

# Redeneren bij scheikunde en bij andere vakken

## Aan het werk met formuleren!

Redeneren is een belangrijk issue in de nieuwe examenprogramma's van de gamma- en de bètavakken, en leerlingen hebben er veel moeite mee. In dit artikel geven we weer hoe we hebben geprobeerd daar iets aan te doen. Samen met de leerlingen het antwoord formuleren, gebruikmakend van de denkstappen die nodig zijn om het juiste antwoord op de vraag te geven, blijkt een goede aanpak te zijn om de leerlingen een stukje verder te helpen.

Een voorbeeld van een redeneervraag bij scheikunde is: "Leg uit op welk principe de scheiding met behulp van gaschromatografie berust." Op een toets wordt zo'n vraag slecht beantwoord: leerlingen gebruiken vaak meer dagelijkse taal waar vaktaal wenselijk is, ze gebruiken vaktermen verkeerd en nemen geen tijd voor het juist formuleren van het antwoord of geven er geen aandacht aan. Ze schrijven bijvoorbeeld: "Gaschromatograaf berust op aanhechtingskracht van moleculen". Er zitten goede elementen in dit antwoord, maar het geheel is niet goed. Het is voor veel leerlingen moeilijk om de stap te maken van dagelijkse taal naar de meer academische taal van het vak. Deze academische taal, deze vaktaal, bevat de chemische begrippen, de werkwoorden en

de zinsconstructies die nodig zijn om chemische redeneringen op een adequate manier te verwoorden. Leerlingen hebben moeite met scheikundig redeneren en formuleren, maar hoeveel tijd en aandacht kunnen en moeten we hier als leraar voor uittrekken?

### Een alternatieve aanpak

Om dit probleem aan te pakken, voerde Hella Fries een alternatieve lessenserie uit (zie kader Aanpak van de lessen), geïnspireerd op de onderwijsleercyclus (Van der Leeuw & Meestringa, 2014), waarin geleerd wordt van voorbeeldteksten en waar leerlingen eerst samen schrijven en analyseren voor ze dat zelfstandig moeten doen. Na haar gebruikelijke uitleg over het onderwerp (eigenschappen van metalen, het metaalrooster en het macro-meso-microdenken) vertelt Hella de leerlingen dat ze met hen de manier waarop het schoolboek dit onderwerp behandelt, gaat bekijken om daarvan te leren hoe je dingen formuleert.

### Tekstbespreking

Hella heeft voor de bespreking van een paragraaf uit het schoolboek (11.1 uit 5V *Chemie*) deze opgedeeld in tekstblokken. Figuur 1 geeft een dia uit de les weer met het vierde van die tekstblokken. Het eerste deel (groengekleurd) van de tekst betreft een Beschrijving, het tweede deel (oranje-kleurd) een Verklaring. Dat laatste kun je eenvoudig afleiden uit het gebruik van het woord *verklaren* (derde woord in het oranje deel) maar ook uit de oorzaak-gevolg-relatie die verstopt zit in *Deze metaalbinding houdt het metaalrooster bijeen* (zevende regel in het oranje deel). In de hele paragraaf blijken Beschrijvingen en Verklaringen voortdurend te worden afgewisseld en daarbij gaat het in de Beschrijvingen meestal over het (meer alledaagse) macroniveau en in de Verklaringen over het (moleculaire) microniveau.

### Samen een antwoord formuleren

In de tweede les laat Hella de leerlingen twee opgaven uit het boek in viertallen maken om het overleg over de formulering te stimuleren. De eerste opgave luidt: "Leg uit hoe het komt dat brons harder is dan zuiver koper." Uit de gemaakte geluidsopnamen van de leerlingen die het antwoord proberen te formuleren, is op te maken dat leerlingen het moeilijk vinden om de zojuist geleerde vaktermen te gebruiken. Over het algemeen proberen ze de vragen te beantwoorden door vooral dagelijkse taal te gebruiken waarmee ze het fenomeen proberen te beschrijven. Het hardop bedenken van een antwoord levert geen goed opgeschreven antwoord op. Hella heeft de antwoorden ingezameld, bekeken en geeft ze in de derde les terug.

**HELLA FRIES**, docent scheikunde Het Hooghuis, locatie TBL, Oss

**THEUN MEESTRINGA**, nationaal expertisecentrum leerplanontwikkeling SLO, Enschede

## DRIE TEKSTSOORTEN

Bij de natuurwetenschappen komen het meest voor (Paus & Meestringa, 2017):

- Beschrijving: een fenomeen in een context plaatsen, ordenen.
- Verklaring: een proces uitleggen en/of interpreteren. Óf sequentieel (serie oorzaak-gevolg-relaties), óf via meerdere factoren met één gevolg, óf via één oorzaak met meerdere gevolgen.
- Procedure: handelingsvoorschriften, bijvoorbeeld voor practicum.



Figuur 1

Opvallend is dan dat leerlingen heel goed in staat zijn om elkaars antwoorden op waarde te schatten. Het blijkt voor hen niet moeilijk om te zien of een antwoord juist, onjuist of onvolledig is. Om vervolgens de antwoorden goed te kunnen aanpassen, presenteert Hella de serie denkstappen (de logische redenering) die nodig is om tot een juist antwoord te komen (zie Schalk & Paus, in voorbereiding). Ze benadrukt dat de denkstappen herkenbaar in het antwoord moeten terugkomen. Daarna laat Hella in tweetallen één van de antwoorden herschrijven. Dat te herschrijven antwoord luidt:

*“Brons is een legering van koper en tin. Een grotere atoomstraal zorgt voor een harder metaal. Dit zorgt er dus voor dat brons harder is dan koper, omdat de atoomstraal van tin groter is (Dit is denken op microniveau).”*

Als de leerlingen een minuut of tien hebben gewerkt aan het herformuleren van dit

antwoord, laat Hella het originele antwoord klassikaal herschrijven. Eén van de leerlingen krijgt een toetsenbord in handen en voor het digibord dicteren de leerlingen samen stap voor stap een betere en meer complete formulering van het antwoord. Zinnen worden geherformuleerd, woorden veranderd en ook de volgorde van de zinnen wordt samen verbeterd. Het antwoord waar ze samen op uitkomen, luidt uiteindelijk:

*“Brons is een legering van koper en tin. Het percentage tin in brons is 10%. Dit geeft aan dat het om het metaalrooster van koper gaat. Door een grotere atoomstraal van tin ten opzichte van koper ontstaat er een roosterfout. Door de roosterfout (...) de metaalatomen minder goed langs elkaar bewegen, waardoor de legering sterker en minder buigzaam is dan zuiver koper. Dus brons is harder dan zuiver koper.”*

Bij (...) in de derde regel bleek achteraf het

woordje *kunnen* nog te ontbreken, maar verder is dit een antwoord dat we op een toets wel zouden willen zien, ook al is het nog niet perfect.

In de toets hierover maakt deze klas de redeneervragen spectaculair beter dan in voorgaande toets over gaschromatografie. Het effect blijft in de daarop volgende toets, enkele weken later, aanwezig. Leerlingen van deze klas formuleren nu ook alle andere antwoorden beter dan leerlingen in andere klassen van Hella.

## Discussie

Het bespreken van een schoolboektekst en het samen formuleren van antwoorden lijken zinvol, maar daarvoor moet de docent ook zelf eerst de tekst hebben bekeken op wat er in de tekst gebeurt: welk sociaal doel/genre wordt gerealiseerd en welke taal (dagelijkse of vaktaal) wordt gebruikt. Door vervolgens samen met de leerlingen antwoorden te bekijken, te laten herschrijven (met behulp van een serie denkstappen die nodig is om het juiste antwoord te geven) en de leerlingen uit te dagen vaktermen te gebruiken, is het mogelijk leerlingen te helpen redeneervragen op een goede manier te beantwoorden; al zal je dat resultaat wel moeten onderhouden. ●

## BRONNEN

- Van der Leeuw, B. & Meestringa, T. (2014). *Genres in schoolvakken*. Bussum: Coutinho.
- Paus, J. & Meestringa, T. (2017). Teksten lezen met meer begrip. *NVOX 42(2)*, 66-67.
- Schalk, H. & Paus, J. (in voorbereiding). Leg die verklaring eens uit, leren redeneren met de SPA+. *NVOX 05*

## AANPAK VAN DE LESSEN

- Les 1: Uitleg van het onderwerp. Daarna klassikaal de tekst analyseren: hoe zijn onderdelen van de tekst opgebouwd? Betreft het een Beschrijving (bijvoorbeeld macro-metaaleigenschappen) of een Verklaring (bijvoorbeeld hoe ontstaat metaalbinding)?
- Les 2: In groepjes van vier het verschil bespreken in hardheid van legeringen ten opzichte van zuivere metalen. Observerend leren staat centraal: één leerling denkt hardop, één leerling helpt mee, twee leerlingen observeren. Ze moeten de juiste vaktermen gebruiken. Bij twee groepen werden geluidsopnamen gemaakt.
- Les 3: Formuleringen uit les 2 worden beoordeeld en herschreven. Daartoe worden eerst de benodigde denkstappen klassikaal gepresenteerd. De laatste stap van deze onderwijsleercyclus is met zijn allen met het digibord het antwoord herformuleren.