dus effect op de betrokkenheid van de leerlingen bij de les. Maar het gebruik in de klas blijft achter, door de Covid-crisis en door gebrek aan voldoende voorbereidings- en lestijd. Dit ondanks de positieve leerervaringen bij het demonstreren van proeven.

De nieuwe boeken

In de klas zagen we totaal versleten, slecht-gestencilde leerboeken, vaak in onvoldoende aantallen. Suriname heeft zelf geen geld om een nieuwe methode aan te schaffen. Omdat geplande nascholingsbijeenkomsten niet konden doorgaan, ontstond binnen het project ruimte om de boeken aan te pakken. Zelf een nieuwe methode ontwikkelen lag buiten ons bereik. In plaats daarvan kozen we voor een bewerkte herdruk van *Natuurkunde voor nu en straks*. Met toestemming van

de uitgever ThiemeMeulenhoff hebben we elektronische kopieën van de oorspronkelijke drie mavo-cd delen laten maken. We brachten flinke aanpassingen aan. We vervingen Nederlandse contexten door Surinaamse en we voegden verwijzingen naar het Proevenboek toe. Daarnaast hebben we de drie delen in vier ‘boeken’ verdeeld, overeenkomend met de vier leerjaren waarin natuurkunde op de mulo wordt onderwezen.

Met project- en sponsorgelden konden we de herdruk realiseren, met voldoende exemplaren voor alle 80 muloscholen. De boeken arriveerden in september 2021 en werden voortvarend door projectmedewerkers over de scholen buiten Paramaribo verspreid, zodat ze met ingang van het nieuwe schooljaar konden worden gebruikt. De verdere verspreiding liet gedeeltelijk op zich wachten. Ook was er onduidelijkheid of de boeken wel meteen door de leerlingen gebruikt mochten worden. Die problemen zijn inmiddels opgelost.

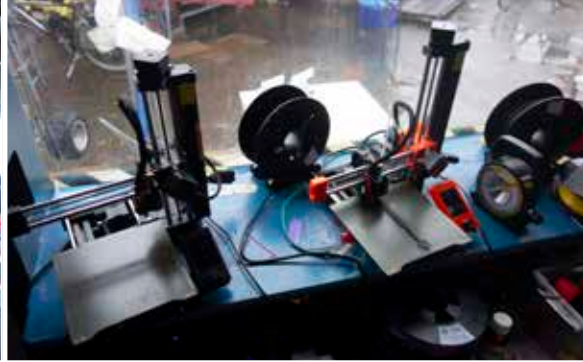
Leraren en leerlingen zijn enthousiast over de nieuwe boeken: de indeling naar leerjaar, de Surinaamse voorbeelden en een stevig drukwerk, in plaats van onduidelijke stencils. “Lesgeven met de nieuwe boeken is veel leuker omdat elke leerling een duidelijk boek heeft: de oude boeken zijn versleten en helemaal beschadigd.”

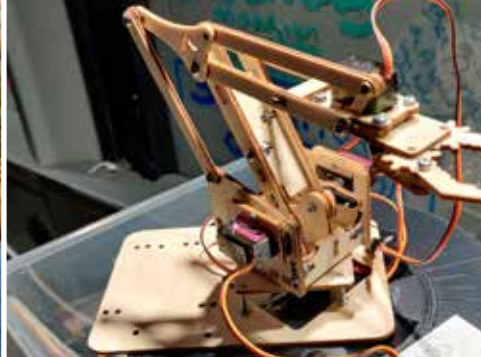
We hebben ook de *handleidingen* bij de oorspronkelijke uitgave kunnen achterhalen. Die zijn elektronisch gekopieerd en aangepast aan de vernieuwde methode. De elektronische versie is onder de leraren verspreid. De leraren zijn blij met de lerarenhandleidingen: “het helpt veel want dan hoeft ik soms niet ver te gaan om zelf het antwoord te formuleren.” Maar ze wachten met smart op de uitgave op papier (die eraan komt). ●



BRONNEN

- Bakker, S. et. al. *Drie LIO's in Suriname deel 1 en deel 2*. NVOX 2020, 9, 456-459.
- Valk, T. van der, en A. Mooldijk (2020). *Lestrolleys natuurkunde voor Suriname*. NVOX 2020, 1, 48-49.
- nvon.nl/leswerk/proevenboek-mulo





Het lokaal

Een ontdek- en doelokaal (fablab) in een oude, omgebouwde stadsbus op een ruig, rommelig en oud bedrijventerreintje langs een spoorbaan in Alkmaar. JuniorIOT, het jeugd-internet-of-things, open op zaterdag van 12.00 - 17.00 uur, op deze druillige zaterdag wat minder in trek. De deur staat open, normaal zijn hier en ook in de witte tent aan de overkant zo rond de 15 jeugdigen met de beschikbare apparatuur waaronder twee 3D-printers en een lasersnijder aan het 'rotzooien'. Het gaat vooral om de technologie van vandaag: ontwerpen, programmeren, solderen, arduino, 3D-tekenen, 3D-printen, elektronica, mechatronica en dergelijke.

Het is ongeveer vijf jaar geleden begonnen met een 'balloons-op-challenge' voor basisschoolleerlingen. Marco van Schagen was de initiatiefnemer en hem werd door de enthousiaste jeugd gevraagd meer van dit soort activiteiten te organiseren. Van het een ... kwam het ander: de locatie rond de bus, workshops op internet, op scholen, op de BSO.

De stichting Junior Internet of Things werd opgericht en Tijn Bouman sloot zich bij Marco aan. Zij vormen samen het bestuur van de stichting en gaan als zzp'ers bijna dagelijks in de regio met deze workshops in en buiten het onderwijs aan de slag.

De website, junioriot.nl, groeide en groeide en er werden sponsors gezocht, bedrijven en de gemeente haptten toe. Niet alleen met geld maar ook ondersteuning of materialen komen van diverse bedrijven, instellingen en particulieren binnen.

Op de basisschool beginnen ze meestal met solderen. Ze laten de leerkrachten zien hoe ze hun leerlingen het solderen kunnen leren, zodat zij die workshop eventueel met het bij hun geleende materiaal zelf kunnen geven. Ook voor het vo en mbo is er een uitgebreid aanbod, zoals bijvoorbeeld 'een robotarm ontwerpen' met een arduino nano.

In de stad zijn ze bezig met citizen science, op diverse plekken hangen sensoren die temperatuur, geluid en fijnstof meten. Het bruist in de regio Alkmaar, zie het uitgebreide aanbod aan activiteiten op de site.

En ... ze werken samen met een zzp'er die subsidies kan regelen als scholen 'iets' met techniek willen doen. Geld blijkt niet meer het probleem, overheden en bedrijven zijn zich het gebrek aan technici op alle fronten zeer bewust!

Hein Bruijnesteijn

Cao, hoezo?

Over het belang van de cao

Deze maand is het alweer een jaar geleden dat ik de sleutel van mijn huis heb gekregen. Een behoorlijke mijlpaal om, zeker in deze markt, op je 24^{ste} een huis te kunnen kopen. En wat voor huis!

Bij het kopen van een huis komt een boel kijken: hypotheek regelen, verzekeringen regelen, inboedel regelen... en, uiteraard: de inboedel naar het betreffende huis verhuizen! Het kost behoorlijk wat tijd en ruimte (mentaal en fysiek) om dingen rond te krijgen voor een verhuizing. Gelukkig is de cao van het onderwijs erg gericht op het personeel, en was het niet moeilijk om twee dagen vrij te krijgen voor de verhuizing. Je hebt namelijk recht op twee verhuisdagen, en in bijzondere gevallen zelfs recht op vier verhuisdagen!

Zo ergens na mijn verhuizing raakte ik in gesprek met mijn collega, die toevallig in dezelfde periode is verhuisd. We waren wat aan het kletsen over hoe wij onze vrije dagen hadden ingezet rondom de verhuizing. Ik vertelde dat ik mijn twee verhuisdagen heb ingezet om te kunnen verhuizen, en dat dat niet ten koste is gegaan van mijn gespaarde verlofuren. Mijn collega vertelde dat, als zij gebruik wilde maken van haar verhuisdagen, zij haar gespaarde verlofuren in moest zetten van onze werkgever. Dat vond ik nogal raar, dus heb ik de cao hierover geraadpleegd.

Ik kwam uit op artikel 15, lid 2.g., waar het volgende in te vinden is: *“Tot het gestelde in lid 1 worden in ieder geval de volgende omstandigheden gerekend: g. verhuizing: 2 dagen, in bijzondere gevallen 4 dagen.”* Mijn collega was niet echt op de hoogte hiervan en heeft later nog haar verhuisda-



gen ingezet waar ze dus recht op had, om zo haar ingezette verlofuren te compenseren.

Hoeveel werk je eigenlijk?

Op de studie spreek ik ook nog wel eens mijn klasgenoten over de perikelen op de werkvloer. In het bijzonder sprak ik een klasgenootje, zij is dit jaar nieuw op een school, en had wat vragen over hoeveel lessen ze moest geven en welke taken (en hoeveel uren) daarbij kwamen kijken. Ik vroeg haar hoeveel fte (fulltime equivalent) zij werkt, en of zij wist hoeveel dagdelen ze daarvoor beschikbaar moest zijn. Ze gaf aan wel te weten hoeveel zij werkte, maar niet hoeveel dagdelen zij daarvoor beschikbaar moest zijn. Wederom wees ik haar op de cao, waar dit alles haarfijn in uitgelegd staat. Ze kwam erachter dat haar fte's over te veel dagen verspreid waren, waardoor ze dus niet aan andere taken toekwam, zoals studeren, nakijken of haar mentortaat.

Verder was mijn klasgenootje, net als mijn collega, bezig met het regelen van een verhuizing. Weliswaar naar een huurhuis, maar dat betekent niet dat er minder geregeld hoeft te worden (en dat je dus meer tijd/ruimte overhoudt). Ook hier heb ik met haar gesproken over de verhuisdagen die ze mocht opnemen, zonder dat dit ten koste gaat van haar gespaarde verlofuren. Gezien op haar werk net in die periode de toetsweek in zicht kwam, vond mijn klasgenoot het moeilijk om de volle twee

dagen vrij te vragen van haar werk. Ze heeft, met veel pijn en moeite, één verhuisdag opgenomen om een en ander te kunnen regelen.

Het blijkt maar hoe belangrijk het is om kennis te hebben van jouw cao. Ik kan me voorstellen dat het niet voor iedereen even makkelijk is om 'even' je neus in de cao te steken en te zoeken naar dat wat jij wilt weten. Voor mij scheelt het dat ik me graag (plaatsvervangend) druk maak om werkperikelen, en maar wat graag de cao raadpleeg hierover. Is dit voor jou niet het geval, dan staan de vakbonden voor jou klaar.

Heb je vragen over je cao? Via de NVON ben je automatisch aangesloten bij de vakbond Federatie van Onderwijsvakorganisaties (FvOv). Zij staan elke werkdag tussen 8.30 en 17.00 telefonisch voor je klaar. Naast de FvOv zijn er nog verschillende andere vakbonden waar je je bij kan aansluiten, en die je kan bellen bij vragen over je cao, Arbo of andere perikelen op het werk waar je zelf niet uit komt (en je werkgever niet bij om hulp wilt/durft te vragen).

Check de link in de QR-code voor een lijst met verschillende vakbonden voor het onderwijs.



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

Tools in de klas

In de loop der jaren vul je als docent je 'gereedschapskist' langzamerhand met handige (online) werkvormen en tools. Als aanvulling voor de gereedschapskist heb ik een klein lijstje samengesteld met online tools die ikzelf erg leuk vind om te gebruiken.



Flippity

In het themanummer van afgelopen jaar, over bewegen, is er een stukje verschenen over hoe je leerlingen in de les meer kan laten bewegen. Al is het maar door ze een opdracht te geven waarmee ze van plek moeten wisselen met elkaar. In dat artikel werd verwezen naar de gratis (!) webapp 'flippity', waarmee leerlingen in willekeurige teams geplaatst kunnen worden, of waarmee een willekeurige naam van een leerling gekozen kan worden. Dit laatste is vooral handig als je als docent minder wilt reageren op vingers, maar liever een willekeurig iemand de beurt wilt geven. Verder kun je als docent via flippity zelf flitskaarten maken, een trivia-quiz ontwikkelen, een bingo ontwikkelen of bijvoorbeeld memory. De mogelijkheden die flippity biedt zijn, tot op zekere hoogte, eindeloos. Ik stel voor om als docent een kijkje te nemen op flippity.net en zelf te ontdekken welke mogelijkheden er zijn.

Quizlet

Quizlet is een programma waarbij jij als docent een set met flitskaarten aan kunt maken voor je leerlingen. Het verschil tus-



sen de flitskaarten die je hier maakt en de flitskaarten bij flippity, is dat er bij Quizlet een quiz gespeeld wordt met behulp van de begrippen en omschrijving. Als je gebruik wilt maken van alle mogelijkheden die Quizlet te bieden heeft, is het wel raadzaam om een betaald account te nemen. Dit kost € 32 per jaar en wordt eigenlijk altijd wel vergoed door je werkgever.

Zodra jij als docent een account hebt aangemaakt kun je beginnen met het aanmaken van klassen en sets. Het handige van het maken van een klas in Quizlet is dat de set met flitskaarten die je hebt gemaakt gedeeld kan worden met de leerlingen. Als je een set hebt aangemaakt en gedeeld met een klas kunnen de leerlingen oefenen met de begrippen. Jij als docent kan zien of de leerlingen geoefend hebben met de begrippen en hoe ze dat hebben gedaan.

Wat ik persoonlijk de leukste mogelijkheid van Quizlet vind, is dat de leerlingen in groepjes met de begrippen kunnen oefenen. Door een 'live' op te starten voor de leerlingen, worden ze na aanmelden in groepjes geplaatst, en moeten ze de juiste begrippen bij de juiste beschrijving vinden (of andersom). Elke leerling heeft vier andere begrippen op zijn telefoon staan, dus communicatie met elkaar is erg belangrijk. Elke quiz toetst plusminus twaalf begrippen. Het groepje leerlingen dat als eerste twaalf begrippen goed heeft, heeft gewonnen! Let wel: één foutje en de hele score wordt gereset. Een prettige combinatie van competitie, leren en samenwerken.

Lessonup

Als laatste tool, die ik in de lockdownperiode helemaal heb ontdekt, is Lessonup. Lessonup is een online-tool waarmee je voor leerlingen interactieve presentaties kunt maken. Er is de mogelijkheid om dia's met tekst weer te geven, maar je kan ook video's, links of afbeeldingen invoegen. In dit opzicht verschilt Lessonup niet veel



van PowerPoint, maar nu komt de aap uit de mouw: bij Lessonup heb jij als docent de mogelijkheid om tussendoor meerkeuze-, open- of sleepvragen te stellen waar de leerlingen antwoord op moeten geven. Zo kun je snel zien welke leerlingen de stof al goed begrijpen, en welke leerlingen nog wat werk te doen hebben.

Verder kun je in Lessonup klassen aanmaken waar je je presentaties mee kunt delen. Zo kunnen de leerlingen de presentaties makkelijk terugvinden om later mee te leren. Ze kunnen de vragen die jij in je presentatie hebt verwerkt dus ook opnieuw beantwoorden.

Lessonup is een betaalde tool, met verschillende tarieven. Ook Lessonup wordt eigenlijk altijd wel vergoed door je werkgever.

Meer tips voor leuke tools in de les? Stuur gerust een berichtje naar 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

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



De Spaanse griep, herhaalt de geschiedenis zich?

Nu we van lockdown naar lockdown moeten gaan, kijk ik wat meer televisie. In een van de series die ik bekeek, was de Spaanse griep uitgebroken; een pandemie die meer slachtoffers vergde dan de beide wereldoorlogen bij elkaar.

De eerste beschreven besmetting was in februari 1918; de laatste in april 1920. In augustus 1918 was de helft van de 2 miljoen Amerikanen, die vochten in Europa, ziek van de Spaanse griep: 43.000 man overleefde de ziekte niet. De ziekte breidde zich snel uit naar andere soldaten. Toen de oorlog afgelopen was en de soldaten naar huis keerden verspreidde het virus zich over de wereld. Men schat dat een derde van de toenmalige wereldbevolking besmet raakte; in Nederland stierven meer dan 38.000 van de zeven miljoen inwoners. Aanvankelijk hield Australië de ziekte door het instellen van een strikte maritieme quarantaine buiten de deur, maar in 1919 brak de ziekte daar toch uit. En ondanks de tegen verspreiding genomen maatregelen werd 40% van de bevolking ziek. Het virus was buiten dat land toen al tot een mildere vorm geëvolueerd en bijna iedereen was immuun geworden. Dit betekende het einde van de Spaanse griep-pandemie. Overigens las ik in *de Volkskrant* dat tien jaar later nog eens honderdduizenden mensen

aan deze griep stierven, maar dat werd nauwelijks opgemerkt; zo druk had men het met de 'roaring twenties'.

De Spaanse griep kwam niet uit Spanje. Vanwege de Eerste Wereldoorlog werden kranten in veel landen gecensureerd. Er mocht niet over de ziekte worden geschreven om het moreel niet te ondermijnen. Spanje was neutraal en toen de koning ziek werd, kwam dat in de krant. Die ziekte was toen al in grote delen van de wereld. Zo kreeg de ziekte, die in grote delen van Europa woedde, een gezicht én een naam. Volgens de meest theorieën kwam de Spaanse griep uit China. Artsen wisten in 1918 nog niet dat griep door een virus veroorzaakt wordt en vaccinatie tegen virussen was ook nog niet bekend. Door patiënten aspirine en hoestdrank voor te schrijven, probeerde ze de symptomen te bestrijden. Om besmetting te voorkomen was isolatie een belangrijke maatregel. In ziekenhuizen werden grieppatiënten op aparte zalen verpleegd en met gaasschermen afgeschermd. Verplegend personeel droeg mondkapjes, ook al betwijfelden sommigen het nut daarvan.

Risicogroep

In tegenstelling tot de 'gewone griep', waarbij bejaarden en jonge kinderen met een hartafwijking tot de risicogroep behoren, werden bij de Spaanse griep vooral mensen in de leeftijdsgroep van 30 tot 40 jaar getroffen. Deze leeftijdsgroep heeft over het algemeen het sterkste afweersysteem; men verklaart dit verschijnsel door het optreden van de cytokinestorm (sterke reactie van het afweersysteem) na besmetting. In het begin van de coronapandemie zijn er ook veel personen aan de cytokinestorm overleden. Nu wordt deze cytokinestorm door medicatie zoveel mogelijk vermeden.

Waar kwam het virus vandaan?

Dat is niet duidelijk; er bestaan drie theorieën over, waarbij de theorie dat het virus uit China kwam en wellicht via Chinese spoorwegaarbeiders in de VS belandde. In 2005 is men erin geslaagd om het virus na te maken. Het onderzoek was gebaseerd op viraal RNA uit de long van een soldaat die in 1918 was gestorven. De eiwitmantel van het virus had een structuur met als type H1N1.

Maatschappelijke gevolgen

Er werd in ontspannings- en dienstensector verlies geleden, terwijl in de gezondheidszorg extra winsten werden gemaakt. Het imago van vrouwen in de gezondheidszorg steeg. In Nederland besloten de meeste gemeentebesturen scholen te sluiten om verdere verspreiding tegen te gaan of werden daartoe gedwongen doordat een groot deel van de leerlingen en leraren ziek was. Ook schouwburgen en bioscopen gingen op slot. In sommige gemeenten werden kerkdiensten ingekort en werden mensen met een zieke in de familie opgeroepen niet naar de kerk te komen. Maar de maatregelen kwamen pas laat op gang omdat na het einde van de Eerste Wereldoorlog door Pieter Jelles Troelstra de revolutie werd uitgeroepen die de aandacht van de politici opeiste. In Nederland was de maatschappelijke ontwrichting groot. Hele gezinnen waren uit elkaar gerukt. Ouders verloren hun kinderen en omgekeerd. Veel overlevenden wilden er nooit meer over praten, en ook in kranten en tijdschriften werd er bijna niet meer over geschreven. Na de pandemie waren de gezondheidsproblemen niet voorbij. Veel mensen kregen psychische aandoeningen: slaapziekte, depressie en melancholie.

Paula Petunia

Collegiale tips



Werking van cellulase en lactase

Met een proefje kan de werking van lactase door leerlingen worden onderzocht. Het onderzoek wordt ingeleid met een filmpje over lactose-intolerantie. Daarna wordt lactase in alginaatbolletjes gebruikt om lactose te laten afbreken. Leerlingen zetten het onderzoek zelf op en formuleren een hypothese. Een zelfde soort proef kan met cellulasebolletjes en plantmateriaal uitgevoerd worden, waarbij cellulose wordt omgezet in glucose. Er is aandacht voor de industriële toepassing van dit proces. Handleiding te downloaden via QR-code A.

Tip van Marijke Domis, red.

Koolstofkringloop bij chocoladereep

De koolstofkringloop kan minder abstract worden behandeld aan de hand van de productie van een chocoladereep. Het begint met een brainstorm over het onderwerp. Daarna volgt een poster over de koolstofkringloop rondom een reep chocolade. Er is ook aandacht voor duurzaamheid. Een diapresentatie en docentenhandleiding zijn als downloads beschikbaar, zie QR-code B. Tip van Marijke Domis, red.

Escaperoom over Mendel

Jasmijn Jansen heeft voor 3-vmbo een escapegame gemaakt. Een professor wil het onderzoeksverslag van Mendel ophalen, maar de sleutel van de kist, waarin dit verslag is opgeborgen, is kwijt. Tijdens de zoektocht komen alle aspecten van het thema erfelijkheid langs. Deze escaperoom is te downloaden via de besloten Facebookgroep 'Biologiedocenten'. Voor de beschrijving van de escaperoom en de link naar de Facebookgroep, zie QR-code C.

Tip van Marijke Domis, red.

Evidence informed 'Good practices'

"Mijn leerlingen krijgen de mogelijkheid om hun eigen onderwijs vorm te geven, binnen

een door mij vastgesteld kader. Hierdoor is de verantwoordelijkheid verschoven; Leerlingen en ik zijn samen verantwoordelijk geworden" en "Leren stopt niet bij de deur van mijn klaslokaal", aldus Martijn Leensen, docent natuurkunde. In negen 'Good practices' deelt hij zijn ervaringen met zijn collega's in het land. De 'Good practices' komen voort uit ervaring opgedaan in de eigen lespraktijk en maken, waar mogelijk, gebruik van de recentste onderzoeksresultaten over leren (evidence informed). Zie QR-code D.

Lijst van waterkrachtcentrales

In Nederland zijn meer dan dertig waterkrachtcentrales variërend van een omgebouwde watermolen van 1 kilowatt tot de 10 megawatt centrale van Vattenfall in Maurik. Het meest bijzonder is de getijdencentrale van BlueTEC, een drijvende container in het Marsdiep, met onderzeese turbine. Wie in de eigen schoolomgeving op zoek is naar een zo'n centrale voor een excursie of een profielwerkstuk kan gebruikmaken van de lijst op wiki zie QR-code E.

Tip van Arnoud Pollmann, redacteur NVOX en vereniging zonnekrachtcentrales.

Baanbrekende Nederlandse experimenten

Nederlandse wetenschappers hebben het aanzien van de wereld blijvend veranderd. Vooral bekend zijn Christiaan Huygens met het slingeruurwerk en Van Leeuwenhoek met de microscoop. Wetenschapsjournalist en natuurkundige Diederik Jekel herhaalt in zijn tv-serie 'Jekels Jacht' deze en zes andere beroemde historische proeven. Moll, Lipperhey, Drebbel, Stevin, Kamerlingh Onnes en Buys Ballot komen aan bod. Buys Ballot onderzocht het Dopplereffect met een trompettist op een rijdende trein. Vrouwen met een absoluut gehoor staan langs de spoorlijn. Dankzij deze wetenschappers be-

schikken we over onderzeeboten, navigatiesystemen, MRI-scanners en foto's van baby's in de baarmoeder.

Terug te zien op Uitzending gemist en op npostart.nl.

Uitleg-video's online

Op www.video.scholieren.com staan korte video's met uitleg van onderwerpen en uitwerkingen van examenopgaven. Je kunt zoeken op vak waaronder nask1, natuurkunde, scheikunde en biologie; op docent; en op onderwerp of steekwoord.

Op youtube.com staan ruim 300 video's voor scheikunde met uitleg van vragen uit havo- en vwo-examens en van onderwerpen zoals groene chemie, titratie en substitutie. Per onderwerp staan de video's in playlists. Op [wikiwijs](http://wikiwijs.com) staat een bestand met linkjes zie youtube.com/scheikundehulp of zie QR-code F.

Tip van Pieter Soeteman, docent scheikunde, Friesland College Leeuwarden.

Oproep: stuur jouw tip

Deze rubriek werkt alleen goed als docenten tips inbrengen. Stuur jouw tip o.v.v. je naam en je school naar redactie@nvon.nl.



Paddenstoelen in hun veelvormigheid

Nauwkeurig speuren tijdens een wandeling in de natuur en de aanwezige vegetatie in de gaten houden leidt tot het vinden van allerlei paddenstoelen. Ook op andere plekken zijn paddenstoelen te vinden. Dat hangt er maar vanaf in welke omgeving je bent. In dit artikel gaat het in de eerste plaats om de systematiek van de schimmels. Het voert hier te ver om alle onderscheidene kenmerken uitgebreid te beschrijven. Een kort overzicht kan al heel handig zijn om in de buurt te komen over welke soort we het hebben. Kenmerken als giftig of al dan niet eetbaar komen in dit artikel niet expliciet aan de orde. Beter van niet.



Vliegenzwam.



Lamellen.



Gewoon eekhoornstjesbrood.

In de eerste plaats ben ik geen mycoloog (schimmeldeskundige), maar ik kan mij wel verbazen over de meest exotische vormen. Zeker niet alles lijkt op de bekende rode paddenstoel met witte stippen. Mijn eerste zoektocht voor dit artikel in het bos zou vast niet veel opbrengen. Dat had ik dus meteen helemaal fout. Het is vooral een kwestie van erg langzaam lopen en dan goed kijken. Maar wel wat echt minder handig is om ook nog twee honden aan de lijn te houden. Die

hebben hele andere belangstellingen. Vandaar even zonder de honden wandelen en dan juist gebruikmaken van het fototoestel.

Determinatie

In het kort worden diverse vormen besproken op de bouw als kenmerkend onderscheid.

Het grootste deel van de schimmel bevindt zich in de grond met een dradenstelsel: het mycelium. De zichtbare paddenstoel is het vruchtlichaam, dat zich met sporen goed kan verplaatsen. Dat gaat soms over enorme afstanden en oppervlaktes. Van elke groep wordt een korte beschrijving gegeven.

Plaatjeszwammen

Van deze groep zijn er heel veel soorten,

maar de vorm is echter vrijwel steeds hetzelfde namelijk een hoed met een dikke of dunne steel. Type vliegenzwam (*Amanita muscaria*). De afbeelding is in elke paddenstoelengids te vinden. Wel oppassen want



Stekelige stuifzwam.

MAARTEN FOEKEN schreef vanaf 2003 tot en met 2021 vele artikelen over diverse onderwerpen, eerst voor Niche en later voor NVOX als hoofdredacteur vanaf 2013 en vanaf 2021 als vrijwilliger.



Gekraagde aardster.

deze soort is zeer giftig. De onderkant van de hoed laat de plaatjes of vrije lamellen duidelijk zien. Dat geldt voor alle soorten in deze groep.

Buisjes- en Gaatjeszwammen

Ook van deze groep zijn er vele soorten, bekend van de familie Boletaceae met onder andere de soort *Boletus edulis* (eekhoortjesbrood). In elk geval prima om te eten.

Buikzwammen

Deze groep heeft soorten met veelal onmiskenbare kenmerken. Ze komen ook in Nederland voor, bijvoorbeeld op de Veluwe en de duinen.

Als deze soorten paddenstoelen rijp zijn dan breekt vaak de buitenste laag open en ontstaat een ster, waardoor de binnenlaag zichtbaar wordt met de sporenmassa en dan kunnen die sporen de opening naar buiten. Van deze taxonomische orde zijn heel veel soorten bekend. Maar dan is er ook heel veel variatie in allerlei processen.

Zakjeszwammen (Ascomyceten)

Dat is een stam in het rijk van de schimmels. Een enorme groep met wel 60.000 beken-



Gewoon hazenoer.

de soorten. Veel bekende soorten gisten behoren deze groep, net als veel schimmels die onderdeel zijn van korstmossen. Ook morieljes en truffels behoren hiertoe. Bij deze groep worden de sporen gevormd in een sporenzakje.

Schimmels: waarlijk een bonte verzameling

Ze spelen een belangrijke rol in diverse ecosystemen. Door de mens worden ze gebruikt bij de bereiding van levensmiddelen (kaas, bier en wijn). Andere soorten parasiteren op andere schimmels, dieren en planten. Teveel om hier op te noemen. Deze organismen zijn soms ook verbonden



Penseelfranjezwam.

met wortelstelsels van planten. Dat is dan een vorm van een symbiotische leven. Ook speelt de ongeslachtelijke voortplanting een relatief grote rol.

Aan de andere kant zijn de zakjeszwammen verantwoordelijk voor allerlei ziektes, bij planten en bij de mens. Meer informatie daarover is te vinden in de genoemde website. Een aantal soorten staat op de Rode lijst van de IUCN als bedreigde soorten.

Tot slot

Het zal na lezen wel duidelijk zijn dat binnen een artikel over paddenstoelen, waarvan er zeker 1000 en of meer soorten zijn lang niet alles kan worden besproken. Wellicht kan het artikel wel een bron van inspiratie kan zijn om zelf ook eens op pad te gaan en dan met een zeer goede paddenstoelengids. ●



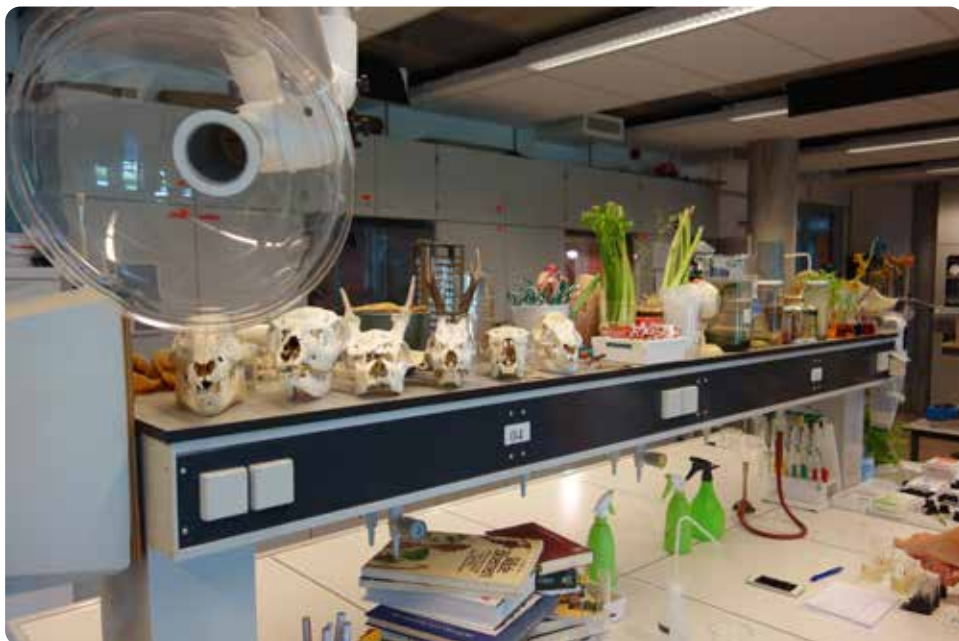
Gekarteld leemkelkje.



Schimmels.

BRONNEN

- Bosmans, S. (2017), Schimmels, onbekend en onmisbaar. *NVOX 2017 (9)*, 466-467.
- Bosmans, S. (2021), Bewegende schimmels. *NVOX 2021 (10)*, 20-21
- Foeken, M. (2017) Schimmels: onbekend, onbemind en onmisbaar. *NVOX 2017 (8)*, 402-403
- Gerhardt, E. (1999- 2015) *De grote paddenstoelengids voor onderweg*, Utrecht/Antwerpen uitgeverij Kosmos.
- <https://nl.wikipedia.org/wiki/Ascomyceten>



Toa-ontwikkelteam Twente

Kleur in practicum brengen

Hier weer een stukje van de TOT Twente. Helaas is fysiek bij elkaar komen weer geen optie. Het belemmert wel een beetje het fijne samenwerken. Toch maken we er het beste van. Nadat we eerst even gezamenlijk hebben bijgepraat en de notulen van de afgelopen keer besproken hebben gaan we met de actielijst aan de gang. We willen kleur in de practica brengen en dat kan onder andere mooi met redoxreacties. Redox met lolly's, wat een prachtige kleuren krijg je, sommige zijn maar heel even zichtbaar, andere blijven wat langer. Mooi om naar te kijken maar ook mooi om de reacties die erbij horen uit te vogelen. Daar zijn leerlingen wel even zoet mee.



Korrels in druppels

Dan zijn we ook met wat druppelchemie bezig. Hoe mooi is het dat je de reactie van

natriumthiosulfaat en zilvernitraat goed kunt volgen door van beide een korreltje in een druppel demiwater te brengen. Voeg ook wat universeel indicator toe en de reactie zoals je die theoretisch hebt uitgewerkt wordt ook mooi zichtbaar. Of kaliumhexacyanoferraat(III) en ijzer(II) sulfaat samen; dat vormt het mooie Pruisisch blauw.



Een andere uitvoering

Ook is er een druppelpracticum op komst waar we in een druppel een heleboel opeenvolgende reacties gaan doen. Daar zit neerslag, oplos en redox in.

Hoe komen we aan die ideeën? We zijn altijd aan het rondkijken op internet, vooral als je van je docent de vraag krijgt. We hebben al een mooi redox-PO, vijftig tinten ijzer, te vinden op de site toa.tips. Maar eigenlijk willen we wel een keer wat nieuws erbij; dan kunnen we afwisselen of leerlingen keus geven.

Vooraf op Engelstalige sites is veel te vinden. Soms zitten er leuke nieuwe ideeën tussen. Het hoeft ook niet altijd wat nieuws te zijn maar een andere uitvoering is ook mooi.

Input verder uitwerken

Ook de biologiesectie van het team is heel erg druk, dat is dit jaar een super fanatieke club met mooie ideeën. Ze hebben op het online Toa-congres al mooie practica laten zien en hebben daar ook goede input van de deelnemers gehad die nu verder uitgewerkt wordt. Zo zie je dat ook tijdens een onlinecongres er goed kennis uitgewisseld kan worden. Daar zijn we als TOT altijd erg blij mee.

Ook zijn ze bezig met een 'helpdesk' voor fruitvliegenpractica, hierover later meer. Wil je info over de TOT of denk je 'ik wil wel bij een TOT' kijk dan eens op de site toa.tips

HENRIETTE KLEIN BLUEMINK, TOA SCHEIKUNDE OP HET MONTESSORI LYCEUM HENGLO

Stralende demonstratie

Op bezoek bij stralingsdeskundige

Een brede glimlach siert het gezicht van toa Dick van der Hoeven. Op gepaste afstand word ik op een druiligere donderdag welkom geheten op het Canisius College in Nijmegen.

Directe aanleiding voor deze ontmoeting zijn de havo-eindtermen, zoals verwoord in de syllabus van het College voor Toetsen en Examen: de kandidaat kan eigenschappen van ioniserende straling en de effecten van deze straling op mens en milieu beschrijven. Ook kan de kandidaat medische beeldvormingstechnieken beschrijven en analyseren aan de hand van fysische principes en de diagnostische functie van deze beeldvormingstechnieken voor de gezondheid toelichten.

Passend practicum

In de zoektocht naar inspiratie voor een passend practicum voor 2-havo-leerlingen over ioniserende straling, plaatsen we oproepen op LinkedIn en NVON's toa-forum. Dit levert tal van bruikbare ideeën op, zoals: 1) Samen met de klas popcorn bakken (na hoeveel tijd zijn vijftig van de honderd

corns gepopt? En is na twee keer die tijd 75% gepopt?) en 2) het berekenen van de halfwaardetijd van licht radioactieve preparaten, zoals rookmelders, met gebruik van Geiger Mullertellers.

'Zijn röntgenapparaat'

Een van de leukste reacties was van stralingsdeskundige en, zo bleek niet veel later, rasverteller Dick van der Hoeven. Hij nodigde ons op school uit voor een demonstratie met 'zijn röntgenapparaat'. Want hoewel vanzelfsprekend eigendom van school, geldt het apparaat wel een beetje als Dick's eigen demo-installatie. Achter de aanschaf en het onderhoud van ieder onderdeel van de installatie zit een eigen verhaal. Zo wist Dick jaren geleden via Marktplaats een fraaie röntgenbuis te bemachtigen van een tandarts die met pensioen ging. "Bij de eigendomsoverdracht vond de tandarts het overigens wel belangrijk dat ik bekwaam was om het apparaat te bedienen. Vond ik wel voor hem pleiten. En daar stond ik dan dus in de woonkamer van een vreemde met al mijn papieren en diploma's", zo herinnert Dick zich. "De aanschaf via Marktplaats was trouwens wel een buitenkans, want het scheelt wel een paar duizend euro. Nieuw zijn die dingen hartstikke duur!"



Ommanteld met lood

"Daarna ben ik een speciaal op maat gemaakte en gecertificeerde loodcabine en loodglas gaan kopen en heb ik er een bruikbare practicuminstallatie van gemaakt, die met de juiste dikte lood ommanteld is en volledig gecertificeerd. Hartstikke leuk om te doen! Ik houd wel van knutselen en vind het bovendien belangrijk dat leerlingen ook met dergelijke apparatuur eens in

aanraking zijn gekomen tijdens de jaren dat ze hier op school zitten. Ik ben niet zo van het natuurkunde enkel met het krijtje."

De hand van Harry

Dick doet het voorkomen alsof het allemaal de normaalste zaak van de wereld is. Alsof er massa's scholen zijn waar er toa's rondlopen die zich gecertificeerd stralingsdeskundige mogen noemen, de richtlijnen van de ANVS (Autoriteit Nucleaire Veiligheid en Stralingsbescherming) kunnen dromen en leerlingen op praktische wijze onderwijzen over medische beeldvormingstechnieken. Maar voor ik daar verdere vragen over kan stellen, worden we voorgesteld aan Harry, een levensgroot anatomieskelet van de sectie biologie, of om preciezer te zijn: de hand van Harry.

Harry hoort bij het Canisius College, zoals de dag bij de nacht. Na jarenlange trouwe dienst in het biologielokaal en een lang verblijf op zolder, waar hij verdraaid nog aan toe tot ergernis van sommige collega's altijd werd gevonden met een peuk tussen de kaken, viel hij op een dag uit elkaar. Dick vroeg de sectie biologie om zijn hand en kreeg hem.



De lichten gedimd

Dick plaatst een fluorescentie-scherm in de afgesloten cabine en vertelt wat er gebeurt. "Het scherm licht op op de plekken waar de röntgenstraling het scherm raakt". Dick drukt op de knop van het röntgenapparaat en door het loodglas zien we op het scherm een scherpe bundel schijnen. Vervolgens plaatst hij plaatjes van verschillende materialen naast elkaar in de cabine en na een druk op de knop zie je meteen dat sommige materialen de röntgenstraling beter tegenhouden dan andere, en dat dikkere plaatjes meer straling tegenhouden dan dünnere plaatjes van hetzelfde materi-

Reageren met een glimlach



Stage

Bij de deur van het kabinet staat iemand om zich heen te kijken. O ja, dat is waar ook: we hebben weer stagiaires op school! Alle stagiaires stellen zichzelf voor in de schoolbrief en ik herinner me dat er ook eentje voor scheikunde is. Automatisch moet ik denken aan een natuurkundeles toen ik nog op school zat. Omdat het over licht ging, stak een stagiaire een houtspaander aan. De rook ging in hele mooie golfjes naar het plafond omdat zijn hand zo trilde. Op dat moment besloot de klas: deze docent in opleiding krijgt een gratis uurtje orde cadeau, aangeboden door klas A3b, onmiddellijk en eenmalig te besteden, niet inwisselbaar voor geld. De docent zat met stijgende verbazing achter in de klas en het werd een hele leuke en gezellige les.

Ik loop naar onze nieuwste aanwinst en vraag of ik kan helpen. Samen nemen we een praktijkles door die hij gaat geven en we voeren het proefje een keer uit. Ik vertel hoe bij ons de taakverdeling geregeld is tussen docent en toa en hoe wij de practica klaarzetten. En ja, ik ben een je, geen u, we zijn tenslotte collega's. De les verloopt best aardig. Ik probeer niet te veel voor de stagiair op te lossen en grijp alleen in op het puntje veiligheid. Na de les kijken we nog even terug: wat ging goed, wat kan beter? Ja ook leuk om op deze manier je kennis door te kunnen geven. Want tegoedbonnen ter waarde van een gratis lesuur orde zijn zeldzaam.

REINDER HORINGA TOA SCHEIKUNDE EN NLT,
CLV VEENENDAAL

aal: de halveringsdikte in de praktijk. Daarna moeten de leerlingen zelf bedenken hoe je deze eigenschappen kunt inzetten om door dingen heen te kijken, zoals bij medische beeldvorming. En om aan te tonen hoe goed dat werkt, gaat er een verassingsdoosje rond door de klas, waarvan de leerlingen de inhoud moeten raden. Om te laten zien wie de inhoud juist heeft geraden, wordt het verassingsdoosje in de cabine gezet, en na een druk op de knop zien we de hand van Harry, zonder sigaret, ons vrolijk toezwaaien.

HENRIËTTE VAN HEDEL, UITGEVERIJ SMARTTRACK.
1 OVOORNATUURKUNDE
WWW.LINKEDIN.COM/IN/HENRIËTTEVANHEDEL EN
WWW.1OVOORNATUURKUNDE.NL

Collectie preparaten en skeletten

Bewust worden van je collectie

Op het Baarnsch Lyceum is een grote collectie van opgezette dieren, dieren op sterk water, schedels en skeletten. Deze collectie is van historische waarde omdat Het Baarnsch Lyceum al 100 jaar bestaat en zo lang bestaat de collectie ook al. Daarom zijn we de collectie gaan inventariseren. Er is een collectieplan geschreven voor het behoud en het doel van het bestaan van de collectie. Een belangrijker deel van onze werkzaamheden is het onderhouden van alles wat er staat en hangt. We delen graag kennis en informatie over het onderhouden van opgezette dieren, en het behoud en herstel van lekke preparaten op sterk water. We vinden het namelijk zonde als zulk mooi materiaal staat te verstoffen in een hoekje terwijl het een grote kijkwaarde heeft.



Preparaten op sterk water

Bijna alle oude preparaten bevatten verdunde formaline. Wij hebben op school als stelregel: lekkende preparaten worden in de zuurkast gezet en daarna overgezet op 70% alcohol. Dit gaat via een doorvoerreeds. Na de formaline eerst op gedestilleerd water en daarna in stapjes opbouwen naar die 70% alcohol. Zo maar overzetten van formaline naar alcohol is namelijk heel slecht voor het preparaat. Het nadeel van alcohol is dat de preparaten kunnen ontkleuren. Vandaar dat we alleen de preparaten vervangen die lek zijn. We hebben bij alle preparaten nu een streepje op het vloeistofniveau gezet voor de monitoring. En alles staat sowieso achter slot en grendel.



Het onderhoud

Elk jaar lopen we de opgezette dieren na en maken we alles schoon. De meeste dieren staan in een vitrinekast maar er staan er ook bovenop de kasten. Dus die ontdoen we van stof. Verder kijken we de preparaten na op ongedierte. Als we dat aantreffen nemen we maatregelen zoals het preparaat in een afgesloten plastic zak in de vriezer te doen of te bespuiten met een insectenbestrijdingsmiddel in een zak, of desnoods beide. Schedels en skeletten zijn gevoelig voor stof en eventueel slijtage door gebruik in de lessen. Dus ook die worden onderhouden.

Oude modellen, instrumenten

Omdat onze school zo oud is hebben we heel veel oud lesmateriaal staan van de bètasecties. We hebben al het materiaal aan modellen, instrumenten (een mooie



telescoop) en posters geïnventariseerd. Alles wat we niet wilden behouden hebben we verkocht op een markt voor alle medewerkers van onze school. De opbrengst van die markt ging naar de aanschaf van een nieuwe vitrinekast. Daar komt het materiaal dat we willen behouden in te staan. Daarnaast hebben we nog leuke ideeën over het ontwikkelen van nieuw lesmateriaal. Dan denken we aan huidconservering, schedel en skeletpreparatie. Helaas is dat door corona op een laag pitje komen te staan maar wat in het vat zit ... verzuurt niet.



Wie zijn wij?

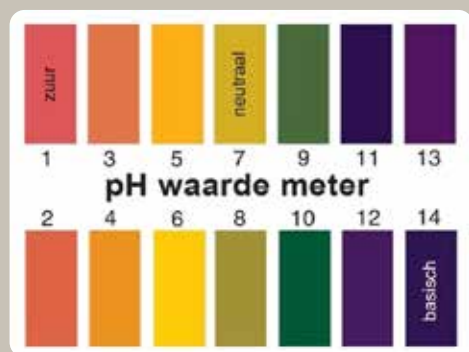
Leontine is hobbypreparateur en heeft kennis en ervaring met het opzetten van dieren en het maken en herstellen van preparaten, ook die op sterk water. Yoeri heeft kennis van het onderhoud van skeletten en botten. Samen willen we graag onze informatie delen met andere toa's maar ook juist informatie en tips van hen ontvangen. We hebben voorschriften gemaakt voor onderhoud en het doorvoeren van preparaten. Mocht daar interesse voor zijn en voor meer informatie kan men ons mailen. We horen graag van jullie! toa@hetbaarnschlyceum.nl

LEONTINE SCHUIJFF EN YOERI VAN BRUGGEN, TOA'S OP
HET BAARNSCH LYCEUM

Søren Sørensen, de naam achter een begrip

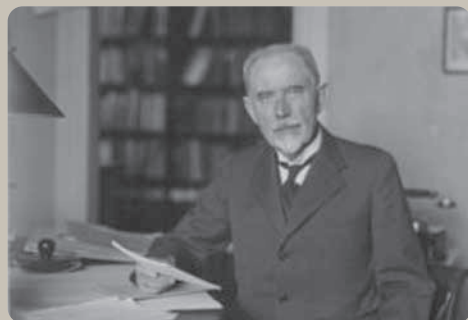
pH als maat voor zuurgraad

Een manier om onsterfelijk te worden is als je naam verbonden wordt aan een toestel, een wet of een eenheid, denk aan Anders Celsius, Pieter Kipp of Emil Erlenmeyer. Anderen kunnen anoniem door het leven, maar hebben zich toch onsterfelijk gemaakt, zoals Søren Sørensen. Hij introduceerde het begrip pH als maat voor de zuurgraad: $\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+]$.



Wie was deze Deen?

Søren Peder Lauritz Sørensen (1868-1939) behaalde de doctorsgraad aan de Universiteit van Kopenhagen. Hij was directeur van het prestigieuze Carlsberg Laboratorium, dat werd gesponsord door de bierbrouwerij Carlsberg. In die tijd onderzocht hij de invloed van ionenconcentratie op de analyse van eiwitten. Hierdoor ontwikkelde hij zich tot een expert op het gebied van de thermodynamica van de eiwitchemie. Hij werd in zijn werk bijgestaan door zijn vrouw, Margrethe Hoyrup Sørensen.



Naamgeving

Het concept pH werd in 1909 geïntroduceerd door Søren Sørensen als P_{H} in zijn publicatie 'Enzymenstudien II: Über die

Messung und die Bedeutung der Wasserstoffionenkonzentration bei enzymatischen Prozessen', waarbij hij zich baseerde op eerder onderzoek door Svante Arrhenius. De exacte betekenis van de 'p' is niet bekend, want Sørensen heeft nooit uitgelegd waarom hij deze notatie gebruikte. Verklaringen lopen uiteen van 'potentia hydrogenii' (macht van waterstof) of 'ponda hydrogenii' (kwantiteit van waterstof) tot 'Potenz', Duits was toentertijd de wetenschappelijke voertaal, of 'puissance', Frans was de voertaal bij het Carlsberg Laboratorium wat 'macht' betekent, de pH-schaal is immers logaritmisch.



De geschiedenis

De eerste pH-meter werd in 1934 door Arnold Beckman gebouwd. De eerste glazen pH-elektrode die een potentiaal had op basis van H^+ -activiteit werd al in 1906 door Fritz Haber en Zygmunt Klemensiewicz gebouwd. Er waren echter grote technische problemen om op grote schaal potentiometrische pH-meters te maken, de term pH kwam drie jaar later pas. Het grootste probleem was de grote interne weerstand van de glazen elektrodes die ervoor zorgt dat metingen heel erg lastig waren. Om betrouwbare resultaten te verkrijgen werd men gedwongen om een erg gevoelige galvanoscoop te gebruiken en die waren duur en lastig te onderhouden. Arnold Beckman stelde voor om een eenvoudige versterker te gebruiken met twee vacuümbuizen. De versterkte stroom was met goedkope milliampèremeters veel gemakkelijker te meten.

De markt

Dit idee bleek al snel te werken en in 1936 besloot Beckman om zijn pH-meter commercieel als de Model-G Acidimeter te verkopen, later hernoemd naar de Model-G pH-meter. Het hele apparaat met een versterker, een elektrochemische cel, elektrode, kalibratieschijven, batterijen en maatverdeling werd in een houten kist gebouwd. Dat

klinkt tegenwoordig heel logisch maar dat was het in 1936 absoluut niet. In eerste instantie werd de markt geschat op 600 pH-meters en daarmee zou de markt binnen tien jaar verzadigd zijn. In het eerste jaar werden er 444 pH-meters verkocht en dat toonde aan dat er een nieuwe markt was ontdekt. De Model-G pH-meter werd tot in de jaren '50 verkocht en in 1955 had de Model-G serienummers hoger dan 125.000.



Een complete herziening

De Model-G pH-meter was een commercieel succes maar men kwam er al snel achter dat de betrouwbaarheid van de glaselektrode een groot probleem was. Onderzoek van de Universiteit van Stanford toonde aan dat de mate van onderdompeling van de elektrode een grote invloed had op de resultaten van de pH-meting. Dit leidde in 1937 tot een complete herziening van het ontwerp van de elektrode. Ofschoon de pH-meter ongeveer negentig jaar op de markt is, volgen alle pH-meters nog ongeveer hetzelfde principe. Ze bestaan uit externe pH- en referentie-elektrode (vaak in dezelfde behuizing), een versterker en een ampèremeter in een compacte draagbare verpakking. De markt voor dergelijke apparaten is in 2021 nog steeds niet verzadigd.

Tot slot

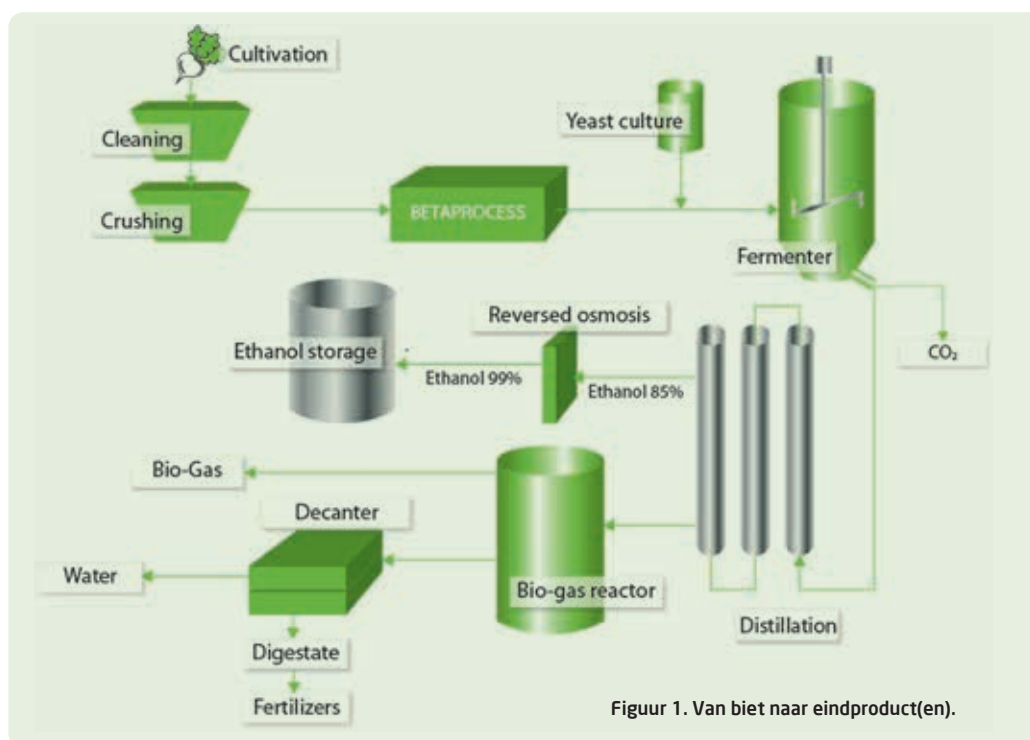
Søren Sørensen werd diverse malen genomineerd voor een Nobelprijs voor scheikunde, natuurkunde en geneeskunde voor zijn uitvinding van de gestandaardiseerde pH-schaal ... hij won nooit.

PAUL PAARDEKOOPER, TOA SCHEIKUNDE OP HET STEDELIJK GYMNASIUM LEIDEN,
P.J.M.PAARDEKOOPER@GYMNASIUMLEIDEN.NL

Biëten als grondstof voor chemische industrie

Technologie van de biet tot eindproduct

Jaarlijks komen grote hoeveelheden fossiele grondstoffen als olie, steenkolen en aardgas Nederland binnen. Het grootste deel hiervan wordt omgezet als energiebron voor elektriciteit, warmte of vervoer. Maar er gebeurt meer: een deel wordt ingezet als grondstof voor de vervaardiging van chemische producten, denk aan plastics, kunstmest, medicijnen en overige chemische producten.

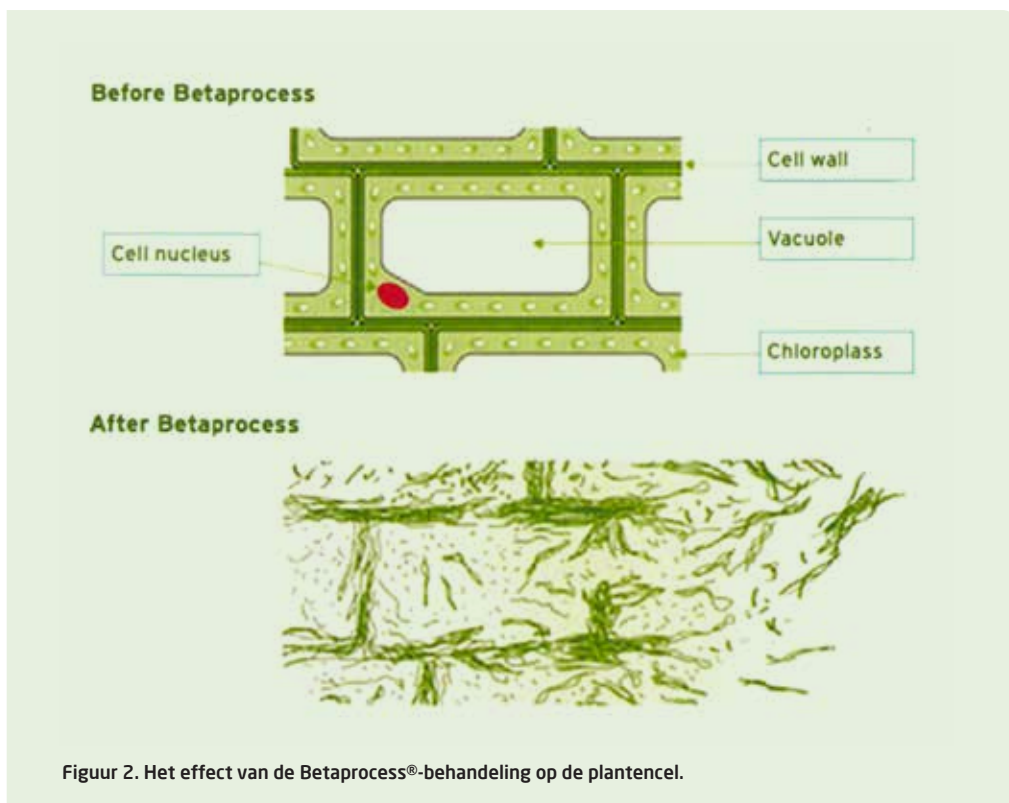


Figuur 1. Van biet naar eindproduct(en).

Als we Nederland willen vergroenen dan moeten we niet alleen naar hernieuwbare energie kijken, maar ook een oplossing vinden voor het vergroenen van de chemische sector. Een mogelijkheid ligt in het vervangen van fossiele grondstoffen door biomassa. Nederland is qua oppervlak een klein land, maar met een innovatieve en belangrijke agrarische sector. Het aanbod van biomassa is beperkt. Het is daarom zaak efficiënte productietechnieken te ontwikkelen. Het Betaprocess®-procedé is een nieuwe technologie voor het bewerken van vochthoudende biomassa, zoals suikerbieten. Door de vacuüm-behandeling worden de

plantencellen opengebroukt, de biomassa verandert in een waterig massa waarin alle inhoudsstoffen vrij aanwezig zijn. Na deze behandeling is dit materiaal beschikbaar voor vervolgbehandelingen in bijvoorbeeld de productie van biogas, bio-ethanol en andere moleculen die hun weg vinden naar de chemische sector. Het Betaprocess® is oorspronkelijk ontwikkeld voor toepassing in de biogasvergisting om daar de gasopbrengst te verhogen. Maar het procedé is ook aantrekkelijk voor toepassing in andere processen. Het Betaprocess®-procedé werkt als volgt, zie figuur 1.

Schone suikerbieten worden fijngemalen tot een brokkelige pap die wordt opgewarmd en in een vacuümvat geperst. Onder die bijna-vacuüm omstandigheden exploderen de celklompjes, de celwanden worden uit elkaar gerukt en er ontstaat een homogene, plakkerige brij. Zie figuur 2. Na afkoeling tot 30°C komt de brij samen met gisten in een vergistingsvat (fermentor). De brij bevat alle ingrediënten die in een suikerbiet van nature aanwezig zijn: naast de ongeveer 75% water bevat een suikerbiet 16%-18% suiker (saccharose), 2,5% vezels (cellulose en hemicellulose), 2,5% pectine (een geleivormende stof), saponine (zeepstof), eiwit en



Figuur 2. Het effect van de Betaprocess®-behandeling op de plantencel.

diverse sporen van andere moleculen en mineralen. De gisten zetten de suikers om in CO₂ en ethanol, ongeveer 50/50. De zuivere CO₂ wordt in vloeibare vorm verkocht aan de chemische industrie, voedingsindustrie (de belletjes in de frisdrank) of aan de tuinbouw (kassen). De bio-ethanol wordt gewonnen door destillatie (ongeveer 85% zuiverheid) en kan worden opgewerkt tot 99% naar wens van de afnemer. Het water kan opnieuw worden benut in de landbouw of als proceswater. De vezels kunnen terug naar de akker als bodemverbeteraar. De vezels zouden ook kunnen worden gebruikt in papier en karton, opgeblazen tot aerogels of voor de productie van levulinezuur. De reststoffen na destillatie kunnen ook in een pakket worden vergist tot het biogas methaan.

Het proces is volledig circulair, alle inhoudsstoffen worden teruggewonnen. Er ontstaat geen ammoniak, de stikstof wordt volledig benut door de gisten. Het Betaprocess®-procedé vergt weinig energie en werkt bij relatief lage temperatuur. Suikerproductie in een conventionele suikerfabriek gaat gepaard met hoge temperaturen en verbruikt veel energie. Ook worden hoge

concentraties ammoniak uitgestoten. Het gebruik van suikers (uit dun- en diksap) die op die manier gewonnen worden maakt bio-ethanol aanmerkelijk duurder.

Zonder boeren geen groene toekomst

Bio-ethanol

Bio-ethanol kan uiteraard gebruikt worden als biobrandstof, denk aan E10 of in de toekomst wellicht E20; in Frankrijk en België zijn al pompen waar E85 getankt kan worden. Bio-ethanol kan dienen als grondstof voor bio-ethyleen, een belangrijke building block in de chemische industrie ter vervanging van producten die gemaakt worden uit fossiele grondstof.

Met de fermenteerbare suikers die na de vacuümbehandeling van het Betaprocess® vrij in de waterige oplossing beschikbaar zijn, kunnen met andere micro-organismen (bacteriën of gisten) complexere moleculen worden gemaakt. Afhankelijk van de gebruikte soort bacterie worden in het ABE-proces aceton, butanol en ethanol geproduceerd, in het IBE-proces iso-propanol, butanol en ethanol. Deze producten zijn waardevolle grondstoffen voor de chemische industrie, waaruit duizenden andere producten kunnen worden gemaakt. Zo kunnen uit de fermenteerbare suikers ook melkzuur, citroenzuur, barnsteenzuur en itaconzuur worden geproduceerd.

Het gebruik en de toepassing van fermenteerbare suikers uit suikerbiet lijkt eindeloos. Ook de conventionele suikerindustrie beperkt zich al lang niet meer tot louter voeding: de food-, feed- en pharma-toepassingen zijn breed geaccepteerd, evenals productie in de richting van cosmetica, chemische industrie en biobrandstoffen.

Het Betaprocess®-procedé is aantrekkelijk door het lage energiegebruik en de daardoor lage kostprijs. Bovendien is de technologie weinig gevoelig voor schaalvergroting: fabrieken die 2000 tot 4000 ton bieten per dag verwerken zijn aantrekkelijk. Bij grotere dagcapaciteit neemt de kostprijs amper meer af, de langere transportafstand doet de kostprijs eerder stijgen. Dit maakt kleinschalige bio-raffinage economisch en financieel aantrekkelijk. Kleinschalige bioraffinage schept groene banen op het platteland. Zo wordt de boer producent van hoogwaardige chemische producten.

Biobrandstoffen is niet het ultieme doel, het leveren van grondstoffen (moleculen) aan de chemische industrie is dat wel. Ongeveer 4%-5% van de fossiele grondstoffen wordt nu geleverd aan de chemische industrie, de rest (95%) gaat naar energie. Met ongeveer 4% van het akkerbouw areaal op de wereld zou de chemische sector kunnen worden vergroend: "zonder boeren geen groene toekomst". ●



Kees de Jager. **Terublik. Persoonlijke herinneringen aan opmerkelijke gebeurtenissen.** Alkmaar: Stip Media (2014). 384 p. ill, ISBN: 9789492114013, € 28,95.

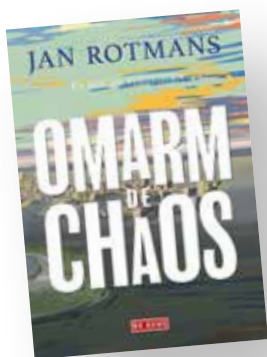
Kees de Jager. **Terublik-2. Persoonlijke herinneringen aan opmerkelijke gebeurtenissen.** Alkmaar: Stip Media (2020). 172 p. ill, ISBN: 9789492114129, € 19,95.

Terugblikken

Professor dr. Kees de Jager (1921-2021) is onder andere bekend van onderzoek aan onze zon, zijn bijdragen aan Nederlands ruimteonderzoek en hij was lange tijd directeur van de Utrechtse sterrenwacht Sonnenborgh. Hij schreef vele boeken en artikelen en daarnaast maandelijks zijn column 'Terublik' in het tijdschrift Zenit. Zijn columns zijn gebundeld in deze beide boeken. Door zijn uitzonderlijke loopbaan en vele interesses is dit een rijke collectie aan herinneringen en ervaringen. Hij schrijft bijvoorbeeld over de 'Droevige degradatie' van Pluto en zijn verbazing over hoe sterk gevoelens de rede kunnen overheersen. In zijn column 'Het middelpunt van het heelal' beschrijft hij hoe zijn liefde voor sterrenkunde ontstaan is, en ook het trieste einde van de vriendschap die daar zo belangrijk in was. Diverse columns zijn gewijd aan de invloed van de zon op

het klimaat, hoe kan het ook anders met zijn onderzoekslapbaan en fascinatie voor zonnevlammen, en super- en hyperreuzen. Ook schrijft hij over het Gala van de Sterrenkunde, dat eind 2019 plaatsvond. Ik weet nog goed hoe verrast de zaal was dat Kees de Jager er écht op het podium verscheen. Dit Gala was georganiseerd ter ere van het 20-jarige bestaan van NOVA. Ook konden we het 100-jarige bestaan van de Internationale Astronomische Unie vieren. Kees de Jager werd zelf ook 100. Als je meer wilt weten over het leven van deze bijzondere man kan ik je beide boeken van harte aanraden. "Hij weet steeds weer scherpzinnig, humorvol en gepassioneerd te schrijven, wat het lezen van zijn columns zeer plezierig maakt."

MARIJN VAN NIJHUIS



Jan Rotmans en Mischa Verheijden. **Omarm de chaos.** Amsterdam: De Geus (2021). 304 p., ill. ISBN 978 90 44546538. € 20,99.

Omarm de chaos

We bevinden ons op een kantelpunt in de geschiedenis met COVID-19, klimaatverandering en verlies aan biodiversiteit, een verandering van tijdperk. Er is een onderstroom van structurele veranderingen. Lang bleef de onderstroom onzichtbaar maar eenmaal zichtbaar zijn de veranderingen onvermijdelijk en onomkeerbaar. Dit gaat gepaard met spanning en creatieve chaos. 'Voorlopers' komen met de ideeën en 'verbinders' maken de groep groter. Burgers verenigen zich in lokale energie-coöperaties waar er inmiddels 650 van zijn in Nederland en het 'Fit for 55-plan' van de EU is een doorbraak op mesoniveau. In aparte paragrafen wordt een groot palet aan transities besproken. Grondstoffentransitie, circulaire economie, landbouw en voedsel ruimtelijk, financieel, zorg en onderwijs. Toen Rotmans zijn oude middelbare school bezocht moest hij vijftien handen schudden. Allen organisatie en niemand die les gaf. In zijn eigen schooltijd was er een rector en

een conrector die ook les gaf. Hij vraagt om ontwikkelingsruimte voor docenten om vanuit de balans tussen harde kennis en menselijke vaardigheden in te spelen op de actuele eisen vanuit de samenleving. Rotmans was medeoprichter van Urgenda en richtte als tegenwicht voor het Outbreak Team het Break-out Team op om te kijken naar de effecten van het coronavirus op de samenleving. Rotmans prijst zich gelukkig dat hij nu, in deze spannende tijd leeft en verrast met een persoonlijke en inspirerende kijk. "Hij neemt je mee in de manier waarop hij zelf naar de transitie kijkt. Dat levert een indringend boek op dat inzicht en overzicht biedt, een hoopvol perspectief schetst en handvatten geeft om zelf in actie te komen. Hij brengt het grote verhaal terug naar het menselijk niveau. Transities zijn mensenwerk. Wij kunnen de wereld nog redden en uiteindelijk onszelf. De keuze is aan ons."

ROLF SOER



Ton van Helvoort en Ernst Homburg. **Een eeuw chemische technologie in Nederland**. Delft: Stichting Hoogwerff-Fonds (2021). 222 p., ill. ISBN 9789090346045. € 17,50 (ex. verzendkosten).

Chemische technologie

Chemische technologie is een belangrijke tak van wetenschap die ons in de afgelopen eeuw veel welvaart heeft gebracht. Er is nu een boek dat de ontwikkeling van de chemische technologie in de afgelopen eeuw beschrijft. Het boek is uitgegeven door het Hoogwerff Fonds ter gelegenheid van haar 100-jarig bestaan. De auteurs zijn Ton van Helvoort en Ernst Homburg. Het is een prachtig boek geworden met vele foto's, illustraties en vele verwijzingen naar wetenschappelijke publicaties. In negen hoofdstukken beschrijven de auteurs de ontwikkeling van de technologie, maar ook de concepten die hieraan ten grondslag liggen. Zo zijn er hoofdstukken over eenheidsopera-

ties en katalyse, maar ook de biotechnologie wordt toegelicht. Het boek beschrijft niet alleen de geschiedenis, maar ook de uitdagingen aan de proces-technologie in de komende jaren. Zo worden de uitdagingen, en de mogelijke oplossingsrichtingen, van de energie- en de grondstoftransitie bijzonder helder beschreven. Dit boek is een aanrader voor iedereen die geïnteresseerd is in de geschiedenis, maar zeker ook de toekomst van de chemische technologie. Een exemplaar is te verkrijgen door een mail te sturen naar administrateur@hoogwerff-fonds.nl

PETER BERBEN



Dr. Roger J. Lederer. **Vogels. De veranderende kijk op vogels in de kunst**. Gorredijk: Noordboek (2021). 224 p., ill. ISBN 9789056158071. € 39,90.

Vogels

Mijn vader wees ons vroeger al op bijzondere vogels als we onderweg waren. Vogels zijn voor veel mensen interessant en ze spreken tot de verbeelding. Ze zijn in de kunst al meer dan 40.000 jaar een geliefd onderwerp. Onze vroegste voorouders krasten of schilderden afbeeldingen van gevederde figuren in en op rotsen. "Door de eeuwen heen kwamen we steeds meer te weten over de vogelwereld waardoor we op een andere manier naar vogels zijn gaan kijken." In een tiental hoofdstukken beschrijft ornitholoog Roger Lederer hoe vogelafbeeldingen vanaf de zestiende eeuw zijn veranderd aan de hand van voorbeelden uit het werk van veertig van de

grootste kunstenaars. Hij gaat daarbij van Frans Snyders, Melchior d'Hondecoeter, John James Audubon en Edward Lear, tot hedendaagse kunstenaars, zoals Elizabeth Butterworth en Lars Jonsson. "Vogels laat een grote rijkdom aan vogelrassen zien en toont hoe zorgvuldige bestudering van de soorten zowel de wetenschap als de kunst hebben verrijkt." Behalve een fraai salontafelboek, waarin je blijft bladeren en kijken is het wetenschappelijk verantwoord en daardoor extra interessant. Voor biologen en kunstliefhebbers.

MARIANNE OFFEREINS



Louise O. Fresco. **De Plantenjager uit Leningrad**. Amsterdam: Uitgeverij Prometheus; 2021. 320 p.; ISBN: 9789044649475. € 22,50, ook verkrijgbaar als e-book.

De Plantenjager uit Leningrad

Nikolaj Vavilov was een gedreven wetenschapper. De roman beschrijft zijn leven in de eerste helft van de twintigste eeuw. Hij raakte in berggebieden zoals de 'Pamir (Centraal-Azië)' gefascineerd door de varianten van voedselgewassen die door eeuwenlange selectie door de natuur en de boeren goed aangepast zijn aan de daar heersende omstandigheden. Er heersten enorme hongersnoden aan het begin van de twintigste eeuw. Verbetering van de voedselgewassen is mogelijk door kruisingen met de wilde varianten. de grootste collectie zaden ter wereld op te bouwen. Helaas kwamen na de revolutie communisten aan de macht en heerste er een andere wind waarbij

hij steeds meer beperkt werd en moest strijden tegen pseudowetenschap. "Vavilovs tegenspeler is Trofim Lysenko, die wetenschappelijke wonderen belooft en door Stalin wordt gebruikt om onmogelijke hervormingen door te drukken." Hij wordt beperkt in het uitvoeren van zijn taak, verdacht van spionage en uiteindelijk vermoord. Pas veel later wordt zijn naam in ere hersteld. Deze man heeft werkelijk bestaan en zijn werk is nog steeds relevant. Het is aangrijpend om te lezen hoe onder invloed van de sovjetdoctrine de totale afbraak van deze man heeft kunnen gebeuren.

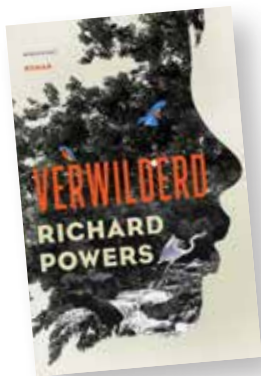
MARIJKE DOMIS



Andreas Keller. **Ruiken. De mysterieuze wereld van geuren.** Amsterdam: Veen Media (2021). 204 p., ill. ISBN 9789085717416. € 47,50, WB-Leden: € 37,45.



Jim Jansen. **Zwemmersgeluk. Op zoek naar de wetenschap achter een frisse duik.** Amsterdam: Fontaine (2022). 176 p., ill. ISBN 9789464041019. € 14,99.



Richard Powers. **Verwilderd.** Vertaald door Jelle Noorman. Amsterdam/Antwerpen: uitgeverij Atlas Contact, 2021. 294 p. ISBN 9789025471392. € 22,99.

Ruiken

Volgens mij heb ik in maart 2020 corona gehad: na een nacht hoesten was ik drie maanden lang mijn reukvermogen en mijn smaak kwijt. Dat is een rare gewaarwording. En ik werd weer met mijn neus op het feit gedrukt hoe belangrijk dat orgaan wel voor ons is. In de Wetenschappelijke Bibliotheek van New Scientist verscheen dit prachtige boek dat alle aspecten van ruiken, de reuk en ons reukorgaan beschrijft. In vier delen komt achtereenvolgens aan de orde: De waarneming van geuren, Het mysterie van het ruiken, Hoe we zijn vergeten om te ruiken en Waarom we ruiken moeten herontdekken. Alle aspecten

komen aan bod: de technische gegevens, zoals geurmoleculen en -receptoren en de chemische ecologie; geuren en de emoties die ze kunnen oproepen. Geuren en de reuk in historisch perspectief en tot slot het belang van geuren in het hier en nu.

De zeer leesbare tekst is geïllustreerd met fraaie afbeeldingen die het lezen veraangenamen.

Aanbevolen voor iedereen die interesse heeft in alles wat met geur en ruiken te maken heeft. En bij biologie een fraai naslagwerk.

MARIANNE OFFEREINS

Zwemmers

Voor mij betekent 'zwemmen' bij warm weer een beetje in zee dobberen en dan weer lekker op het strand met een boek. Er zijn ook mensen die daar anders over denken. Zo iemand is Jim Jansen, de hoofdredacteur van New Scientist. Hij zwemt minstens vier keer per week, en dan echt.

In dit bijzonder fraai door Kjeld de Ruyter geïllustreerde boek komen diverse wetenschappers en ervaringsdeskundigen aan het woord die de voordelen van (buiten)zwemmen uitvoerig belichten. Ze geven onder meer

antwoord op vragen over conditie, techniek, voeding en beloning. Verder delen bekende hobbyzwemmers hun liefde voor deze sport. En voor wie door het boek op een idee gebracht wordt, zijn er beschrijvingen van de favoriete zwemplekken van de auteurs. "Of je er nu voor kiest gewoon je baantjes in een zwembad te trekken, of een duik neemt in een van de vele vaarten, meren of vennetjes in de buurt: zwemmen kan altijd én overal."

MARIANNE OFFEREINS

Verwilderd

Met zijn nieuwste roman legt de veelvuldig gelauwerde Richard Powers (winnaar van onder andere de National Book Award en de Pulitzerprijs) op onnavolgbare wijze een verband tussen wetenschap, natuur en kunst. 'Verwilderd' is geschreven vanuit het perspectief van de ambitieuze astrobioloog Theo Byrne, die op zoek is naar de mogelijkheden van uiteenlopende vormen van leven op verre exoplaneten. Sinds zijn vrouw Alyssa twee jaar ervoor omkwam bij een auto-ongeluk is hij belast met de opvoeding van hun negenjarige zoon, dat bijna al zijn aandacht vraagt. Robin is hoogbegaafd en extreem begaan met het klimaat en bedreigde diersoorten die hij in tekeningen tot leven brengt. Omdat hij moeilijk met zijn frustraties kan omgaan en door woede-uitbarstingen zelfs onhoudbaar wordt, laat zijn vader hem een experimentele

Decoded Neurofeedbacktherapie ondergaan. Powers verbindt hiermee de astronomie met de hersenwetenschappen; niet zo verwonderlijk als het lijkt want beide beslaan een enorme ruimte, de één het hele universum en de ander het onmetelijke brein.

Gaandeweg laat het boek een steeds dystopischer wereld zien met een tot op het bot verdeelde Amerikaanse samenleving. Heel mooi en opmerkelijk zijn de (imaginaire) uitstapjes die vader en zoon maken naar verre planeten waar ze de merkwaardigste levensvormen tegenkomen. De grote vraag blijft: waarom laten al die schepselen op al die planeten niets van zich horen? Zo blijft de mens op zijn verwilderde rots in de ruimte zitten, in existentiële eenzaamheid.

COEN VAN DER KAMP



Aukje Nauta. **Nooit meer doen alsof. Denk je schaamte om en maak het je kracht.**

Amsterdam: Maven (2021). 232 p.
ISBN 9789493213173. € 21,50.

Niet doen alsof

Iedereen maakt in zijn leven wel eens een moment mee dat hij/zij zich kapot geneert. Ik zal u mijn gênante momenten besparen. Hoogleraar Aukje Nauta is niet bang om haar 'schaamte' te delen en er zelfs iets positiefs van te maken. "Op basis van wetenschappelijk onderzoek laat ze de schoonheid van schaamte zien én hoe je de emotie kunt inzetten als wegwijzer naar wat je stiekem het liefste wilt. Denk je schaamte om en durf je verlangens waar te maken." Ze geeft daarvoor drie stappen aan: 1. Erken je schaamte. Leer open en eerlijk dealen met

je imperfecties. 2. Denk je schaamte om. Zie haarscherp wat je wil veranderen. 3. Maak van schaamte je kracht. Stop met doen alsof en word de leukste versie van jezelf. Het resultaat is een aangenaam leesbaar boek, waarin de wetenschappelijke delen afgewisseld worden met persoonlijke verhalen, waarin ze zichzelf niet ontziet. Ze geeft handvatten die bij iedere lezer kunnen leiden tot een schaamtevrij (niet schaamteloos) leven.

TOSCA TAMIS

'De kolonisatie van de toekomst'



David van Reybrouck. **De kolonisatie van de toekomst. Leven aan de vooravond van de klimaatcatastrofe.** Amsterdam: EW uitgeverij (2021). 100 p. ISBN 9789463480987. € 14,95.
en: Amsterdam: De Bezige Bij (2022). 64 pag.
ISBN: 9789403183718. €16,99

David van Reybrouck werd tijdens zijn studie archeologie onder meer opgeleid in de natuurwetenschappelijke denkwijze met name bij de scheikunde. Hij is een gezaghebbende cultuurhistoricus en is vooral bekend vanwege zijn boeken over de dekolonisatie van de Belgische Congo en van het voormalige Nederlands Indië, Indonesië. Hij stelt in de vijftigste Huizinga-lezing van de universiteit Leiden in 2021 dat de belangstelling voor kolonisatie de laatste jaren in het Westen weliswaar groeiende is, maar zich meestal beperkt tot het historische kolonialisme. De manier waarop we vandaag de toekomst koloniseren krijgt nauwelijks aandacht. Terwijl dat met dezelfde meedogenloosheid en kortzichtigheid plaatsvindt als waarmee in vroeger tijden andere werelddelen werden ingenomen. Toekomstige generaties worden geplunderd

en geknecht. Het geweld beperkt zich bovendien niet alleen tot mensen, maar treft al het leven op aarde. Hij pleit ervoor burgers actiever te betrekken bij het beleid en stelt 'carbon credits' voor als een soort basisinkomen voor iedere volwassene. Op youtube is de 60 minuten durende lezing te beluisteren. Zie QR-code A. De tekst is ook in boekvorm en geannoteerd verkrijgbaar, zie hiernaast of zie QR-code B.

ROLF SOER



Bunzing, hermelijn en wezel



Edo van Uchelen. **Bunzing, hermelijn en wezel. Kleine roofdieren.** Zeist: KNNV Uitgeverij, 2021. 180 p., ill. kl. ISBN: 9789050118200. € 24,95.

Dit boek is geproduceerd in samenwerking met de Marterstichting. Want de dieren waarom het gaat, behoren tot de marterfamilie. De wezel is het kleinste roofdier ter wereld. De hermelijn is natuurlijk bekend vanwege de koningsmantels (ook die van ons vorstenhuis, die in 1948 pas gemaakt werd, maar dat terzijde). Het zijn prachtige dieren, maar je ziet ze vrijwel niet, vooral ook omdat ze meestal in gangen jagen, en bovendien alle drie op de Rode Lijsten voorkomen. Alleen de bunzing (de grootste van de drie) jaagt wat meer openlijk. Het zijn felle jagers.

Dit boek beschrijft voor mijn gevoel alles wat je over deze dieren zou willen weten. Ook hoe bescherming van de ene diergroep nadelig is voor andere diergroepen. Daar moet in Nederland ook nog heel wat aan veranderen. En muizen en ratten overal bestrijden is ook niet zo'n goed idee, want een voorbode voor toekomstige muizenplagen. Naast de vele informatie, bevat het boek veel foto's en tekeningen en tips. Aanbevolen voor degenen die geïnteresseerd zijn in deze prachtige dieren.

MARIJKE DOMIS

Woestijnstroom op transport naar Europa?

1,1 miljoen Volt en geen doorslag

Slechts 1% van het oppervlak in woestijnen volstaat om de hele wereld van elektrische energie te voorzien. Als je, zonder veel verlies, deze energie met kabels kunt transporteren zoals vanuit Afrika naar Europa, dan heb je toch geen kernenergie, windmolens in Drenthe of aardgas uit Siberië meer nodig? Of is dit een utopie?

Het kan! Transport van elektrische energie over grote afstanden bestaat al. In China wordt over een afstand van 3300 kilometer elektriciteit vanuit de Gobi woestijn naar het dichtbevolkte oosten gebracht met het in 2019 in gebruik genomen Changji-Guquanproject. De aanleg duurde van januari 2016 tot eind 2018. Er worden zogenaamde HVDC-kabels gebruikt. HV staat voor hoge spanning en DC staat voor gelijkstroom. De zeer hoge spanning van 1,1 miljoen volt zorgt voor een verlies van

circa 10% onderweg. De isolatie, bestaande uit gecrosslinked polyetheen, moet aan zeer strenge eisen voldoen en is mede dankzij Nederlandse expertise mogelijk geworden, zie kader. Het vermogen is 12 gigawatt. Ter vergelijking: de kerncentrale Borssele levert een vermogen aan elektriciteit van 0,45 gigawatt en Nederlandse huishoudens hadden in 2019 gemiddeld 2,4 gigawatt nodig. Zie QR code A.

CROSSLINKEN

Peroxiden zijn nodig om bij polyetheen crosslinks te maken. Deze crosslinks voorkomen 'kruip'. Kruip houdt in dat na verloop van tijd onder druk vervorming optreedt. Tijdens de extrusie van polyetheen rond de aluminium kern worden peroxiden bijgemengd. Door de hoge temperatuur tijdens het extrusie-proces worden radicalen gevormd volgens: $R-O-O-R \rightarrow R-O^{\cdot} + ^{\cdot}O-R$. De radicalen plukken H-atomen weg van polyetheenketens waardoor daar actieve plekken ontstaan. En telkens als ketens met actieve plekken elkaar raken ontstaat een crosslink. Zie QR-code B.

Carel Wreesmann heeft als chemicus gewerkt bij voorheen AkzoNobel, nu Nouryon, dat wereldwijd een belangrijke producent is van peroxiden. Daardoor weet hij dat bij Chinese bedrijven meerdere fatale ongelukken zijn gebeurd bij de productie van deze explosie-gevaarlijke stoffen. Dankzij jarenlang onderzoek op de R&D locatie in Deventer kon AkzoNobel peroxiden veilig produceren, ook in de Chinese vestiging. Mede hierdoor kon het Changji-Guquan-project een succes worden. Zie QR code C.



Figuur 1. Afbeelding kabel in zee met duiker.



Xlinks project

Een tweede project betreft de aanleg van een kabel tussen het zuiden van Marokko en Engeland door de Britse startup Xlinks. In Marokko wordt energie uit zon en wind omgezet in elektriciteit. Overdag wordt een deel opgeslagen in batterijen om ook 's nachts stroom te kunnen leveren. Over een afstand van 3800 kilometer worden door zee kabels aangelegd buiten de EU om, een gevolg van de Brexit. De koning van Marokko opende het project in 2020. De stroom met een vermogen van 3,6 gigawatt moet vanaf 2027 in Engeland beschikbaar komen en zal, volgens Xlinks, in 2029 ruim 7 miljoen huishoudens van elektriciteit voorzien, bijna evenveel huishoudens als in Nederland aanwezig zijn. Zie QR code D.

te leggen. De kabels kunnen lopen naar Zuid-Spanje, Sardinië en Sicilië. Eén kabel, van Egypte via Cyprus naar Griekenland, is al in 2021 in een overeenkomst vastgelegd. Het bestaande internationale netwerk kan dan zorgen voor verder transport. Zie QR code E.

Klimaatdoelen

Om de uitstoot van CO₂ terug te brengen, overeenkomstig de klimaatdoelen voor 2030 en 2050, denken politici aan het plaatsen van kerncentrales en de inzet van waterstof. De prijs voor woestijnstroom daalt al jaren en benadert nu het niveau van één cent per kilowattuur. De bovengenoemde projecten en de Duitse studie tonen aan dat import via kabels van zonne-energie een alternatief biedt om op duurzame en betaalbare wijze de klimaatdoelen te halen. ●

Op een duurzame en betaalbare wijze de klimaatdoelen halen

Door de Middellandse Zee

Begin 2020 verscheen een Duitse haalbaarheidsstudie over een HVDC hogespannings-verbinding van Marokko met Centraal Europa. Het betrof een kabel die te vergelijken is met die van Marokko naar Engeland; maar nu naar Noord-Duitsland. De uitkomst is dat deze kabel haalbaar is, maar dat het gunstiger is om meerdere kortere HVDC kabels door de Middellandse zee vanuit Noord-Afrika naar Zuid-Europa aan

BRONNEN

- Op de nvon-website staat dit artikel met daaronder informatie over het transport van zonne-energie uit de woestijn in de vorm van waterstof.



Neutronentomografie van Van Leeuwenhoek's microscoopjes

De uiterst goede lensjes van zijn microscoopjes bezorgden Antoni van Leeuwenhoek wereldfaam als grondlegger van de microbiologie. Bij het maken van zijn microscoopjes zette Van Leeuwenhoek de lensjes vast tussen twee dichtgeklonken lensplaatjes. Daarom bleef het tot op heden erg lastig hun vervaardigingsmethodes en optische kenmerken te bepalen.

Door een nieuwe beeldvormende techniek met neutronenstraling, ontwikkeld aan de TU Delft, is het nu gelukt binnenin twee van Van Leeuwenhoek's iconische microscoopjes te kijken. Hierdoor is eenduidig vastgesteld hoe Van Leeuwenhoek de lensjes maakte, en waarom ze zo goed presteren.

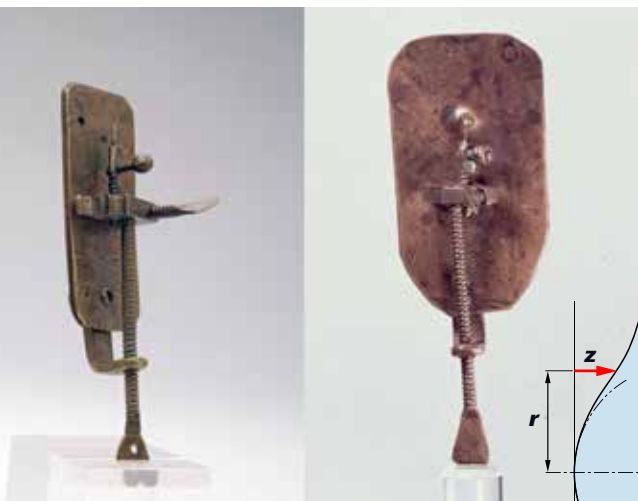
De lenzen van Van Leeuwenhoek

De microscoopjes die Van Leeuwenhoek tussen 1670 en 1710 maakte, bleven eeuwenlang onovertroffen. Ze werken, net als een loep, met een enkele lens. Hun vergrotingen, tot wel 270 maal, waren voor die tijd ongekend. Daarnaast hadden Van Leeuwenhoek's microscopen een uitstekend oplossend vermogen. Zelfs bij erg sterke vergroting bleven ze scherp en lieten ze erg fijne details zien. De optische kwaliteit van Van Leeuwenhoek's microscopen wordt bevestigd door zijn waarnemingen, en door metingen aan bewaard gebleven exemplaren. In 1674 nam hij als eerste eencelligen waar, van slechts enkele micrometer groot. Een 267 maal vergrotende Leeuwenhoekmicroscoop, bewaard in Utrecht, kan structuren tot 1,35 μm onderscheiden. Deze waarde ligt dicht bij het hoogst theoretisch haalbare voor zo'n lens, en dit getuigt van de kwaliteit. Tijdens zijn lange carrière liet Van Leeuwenhoek maar zelden iets los over zijn produc-

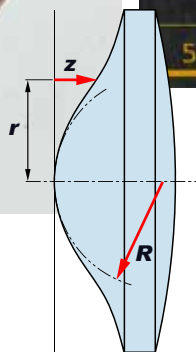
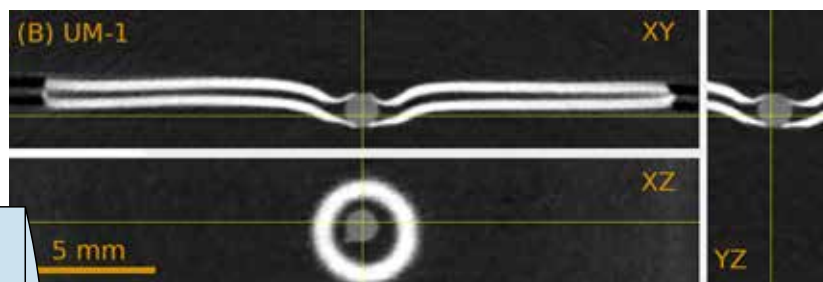
tiemethodes. Een enkele keer maakte hij melding van nauwkeurig geslepen, dunne lensjes. Ook gaf Van Leeuwenhoek aan lensjes te hebben gemaakt door gesmolten glas op een stalen naald tot een bolletje te vormen, maar deze methode verfoeide hij al snel vanwege de verontreinigende roetdeeltjes en luchtbelletjes. Daarom gaf hij de voorkeur aan geslepen lenzen. Onderzoek aan circa tien bewaard gebleven Leeuwenhoekmicroscopjes toonde eerder aan dat het merendeel van de lensjes slijpkenmerken vertoont, en dat één enkele luchtbelletjes bevat en een gladder oppervlak heeft. Bij deze eerdere metingen kon – noodgedwongen – maar een klein gedeelte van het lensoppervlak worden bestudeerd. De inspectie vond plaats door de opening in de lensplaatjes, die amper een halve millimeter bedraagt. Kenmerken als lensdikte en lensvorm konden maar moeizaam worden bepaald. Bovendien bleef een prangende vraag onopgelost. Waarom haalde Van Leeuwenhoek méér uit zijn lensjes dan zijn tijdgenoten? Een antwoord hierop vonden eerdere onderzoekers in een obscure uitspraak van Van Leeuwenhoek, dat hij: “Een glasblaasmethode had gevonden waarmee hij niet-ronde lensjes kon maken.” Dit citaat werd beschouwd als een referentie naar zogenaamde ‘asferische’ lenzen.

Asferische lenzen

Vrijwel elke normale lens heeft oppervlakken met een uniforme bolling of holling. De kromtestraal van elk lensoppervlak is constant. Maar volgens de theorie bestaat er een optisch nog beter presterende lens. Dit heeft ermee te maken dat lichtstralen volgens de brekingswet (van Snellius) door een bolle lens nooit helemaal perfect tot één punt worden gebundeld. Voor flauwe hoeken, dichtbij de as, valt deze brandpuntafwijking nauwelijks op. Maar voor lenzen met een grote opening komen de stralen, die aan de rand van de lens worden gebroken, iets vóór het brandpunt tot focus. Dit verschijnsel heet sferische aberratie. Omdat sferische aberratie het focusgedrag voor elk individueel beeldpunt in de war gooit, leidt het tot een onscherpe waas over het volledige beeld. Bij een asferische lens echter, is de kromming van de lens zodanig aangepast dat de stralen over het volledige lensoppervlak precies tot één brandpunt worden gebundeld. Geometrisch beschouwd vertonen asferische lenzen ‘perfect’ bundelgedrag, resulterend in haarscherpe beelden. Dat Van Leeuwenhoek's 300 jaar oude microscoopjes asferische lenzen zouden bevatten, is minder gek dan het lijkt. Zodra de beeldvorming van lenzen wiskundig werd opgepikt, kort na 1600, werd het perfecte stralenbundelgedrag van niet-bolvormige



De twee onderzochte Van Leeuwenhoek-microscopen. Links: een exemplaar dat 118 maal vergroot (collectie Rijksmuseum Boerhaave, V07017). Rechts: het sterkst vergrotende exemplaar dat bewaard is gebleven, met een vergroting van 267 maal (collectie Universiteitsmuseum Utrecht, UM-1).



Een asferische lens. Aan de randen van de lens is de bolling aangepast zodat alle stralen precies in hetzelfde brandpunt worden gebundeld.

De neutronentomografie toont de doorsnedes van microscopen en lensjes langs drie orthogonale assen. Boven: doorsnede van de 118 maal vergrotende microscoop. Hierop is een klassiek geslepen lensje te zien. Onder: doorsnede van Van Leeuwenhoeks 267 maal vergrotende microscoop. Het tomogram toont een gesmolten glazen bolletje. In de XZ-projectie is een afgebroken 'staartje' van het maakproces zichtbaar. De lensopeningen zijn door Van Leeuwenhoek zorgvuldig afgestemd om de best mogelijke prestaties uit het lensje te halen. Bron: TU Delft

lensoppervlakken al onderkend en nagestreefd. Prominente geleerden, zoals René Descartes, Constantijn Huygens en Isaac Beeckman, waren in Nederland volop in de weer om deze mathematisch perfecte lenzen te slijpen. Steeds liep het uit op een mislukking. Een theoretisch idee moet ook uitvoerbaar zijn. De afwijkingen die een asferische lens heeft van een 'gewone' bolvorm zijn zo secuur, dat de geringste onnauwkeurigheid in uitvoering de prestaties alleen maar slechter maakt, in plaats van beter. Mocht Van Leeuwenhoek daadwerkelijk asferische lenzen hebben gemaakt, dan zou dat een zeventiende-eeuws unicum zijn geweest.

Neutronenmeting

Een recente doorlichting van Van Leeuwenhoeks microscopen, uitgevoerd in het Reactor Instituut van de TU Delft, werpt nieuw licht op deze zaak. In tegenstelling tot bijvoorbeeld Röntgenstralen, vliegen neutronen ongehinderd door de metalen lensplaatjes van Van Leeuwenhoeks microscopen. Hierdoor hebben we toegang tot de vorm van het verborgen glazen lensje. Met tomografie worden honderden opnames onder een variërende oriëntatie tot één 3D-model gereconstrueerd. De neutronenmeting heeft aangetoond dat Van Leeuwenhoek in zijn minder sterk vergrotende instrumentjes klassiek geslepen lensjes (met constante kromming) toepaste. Verrassend genoeg bleek zijn sterkst vergrotende microscoop wel degelijk een speciaal lensje te bevatten, maar de uitmuntende prestaties daarvan komen veeleer voort uit Van Leeuwenhoeks vakmanschap en zijn slimme toepassing van beproefde methodes, dan uit mathematische recepten. Van Leeuwenhoek, toont het tomografie-onderzoek, gebruikte voor extreem hoge vergrotingen eenvou-

dige glazen bolletjes als lens. Hij gebruikte daarvoor een methode die aardig verspreid was midden zeventiende eeuw. Vooral het feit dat met deze bolletjes snel, en zonder slijpen, opmerkelijk goede microscoopjes konden worden verkregen, maakte hun gebruik populair. Deze bolletjes werden gemaakt door het uiteinde van een dunne glasdraad in een vlam tot een bolletje te smelten. Recente tomografie laat precies dit afgebroken 'staartje' zien. Omdat bij het smelten geen stalen naald werd gebruikt, bleven ook verontreinigingen uit. Er kleefden ook nadelen aan deze methode. Werden de bolletjes niet al te secuur aangepast, dan hadden ze te lijden onder sferische aberratie, met een flinke onscherpte tot gevolg. Het gebruik van dit soort lensjes in de latere zeventiende eeuw toont aan dat de hoop op mathematisch perfecte lenzen gaandeweg was ingeruild voor meer pragmatische oplossingen. Een enkeling realiseerde zich dat deze glasbolletjes dusdanig vielen te 'tweaken' dat hun prestaties *de facto* zelfs die van de perfecte lens gingen benaderen. De kunst bestond er dan in de randen van het bolletje, waar de stralen te sterk worden afgebogen, te maskeren. Maar dit 'afknippen' van het lensje luisterde erg nauw, want een te kleine lensopening was funest voor de helderheid en, zo weten we nu, de diffractie-effecten die dan gaan optreden maken de onscherpte juist weer groter. Voor elk bolletje bestond er een optimale opening waarbij het lensje optimaal presteert. De ontdekking hiervan zal Van Leeuwenhoek veeleer door trial-and-error dan via berekeningen hebben bereikt,

maar dat maakt het des te opmerkelijk dat in het merendeel van zijn bewaarde microscoplensjes deze balans vrijwel precies goed zit. Dit geldt in het bijzonder voor het bolletje dat nu door neutronentomografie in Van Leeuwenhoeks sterkst vergrotende microscoop is aangetroffen. Een beter geoptimaliseerde en presterende enkelvoudige microscoop dan deze, viel in de zeventiende eeuw nauwelijks te maken.

Tot slot

De uitkomsten van het neutronenonderzoek zijn noodzakelijkerwijs niet alomvattend voor Van Leeuwenhoeks totale lensproductie, omdat een fractie van zijn microscopen bewaard is gebleven. Toch zeggen deze uitkomsten wat over zijn werkwijze als geheel. Het aantreffen van een glazen bolletje in Van Leeuwenhoeks beste microscoop is intrigerend omdat deze lenskeuze in geen enkel opzicht wezenlijk verschilt van wat andere microscopisten ter beschikking hadden, en ook gebruikten. Robert Hooke, Van Leeuwenhoeks Engelse voorganger, had de methode al in 1665 beschreven, en mogelijk haalde Van Leeuwenhoek ook daar zijn inspiratie. Toch wist Van Leeuwenhoek dit lensrecept te tweaken tot de best mogelijke prestaties die er uit vielen te knippen. En dat deed niemand hem in honderd jaar na.

Meer weten?

<https://www.science.org/doi/10.1126/sciadv.abf2402> ●

VAN DE BESTUURSTAFEL

Op deze plaats vindt u een kleine greep uit de activiteiten van de bestuursleden van de NVON en uit andere zaken die voor u, als NVON-lid, interessant kunnen zijn.

Examens

Waarschijnlijk hebt u het onderstaande allang gehoord of gelezen, maar voor de zekerheid nog even een aantal belangrijke punten op een rij.

Voor veel leerlingen en scholen verloopt ook dit schooljaar anders dan ze hadden gewild door het coronavirus. Voor examenleerlingen betekent dit dat het parcours richting het eindexamen gepaard gaat met hindernissen. Hoewel er in de afgelopen jaren veel hordes zijn genomen, heeft dit zijn weerslag op de eindexamenperiode en de mentale gesteldheid van leerlingen en docenten. Gezien deze omstandigheden krijgen kandidaten de mogelijkheid om één vak niet mee te laten tellen voor hun examen, net als de lichter vorig jaar.

Minister Dennis Wiersma (Primair en Voortgezet Onderwijs): "Vanwege de quarantaine en de uitval van lessen verloopt dit schooljaar helaas anders dan normaal. Dat is heel pittig. De middelbare schooltijd, die voor sommige leerlingen voor meer dan de helft samenviel met de pandemie, heeft genoeg hordes gekend. Daarom wil ik de eind-examenleerlingen dit jaar dezelfde kansen geven als de lichter van vorig jaar. Met deze extra aanpassing van het eindexamen geven we leerlingen als ze het nodig hebben de kans om een volwaardig en goed diploma te halen. Zo helpen we ook hen de stap te zetten naar een mooie toekomst in het vervolgonderwijs."

Twee herkansingen

Leerlingen mogen één niet-kernvak wegstrepen, de zogeheten duimregeling. Dat mag geen kernvak zijn, zoals Nederlands, Engels of wiskunde. Het eindcijfer van het weggestreepte vak telt niet mee bij het bepalen van de uitslag, maar blijft wel zichtbaar op de cijferlijst. Daardoor kunnen die leerlingen toch door naar het vervolgonderwijs.

Wegstrepen kan alleen als een leerling hierdoor alsnog kan slagen. Eerder werd al bekendgemaakt dat examenleerlingen twee herkansingen hebben en er een extra tijdvak is waardoor leerlingen hun examens kunnen spreiden.

Oproep

Minister Wiersma roept leerlingen op om het wegstrepen alleen in te zetten als het echt nodig is. "Het is belangrijk om jezelf zo goed mogelijk voor te bereiden op je vervolgopleiding en al je vakken te halen. Als uit je cijferlijst blijkt dat het toch niet allemaal gelukt is, dan krijg je net als vorig jaar de mogelijkheid van deze regeling gebruik te maken."

(Bron: ministerie van OC&W)

Leemte bij de toa's

Doordat voorzitter Frank Mol van de toa-sectie in januari helaas is overleden, zit de toa-sectie met een enorme leemte. Wanneer u ook maar enigszins het gevoel hebt dat u een bijdrage zou kunnen leveren, aarzel dan niet om contact op te nemen met Myra Albers: myra61.albers@hetnet.nl.

OPROEP

Betreft nascholingsaankondigingen

Ook dit jaar zal NVOX weer een nascholingskatern uitbrengen, tegelijk met nummer 6, dat op 17 juni 2022 zal verschijnen. In dit nascholingskatern kunnen nascholingsinstellingen hun activiteiten tegen kostprijs plaatsen.

De redactie zou graag de aankondigingen van uw nascholingsaanbod in NVOX plaatsen. U kunt uw aankondiging **uiterlijk** 9 mei mailen naar redactie@nvon.nl. De opname van uw bericht in het nascholingskatern kost € 10,00 per cm (opgemaakt). De kolombreedte is 9,5 cm.

De redactie is uitsluitend geïnteresseerd in mededelingen voor de vakken natuurkunde, scheikunde, biologie, nlt, wetenschapsonderwijs, techniek & technologie, onderzoek & ontwerpen en milieukunde.

Wij verzoeken u de berichten als PLATTE TEKST aan te leveren, dus zonder opmaak. Indien u foto's of logo's wilt laten opnemen bij het bericht, dient u deze aan te leveren als aparte jpg-bestanden, foto's moeten minimaal 300 dpi (is een bestand van minimaal 1 MB) zijn. In het bericht graag de vol-

gende zaken vermelden: plaats, tijd, aantal bijeenkomsten, prijs, indien van toepassing: prijs voor NVON-leden, adres voor aanmelding en informatie, telefoonnummers, rekeningnummer en verdere bijzonderheden. Daarnaast bevat het bericht een beknopte beschrijving van de inhoud van de cursus.

Het adres voor het aanleveren van de kopij is: redactie@nvon.nl. Uiterste datum voor ontvangst van uw kopij: 9 mei 2022

Redactie NVOX

Nieuw! Chemie Overal 8e editie onderbouw

Bestel een
beoordelings-
pakket en
ontvang een
poster!



Met de nieuwe editie Chemie Overal voor havo/vwo onderbouw gaan je leerlingen gemotiveerd aan de slag met echte, herkenbare scheikunde. De nieuwe boeken hebben 7 hoofdstukken en de 'echte' scheikunde wordt, met het oog op de profielkeuze, eerder behandeld. Natuurlijk is de leerstof geactualiseerd naar de laatste ontwikkelingen en inzichten. De concrete leerdoelen zijn gekoppeld aan de opdrachten en geven inzicht, structuur en duidelijkheid.

Noordhoff



Brengt je verder

PHILIPS

Museum

Het **Philips Museum** laat leerlingen met Mission Eureka op een leuke manier kennismaken met wetenschap, geschiedenis en techniek.

Voor meer informatie zie de website www.philips-museum.nl
Leden van de NVON hebben gratis toegang tot het Philips Museum



Smid

In het dorp waar ik wel eens kom, woont en werkt een smid. Als hij aan het werk is hoor je dat al op grote afstand. Ik liep naar binnen en keek bewonderend naar zijn werk. Hij hield een lange staaf ijzer in het roodgloeiende vuur. Als de staaf heet genoeg was, legde hij het ijzer op een aambeeld om er flink op los te hameren. Op een gegeven moment ging het ijzer weer in het vuur. Volgens de smid hoorde hij aan de toon die klinkt bij het hameren wanneer het tijd is om het ijzer weer in het vuur te leggen. Ik vond dat bijzonder want ik hoorde nauwelijks verschil in toonhoogte. Heeft de smid een beter oor, ondanks de herrie waar hij dagelijks in staat? Of wilde hij alleen maar indruk maken?

Reacties graag naar redactie@nvon.nl

COLOFON

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

Redactie:

Hoofdredacteur: A. Thurlings (hfdrd-nvox@nvon.nl)

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

Eindredacteurs: A. Thurlings, natuurkunde (jmthurlings@gmail.com); S. Bosmans, biologie (s.bosmans@fontys.nl); R. Soer, scheikunde (rw.soer@gmail.com); T. Brink, wetenschapsoriëntatie (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); M. van Nijhuis (mjvnijhuis@gmail.com)

Redacteurs: H. van Bemmel (na), H. Bruijnesteijn (vmbo/toa), W. van Elsäcker (na), J. de Gruijter (sk), C. van der Kamp (na), T. Mortier (België) (sk), A. Pollmann (wo).

Bureau redactie: H. Koning.

Redactieadres:

Parallelweg 1c, 7941 HH Meppel 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 beeld-

materiaal 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 hoofdredacteur.

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 houdt 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), G. Berben-Bloemheuvel, secretaris (secretaris@nvon.nl), A. Biegstraaten, penningmeester (penningmeester@nvon.nl), G. van Hunnik, lid.

Algemeen Bestuur: het DB aangevuld met de sectie-voorzitters: biologie J. Coenemans (cnm@rml.nl), natuurkunde R. Zibret (r.zibret@jdesign.org), nlt H. van Bergen, (bergenhv@home.nl), scheikunde G. Breeman (maureen.breeman@gmail.com), toa a.i. M. Albers (info@toa.tips), techniek en technologie J. Tanger (jankees.tanger@gmail.com), vmbo E. Giero (egon@giero.nl).

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, 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: Jan van Lune (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.

Internetadres: www.nvon.nl.

Vormgeving:

FIZZ | Digital Agency, www.fizz.nl.

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

Advertenties:

Voor inlichtingen: secretariaat NVON, Meppel. Tel.: 0522-243347.