

Natuur- en Scheikundedidactiek en Taal

De leerling verklaart.

Gerald van Dijk, Hogeschool Utrecht
Hans Poorthuis, Hogeschool Utrecht
Maaïke Hajer, Hogeschool Utrecht/SLO¹

Verwijzingen naar dit artikel graag als volgt:

Dijk G. van, Poorthuis H., Hajer M., (2012) *Natuur- en scheikundedidactiek en taal: De leerling verklaart*. Opgeroepen op [datum] van: <http://www.eцент.nl/artikel/2502/taalontwikkelende+didactiek+voor+binask/view.do?refresh=true>

01. Inleiding

Leren, denken en taal zijn onlosmakelijk met elkaar verbonden. In de natuur- en scheikunde hebben we bijvoorbeeld typerende manieren om onszelf uit te drukken.

Bij de ontleding van water ontstaat waterstof en zuurstof.

Het woord 'ontleding' heeft een specifieke betekenis, die in de scheikunde niet met scheiding verward mag worden. Ook de woorden 'ontstaat', 'water', 'waterstof' en 'zuurstof' worden hier gebruikt in een bepaalde betekenis. Er wordt met waterstof bijvoorbeeld niet een verzameling waterstofatomen bedoeld, maar de stof waterstof. Ook aan de hand van de zin "*Er wordt een kracht uitgeoefend*" kunnen we die verwevenheid van taal, leren en denken illustreren. De betekenis van het woord 'kracht' wordt in de natuurkunde van het voortgezet onderwijs steeds verder ontwikkeld. In de onderbouw wordt het vooral in relatie gebracht met de eenvoudig waarneembare effecten die een kracht kan hebben, maar later wordt het bijvoorbeeld ook in relatie met 'versnelling' gebracht. Het woord 'kracht' wordt verder vaak in combinatie met het werkwoord 'uitoefenen' gebruikt. Er is dus sprake van een vaste zinsconstructie. En als leerlingen een experiment hebben gedaan over de uitrekking van een veer, verwachten we dat ze in de conclusie het woord 'kracht' gebruiken op een manier die recht doet aan zowel hun waarnemingen bij de proef, als aan de theorie. Dat specifieke gebruik van woorden, zinnen en hele teksten maakt dus onlosmakelijk deel uit van het vak en is niet slechts een middel om het vak over te brengen. Expliciete aandacht voor de taal van het vak is daarom onontkoombaar. Als leerlingen problemen hebben met de instructietaal, bijvoorbeeld omdat ze van huis uit de benodigde taalvaardigheid niet hebben meegekregen, is die noodzaak des te sterker. Vooral in de lagere onderwijsniveaus krijgen leerlingen vaak onvoldoende steun bij het ontwikkelen van die natuurwetenschappelijke denkwijze en de bijbehorende taalvaardigheid, met als gevolg dat hun prestaties voor nask achter blijven (Hajer 1996). Ontwikkeling van taalvaardigheid tijdens de vakles is dus goed voor het behalen van vakdoelen, maar wordt ook gevraagd in verband met de doorlopende

¹ Met dank aan Harrie Eijkelhof voor zijn waardevolle commentaar op een eerdere versie van dit artikel.

leerlijnen rekenen en taal, waar alle vakken een bijdrage aan moeten leveren (ook wel genoemd de referentiekaders).

In dit artikel worden voor één bepaalde didactische benadering suggesties beschreven om recht te doen aan de verwevenheid van taal en vak. Daarbij wordt gebruik gemaakt van inzichten uit het taalgericht vakonderwijs. Dat is onderwijs waarin 1) expliciete taaldoelen worden gesteld, 2) dat contextrijk is 3) dat rijk aan interactie is en 4) waarin taalsteun wordt geboden (Hajer 2009).

Het artikel kan worden gebruikt als aanvulling op algemene bronnen, zoals het 'Handboek Taalgericht Vakonderwijs' (Hajer & Meestringa 2009), of als aanvulling op vakgerichte bronnen zoals de weblectures 'Taal in Natuur- en Scheikundeonderwijs' (Van Dijk 2012). Aan het einde van het artikel vindt u een aantal verwerkingsopdrachten.

02. Begripsontwikkeling na verbazing

Eén van de manieren waarop de nask-docent begripsontwikkeling kan ondersteunen, is het creëren van een situatie waarin de leerling een behoefte voelt om een verbazingwekkend verschijnsel te verklaren (Ross, Lakin, & McKechnie, 2010). Een bekende demonstratie waarbij de leraar gebruik maakt van die aanpak is bijvoorbeeld het gelijktijdig laten vallen van een kippenveertje en een steentje in een vacuümbuis. Tot verbazing van de leerlingen zijn die twee voorwerpen even snel beneden. Nu kun je vanuit de optiek van de leerling natuurlijk alles met apparaten voor elkaar krijgen, maar de leerling zal zich onwillekeurig toch afvragen: "Hoe kan dat nou?" Dat opent voor de leraar de mogelijkheid om de begrippen zwaartekracht en luchtweerstand met elkaar in verband te brengen en zo die begrippen bij de leerlingen te ontwikkelen². Taal is daarbij dus een middel om informatie over te dragen tussen leraar en leerling, maar het vormt ook een inherent deel van de vakdoelen.

Leerlingen begrijpen verschijnselen vaak op een manier die in het dagelijks leven volstaat, maar die tijdens het bedrijven van natuurwetenschappen te weinig houvast biedt. Uitspraken zoals "*warmte stoot af op een wit oppervlak*" veroorzaken in het dagelijks leven geen problemen, maar zijn onvoldoende nauwkeurig als we verschijnselen op een natuurwetenschappelijke manier willen begrijpen. Als leerlingen zien waarom hun manier van begrijpen en verwoorden ontoereikend is om een verschijnsel adequaat te verklaren, geeft dat een handvat om een nieuwe, natuurwetenschappelijk correcte, manier van begrijpen te introduceren. We creëren dus eerst een vorm van verbazing of verwarring. Daarna helpen we de leerling om bestaande denkbeelden te verfijnen of te verwerpen door middel van de introductie van natuurwetenschappelijke concepten waarmee de leerling het verschijnsel wel kan verklaren. In de proef met het veertje kan bijvoorbeeld de hoeveelheid lucht in de buis worden gevarieerd, waarna de begrippen luchtweerstand, snelheid, versnelling en zwaartekracht met elkaar in

² In de vakliteratuur wordt in dit verband vaak gerefereerd aan de term 'cognitief conflict'. We beschrijven hier echter geen aanpak waarbij systematisch wordt gestreefd naar een conflicterende ervaring, waarna naïeve denkbeelden of misconcepten worden vervangen door natuurwetenschappelijke concepten. We geven er de voorkeur aan om bestaande denkbeelden te ontwikkelen en daarom spreken we liever van het 'creëren van een verklaringsbehoefte'. Om dezelfde reden vermijden we de term 'misconcepten'.

verband worden gebracht. Een schematische voorstelling van dit type nask-onderwijs vindt u in bijlage 1.

Overigens moeten we niet de illusie hebben dat we met een eenmalige interventie van dit type er in slagen om natuurwetenschappelijke denkbeelden te ontwikkelen die beklijven. We kunnen leerlingen bijvoorbeeld confronteren met verschijnselen in een wrijvingsloze toestand. Van daaruit kunnen we het denkbeeld ontwikkelen dat een voorwerp waarop een netto kracht van 0 N werkt, een constante snelheid zal hebben. Maar in het dagelijkse leven wordt dat denkbeeld weer ondermijnd, bijvoorbeeld als een fiets tot stilstand komt zodra je stopt met trappen. De aanpak die we hier beschrijven zal dus moeten worden ingebed in een didactiek waarbinnen continu aandacht wordt geschonken aan denkbeelden van leerlingen. Tevens willen we voorkomen dat leraren zich laatdunkend uitlaten over de denkbeelden waarmee leerlingen de les binnenkomen.

03. Stappenplan voor het werken vanuit een verklaringsbehoefte

De zes fasen in het hier gebruikte stappenplan zijn achtereenvolgens:

1. Oriënteren
2. Voorkennis activeren en zichtbaar maken
3. Intervenieren
4. Herformuleren
5. Toepassen en transfer bevorderen
6. Reflecteren

In deze paragraaf zullen de stappen worden uitgewerkt, steeds met aandacht voor de pijlers van het taalgericht vakonderwijs. Daarna volgt een voorbeeldles, waarbij het begrip 'verbrandingsvoorwaarden' wordt ontwikkeld. Tot slot volgt een aantal natuurwetenschappelijke theorieën en begrippen waarvoor deze didactiek toepasbaar is.

1) Oriënteren

In de eerste fase worden de leerlingen gemotiveerd voor de inhoud. Die inhoud wordt vanuit een betekenisvolle context aangeboden. Daarnaast geeft de docent zicht op het leerproces dat doorlopen zal worden.

Suggesties voor werkvormen

Een onderwijsleergesprek aan de hand van richtvragen past goed bij deze fase. De vragen in dat gesprek gaan nog niet diepgaand in op de nieuwe begrippen die aan de orde zullen komen, maar wel op de verschijnselen en contexten waarbinnen de begrippen van toepassing zullen zijn.

Ook beelden zijn vaak bruikbaar om de verschijnselen en contexten te introduceren.



Vanuit het perspectief van taalontwikkeling is het starten vanuit een betekenisvolle context van belang omdat de betekenis van nieuwe vakbegrippen nooit los gezien kan worden van de contexten waarbinnen die begrippen relevant zijn. Tijdens het oriënteren wordt echter nog niet de exacte betekenis van nieuwe begrippen binnen het vakdomein aan de orde gesteld. De taal die in deze fase wordt gebruikt zal overwegend dagelijkse taal zijn.³ Een woord als 'kracht' kan in deze fase dus zeker worden gebruikt, maar we gaan nog zeer losjes om met de betekenis.

2) Voorkennis activeren en zichtbaar maken

In deze fase zet de leraar de leerlingen aan tot het zichtbaar maken van ideeën. De leraar krijgt een beeld van de voorkennis door goed te luisteren, of door de schriftelijke weergave te lezen van een verkennende opdracht. Daardoor kan hij tijdens het vervolg van de lessen voortbouwen op die denkbeelden: Welke woorden gebruikt de leerling, welke logische relaties en veronderstellingen verwoordt hij en op welke manier ('dat komt door', 'geen idee hoe dat zit hoor', 'als je .. dan krijg je ...', 'Ik denk dat..'). Voor de leerling heeft deze fase vooral de functie van het 'naar boven halen' van zijn ideeën. Dat maakt het mogelijk om op die ideeën verder te bouwen.

Suggesties voor werkvormen

- Discussieopdracht in groepjes bij concept cartoons waarin denkbeelden van leerlingen zijn verwerkt, met schriftelijke opbrengst.
- Discussie aan de hand van vragen, met schriftelijke opbrengst.
- Introductie van een proef. Leerlingen formuleren daarbij alleen een voorspelling.

Om de voorkennis van leerlingen te expliciteren, is het belangrijk dat in deze fase mondelinge en schriftelijke taalproductie wordt uitgelokt. Dat kan worden gerealiseerd door vragen te stellen over

³ In het taalgericht vakonderwijs wordt een onderscheid gemaakt tussen DAT en CAT. DAT is dagelijkse algemene taal en CAT is cognitief academische taal.

alledaagse verschijnselen, zoals *'wat zie je precies in de pan als water begint te koken?* Leerlingen zullen dan bijvoorbeeld zeggen dat er luchtballen naar boven komen. Het is in deze fase nog niet wenselijk om het gebruik van nieuwe vakbegrippen af te dwingen. Wel is het dus van belang dat de taal die door de leerlingen wordt gebruikt schriftelijk wordt vastgelegd, zodat leerlingen er na de verwerving van nieuwe theorie op terug kunnen blikken en de leerwinst zelf kunnen zien. Naast het verwoorden van verschijnselen, kunnen in deze fase ook voorlopige verklaringen voor verschijnselen worden gevraagd. Ook daarbij worden leerlingen nog niet afgerekend op de juiste formulering. Het gaat hier namelijk om explicitering van voorkennis.

3) Intervenieren

Allereerst wordt in deze fase duidelijk gemaakt dat bekende ideeën niet voldoende zijn om een verschijnsel volledig te verklaren. Dat kan door middel van een confrontatie met een verschijnsel dat niet vanuit de voorkennis verklaard kan worden, bijvoorbeeld met een verrassende demonstratieproef. Een vereenvoudigde laboratoriumsituatie, waarbij de complexiteit van de dagelijkse werkelijkheid wordt omzeild, leent zich goed om verschijnselen geïsoleerd en ter plekke waar te nemen. Daarna worden nieuwe begrippen en nieuwe theorie geïntroduceerd. Een passende werkvorm is een (demo)practicum waarbij de waarnemingen strijdig zijn met de voorspellingen. Er wordt daardoor een verklaringsbehoefte gecreëerd.

- Een veertje en een steentje laten vallen in een vacuümbuis.
- Een kopje hete koffie onder een vacuümstolp zetten zodat de koffie gaat koken.
- Een glas met water vullen, er een papiertje op leggen en omdraaien.
- Een beetje water aan de kook brengen in een blik en daarna afsluiten en snel afkoelen.
- Een kurk met daarin een aantal spijkertjes laten zweven in water en daar vervolgens wat zout in oplossen.
- Met transformator met een klein aantal secundaire windingen een spijker doorsmelten en daarna de leerlingen vragen of jij als docent de aansluitklemmen durft vast te pakken.
- Etc.

De observaties van leerlingen kunnen in eerste instantie nog in dagelijkse taal worden weergegeven. Waar wel vakaal wordt gebruikt bij observaties, heeft die voor de leerling nog niet dezelfde betekenis als voor de leraar. Een leerling voelt bij een gloeiend kooltje bijvoorbeeld warmte op zijn hand, terwijl de leraar dat soort warmte onmiddellijk interpreteert als stralingswarmte. De waarneming van de leraar wordt dus ingekleurd door begrip van drie verschillende vormen van warmteoverdracht, waaronder straling. Waarnemingen en hun perceptie zijn dus bepaald door voorkennis en het bijbehorende begrippenapparaat. Bij leerlingen is dat begrippenapparaat nog beperkt en daarom zullen ze lang niet alles zien, horen, voelen en ruiken zoals de leraar. Als u als nask-docent met een bioloog langs een slootkant loopt, zult u naar alle waarschijnlijkheid ook hele andere dingen waarnemen dan de bioloog. Er is tussen de leraar en de leerlingen dus een verschil in perceptie van de werkelijkheid, ook bij het doen van waarnemingen.

Bij de introductie van een nieuw begrip kan taalsteun worden geboden, bestaande uit allerlei hulpmiddelen om de nieuwe taal te begrijpen en zelf te gaan gebruiken. Een vorm daarvan is leerlingen

te herinneren aan bekende woorden of woorddelen uit andere talen. Straling is in het Engels 'radiation' en dat woord kom je tegen in de 'radiator' van de c.v. installatie. Ook bij het gebruik van practicumapparatuur is vaak taalsteun nodig. Leerlingen die het woord erlenmeyer alleen horen, weten op de toets niet hoe ze het moeten schrijven. De kans is groot dat leerlingen in dat geval het woord mondeling ook niet kunnen reproduceren. Geef daarom bij de opdracht de afbeelding met het correct gespelde woord eronder. Ook bij het gebruik van nieuwe begrippen is een combinatie van horen, lezen, spreken en schrijven belangrijk. Als het schrijven van het woord 'molecuul' wordt verwaarloosd, kan de leraar tijdens de repetitie worden geconfronteerd met moneculen.

In de nabespreking van experimenten moeten de begrippen worden ontwikkeld, waarbij de betekenis van een woord binnen het vak duidelijk wordt. Daarbij kan aandacht worden geschonken aan de vorm van het woord, gelijkenis met andere woorden, andere talen enz. Om de betekenis van een begrip duidelijk te krijgen is ook het verschil met andere begrippen van belang. Het woord 'warmte' in warmtestraling kan bijvoorbeeld worden gecontrasteerd met 'temperatuur' en 'energie'. Ook de verbanden met andere begrippen kunnen in deze fase aan de orde worden gesteld. Concept maps, tabellen en andere schema's kunnen daarbij goede diensten bewijzen. Ook het gebruik van plaatjes en lichaamstaal is in de didactiek van de natuurwetenschappen heel effectief. Daarmee wordt het ontwikkelen van betekenis fysiek ondersteund. Bij het uitleggen van het deeltjesmodel in relatie tot vaste stoffen, vloeistoffen en gassen wordt door leraren bijvoorbeeld met plaatjes, maar ook met handen en voeten gewerkt (Kress 2001).

4) Herformuleren

Leerlingen brengen hun ideeën ten aanzien van het begrip opnieuw onder woorden, maar nu met gebruik van vaktaal. Daarbij brengen ze nu ook zelf verbanden aan tussen begrippen en verschijnselen.

Mogelijke werkvormen

- Terugblikken op waarnemingen die tijdens het practicum zijn gedaan. Een conclusie schrijven.
- Schriftelijk of mondeling het nieuwe begrip omschrijven, eventueel aan de hand van vragen. Daarover consensus bereiken in een groepje.
- Individueel een leestekst samenvatten
- Verwerkingsvragen bij een leestekst beantwoorden in een duo.
- Samen een concept map maken

In deze fase laat de leraar zijn leerlingen een omschrijving van het nieuwe begrip geven of hun (nieuwe) verklaring van een verschijnsel. Daarbij mag worden verwacht dat leerlingen de nieuwe vakbegrippen gebruiken en we geven ze dan ook feedback op die vaktaal. Die feedback gaat ook in op correcte zinsbouw met dat nieuwe begrip. Een zin als 'warmtestraling stoot af op wit' is bijvoorbeeld nog niet nauwkeurig genoeg (Hajer 1996). Van belang is ook dat de leraar heel correct en expliciet is in zijn eigen taalgebruik: *"zo zeggen we het in de natuurkunde: witte oppervlakken reflecteren warmtestraling. Dat betekent dat de warmtestraling wordt teruggekaatst"*.

Leerlingen hebben steun nodig bij het schrijven van de onderdelen van een verslag. Voorbeelden van gelijksoortige verslagen kunnen daartoe samen met leerlingen worden geanalyseerd. Daarbij schenkt de leraar expliciet aandacht aan de opbouw van het verslag in onderdelen, maar ook aan kenmerkende zinsbouw per onderdeel. Zo kan hij in een voorbeeldmatig verslag aanwijzen dat de zinnen in het

onderdeel waarnemingen in de tegenwoordige tijd zijn geschreven, dat de ik-vorm wordt gebruikt, of dat er werkwoorden worden gebruikt die te maken hebben met je zintuigen: 'ik zie'; 'er komt gele rook uit, die ruikt naar karamel'; 'het lampje gaat feller branden'; 'de bel klinkt steeds zwakker en de vacuümpomp maakt na een tijdje ook een ander geluid'. Ook het gebruik van schrijfkaders is aan te bevelen als tijdelijke vorm van taalsteun, bijvoorbeeld om leerlingen te leren hoe ze hun waarnemingen in verband kunnen brengen met de theorie in het boek.

Schrijfkader voor de conclusie van een verslag

De theorie zegt dat

Onze waarnemingen kloppen met die theorie, omdat

Op de volgende punten wijken onze waarnemingen af van de theorie

Dat komt waarschijnlijk doordat

Love (2005)

Taalsteun kan ook de vorm hebben van het voorschrijven van een aantal begrippen bij het formuleren van een antwoord.

- Schrijf nu zelf een conclusie bij het experiment 'de ontleding van water'. Gebruik daarbij de woorden minpool, pluspool, gasvorming, zuurstofgas, waterstofgas en de woorden die horen bij het aantonen van die twee gassen. Maak er ook een doorsneetekening bij van het toestel van Hofmann.

Voor de volgorde van het leerproces in het doorontwikkelen van vaktaal kunnen de volgende drie vuistregels worden gebruikt:

- Eerst luisteren en lezen (receptief/begrijpen), daarna spreken (productief). Leerlingen krijgen bijvoorbeeld eerst een voorbereidende uitleg over een aantal lastige passages in het boek, waarna ze de paragraaf lezen. Daarna vertellen leerlingen in duo's aan elkaar wat de essentie van de tekst is.
- Eerst mondelinge taalproductie uitlokken en ontwikkelen, daarna schriftelijk. Nadat leerlingen feedback hebben gekregen op de manier waarop ze zich mondeling uitdrukken zijn ze klaar voor het schrijven van een samenvatting, een werkstuk, of een verslag.
- Eerst concreet en informeel in alledaagse taal, daarna abstract en formeel in schoolse termen en in vaktaal. Het gehele stappenplan dat in dit artikel wordt beschreven is feitelijk een voorbeeld van deze vuistregel.

5) Toepassen en transfer bevorderen

Nu leerlingen een basaal idee hebben van de nieuwe theorie en van de betekenis van nieuwe begrippen, kan de wendbaarheid van de kennis worden vergroot door de theorie toe te passen op gelijksoortige verschijnselen en in andere contexten.

Mogelijke werkvormen

- Denken/delen/uitwisselen van opgaven waarin het nieuwe begrip wendbaar toegepast moet worden.
- Practicum waarin de leerling met verschijnselen wordt geconfronteerd die ook met het nieuwe begrip kunnen worden verklaard.
- Klassikale nabespreking

Omdat leerlingen vanaf dit moment de nieuwe begrippen in toenemende mate flexibel moeten gebruiken in verschillende contexten, is steeds feedback op mondelinge en schriftelijke taal nodig. Die feedback kan de vorm hebben van doorvragen, verbeteren, correct voordoen of verwijzen naar een goed voorbeeld in het boek.

Docent: Jullie hebben de proef met Norit en rode wijn gedaan en er over gelezen. Wat is volgens jou nu adsorptie, Karim?

Karim: Een stof die een andere stof kan vasthouden, meneer.

Docent: Bijvoorbeeld Norit?

Karim: Nee, dat is het spul dat je nodig hebt.

Docent: Okay, Norit is een middel, een adsorptiemiddel. Een stof zoals Norit is zelf dus geen adsorptie. Adsorptie is eerder een soort gebeurtenis. Het staat in het boek ook in het rijtje scheidingsmethoden. Maar omschrijf nu nog eens een keer wat adsorptie is.

Karim: Dat je iets kan scheiden met een adsorptiemiddel, omdat het wordt gehecht aan het oppervlak.

Docent: Prima, dus adsorptie is een scheidingsmethode waarbij één van de stoffen van het mengsel zich hecht aan het oppervlak van het adsorptiemiddel.

(Naar een analyse uit Hajer 1996)

Tekstboeken bevatten veel vaktaal. Leraren hebben soms de neiging om die vaktaal in hun uitleg te beperken. Het risico bestaat dan leerlingen hun begrip van de leerstof overschatten op basis van de begrijpelijkheid van de uitleg van de leraar. Leerlingen moeten de teksten in het boek gaan begrijpen en hebben daarbij taalsteun nodig, op het niveau van woorden, zinnen en de strekking van de gehele tekst. Ook het mondelinge taalgebruik door de leraar moet rijk aan vakbegrippen zijn, maar ook daarbij geldt dat leerlingen taalsteun nodig hebben om die vaktaal te kunnen begrijpen. We pleiten dus voor een rijk, maar begrijpelijk mondeling en schriftelijk taalaanbod (Hajer 2009).

6) Reflecteren op het leerproces

Leerlingen gaan nu inzien dat ze hun oorspronkelijke ideeën hebben aangepast. Ze krijgen ook zicht op de manier waarop ze tot nieuwe ideeën zijn gekomen. Leerlingen kunnen nu dus een vergelijking maken tussen de taal die is gebruikt in stap 2 en stap 4.

Mogelijke werkvormen

- Beantwoorden van reflectievragen. Daarin maken leerlingen een vergelijking tussen het inzicht dat ze hadden genoteerd in stap 2 en het nieuwe inzicht.
- Zoeken naar de sterkste eyeopener: Lees je schriftelijke werk terug en bepaal welk moment het belangrijkste was om de nieuwe theorie te begrijpen.

04.Een voorbeeld

We schetsen nu een voorbeeldles over het begrip 'verbrandingsvoorwaarde'. In het voorbeeld is maar een beperkt aantal van de bovenstaande suggesties verwerkt teneinde de tekst beknopt te houden.

Stap 1 oriënteren

Docent: Jongens en meisjes, jullie gaan vandaag iets leren over brand en het blussen van brand. Jullie gaan ook een experiment doen. Waar denk jij aan bij het woord 'brand'? Nee, liever geen vingers. Ik geef willekeurig beurten nadat jullie hebben nagedacht. [... *denktijd en stilte*] Luciano?

Luciano: Ik denk aan brand in huis mevrouw, want dat is bij mijn oom gebeurd.

Docent: oei, niet te erg, hoop ik?

Luciano: nee hoor, een klein brandje in de keuken.

Docent: Daar komen we op terug, zodra jullie meer begrijpen over de oorzaken van brand en hoe je brand kan blussen. Kennen jullie trouwens spreekwoorden en uitdrukkingen in het Nederlands en in andere talen/culturen die over vuur gaan? [... de vonk sloeg over, even een brandje blussen]

Jullie zien in het boek dat de paragraaf gaat over ‘verbrandingsvoorwaarden’. Dat woord moet je aan het einde van deze les in eigen woorden kunnen uitleggen.

Stap 2 voorkennis activeren en zichtbaar maken

Docent: Laten we eens preciezer kijken welke ideeën jullie nu hebben over brand en blussen. Beantwoord de volgende twee vragen in een duo.

1. Wat is nodig om ergens brand te laten ontstaan?
2. Wanneer gaat brand uit?

[...]

Docent: Als antwoord op vraag 1 hadden Jack en een paar anderen opgeschreven dat je bijna altijd een vuurtje nodig hebt om iets anders te laten branden. Caitlin, wat was jullie antwoord op vraag 2:

Caitlin: Het gaat uit als je er water op gooit, of soms zand.

Docent, waarom denk je dat het uit gaat als je water op het vuur gooit?

Caitlin: Water en vuur zijn tegengesteld. Net als plus en min, of zo.

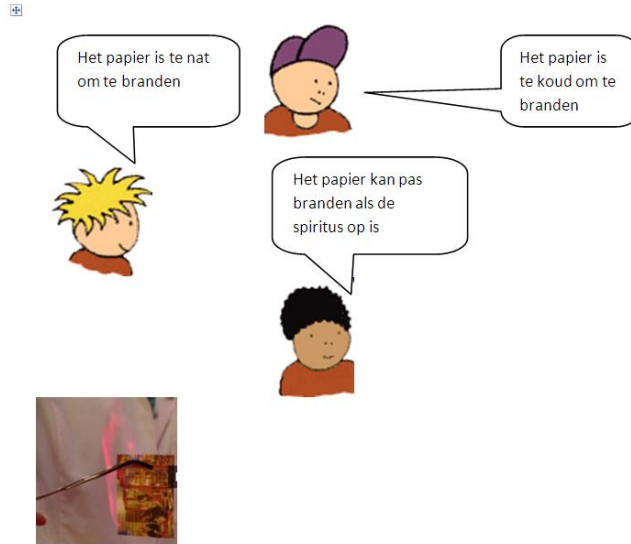
[...]

Stap 3 Intervenieren

Docent: Kijk eens mee naar de volgende proef die ik op het digibord laat zien.

[experiment waarbij een papieren zakdoek die is ondergedompeld in een mengsel van water en alcohol lijkt te branden, terwijl de zakdoek niet wordt aangetast. Te vinden op http://www.schooltv.nl/beeldbank/clip/20110601_ontbrandingstemp01 (tot 1:15)]

Discussieer nu in een tweetal 10 minuten over de onderstaande cartoon en schrijf dan op waarom jij denkt dat de zakdoek in die video niet opbrandt.



[...]

Docent: Als je wil begrijpen waarom blussen de ene keer wel lukt en de andere keer niet, moet je meer weten over de omstandigheden die nodig zijn voor brand.

Leerlingen doen nu enkele experimenten waaruit blijkt dat A) zuurstof, B) brandstof en C) een voldoende hoge temperatuur, voorwaarden zijn voor brand. Leerlingen houden een luciferkopje tegen een koude soldeerbout, waarna de soldeerbout aan wordt gedaan totdat de lucifer ontbrandt. Nadat de waarnemingen zijn gedaan, wordt het practicum nabesproken. De docent vraagt naar de waarnemingen en leidt het gesprek onder andere naar de conclusie dat vuur niet altijd nodig is voor ontbranding, maar een voldoende hoge temperatuur wel.

Docent: Jullie gaan nu een tekst lezen over de 3 verbrandingsvoorwaarden. Wat wordt eigenlijk bedoeld met een voorwaarde? Bijvoorbeeld in de zin: 'de voorwaarde om over te gaan naar een volgende klas, is dat je 46 punten hebt op je eindrapport' [.... denktijd, bespreektijd in duo's], Agnita?

Agnita: Dat het nodig is, mevrouw.

Docent: Dus verbrandingsvoorwaarden zijn dingen die nodig zijn voor brand. Er zal altijd brand zijn als aan die voorwaarden wordt voldaan. Zo zeggen we dat: Als aan de **voorwaarden** wordt **voldaan**. Dat zijn dus een soort eisen. Een verbrandingsvoorwaarde is iets dat nodig is voor brand.

[leerlingen lezen de tekst over de 3 verbrandingsvoorwaarden en beantwoorden een aantal verwerkingsvragen]

Docent: Nu kunnen jullie dus heel precies zeggen welke temperatuur nodig is om een stof te laten ontbranden. Denken jullie dat die temperatuur voor alle stoffen hetzelfde is? [docent leidt het gesprek naar het begrip 'ontbrandingstemperatuur']

Stap 4 Herformuleren

Docent: Doe je boek maar dicht en schrijf in eigen woorden op wat je nu weet over verbrandingsvoorwaarden. [....]

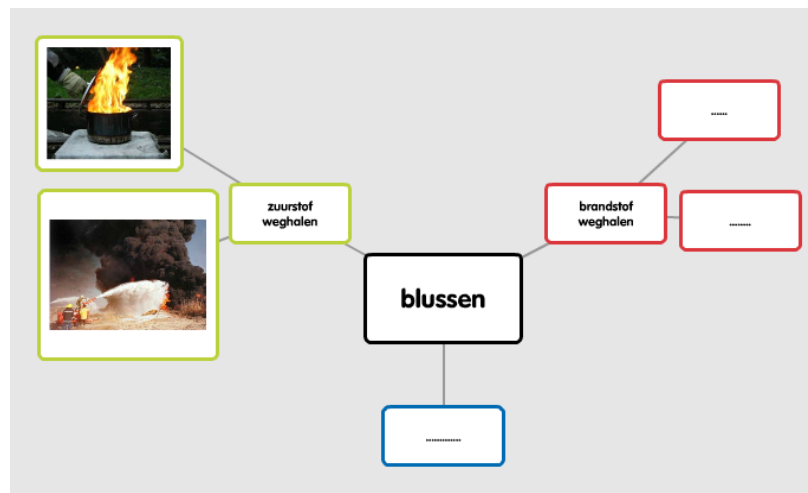
Esther? [.....] Karim, kun jij dat antwoord aanvullen?

Stap 5 Toepassen en transfer bevorderen

Docent: Jullie gaan nu nog een aantal vragen beantwoorden in je werkschrift. Eerst mag je er over praten en dan schrijft iedereen zijn eigen antwoord op. Gebruik de begrippen die horen bij 'verbrandingsvoorwaarden'.

Enkele toepassingsvragen:

- Welke verbrandingsvoorwaarde neem je weg als je met koolstofdioxide blust? En met zand?
- Geef twee redenen waarom je een houtvuur zo goed met water kan blussen?
- Waarom ontstaat er in het getoonde fragment uit de film 'Backdraft' steeds een steekvlam in de gang van het hotel?
- In het lokaal zie je een paar gaskranen zonder brander. Stel: iemand zet per ongeluk het gaskraantje open en er komt een vonk bij. Dat is zeer gevaarlijk. Maar kan de vlam dan naar binnen slaan in de koperen gasleiding? Leg je antwoord uit.
- Als de kraan van de zuurstofcilinder lekt, kan de vlam dan naar binnen slaan?
- Maak het onderstaande begrippenschema af, inclusief de voorbeelden.



Docent: We gaan kort jullie antwoorden bespreken. Jelmer, je schrijft dat de vlam niet naar binnen kan slaan omdat er geen lucht bij komt. Probeer dat antwoord nog beter te maken door de begrippen uit de branddriehoek te gebruiken. [....]

Docent: Luciano, vertel nu eens wat er precies bij je oom heeft plaatsgevonden. Dan kunnen wij daarna elkaar vertellen hoe je zoiets kan voorkomen. Daarna kunnen we ook ideeën uitwisselen over het blussen van zo'n brandje zonder dat je enorm veel waterschade krijgt. [....]

Stap 6 reflecteren

Docent: Kijk nou nog eens naar de concept cartoon en de vraag daarover. Verbeter nu jullie antwoord op die vraag. Joshua, jij schreef eerst op dat het papier niet wilde branden omdat het te koud was. Kun je nu je antwoord verbeteren, door gebruik te maken van de drie verbrandingsvoorwaarden? Gebruik minstens één van die drie voorwaarden letterlijk in je antwoord.

Docent: De antwoorden die jullie gaven nadat je voor de tweede keer de concept cartoon had bekeken zijn veel sterker. Waarom zijn jullie nu veel beter in staat om het verschijnsel brand te begrijpen dan voor deze les? Wat is er precies met je gebeurd waardoor je ideeën over brand en over blussen zijn veranderd? [....]

05.Toepasbaarheid van deze didactiek

In de bovenstaande voorbeelden zijn slechts mogelijkheden geschetst. Voor iedere doelgroep en voor iedere leerinhoud zal het beschreven didactische ontwerp anders moeten worden ingevuld. De geschetste aanpak moet ook niet als exemplarisch worden opgevat voor de verbinding tussen practicum en theorie. Voor het ontwikkelen van onderzoeksvaardigheden kan een meer open practicum bijvoorbeeld doelmatiger zijn.

Voorbeelden van begrippen die met de bovenstaande aanpak kunnen worden ontwikkeld, soms ook zonder practicum, zijn:

- **Massabehoud bij chemische reacties:**
Bij het verbranden van hout denken leerlingen dat het hout verdwijnt, dat er as overblijft en dat andere stoffen geen rol spelen ten aanzien van de massa.
Demoproef: Verbrand een stukje hout in een afgesloten kolf gevuld met zuurstof, waarbij de massa voor en na de verbranding wordt gemeten. Laat de leerlingen vooraf een voorspelling opstellen en toets die voorspelling met de proef.
- **Lineariteit:** Omdat zoveel verbanden lineair zijn, gaan leerlingen lineariteit toepassen op niet-lineaire problemen. Stel: Het duurt 5 minuten om een shirt te drogen. Hoe lang duurt het dan om 3 shirts, of 6 shirts te drogen? In eerste instantie zullen sommige leerlingen antwoorden 15 minuten en 30 minuten. Een plaatje van 5 shirts aan een waslijn is vervolgens voldoende om de fout te laten inzien. Daarna kan worden onderzocht door leerlingen welke verbanden nog meer niet-lineair zijn. Voor meer informatie over mis- en preconcepten in wiskunde:
<http://www.fi.uu.nl/wordpress/?p=65>
- **Stroomverbruik:** Leerlingen denken dat stroom in een circuit wordt verbruikt. Door zorgvuldig gebruik van analogieën, bijvoorbeeld water in een c.v. systeem, in combinatie met practicum,

kan het begrip worden ontwikkeld dat stroom niet wordt verbruikt, maar energie wel (of dat energie wordt omgezet in een andere vorm).

- **Zwaartekracht:** Jonge kinderen denken bij vallende objecten in termen van een absoluut onder en boven, in plaats van een valbeweging in de richting van het centrum van de aarde. Gebruik de video Adam van Aardman om het gesprek hierover tussen de leerlingen op gang te brengen (zoek binnen youtube op Adam Aardman en kijk met leerlingen tot 3:30).



06. Verwerkingsvragen

- 1) Vul paragraaf vijf aan met drie andere onderwerpen die zich lenen voor het werken met het stappenplan.
- 2) In de tekst wordt gesproken over de werkvorm 'onderwijsleergesprek'.
 - a) Zoek in de literatuur op wat de kenmerken zijn van die werkvorm (oa Ebbens 2005).
 - b) Welke van die kenmerken kom je tegen in de voorbeeldles?
 - c) Welke van die kenmerken kom je niet tegen in de voorbeeldles?
- 3) In paragraaf 1 worden de kenmerken van taalgericht vakonderwijs genoemd.
 - a) Welke van die kenmerken kom je tegen in de voorbeeldles?
 - b) Welke van die kenmerken kom je niet tegen in de voorbeeldles?
- 4) In Poorthuis (2009 p8) worden de leerfasen van de werkelijkheidsgerichte didactiek beschreven. Lees het artikel van Poorthuis en beschrijf een aantal verschillen en overeenkomsten met de fasering in de bovenstaande tekst.
- 5) Welke elementen uit de zogenaamde context-concept benadering herken je in de bovenstaande tekst? (Zie voor een bron Janssen 2009)

Literatuur

- Barke, H., Hazari, A., & Sileshi, Y. (2009). *Misconceptions in Chemistry, addressing perceptions in chemical education*. Springer.
- Dijk, G. v. (2009). Taalgericht Techniekonderwijs. *Terugkoppeling, vakblad voor techniekdocenten* .
- Dijk, G. v. (2011) Weblectures taal in natuur- en scheikundeonderwijs. Opgeroepen op 28-12-2011 van <http://www.ecent.nl/artikel/2502/taalontwikkellende+didactiek+voor+binask/view.do?refresh=true>
- Derewianka, b. (1990). *Exploring How Texts Work*. Sidney: Primary English Teaching Association.
- Ebbens, S. (2005). *Effectief Leren*. WN.
- Hajer, M. (1996). *Leren in een tweede taal, Interactie in vakonderwijs aan een meertalige mavo-klas*. Groningen: Wolters-Noordhoff.
- Hajer, M., & Meestringa, T. (2009). *Handboek taalgericht vakonderwijs*. Bussum: Coutinho.
- Hajer, M. (2011) Weblectures taalgericht vakonderwijs. Opgeroepen op 28-12-2011 van <http://www.ecent.nl/artikel/2502/taalontwikkellende+didactiek+voor+binask/view.do?refresh=true>
- Halliday, M. (1998). Things and relations. Regrammaticising experience as technical knowledge. In J. Martin, & R. Veel, *Reading Science. Critical and functional perspectives on discourses of science. electronic edition*. Routledge.
- Janssen, F. (2009). *Van reguliere tot context-concept lessen in 5 stappen*. Retrieved 09 7, 2011, from Ecent: <http://www.ecent.nl/artikelen/view.do?supportId=1991>
- Kress, G., Jewitt, C., Ogborn, J., & Tsatsarelis, C. (2001). *Multimodal Teaching and Learning, The rhetorics of the science classroom*. London: Continuum.
- Lemke, J. (1993). *Talking Science, Language, learning and values*. Norwood, New Jersey: APC.
- Love, K., Baker, G., & Quinn, M. (2005). *Language Across School Subjects (DVD)*. Melbourne.
- Poorthuis, H. (2009). *Opdrachten bij simulaties*. Retrieved 09 07, 2011, from Ecent: <http://www.ecent.nl/servlet/supportBinaryFiles?referenceId=5&supportId=1798>
- Rose, D. (1997). Science, technology and technical literacies. In F. Christie, & J. Martin, *Genres and Institutions: Social Practices in the* (pp. 40-72). London: Cassell.
- Ross, K., Lakin, L., & McKechnie, J. (2010). *Teaching secondary science, constructing meaning and developing understanding*. NY: David Fulton.
- Wenning, C. (2008). *Dealing more effectively with alternative conceptions in science*. Retrieved 10 07, 2001, from http://www.phy.ilstu.edu/pte/publications/dealing_alt_con.pdf

Bijlage 1 uit (Ross, Lakin, & McKechnie, 2010)

