

Boekbespreking

Een onverdeelbare eenheid

M. Vogelezang

CD β -Press, Utrecht, 1990

Dissertatie, pp. 194 ; bijlagen, pp. 146.

ISBN 90-73346-05-3 en ISBN 90-73346-06-1

In "Een onverdeelbare eenheid" onderzoekt Michiel Vogelezang begripsgenese: hij bestudeert hoe leerlingen en docenten een kwantitatief elementbegrip verwerven, en hij doet verslag van begripsontwikkeling in chemiedidactiek bij een groep docenten.

In een aantal opzichten is zijn aanpak hierbij bijzonder.

- Het kwantitatieve elementbegrip waar docenten over spreken, en dat door hun onderwijs leerlingen kunnen verwerven, heeft (nog) geen corpusculair karakter.
- Behalve schoolboeken uit heden en verleden worden negentiende-eeuwse chemische teksten als bron voor onderzoek gebruikt.
- Begripsgenese wordt bestudeerd in de onderwijssituatie zelf, aan de hand van protocollen.

Eerst wordt in het proefschrift vanuit verschillende perspectieven gekeken naar chemische formules en het atoombegrip. In hoofdstuk 1 komen schoolboeken van vroeger en nu aan bod, in hoofdstuk 2 beschrijft Michiel Vogelezang een aantal eigen leerervaringen, en hoofdstuk 3 gaat over ontwikkelingen van en visies op het begrip atoom in de chemie. Hoofdstuk 4 beschrijft ervaringen van Michiel Vogelezang in de 'Amersfoortse groep': een groep scheikundeleraren en chemiedidactici die zich bezig houden met de WEI-leergang. Aansluitend bij Van Hiele en Ten Voorde gaat Vogelezang er van uit dat bij begripsgenese drie stadia te onderscheiden zijn die op elkaar volgen. Ze worden hier grondniveau, beschrijvend niveau en beschouwend niveau genoemd. In hoofdstuk 5 wordt protocolanalyse als onderzoekmethode geïntroduceerd. Ook wordt het gebruikte lesmateriaal over regelmaat in de hoeveelheden reagerende stoffen bij redoxreacties en bij gasreacties besproken. Dan volgt de rapportage van de protocolanalyses. Twee hoofdstukken gaan over de protocollen van groepjes leerlingen naar aanleiding van respectievelijk de redoxreacties en de gasreacties, en een hoofdstuk gaat over protocollen van de Amersfoortse groep. Het proefschrift eindigt met een "Rondzicht" waarin de gevonden resultaten worden geplaatst in een breder kader van opvattingen over en onderzoek naar scheikunde-

onderwijs. Op enkele zaken ga ik nader in. Dat zijn:

- De twee interpretaties van atoom die tegenover elkaar worden gezet.
- De in het proefschrift voorkomende opvattingen over begripsgenese.
- De methode van protocolanalyse.
- De betekenis van enkele onderzoeksresultaten.

1. Het chemisch atoom

"Het chemisch atoom" is de onverdeelbare eenheid waar het proefschrift over gaat. Er worden twee interpretaties onderscheiden:

- Een atoom als afzonderbaar deeltje met een experimenteel te bepalen massa;
- Een atoom als chemische element-eenheid: een massaverhoudingsgrootheid in het kader van massarelaties bij chemische reacties (bv. 1,0 gram waterstof en 16,0 gram zuurstof ten opzichte van 12,0 gram koolstof).

In de hoofdstukken 1 t/m 3 komen deze interpretaties aan de orde. Hiervoor worden teksten uit schoolboeken onderzocht, en ook publicaties uit de negentiende eeuw van bv. Kekulé en Cannizzaro. Daarnaast beschrijft Vogelesang enkele eigen ervaringen met het leren van stofformules. Hij concludeert dat in de negentiende eeuw chemische formules niet werden opgevat in termen van deeltjes en dat het ook niet noodzakelijk is om dat te doen. Wel is later de interpretatie in termen van deeltjes steeds belangrijker geworden, hetgeen bijvoorbeeld tot uiting komt in het steeds vroeger invoeren van deeltjes in scheikundeboeken voor het secundair onderwijs.

Naar analogie met de historische ontwikkeling stelt Vogelesang dat in het onderwijs eerst een vakcontext moet worden opgebouwd door het doen van relevante experimenten: "De ontwikkeling van een begrip 'chemisch atoom' vereist allereerst de tot stand koming van een uitgebreide ervaring met chemische reactie-individen en bijbehorende kwantitatieve relaties. Anders kan het gewenste atoombegrip niet functioneren als een chemisch relatieprincipe." (pg.34). Daar ligt ook zijn bezwaar tegen onderwijs waarbij het atoom direkt als een deeltje wordt geïntroduceerd: "Bovendien kan 'chemisch atoom' beter dan 'atoom als afzonderbare eenheid' het typisch chemisch verhoudingsspreken tot zijn recht doen komen." (pg.165). Deze vergelijkende uitspraak kan (behoudens zijn eigen leerervaringen) in het onderzoek van Vogelesang niet worden getoetst aan de onderwijspraktijk; het onderzoek richt zich alleen op onderwijs met de WEI-leergang waarin 'chemisch atoom' een rol speelt.

Zijn redenering lijkt te zijn: voor het leren van scheikundige begrippen moet de lerende een vakcontext opbouwen. In veel scheikunde-onderwijs wordt een 'atoom als afzonderbare eenheid' ingevoerd zonder voldoende voorafgaande vakcontext. Voor het invoeren van 'chemisch atoom' is het evident dat een vakcontext van kwantitatieve chemie voorafgaat. Dus verdient invoeren van 'chemisch atoom' de voorkeur. De conclusie zou volgens mij echter ook kunnen

zijn: dus kan 'atoom als afzonderbare eenheid' pas worden ingevoerd na opbouw van een adequate vakcontext. Maar ook in dat geval geven de eerste drie hoofdstukken enkele belangrijke aanwijzingen over de inhoud van zo'n adequate vakcontext.

2. Begripsgenese

Bij het lezen van de protocollen van leerlingengesprekken valt de worsteling op die (noodzakelijk ?) voorafgaat aan begrijpen. Die begripsgenese wordt geanalyseerd met behulp van een aantal inzichten.

- Er moet een vakcontext worden gevormd: ervaring opdoen met bij het vak behorend handelen en waarnemen.
- 'Direkte ervaring' speelt een centrale rol: " ... dat de lerende mens een ervaring heeft dat iets - zo - is - en - niet - anders. Voor de persoon in kwestie is dat heel precies, maar voor een buitenstaander kan het globaal overkomen". (pg. 53)
- Aanwijzend benoemen is een bron van directe ervaring.
- Een lerende komt eerst in een grondniveau van directe ervaring en aanwijzend benoemen; van daar uit in een beschrijvend niveau waarin argumentatie mogelijk is; en vervolgens in een beschouwend niveau waar aannames worden gedaan die de ervaring overstijgen, en waar een keus wordt gemaakt tussen elkaar logisch uitsluitende alternatieven.
- Begripsgenese vindt plaats in een gesprekssituatie in een groep. Als leden van die groep zich bevinden in verschillende niveau's, leidt dat tot elkaar niet verstaan of niet kunnen uitleggen.

In de protocollen zelf gaat het over het leren van scheikundige begrippen. Het proefschrift gaat ook over het bestuderen van de genese van scheikundige begrippen, bv. in de Amersfoortse groep.

Bij deze studie van de genese van chemische begrippen vindt ook begripsgenese plaats ('chemiedidactiek-leren'). Deze recursie levert vanzelf het gezichtspunt op dat bij chemiedidactiek-leren ook de vijf hierboven genoemde inzichten een rol spelen.

3. Protocol-analyse

Onderzoek naar begripsgenese kan op verschillende manieren worden aangepakt. De aandacht wordt gericht op een of meer aspecten, terwijl van andere zaken wordt afgezien. Zo kan in een toetsituatie worden onderzocht hoe door leerlingen een begrip wordt gebruikt of toegepast; of een speciaal ontworpen opdracht kan worden voorgelegd, waarbij leerlingen hardop denkend tot een oplossing moeten zien te komen. Bij dit soort onderzoek wordt afgezien van de onderwijsleersituatie zelf.

Vogelezang pakt het onderzoek op een andere manier aan. Bij hem bestaat

de onderwijsleersituatie nu juist uit een reeks opdrachten waar door groepjes leerlingen aan wordt gewerkt. De gesprekken naar aanleiding van deze opdrachten zijn het onderzoeksmateriaal. Ook hierbij wordt van zaken afgezien, bv. het handelen van leerlingen. Maar, mede door het zo precies mogelijk weergeven van de spreektaal, staan de protocollen zeer dicht bij de onderwijsleersituatie.

Na zelf doornemen van de opdrachten uit de WEI-leergang zijn de protocollen voor mij zeer herkenbaar: ik lees het als een boeiende dialoog, en net als Vogelezang probeer ik aan de uitspraken van de gespreksdeelnemers een betekenis toe te kennen. In de woorden van het proefschrift: soms kan ik heel precies zeggen hoe iets zit - een directe ervaring -, en kan ik dat ook aanwijzen in het protocol. Er ontstaat bij mij een vakcontext van protocolanalyse. Ik ben dus in een grondniveau van chemiedidactiek.

In de hoofdstukken 6 t/m 8 analyseert Vogelezang de protocollen. Ook hij geeft aan hoe hij de uitspraken verstaat, en wijst dat aan. Hij voert hierbij een aantal termen in zoals 'taalveld' en 'objectwisseling', zodat er sprake is van aanwijzend benoemen. Hij pretendeert verder te komen dan grondniveau: "Het schrijven van bijv. §4.2 houdt in dat ik mijn toenmalig handelen moet bezien los van deze persoonsgebondenheid en moet komen tot een voor de lezer controleerbaar en consistent gebruik van begrippen." (pg 60). Dan wordt immers argumentatie mogelijk. Maar deze pretentie wordt later gerelativeerd: "... wil ik er op wijzen dat ik principieel niet spreek over dé analyse van een protocol. Ik ben van mening dat daar meer dan één betekenis aan toe te kennen is, zodat het gaat over mijn analyse in die kontekst op dat moment. In samenspraak met anderen kan vervolgens - nog steeds binnen een kontekst geplaatst in de tijd - een intersubjectieve interpretatie tot stand komen ..." (pg. 97). Nu dacht ik dat het protocol juist de context was voor intersubjectieve interpretatie en argumentatie. Maar ook het protocol moet weer in een context worden geplaatst (welke?), en zo komen we volgens mij niet veel verder.

Het begrip 'taalveld' spreekt mij aan, omdat het de mogelijkheid lijkt te bieden een argumentatie te baseren op de woordcombinaties in het protocol. Bijvoorbeeld het taalveld 'ontstaat uit' in zinnen als "2 liter waterstofchloride ontstaat uit 1 liter waterstof..." en het taalveld 'zit in' in bv. "... in 2 liter waterstofchloride de massa zit van 1 liter waterstof". Het taalveld 'zit in' is dan een aanwijzing voor de aanwezigheid van een beschouwend niveau: er blijkt uit dat een aanname wordt gedaan die de ervaring overstijgt.

Andere begrippen die Vogelezang invoert hebben voor mij niet dezelfde kwaliteit als 'taalveld'. Het blijft voor mij aanwijzend benoemen van hem, dat op mij willekeurig overkomt.

Ben ik het nu oneens met Vogelezang dat hij op beschrijvend niveau is qua didactiek-leren? Of ben ik nog op grondniveau, en kan hij mij dus niet uitleggen? Ik ben van mening dat de verschillende niveau's hier niet veel helpen om de

situatie te verhelderen. Ik zou liever willen dat een *methode* van protocol-analyse wordt beschreven, die onderzoekers proberen te volgen. Voor zo'n methode zal men bij de taalkunde te rade kunnen gaan, want taalkunde houdt zich bij uitstek bezig met het verband tussen taaluitingen en betekenis. Het begrip taalveld zou bij zo'n analysemethode wel eens een belangrijke rol kunnen spelen.

4. Conclusies

In het proefschrift wordt getoond dat het mogelijk is dat leerlingen via onderwijs een begrip 'chemisch atoom' leren.

Duidelijk wordt dat waarneembare verschijnselen bij proeven, wetmatigheden als de wet van Proust of de chemische wet van Gay Lussac, en het behouden blijven van hoeveelheden element bij een chemische reactie, behoren bij verschillende niveau's in dat scheikunde-leren.

Door uitleg vindt geen niveau-verhoging plaats. Die kan wel ontstaan door zorgvuldige keuze, ordening en formulering van de opdrachten in de leergang. Voeglezang merkt hierbij op dat niet zozeer de leeftijd (van de leerlingen) als wel de leertijd (bested door de leerlingen) een rol speelt. In hoeverre de rekenvaardigheid van de leerlingen (i.v.m. het verhoudingsrekenen), de leesvaardigheid (i.v.m. het taalgebruik in de opdrachten), en de spreekvaardigheid (i.v.m. het leren in gespreksgroepjes) een rol speelt bij deze wijze van scheikunde-leren maakte geen deel uit van het onderzoek. Toch lijken het me relevante punten als de vraag wordt gesteld: kunnen veel leerlingen via dit onderwijs een begrip 'chemisch atoom' leren.

Het gehanteerde niveauschema voor begripsgenese verheldert veel bij de beschrijving van chemieonderwijs en chemie-leren. Het had beslissende invloed op de inrichting van het onderzochte onderwijs, en op de inhoud en structuur van de onderzochte leergang. In die zin zou je kunnen zeggen dat een beschouwend niveau van didactiek-leren is bereikt.

Ook zegt Voeglezang: "Het laatste leerproces heeft geleid tot een zekere vulling van een beschrijvend, didactisch niveau." (pg. 62). Is dit een beschouwend uitspraak, "over regelmatigheden binnen een beschrijvende kontekst" (pg. 44)? Of hebben we hier te maken met 'contextloze verwoording': "een sterk verkorte weergave van uitgebreide ervaring", "niet alle ins en outs weten van de randvoorwaarden" (pg. 43)? Deze vragen worden uitgelokt door het niveauschema ook te gebruiken bij de beschrijving van didactiek-leren. De vragen zijn niet eenduidig te beantwoorden.

Moet het niveauschema dan verbeterd of verfijnd worden? Liever dan dit (bv. onderzoeken of 'beschouwend niveau' een betere term is dan 'theoretisch niveau', (pg. 171)) is het mij als gestudeerd wordt op een methode waarmee, intersubjectief en toetsbaar, in protocollen bijvoorbeeld kan worden aangewezen of en hoe leerlingen een kwantitatief elementbegrip leren. Misschien is het

dan minder belangrijk geworden of we de naam beschouwend dan wel theoretisch niveau zullen geven, omdat we door die analysemethode beter weten wat we met zo'n niveau bedoelen.

C. de Jong
Faculteit Educatieve Opleidingen
Hogeschool Midden Nederland
Utrecht