

DIDACTIEF Special

OPINIE EN ONDERZOEK VOOR DE SCHOOLPRAKTIJK



Gek op kennis

Onderzoekende betadocenten aan het woord

COLOFON:

Deze special is gemaakt in opdracht van en met een financiële bijdrage van het Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht.

Coördinatie: Monique Marreveld en Gjalt Prins
 Eindredactie: Winnifred Jelier
 Coverfoto en portretfotografie: John Voermans
 Beeld: Shutterstock tenzij anders vermeld
 Vormgeving: FIZZ | Digital agency

Voor meer informatie over specials kunt u zich wenden tot de redactie van *Didactief*, Molukkenstraat 200, 1098 TW Amsterdam, tel. 020-590 0099, www.didactiefonline.nl.

De redactie dankt de volgende sponsor:

Freudenthal Instituut, Universiteit Utrecht



Postdoc-VO

Alle docenten in deze special doen onderzoek binnen Postdoc-VO, een project waarbij gepromoveerde bèta- en techniekdocenten in het vo of mbo binnen hun aanstelling toegepast onderwijsonderzoek doen. Ze hebben hun positie verworven op basis van een onderzoeksplan dat ze hebben opgesteld met de school en een begeleidende universiteit of kennisinstelling. Het ministerie van OCW maakt Postdoc-VO financieel mogelijk. De coördinatie vindt plaats vanuit het Freudenthal Instituut.

Meer weten?
 Kijk op www.postdoc-vo.nl of neem contact op met Gjalt Prins via g.t.prins@uu.nl of 030 253 1179.

Gek op kennis



Nieuwsgierigheid is het begin van alle kennis. Dat weten de bètadocenten in deze special als geen ander. Zij besloten stuk voor stuk onderzoek te gaan doen om antwoord te krijgen op hun vragen. Telkens vanuit dezelfde ambitie: de onderwijspraktijk vooruit helpen door er betere kennis over te vergaren. In deze special lees je over hun onderzoek, de uitdagingen én de resultaten.



4

Overbrug de kloof

Veel kennis ligt voor het oprapen, maar je moet wel weten waar je moet zoeken. Scheikundedocent Annemiek Vermeijlen deed onderzoek naar motivatie. Er ging een wereld voor haar open.



10

Vakoverstijgend werken

Leerlingen weten vaak meer van andere bètavakken dan hun docenten vermoeden. Hoe zorgen we dat we hun kennis beter benutten? Natuurkundedocent Lodewijk Koopman ging op onderzoek uit.



14

Wiskunde D

Wiskunde D was al populair op de school van wiskundedocent Dié Gijsbers, maar Gijsbers wilde méér: hij ontwikkelde spetterende modules om leerlingen extra enthousiast te krijgen.

Bruggenbouwers

Onderwijsonderzoek en onderwijspraktijk staan voor hetzelfde doel: kwalitatief hoogstaand onderwijs. Maar in veel gevallen bereiken de twee sectoren elkaar niet, mogelijk vanwege verschillen in aard en dynamiek. Dat is een gemiste kans, want voor onderwijsverbetering is input vanuit beide werelden noodzakelijk. Hoe kan deze kloof worden geslecht?

In deze special vind je portretten van gepromoveerde docenten die onderzoek uitvoeren op hun eigen school. Deze docent-onderzoekers doen hun toegepaste, vakdidactische onderzoek deels in het belang van de schoolorganisatie. Iedere docent-onderzoeker heeft in overleg met de

schoolleiding een onderzoeksplan opgesteld en krijgt daarnaast begeleiding vanuit een universiteit. Dat moet leiden tot een verantwoorde onderwijsverbetering voor de school. Kennis die meteen in de praktijk van alledag bruikbaar is. Scheikundedocente Talitha Visser doet bijvoorbeeld onderzoek naar taalvaardigheid in bètatoetsen,

biologiedocent Arjan de Graaf test of je via lesvideo's leerlingen beter kunt laten leren, en natuurkundedocent Lodewijk Koopman probeert collega's te helpen om meer vakoverstijgend te werken.

Alle docenten voeren hun onderwijsonderzoek uit in het kader van het project Postdoc-VO, dat financieel mogelijk is gemaakt door het ministerie van OCW. Het Freudenthal Instituut van de Universiteit Utrecht is penvoerder van dit project. Een auditcommissie bezoekt de scholen en brengt de impact van de diverse onderzoeken op de schoolpraktijk en onderzoekswereld in kaart. Postdoc-VO maakt deel uit van *De Lerarenagenda 2015-2020: De leraar maakt het verschil*, een toekomstagenda die samen met leraren is ontwikkeld. Een belangrijk thema in deze agenda is het bieden van meer groei- en ontwikkelmogelijkheden voor leraren. Het project Postdoc-VO sluit daar goed bij aan.

De eerste reacties zijn positief: de docenten en hun collega's zijn ontzettend enthousiast over het onderzoek. De onderzoeksmatige manier van kijken naar het onderwijs brengt de docenten tot nieuwe kennis en inzichten. Daarnaast verwachten we dat deze constructies goed zijn voor de samenwerking tussen universiteiten en scholen. Ook hopen we dat het loopbaanperspectief van de deelnemende docenten door het project verbetert. Laat je dan ook inspireren door de docent-onderzoekers in deze special. Veel leesplezier!

Gjalt Prins,
projectleider Postdoc-VO



De kennis is
direct bruikbaar
in de praktijk

Overbrug de kloof!

‘Veel kennis ligt voor het oprapen, maar de gemiddelde leraar heeft er geen weet van.’ **Annemiek Vermeijlen** ziet als onderzoekende docent een kloof tussen theorie en praktijk.



Annemiek Vermeijlen is scheikundedocent en staat al zeventien jaar voor de klas. Haar rector van het Van Maerlantlyceum in Eindhoven polste in 2014 of ze interesse had in een onderzoekspositie binnen het project Postdoc-VO. ‘Haar oog viel direct op mij. Ik vroeg me al langer af of je scheikundelessen aantrekkelijker maakt door te

werken vanuit contexten die herkenbaar en betekenisvol zijn voor leerlingen. Maar zijn die contexten echt motiverend of is dat slechts een aanname? Binnen een dag had ik een concept-onderzoeksvoorstel klaar.’

Punthoofd

Oorspronkelijk was het haar bedoeling om een breed onderzoek te doen dat het hele bètaonderwijs voor havo en vwo zou beslaan. ‘Ik heb mijn aspiraties moeten bijstellen. Het bleek lastig om geschikt lesmateriaal te vinden voor mijn onderzoek. Het materiaal deugde bijvoorbeeld niet of het moest ingrijpend veranderd worden voordat het bruikbaar zou zijn voor het onderzoek. Ik kreeg er een punthoofd van. Uiteindelijk heb ik iets gevonden: de module *Groene chemie* die zes à zeven lessen omvat. Dat heeft de reikwijdte van het onderzoek echter beperkt tot het vak scheikunde en tot 6 vwo.’

Deci & Ryan

Vermeijlen begon met een literatuurstudie naar motivatietheorieën. ‘Heel interessant om te lezen wat motiveert. Heel geschikt was bijvoorbeeld de zelfbeschikkingstheorie van Edward Deci en Richard Ryan (zie didactiefonline.nl voor meer over deze theorie, red.). Ook had ik veel aan de ideeën van Edgar Schein over loopbaandrijfveren.’

De Technische Universiteit Eindhoven begeleidt Annemiek Vermeijlen in haar onderzoek. ‘Daar ben ik meestal één dag per week. Ik heb een dagelijks begeleider bij wie ik terecht kan met vragen, bijvoorbeeld over het uitwerken van interviews of het gebruik van

Motivatie bij scheikunde

ONDERZOEK VAN ANNEMIEK VERMEIJLEN

Sinds 2012 ligt er binnen de bètavakken meer nadruk op concept-contextonderwijs: de lessen vinden plaats vanuit een context die voor de leerlingen betekenisvol is. Dat zou motiverend werken. Annemiek Vermeijlen kijkt of die aanname klopt voor scheikundelessen in 6 vwo. Ze volgt **150 leerlingen** gedurende twee schooljaren: drie klassen van het Van Maerlantlyceum (Eindhoven) en drie klassen van het Sint Ignatiusgymnasium (Amsterdam). De leerlingen doen de module *Groene chemie*, waarin de chemische industrie het uitgangspunt vormt. Vermeijlen doet voor- en nametingen en houdt interviews met groepjes leerlingen. Nu al ziet ze dat leerlingen het fijn vinden om een beeld te krijgen de chemische industrie. Tegelijkertijd zeggen ze dat dit geen invloed heeft op hun studiekeuze.

Concept-conceptonderwijs: hoe pak je het aan? Bekijk het stappenplan op pagina 11.





SPSS, een statistisch dataverwerkingsprogramma dat wordt gebruikt om verbanden te onderzoeken. Ook heb ik regelmatig gesprekken met hoogleraar Birgit Pepin over de voortgang.

Ik heb al veel geleerd over onderzoekstechnieken. Een aantal dingen heb ik aangepast in mijn onderzoeksopzet. Zo ging ik ervan uit dat ik persoonlijke waarden bij tieners kon meten. Later ontdekte ik dat leerlingen van deze leeftijd nog niet goed in staat zijn om die waarden te verwoorden en dat ze daardoor niet meetbaar zijn.'

Vertellen over motivatie

Ook inhoudelijk heeft Vermeijlen sprongen gemaakt. 'Inmiddels weet ik veel meer over de motivatie van leerlingen. Graag wil ik mijn collega's daarover vertellen. Bijvoorbeeld over zaken die demotiverend werken, zoals het ophokken van leerlingen, geen keuzes geven of juist te veel keuzes geven. Ik kan allerlei manieren aanreiken waarop je leerlingen vrij eenvoudig kunt motiveren.'

Haar onderzoek is dit jaar klaar. 'Nu zit ik nog middenin de fase van het uitrekenen van gegevens. Ik zie al wel dat het helpt om leerlingen het gevoel te geven dat ze iets kunnen. Ook is het soms zoeken naar de balans tussen zelfstandig werken en ondersteuning bieden: als leerlingen iets zelf moeten uitzoeken, kunnen ze vastlopen.'

Over de betekenisvolle contexten binnen de bètavakken weet Vermeijlen ook al meer. 'Het lijkt erop dat de meeste contexten leerlingen niets zeggen mits ze persoonlijk zijn of de leerlingen persoonlijk raken.

Mijn onderzoek heeft slechts betrekking op één context, die van de chemische industrie. Daarover zeggen leerlingen onder meer: het heeft geen invloed op mijn studiekeuze of beroep.

Wel geeft de context ze een beeld van de chemische industrie en dat vinden ze fijn.'

De kloof

Tijdens het onderzoeksproject merkt Vermeijlen vaak dat veel onderzoekskennis

de school niet bereikt. 'Doordat ik in de literatuur ben gedoken, weet ik hoeveel er al onderzocht is. Veel kennis ligt voor het oprapen, maar de gemiddelde docent heeft er geen weet van en heeft ook geen toegang tot de literatuur.'

Ze zou graag met een groep docenten willen brainstormen over hoe de kennis beter verspreid kan worden. 'Het kan een punt zijn voor de onderzoeksagenda van scholen. Alleen al daarom is het goed dat er een project is als Postdoc-VO. Toen ik met mijn onderzoek begon, heb ik met een aantal collega's een werkgroep opgericht om onze school te veranderen in een onderzoeksschool. We hebben een visie opgesteld, aangegeven wat een onderzoeksschool inhoudt en wat ervoor nodig is. Hopelijk keert het tij en wordt het normaler om meer te doen met wetenschappelijke kennis op scholen. Leraren en leerlingen kunnen er veel profijt van hebben.' ■

'Ik weet inmiddels al zo veel meer dan toen ik begon'

Taal in de bètatoetsen



Bij scholengemeenschap Het Noordik in Almelo werken bèta- en taaldocenten samen om de lees- en schrijfvaardigheden van leerlingen te verhogen. Scheikundedocent **Talitha Visser** is de onderzoekscoördinator.

Scheikunde en biologie zijn, net als de andere bètavakken, taliger geworden,' zegt Talitha Visser, scheikundedocent bij scholengemeenschap Het Noordik in Almelo. 'In de syllabussen staat bijvoorbeeld expliciet dat leerlingen moeten kunnen redeneren op "micro-, meso- en macroniveau". Meer aandacht voor taal is dan ook broodnodig.'

Visser besloot onderzoek te doen naar het taalgebruik van leerlingen bij toetsen. Dit doet ze sinds 2014 met steun vanuit de Universiteit Twente en binnen het project Postdoc-VO. Ze stelde een team samen van collega's: een biologiedocent, nog een scheikundedocent, twee docenten Nederlands en een docent Engels.

Onbeholpen formuleringen

'Op onze school bestond al langere tijd de wens om de taalvaardigheid van leerlingen te verbeteren. Onze leerlingen scoren al jaren ondergemiddeld. Ze beantwoorden toetsvragen onbeholpen en zijn vaak niet specifiek genoeg in hun redeneringen. Je kunt als docent wel ongeveer afleiden wat een leerling bedoelt, maar het blijft vaak onduidelijk of de leerling de lesstof voldoende heeft begrepen.' Voorbeeld? 'Leerlingen antwoorden op de vraag "Wat is het verschil tussen een hydrofiel en een hydrofoob?" met: "De een houdt niet van water en de ander wel."' In het onderzoek is het team eerst systematisch gaan kijken welke taalfouten leerlingen vooral maken in proefwerken, specifiek bij antwoorden die goed zouden zijn geweest indien ze juist geformuleerd waren. 'Vervolgens zijn we op zoek gegaan naar de meest voorkomende fouten. Dat waren: het geven van een foutieve verwijzing, het weglaten van een signaalwoord, zoals "doordat" of "want", het niet herhalen van de belangrijkste woorden uit de vraag in het antwoord, een gebrekkige taalverzorging en onvolledig redeneren.'

Taalteken

De collega's dachten samen na over mogelijke oplossingen. 'Als leerlingen meer aandacht zouden besteden aan hun formulering tijdens proefwerken, zouden hun cijfers verbeteren, was onze verwachting. Maar hoe

'Dan gebeurt er iets'



Talitha Visser en haar collega's wilden dat hun leerlingen tijdens toetsen aandachtiger zouden formuleren. Hiervoor ontwierpen ze het 'taalteken', een herinnering voor leerlingen dat ze de volgende voorschriften moeten volgen:

- Begin de zin met een hoofdletter en eindig de zin met een punt.
- Herhaal de belangrijkste woorden uit de vraag in de antwoordzin. Zo weet je zeker dat je antwoord geeft op de vraag en niet op iets anders.
- Zorg dat het aantal punten in een antwoord overeenkomt met het aantal punten in de vraag. Zo hoort bij een vraag met twee punten een antwoord met minimaal twee denkstappen.
- Wees zo concreet mogelijk. Mijd formuleringen als: 'Dan gebeurt er iets'. Gebruik alleen verwijzwoorden wanneer duidelijk is waarnaar ze verwijzen.
- Lees je antwoord over. Check of je echt antwoord geeft op de vraag en of je de juiste signaalwoorden gebruikt ('omdat', 'doordat', 'zodat', etc.).





zorgden we voor die extra aandacht? Toen kwamen we op het idee om een taalteken te maken dat je als docent bij een proefwerkvraag kunt zetten, een symbool dat staat voor “Let op je taal”.’

Het taalteken werd uitgetoetst bij een scheikundetoets van havo-4. Leerlingen kregen geen uitleg bij het taalteken, ze zagen alleen de afbeelding. ‘Bij vier toepassingsvragen stond het teken. Wat bleek? Leerlingen maakten minder taalfouten in de antwoorden. Het was een verschil van 56% ten opzichte van een nulmeting. Dus alleen al feit dat die afbeelding er staat, leidt bij ruim de helft van de leerlingen tot een beter taalgebruik. Dat is een enorm verschil.’

Vervolgens besloot het team om aan leerlingen uit te leggen dat er aan het taalteken vijf voorschriften gekoppeld zijn (zie kader), waarmee ze de leerlingen vervolgens lieten oefenen. Tijdens een volgend scheikundeproefwerk stond opnieuw bij vier vragen het taalteken. ‘De leerlingen konden voor deze vragen een extra bonuspunt verdienen als ze het antwoord hadden geformuleerd volgens de vijf voorschriften van het

taalteken, ook al was het antwoord inhoudelijk fout. Maar liefst 68% van de leerlingen liet een verbetering zien.’ Ook bij een volgende toets konden leerlingen weer bonuspunten verdienen voor vragen met een taalteken. ‘De resultaten waren vergelijkbaar met de vorige keer: 70% van de leerlingen liet een verbetering zien ten opzichte van de nulmeting. Wel was het aantal leerlingen gestegen dat het maximaal aantal bonustaalpunten had.’

Schoolbrede aanpak

Het team van Visser kreeg veel positieve reacties van collega’s op het succes in de testfase. De schoolleiding besloot dat iedereen vrijblijvend mee mocht doen met het taalteken in de eerstvolgende toetsweek. Daarna is het taalteken in het nieuwe schooljaar doorgevoerd op de hele school. ‘Inmiddels hangt in elk klaslokaal een grote poster van het taalteken met de regels.’

De volgende stap in het onderzoek is dat leerlingen ook inhoudelijk beter formuleren.

Hiervoor is een driedelige lessenreeks ontworpen, die geëvalueerd zal worden via lesobservaties met filmopnames, toetsting en leerlingvragenlijsten.

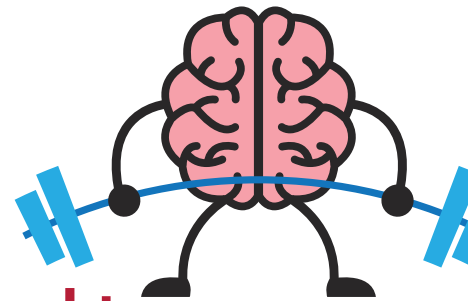
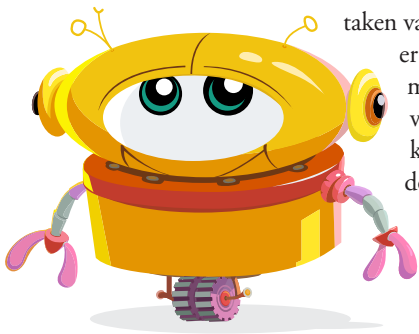
Ondertussen krijgen andere scholen lucht van het onderzoek van Visser. ‘Ik word regelmatig geraadpleegd over taalverbeteringen door andere scholen. Soms komen ze bij ons kijken hoe het werkt. Ook geef ik workshops. Daarin leg ik uit dat leerlingen uiteindelijk hun resultaten kunnen verbeteren wanneer ze leren om beter te formuleren. Het taalteken is inmiddels ook op andere scholen in gebruik.’ ■

‘Leerlingen die
beter formuleren,
scoren hoger’

Ontmoeting met techniek

Ministages dragen mogelijk bij aan een **bewustere keuze voor techniek** onder leerlingen in 3 havo. Dat concludeert Paul Logman, docent natuurkunde van het Vellesan College in IJmuiden. Hij volgde tientallen leerlingen die twee dagen meeliepen bij een technisch bedrijf in de regio vóór ze een profielkeuze maakten. Eerst schreven de leerlingen een motivatiebrief in samenwerking met de sectie Nederlands. Tijdens de stage zelf beantwoordden ze vragen, bijvoorbeeld over de rol van het bedrijf en de taken van medewerkers. Naderhand volgde er een presentatie op school. Na de ministage kozen minder leerlingen voor N&T, maar zij die er wel voor kozen, leken dit wel bewuster te doen: er waren minder afhakers.

Paul Logman kreeg bij zijn onderzoek begeleiding vanuit de VU en de TU Delft.



Breinkracht

Er valt meer uit leerlingen te halen als je weet hoe het lerende brein werkt. Dit uitgangspunt stond centraal in het onderzoek van Jan Jaap Wietsma, docent op het Greijdanus College in Zwolle en verbonden aan de lerarenopleiding van de UT. Simpel gezegd zien neurowetenschappers **leerprocessen als een systeem van regulatie en feedback**: we leren iets met een doel (reguleren) tot duidelijk is dat het doel is bereikt (feedback). De link met het klaslokaal is makkelijk gelegd: een leerling weet misschien niet altijd waar hij naartoe moet of wat hij geleerd heeft, terwijl de leraar dit wel weet en de leerling waar nodig kan bijsturen. Wietsma ontwikkelde daarop een reeks bijeenkomsten om docenten te helpen om signalen van leerlingen beter te herkennen en gericht feedback te geven. Handig!

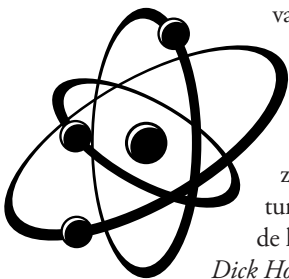
Jan Jaap Wietsma kreeg bij zijn onderzoek begeleiding vanuit de UT.

Kwantumfysica

Kwantumfysica vinden natuurkundedocenten vaak een lastig onderwerp. Om er dan ook nog een toets over te maken, is voor velen helemaal een brug te ver. Dick Hoekzema, leraar natuurkunde op het Hervormd Lyceum in Amsterdam-Zuid, bekeek of je hier via collegiaal leren in een docentontwikkelteam (DOT) verandering in kunt brengen. Hij zette drie teams op, in Amsterdam, Eindhoven en Nijmegen. In tien sessies per team werkten de betrokken docenten aan **meer grip op de kwantumfysica** via het maken

van toetsen, het analyseren van opdrachten en bespreken van begripsproblemen. Alleen al het idee dat je er niet alleen voor staat, bleek voor velen prettig. De docenten kregen meer zelfvertrouwen om in de klas over kwantumfysica te praten en hielpen elkaar om de lesstof beter in de vingers te krijgen.

Dick Hoekzema kreeg in zijn onderzoek begeleiding vanuit de UU.



Actief leren

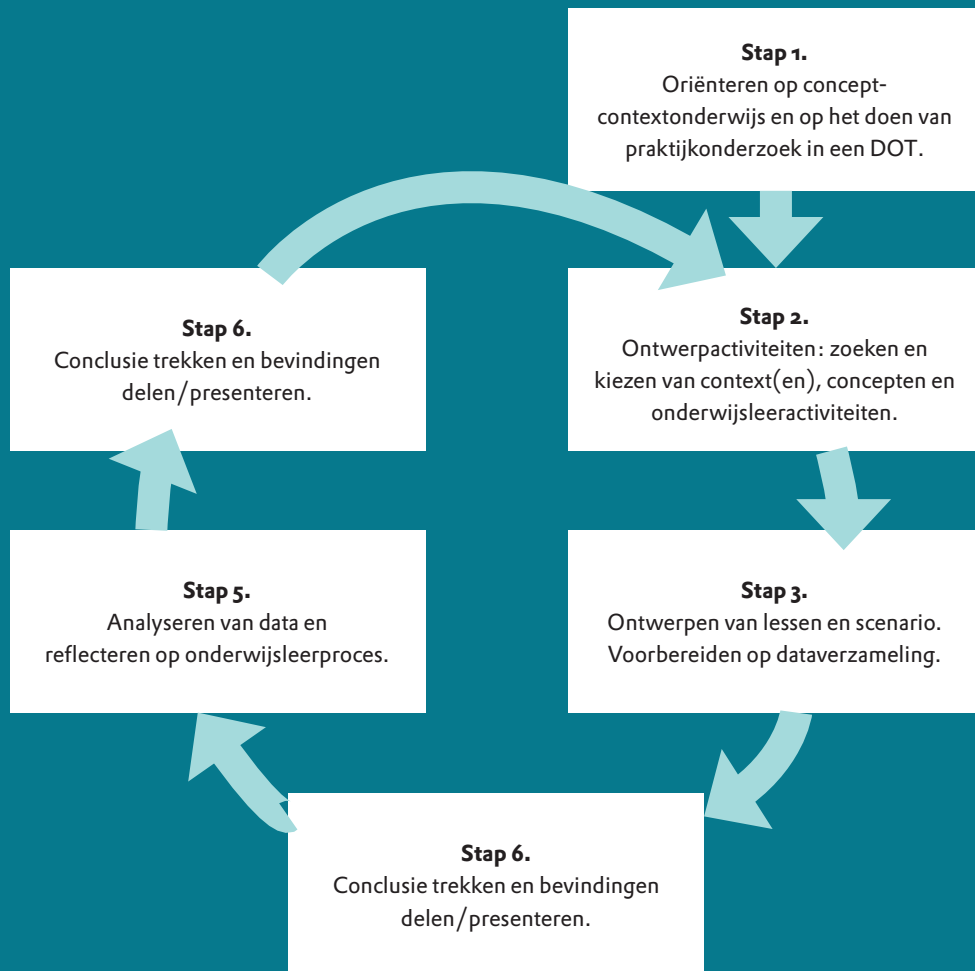
Het kan echt leuker. Daar was Michiel Dam, biologie docent op het Scala College in Alphen aan den Rijn, van overtuigd toen hij met zijn onderzoek begon. Hij maakte **een werkschema voor activerende didactiek** waarmee leraren stapsgewijs hun lessen aantrekkelijker kunnen maken en testte het uit op zijn eigen school onder enkele bètacollega's. De docenten bespraken samen hoe hun lessen eruit zagen, met welke onderdelen ze succes hadden en waar er verbeteringen mogelijk waren. Zo besloten sommigen voortaan eens de les te openen met een opdracht in plaats van ermee af te sluiten.

Een ogenschijnlijk kleine verandering, maar met het effect dat leerlingen ineens van meet af aan op het puntje van hun stoel zaten. *Michiel Dam kreeg bij zijn onderzoek begeleiding vanuit de UL.*

Op het Scala College zitten ze niet stil! Lees meer op pagina 12.



Concept-contextonderwijs: de stappen voor een lesontwerp



Hoe kun je het beste werken aan concept-contextonderwijs binnen docentontwikkelteams? Die vraag stond centraal in het onderzoek van **Micha Ummels**, biologiedocent op de Nijmeegse Scholengemeenschap Groenewoud en vakdidacticus bij de Universiteit Utrecht.



Binnen concept-contextonderwijs fungeren concrete situatieschetsen als startpunt voor leren. Denk aan een medewerker van Rijkswaterstaat die zich afvraagt waar een dam verstevigd moet worden, of een arts

die probeert te bepalen waar zijn patiënt last van heeft. Samen met het Kadinsky College in Nijmegen maakte Ummels een professionaliseringsprogramma voor het ontwerpen, uitvoeren en evalueren van dit type onderwijs. Hierin staat de ontwerpcyclus met zes basisstappen centraal.

Een belangrijke stap is de dataverzameling. De data kunnen zijn afgeleid uit bijvoorbeeld lesobservaties of vragenlijsten onder leerlingen. 'Data verzamelen vinden veel docenten lastig,' zegt Ummels hierover. Hij adviseert dan ook om hulp in te schakelen van een onderzoeker of ervaren collega als je dit nooit eerder hebt gedaan. ■

Aansluiting gezocht



Het verlangen is er, maar het lukt nog niet altijd: vakoverstijgend werken tussen de bètavakken. Hoe breng je daar verandering in? Natuurkundedocent **Lodewijk Koopman** besloot om er onderzoek naar te doen.

‘Laten we meer met de kennis van leerlingen doen’

Veel docenten zitten in een hokje van natuurkunde, scheikunde of biologie,’ zegt Lodewijk Koopman, natuurkundedocent op het Scala College in Alphen aan den Rijn. ‘Maar leerlingen lopen tussen al die lessen heen en weer. Ze weten vaak meer van andere vakken dan je zou denken. Het is zonde als je dat niet benut.’

Koopman besloot te gaan onderzoeken hoe je in de les de bètavakken meer met elkaar in verband kunt brengen. ‘Hoe kun je vakoverstijgende contexten zo inzetten dat leerlingen in een bètales uitgedaagd worden hun kennis uit andere bètavakken te gaan gebruiken? Scheikunde

speelt een rol in de biologie, natuurkunde komt terug in de scheikunde. Sommige leerlingen zien het niet of denken er niet aan om die kennis te gebruiken. Andere leerlingen denken dat ze die kennis niet mógen gebruiken. Weer andere leerlingen raken juist in de war van de verschillende manieren waarop in de vakken over eenzelfde ding gepraat wordt.’

Nieuwsartikelen

Zijn onderzoek binnen Postdoc-VO begon met het doornemen van wetenschappelijke literatuur over ‘vakoverstijgende contexten’, concrete verhalen waarin de lesstof uit verschillende vakken is ingebed. Op basis daarvan maakte Koopman lesmateriaal, dat hij uitprobeerde in een aantal lessen. ‘Dat was vooral ter voorbereiding op de echte testronde, die binnenkort start. Het leverde me informatie op om het lesmateriaal te verbeteren. Ik kreeg meer gevoel bij wat een context doet en het werd duidelijker wat leerlingen van de verschillende vakken herkennen.’ Koopman gebruikte kranten- en tijdschriftartikelen. ‘Nieuwsartikelen zijn vaak goed gestructureerd en

gaan over iets actueels. Het spreekt leerlingen aan “dat het echt is”. Ik gaf de leerlingen bijvoorbeeld een artikel over een vloeibare batterij of biobrandstoffen. Ik stelde vragen als: wat heeft dit met natuurkunde en scheikunde te maken?’

Maar de lessen verliepen nog niet goed. ‘De vragen bleken te open. Toch was de interesse wel gewekt: de leerlingen waren geboeid door de voorgelegde problemen.’

Diversiteit binnen groepjes

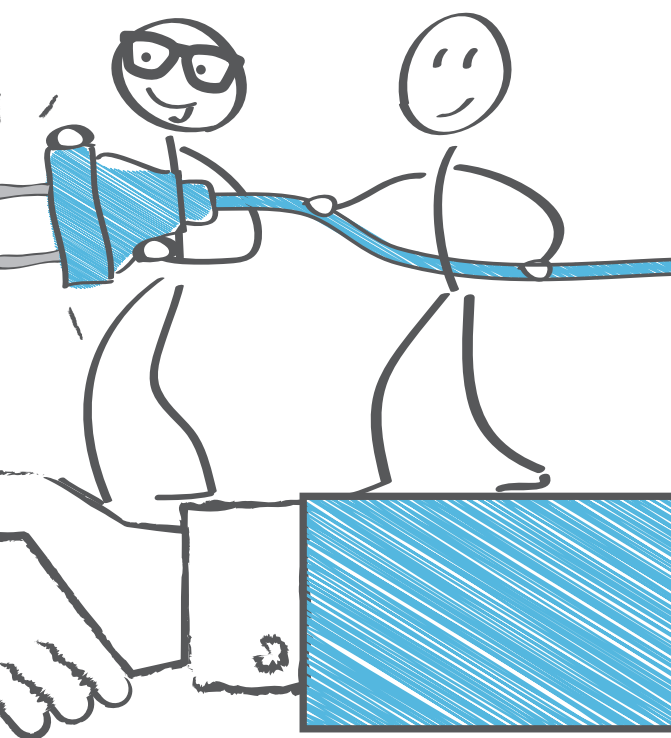
In de testfase zal Koopman het lesmateriaal in twee klassen uitproberen met twee scheikundecollega’s.





‘Leerlingen krijgen een ogenschijnlijk eenvoudige vraag: zijn biobrandstoffen een duurzaam alternatief voor fossiele brandstoffen? Om deze vraag te beantwoorden laten we ze eerst artikelen lezen. Daarna krijgen ze de opdracht om in groepjes een levenscyclusanalyse te maken van de eerste, tweede en derde generatie biobrandstoffen.’

Bij de samenstelling van de groepjes houdt Koopman rekening met verschillen tussen leerlingen. ‘De groep-



Eerst praten, dan doen

‘Collega’s van andere bètavakken benaderen vraagstukken anders,’ zegt natuurkundedocent Lodewijk Koopman. ‘Een bioloog ziet een systeem meer als een geheel. Een natuurkundige wil juist inzoomen op de elementen die volgens hem of haar relevant zijn en de rest terzijde leggen. Ook gebruiken de collega’s soms andere begrippen voor dezelfde onderwerpen. Zo had een biologiedocent het tegen zijn leerlingen over het “energieverbruik” van een molecuul. Dit is voor een bioloog zinnig taalgebruik. Maar voor een scheikundige en natuurkundige is dit niet correct: energie wordt niet “verbruikt”, maar “omgezet”. Een scheikundige denkt daarbij weer vooral in termen van bindingsenergie en welke energie het verbreken van bindingen kost. Het is dan ook leerzaam om met elkaar te bespreken hoe je met een onderwerp omgaat en welke begrippen je gebruikt. De verschillen kunnen enorm zijn.’



jes bestaan uit drie personen; elke leerling specialiseert zich in één generatie biobrandstoffen. Maar niet alle leerlingen hebben biologie of natuurkunde. Daarom heeft elk groepje minstens één leerling met biologie en minstens één leerling met natuurkunde in het pakket. Elke groep verwerkt het resultaat in een inzichtelijk schema. Het vakoverstijgende van scheikunde, natuurkunde en biologie, daar gaat het om bij de opdracht. Het maken van een levenscyclusanalyse is het middel. Leerlingen moeten de scheikundige processen zien te vinden om de biologische structuren om te zetten.’

‘Je kunt het zien als een vorm van collegiaal leren’

Onderwijslab

Koopman is ondertussen in overleg met zijn schoolleiding om structureel ruimte en tijd vrij te maken voor het ontwikkelen van vakoverstijgende lessen. ‘We zouden bijvoorbeeld elke dinsdagmiddag een soort onderwijslab op school kunnen houden. Je kunt het zien als een vorm van nascholing. De meeste docenten worden enthousiast van het bezig zijn met hun vak en met lesmateriaal. Zeker als je het samen met collega’s doet, stimuleert het enorm.’ ■

Lesvideo's



Biologiedocent **Arjan de Graaf** maakte met collega's korte lesvideo's die leerlingen zelfstandig in de les kunnen bekijken. Motiverend, maar levert het ook betere resultaten op?

Deze manier van video maken is voor iedere docent te doen,' vertelt Arjan de Graaf, biologiedocent van het Bonhoeffercollege in Castricum. Samen met de Universiteit Leiden en de Vrije Universiteit zette hij binnen zijn school een docentontwikkelteam (DOT) op. Hierin werkt hij sinds 2015 met collega's aan gedifferentieerde lessen met behulp van korte video's.

De docenten begonnen met het inrichten van de lessen volgens de aanpak van Hanna Westbroek (VU) en Fred Janssen (UL): ze haalden de taak

naar voren en boden de leerlingen daarna maatwerk. 'Leerlingen beginnen nu met een taak, die zes tot twaalf lessen beslaat en waar ze zelfstandig doorheen gaan. Bij het thema "erfelijkheid" is de leerling bijvoorbeeld een dokter die patiënten met een bepaalde erfelijkheidsvraag ontvangt. Het is aan de leerlingen om deze vragen te beantwoorden.'

Samen in een DOT

Tijdens de DOT-bijeenkomsten kijken de docenten telkens hoe de lessen gaan. 'We zijn al op ontzettend bruikbare ideeën gekomen. Zo vertelde een

Arjan de Graaf onderzoekt of leerlingen dankzij lesvideo's beter leren





Kijk mee!

Bekijk lesvideo's van Arjan de Graaf op YouTube: 'Stamboomanalyse gen op autosoom' en 'Stamboom gen op geslachtschromosoom'.

docent dat leerlingen drie lessen lekker hadden gewerkt, maar dat het in de vierde les een beetje aan het verwateren was. Toen gaf iemand de tip: deel de taak op in deeltaken en schakel na een paar lessen over op een nieuwe deeltaak. En bouw eventueel een "go/no go" in, waarbij je na bijvoorbeeld drie lessen een resultaat wilt zien. Of gebruik kleurtjes, zodat je per deeltaak ziet wie waar is.'

Al snel kwamen de lesvideo's erbij ter ondersteuning van het leren. 'Ze zijn drie tot acht minuten lang. Simpele, kale animaties: er wordt een vraag gesteld en die vraag wordt verhelderd met beeld.' De docenten maken de korte video's met Keynote, een eenvoudig computerprogramma, vergelijkbaar met Powerpoint. 'De animatie is niets meer dan stem, tekst, afbeeldingen en dingen die verschuiven. Iedere docent kan zo'n video in twee tot drie uur maken.'

Kale problemen

Voor het maken van de video's stelden de docenten eerst samen vast wat de inhoud zou moeten worden. 'Daartoe heb ik een uitgebreid vooronderzoek gedaan op basis van de literatuur over het lesonderwerp en alle examenvragen hierover vanaf 1974. Die examenvragen heb ik gerangschikt naar dertien soorten probleemtipes. Samen hebben we de meest "kale" problemen over een onderwerp geformuleerd. Binnen erfelijkheid kwamen we onder meer uit op "een monohybride kruising met een gen op een autosoom" en "een stamboomanalyse". Vervolgens keken de docenten hoe het probleemtipe in de lesvideo terug moest komen. 'Ons uitgangspunt was telkens dat de video's doelmatig, methode-onafhankelijk én gemakkelijk te realiseren moesten zijn. Voor het thema erfelijkheid zijn nu veertien video's zo goed als klaar. Proefversies zijn beoordeeld door mijn collega's in de DOT en vakdeskundigen en getest in een examenklas.' Dit is trouwens geen 'flipping the classroom', benadrukt De Graaf. 'Bij flipping the classroom bekijken leerlingen een video als huiswerk en gaat de docent in de volgende les erop door, vaak in een actieve lesvorm. Hier gebeurt alles in de klas.'

Nulmeting zonder video's

Om te bepalen of de lessen met video's ook betere resultaten opleveren, werkt De Graaf aan een nulmeting. 'Ik heb bekeken wat vooraf de verwachtingen waren van de docenten en hoe de lesontwerpen zijn veranderd door de video's. Misschien laat een

docent nu bepaalde stappen weg. Mogelijk hoeft hij minder tijd te besteden aan een algemene uitleg en kan hij meer tijd besteden aan het beantwoorden van specifieke vragen over de taak. Ook kan het zijn dat een docent de taak moeilijker en uitdagender maakt, omdat leerlingen immers de lesvideo achter de hand hebben.'

Om antwoord te vinden op deze vragen neemt De Graaf enquêtes en individuele interviews af, zowel onder docenten als onder leerlingen.

Niet loslaten

De eerste reacties van leerlingen zijn positief. 'Ze ervaren meer keuzevrijheid. Ze kunnen ervoor kiezen om de uitleg van de docent niet te volgen als ze denken dat ze de les al begrijpen. Mochten ze daar spijt van krijgen, dan kunnen ze alsnog de video bekijken of het boek lezen.'

Eén groep blijkt extra blij met de video's als hulpbron: leerlingen met dyslexie. Zij hebben ineens een alternatief voor het lesboek.

Ook de docenten zijn enthousiast. 'Het is alleen niet altijd makkelijk op de lange termijn. Eén les gaat wel, maar als je tien lessen achter elkaar geeft, dan is het soms lastig om grip te houden, bijvoorbeeld omdat er lessen uitvallen. Dan zit je daar met je mooie lessenserie.' Maar de voordelen lijken op te wegen tegen de nadelen. 'We merken bijvoorbeeld dat we leerlingen minder aan de hand hoeven te houden. Meer differentiëren betekent niet dat je leerlingen na tien lessen los kunt laten. Zo werkt het nu ook weer niet. Maar we zijn ons er bewuster van dat leerlingen het prettig vinden om meer controle te hebben over de voortgang en diepgang. Daar houden we op deze manier rekening mee.' ■

Leerlingen bepalen
zelf of en wanneer
ze filmpjes bekijken

Hé! Wiskunde D!



Hoe maak je leerlingen enthousiaster voor wiskunde D? **Dié Gijsbers** bedacht en testte een aanpak met meer keuzevrijheid en een betere aansluiting bij andere vakken.

‘Wiskunde is meer dan een sommetje doen. Dat ontdekt de leerling nu’

Gymnasium Beekvliet in Sint-Michelsgestel heeft niet te klagen over het enthousiasme voor wiskunde D: ongeveer 45% van de leerlingen met een natuurprofiel kiest het vak, aanzienlijk meer dan het landelijke gemiddelde van 15%. Dat is een fijne opsteker voor wiskundedocent

Dié Gijsbers en zijn collega's. De school trekt dan ook bewust bètaliefhebbers aan. In 2012 kreeg ze zelfs het keurmerk Olympiadeschool, vanwege de veelvuldige deelname

aan de landelijke olympiades voor leerlingen in de vakken biologie, natuur-, schei- en wiskunde. Niets te klagen dus, maar toch wilde Gijsbers het vak graag nóg aantrekkelijker maken. Hoe? Door keuzevrijheid te bieden, die nu nog vaak ontbrak, maar ook door duidelijkere verbanden te leggen met andere vakken. ‘Uit onderzoek bleek dat wiskunde D weinig samenhang vertoonde met andere vakken, terwijl dat wel oorspronkelijk de bedoeling was. Ik herkende dat punt.’

Wiskunde en Vermeer

Gijsbers besloot lesmodules te ontwikkelen binnen het project Postdoc-VO. Hij liet de modules aansluiten bij het examenonderdeel differentiaalverge-

lijkingen. Binnen elk onderwerp maakte hij telkens drie varianten: een natuurkundige, een biologisch-medische en een maatschappelijk-economische module.

De leerlingen kiezen één van de modules. ‘In elke module staat een probleem centraal. Ze kunnen bijvoorbeeld kiezen voor radioactiviteit bij de Tsjernobyldramp, een zalm infectie met salmonella of de vervalsing van een schilderij van Vermeer,’ vertelt Gijsbers. De leerlingen werken vervolgens een week lang in een groepje aan het probleem. ‘Aan het eind laat ik zien dat dezelfde wiskunde is gebruikt bij de drie verschillende problemen.’

Nut

Vervolgens is Gijsbers gaan kijken of deze aanpak werkt: raken de leerlingen enthousiaster door de keuzevrijheid en krijgen ze meer zicht op hoe het vak zich verhoudt tot andere vakken of onderwerpen? Vanaf 2014 volgde hij twee jaar lang zes klassen met elk gemiddeld twintig leerlingen: vier klassen van zijn eigen school en twee klassen van het Odulphuslyceum in Tilburg, in totaal zo'n 120 jongeren.

Gijsbers zag dat keuzevrijheid binnen een duidelijk kader helpt om leerlingen te motiveren, bovenop de motivatie die ze al hadden, ze hadden immers bewust voor wiskunde D gekozen. ‘Ze zagen dat hetzelfde wiskundige model in totaal verschillende vakgebieden toepasbaar is. Hierdoor raakten ze enthousiaster dan ze al waren, maar ook overtuigder van het nut van wiskunde. Uit mijn voormeting was eerder gebleken dat de helft van de leerlingen nauwelijks tot geen idee had waar wiskunde toe kan dienen. Na de nieuwe aanpak hadden de leerlingen dat wél.’

Vervolgopleiding

Gijsbers gebruikte de modulekeuzes vervolgens om in gesprek te gaan over de studiekeuzes van de leerlingen. ‘De meeste leerlingen hadden ten tijde van de nieuwe aanpak al bepaald wat ze gingen studeren. Ik ben nagegaan of hun studiekeuze

Profielkeuzevak

In 2007 ging wiskunde D van start als een profielkeuzevak. Op ongeveer 70% van de scholen wordt het gegeven. Wiskunde D is een aanvulling en verdieping van wiskunde B. Het omvat onder meer onderdelen als kansrekening en statistiek. Ongeveer 8% van alle vwo-leerlingen kiest het vak. Onder vwo-leerlingen met een natuurprofiel is dat 15%.



Schakelen

Dié Gijsbers moest wel even schakelen toen hij binnen het project Postdoc-VO met zijn sociaalwetenschappelijke onderzoek begon. 'Ik ben gepromoveerd op een algebraïsch vraagstuk. Dat is een **totaal andere manier van onderzoek** doen.' Bij zijn huidige onderzoek krijgt hij ondersteuning vanuit de Technische Universiteit Eindhoven. 'Dankzij de universiteit kan ik presentaties geven op conferenties in het buitenland. Ook is het erg prettig dat ik toegang heb tot de wetenschappelijke bibliotheek.' En dan krijgt hij ook nog steun bij het schrijven. 'Het schrijven van wetenschappelijke artikelen is zeker niet mijn sterkste kant,' zegt hij lachend. 'Het is fijn dat de universiteit me daarbij helpt.'

overeenkwam met de gekozen modules. Als iemand bijvoorbeeld van plan was een technische studie te gaan doen, maar vooral biologische modules had gekozen, dan bevroeg ik de leerling daarover. Ik wilde weten waarom hij dan voor die modules had gekozen, of de studiekeuze kortom wel echt bij de leerling paste. Zo gingen ze beter nadenken over wat ze eigenlijk verwachtten van hun vervolgopleiding.'

Coachende docent

De laatste periode van het onderzoek, dat tot eind 2018 loopt, zoomt Gijsbers meer in op de rol van de docent. 'Je rol als docent verandert door deze aanpak. Je staat aan het eind van de opdracht stil bij de vraag wat de uitkomst betekent. Je moet interpreteren. Die stap werd eerder vaak nagelaten, omdat het puur zou gaan om het maken van het sommetje.

Ook is niet iedereen gewend om te werken met groepsopdrachten. Leerlingen die in groepjes werken, proberen samen dingen uit te vogelen. Als docent ben je dan meer coachend bezig en geef je dus minder klassikaal les.'

Gijsbers heeft inmiddels zijn collega's weten te inspireren. 'Ik heb op onze school presentaties gegeven over mijn onderzoek tijdens onze vaste bijeenkomsten voor kennisdeling. Vooral het inspelen op interesses van leerlingen sprak mijn collega's aan. Een docent Engels nam zich voor om leerlingen voortaan te laten kiezen uit verschillende teksten. Een uitstekend idee. Rekening houden met interesses hoeft dan ook helemaal niet ingewikkeld te zijn.' ■



De wiskunde-D-modules van Dié Gijsbers kun je bekijken en gratis downloaden via www.postdoc-vo.nl.

Voorbij de vrije val



Breng de werkelijkheid terug in de natuurkunde. Daar pleit natuurkundedocent **Onne van Buuren** voor. Hoe? Via het maken van computermodellen.

'Bij het vak natuurkunde is de band met de werkelijkheid vaak verdwenen,' zegt Onne van Buuren, docent natuurkunde op het Haags Montessori Lyceum en tot voor kort bij het Metis Montessori Lyceum in Amsterdam. Eerder ontwierp hij een leerlijn modelleren voor de onderbouw van havo/vwo, die hij vervolgens testte in zijn promotieonderzoek. Nu trekt hij de leerlijn door naar klas vier van havo/vwo binnen het project Postdoc-VO. 'Natuurlijk gaat natuurkunde over de werkelijkheid. Maar de sommen in de lesmethoden zijn vaak niet realistisch. Een enkele leerling kent de praktijk en ziet dat het niet kan. Maar er zijn ook leerlingen die de werkelijkheid negeren: ze weten wel dat het niet klopt, maar doen er niets mee.'

Van Buuren heeft ook wel een voorbeeld. 'Een bekende opgave is die van twee voorwerpen met verschillende massa die je tegelijk laat vallen. Komen ze tegelijk op de grond? Ieder klein kind zal "nee" zeggen. Maar nadat je een flinke portie natuurkunde hebt gehad en hebt geleerd over de vrije val, weet je dat je "ja" hoort te zeggen. Terwijl de vrije val maar een benadering is die alleen geldt als er wordt voldaan aan bepaalde voorwaarden, zoals het ontbreken van luchtweerstand.'

Kloppend maken

Het maken van computermodellen kan uitkomst bieden volgens

Van Buuren. 'Modelleren begint met een realistische situatie die je wilt onderzoeken. Je wilt een theorie testen of een probleem in die situatie oplossen. Eerst analyseer je de werkelijke situatie grondig, daarna destilleer je er de belangrijke factoren uit en vervolgens maak je er een model van.' Dankzij dat model kunnen leerlingen bijvoorbeeld animaties, grafieken of tabellen maken. 'Vervolgens vindt de evaluatie plaats: het vergelijken met experimentele data, waardoor je het model langzaam maar zeker kunt verbeteren en het uiteindelijk kunt gebruiken om verwante problemen op te lossen, dingen te onderzoeken of te testen zonder dat je het in de praktijk hoeft te doen.' Tijdens dit proces is de leerling voortdurend bezig met de verbinding tussen model en werkelijkheid. 'Je switcht tussen werkelijkheid en model heen en weer. Zo wordt de relatie tussen natuurkunde en werkelijkheid duidelijker.'

Vroeg beginnen

Volgens Van Buuren kun je het beste al in de onderbouw starten met modelleren. 'Het is een vaardigheid op zich. Vaak wordt onderschat hoeveel moeilijkheden leerlingen ermee hebben. Je kunt niet eventjes in 6 vwo wat gaan doen met modellen.' De winst is groot, aldus Van Buuren. 'Voorheen werden situaties sterk vereenvoudigd, zodat een leerling er snel berekeningen bij kon maken. Bijvoorbeeld een vrij vallende bal die de grond raakt. Daar komt één getal uit. De rekenvaardigheid staat centraal, niet de relatie met de werkelijkheid. Als je gaat modelleren, gaat het meer over hoe een systeem werkt en wat de verbanden zijn tussen grootheden. Je maakt bijvoorbeeld een model van een vallend balletje met luchtweerstand en bestudeert de diverse eigenschappen. De computer doet het rekenwerk. Aangezien je dankzij modelleren veel complexere situaties aankunt, kun je situaties realistischer maken. Je komt dus op een hoger niveau van natuurkunde.' ■

