

Proefschrift Berry van Berkel

The Structure of Current School Chemistry - A Quest for Conditions for Escape

Bespreking door:

Wolter Kaper

Amstel Instituut

Universiteit Amsterdam

Op 17 november 2005 verdedigde Berry van Berkel zijn proefschrift over de structuur van de huidige schoolchemie. Verschillende opponenten maakten het hem lastig door te vragen naar de empirische basis van zijn voornaamste conclusies. Zo concludeert Van Berkel dat bij een vernieuwingsproject de nieuwe curriculumoriëntatie bewaakt moeten worden, om te voorkomen dat het gerealiseerde curriculum ongemerkt wordt beïnvloedt door de structuur van de huidige schoolchemie. Arie Rip stelde daar tegenover de strategie van het flexibel zoeken naar kleine gaatjes in bestaande structuren. Hij constateerde dat Van Berkels conclusie deze strategie verwerpt en vroeg naar de empirische onderbouwing hiervan. Dit leek mij een enigszins onmogelijke vraag, omdat het deel van het proefschrift waaruit deze conclusie werd getrokken (hfst. 1 t/m 3) naar mijn stellige indruk niet als een empirische studie was opgezet. De promovendus gaf in sommige van zijn antwoorden (op andere vragen) te kennen dat een belangrijk deel van zijn studie 'theoretisch' van aard was. Het werd in de discussie niet geheel duidelijk of de vraag naar empirische onderbouwing hier onterecht was, en ook niet, welke eisen dan gesteld kunnen worden aan een niet-empirische, of theoretische, onderbouwing.

Theoretisch of niet, de vraag waaraan in dit proefschrift gewerkt wordt is belangrijk genoeg: op welke wijze kan in een vernieuwing van het chemieonderwijs worden ontsnapt aan de structuur van de, op dit moment dominante, schoolchemie? Deze vraag komt naar voren uit een korte beschouwing van de geschiedenis van vernieuwingen en modernisering, beginnend met Nuffield in de jaren zestig tot en met Salters aan het eind van de vorige eeuw: de sporen die deze projecten hebben nagelaten lijken niet in overeenstemming met hun revolutionaire ambities.

Een curriculum kan op verschillende manieren een *nadruk* leggen. De curriculumnadrukken, die door Roberts zijn omschreven als 'solide basis' (je leert X omdat je het later nodig hebt voor Y) en 'correcte verklaringen' (je leert X omdat X waar is), zijn nog steeds dominant. Dit in tegenstelling tot de curriculumnadruk 'structuur van de discipline' (doorzien hoe een chemicus werkt en redeneert) of 'dagelijks leven' (leren om problemen uit je omgeving te begrijpen). Toegegeven, 'dagelijks leven', de laatste mode, is als curriculumnadruk in bestuurskringen nu erg populair, je zou zelfs kunnen zeggen dominant, maar in hoeverre het chemieonderwijs hierdoor fundamenteel zal veranderen is nog een open vraag. De inspanningen van de commissie Van Kooten zijn niet de eerste die in deze richting gaan. Het Salters project in Engeland had vergelijkbare doelstellingen.

Vooraf aan de vraag "hoe" te ontsnappen, gaat natuurlijk de vraag "waarom" we zouden willen ontsnappen en "waar naartoe". Door het onderscheiden van diverse curriculumnadrukken wordt duidelijk, dat het doel van de ontsnap-

ping verschilt voor de diverse vernieuwingsprojecten uit het verleden. De redenen die Van Berkel zelf aanvoert om te willen ontsnappen aan de traditionele schoolchemie zijn tweeledig:

- 1) Van Berkel stelt in navolging van Kuhn dat de schoolchemie een dogmatisch karakter heeft. Modellen en theorieën worden overgedragen alsof het feiten zijn. De ontstaansgeschiedenis van een theorie wordt vervalst, zodat een kritische beoordeling door de lerende onmogelijk wordt. Joling *et al.* (1990) lieten zien hoe de biochemicus Thomas Cech werd gehinderd door het dogma “alle biokatalysatoren zijn eiwitten” uit de studieboeken van zijn tijd, bij zijn ontdekking dat RNA een katalytische rol heeft. Joling noemt dit verschijnsel *verstudieboeking* (het tot studieboek worden van theorieën en concepten), Van Berkel spreekt van ‘normale schoolchemie’ in navolging van Kuhns ‘normale wetenschap’.
- 2) Het overgrote deel van de leerlingen die op de middelbare school met chemie in aanraking komen, zal niet voor een chemiestudie kiezen. Van Berkel argumenteert dat de huidige schoolscheikunde alleen als een afgeronde opleiding is te zien, als de eerste jaren van de chemiestudie aan de universiteit erbij worden geteld. Voor de meerderheid van de leerlingen is de opleiding dus niet afgerond, en deze leidt niet tot een voor hen nuttig doel. Een project zoals Salters wordt door Van Berkel gewaardeerd als poging om te komen tot een schoolscheikunde die voor alle leerlingen relevant is.

Beide redenen om te willen ontsnappen aan de dominante schoolscheikunde verschillen van elkaar, doordat de eerste reden evengoed zou kunnen gelden voor toekomstige chemici (de geschiedenis van Thomas Cech geeft dit aan) als voor toekomstige burgers. Thomas Kuhn argumenteert weliswaar dat een dogmatische opleiding functioneel is als voorbereiding op normale wetenschap. Maar wetenschap kent behalve normale ook revolutionaire perioden, zoals Kuhn zelf heeft geanalyseerd. We zouden het vermoeden kunnen opperen dat “kleine” revoluties (zoals de ontdekking van katalytisch RNA) relatief veel voorkomen, en dat iedere wetenschapper derhalve niet alleen op normale wetenschap, maar ook op deelname aan kleine of grote revoluties zou moeten worden voorbereid. Dit standpunt wordt door Van Berkel niet met zoveel woorden uitgesproken, maar hij citeert wel met instemming Karl Popper die zijn afschuw uitspreekt over Kuhns schets van het onderwijs: “The normal scientist, in my view, has been taught badly” (Van Berkel, p.60). Poppers bezwaren betreffen het effect van dit onderwijs op toekomstige wetenschappers, hij spreekt niet in de eerste plaats over burgers. De tweede reden voor Van Berkel om te willen ontsnappen aan de normale schoolscheikunde is daarentegen beperkt tot toekomstige burgers.

Beide redenen om te willen ontsnappen leiden niet per sé tot dezelfde curriculumnadruk. Het willen ontsnappen aan het dogmatisch karakter van de schoolscheikunde (reden 1) kan bijvoorbeeld worden nagestreefd in een structuur-van-de-discipline curriculum, met veel aandacht voor modellen en hun veronderstellingen, of in een leerling-als-wetenschapper (“self-as-explainer”) curriculum waarin leerlingen worden uitgedaagd om zelf verklaringen te construeren. Reden (2) daarentegen leidt bijna steeds tot een “dagelijks leven” of “wetenschap en samenleving” curriculumnadruk zoals bij Salters. In een dergelijk curriculum kunnen de pogingen om chemische theorieën kritisch op

waarde te schatten schaars blijven, want hoe relevant is dit tenslotte voor toekomstige burgers?

Van Berkel stelt dat, om te kunnen ontsnappen aan de structuur van de huidige schoolscheikunde, het nodig is om de structuur waaruit je wilt ontsnappen goed te kennen. Dit is de eerste plaats om te begrijpen waarom eerdere projecten zo weinig invloed op lange termijn hadden. Zodra dit begrepen is zouden we kunnen proberen het beter te doen.

De beste onderbouwing van deze conclusie ('Condition One', hoofdstuk 3, p.94) is mijns inziens te vinden in hoofdstuk 5, het meest empirische hoofdstuk van dit proefschrift. Hier toont Van Berkel hoe een stilzwijgende consensus over een volgorde van te leren chemische basisbegrippen mede bepalend is voor de uiteindelijke inhoud van een leereenheid 'metalen', welke vooral over het probleem van corrosie zou moeten gaan. Tegen het uitgesproken uitgangspunt "*...concepten en verklaringen moeten op natuurlijke wijze voortkomen uit de bestudering van situaties uit het dagelijks leven en moeten alleen geïntroduceerd worden als ze nodig zijn...*" in, worden diverse chemische concepten geïntroduceerd die voor het begrijpen en beheersen van corrosie op dat moment niet nodig waren.

Van Berkel toont hoe diverse uitdrukkingen dubbelzinnig worden gebruikt, waarbij enerzijds gezinspeeld wordt op maatschappelijke, en anderzijds op chemische relevantie. Zo wordt door leerlingen een onderzoek gedaan naar 'het gemak' waarmee diverse metalen corroderen. Dit onderzoek wordt echter deels uitgevoerd met metalen (natrium) en onder omstandigheden (in water, bij verhoogde temperatuur) die weinig overeenkomst vertonen met het maatschappelijke probleem van corrosie. De auteurs lijken eerder gericht op het vaststellen van de verdringingsreeks van de metalen, een concept uit de evenwichtsleer. Dit terwijl corrosie als maatschappelijk fenomeen behalve door evenwichtsvoorwaarden ook door kinetiek is bepaald. 'Gemak van corroderen' is hier dus dubbelzinnig gebruikt, namelijk enerzijds voor een term uit de evenwichtsleer (de verdringingsreeks, idealiter vast te stellen door het meten van electrodepotentialen bij evenwicht), anderzijds voor een complex maatschappelijk fenomeen dat door vele factoren wordt bepaald, en dat daarom onderzocht moet worden onder relevante omstandigheden. En hele serie van dergelijke dubbelzinnigheden in de Salters leereenheid over metalen wordt naar boven gehaald:

- Onderzoeken we corrosie of oxidatie?
Dit is niet hetzelfde: bij corrosie speelt behalve zuurstof nog een andere stof (water) een rol.
- Onderzoeken we verbranding of oxidatie?
Dit is niet hetzelfde: de term verbranding is voor leerlingen beperkt tot een gebeurtenis met vuurverschijnselen.
- 'Een metaal', bedoelen we het voorwerp of het materiaal?
Als gezegd wordt dat een vers gesneden plakje natrium 'dof' wordt, dan slaat deze uitspraak op het oppervlak, de textuur, dus het voorwerp.
- 'Een metaal', bedoelen we de zuivere stof of het element?
Voor het begrijpen van corrosie lijkt het overbodig te weten dat een metaal niet verder kan worden ontleed.
- 'Stof', bedoelen we een zuivere stof, of een ingrediënt in een recept?
Maatschappelijk zijn legeringen, dus mengsels, belangrijker dan wat de

chemicus zuivere metalen noemt. Van Berkel argumenteert dat daarom de term mengsel voorop zou kunnen staan, in plaats van zuivere stof.

Voor een chemicus is dit een revolutionair standpunt. Voor een chemicus *bestaat* een mengsel *uit* diverse zuivere stoffen (samenstelling als toestand). Het mengsel is dus onbegrijpelijk als we niet eerst zuivere stoffen begrijpen. Een leek echter ziet een mengsel heel anders: het is gemaakt door enkele materialen te mengen (samenstellen als proces). De uitgangsmaterialen bij het mengen hoeven in deze visie niet zuiver te zijn, dus we hoeven niet eerst zuivere stoffen te begrijpen voordat we mengsels begrijpen.

Bij al deze dubbelzinnigheden is steeds één van beide betekenissen maatschappelijk van belang, de andere betekenis komt uit de traditionele schoolscheikunde. Van Berkel laat zien dat dikwijls de maatschappelijk relevante betekenis als vlag dient op een schuit die voornamelijk een zuiver chemische betekenis transporteert. Het heen en weer wisselen tussen beide betekenissen gebeurt op bedekte wijze:

"These context switches are not presented explicitly, but are introduced covertly."
(Van Berkel, p.199) (vgl. Kaper & Ten Voorde, 1991)

Het is alsof de auteurs zelf de dubbelzinnigheid van door hen gebruikte termen niet opmerken. Hierdoor kunnen zij blijven denken dat zij *tegelijk* goede basale scheikunde onderwijzen *en* de relevantie hiervan laten zien. Door de dubbelzinnigheid van gebruikte termen gebeurt echter geen van beide op een duidelijke of consistente manier.

In dit licht is "Condition One" (p.94) goed te rechtvaardigen: *"in order to escape, we have to know what to escape from"*. Een auteur van een leerboek moet zich bewust zijn van de diverse idealisaties en abstracties (zuivere stof, element) die gebruikelijk zijn in de schoolchemie, om hiervan afstand te kunnen nemen. Zonder die afstand zal hij de betreffende idealisaties overal vanzelfsprekend toepassen, ook als dit vanuit het standpunt van een maatschappelijke interesse helemaal niet voor de hand ligt. Ook begrijpen we nu het laatste aandachtspunt van 'Condition Three', waar de hooggeleerde opponent Rip naar vroeg: *"Check the newly chosen curriculum emphasis for consistency at all curriculum levels: from the visionary, designed curriculum up to the taught and experienced curriculum level"* (p.94).

Berkel, B. van (2005). *The Structure of Current School Chemistry - A quest for conditions for escape*. Proefschrift Universiteit Utrecht. CDβ Press.

Referenties

- Joling, E., Voorde, H.H. ten & Verdonk, A.H. (1990). Verstudieboeking: de totstandkoming van feiten beschouwd vanuit een didactische optiek. *Tijdschrift voor didactiek der β-wetenschappen* 8, 197-221.
- Kaper, W.H. & Voorde, H.H. ten (1991). Problemen in de begripsontwikkeling in relatie tot de aanpak van docent en studieboek-schrijver. *Tijdschrift voor didactiek der β-wetenschappen* 9, 3-28.