

Proefschrift Martin Vos

Interaction between teachers and teaching materials. On the implementation of context-based chemistry education

Bespreking door:

Hanna Westbroek

Curriculum Ontwerp en Onderwijs Innovatie, Universiteit Twente

Martin Vos promoveerde op 30 september 2010 met een onderzoek naar de vernieuwing van het scheikundeonderwijs. Het traditionele scheikundeonderwijs is overladen, wordt door leerlingen als abstract en weinig relevant ervaren en heeft zwakke relaties met huidige scheikundige praktijken (Gilbert, 2006; De Vos, Bulte & Pilot, 2002). Momenteel wordt een nieuw scheikundecurriculum ontwikkeld voor de bovenbouw havo en vwo om deze problemen aan te pakken. In het nieuwe curriculum worden contexten gebruikt als leidraad voor de selectie en uitwerking van scheikundige inhoud (Driessen & Meinema, 2003). De contexten zijn ontleend aan authentieke scheikundige praktijken en moeten herkenbaar en relevant zijn voor leerlingen. Ze moeten aansluiten en voortbouwen op de voorkennis van leerlingen en vragen oproepen aan de hand waarvan concepten geïntroduceerd kunnen worden (*need-to-know*). De vernieuwing beoogt daarbij een verschuiving van docent-georiënteerde activiteiten naar meer leerling-georiënteerde activiteiten.

Docenten worden steeds meer en eerder betrokken bij curriculum innovaties. Onderzoek wijst uit dat dit belangrijk is om een curriculum innovatie te laten slagen. Modules Nieuwe Scheikunde zijn dan ook grotendeels ontworpen door docenten. De verwachting is dat dit een gevoel van eigenaarschap over de innovatie bevordert onder docenten en dat het bijdraagt aan op de innovatie gerichte professionalisering van docenten. Het onderzoek van Vos richt zich echter niet zozeer op deze 'voorlopers', maar juist op de grote groep scheikundedocenten die een minder actieve rol spelen in het innovatieproces. Deze groep zal op een gegeven moment de nieuwe curriculummaterialen moeten gaan implementeren. Het gaat om docenten die ervaren zijn in het geven van traditionele scheikunde en die zich een nieuwe aanpak en pedagogie eigen moeten maken. Vos gaat ervan uit dat het leerproces van deze groep docenten in belangrijke mate gestuurd wordt door de curriculummaterialen waarmee de docenten moeten gaan werken, als prototypische uitwerkingen van de innovatie (Davis & Krajcik, 2005). Uitgangspunt van het onderzoek is dat een curriculuminnovatie geslaagd is wanneer er voldoende coherentie bestaat tussen het door de ontwerpers beoogde curriculum en het door de docenten geïmplementeerde curriculum.

De hoofdvraag van het onderzoek luidt: *Welke kenmerken van de interactie tussen innovatieve, op context gebaseerde, curriculummaterialen en docenten bevorderen of verhinderen implementatie in de lijn van de bedoelingen van de ontwerpers?* Het onder-

zoek moet richtlijnen opleveren voor het ontwerpen van de curriculummaterialen en voor de professionaliseringstrajecten die implementatie bevorderen.

Vos heeft vier deelstudies uitgevoerd. In een eerste deelstudie heeft Vos een analyse-instrument ontwikkeld en beproeft dat in het verdere onderzoek een centrale rol speelt bij het verzamelen en analyseren van de data met betrekking tot het implementatieproces van modules. De analyse is gericht op het vaststellen van eventuele (in)coherenties tussen het beoogde en het geïmplementeerde curriculum. Op grond van deze analyses identificeert Vos vervolgens welke factoren implementatie bevorderen dan wel tegenwerken. Voor de ontwikkeling van dit instrument, een tweedimensionale matrix bestaande uit negen cellen (zie fig.1), heeft Vos gebruik gemaakt van vier theoretische perspectieven.

- a. *Goodlads curriculum* representaties (1979) zijn uitgezet langs de verticale as van de matrix. Dit maakt het mogelijk om de intenties van de ontwerpers zoals die zich bijvoorbeeld manifesteren in de visiedocumenten en in de modules die docenten gaan implementeren (*intended curriculum*) te vergelijken met de percepties van docenten van de vernieuwing en van het curriculummateriaal als een uiting daarvan (*perceived curriculum*) en met de manier waarop docenten een module daadwerkelijk implementeren in de klas (*operational curriculum*).
- b. Vos gebruikt de abstractieniveaus van Van Hiele (1986) om het ontwerp op verschillende niveaus te kunnen typeren en af te zetten tegen verschillende niveaus in het denken en handelen van de docenten. De abstractieniveaus – het grond, beschrijvend en theoretisch niveau – zijn uitgezet langs de horizontale as van de matrix.

Voor de typering van het contextonderwijs en de precieze invulling van de negen cellen, maakt Vos gebruik van Roberts (1982) *curriculum emphases* en van het concept onderwijsfuncties (Vermunt & Verloop, 1999).

- c. Een *curriculum emphasis* is een set van samenhangende metaboodschappen aan leerlingen die een visie reflecteert op scheikunde, de maatschappij, de student en de docent. Een *curriculum emphasis* manifesteert zich in de materialen en methode (het ontwerp), de manier waarop het vak gegeven wordt door de docent, en de manier waarop getoetst wordt. Voor dit onderzoek zijn drie 'emphases' belangrijk: (1) Fundamentele Scheikunde (FS), (2) Scheikunde, Technologie en Maatschappij (STM) en (3) Kennisontwikkeling binnen Scheikunde (KOS). Nieuwe Scheikunde impliceert volgens Vos een verschuiving van FS - leerlingen moeten de belangrijkste scheikundige concepten leren ter voorbereiding op een vervolgstudie - naar STM en KOS.
- d. Vos gebruikt het idee van onderwijsfuncties (Vermunt & Verloop, 1999) om een brug te slaan tussen het abstracte concept van een 'curriculum emphasis' en de uitwerking in concrete onderwijsactiviteiten. Onderwijsfuncties (bijvoorbeeld motivatie, activering van voorkennis, kennisvergaring, toetsing) vormen de componenten van

een onderwijsstrategie. Volgens Vos is de manier waarop onderwijsfuncties worden vervuld – de type activiteiten – typerend voor een specifieke *curriculum emphasis*.

Levels of Thinking and Acting				
		Theoretical level	Descriptive level	Ground level
Curriculum Representations	Intended curriculum as presented to teachers	<p><i>The emphasis as intended by the designers of the teaching materials:</i> A description of the theory-based objectives underlying the context-based materials, categorised into three different emphases (FC, CTS and KDC) ①</p>	<p><i>The intended teaching-learning strategy as incorporated in the operational structure of the unit:</i> A description of the operational and instructional goals categorised using instructional functions like 'motivation', 'acquisition', 'orientation', etc. ②</p>	<p><i>Instructions to the teachers meant to incite specific teaching activities:</i> Instructions, meant to steer routine-based teaching activities, implicitly and explicitly interwoven in the materials, for instance by the way the context is used. ③</p>
	Perceived Curriculum	<p><i>The emphasis as perceived by the teacher deduced from the materials available:</i> The objectives as recognized and as intended to implement in classroom practice by the teacher, strongly influenced by his personal emphasis orientation ④</p>	<p><i>The teaching-learning strategy as it is perceived by the teacher:</i> Practical and instructional considerations of the teacher about the strategy to be followed, also categorised and interpreted using instructional functions. ⑤</p>	<p><i>The teaching activities necessary to be implemented in the view of the teacher:</i> Activities that automatically follows from the materials according to the teachers. This is based on their routines and intuition. ⑥</p>
	Operational Curriculum	<p><i>The emphasis according to which is taught in classroom practice:</i> The objectives according to which teaching takes place, deduced, from the observed practice and interviews after each lesson. ⑦</p>	<p><i>The teaching-learning strategy followed by the teacher:</i> An inventory of the instructional functions used in classroom practice and an interpretation of the way these are used to serve the chosen teaching-learning process. ⑧</p>	<p><i>Teaching activities shown in classroom practice:</i> Activities shown while teaching which occur based on routines and intuition of the teacher and are directly linked to classroom situation. Hence, for these they do not have specific argumentation. ⑨</p>

Figuur 1. Het analyse-instrument

Vos onderzocht in de drie volgende deelstudies hoe ervaren scheikunde docenten omgaan met op contexten gebaseerde scheikundemodules. De docenten in de deelstudies verschilden in de ervaring die ze hebben met het implementeren van contextonderwijs. Ook werd de implementatie van nieuwe scheikundemodules door Nederlandse docenten vergeleken met de implementatie van vergelijkbare *Chemie im Kontext* (Chik) modules door Duitse docenten. De volgende deelstudies werden uitgevoerd:

1. Drie docenten, die geen ervaring hebben met contextonderwijs, implementeren een module over 'leren onderzoeken'.
2. Vier docenten hebben in verschillende mate ervaring met *Chemie im Kontext*-modules (variërend van novice tot expert). Elk van de vier docenten implementeren een module uit deze methode (niet allemaal dezelfde).
3. Twee docenten implementeren voor een tweede resp. derde keer een Nieuwe Scheikundemodule over 'leren onderzoeken'.

Met behulp van het analyse-instrument heeft Vos voor elke deelstudie implementatieprocessen systematisch en volgens een vaste, in detail uitgewerkte procedure inhoudelijk gevolgd. In het onderzoek is steeds uitgegaan van 'goed materiaal', dat wil zeggen dat voor elke casus via documentanalyse (visiedocumenten, docentenhandleiding en leerlingmateriaal) en interviews met de ontwerpers steeds is nagegaan of een module een goede afspiegeling is van de innovatie (geen incongruenties tussen het ideale en formele en/of geschreven curriculum). Dit perspectief van de ontwerpers is in verschillende deelstudies steeds afgezet tegen het perspectief van de docenten: hun opvattingen over scheikundeonderwijs en over de innovatie (interviews en vragenlijst), hoe ze de module interpreterden in termen van onderwijsfuncties, hoe in het ontwerp de onderwijsfuncties koppelden aan concrete activiteiten en hoe ze de module tenslotte uitvoerden de klas.

Het analyse-instrument is gevalideerd in een pilotstudie, waarbij drie docenten worden gevolgd wanneer ze een module nieuwe scheikunde implementeren. De betrouwbaarheid van de bevindingen en conclusies van Vos worden geëvalueerd door twee onafhankelijke experts. Vos concludeert dat het moeilijk bleek om op grond van concrete activiteiten vast te stellen of er sprake was van een (in)coherente *emphasis*. Ook bleek het lastig om een duidelijk onderscheid te maken tussen grondniveau en beschrijvend niveau.

Voor docenten die geen ervaring hadden met nieuwe scheikunde bleek dat het belangrijk was om zeer concrete aanwijzingen te krijgen over hoe activiteiten precies uitgevoerd kunnen worden in de klas (het 'grondniveau' volgens Vos). Voor docenten die ervaring hadden met een specifieke module bleken dergelijke aanwijzingen van minder belang. Opvallend is dat opvattingen die docenten hebben over scheikundeonderwijs (FS, STM of KOS), en of die opvattingen wel of niet overeenstemmen met de opvattingen van de ontwerpers, adequate implementatie niet verhinderden bij docenten zonder ervaring met contextonderwijs. Het lijkt of docenten eerst ervaring met het contextonderwijs nodig hebben om in staat te zijn om materialen aan te passen aan hun visie. Docenten die al eerder een bepaalde module hadden gegeven, en wiens visie op scheikundeonderwijs niet in overeenstemming bleek met de visie van de ontwerpers, pasten de module in een tweede ronde namelijk wel aan.

Tevens blijkt van belang of docenten de argumentatie achter bepaalde activiteiten in het ontwerp begrijpen en kunnen koppelen aan onderwijsfuncties en aan uitgangspunten van de innovatie (context als leidraad, *need-to-know* en leerlinggeoriënteerde activiteiten). De aard van het ontwerp bleek ook van invloed. In chik-modules moeten de contexten aanleiding geven tot gerichte vragen van leerlingen. Omdat de contexten nogal algemeen en breed zijn, hadden alle docenten moeite om dit proces goed vorm te geven. Voor de docenten die chik implementeerden, ervaren of niet, bleek dat concrete aanwijzingen om dit proces goed te kunnen sturen nodig zijn.

Op grond van deze bevindingen komt Vos tot vier factoren die een adequate implementatie beïnvloeden:

1. De materialen moeten een adequate afspiegeling zijn van de innovatie.

2. Ondersteuning met betrekking tot het implementeren van activiteiten is wenselijk.
3. Competenties met betrekking tot het begrijpen van de innovatie en het ontwerp als afspiegeling daarvan zijn nodig.
4. Overeenstemming van visies tussen ontwerpers en docenten bevorderen adequate implementatie.

Vos heeft een gedegen werk afgeleverd en richt zich met zijn onderzoek op een belangrijk en zeer relevant onderwerp. Het onderzoek richt zich nu eens niet op de voorlopers van een innovatie – er is momenteel veel aandacht voor de docent als medeontwerper van innovaties – maar juist op de vaak onderbelichte, grote groep docenten die geen zeer actieve rol speelt in de vormgeving van een curriculuminnovatie, maar die wel op een zeker moment nieuwe curriculummaterialen moeten gaan implementeren. Ondanks dat de communicatie over de scheikunde-innovatie intensief is (websites, workshops) en docenten uitdrukkelijk zoveel mogelijk zijn betrokken bij het ontwerpproces, is de realiteit dat een grote groep docenten nog weinig ervaring heeft met het nieuwe scheikundeonderwijs. Het is mijns inziens dan ook terecht dat Vos concludeert dat voor deze docenten het materiaal (zoals leerling-materiaal en docentenhandleiding) in belangrijke mate de leerprocessen van docenten zal (moeten) aansturen.

Het instrument dat Vos heeft ontwikkeld – en dat een centrale functie vervuld in alle deelstudies - biedt een origineel perspectief op implementatie. Vos heeft creatief gebruik gemaakt van bestaande, in verschillende contexten ontwikkelde theoretische perspectieven, met als doel heel precies te kunnen vaststellen waar 'het mis gaat' in het implementatieproces en in welke gevallen het proces juist goed verloopt. Wat mij betreft komen we hiermee meteen bij de achilleshiel van het onderzoek.

De Van Hieleniveaus – een van de pijlers van het instrument – beschrijven stadia in een leerproces. Van Hiele stelde dat leerlingen deze stadia in denken in een vaste volgorde moeten doorlopen, willen ze zich een specifiek wiskundig onderwerp binnen bijvoorbeeld het domein van de meetkunde eigen maken. De Van Hiele-niveaus worden vaak gebruikt om instructie te ontwerpen, met het oog op specifieke inhoudelijke leerdoelen, en te evalueren. Voor een onderwerp worden bijbehorende abstractieniveaus dan inhoudelijk uitgewerkt. Dit vormt een raamwerk voor de fasering van een onderwijsleerproces. Er is sprake van een duidelijke inhoudelijke relatie tussen de niveaus. In zijn proefschrift werkt Vos een dergelijke relatie tussen de kolommen van zijn instrument mijns inziens niet helder uit. Vos spreekt wel over leerprocessen van de docenten die op gang moeten worden gebracht door de materialen, maar onduidelijk is wat die leerprocessen concreet inhouden en welke stadia in denken docenten zouden moeten doorlopen bij de implementatie van een specifieke module (een modulespecifieke uitwerking van *gestalt*-, schema- en theorie-niveau, cf Korthagen & Lagerwerf). Met andere woorden, de relatie tussen denken over en handelen naar de uitgangspunten van nieuwe scheikunde (of chik), het concept *curriculum emphasis*, het concept onderwijsfunctie en een grondniveau van activiteiten wordt

niet duidelijk uitgewerkt in het proefschrift. Bij het lezen van het proefschrift dringt dan ook de vraag op welke criteria Vos nu precies ontwikkeld heeft voor elk abstractieniveau, om bijvoorbeeld vast te kunnen stellen of een specifieke module wel of niet een goede afspiegeling is van de beoogde innovatie. En op grond waarvan concludeert Vos nu precies dat er voldoende verband is tussen, laten we zeggen;

Activities shown while teaching which occur based on routines and intuition of the teacher and are directly linked to the classroom situation. (ground level, cel 9)

en:

An inventory of instructional functions used in classroom practice and an interpretator of the way these are used to serve the chosen teaching-learning process? (descriptive level, cel 8)

Achterliggend probleem lijkt mij dat de relatie tussen theorie en praktijk nu eenmaal problematisch is (zie ook diSessa & Cobb, 2004). Abstracte uitgangspunten zoals de keuze voor een context-concept benadering waarin concepten op een 'need-to-know' basis aangeboden worden, en de keuze voor een bepaalde 'curriculum emphasis' kunnen ontwerpers en docenten wel een oriëntatie bieden maar geven nu eenmaal weinig richting aan het ontwerpen van concrete instructie. Er zijn niet voor niks vier verschillende leerlijnen nieuwe scheikunde ontwikkeld. Die concrete invulling is echter wel zeer bepalend voor de onderwijspraktijk (Davis & Krajcik, 2005).

Dit neemt niet weg dat het onderzoek een interessante inkijk biedt in het denken en handelen van docenten die zich aan de hand van innovatieve curriculummaterialen een nieuwe onderwijsaanpak eigen moeten maken. Projecten als Nieuwe Scheikunde, maar ook andere grootschalige curriculuminnovaties, zouden er goed aan doen om de bevindingen van dit onderzoek ter harte te nemen bij de implementatie van het nieuwe curriculum.

Literatuur

- Davis, E.A. & Krajcik, J.S. (2005). Designing educative curriculum materials to promote teacher learning. *Educational Researcher*, 34(3), 3-14.
- diSessa, A. A. & Cobb, P. (2004). Ontological innovation and the role of theory in design experiments. *Journal of the Learning Sciences*, 13(1), 77-103.
- Driel, J.H. van, Bulte, A.M.W. & Verloop, N. (2005). The conceptions of chemistry teachers about teaching and learning in the context of a curriculum innovation. *International Journal of Science Education*, 27(3), 303-322.
- Driessen, H.P.W. & Meinema, H.A. (2003). *Chemistry between concepts and context, designing for renewal*. Enschede, SLO, Stichting Leerplanontwikkeling. (www.nieuwescheikunde.nl/00004/00001/).
- Gilbert, J.K. (2006). On the nature of 'context' in chemical education. *International Journal of Science Education*, 28(9), 957-976.

- Goodlad, J. (1979). *Curriculum inquiry: the Study of educational practice*. New York: McGraw-Hill.
- Hiele, P.M. van (1986). *Structure and Insight: a theory of mathematics education*. New York: Academic Press.
- Korthagen, F.A.J. & Kessels, J.P.A.M. (1999). Linking theory and practice: Changing the pedagogy of teacher education. *Educational Researcher*, 28(4), 4-17.
- Roberts, D.A. (1982). Developing the concept of 'curriculum emphasis' in science education. *Science Education*, 66(2), 243-260.
- Vermunt, J.D. & Verloop, N. (1999). Congruence and friction between learning and teaching. *Learning and Instruction*, 9(3), 257-280.
- Vos, W. de, Bulte, A.M.W. & Pilot, A. (2002). Chemistry curricula for general education: Analysis and elements of a design. In: J.K. Gilbert, O. de Jong, R. Justi, D.F. Treagust & J.H. van Driel (Eds.), *Chemical Education: Towards research-based Practice* (pp. 102-124). Dordrecht, The Netherlands: Kluwer Academic Press.