

Leren van scheikundedocenten in een leergemeenschap: leermateriaal herontwerpen en in de klas gebruiken

Fer Coenders

Universiteit Twente, Faculteit Gedragwetenschappen, Instituut ELAN

Introductie

In 2013 worden voor de natuurwetenschappelijke vakken nieuwe examenprogramma's havo en vwo ingevoerd. Bij scheikunde is dit programma ontworpen door een door de Minister van O, C & W ingestelde Stuurgroep Nieuwe Scheikunde, die vanaf 2003 leiding heeft gegeven aan het ontwerpproces (Apotheker, 2010). Uitgangspunt voor dit nieuwe programma is een context-concept benadering, waarin leerlingen scheikundige concepten leren uitgaande van een context (Bencze & Hodson, 1999; Driessen & Meinema, 2003). Een context-concept benadering betekent een ingrijpende verandering ten opzichte van de huidige lespraktijken. Zo zal de oriëntatie ten aanzien van het onderwijzen van de natuurwetenschappen veranderen wat gevolgen heeft voor de doelen voor het scheikunde onderwijs, en voor de aard van het lesgeven en het leren (Friedrichsen, Driel, & Abell, 2011). Ook komen er andere conceptuele inhoud die dichter bij het hedendaagse onderzoek staan, en een andere volgorde waarin concepten worden aangeboden. Het onderwijsleerproces zal starten met een aansprekende context. De autonomie voor leerlingen in de klas om vanuit de context zelf de vorm en inhoud van het leren te bepalen wordt groter. En tenslotte horen bij deze nieuwe doelen en aanpakken corresponderende andere manieren van toetsing en toetsinstrumenten. Kortom, context-concept onderwijs heeft gevolgen voor de doelen van onderwijs, voor de leerinhoud en daarmee voor de leermaterialen en de didactiek, en voor de toetsing.

Als docenten dit nieuwe examenprogramma in 2013 moeten invoeren, zullen ze zich op deze curriculumverandering moeten voorbereiden, en zullen in ieder geval hun vakdidactische kennis¹ en opvattingen in overeenstemming moeten brengen met de nieuwe eisen (Cotton, 2006; Pintó, 2005). Uit de literatuur blijkt dat dit een complex maar noodzakelijk proces is wat tijd zal kosten (Fullan, 1998), en dat docenten verschillende manieren van leren gebruiken (Henze, van Driel, & Verloop, 2009). Uit eerdere studies bleek dat scheikundedocenten die onder leiding van een coach in een kleine groep gezamenlijk een module ontwerpen en deze in hun klas gebruiken zich op vakdidactische terreinen flink ontwikkelen (Coenders, Terlouw, Dijkstra, & Pieters, 2010). Docenten die deze modules slechts in hun klas gebruiken zonder bij het ontwerpproces betrokken te zijn, komen nauwelijks tot nieuwe vakdidactische kennis en opvattingen (Coenders, 2010). De docent-ontwikkelaars hebben veel tijd nodig om het hele proces te doorlopen en daarmee is dit een kostbare vorm van professionalisering van grote groepen docenten. Vanwege de tijd en de daarmee gepaard gaande kosten is het niet realistisch om alle scheikunde docenten een module mee te laten ontwerpen. De vraag is daarom of docenten zich vergelijkbaar professioneel kunnen ontwikkelen als er een tussenvorm wordt gekozen: docenten die in een groep (Docent Ontwikkel Team, DOT), onder leiding van een coach, een bestaande module herontwerpen en deze in hun klas gebruiken (Penuel et al., 2008; Stolk, De Jong, Bulte, & Pilot, 2011). Bij het vormgeven van het DOT hebben we ons laten leiden door de Nederlandse context en door de kenmerken voor succesvolle professionalisering van Desimone (2009; 2011) zoals: (a) inhoud gericht op de vakinhoud en op de wijze waarop leerlingen zich de vakinhoud eigen maken, (b) actieve betrokkenheid en actief leren van deelnemers, (c) samenhang in de professionele ontwikkelingsactiviteiten, (d) duur, minimaal een trimester met 20 uur contacttijd, en (e) samenwerking

¹ We bedoelen hiermee dat deel van de vakdidactiek wat in de Angelsaksische literatuur met Pedagogical Content Knowledge wordt aangeduid.

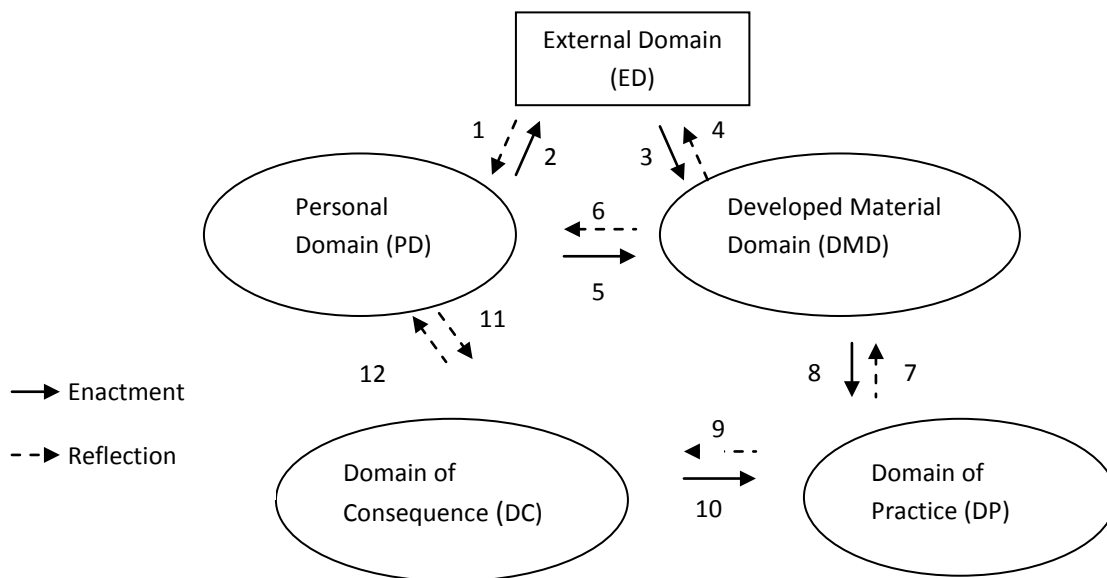
in gemeenschappen. Een DOT is een operationalisatie van deze kenmerken en kan daarmee een belangrijke bijdrage leveren aan een effectieve maar ook efficiënte wijze van professionaliseren. Hieronder zal eerst het theoretisch kader van de studie worden beschreven en daarna de context waarin de studie heeft plaatsgevonden.

Theoretisch kader

Docenten gebruiken hun Pedagogical Content Knowledge (PCK) bij het uitvoeren van hun taken. Wij gebruiken de vijf PCK domeinen zoals ze door Magnusson, Krajcik, & Borko (1999) zijn onderscheiden: kennis en opvattingen over (1) doelen van onderwijs in de natuurwetenschappen, (2) programma's en materialen, (3) instructiestrategieën, (4) leerproblemen bij specifieke onderwerpen, en (5) toetsing. Onderwijservaring is een belangrijke bron voor PCK ontwikkeling (Schneider & Plasman, 2011; Van Driel, Verloop, & De Vos, 1998) Van Driel, Verloop, & De Vos, 1998). Bij een nieuw curriculum missen docenten deze ervaring en zullen ze zeker de vijf hiervoor beschreven PCK-domeinen moeten (her)ontwikkelen, liefst in onderlinge samenhang (Schneider & Plasman, 2011).

Figuur 1 laat een door Coenders (2010) aangepast model zien (EIMPG), afkomstig van Clarke en Hollingsworth (2002), dat de processen beschrijft die een rol spelen bij de groei van professionele kennis van een docent in situaties waarin deze, samen met anderen, leermaterialen voor leerlingen (her)ontwerpen. Uitbreiding van het model van Clarke en Hollingsworth was noodzakelijk omdat het leren van docenten die leermaterialen ontwerpen in twee fasen bleek plaats te vinden. Deze fasen kunnen in het uitgebreide model beter worden onderscheiden: een *ontwikkelfase* en een *klas-gebruik fase*.

De *ontwikkelfase* bestaat uit het Persoonlijke Domein (PD), het Externe Domein (ED) en het Ontwikkelde Materialen Domein (DMD) (zie Figuur 1). Het Persoonlijke Domein is het domein van kennis en opvattingen van een docent, hier bevindt zich de PCK. In het Externe Domein komen docenten in aanraking met nieuwe kennis en ideeën, die ze kunnen verwerken in leermaterialen en strategieën voor klasgebruik. De specifieke invulling van het Externe Domein is voor het leerproces van de docenten



Figuur 1. Extended Interconnected Model of Teacher Professional Growth (EIMPG)

cruciaal omdat de docenten hier in aanraking komen met nieuwe ideeën, kennis, opvattingen, werkvormen, toetsvormen en instrumenten, en eigen ervaringen en zorgen kunnen uitwisselen. Ook praktische aspecten die een rol spelen bij het klas gebruik kunnen in het Externe Domein aandacht krijgen. Waardevolle aspecten voor het leren van leerlingen komen terecht in de leermaterialen in het Ontwikkelde Materialen Domein (DMD). De activiteiten in de *ontwikkelfase* leidt bij docenten in hun Persoonlijke Domein tot wat Clarke en Hollingsworth (2002) “change sequences” noemen, eerste aanzetten tot nieuwe kennis en opvattingen.

De *klas-gebruik* fase bestaat uit het Praktijk Domein (DP) (gebruik in de les), het Gevolgen Domein (DC) (leeropbrengsten bij leerlingen) en het Persoonlijke Domein (PD) (Figuur 1). Ervaringen hier opgedaan leiden tot “growth networks”, meer blijvende veranderingen, in het Persoonlijke Domein.

Enactment en *Reflection* vormen de krachtige mechanismen die zorgen voor verschillende feedback cycli in het model, daarmee wordt een leerproces voor een docent mogelijk gemaakt. Doel van een professionaliseringsprogramma is vergroting van de kennis en opvattingen in het Persoonlijke Domein (PD).

Context van de studie

Om docenten de gelegenheid te geven zich een beeld te vormen van Nieuwe Scheikunde, en hen voor te bereiden op invoering van het nieuwe examenprogramma, is een zogenaamd Docent Ontwikkel Team (DOT) opgezet. Het scheikunde DOT bestaat uit een groep docenten en een vakdidacticus die als coach fungeert. Door docenten van verschillende scholen te laten participeren worden de mogelijkheden om ervaringen uit te wisselen vergroot. Docenten nemen vrijwillig deel aan het DOT. Hun schoolleiding is gevraagd hiervoor 60 uur professionaliseringstijd beschikbaar te stellen en te zorgen voor een lesrooster dat deelname aan bijeenkomsten mogelijk maakt. Het DOT komt maandelijks bij elkaar voor een drie uur durende bijeenkomst, in totaal 10 keer in een schooljaar. Twee modules “nieuwe scheikunde”, die landelijk ontwikkeld zijn onder leiding van de Stuurgroep Nieuwe Scheikunde, zijn gezamenlijk geselecteerd onder andere op basis van het feit dat ze in de roosters van de scholen moeten passen. De gevolgde procedure ziet er op hoofdlijnen als volgt uit. Allereerst bestudeert elke docent de eerste geselecteerde module, en formuleert knelpunten en eventuele wijzigingsvoorstellen. Tijdens de bijeenkomst worden deze besproken tijdens de herontwerpdiscussies. Aan het eind van een bijeenkomst wordt het werk voor de volgende bijeenkomst verdeeld. Aangepaste versies en eventuele additionele materialen worden rondgestuurd ter bestudering en die worden bij de volgende bijeenkomst weer besproken. Per module zijn circa 3-4 bijeenkomsten beschikbaar voor dit herontwerpproces, daarna wordt de module in de klas gebruikt en worden de leerresultaten tijdens een volgende bijeenkomst besproken. Met een tweede module wordt vervolgens dezelfde procedure doorlopen.

Met de module *Geurtjes*, gebruikt in de 4^e klas, is het hele proces allereerst doorlopen in een proces van circa 5 bijeenkomsten, van september tot februari. Daarna is de tweede module (*Melkzuur, van spierpijn tot bioplastic*) herontworpen en in de klas gebruikt van januari tot en met juni. Deze module past in de 3^e klas tegen het einde van het schooljaar.

Het Externe Domein (ED, Figuur 1) in het DOT bestond onder andere uit de volgende bronnen: (a) uitgangspunten van context-concept chemie (Driessen & Meinema, 2003); (b) reeds ontwikkelde relevante modules voor “Nieuwe Scheikunde” op een drietal websites gepubliceerd; (c) literatuur en expertise over Samenwerkend Leren; (d) ervaringen op diverse terreinen van elk van de deelnemende docenten die onder andere ingebracht worden tijdens de bijeenkomsten; (e) aanpassingen aan apparatuur voor experimenten en eerste ervaringen daarmee. Het Externe Domein (ED) is het enige domein wat voor elke deelnemende docent hetzelfde is. Het Ontwikkelde Materialen Domein (DMD), bestaande uit de modules die in de klas gebruikt worden, is vrijwel gelijk maar er zijn varianten op de gezamenlijk ontworpen modules gemaakt, en sommige docenten gebruiken niet alle activiteiten uit de

module. Alle andere domeinen kennen een specifieke invulling per docent. Uiteindelijk gaat het in het DOT om het leren van docenten, dus om het beïnvloeden van het Persoonlijke Domein van elk van de deelnemers, specifiek om het vergroten van de PCK van elke docent.

De overkoepelende onderzoeksvraag was daarom: leidt deelname aan het DOT tot uitbreiding van vakdidactische kennis en opvattingen (PCK) van elke deelnemer? Meer specifiek: (1) Welke PCK leren docenten door samenwerking in een DOT? en (2) Waarvan leren ze?

Methode

Omdat het gaat om het vaststellen van veranderingen in kennis en opvattingen op het niveau van de individuele docenten is een meervoudige case studie methode gebruikt (Yin, 2003).

Participanten

Zes scheikundedocenten van vier verschillende scholen participeerden in het DOT in 2010-2011. Van twee scholen deden twee docenten mee. Alle docenten hebben zich vrijwillig aangemeld. Allen hebben een universitaire chemie opleiding afgerond op ten minste master niveau, en allen hebben een onderwijsbevoegdheid. Een van de deelnemende docenten heeft ervaring met Nieuwe Scheikunde, de anderen hebben nog geen modules gebruikt. Vijf docenten hebben meer dan tien jaar leservaring, een deelnemer is 3 jaar als docent actief.

Data verzameling

Om vast te stellen of en hoe docenten zich ontwikkelen zijn verschillende instrumenten gebruikt. Er is een vragenlijst vooraf, dus aan het begin van het schooljaar, gebruikt en een na afronding van het proces van herontwerp en gebruik in de klas van de eerste module (zie bijlage 1 en 2). Na gebruik van de eerste module zijn de deelnemende docenten geïnterviewd gebruik makend van een semigestructureerd interviewlijst. De vragen hebben een open karakter maar zijn wel gekoppeld aan specifieke vernieuwende elementen die in de module voorkomen. Er is vervolgens eerst vastgesteld of de geïnterviewde al eerder ervaring met dit element had, en zo nee of die ervaring nu door gebruik van de module wel is opgedaan en wat dat gebruik opleverde (zie bijlage 3). Na klasgebruik van de tweede module, dus aan het einde van het schooljaar, zijn de docenten op een vergelijkbare manier geïnterviewd gebruik makend van een semigestructureerde interviewlijst (bijlage 4). Voor het opstellen van de vragenlijsten en de interviewvragen is naast de didactische onderdelen die in de modules zijn gebruikt en tijdens het herontwerpproces zijn besproken gebruik gemaakt van context-concept kenmerken uit Nieuwe Scheikunde. In Figuur 2 staan de instrumenten in relatie tot de moduleontwikkeling aangegeven.

Vanaf januari 2011 zijn de DOT bijeenkomsten op audio opgenomen en gebruikt om bevindingen te valideren.

September 2010	Januari 2011	Juni 2011
DOT start met module "Geurtjes" (4 ^e klas havo en vwo)	"Geurtjes" gebruikt en besproken. "Melkzuur, van spierpijn tot bioplastic" opgepakt.	"Melkzuur, van spierpijn tot bioplastic" gebruikt in de klas en besproken.
<ul style="list-style-type: none"> • Vragenlijst • Semigestructureerd Interview 	<ul style="list-style-type: none"> • Vragenlijst • Semigestructureerd interview 	<ul style="list-style-type: none"> • Semigestructureerd interview

Figuur 2. Instrumenten in relatie tot moduleontwikkeling

Data analyse

Voor de beantwoording van de onderzoeksvragen zijn de vragenlijsten en de interviews gebruikt als primaire bron. Als secundaire bronnen zijn de herontworpen modules gebruikt en de audio opnamen van de bijeenkomsten. Omdat in het DOT aandacht was voor herontwerpen en klasgebruik van context-concept modules was te verwachten dat de deelnemende docenten kennis en ervaring opdoen ten aanzien van de rol van leerlingen en hun eigen rol, de gebruikte werkvormen, en opvattingen over context-concept chemie. Daarom zijn de gegevens allereerst geordend in vijf categorieën: rollen van leerlingen en docent; gebruikte werkvormen; opvattingen over context-concept chemie; wat zegt de docent zelf geleerd te hebben; en wat waren daarbij belangrijke bronnen voor dit eigen leren. Per docent zijn deze gegevens allereerst verwerkt in woord tabellen. Veranderingen in kennis en opvattingen van de individuele docenten zijn geïdentificeerd door per docent een profiel te maken. Vervolgens zijn gemeenschappelijke elementen voor alle zes docenten onderscheiden. In een tweede ronde zijn de categorieën gekoppeld aan de vijf domeinen uit het EIMPG model en de vijf PCK domeinen zijn gebruikt om de professionele ontwikkeling in het *Personal Domain* te beschrijven.

Resultaten

Allereerst wordt het leren van Edo, een van de docenten, uitgebreid gepresenteerd. Vervolgens zullen de resultaten van de cross-case analyse voor alle zes de docenten worden beschreven.

Professionalisering van Edo

Om de resultaten te ordenen worden ze gepresenteerd aan de hand van de domeinen uit het aangepaste model (EIMPG).

External Domain

Op de vraag waarvan Edo iets leert noemt hij zowel de DOT deelnemers als collega's van school waarmee hij nauw samenwerkte en die ook de module hebben gebruikt hoewel ze zelf niet participeerden in het DOT. Maar vooral de DOT deelnemers en de discussies binnen het DOT blijken een bron van inspiratie te zijn:

“ Eh... nou ik vond het gebruiken van de creativiteit van verschillende mensen wel heel plezierig. Bezig zijn met andere werkvormen, andere insteken. En in dit geval ging dat voornamelijk over die contexten. Hoe kun je nieuwe scheikunde nou vorm geven?” En tijdens het tweede interview zegt hij: “Binnen het DOT zitten een aantal collega's, bv Freek, en wel meer mensen, een heel leuk gezelschap”.

DOT deelnemers stimuleren elkaar en door de inbreng van anderen wordt “het denkraam groter”. Dit zorgt ook voor meer durf om dingen met leerlingen uit te proberen.

Als derde belangrijke bron noemt Edo zijn leerlingen: “Maar ook en niet te vergeten wat leerlingen doen, en wat je ziet en de mogelijkheden die je ziet”.

Voor het leren uit andere bronnen geeft Edo aan dat tijd een beperkende factor blijft, er zijn zo veel zaken die aandacht nodig hebben: “ik lees te weinig, ben druk met zo veel”. Even later zegt hij “Studiebijeenkomsten helpen ook, bv bijeenkomsten rond NLT modules en videocolleges”. Hij eindigt met: “ik moet er gewoon tijd in steken zoals wij dat doen binnen het DOT met huiswerk erbij is prima”.

Edo had een AIO uit een onderzoeksgroep van de UT gevraagd om gastlessen te verzorgen, en dat heeft hem ook laten zien dat leerlingen hierdoor geboeid kunnen raken: “... je brengt iets in wat je normaal niet inbrengt, een stukje praktijksituatie, buiten je boekje gaan”. Je vraagt je dan wel af “snappen ze het wel? Maar ze raken geboeid door het hele gebeuren”.

Samenvattend blijken de volgende bronnen voor Edo belangrijk:

- De DOT collega's door de herontwerpdiscussies tijdens de bijeenkomsten.

- Collega's op school (tijdens de uitvoering van de modules).
- Zijn leerlingen tijdens het gebruik in de klas.
- Gastlessen door experts.

Developed Material Domain

Het herontwerpproces heeft geleid tot een aantal vernieuwende elementen in de twee herontworpen modules, die daarna ook in de klas zijn gebruikt.

Geurtjes module. Edo vond de naam van de originele module "Parfum" volstrekt onjuist, en hij heeft het DOT ervan weten te overtuigen dat de naam "Geurtjes" veel beter de lading dekt. En zelfs aan de gezamenlijk ontworpen module heeft Edo een opdracht toegevoegd die de naam "Geurtjes" nog meer recht deed. Tijdens de DOT bijeenkomst waar het klasgebruik van de module werd besproken zei Edo een sterkere koppeling tussen context en inhoud te willen krijgen en dat hij daarom een opdracht had toegevoegd:

"De opdracht was: *onderzoek de chemie van geuren met betrekking tot de geur van en daar mochten leerlingen kiezen uit veel mogelijkheden: groente, vruchten, mest, bloemen, brand*. Sommige leerlingen hebben zelf nog *kauwgom en chocola* bedacht. Groepjes van vier leerlingen moesten theoretische aspecten (de chemie) aan de hand van een literatuurstudie beschrijven, en een praktische activiteit ontwerpen en zelf ook uitvoeren. Dat mocht ook over het beleven van geur gaan."

In de module waren meer vernieuwende elementen opgenomen. Om de kennis op te frissen was een woordweb opdracht ontworpen. Door middel van twee ICT opdrachten konden leerlingen zicht krijgen op de ruimtelijke structuur van organische moleculen. Leerlingen konden in een groepje een stoomdestillatie uitvoeren, een ester synthetiseren en testvragen maken. Daarnaast was de gaschromatograaf opgenomen als "chemische neus".

In de *Melkzuur* module zijn ook een aantal vernieuwende elementen verschenen. Zelf yoghurt maken had Edo nog nooit laten doen. Daaraan had hij wel een blanco bepaling bij kamertemperatuur toegevoegd. Ook de onderdelen over groene chemie uit de module waren voor Edo nieuw, atoommassa's had hij niet eerder in dit leerjaar besproken. Ook het bouwen van polymeren en het gebruik van kenniskaarten waren nieuwe elementen. De bedoeling was om leerlingen minstens een practicum te laten doen per les, meestal in groepen van vier leerlingen.

Domain of Practice

Veel van de hierboven beschreven vernieuwende elementen uit de beide modules zijn in de klas gebruikt, maar niet alles. Leerlingen moesten veel samenwerken en binnen de groepen het werk verdelen. Leerlingen hadden meer vrijheid in wat ze deden en in hoe ze dat deden. Het viel Edo wel op dat hij toch nog regelmatig dingen moest uitleggen. Verder werkten de modules goed en ook de nieuwe didactische elementen die hij gebruikt heeft verliepen prima.

Geurtjes. De module was duidelijk anders dan het normale onderwijs: "Ruikaspect is veel uitgebreider dan in het verleden, nooit eerder in de vierde klassen gebruikt". Over een door hem zelf toegevoegde opdracht zei Edo: "de opdracht moest helemaal buiten de lessen om worden gedaan, maar ik was blij verrast door de inzet van de leerlingen". Over de geurproeven "Geurproeven leuk, eigenlijk eens een keer apart een ester moeten maken en dat ging beter. Daar ben ik wel blij mee, dat het aspect aan de orde kwam. De kwaliteit van de producten (esters) heeft wel verbetering nodig." Een van de ICT opdrachten is helemaal niet gebruikt, en de ander moesten de leerlingen thuis doen, maar dat is niet gecontroleerd. In een groepslogboek moesten leerlingen aan het einde van elke les zowel aangeven hoe de samenwerking verliep als wat ze geleerd hadden. Het idee was dat Edo zo het leerproces kon monitoren.

Melkzuur. Het logboek is niet gebruikt maar er is wel samengewerkt in viertallen: “soms werd het werk verdeeld” en dan deed een leerling uit de groep een experiment, bv “in karnemelk het melkzuur gehalte bepalen”. De andere nieuwe elementen zijn wel gebruikt. Door een fout konden leerlingen de conserverende werking van melkzuur vaststellen, en Edo zie hierover: “... dat zijn de serendipiteit proeven”.

Domain of Consequence

De modules bleken in de praktijk prima te werken volgens Edo. De leerlingen waren enthousiast aan het werk en ze hebben veel geleerd. Bij beide modules is een schriftelijke toets gebruikt om na de module de leerresultaten vast te stellen en bij beide modules waren die bevredigend.

Geurtjes. Over de extra opdracht die hij aan de module had toegevoegd was hij blij verrast omdat de leerlingen aardige praktische activiteiten hadden ontworpen en uitgevoerd. Het groepje wat *brand* als onderwerp had gekozen had verschillende stoffen verbrand en aan de rook en as geroken en dat ook keurig beschreven. Alleen over de theoretische (chemische) diepgang was hij minder tevreden, “... het viel tegen wat ze hadden gevonden”. Hij was wel positief over de manier waarop de leerlingen met deze open opdracht waren omgegaan. Over het werken in groepen, waarbij hij wel een groepslogboek had laten gebruiken, zegt Edo: “Het werken in groepen is per groep behoorlijk verschillend. Leerlingen moesten wel de linker logboekpagina invullen, met taken en gang van zaken. Hoe oprecht ze daarin zijn, ja..... de verantwoordelijkheid naar elkaar toe voelen ze wel.” Edo was niet tevreden over de leerling antwoorden op de vraag op de linker logboekpagina naar wat ze geleerd hadden: “schrijven wel op wat ze hebben geleerd maar het is mager. Naamgeving beter geleerd, esters....., blijft algemeen..... maar een enkeling die het uitgebreider opschrijft”.

Melkzuur. Edo was ontevreden over de polymeren opdracht: “Veel gepruts en niet verhelderend genoeg”. De gastles van de AIO raakte een gevoelige snaar bij normaal niet zo geïnteresseerde leerlinge: “... je zag haar groeien”, “dat is gekomen omdat je iets inbrengt wat je normaal niet inbrengt, een stukje praktijksituatie, buiten je boekje gaan.” Even later vroeg Edo zich af: “snappen ze het wel? Maar ze raakten geboeid door het hele gebeuren”.

Personal Domain

De vijf PCK domeinen dienen als kapstok voor de beschrijving van de ontwikkeling in het *Personal Domain*.

(1) Doelen van onderwijs in de natuurwetenschappen.

Edo heeft meer zicht gekregen op de rationale en de doelen achter de vernieuwing. Het valt hem op dat er meer aandacht is voor scheikunde als factor in de leefwereld: “In de vierde klas ben je normaal minder met chemie in de samenleving bezig”, en met de module *Geurtjes* kwam die aandacht er. Ook in een andere uitspraak wordt dit zichtbaar: “Komt meer context in”. Maar ook de keerzijde van deze nieuwe oriëntatie op de natuurwetenschappen werd duidelijk: “... Vraag me elke keer af in hoeverre heb je tijd om aan de context te besteden en gaat die ten koste van de concepten die beheerst moeten worden, daar ben in nog wel huiverig voor”.

Hij heeft ook ervaren dat leerlingen op andere manieren met scheikunde bezig kunnen zijn. Veel experimenten laten doen werkte motiverend en ontwikkelde andere competenties, maar daardoor konden leerlingen zich ook in de context verliezen.

De ontwerpfase was voor bij Edo belangrijk: “Eh ... nou ik vond het gebruiken van de creativiteit van verschillende mensen wel heel plezierig. Bezig zijn met ander werkvormen, andere insteken. En in dit geval ging dat voornamelijk over die contexten. Hoe kun je nieuwe scheikunde nou vormgeven”.

Over chemie onderwijs praten, blijkt voor hem stimulerend. Met deze modules ben je weer echt met onderwijs bezig. Edo ontdekte tijdens de discussies dat context-concept chemie op veel manieren kan

worden vormgegeven, maar vindt het wel belangrijk dat de concepten die leerlingen leren direct uit de context moeten volgen.

Bij het gebruik van de modules zegt hij “meer lef om andere dingen te doen” te hebben gekregen.

(2) Programma's en materialen.

Zowel op het gebied van context-concept chemie als op het gebied van de leermaterialen in de vorm van modules heeft Edo veel geleerd. Wat context-concept chemie betreft deed Edo twee kenmerkend uitspraken. Allereerst merkte hij dat leren vanuit een context extra tijd vergt en hij vroeg zich daarom af “..... in hoeverre heb je tijd om aan de context te besteden in hoeverre heb je die en gaat die ten koste van de concepten die beheerst gaan worden,”. Daarnaast realiseerde hij zich dat je onder een context erg veel concepten kunt hangen en het de kunst is om alleen die concepten aan te bieden die nodig zijn om de context echt te begrijpen. Edo formuleerde dit als volgt: “Opbouw gaat kort door de bocht. Esters wel er in en daarvoor heb je alcoholen en zuren nodig”. En als laatste vroeg hij zich af of je het onderwijsleerproces steeds op eenzelfde manier moet starten: “Moet je met een context beginnen?” Hij heeft ook ervaren dat leerlingen het ook leuk vinden als ze zelf iets kunnen uitzoeken zoals de naamgeving in de organische chemie: “Naamgeving is wel uitdagend, puzzelen, maar heeft niets met de context te maken. Past wel bij de leerlingen in die fase, ze zien het als een uitdaging”. Wat de materialen betreft heeft Edo ontdekt dat goede opdrachten het leerproces kunnen stimuleren (“de creativiteit wordt geactiveerd”) en effectief kunnen zijn (“Geurproeven zijn leuk en leerzaam”). Daarnaast heeft hij ervaren dat het sturen van de leerprocessen niet eenvoudig is. Het sturen van samenwerkende leerlingen blijkt lastig (“Groepen leerlingen werken heel verschillend”), maar ook de uitleg in een tekst is lang niet altijd gesneden koek voor leerlingen (“Moest ook wel uitleg komen rond karakteristieke groepen”).

Reflectie op de module na klasgebruik leidde tot het inzicht dat een reductie van het aantal karakteristieke groepen goed zou zijn: “je kunt niet alles in een keer doen, groepen er uit, alleen relevante stoffen met geuren erin laten. Aldehyden, ketonen en amines kunnen er ook uit hoewel ze ook geuren hebben”.

(3) Instructiestrategieën.

Edo leerde zowel iets tijdens de herontwerpfase als tijdens het klasgebruik. Terugkijkend op de herontwerpfase zegt hij “.....werkvormen dat je weer wat gaat doen, in het dagelijkse gebeuren komt het er niet zo van, vind ik heel positief,”. Hij vindt de reflectie op de chemie die in de module wordt opgenomen en de discussie hierover erg leerzaam. Over klasgebruik zegt hij: “Uitproberen belangrijk, voegt veel toe, je bent dan echt met onderwijs bezig”. Hij ervaart een andere rol tijdens het uitvoeren van de module: “organiserend, reflecterend en enigszins assisterend en ook wel enthousiasmeren”.

Wat specifieke werkvormen betreft heeft ook een duidelijk leerproces plaats gevonden. Edo noemde ook het organiseren van een externe spreker (AIO van de UT) ook erg inspirerend voor leerlingen, en hij vindt dat “we moeten meer naar de omgeving”. Een werkvorm om kennis op te halen bleek goed te werken: “Woordweb heb ik daarvoor ook nooit gebruikt, past ook heel duidelijk bij deze module”. Een nieuw ontwikkelde leerlingenproef eveneens: “stoomdestillatie ook nooit eerder gedaan, geurstoffen isoleren uit plantaardig materiaal nooit gedaan. En op zich ging het wel goed, maar praktisch gezien moeten we er wel wat ervaring mee opdoen. We hadden geen microglaswerk, maar zelf gemaakte opstellingen”. Een demonstratie die normaal later in het curriculum pas aan de orde komt, maar hier in theorie uitstekend paste, de gaschromatograaf als chemische neus, bleek ook in de praktijk te voldoen:

“Dat doe je normaal in een later stadium. Vond ik wel een aardige toevoeging, past ook wel hier en de Twente Academy simulatie gebruikt, geeft een aardig beeld

van wat daar precies gebeurt met mooi overzicht van gaschromatograaf en het ging heel mooi met de kleine gaschromatograaf die we hebben.”

Yoghurt maken, en de functie van een blanco bepaling, atoommassa's om principes van groene chemie te verduidelijken en het bouwen van polymeren leverden nieuwe ervaringen voor Edo. De laatste vond hij overigens geen succes.

Edo heeft ook geleerd om leerlingen in groepen van vier te laten samenwerken bij beide modules, en heeft enige ervaring opgedaan met een groepslogboek.

(4) Leermoeilijkheden bij specifieke onderwerpen.

Er zijn geen nieuwe inzichten ontstaan over lastige begrippen of moeilijkheden die leerlingen ondervonden bij het leren van begrippen. Wel over de rol van de context bij het leren:

“De context helpt niet om de concepten onder de knie te krijgen. Het zou de motivatie kunnen beïnvloeden, maar het leidt ook af. Omdat ze erg door de geuren worden aangesproken gaan ze daar helemaal inzitten en zijn ze niet meer met de stoffen bezig. Ze verliezen zich in de context”.

(5) Toetsing.

Juist vanwege het experimentele karakter wenste Edo een toets te gebruiken waardoor hij het leren van deze leerlingen zou kunnen vergelijken met dat vroeger. Daarom is een “Vergelijkbare toets met normaal, naamgeving en dan wat ingewikkelder structuren, met wat lastiger namen (triethanolamine)” ontwikkeld en gebruikt, en het resultaat was vergelijkbaar. Wel valt Edo op dat het vertalen van wat ze geleerd hebben naar een nieuwe situatie niet automatisch verloopt. Dat je stoffen direct kunt onderscheiden aan de hand van hun geur noemen leerlingen in de volgende situatie niet:

“Hier hebben we twee flesjes en een bevat ethaanamine en ethanol en er zijn maar weinig leerlingen die zeggen dat ze op grond van geur deze kunnen onderscheiden. Zeggen wel je kunt er een ester van maken en dan ruiken”.

Cross-case resultaten

Hieronder staan de resultaten van alle zes de docenten, ook geordend naar de EIMPG domeinen.

External Domain

Alle docenten zeggen tijdens de ontwikkelfase in aanraking te zijn gekomen met nieuwe ideeën, gezichtspunten en ervaringen, en beoordelen dit als zeer waardevol. Het grootste deel van deze ideeën is besproken, geoperationaliseerd voor gebruik in de klas en vervolgens opgenomen in de leermaterialen. Tijdens de discussies kwam ook telkens de uitvoerbaarheid in de klas, en de manier waarop een activiteit in de klas geïntroduceerd en begeleid kon worden, ter sprake. Hierdoor bereiden docenten zich tegelijk met het ontwikkelen voor op het gebruik van de materialen in hun klas. Dit speelde duidelijk een rol bij het bespreken van nieuwe experimenten zoals stoomdestillatie en ester bereiding, maar ook bij het gebruik van werkvormen zoals expertgroepen.

Als belangrijke leerbronnen noemden docenten:

- De collega DOT leden (6 x, door alle zes genoemd) tijdens de herontwerpdiscussies.
- Specifieke materialen (Internet, NVOX, Chemische Feitelikheden, Chemie Actueel enz.), maar tijd is hier beperkend (6x).
- Collega of TOA op school tijdens klasgebruik van modules (4x).
- Leerlingen tijdens klasgebruik van de modules (4x).
- Gastspreekers of bedrijfsbezoek (3x)

Developed Material Domain

Het DOT heeft achtereenvolgens twee modules herontworpen. In beide modules kwamen voor de docenten nieuwe werkvormen voor, nieuwe opdrachten en practica en een andere opbouw van de concepten. Ondanks het feit dat het DOT gezamenlijk een eindversie voor de beide modules ontwikkeld heeft, is het opvallend dat docenten daarna vrijwel allemaal een 'persoonlijke' versie hebben gemaakt. De aanpassingen of aanvullingen laten echter de kern van de modules intact. Soms is de aanpassing noodzakelijk omdat bleek dat er op school minder lessen waren voor de module, in een enkel geval omdat de materialen voor het practicum ontbraken, en in een geval omdat de docent (Edo) vond dat er meer aandacht aan *geurstoffen en ruiken* gegeven moest worden.

Beide modules bevatten voor de docenten vernieuwende elementen, die tijdens het herontwerpproces uitgebreid zijn besproken op nut voor het leren van de leerlingen en op aanpak in de klas.

Domain of Practice

Alle docenten hebben beide modules in hun klassen gebruikt, en uit de modules ook de werkvormen, de meeste nieuwe opdrachten en de practica. Over de activiteiten die ze met leerlingen gebruikt hebben zijn ze positief. Ze namen waar dat hun eigen rol en die van de leerlingen veranderde. De sturing verschoof van de docent naar de leerlingen (vaak naar groepjes leerlingen). Docenten kregen meer een organiserende en faciliterende rol en hoefden minder uit te leggen. Er was ook een verschuiving van individueel werkende leerlingen of tweetallen naar het werken in grotere groepen van 4 of 5 leerlingen, vaak met rolverdeling binnen de groep en gebruik makend van een groepslogboek. Vier docenten hebben op deze manier de expertgroepen gebruikt zoals in de module "Geurtjes" is beschreven. Over het geheel zijn alle zes de docenten positief over beide modules, hoewel de meesten ook wel verbeterpunten noemden, vaak gerelateerd aan specifieke opdrachten of practica.

Domain of Consequence

Werken met context-concept chemie blijkt zowel effecten te hebben die je meteen in de klas waarneemt, als effecten die je pas na afloop kunt vaststellen. Het enthousiasme waarmee leerlingen in de klas aan de slag gingen wordt door alle zes docenten als positief en opvallend genoemd. Ook het werken met grotere groepen leerlingen en het groepslogboek zijn als positief beoordeeld. Na een les bleek het groepslogboek een goed instrument om inzicht te krijgen op het leerproces van de leerlingen. Door dit logboek veranderde ook de lesvoorbereiding: in plaats van een traditionele lesvoorbereiding moesten de logboeken na elke les worden gecorrigeerd zodat leerlingen snel feedback op hun werk kregen.

Een ander interessant fenomeen is de volgorde waarin concepten aangeboden worden. In "Geurtjes" is de "chemische neus", de gaschromatograaf, geïntroduceerd. Gaschromatografie komt normaal pas in 6 vwo aan de orde, maar het paste hier prima en de leerlingen begrepen de werking goed. In "Melkzuur" wordt zelfs leerstof uit klas 5 al in klas 3 aangeboden ook zonder problemen. Overigens bleken leerlingen regelmatige oefening nodig te hebben om procedures te automatiseren. Dat stelt specifieke eisen aan de leeractiviteiten.

Werken met nieuwe leermaterialen leidt tot een groter beroep op het improvisatievermogen van de docent.

Na de lessenserie bleken de resultaten op het proefwerk goed, eigenlijk nauwelijks afwijkend van voorgaande jaren.

Maar er komen ook verbeterpunten naar boven. Een docent zegt een antwoordboekje node te missen waarmee leerlingen zelf hun werk kunnen nakijken. De structuur van een module, en de hoeveelheid tekst blijken belangrijk. Contexten kunnen behalve motiveren ook afleiden van concepten.

Personal Domain

Omdat het in het DOT gaat om het professionaliseren van de docenten zullen de vijf PCK domeinen voor de beschrijving van de ontwikkeling in het *Personal Domain* worden gebruikt.

(1) Doelen van onderwijs in de natuurwetenschappen.

Alle docenten hebben een ander beeld gekregen van wat context-concept chemie kan inhouden, wat de doelen zijn en hoe je een context kunt gebruiken om concepten te leren. Meer aandacht voor de relatie tussen scheikunde en de leefomgeving wordt door alle docenten belangrijk gevonden, en ze hebben ervaren dat dit op meerdere manieren kan worden bereikt, door met een context te starten of door een gastspreker of een bedrijfsbezoek.

Concepten moeten voor leerlingen 'logisch' uit een context volgen. Dit was een belangrijke reden om de naam van de module aan te passen van "Parfum" naar Geurtjes". Er komen wel geurstoffen aan bod maar geen van alle worden ze gebruikt in parfum.

(2) Programma's en materialen.

Docenten hebben geleerd dat andere materialen tot andere betrokkenheid van de leerlingen met het vak leiden. Het belang van taal in de beschrijving van de activiteiten, en het uitproberen van de activiteiten van te voren zijn ook duidelijk geworden.

Over de volgorde waarin concepten aanboden kunnen worden is lang gesproken, maar uiteindelijk is de gaschromatograaf toch in het 4^e klas materiaal opgenomen, ondanks het feit dat het normaal pas in 6 vwo aan de orde komt. Leerlingen bleken er geen moeite mee te hebben. Datzelfde gaat op voor het introduceren van polymeren in de 3^e klas module.

(3) Instructiestrategieën.

Het gebruik van samenwerkende grotere groepen leerlingen (vaak viertallen), waarbij de groepen een redelijke mate van autonomie hadden, was voor de meeste docenten nieuw. Het is goed bevallen, en zeker het gebruik van een groepslogboek bleek veel voordelen te bieden. De in het materiaal opgenomen werkvormen, activiteiten, practica en opdrachten zijn met leerlingen gebruikt wat tot verbreding van het didactisch repertoire van de docenten heeft geleid.

(4) Leermoeilijkheden bij specifieke onderwerpen.

Leerlingen bleken moeite te hebben met een aantal specifieke practica en opdrachten, en die zullen in een volgende versie worden aangepast. Er blijven ook veel vragen over. Zoals wat moet de relatie tussen context en concepten zijn? Met ander woorden hoe precies moeten de concepten binnen de context passen om het voor leerlingen acceptabel te houden? Hoe kunnen leerlingen worden gestimuleerd om verbanden tussen geleerde concepten te leggen?

(5) Toetsing.

De leerlingen waren enthousiast aan de slag en hebben vergelijkbare resultaten gehaald op de eindtoetsen. Er is enige ervaring opgedaan met alternatieve vormen van toetsing in de vorm van posters en presentaties, maar door alle docenten is ook een papieren eindtoets gebruikt als summatieve toetsing. Hoewel leerlingen enthousiast aan posters werkten, bleek de diepgang gering, en het beoordelen ervan lastig.

Conclusie en discussie

Duidelijk is dat het proces van (her)ontwerpen erg leerzaam is voor deelnemende docenten en tegelijk wordt zichtbaar dat dit leren persoonlijk is. Dat is niet zo verwonderlijk gezien het feit dat docenten ook andere beginposities hebben wat betreft vakdidactische kennis en opvattingen, en ervaringen anders interpreteren. Diegene met het grootste repertoire zal het meeste bijdragen aan het uitbreiden van de kennis en opvattingen van de anderen en zelf het minste bijleren. Tegelijk met het herontwerpproces

vindt voorbereiding op het klasgebruik plaats. Context-concept chemie levert duidelijke didactische vernieuwingen op (Bencze & Hodson, 1999), en die konden ook goed worden vertaald naar modules. Na het ontwerpen van de modules blijft het voor de docenten echter onzeker of de activiteiten zullen werken in de hectiek van de klas.

Door klasgebruik van het ontworpen leer materiaal zien docenten wat werkt en wat minder of helemaal niet. Deze fase blijkt voor het leerproces cruciaal omdat docenten toch twijfel houden bij de effectiviteit van activiteiten in de ontworpen materialen. Een van de deelnemers verwoordde dit als volgt: “als het gaat zoals je verwacht wordt het een ervaring”.

De leerbronnen voor de docenten blijken divers, maar zowel de DOT collega's, specifieke materialen, de collega's op school, als de ervaringen van de leerlingen blijken belangrijk.

Alle zes docenten zijn positief over de mogelijkheden om regelmatig met collega's over het scheikunde onderwijs van gedachte te kunnen wisselen. Het tijdens het herontwerpen van een module delen van ideeën, gezichtspunten en ervaringen blijkt een belangrijk facet daarbij. Tijdens dit herontwerpen worden ook de manieren van uitvoering in de klas besproken en ontstaat voldoende eigenaarschap en durf om de modules ook daadwerkelijk met leerlingen te gaan gebruiken. De *ontwikkelfase*, dus het samenspel tussen het Persoonlijke Domein, het Externe Domein en het Ontwikkelde Materialen Domein, speelt daarmee een belangrijke en specifieke rol in het leren van de docenten. De bronnen waarmee het Externe Domein is ingevuld blijken allemaal hun eigen specifieke functie in het leerproces van deze docenten te hebben. Deze *ontwikkelfase* leidt tot “change sequences” bij de docenten (Clarke & Hollingsworth, 2002).

De *klas-gebruik* fase zorgt voor de koppeling van wat docenten denken dat leerlingen leren en wat er daadwerkelijk gebeurt. In de klas zien docenten hoe leerlingen omgaan met en reageren op de context, hoe ze zich aan de hand van de opdrachten en de theorie de stof eigen maken en hoe samenwerkende groepen leerlingen hieraan bijdragen. Door de ontwikkelde materialen en besproken werkvormen in de klas te gebruiken krijgt het geleerde meer betekenis en dit leidt tot “growth networks” bij de docenten. Positieve ervaringen leiden bij docenten tot expliciete en bewuste nieuwe kennis en opvattingen, wat blijkt uit het feit dat ze elementen uit eigen beweging vertellen tijdens het interview. Negatieve ervaringen, als iets anders loopt dan voorzien, leiden tot aanbevelingen voor verbeteringen van de materialen en nuanceringen van gekozen strategieën. In die zin blijken negatieve ervaringen ook bij te dragen aan het leren van de docenten.

Voor beide fasen, zowel de *ontwikkelfase* als de *klas-gebruik* fase, geldt dat zowel *reflectie*, het reflecteren op tussenproducten van de module en op de bijeenkomsten, als *enactment*, het bewust bijdragen aan onderdelen in het proces (zie Figuur 1), bijdragen aan het leerproces van elke individuele docent.

Kritische factoren in het proces zijn de invulling van het Externe Domein en de professionaliseringstijd. Ook de ervaren werkdruk van docenten blijkt een factor van betekenis, leren kost tijd en er is een rustig hoofd voor nodig. Ook de steun vanuit andere collega's op school kan bijdragen aan dit leren. Er blijven nog veel vragen over. Bv de vraag hoe het External Domain ingericht moet worden om te komen optimaal leren van docenten. Maar ook het beter zicht krijgen in hoe leerlingen leren in context-concept chemie verdient speciale aandacht. Wat is de rol van de contexten? Hoe slagen leerlingen erin de concepten te verbinden? Lukt het leerlingen om geleerde concepten in andere contexten te herkennen en gebruiken?

Professionalisering in een DOT, waarbij de uitgangspunten van Desimone (2011) gebruikt zijn bij de vormgeving, is een proces van langere adem (Fullan, 1998). Het veranderen van het didactisch repertoire van docenten nodig bij een curriculumverandering is niet eenvoudig (Fishman, Marx, Best, & Tal, 2003). Het gebruik van twee fasen in dit leerproces lijkt hierbij cruciaal: de *ontwikkelfase* om

nieuwe ideeën op te doen en vast te leggen in leermaterialen voor leerlingen, en de *klasgebruik fase* om te kunnen vaststellen of de materialen ook de uitkomsten geven die verwacht waren.

Referenties

- Apotheker, J., Bulte, Astrid, de Kleijn, Emiel, van Koten, Gerard, Meinema, Harry & Seller, Frank. (2010). *Scheikunde in de dynamiek van de toekomst*. Enschede: SLO.
- Bencze, L., & Hodson, D. (1999). Changing practice by changing practice: Toward more authentic science and science curriculum development. *Journal of Research in Science Teaching*, 36(5), 521-539.
- Clarke, D., & Hollingsworth, H. (2002). Elaborating a model of teacher professional growth. *Teaching and Teacher Education*, 18(8), 947-967.
- Coenders, F. (2010). *Teachers' professional growth during the development and class enactment of context-based chemistry student learning material*. PhD, Doctoral Thesis University of Twente, Enschede.
- Coenders, F., Terlouw, C., Dijkstra, S., & Pieters, J. (2010). The Effects of the Design and Development of a Chemistry Curriculum Reform on Teachers' Professional Growth: A Case Study. *Journal of Science Teacher Education*, 21(5), 535-557.
- Cotton, D. R. E. (2006). Implementing curriculum guidance on environmental education: The importance of teachers' beliefs. *Journal of Curriculum Studies*, 38, 67-83.
- Desimone, L. M. (2009). Improving Impact Studies of Teachers' Professional Development: Toward Better Conceptualizations and Measures. *Educational Researcher*, 38(3), 181-199. doi: 10.3102/0013189x08331140
- Desimone, L. M. (2011). A Primer on Effective Professional Development. [Editorial Material]. *Phi Delta Kappan*, 92(6), 68-71.
- Driessen, H. P. W., & Meinema, H. A. (2003). *Chemie tussen context en concept. Ontwerpen voor vernieuwing. [Chemistry between context and concept. Design for renewal.]*. Enschede: SLO.
- Friedrichsen, P., Driel, J. H. V., & Abell, S. K. (2011). Taking a closer look at science teaching orientations. *Science Education*, 95(2), 358-376. doi: 10.1002/sce.20428
- Fullan, M. G. (1998). *The new meaning of educational change*. London: Cassell.
- Henze, I., van Driel, J. H., & Verloop, N. (2009). Experienced Science Teachers' Learning in the Context of Educational Innovation. *Journal of Teacher Education*, 60(2), 184-199. doi: 10.1177/0022487108329275
- Magnusson, S., Krajcik, J., & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of pedagogical content knowledge for science teaching. In J. Gess-Newsome & N. G. Lederman (Eds.), *Examining Pedagogical Content Knowledge* (pp. 95-132). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Penuel, W., McWilliams, H., McAuliffe, C., Benbow, A., Mably, C., & Hayden, M. (2008). Teaching for understanding in Earth Science: Comparing impacts on planning and instruction in three Professional Development designs for Middle School Science Teachers. *Journal of Science Teacher Education*, Online first.
- Pintó, R. (2005). Introducing curriculum innovations in science: Identifying teachers' transformations and the design of related teacher education. *Science Education*, 89(1), 1-12.
- Schneider, R. M., & Plasman, K. (2011). Science Teacher Learning Progressions. *Review of Educational Research*, 81(4), 530-565. doi: 10.3102/0034654311423382
- Stolk, M., De Jong, O., Bulte, A., & Pilot, A. (2011). Exploring a Framework for Professional Development in Curriculum Innovation: Empowering Teachers for Designing Context-Based Chemistry Education. *Research in Science Education*, 41(3), 369-388. doi: 10.1007/s11165-010-9170-9
- Van Driel, J. H., Verloop, N., & De Vos, W. (1998). Developing science teachers' pedagogical content knowledge. *Journal of Research in Science Teaching*, 35(6), 673-695.
- Yin, R. K. (2003). *Case study research, design and methods*. (third edition ed.). London: Sage.

Bijlagen

Bijlage 1. Vragenlijst vooraf

1. Wat zijn voor **jou** redenen om context-concept chemie te gebruiken?
2. Wat is **volgens jou** een context?
3. Wat zijn **volgens jou** (scheikundige) concepten?
4. Wat zijn **jouw** belangrijkste taken/rollen in het scheikundeonderwijs zoals je dit nu verzorgt?
5. En wat zijn de belangrijkste taken/rollen van de leerlingen?
6. Hoe zie jij je taken/rollen binnen context-concept chemie?
7. En die van je leerlingen?
8. Hoeveel procent van de lestijd gebruik **je nu** een van onderstaande werkvormen?
 - a. Uitleggen
 - b. Demonstraties
 - c. Leerlingenpracticum
 - d. Leerlingen werken individueel aan opdrachten
 - e. Groepswerk, in tweetallen werken aan opdrachten
 - f. Groepswerk in grotere groepen aan opdrachten
 - g. Samenwerkend leren (met grote groepen, groepstaken, groepslogboeken)
 - h. Andere werkvormen, namelijk
9. Zal dit bij het gebruik van context-concept chemie veranderen denk je?
Zo ja hoe?
10. Hoeveel procent van de tijd dat leerlingen aan opdrachten werken zijn ze **nu** bezig met:
 - a. Leerlingenpracticum met 'open' opdrachten
 - b. Leerlingenpracticum met 'gesloten'(kookboek) practica
 - c. Zelf opgaven maken
 - d. Films, video's bekijken
 - e. Andere opdrachten, namelijk
11. Zal dit bij het gebruik van context-concept chemie veranderen denk je?
Zo ja hoe?
12. Welke toetsvorm gebruik je nu meestal aan het einde van een hoofdstuk?
13. Denk je dat dit bij context-concept chemie anders zal zijn?
Welke toetsvormen zullen er dan bijkomen?

Bijlage 2. Vragenlijst na gebruik module "Geurtjes"

1. Wat zijn voor **jou** redenen om context-concept chemie te gebruiken?
2. Wat is **volgens jou** een context?
3. Wat zijn **volgens jou** (scheikundige) concepten?
4. Hoe zie jij jouw taken/rollen binnen context-concept chemie?
5. En die van je leerlingen?
6. Hoeveel procent van de lestijd gebruik **je nu** (bij "Geurtjes") een van onderstaande werkvormen?
 - a. Uitleggen
 - b. Demonstraties
 - c. Leerlingenpracticum
 - d. Leerlingen werken individueel aan opdrachten
 - e. Groepswerk, in tweetallen werken aan opdrachten
 - f. Groepswerk in grotere groepen aan opdrachten
 - g. Samenwerkend leren (met grote groepen, groepstaken, groepslogboeken)
 - h. Andere werkvormen, namelijk
7. Welke toetsvorm(en) gebruikte je meestal aan het einde van een hoofdstuk?
8. Zal dat bij de module "Geurtje" anders zal zijn? Zo ja hoe?

Bijlage 3. Vragenlijst interviews na gebruik module "Geurtjes"

(Het gaat om je eigen mening, er zijn geen goede of foute antwoorden.)

1. Tabel met specifieke elementen uit de module. Heb je deze al eens eerder gebruikt, en in deze module?

	Heb je dit of zoiets vroeger wel eens gebruikt of gedaan?	In deze module gebruikt of gedaan?
Ruiken aan geuren (act 1b/1c)		
Woordweb		
Stoomdestillatie (door II? zelf?)		
Structuur isomeren, webopdracht (act 2a)		
Act 2 I webopdracht.		
Leerlingen bereiden ester		
Geurexpert 2o (expertgroepen)		
Kenniskaart zelf invullen? Act 2j/p		
Leerlingen maken testvragen? Act 2l		
Vakkennis controleren. Act 2q		

2. Ik wil het eerst hebben over de belangrijkste doelen voor het scheikunde onderwijs in de 4^e klas?
- Wat zijn die doelen volgens jou?
 - Zullen die in het nieuwe programma (context-concept chemie) anders zijn?
3. Levert deze module voldoende kennis op bij leerlingen?
- Samenhang tussen concepten voldoende?
 - Voldoende verankering van de concepten
 - Wat vind je van de leermaterialen?
4. Was het lesgeven zelf anders dan voorheen?
5. Hoe leren de leerlingen? Heb je zicht op hoe de context het leren van concepten stimuleert of belemmert?
6. Toetsing: heb je vergelijkbare toetsinstrumenten gebruikt of andere?
7. Heb je zelf dingen geleerd:
- Tijdens het bespreken en herontwerpen van de module?
 - Tijdens het gebruik in de klas?

Bijlage 4. Vragenlijst interviews na gebruik module “Melkzuur”

(Het gaat om je eigen mening, er zijn geen goede of foute antwoorden.)

1. Tabel met specifieke elementen

	Heb je dit vroeger/eerder wel eens gebruikt of gedaan?	Heb je dit in deze module gebruikt?
Samenwerking leerlingen Logboek?		
Yoghurt maken		
Groene chemie		
Zetmeelplastic maken		
Polymeer bouwen + crosslinken		
Kenniskaarten		

2. Heb je iets geleerd tijdens het ontwikkelen van de Melkzuur module?
 - a. Tijdens het bespreken en herontwerpen van de module?
 - b. Tijdens het gebruik in de klas?
3. Wat zijn belangrijke bronnen waaruit je zelf hebt geleerd?
 - a. Collega docenten (DOT, school) ?
 - b. Van kennis van buiten? (materialen, websites, internet, wetenschappers...)
 - c. Van je leerlingen?
 - d. Anders?
4. Wat waren jouw belangrijkste rollen (taken) bij deze module?
5. Wat waren de belangrijkste rollen (taken) van de leerlingen?
6. Heb je beter zicht gekregen op CCC? Hoe kijk je er nu tegenaan?
7. Hoe leren de leerlingen? Heb je zicht op hoe de context het leren van concepten stimuleert of belemmert?
8. Toetsing: heb je vergelijkbare toetsinstrumenten gebruikt of andere?