

*Plenaire lezing vrijdagmiddag 12 december van 14.20 - 15.10 uur*

**Titel: De modeltaal van de natuurwetenschap**  
Door: W.R. van Joolingen  
Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht

Een doel van onderwijs in de natuurwetenschap – en dus ook van de natuurkunde – is dat leerlingen inzicht krijgen in het ontstaan, het gebruik en de status van natuurwetenschappelijke kennis. Natuurwetenschappelijke kennis is gebaseerd op een grote collectie modellen, variërend van Copernicus' model van het zonnestelsel, via Einstein's gedachtenexperimenten tot het standaardmodel van de deeltjesfysica. Modellen stellen ons in staat verschijnselen te verklaren en voorspellingen te doen. Concepten als kracht en energie bestaan alleen binnen het kader van een model. Bovendien sturen modellen onze nieuwsgierigheid en onderzoeksprogramma's. Zonder het model van het higgs-deeltje zou er ook geen zoektocht naar zijn geweest. Het is daarom van belang leerlingen kennis te laten maken met het modelgebaseerde karakter van natuurwetenschappelijke kennis.

Modelleren is onderdeel van het examenprogramma natuurkunde, maar is nog niet echt geïntegreerd in het onderwijsprogramma. In de lezing zal ik ingaan op het belang om modelmatig denken expliciet te maken in het natuurkundeonderwijs en een aantal voorbeelden geven van de wijze waarop dat kan, in zowel onderbouw als bovenbouw.

*Parallellezingen vrijdagmiddag 12 december van 16.00 - 16.50 uur*

**Titel: Natuurkunde leren is... leren vertalen tussen representaties, hoe leer je dat?**  
Door: E. van den Berg  
Vrije Universiteit en Hogeschool van Amsterdam

Natuurkunde leren en onderwijzen is 'vertalen': verschijnselen in taal 'vertalen', vertalen tussen lektaal en vaktaal, vertalen tussen taal en visuele representaties (zoals plaatjes, diagrammen, grafieken en symbolen), tussen taal en wiskundige representaties, tussen beschrijvende taal en modellen, tussen complexe modellen van specialisten en simpele modellen voor leerlingen. Kortom vertalen tussen de vele 'talen' en representaties van natuurwetenschap. Dat vertalen wordt onder andere bemoeilijkt door andere betekenissen die bekende woorden aannemen in de natuurkunde (kracht, energie), door misconcepties/denkbeelden van leerlingen die verrassend universeel zijn (en dus onafhankelijk van taal!), door redeneerconstructies, door het feit dat taal niet puur descriptief is maar ook interpretatief met onder andere fossielen van historische denkbeelden in onze vaktaal (warmte en elektriciteit als vloeistoffen), en uiteraard ook door motivatie van leerlingen om obstakels in dit vertaalproces te overwinnen. Of kun je toch veel natuurkunde leren zonder taal? Tenslotte zijn onze misconcepties ook zonder taal ontstaan en zijn er nu prachtige visuele, digitale hulpmiddelen.

In de lezing wordt een aantal 'vertaalproblemen' uitgewerkt en worden enkele praktische taalaanpakken aangegevoerd zoals verschillende soorten 'Directed Activities Related to Text' (DARTs) die veelal neerkomen op stimuleren van heen-en-weer denken en vertalen tussen verschillende representaties.

**Titel: Vaktaalproblemen en genredidactiek**  
Door: H.H. Schalk  
SLO

Bij het leren van natuurkunde kunnen verschillende soorten taalproblemen een rol spelen. Leerlingen kunnen zwak zijn in Nederlands, wat direct gevolg heeft voor het leren van andere vakken. Maar ook leerlingen die goed zijn in Nederlands, kunnen tegen taalproblemen aanlopen, omdat vaktaal een andere taal is dan de taal die thuis gesproken wordt. Contextrijk onderwijs biedt daarbij zowel voordelen als nadelen.

Natuurkunde leren is dan ook niet alleen leren om natuurkundige problemen op te lossen, maar is ook het leren van de taal van natuurkundigen. Daar komt de genredidactiek om de hoek. In deze aanpak wordt bewust stilgestaan bij wat voor soort teksten leerlingen moeten maken (of lezen), wat het doel is van deze teksten en welke eisen aan deze teksten worden gesteld. Veel voorkomende tekstgenres in de natuurwetenschappen zijn de beschrijving, de beschouwing en de verklaring.

In de lezing gaan we dieper op dat laatste genre in, aan de hand van schoolboekteksten, examenopgaven en leerlingantwoorden.

**Titel: De rol van representaties bij het oplossen van vraagstukken**  
**Door: M. De Cock**  
KU Leuven

Om de waarneembare werkelijkheid te beschrijven, maakt fysica gebruik van verschillende voorstellingen: een beschrijvende tekst, een figuur, een grafiek, een formule... Deze externe representaties spelen zowel een rol bij het ontwikkelen van conceptuele kennis als bij het oplossen van problemen. Enerzijds moeten leerlingen een gegeven representatie kunnen interpreteren en eventueel omzetten in een andere representatie zonder de inhoud te wijzigen, anderzijds is het belangrijk om bij het oplossen van een probleem 'verstandig' te kiezen voor een representatie die de oplossing vergemakkelijkt.

Onderzoek in vakdidactiek wiskunde en fysica leert ons echter dat werken met en kiezen tussen verschillende representaties allesbehalve evident is voor leerlingen en dat de gebruikte representatie in de probleemstelling soms invloed heeft op het al dan niet juist oplossen van een vraagstuk of op de gehanteerde oplossingsstrategie. In deze lezing zullen concrete voorbeelden van onderzoeksresultaten besproken worden en zal kort gereflecteerd worden over de implicaties voor de aanpak in de klas.

**Titel: Het schrijven van practicumverslagen als voertuig voor vaktaalontwikkeling natuurkunde**  
**Door: G.T. van Dijk**  
Hogeschool Utrecht

U wilt natuurlijk dat uw leerlingen de taal van de natuurkunde gebruiken, onder meer in hun practicumverslagen. In deze lezing wordt een didactische aanpak gepresenteerd, die leerlingen helpt om de vaktaal te lezen, te spreken en ook om deze te schrijven in hun verslag. Daarbij worden steeds concrete voorbeelden uit de schoolpraktijk gebruikt. Er wordt in deze lezing ook ingegaan op de redenen die natuurkundeleraren kunnen hebben om leerlingen een practicumverslag te laten schrijven. Daarbij wordt de relatie gelegd met recente ontwikkelingen in het schoolvak, de vakdidactiek en de taalkunde.

**Titel: Taal en cultuur van de natuurkunde: drempel of uitnodiging**  
**Door: R. Taconis**  
Eindhoven School of Education

Taal is een communicatie-instrument. Om te zeggen wat je zeggen wilt. Dat is de inhoud. En op dat vlak speelt taal inclusief vaktermen en wiskunde een belangrijke rol bij het leren en begripsvorming.

Maar taal is ook één van de middelen om als groep te laten zien 'dit zijn wij' en 'wij horen bij elkaar'. Taal maakt dat je elkaar herkent, op de camping in Frankrijk bijvoorbeeld. En het maakt dat de ontmoeting gemakkelijk en vertrouwd aanvoelt; je snapt elkaar snel. Maar een stel knullen op straat die met elkaar een vreemde taal spreken, dat voelt snel als verontrustend. Je loopt een blokje om. Kortom, taal is een belangrijk onderdeel van de cultuur van een groep of gemeenschap. De boodschap is: 'jij hoort bij ons' of 'jij hoort niet bij ons'.

Dat geldt voor Nederland als groep, maar ook voor ons: 'natuurkundigen' of 'natuurkundeleraren' zo u wilt. Wij hebben onze eigen cultuur en taal. Een paar voorbeelden: wij gaan neutraal enigszins informeel gekleed en zonder stropdas naar ons werk. Dat is anders dan in de cultuur van bankmedewerkers. We praten in de pauzes over andere onderwerpen dan bouwvakkers, zoeken graag complexe of technische dingen uit, en praten liever inhoudelijk dan dat we passerende dames nafluiten. Enigszins generaliserend gesproken natuurlijk, want er zijn variaties en uitzonderingen... Voor het natuurkundeonderwijs is het cultuuraspect (van taal) van belang. Hoe wij zijn en hoe wij praten, is voor sommige leerlingen alsof ze in Frankrijk op de camping een landgenoot tegenkomen, en voor anderen alsof ze worden geconfronteerd met iemand die 'een vreemde taal spreekt'. Want de taal die wij spreken en de cultuur die we om ons vak creëren, kunnen voor leerlingen een (onneembare) drempel, of juist een uitnodiging zijn.

In deze lezing verkennen we verschillende aspecten van de taal en cultuur van de natuurkunde, en onderzoeken we wat dat concreet betekent voor de leerlingen en hun leerproces.

*Show vrijdagavond 12 december van 21.00 - 21.30 uur en van 21.45 - 22.15 uur*

Titel: **Natuurkunde in films**  
Door: C.F.J. Pols

Natuurkunde is overal, dus ook in films. De wetten van de natuurkunde lijken in films vaak wel anders dan zoals wij ze kennen. Hollywood is bereid de accuraatheid van stunts en acties op te geven voor de dramatiek die het met zich meebrengt. In deze show worden filmfragmenten getoond die goed te gebruiken zijn in de les. Van cartoons naar actiescènes tot aan 'Funniest Home Videos', het komt allemaal aan bod.

*Plenaire lezing zaterdagmorgen 13 december van 09.00 - 09.50 uur*

Titel: **Bèta voor een breed publiek**  
Door: J.P. Keulen  
Coördinerend redacteur KIJK Magazine

Natuur- en sterrenkunde spreken enerzijds erg tot de verbeelding: zwarte gaten, buitenaards leven, het higgsdeeltje, kernfusie... Genoeg buzzwords waar iedereen van heeft gehoord en graag meer over wil weten. Anderzijds worden beide vakgebieden door veel mensen als te moeilijk gezien om er uit vrije wil in te duiken. 'Razend interessant, maar het gaat vast toch boven mijn pet', is al gauw de reactie. Hoe schrijf je een tekst over een wetenschappelijk onderwerp die zoveel mogelijk mensen over de streep trekt om er tóch aan te beginnen? Hoe houd je ze vervolgens tot het einde vast? En hoe ver kun je gaan in het populariseren zonder het onderwerp inhoudelijk geweld aan te doen?

Als auteur van twee boeken over deeltjesfysica, *De deeltjesdierentuin* (2012) en *De deeltjessafari* (2014), en de nodige populairwetenschappelijke artikelen, en vanuit mijn ervaring als coördinerend redacteur bij het populairwetenschappelijke tijdschrift *KIJK*, geef ik een kijkje achter de schermen bij het op een verantwoorde en effectieve manier toegankelijk maken van (bèta)wetenschap voor een groot publiek.

*Parallelezingen zaterdagmorgen 13 december van 11.45 - 12.35 uur*

Titel: **Wiskunde, de taal van de natuurkunde. Ja, en?**  
Door: N. den Braber  
SLO

Met enige regelmaat kom ik uitspraken tegen waarin wordt gezegd dat wiskunde de taal van de natuurwetenschappen is. Niet zelden vergezeld door het citaat van Galileo Galilei: "Het boek van de natuur is geschreven in de taal van de wiskunde." De vraag die dan bij mij opkomt, is het uitgangspunt van deze lezing: Ja, en?

In mijn onderzoek bekijk ik de rol van wiskunde binnen het vak natuur, leven en technologie (NLT), een vak waarin zowel wiskunde als natuurkunde een rol spelen. De rol van natuurkunde in NLT is helder, en vaak duidelijk zichtbaar voor de leerlingen. Voor de rol van wiskunde geldt dit minder. In deze lezing probeer ik aan de hand van uitspraken van leerlingen en docenten een antwoord te vinden op de vraag 'hoe willen we dat leerlingen de relatie tussen wiskunde en natuurwetenschappen (en natuurkunde in het bijzonder) ervaren?'

Ik ondervroeg via een enquête en enkele interviews zo'n 450 leerlingen en geen van hen noemde wiskunde als de taal van de natuurwetenschappen. Wat ze wel zeggen – minstens zo waardevol – wil ik graag delen. Ook leg ik de vraag voor welke andere rol wiskunde kan hebben behalve die van taal voor natuurwetenschappen. Welke plaats kan bijvoorbeeld wiskundig denken krijgen?

*Vraag: Waarom vind je wiskunde geen vakgebied dat bij NLT hoort?*

*Antwoord leerling: Omdat alle opgaven van natuurkundige aard zijn, dus zou het oplossen van die vergelijkingen ook natuurkundig zijn. (Resultaat uit een enquête onder examenleerlingen)*

Titel: **Modelleren: vertalen van werkelijkheid naar model, en terug**  
Door: O. van Buuren  
Universiteit van Amsterdam

Modelleren is een nuttige vaardigheid op zichzelf, maar biedt ook grote mogelijkheden voor het onderwijs. De computer maakt het mogelijk om meer realistische situaties te bestuderen en om de nadruk in ons onderwijs te verschuiven van speciale gevallen en momenten naar complete processen. Maar modelleren is niet eenvoudig,

het vereist nogal wat vaardigheden en kennis.

Vanaf 2008 is vanuit het voormalig AMSTEL-Instituut een leerlijn 'modelleren' voor natuurkunde ontwikkeld en getest waarin die kennis en vaardigheden stapje voor stapje aan de orde komen. De leerlijn strekt zich uit vanaf het begin van de onderbouw tot en met de eerste helft van 4 havo en 4 vwo. De leerlijn is volledig verweven met het curriculum. Binnen de leerlijn wordt grafisch modelleren systematisch gecombineerd met experimenteren, met vooral Coach als modelleer- en experimenteergereedschap.

Het modelleerproces kun je zien als een reeks vertalingen. Elke vertaling biedt mogelijkheden, maar kan ook leiden tot misverstanden. In de lezing geven we een beeld van de leerlijn, van de mogelijkheden van modelleren en van mogelijke misverstanden.

**Titel: Taalontwikkeling van leerlingen**

**Door: R.J. Genseberger**

De belangrijkste 'Taal van Natuurkunde' in het onderwijs is het Nederlands: de taal van leerboeken, docenten en leerlingen. Ontwikkeling van natuurkundekennis zou samen moeten gaan met een steeds betere beheersing van het Nederlands. De taalvaardigheid van veel leerlingen lijkt echter beperkter dan we zouden wensen. Een tekst in het boek of een uitleg van de docent wordt vaak niet of verkeerd begrepen. Wanneer een leerling iets schrijft of zegt, gaat dat doorgaans stunteliger dan we wensen. We zouden daar graag meer vooruitgang in zien in de loop der jaren.

In deze lezing wordt een aantal oorzaken van die taalproblemen genoemd en met enkele voorbeelden gedemonstreerd hoe natuurkundeonderwijs en taalontwikkeling hand in hand kunnen gaan. Aandacht zal worden besteed aan onder andere de kloof tussen vaktaal en straattaal, hoe actief taalgebruik te stimuleren en het verband tussen taal en begripsontwikkeling. Leidende vragen zullen zijn: hoe kunnen we in het VO buiten het vak Nederlands meer gericht aan taalontwikkeling werken, welke belemmeringen houden dat tegen en hoe kunnen we die doorbreken?

**Titel: Wordt de tablet net zo stoffig als het krijtbord?**

**Door: P. Koopmans  
Noordhoff Uitgevers**

Vijfentwintig jaar geleden gaf ik les uit een natuurkundeboek. Ik werkte alle opdrachten uit op papier en een deel daarvan stelde ik beschikbaar aan mijn leerlingen. Lastige opgaven legde ik stap voor stap op het bord uit met een krijtje. Proefwerken bedacht ik zelf, schreef ze vlak voor de les op de achterkant van een bord of maakte kopieën op papier. Behaalde resultaten van leerlingen hield ik netjes bij in een agenda.

Hoe anders gaat het nu. Het krijtjesbord is vervangen door een smartboard. In een elektronische leeromgeving scrol je door e-books. Uitwerkingen zijn digitaal beschikbaar voor iedere leerling. Toetsen worden als download aangeboden in het docentenpakket als service voor de docent. De leerling kan online oefenen en krijgt direct feedback. De resultaten worden opgeslagen en de docent kan de voortgang van de leerling monitoren. Op sommige scholen is het boek zelfs helemaal in de ban gedaan.

In de afgelopen vijftig jaar is het natuurkundecurriculum in het voortgezet onderwijs qua inhoud en didactiek regelmatig vernieuwd en aangepast. Maar het is vooral de razendsnelle digitale ontwikkeling die het onderwijs in haar greep heeft en zorgt voor een grote verandering in hoe en waarmee wordt geleerd. Met de komst van internet is bovendien een grote hoeveelheid kennis gratis beschikbaar. Dat roept allerlei vragen op. Hoe heeft het natuurkundeonderwijs zich ontwikkeld? Hoe hebben methodes zich aangepast en wat is hun meerwaarde? Bestaan er over tien jaar nog methodes en hoe zien die eruit? Of maakt iedereen gebruik van open sources? Zijn er dan nog wel uitgevers nodig? Is de tablet gemeengoed of werken we op een geheel nieuw device? En wat is de rol van de docent in de toekomst? Kan die door de komst van gepersonaliseerd leren zijn of haar ei nog wel kwijt voor de klas?

Ik neem u mee door vijftig jaar natuurkundeonderwijs en praat u bij over de recente ontwikkelingen in digitale leermiddelen. We nemen een kijkje in de toekomst en proberen antwoorden te vinden op de vele intrigerende vragen.

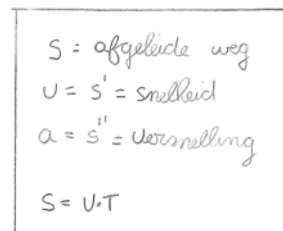
Titel: **Ontwikkeling van het inzicht in afgeleides en kinematica**  
Door: G. Roorda  
Rijksuniversiteit Groningen

“Mag je alles wat je bij natuurkunde geleerd hebt hier ook gebruiken?” Een uitspraak van een leerling in mijn onderzoek, tijdens een sessie waarin hij hardop denkend opdrachten oploste.

Leerlingen in het voortgezet onderwijs hebben moeite met het toepassen van hun wiskundekennis in andere schoolvakken. Dit probleem is al lang geleden gesignaleerd bij het onderwerp differentiaalrekening. Leerlingen leggen vaak geen relatie tussen de bij wiskunde geleerde kennis en vaardigheden van differentiaalrekening en bijvoorbeeld kinematica.

In mijn onderzoek draait het om de vraag hoe de kennis van de afgeleide zich ontwikkelt bij leerlingen. Om antwoord op deze vraag te vinden volgde ik twee jaar lang tien natuurprofiel-leerlingen, van 4 vwo tot en met 6 vwo. Ieder half jaar maakten deze leerlingen onder andere wiskundige en natuurkundige vraagstukken, die ze hardop denkend moesten oplossen. Ik analyseerde hun denkstappen en de vooruitgang door de jaren heen. Eén van de uitkomsten van het onderzoek is: enkele leerlingen leggen uiteindelijk relaties tussen schoolvakken. In deze lezing ga ik in op de manier waarop bij leerlingen relaties gelegd worden.

Zelf heb ik veel plezier beleefd aan de interviews met de leerlingen en de analyse daarvan. In deze lezing wil ik inzoomen op de ontwikkeling van enkele leerlingen.



$S = \text{afgeleide weg}$   
 $v = s' = \text{snelheid}$   
 $a = v' = \text{versnelling}$   
 $S = v \cdot T$

*Aantekening van een leerling in zijn wiskundeschrift*

*Afsluiting zaterdagmiddag 13 december van 15.10 - 15.40 uur*

Titel: **Poëzie en fysica**  
Door: I. Heytze

Natuurkunde en poëzie onderhouden een complexe relatie. Enerzijds is in poëzie alles mogelijk, ook al is het in flagrante tegenspraak met de natuurwetten. Aan de andere kant heeft ook poëzie haar principes, regels en wetten. Juist omdat natuurkunde zo duidelijk gaat over de waarneembare werkelijkheid, is ze ook voor dichters fascinerend. En ondanks alle grote verschillen is er één overeenkomst tussen dichtkunst en wetenschap: het zijn allebei manieren om de wereld te onderzoeken, en als zodanig zijn ze ook allebei het onderwijzen waard. Ingmar Heytze gaat in zijn afsluiting van de conferentie op zoek naar de poëzie in de fysica en omgekeerd.