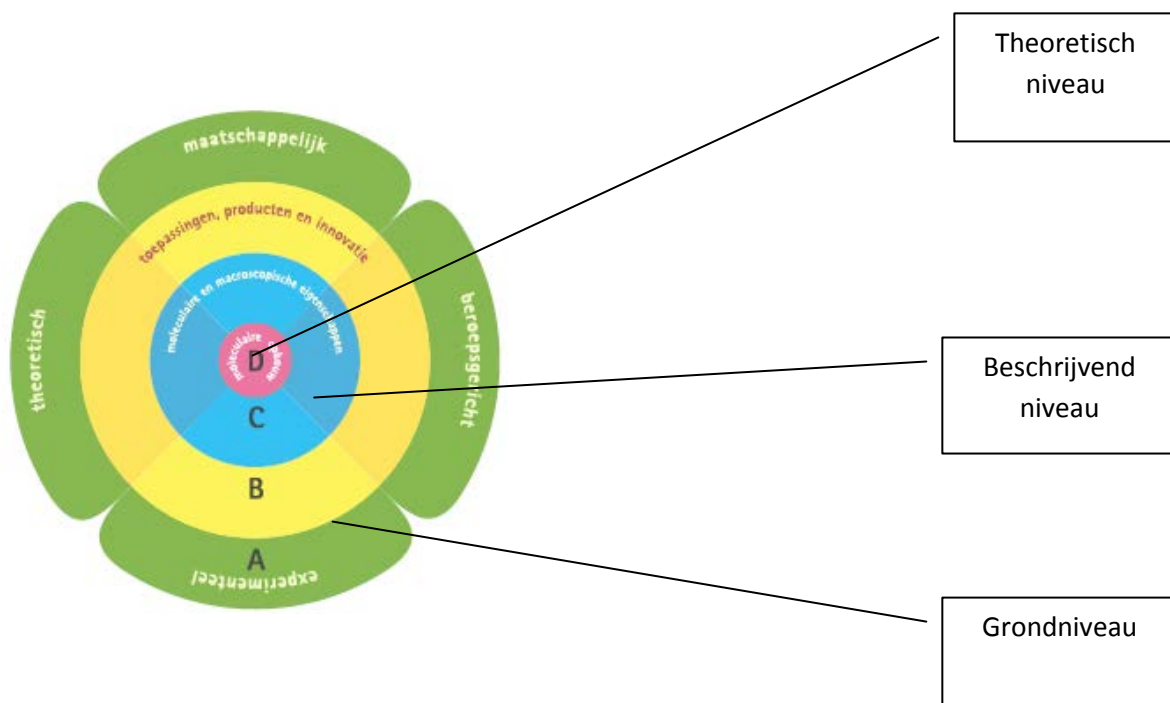


Nieuwe Scheikunde en de abstractieniveaus van Van Hiele

Verslag van een onderzoek ten behoeve van het vak Onderzoek van Onderwijs



Begeleiding en beoordeling door: Fer Coenders en Hanna Westbroek, ELAN, Universiteit Twente

Van: Anneke Westenend, Oktober 2009

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1 Inleiding	4
Hoofdstuk 2 Nieuwe Scheikunde	5
2.1. Aanleiding	
2.2. Concepten	
2.3. Contexten	
Hoofdstuk 3 Modules Nieuwe Scheikunde	9
3.1. Module Schoonmaken	
3.1.1 Structuur en didactiek	
3.1.2 Context en concepten	
3.2. Randvoorwaarden bij dit onderzoek aan een module Nieuwe Scheikunde	
3.3. Module Schoonmaken van olieslachtoffers	
Hoofdstuk 4 Theoretisch Kader	14
4.1. Van Hiele's abstractieniveaus	
4.1.1 Van Hiele niveaus in de wiskunde	
4.1.2. Van Hiele niveaus in de scheikunde	
4.2. Onderzoeksvraag	
Hoofdstuk 5 Opzet van het onderzoek	18
5.1. Beschikbare ruimte tijd en leerlingen	
5.2. Opzet van het onderzoek	
5.3. Pretoets en posttoets	
5.4. Logboeken	
5.5. Geluidsopnamen en video-opnamen	
Hoofdstuk 6 Resultaten	20
6.1. Vergelijking van pretoets met posttoets	
6.2. Geluidsopnamen en video-opnamen	
6.3. Analyse van logboeken	
Hoofdstuk 7 Conclusies	25
Hoofdstuk 8 Discussie	26
Hoofdstuk 9 Knelpunten en verbeterpunten module 'Schoonmaken van olieslachtoffers'	27
9.1. Module –onderdelen	
9.2. Logistiek rondom de module	
9.3. Schoolcultuur	
9.4. Gebruik van methodeboeken naast deze module	

Nawoord

Bronnen

Bijlage A Voorbeelduitwerking van een module in het schillenmodel van Nieuwe Scheikunde

Bijlage B Effectief samenwerken

Bijlage C Lesplanning

Bijlage D Audio opnamen

Hoofdstuk 1 Inleiding

In het scheikundeonderwijs is zich het afgelopen decennium een (r)evolutie aan het aftekenen, niet alleen in Nederland, maar ook in enkele andere West-Europese landen, de Verenigde Staten en Canada. Een nieuwe benaderingswijze moet gaan leiden tot meer enthousiaste leerlingen die inzicht krijgen in de rol van chemie in het eigen dagelijks leven en in maatschappelijke contexten. Bovendien wil men bereiken dat leerlingen een beter beeld krijgen van de rol van chemie in wetenschap en industrie. De spin-off van deze nieuwe benaderingswijze van het schoolvak scheikunde zou moeten zijn dat er meer studenten toestromen in de Bètavakken op HBO en Universiteit. De ontwikkelingen binnen het schoolvak scheikunde is in Nederland inmiddels bekend onder de noemer 'Nieuwe Scheikunde' (zie hoofdstuk 2). Om er inhoud aan te geven, worden er lesmodules ontwikkeld en getest op testscholen. Deze testfase is anno 2009 nog volop aan de gang, en zal gevolgd moeten worden door een evaluatie over de effectiviteit van deze nieuwe benadering. Een evaluatie vraagt echter om onderzoek aan concrete onderwijs-processen op scholen die Nieuwe Scheikunde modules gebruiken in het onderwijs. Dit is een klus die veel tijd en kost. In het kader van het vak Onderzoek van Onderwijs, heeft mijn vakdidacticus Fer Coenders in al zijn wijsheid besloten om zijn studenten een steentje aan deze klus te laten bijdragen. Daarbij heeft hij gestimuleerd om in tweetallen samen te werken, zodat de nadruk vooral komt te liggen op onderzoek naar de praktijksituatie in het onderwijs, en niet op literatuurstudie van artikelen van onderwijskundigen. In het voortraject van dit onderzoek heb ik daarom intensief met Wolf Rombouts samengewerkt.

Onderliggend verslag is een poging om een tip van de sluier op te lichten over wat er met leerlingen gebeurt als ze onderwijs aangeboden krijgen volgens de uitgangspunten van 'Nieuwe Scheikunde'. Om daar inzicht in te krijgen, hebben we ervoor gekozen het leerproces van leerlingen op een systematische manier te analyseren. Daarvoor is gebruik gemaakt van een indeling in abstractieniveaus die Van Hiele vanuit de meetkunde heeft ontwikkeld. Meer daarover in hoofdstuk 4. De hoofdvraag van het onderzoek is:

"Leidt onderwijs ingericht volgens de context-concept benadering tot de verwachte verhoging van het abstractieniveau bij leerlingen?"

In hoofdstuk 5 tot en met 8 wordt beschreven hoe het onderzoek is opgezet, zijn de resultaten weergegeven, gevolgd door conclusie en discussie.

De module Nieuwe Scheikunde die we hebben gebruikt is 'Schoonmaken'. Deze hebben we eerst bewerkt tot een module 'Schoonmaken van olieslachtoffers'. De module en herontwerp wordt besproken in hoofdstuk 3 en geëvalueerd in hoofdstuk 9. Wolf Rombouts heeft deze op het Marianum in Groenlo (mei-juni) gebruikt en ik op het Rietveld Lyceum in Doetinchem

Hoofdstuk 2 Nieuwe Scheikunde

In dit hoofdstuk wordt eerst gekeken naar de aanleiding voor de keuze van de context-concept benadering om het huidige scheikundeonderwijs te vernieuwen. Vervolgens wordt gekeken naar de betekenis van de begrippen 'context' en 'concept' in de visie van deze vernieuwing.

2.1. Aanleiding

In het huidige voortgezet onderwijs wordt het schoolvak scheikunde aan de leerling aangeboden als een overzichtscurriculum van de tot nu toe vergaarde wetenschappelijke kennis. Dit gold ook voor verscheidene andere schoolvakken zoals biologie en natuurkunde. In de afgelopen decennia is de inhoud van het scheikunde onderwijs niet in zijn geheel herzien. Dit heeft geleid tot een overladen curriculum en een steeds groter wordend gat tussen het schoolvak scheikunde en de rol van scheikunde in de maatschappij, de wetenschap en het bedrijfsleven. Deze factoren leiden tot een verminderde samenhang tussen verschillende concepten/onderwerpen die binnen het schoolvak scheikunde worden aangeboden en wat in de maatschappij en de wetenschappen gebeurt. Bij elke vernieuwing werden er inhoudsdelen uit het curriculum verwijderd, en weer nieuwe toegevoegd, maar niet behoorlijk geïntegreerd in het bestaande curriculum.

Dit heeft tot gevolg dat leerlingen de relevantie van scheikunde niet zien en moeilijk de koppeling kunnen leggen met het dagelijks leven. Het uiteindelijke gevolg is dat er steeds minder animo is van leerlingen voor beroepen in de chemische en natuurwetenschappelijke sector. Door deze ontwikkelingen is er sinds de jaren '90 een discussie gaande over de invulling van het scheikundeprogramma (de Vos 1994; Bulte 1999)

Deze discussie was de aanleiding voor het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OC&W) om de commissie Van Koten aan te stellen. De rol van deze commissie was advies uit te brengen over eventuele vernieuwingen van het scheikundeonderwijs op de havo en het vwo. De commissie heeft vervolgens haar advies vastgelegd in het rapport "Chemie tussen context en concept" (Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo 2003). De algemene conclusie van de commissie was dat het huidige scheikundecurriculum niet meer actueel is en dat het daardoor voor leerlingen niet duidelijk is wat de rol van scheikunde is in de maatschappij en wat de carrière mogelijkheden zijn na het afronden van een bètastudie. Dit is een bevestiging van de roep tot herziening van het scheikundeonderwijs. In het rapport is vervolgens een voorstel gedaan voor de vernieuwing van het scheikunde onderwijs, het invoeren van de context-concept benadering. Om scheikunde voor leerlingen aantrekkelijker, uitdagender en leerbaar te maken wordt scheikundeonderwijs gegeven vanuit maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte contexten. De contexten moeten gaan functioneren als het verbindingsstuk tussen de realiteit (het dagelijks leven) en de scheikundige concepten die als basis dienen voor het vak scheikunde. De concepten fungeren als raamwerk voor de kennis, die de leerling in een reeks van jaren opbouwt. De focus van het nieuwe scheikundeonderwijs moet volgens de commissie liggen op het verwerven van inzicht in de wisselwerking tussen contexten en concepten, ofwel het toepassen van concepten bij verschillende contexten. Om tot deze benadering te komen heeft de commissie gekeken naar recente internationale ontwikkelingen in Groot-Brittannië (Salters) (Bennett 2006), de Verenigde Staten (Chemistry

in the Community) (Schwartz 2006) en Duitsland (Chemie im Kontext - ChiK) (Parchmann 2006).

2.2. Concepten

In deze paragraaf wordt de visie van de commissie Van Koten wat betreft concepten behandeld. Allereerst de definitie van het woord concept:

“Een welgedefinieerd begrip dat vastgelegd kan worden door een klasse van belangrijke voorbeelden in een bepaald domein.”

De commissie heeft gekozen om twee centrale concepten als rode draad door het scheikundeonderwijs te laten lopen: het **molecule concept** en het **micro/macro concept**. Volgens de commissie geven deze concepten de essentie van scheikunde het beste weer. Deze is namelijk het leggen van verbanden tussen enerzijds de eigenschappen van stoffen en de processen in de macroscopische wereld en anderzijds de samenstelling, structuur en reactiviteit op moleculair niveau (Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo 2003).

Het **molecule concept** is het primaire centrale concept. Het gaat in op de samenstelling van moleculen en andere deeltjes zoals atomen en ionen. Bij dit centrale concept horen ‘neven’-concepten zoals: atomen als bouwstenen van moleculen, de structuur en flexibiliteit van moleculen, het maken en breken van bindingen, het ontwerpen van moleculen en verschillende typen bindingen tussen moleculen, atomen en ionen (Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo. 2003).

Het **micro/macro concept** moet het verband leggen tussen moleculaire en de macroscopische eigenschappen. Bij dit concept horen b.v.: het verband tussen de moleculaire samenstelling, structuur en eigenschappen of functies; het verband tussen sterkte van bindingen in en tussen moleculen en stabiliteit; het verband tussen structuur, reactiviteit, reactiesnelheid, katalyse en processen die daaruit voortvloeien (Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo. 2003).

Vanuit een bepaalde context worden leerlingen zelf op het spoor gezet dat ze bepaalde concepten, (scheikundige begrippen, vaktaal) nodig hebben om vragen te kunnen beantwoorden. De aangeleerde concepten moeten ze aan het eind van een onderwijsblok (module) weer kunnen gebruiken in een nieuwe context. Het doel is dat leerlingen inzien dat materie is opgebouwd uit atomen en moleculen en dat ze relaties kunnen leggen tussen deze microwereld en de macrowereld: het visueel waarneembare of meetbare.

2.3. Contexten

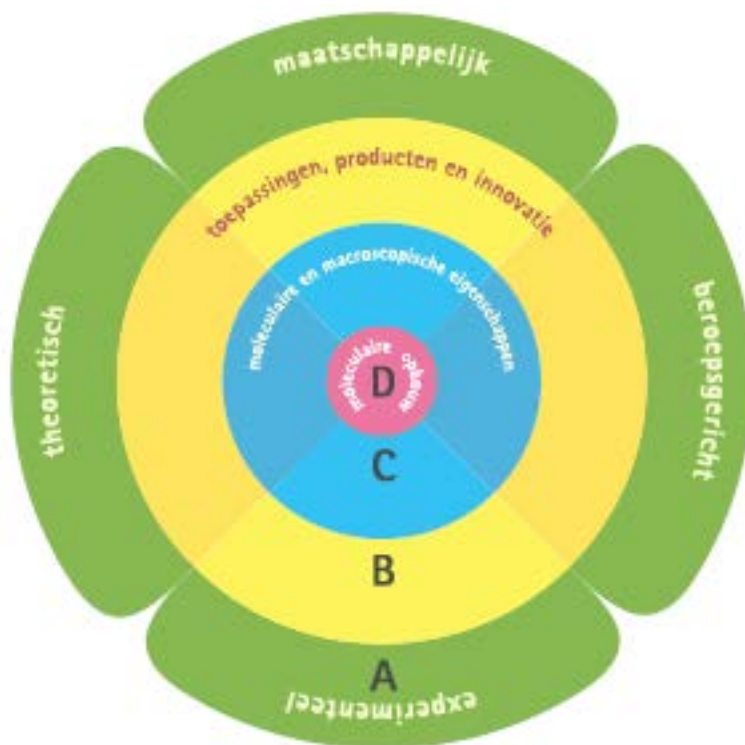
De commissie Van Koten draagt contexten aan als materiaal/voorbeelden om concepten aan op te hangen. Een context kan als volgt gedefinieerd worden:

“Een verzameling van omstandigheden en feiten die een bepaalde toestand definiëren.”

In de visie van de commissie zijn contexten te beschouwen als situaties of voorbeelden uit de wereld om ons heen, die representatief zijn voor de doelstellingen van het scheikundeonderwijs. Er zijn vier verschillende contexten door de commissie onderscheiden: maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte contexten of combinaties

hiervan. Door contexten te blijven variëren kan het vernieuwde scheikundeonderwijs blijven aansluiten bij actuele ontwikkelingen in de samenleving, de wetenschap en kenniseconomie.

Bij het maken van keuzes voor een context, moet rekening gehouden worden met de plaats van het onderwijsblok is de relatie tot het gehele curriculum. Ook de gewenste functie van de context (welke concepten moeten aan bod komen), de gewenste rol van de leerling (o.a. didactische aanpak) en het perspectief (b.v. 'kruip in de huid van en los dit probleem op'), moet bij de keuze meespelen. (naar: Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo. 2003).



Figuur 1. Schematische weergave van de context-en-conceptbenadering. Overgenomen uit (Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo. 2003).

In 2003 schreef de vernieuwingscommissie : 'Het nieuwe scheikundeonderwijs is gebaseerd op een wisselwerking tussen contexten en concepten (zie Figuur 1). In schil A van Figuur 1 zijn de maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte contexten weergegeven (groen). In schil B gaat het om scheikundige toepassingen, producten en innovaties (geel). Schil B is een weergave van contexten waar toepassingen en producten in verband staan met kennis van en inzicht in beide centrale concepten. Schil C omvat het secundaire centrale concept. Dit is een wisselwerking tussen macroscopische en moleculaire eigenschappen van stoffen (microscopisch) en materialen (blauw). Schil D sluit op schil C aan en omvat het primaire centrale concept van de scheikunde. De moleculaire opbouw vormt de basis van de moleculaire eigenschappen (roze) .' (Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo. 2003).

Dit model ziet er erg elegant uit, maar is van een hoog abstractie-niveau. Daarom zijn er in bijlage 14 van het rapport concrete voorbeelden gegeven. 'Superslurpers' vanuit de experimentele context, 'Pommes Grün-Weiss' vanuit de beroepsgerichte context (zie bijlage A van dit verslag) , en 'Air Quality' vanuit de maatschappelijke context.

'Pommes Grün- Weiss' is gebaseerd op de didactische structuur van ChiK. In die modules zijn vier fasen te onderscheiden: introductiefase, nieuwsgierigheids- en planningsfase, verwerkingsfase en verdiepingsfase (zie uitleg in H3.1). Bij de verder concretisering van de vernieuwing in scheikundeonderwijs, is vooral de ontwikkelgroep in Noord-Nederland met deze didactische benadering verder gegaan, in de vooronderstelling dat dit aansluit bij 'Chemie tussen context en concept' en de manier van werken in de 'nieuwe scheikunde' zoals is voorgesteld door de commissie Van Koten (Apotheker 2004). In Nederland wordt deze didactische structuur 'Viervlakschemie' genoemd.

Martin Goedhart is kritisch ten opzichte van deze vernieuwing, omdat in het rapport v. Koten o.a. deze Chik-benadering als bewijs wordt genomen dat de concept-context methode bruikbaar is voor het scheikundeonderwijs, terwijl eigenlijk pas conclusies getrokken kunnen worden over de bruikbaarheid van de context-concept methode als er een uitgebreide evaluatie is geweest. Desalniettemin kan de aanpak via de vier genoemde didactische fasen volgens Goedhart een begin vormen voor de vernieuwing van het scheikunde onderwijs (Goedhart 2004).

(Inmiddels is er een evaluerend onderzoek gaande onder leiding van Wilmad Kuiper. Wij hebben in het vak Onderwijskunde 2 hier, middels een gastcollege van W. Kuiper, kennis van kunnen nemen.)

Op dit moment zijn er voor de leerjaren 3 tot en met 6 ongeveer 50 modules beschikbaar (SLO 2009). Bij de selectie van een module voor ons onderzoek van onderwijs zijn we om diverse redenen (zie H 3.2) gekomen op de module 'Schoonmaken' die voor het 3^e leerjaar als een van de eerste modules is verschenen en is geschreven vanuit de didactische structuur 'Viervlakschemie'.

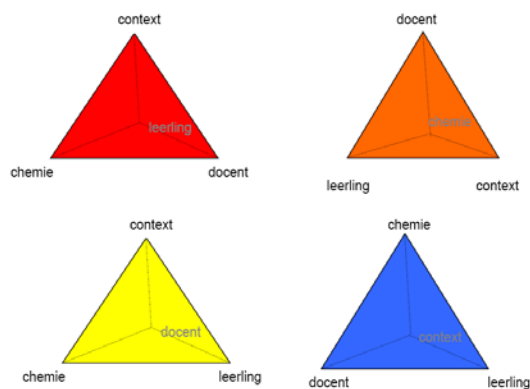
Hoofdstuk 3 Modules Nieuwe Scheikunde

3.1. Module Schoonmaken

Het materiaal dat wij over de module schoonmaken op de website Nieuwe Scheikunde hebben gevonden begint met een uitgebreide algemene docentenhandleiding viervlakschemie modules . Dit deel beschrijft de **didactiek** en wordt als onderliggende leidraad bij alle modules uit deze ontwikkelgroep gebruikt. (paragraaf 3.1.1) Daarna wordt een **context** genoemd (schoonmaakmiddelen) en de **concepten** die leerlingen aan het einde van de module moeten kennen (paragraaf 3.1.2) Suggesties voor lesindelingen (9 , 12 of 16 lessen) wordt gegeven en tot slot zitten er over 11 onderwerpen **practicum**voorschriften in, in een open en een gesloten variant.

3.1.1 Structuur en didactiek

Het idee 'viervlaks-chemieonderwijs', is een vorm van onderwijs die gericht is op het aanleren van verschillende vaardigheden door de leerlingen . namelijk onderzoek, groepswork en presenteren. Vier factoren die een rol spelen in het onderwijs,: contexten, chemie (concepten), docent en leerling, zijn uitgebeeld als de punten van een tetraeder. (zie Figuur 2). Zo kun je je een beeld voorstellen waarbij steeds een van de vier factoren op de achtergrond blijft. Deze vier mogelijkheden corresponderen met de vier fasen waarin het onderwijs zich zal moeten voltrekken: introductie fase, nieuwsgierigheid/planningsfase, onderzoeksfase, verdiepingsfase.



Figuur 2. Schematische weergave viervlaks-chemieonderwijs. (Apotheker 2004).

De docent zal in de introductiefase (1^e fase) aan de hand van de context de leerlingen proberen te boeien voor het desbetreffende onderwerp. (oranje blok, chemie op achtergrond).

In de planning- en nieuwsgierigheidsfase (2^e fase) kiezen de leerlingen zelf welke chemische aspecten ze willen onderzoeken en dat plannen. De bedoeling is dat ze in groepjes gaan werken volgens inzichten van samenwerkend leren. (gele blok, docent op achtergrond)

In de verwerkingsfase (3^e fase) is de werkelijke uitvoering van proeven, om antwoord te krijgen op de in fase 2 geformuleerde onderzoeksvraag (gele blok, docent op achtergrond)

In de verdiepfingsfase (4^e fase) wordt door de docent samenhang gebracht in de resultaten van leerlingen, opbouw van basisconcepten (chemische begrippen) en verbinding met andere contexten gelegd. (blauwe blok, context op achtergrond). In deze fase wordt invulling gegeven aan het uitgangspunt van Nieuwe Scheikunde, wisselwerking tussen contexten (uit introductiefase) en de nieuw aangeleerde concepten.

Het rode blok (leerling op achtergrond) symboliseert de ontwikkeling van een module. Dit gaat vooraf aan het te geven onderwijs, en is niet gekoppeld aan een van de vier didaktische fasen die de leerlingen doormaken.

3.1.2 Context en concepten

Voor de module 'schoonmaakmiddelen' worden enkele suggesties gedaan voor de manier waarop dit thema in de vier fasen kan worden doorlopen. Het blijft bij suggesties, omdat er veel vrijheid geboden wordt aan zowel de docent (in alle fasen), en aan leerlingen om keuzes voor een onderzoeksvraag te formuleren. Daarna volgt in de module de beschrijving van voorschriften met 11 onderwerpen die te maken hebben met schoonmaken / schoonmaakmiddelen (zie tabel 1). De docent kan kiezen uit een open en een gesloten variant.

Tabel 1. Overzicht van de onderwerpen uit de module schoonmaken.

1.	Kampeerzeep
2.	Bleekmiddel
3.	Witmaken
4.	Eiwitoplossers
5.	Schoonmaakmiddelen combineren
6.	Gevaar en brandbaarheid van schoonmaakmiddelen
7.	Hardheid van water en invloed op zeep
8.	Kalkaanslag
9.	Gehaltesbepaling ontkalkingsmiddel
10.	Maken en testen van zeep
11.	Vetoplossers

In de module kunnen, afhankelijk van de keuzes die gemaakt worden, de volgende concepten aan bod komen: zuurgraad, pH en de zuur-base reactie, reagens, redoxreacties, verzeping, oplossen en mengen, berekeningen rond hardheid van water, werking zeep, brandbaarheid en extractie (Apotheker 2004).

Samenvattend kan gesteld worden dat de module Schoonmaken geen kant-en-klaar lespakket is dat direct kan worden uitgevoerd in de klas. Schoonmaakmiddelen is slechts een thema. De context moet de docent die dit zo oppakt eerst zelf kiezen (evt. door leerlingen als eigen onderzoeksvraag). De docent zal een eigen, concrete lessenserie moeten maken en een keuze maken voor de concepten die de leerlingen na de 4^e fase moeten beheersen. Dit biedt dan ook de mogelijkheid voor ons Onderzoek van Onderwijs om het aan te passen aan de randvoorwaarden waarbinnen dit onderzoek moet plaatsvinden.

3.2. Randvoorwaarden bij dit onderzoek aan een module Nieuwe Scheikunde

In het vak Onderzoek van Onderwijs hebben wij in januari 2009 de opdracht gekregen om onderzoek te verrichten in een praktijksituatie waarbij leerlingen les krijgen aan de hand van een module Nieuwe Scheikunde. De bedoeling is dat de literatuurstudie, de formulering van de onderzoeksvraag en de keuze voor een module samen met een medestudent wordt gedaan. Ik heb dit traject samen met Wolf Rombouts gedaan.

In deze periode is m.b.t. de module ook advies gevraagd aan Frans Carelse (in de rol van docent Marianum en stagebegeleider van Wolf Rombouts), Fer Coenders (vakdidacticus) Guido Janze (docent Rietveldlyceum en stagebegeleider Anneke Westenend) en Willy Flach (TOA Rietveldlyceum).

Bij de keuze voor een NS module, die op beide scholen inpasbaar is in de tweede helft van het schooljaar 2008-2009, moesten we uitgaan van de volgende randvoorwaarden:

- Op twee scholen (Rietveldlyceum te Doetinchem en Marianum te Groenlo) moet het ingepast worden binnen het bestaande PTA.
- Tussen maart en mei 2009 uitgevoerd (herontwerptijd van jan-maart)
- Voor 4 VWO geschikt.
- Ter vervanging van Hfst 6 Pulsar Chemie voor VWO (Rietveldlyceum; zie tabel 2)
- Passend bij H 5 en 9.4 van Curie VWO (Marianum Groenlo; zie tabel 2)
- De module mag op beide scholen niet te groot zijn. Bij het Marianum is in periode 3 slechts 1 uur per week les (80 min); bij het Rietveldlyceum zijn er maximaal 8 lessen van 50 min (2 per week) beschikbaar. Daarvan zijn er 4 in een theorie-lokaal.
- Er moet een bestaande module Nieuwe Scheikunde gekozen worden, geschikt voor de doelgroep.

	Rietveld Lyceum	Marianum
Methode	Pulsar	Curie
Hoofdstukken	6	5 en 9
Concepten	• Relatie kookpunt-molecuulmassa • Intermoleculaire bindingen • vanderwaalsbindingen • Electronegativiteit • Polaire bindingen/ polaire stoffen / apolaire stoffen • Dipoolmoleculen / ruimtelijke bouw / dipoolmoment • Waterstofbruggen • Oplossen en mengen • Hydrofiel/hydrofoob • Waswerking van zeep /schuim/ micellen • Oppervlaktespanning	• Relatie kookpunt-molecuulmassa • Intermoleculaire bindingen • Vanderwaalsbindingen • Electronegativiteit • Polaire en apolaire atoombindingen • Dipool- dipool • Waterstofbruggen • Oplossen en mengen • Hydrofiel/hydrofoob • Polaire en apolaire stoffen • Oppervlaktespanning • Waswerking van zeep

Tabel 2. Overzicht van de concepten die in 'Pulsar' en 'Curie' worden behandeld.

Gezien het feit dat een aantal onderwerpen en concepten terug te vinden zijn in de module 'Schoonmaken' hebben we daarvoor gekozen en deze aangepast, zodat het voldeed aan de hier genoemde randvoorwaarden. Deze module staat al kort beschreven in paragraaf 3.1.

3.3 Module Schoonmaken van olieslachtoffers

Uitgaande van de randvoorwaarden, geformuleerd in 3.2 en het bestaande materiaal zoals beschreven in 3.1, hebben wij een module 'Schoonmaken van olieslachtoffers' gemaakt .

De **context** olieslachtoffers hebben we gekozen, omdat wij denken dat leerlingen via televisiebeelden van gekapseisde olietankers op zee, zich wel enigszins betrokken zouden kunnen voelen bij vogels die, door olie besmeurd, aan land komen. Over dit onderwerp is via internet veel informatie te vinden. Het kan een aanknopingspunt zijn voor de selectie van een geschikt schoonmaakmiddel om met olie besmeurde vogels te 'redden'.

Bij aanvang van de module wordt in de introductiefase bij de leerlingen het volgende probleem naar voren gebracht. *'Hoe maak je vogels die slachtoffer dreigen te worden van olievervuiling weer zodanig schoon dat ze overleven en teruggezet kunnen worden in de natuur?'* Om dat tastbaar te maken, wordt in twee grote glazen vazen gevuld met veren, afgewerkte motorolie gegoten. Deze vazen worden steeds bij de volgende lessen tentoongesteld. De introductiefase heeft bij het Rietveldlyceum een omvang van 1 les.

De plannings- en nieuwsgierigheidfase en de verwerkingsfase zijn bij het Rietveldlyceum 6 lessen, waarin om en om een practicumles en een theorieles is. In de practicumlessen worden enkel practica uit de module, aangevuld met enkele practica uit Pulsar Chemie of Curie. (de verantwoording van de selectie staat in 3.3.1).

De verdiepingsfase moet vooral in de tussenliggende theorielessen inhoud krijgen. De context (olieslachtoffers) moet via het onderwerp werking van zeep (oppervlaktespanning, mengbaarheid van vloeistoffen) , leiden tot begripsvorming over o.a. binding tussen moleculen (waterstofbruggen (concepten)). In deze theorielessen wordt steeds gewisseld tussen context en **concepten**. Ook zal in deze lessen, door het bespreken van de resultaten van de practica, regelmatig het woordgebruik wisselen van macroscopisch niveau (visuele – of meetbare waarnemingen) naar het microniveau (moleculen en bindingen binnen en tussen moleculen.(uitleg electronegativiteit, dipool-moleculen, waterstofbruggen).

De practica

De practica die wij geselecteerd hebben uit de module Schoonmaken zijn:

- Maken en testen van zeep
- Hardheid van water en invloed op werking van zeep
- Vetoplossers

De beschrijving van het maken van zeep is door de TOA van het Rietveldlyceum drastisch vereenvoudigd, zodat er sneller én veiliger gewerkt kan worden door de leerlingen. Het testen van diverse zeepsoorten, inclusief het zelfgemaakte zeepje, is toegevoegd aan practicumvoorschrift 'Hardheid van water en invloed op werking van zeep' , om tijd te besparen. Enkele practica uit Curie en Pulsar Chemie, om concepten zoals genoemd in

tabel 1 aan bod te kunnen laten komen zijn toegevoegd. Een eindopdracht aan de leerlingen om een eigen onderzoek op te zetten (werkplan) uit te voeren (practicumles 4) en de resultaten te presenteren. Deze toevoeging is noodzakelijk om het niveau van 3 havo/vwo naar 4 vwo op te krikken. In tabel 3 staat het overzicht van proeven voor de practicumlessen.

Practicumles nummer	onderwerp
1	Zelf zeep maken
2 en 3 in rouleersysteem	Proef 1: Drijven en wegwezen Proef 2: Oppervlaktespanning bepalen (druppels) Proef 3: Mengbaarheid van vloeistoffen en effect van zeep Proef 4: Oplossen van vaste stoffen in vloeistoffen Proef 5: Testen van zeep Demo 1: Wat gebeurt er met een vloeistofstraal o.i.v. elektrische krachten? Demo 2: Verdampingstijden van diverse vloeistoffen Demo 3: Mengen van schoonmaakmiddelen: risico's Demo's op eind van de lessen, alleen als er tijd is.
4	Eigen onderzoek: hoe kun je olieslachtoffers (vogels) weer schoonmaken?

Tabel 3 Overzicht van proeven

Samenwerkend leren

In de algemene handleiding viervlakschemie worden suggesties gedaan om het samenwerkend leren vorm te geven en de producten die hieruit voortkomen te beoordelen. Om daaraan tegemoet te komen hebben we gekozen voor het gebruik van logboeken in groepjes van drie. In het logboek staan practicumvoorschriften en is het formulier Effectief samenwerken (zie Bijlage B) opgenomen.

De herontworpen module omvat:

- Een docentenhandleiding met verwijzing naar viervlakschemie-
- Een leerling-tekst (elke leerling zijn eigen exemplaar)
- Losse practicumvoorschriften voor de 2^e en 3^e praktische les
- Een logboek (een per groepje van drie)

Hoofdstuk 4 Theoretisch Kader

Wij willen in dit Onderzoek van Onderwijs een onderzoek opzetten dat antwoord zou kunnen geven op de vraag of deze module Nieuwe Scheikunde kan leiden tot een juist begrip van de theoretische concepten (*) , zoals beoogd. Tijdens het onderwijs willen wij het taalgebruik van de leerlingen monitoren en later analyseren om te kijken wanneer en hoe die ontwikkeling zich voltrekt.

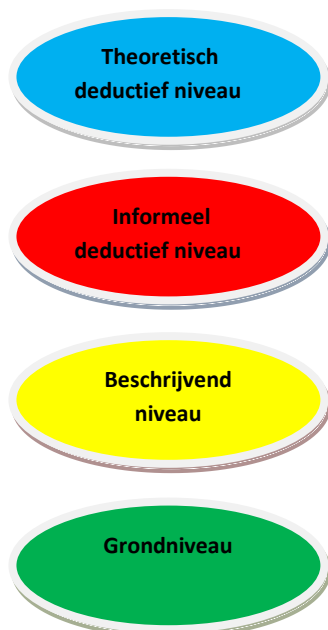
(*): Polair /apolair stoffen;Hydrofiel/hydrofoob;polaire en apolaire atoombindingen;mengen;oplossen;dipool-molecuul ; waterstofbruggen;verdampingstijden;oppervlaktespanning;electronegativiteit;kookpunt;schuimgetal

In eerdere afstudeeropdrachten die zijn uitgevoerd voor ELAN is het abstractiemodel van Van Hiele toegepast op het scheikundeonderwijs (Visser 2004) en op maatschappijleer (Prakken 2006). Hierin blijkt dat de Van Hiele abstractie theorie een bruikbaar kader is om ontwikkeling richting een gewenst einddoel te analyseren. Inmiddels is Wolf Rombouts ook afgestudeerd. Zijn bevindingen zijn dat als je leerling-taal die gebezigd wordt voor -, tijdens - en na het leerproces (in de module) indeelt naar mate van abstractie, je een ontwikkeling hierin kunt monitoren.

De abstractie-theorie van Van Hiele theorie wordt in 4.1 uiteengezet. In 4.2 wordt de onderzoeksvraag geformuleerd.

4.1. Van Hiele's abstractieniveaus

Eind jaren vijftig in de vorige eeuw heeft Pierre van Hiele onderscheid gemaakt tussen verschillende niveaus van denken over objecten of verschijnselen tijdens een leerproces. Gedurende het leerproces worden verschillende niveaus naar oplopende mate van abstractie door mensen doorlopen (zie Figuur 3). Er zijn door Van Hiele vier niveaus onderscheiden: het grondniveau (nulniveau of intuïtief niveau), het eerste niveau (beschrijvend niveau), het tweede niveau (informeel deductief niveau) en het derde niveau (theoretisch deductief niveau) (Alberts 2005).



Figuur 3. Schematische weergave van Hiele abstractie niveaus.

4.1.1 Van Hiele niveaus in de wiskunde

Het grondniveau geeft de beginsituatie van het leerproces van het kind weer en wordt ook wel het visuele niveau genoemd. Op dit niveau kunnen leerlingen vormen identificeren, maar kijken daarbij niet naar de eigenschappen van de vormen. Op het beschrijvende niveau kunnen leerlingen vormen herkennen aan hun eigenschappen en daarover discussiëren, zij zien echter niet de relaties tussen de eigenschappen. Een leerling kan bijvoorbeeld afzonderlijk een vierkant en een rechthoek herkennen, maar niet zien dat een vierkant ook een rechthoek is. Op het volgende niveau, het informeel deductieve niveau, begrijpen leerlingen de verbanden tussen de eigenschappen van vormen en kunnen zij deze met basale argumenten bediscussiëren. Leerlingen snappen dat alle vierkanten rechthoeken zijn (gelijke lengte ribben en hoeken), maar niet alle rechthoeken vierkanten zijn (verschillende lengte ribben en gelijke hoeken). Op het hoogste niveau, het theoretisch deductief niveau, kunnen leerlingen vanuit een theorie verder werken en deze toetsen; dit wordt ook wel hypothesetoetsing genoemd. Leerlingen zijn in staat om over de verbanden tussen de eigenschappen te discussiëren en deze te gebruiken bij theorieontwikkeling (Alberts 2005).

Een leerproces wordt begonnen op het visuele niveau (dit wordt gevormd door niveau 0 en 1), waarbij een bepaald object of begrip verkend wordt. Deze stap is cruciaal om naar een hoger abstractieniveau te komen. Tijdens het leerproces bouwt iemand schema's op aan de hand van reflecties die tijdens de stap van het visuele niveau naar het beschrijvende niveau en tijdens de stap van het beschrijvende niveau naar het informeel deductieve niveau plaatsvinden. Tijdens deze overgangen is een verandering in het taalgebruik merkbaar, de leerling gaat vaktermen gebruiken in plaats van spreektaal. De overgangen van het eerste naar het tweede niveau en van het tweede naar het derde niveau hangen samen met het leggen van verbanden. Er worden verbanden gezocht en gelegd tussen de kennis die iemand al heeft en nieuwe informatie, dit wordt associatie genoemd. Door associatie kan nieuwe informatie beter onthouden worden, doordat deze kennis aan al bestaande schema's wordt toegevoegd. Uiteindelijk ontstaat er een netwerk van relaties tussen begrippen in de schema's (van Hiele 1973).

Bij de theorie is de aanname gemaakt dat de mens leert door middel van intuïtieve, onvoorwaardelijke en directe ervaring van kennis van de wereld en de onderliggende begrippen. Verschillende wetenschappers hebben gewerkt met het model en hebben de niveaus aangepast, hierdoor zijn verschillende varianten/representaties van het model in omloop. Als voor een leerling één van de niveaus niet duidelijk is, zal het lastig zijn om naar een niveau met een hogere abstractie te gaan. Als je bijvoorbeeld niet weet dat een vierkant ook een rechthoek is, omdat de relaties tussen de eigenschappen van een vierkant en een rechthoek niet gezien worden, dan is het lastig om de definitie van een rechthoek te geven (Van Hiele 1973; Alberts 2005).

4.1.2. Van Hiele niveaus in de scheikunde

Van Hiele heeft de abstractie theorie ontwikkeld vanuit zijn ervaring met onderwijs in meetkunde, onderdeel van wiskundeonderwijs. Deze theorie is echter universeler van aard en verschaft ook inzicht in het leerproces bij andere exacte vakken, zoals natuurkunde, scheikunde en biologie. In dit onderzoek naar het leerproces bij onderwijs in een Nieuwe Scheikunde module gebruiken wij deze theorie. De reden hiervoor is dat de abstractietheorie

de diverse fasen in ontwikkeling benoemt. Dit biedt een raamwerk om de verschillende stappen in de ontwikkeling naar een hoger abstractieniveau te kunnen determineren.

De achterliggende gedachte is dat leerlingen via waarnemingen tijdens de experimenten, vervolgens via een verklaring voor deze waarnemingen naar een algemeen toepasbare theorie werken in hun leerproces. Tijdens deze ontwikkeling zal een verandering in taalgebruik bij leerlingen merkbaar zijn. Deze verandering in taalgebruik, zowel mondeling als schriftelijk, willen wij monitoren.

In het verslag van Wolf Rombouts is terug te lezen dat hij de indeling in vier niveaus, zoals oorspronkelijk opgezet door Van Hiele, daarvoor heeft gebruikt. Goedhart heeft later dit model 'vertaald' naar het scheikundeonderwijs en heeft drie in plaats van vier abstractieniveaus onderscheiden (Goedhart, 2006). Bij de drie niveaus heb ik ter verduidelijking een voorbeeld gegeven met onderwerpen en concepten uit de module Schoonmaken van olieslachtoffers.

Van Hiele niveaus algemeen (interpretatie Goedhart):

- Grondniveau: gebaseerd op persoonlijke situationele ervaringen met een intuïtief karakter
- Beschrijvend niveau: gebaseerd op overeenkomstige / algemeen afgesproken eigenschappen
- Theoretisch niveau: gebaseerd op definities (logische afspraken)

Van Hiele niveaus in de scheikunde:

- Grondniveau: stoffen herkend aan hun **zichtbare eigenschappen**,
Bv: olie drijft op water (ervaring)
Bv: Zout verdwijnt in water
- Beschrijvend niveau: stoffen worden gekarakteriseerd op grond van hun **chemische eigenschappen**
Bv: olie heeft een lager dichtheid / is lichter dan water.
Bv.: olie is watervrezend (hydrofoob), zout is waterminnend (hydrofiel) of: zout lost op in water
- Theoretisch niveau: stoffen worden gekarakteriseerd op grond van de **atomaire / elementaire opbouw**.
Bv: oliemoleculen hebben geen polaire bindingen; het watermolecuul heeft een dipool karakter; moleculen met een –OH groep kunnen waterstofbruggen vormen.
zeep-moleculen hebben een polaire kop.

Deze driedeling wijkt dus iets af van de oorspronkelijke vier niveaus van Van Hiele. Ik ben er om twee redenen toch voorstander van om deze vereenvoudiging, (idee van Goedhart) aan te brengen. In het verslag van Wolf Rombouts blijkt dat het meestal onmogelijk is om van leerling-taal te bepalen of het in niveau 0 of 1 is. Een andere reden om drie in plaats van vier niveaus te onderscheiden, heeft te maken met de beschrijving van Nieuwe Scheikunde, zoals in het schillenmodel is uitgewerkt (zie hoofdstuk 2). De gele schil (toepassingen, producten en innovatie) is te benoemen met woordgebruik op het grondniveau. De blauwe schil (macromoleculaire en macroscopische eigenschappen) vraagt om scheikundig woordgebruik van het beschrijvend niveau. De rode kern van het schillenmodel (moleculaire

opbouw) komt vrijwel overeen met wat bedoeld wordt met het theoretisch niveau van Van Hiele.

In de Nieuwe Scheikunde staat het micro/macro concept centraal. In de onderscheiding van deze drie Van Hiele niveaus is ook de ontwikkeling te zien van macrowereld naar microwereld, die leerlingen in het scheikundeonderwijs (in de Tweede Fase) moeten doormaken.

Het Van Hiele model met de drie abstractieniveaus , zoals voorgesteld door Goedhart, gebruik ik in mijn onderzoek aan de NS-module Schoonmaken van olieslachtoffers.

4.2. Onderzoeksvraag

Op de volgende onderzoeksvraag probeer ik een antwoord te geven:

“Leidt onderwijs ingericht volgens de context-concept benadering tot de verwachte verhoging van het abstractieniveau bij leerlingen?”

Hierbij kunnen de volgende deelvragen geformuleerd worden:

- Kan het verschil in abstractieniveau van leerlingen vastgesteld worden door vooraf en achteraf antwoorden op kennistoetsen te beoordelen?
- Kan het verschil in abstractieniveau van leerlingen vastgesteld worden door antwoorden op vragen in het logboek te beoordelen?
- Kan het verschil in abstractieniveau van leerlingen vastgesteld worden door discussies en opmerkingen op te nemen en te analyseren?

Hoofdstuk 5 Opzet van het onderzoek

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het uitvoeringsgedeelte van het onderzoek: hoe zijn de gegevens verzameld om de onderzoeksvraag te beantwoorden.

5.1. Beschikbare ruimte, tijd en leerlingen

Het onderzoek is uitgevoerd op het Rietveldlyceum te Doetinchem. De module is in twee groepen 4 VWO gegeven. Hierin zaten in totaal 29 leerlingen. Voor de module waren 8 lessen van 45 minuten ter beschikking. Aan het begin van de lessenserie is de klas in groepjes verdeeld: 9 trio's en één duo. De leerlingen kregen de opdracht de experimenten en een eigen onderzoekje in deze groepen uit te voeren. Omdat we slechts de helft van de tijd de beschikking hadden over een practicumlokaal, was de tijd voor praktisch werk nogal beperkt. De lesplanning is opgenomen in bijlage C.

5.2. Opzet van het onderzoek

Wat er in de lessen gebeurde, is op drie manieren (met drie 'instrumenten') gevolgd. De reden daarvoor is om zo vanuit verschillende perspectieven het leerproces van de leerlingen te kunnen volgen en de deelvragen van het onderzoek te beantwoorden. Die drie instrumenten waren:

- Vooraf en achteraf een individuele schriftelijke toets met open vragen ('Pré- en posttoets')
- Audio- en video-opnamen van een groepje leerlingen tijdens de lessen
- Analyse van de logboeken op het einde van de module

5.3. Pre-toets en post-toets

Om de ontwikkeling in taalgebruik van de leerlingen te kunnen bepalen is ervoor gekozen om de leerlingen vooraf en achteraf een toets te laten maken. Deze toetsen bevatte voor een deel identieke vragen. Aan de toets achteraf zijn echter ook vragen toegevoegd om een cijfer (voorschrift PTA) te kunnen bepalen. Deze vragen zijn voor dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Om de antwoorden die leerlingen op de vragen hebben gegeven te analyseren zijn de leerling-antwoorden per vraag ingedeeld in een van de drie abstractieniveaus zoals in hoofdstuk 4 beschreven:

- Grondniveau: zichtbare eigenschappen, of ervaringen worden omschreven. Ook antwoorden die niet correct zijn of als geen enkel antwoord is gegeven, zijn bij grondniveau ingedeeld.
- Beschrijvend niveau: als een stof of verschijnsel is gekarakteriseerd op grond van chemische eigenschappen en daar naast ook een juist concept/begrip is gebruikt, maar nog geen juist en/of volledig verband tussen verschijnsel en begrippen is gelegd.
- Theoretisch niveau: als een stof of verschijnsel is gekarakteriseerd op grond van de molecuulbouw en juiste relaties zijn gelegd met voldoende theoretische concepten

Deze criteria voor indeling in een van de drie niveaus zijn in hoofdstuk 6 per vraag genoemd. Door de resultaten van de pre-toets en post-toets met elkaar te vergelijken moet duidelijk worden of er bij de klas als geheel een verhoging van abstractie te zien is.

5.4. Logboeken

De leerlingen kregen per groep van drie, één logboek om bij te houden tijdens de practica en het eigen onderzoek. Het logboek is een voorgedrukt document, dat per groepje uitgereikt is. Het bevat practicumvoorschriften met vragen, ruimte om antwoorden op vragen op te schrijven, waarnemingen te noteren en per les een evaluatieformulier om de wijze van samenwerking te noteren. De antwoorden op de vragen zijn bedoeld als tweede bron van informatie voor mij, om te kunnen analyseren wanneer en hoe de leerlingen de ontwikkeling doormaken naar een hoger abstractie-niveau.

5.5. Geluidsopnamen en video-opnamen

Er zijn geluidsopnamen gemaakt van één groepje per klas. De geluidsopnamen hebben tot doel de discussies van leerlingen waarin scheikundige begrippen, termen en waarnemingen naar voren komen vast te leggen. Deze opmerkingen moeten dienen om inzicht te krijgen hoe leerlingen onderling communiceren over nieuwe waarnemingen en hoe en wanneer ze de sprong maken van het ene abstractieniveau. (Hoe maken leerlingen zich de concepten uit de scheikunde eigen?)

Oorspronkelijk was het de bedoeling om ook video-opnamen van de lessen te maken om achteraf terug te kunnen kijken naar wat in de lessen behandeld is en om eventuele klassendiscussies vast te leggen. Achteraf is er bij twee van de 8 lessen opgenomen, en is de wijze van filmen niet zodanig geweest dat hieruit ook gegevens voor dit onderzoek gehaald konden worden. Dit wordt dan ook verder buiten beschouwing gelaten.

Hoofdstuk 6: Resultaten

6.1 Vergelijking van woordgebruik in pretoets met posttoets

De antwoorden die leerlingen gegeven hebben, heb ik eerst gerangschikt en gecategoriseerd. Vervolgens zijn categorieën samengevoegd die tot hetzelfde Van Hiele niveau behoren. Om dit bewerkingsproces transparant te houden, heb ik ervoor gekozen om deze resultaten in tabellen weer te geven met een korte aanduiding van de diverse soorten antwoorden. De categorieën zijn met hoofdletters (A t/m Z) aangeduid, bovenin horizontaal, en toegelicht onder het betreffende Van Hiele niveau.

Bij de geanalyseerde vragen (tabellen 4.1, 4.2 en 4.3) is er een duidelijke verschuiving te zien van antwoorden op grondniveau bij de pre-toets, naar antwoorden op theoretisch niveau bij de posttoets.



Vraag 1: Bekijk de foto

- a Welke zal de water-laag zijn?
- b Welke zal de olielaag zijn?
- c Waarom heb je bij b voor die laag gekozen?
- d Wat is er zo specifiek aan de stoffen water en olie dat ze niet mengen?

Tabel 4.1 Analyse van pre- en posttoets vraag 1

Antwoorden	A	B	C	D	totaal
pre toets vraag1	14	15	0	0	29
posttoets vraag 1	5	0	17	7	28
Totaal pretoets	29		0	0	29
Totaal posttoets	5		17	7	28

Grondniveau:

- A geen heldere verklaring, erg vreemd, of fout
- B een verklaring met alleen iets over dichtheid

Beschrijvend niveau

- C verklaringen met een of meer begrippen hydrofiel, hydrofoob, waterstofbruggen, polair/apolair,

Theoretisch niveau

- D verklaringen met een of meer begrippen hydrofiel, hydrofoob, waterstofbruggen, polair/apolair, gecombineerd met dichtheid

Toelichting: Bij aanvang van het onderwijs geven alle leerlingen antwoorden op het grondniveau. Na afloop, bij de posttoets, is het beeld duidelijk verschoven naar de hogere abstractieniveaus.: 17 antwoorden beschrijvend en 7 antwoorden op theoretisch niveau.



Vraag 3.

Op de foto zie je een insect op het water, dat we een 'schaatsenrijder' noemen.

Geef een verklaring voor het wonderlijke verschijnsel dat hier gefotografeerd is.

Tabel 4.2 Analyse van pre- en posttoets vraag 3

Antwoorden	E	F	G	H	K	L	M	N	totaal
pre 3	2	10	5	6	2	3	0	0	29
post 3	0	2	0	1	0	8	6	11	28
Totaal per niveau pretoets	25					3		0	29
Totaal per niveau posttoets	3					14		11	28

Grond niveau

E Weet niet

F alleen iets over gewicht en lichaamsbouw van het insect

G iets over gewicht/dichtheid van insect t.o.v. water

H iets over waterafstotende stof op poten

K vreemde verklaringen

Beschrijvend niveau

L een verklaring met het woord oppervlaktespanning er in

M een verklaring met het woord waterstofbruggen

Theoretisch niveau

N een verklaring met zowel het woord oppervlaktespanning als met het woord waterstofbruggen

Toelichting: Bij de antwoorden voorafgaand aan het onderwijs worden door de grote meerderheid van de leerlingen formuleringen gebruikt die tot het grondniveau behoren. Maar na afloop is bij 11 van de 28 de verklaringen op vraag 3 een theoretisch niveau te herkennen.

Vraag 4 Handen wassen

Als je vuile handen gaat wassen met zeep zonder water, ontstaat er geen schuim. Pas als je ze met water nat maakt gaat het schuimen.

- a Wat is hierbij de functie van water?
- b Wat is hierbij de functie van zeep
- c Hoe verklaar je op scheikundig niveau het ontstaan van het schuim?

Tabel 4.3 Analyse van pre- en posttoets vraag 4

Antwoorden	O	P	Q	R	S	T	U	V	W	X	Y	Z	totaal
pre 4a	13	0	6	5	2	1	0	0	0	0	2	0	
pre 4b	3	4	20	0	1	0	0	0	0	0	0	0	
pre 4c	0	5	0	0	12	0	0	0	0	0	10	2	
post 4a	7	0	2	0	1	3	11	2	2	0	0	0	
post 4b	2	0	9	0	1	0	13	0	0	3	0	0	
post 4c	1	0	0	0	2	0	7	0	0	14	1	3	
Totaal pretoets 4a	26					1			2				29
Totaal pretoets 4b	28					0			0				28
Totaal pretoets 4c	17					0			12				29
Totaal posttoets 4a	10					15			2				28
Totaal posttoets 4b	12					13			3				29
Totaal posttoets 4c	3					7			18				28

Grondniveau

- O Dat het schuimt
- P mengen emulgeren
- Q spoelen, reinigen, desinfecteren, schoonmaken, vuile handen wassen,
- R verspreiden, verdunnen
- S onzin, fout, vreemd, niets

Beschrijvend niveau

- T een beschrijving over oplossen van zeep,
- U een beperkte uitleg met het woord 'micellen'
- V een uitleg met het woord 'hydrateren'

Theoretisch niveau

- W uitleg op theoretisch niveau
- X waterstofbruggen, hydrofoob, hydrofiel
- Y verklaring met het woord 'reageren' of 'chemische reactie'
- Z uitgebreide beschrijving

Toelichting: ook bij deze vragen a, b en c is het aantal antwoorden op theoretisch niveau bij de posttoets hoger dan bij de pretoets.

6.2 Geluidsopnamen en video-opnamen

Bij de geluidsopnamen zijn geen gerichte vragen gesteld, maar zijn gesprekken opgenomen tijdens het maken van opgaven door de leerlingen, het klassikaal bespreken van opgaven en uitvoeren van de experimenten. Omdat het alleen geluidsopnamen zijn, is niet precies te bepalen waar leerlingen mee bezig zijn. Het gebruik van een dictafoon in een klas die actief bezig is met allerlei praktische handelingen, bleek lastig. Er was erg veel achtergrondgeluid, waardoor gesprekken van de leerlingen die ik wilde volgen, soms niet te volgen waren. Bij één groepje werd er zelfs voortdurend (bewust of onbewust) hard doorheen gefloten, waardoor het een marteling werd om deze gesprekken af te luisteren. Ook is bij twee lessen de dictafoon niet geactiveerd (verkeerde knop?).

Van de resterende opnamen heb ik tien fragmenten geselecteerd, die verstaanbaar waren en mogelijk relevant zijn voor het beantwoorden van de tweede deelvraag van dit onderzoek. De fragmenten van deze audio-opnamen zijn in zijn geheel weergegeven in bijlage D. Hieronder staat een korte toelichting daarop.

Woordgebruik op grondniveau:

In de eerste practicumles zijn de leerlingen zeep aan het maken. In fragment 1 praten de leerlingen in halve zinnen en hebben het over 'dingen' als ze een stof/ chemische stof/ ingrediënt bedoelen. In fragment 2, 3 en 4 gebruiken ze 'oplossen', 'smelten' (fragment 3), 'stollen/dikker worden' en 'scheiden' (fragment 4) door elkaar. In fragment 7 wordt een waarneming die ze doen gekoppeld aan een ervaring uit hun dagelijkse leefwereld.

Woordgebruik dat duidt op een sprong van grondniveau naar beschrijvend niveau:

Bij opname van fragment 8 hadden de leerlingen een schaalte met water voor zich, waarop olie en veel peper drijft. Het volgende gesprekje volgde:

....Dat dit niet mengt, komt dat ook door die eh Nou, die olie en water wil dus niet mengen, omdat ze verschillende eigenschappen hebben. En dat water is hydrofiel, nee water is een dipool, sorry, dat hebben we gisteren gehad he. Water heeft een pluskant en een minkant en dat trekt elkaar aan. Dan krijg je aantrekkingskrachten tussen die water ... En bij olie is dat hetzelfde...

Wat mij verder nog opviel:

In fragment 5: Na eerdere waarschuwing over het veilig werken met pure kaliumhydroxide (KOH), proberen ze het risico te duiden nu deze KOH gebruikt is in de bereiding van zeep. Is het dan nog net zo gevaarlijk? 'Kan een vaste stof door de huid dringen' is de onderliggende vraag, maar de andere leerling zoekt een andere uitweg: als je het oplost wel.

In dit gesprek kan er dus een nieuwe misconceptie ontstaan ('alleen opgeloste stoffen dringen door de huid') én Als het gesprekje hierbij blijft, is de onderliggende vraag nog niet opgelost.

Ook fragment 10 is hier een voorbeeld van: in deze les krijgen de leerlingen nieuwe leerstof te verwerken, waarbij ze eerst zelf gevraagd wordt e.e.a. in BINAS op te zoeken. In het gesprekje hebben ze het over 'dingen' en halen ze oude kennis naar boven, maar blijkt dat ze de concepten 'lading' en 'covalentie' door elkaar halen.

Als docent tijdens een practicum-les, heb je soms het geluk dat je dit soort gesprekjes kunt uitvergroten en ontrafelen. Vele andere opmerkingen tussen leerlingen zullen leiden tot

andere (mis)concepties dan je als docent aan ze zou willen meegeven. Zo kunnen er zelfs in één klas al vele 'waarheden' ontstaan. Je kunt nooit alles tegelijk horen en zien als leerlingen zelfstandig werken. Bij het ontwerp van onderwijs moet je met dit verschijnsel rekening houden. Een mogelijke oplossing is om direct na de zelfstandig werken tijd de concepten middels een onderwijsleergesprek op de correcte wijze aan te leren.

Fragment 6 illustreert de verwarring, en tijdverlies die ontstaat als leerlingen slecht lezen en niet weten

Fragment 9 is een illustratie van wat er gebeurt als je een practicumles en een theorieles in de tijd en ruimte uit elkaar rukt. Een paar dagen later zijn deze leerlingen helemaal niet meer geïnteresseerd in verklaringen over wat ze als waarneming in deze tabel hebben opgeschreven. Dan zit hun hoofd weer vol met bv. Een gebeurtenis uit de les Duits!

6.3 Analyse van logboeken

De manier waarop de groepjes het logboek hebben gebruikt is verre van uniform. Sommigen namen het mee naar huis om bij te werken, anderen lieten het in het lokaal achter. Van twee van de tien groepjes heb ik niets meer terug ontvangen omdat 'ze het kwijt zijn'. Van twee van de overige acht heb ik pas weken later het logboek teruggekregen met half ingevulde bladen. De zorgvuldigheid waarmee het is ingevuld, liep zeer uiteen. Bij de formulieren waarop ze dienden in te vullen hoe de samenwerking verliep stond, zonder uitzondering, 'goed' of 'prima' of 'geen opmerkingen'. Dit geeft onvoldoende informatie en zal hier verder ook niet meer meegenomen worden in dit onderzoek. De inhoudelijke beantwoording van de vragen bij de proeven, is door slechts een drietal groepjes gedaan. Een oorzaak hiervoor kan zijn dat bij de practicumlessen bleek dat niet iedereen alles kon uitvoeren wegens tijdgebrek. Overnemen van waarnemingen van anderen en daarna de vragen beantwoorden, was de instructie, maar daarop heb ik in de theorielessen niet gecontroleerd. Die theorielessen zaten al overvol met uitleg van theorie, nalopen van de huiswerkopdrachten uit het boek, en organisatie. Bij de afsluiting van de module heb ik benadrukt dat het cijfer voor deze periode voor 50% bepaald werd aan de hand van de kwaliteit van logboekgebruik. (overigens heb ik zelf niet stilgestaan bij de manier waarop ik dat zou kunnen beoordelen met een cijfer.) Dit heeft ertoe geleid dat een drietal groepjes er een keurig verslag van maakte (werk van één leerling per groep waarschijnlijk) en anderen een bundeltje half ingevulde papieren inleverde.

Het analyseren van het logboek ten behoeve van het beantwoorden van de onderzoeksvraag

- Kan het verschil in abstractieniveau van een leerlingen vastgesteld worden door antwoorden op vragen in het logboek te beoordelen?

is, gezien de wijze van invullen dus niet mogelijk. Toch zijn er, net als bij de geluidsopnamen, wel enkele opmerkelijke formuleringen van antwoorden uit te halen. (Maar omdat dit nu geen toegevoegde waarde heeft heb ik dit hier (nog) niet in dit verslag opgenomen.

Hoofdstuk 7 Conclusies

De onderzoeksvraag die ik voor het vak Onderzoek van Onderwijs wilde beantwoorden was de volgende:

“Leidt onderwijs ingericht volgens de context-concept benadering tot een verhoging van het abstractieniveau bij leerlingen?”

De volgende deelvragen zijn hiervan afgeleid:

- Kan het verschil in abstractieniveau van een leerlingen vastgesteld worden door vooraf en achteraf antwoorden op kennistoetsen te beoordelen?
- Kan het verschil in abstractieniveau van een leerlingen vastgesteld worden door antwoorden op vragen in het logboek te beoordelen?
- Kan het verschil in abstractieniveau van leerlingen vastgesteld worden door discussies en opmerkingen op te nemen en te analyseren?

Voor de eerste deelvraag kan ik stellen dat er uit analyse van pre- en posttoets inderdaad een trend te bespeuren is van grondniveau naar theoretisch niveau. Deze deelvraag kan ik dus met een voorzichtig 'ja, maar' beantwoorden.

De tweede deelvraag moet ik negatief beantwoorden. Zoals het logboek in de onderliggende periode door deze groep leerlingen is gebruikt, geeft het geen inzicht in enige ontwikkeling van abstractieniveau.

De derde deelvraag heeft enig licht geworpen op de manier waarop leerlingen communiceren over scheikundige onderwerpen. Dat levert dan ook iets meer inzicht op over wat er zoal in een klaslokaal gebeurt. De meerwaarde van audio-opnamen is dat je als docent nog eens reflecteert over wat er zoal in een klaslokaal gebeurt. In dit onderzoek hebben de opnamen echter niet geleid tot het vaststellen van een ontwikkeling in abstractieniveaus bij leerlingen. Deze derde deelvraag moet dus ook met een 'nee' beantwoord worden.

Hoofdstuk 8 Discussie

Het gebruik van Van Hiele niveaus om vorderingen van leerlingen te volgen lijkt wel elegant, maar is toch wat lastig toe te passen. Bij de inschaling, van leerling-antwoorden op vragen in de pre- en posttoets, in Grond- Beschrijvend- of Theoretisch niveau ga je toch wat arbitrair te werk. Wanneer is het beschrijvend niveau verlaten en kun je het Theoretisch noemen? Het creëren van veel meer niveaus zou dat wellicht verhelpen, maar leidt tot een beeld dat nog minder discriminerend is en is dus geen nuttige oplossing voor 'grijze' antwoorden.

Het gemeten ontwikkeling naar een hoger abstractieniveau in de schriftelijke pre –en posttoets kan ook het gevolg zijn van individuele inspanning om huiswerk te maken en voor het proefwerk nog eens het methodeboek goed te lezen/leren. Het zegt nog niet iets over de waarde van onderwijs volgens de principes van nieuwe Scheikunde.

De audio-opnamen zijn een waardevolle bron van informatie: het geeft een beeld van de manier waarop leerlingen over waarnemingen communiceren. De woorden van leerlingen kun je als docent als opstap gebruiken om in een dialoog tot verhoging van abstractieniveau (verdieping van inzicht) te komen en daar dan de juiste scheikundige begrippen aan te koppelen. Dat was echter binnen het kader van dit onderzoek niet de bedoeling. De bedoeling was om slechts te monitoren óf leerlingen zelfstandig (in een groep van drie) tot een verhoging van abstractieniveau kwamen en hoe zich dat dan voordoet.

De logboeken hadden een dubbelfunctie. Ze dienden voor de leerlingen om gestructureerd in groepjes van drie, volgens de principes van samenwerkend leren, te werken. Maar ze dienden ook als informatiebron voor mijn onderzoek, om te onderzoeken wanneer en hoe leerlingen tot een verhoging van abstractieniveau kwamen. De leerlingen hebben de logboeken onvoldoende gebruikt, wellicht mede omdat ze onvoldoende geïnstrueerd waren over het hoe en waarom. Als informatiebron voor mijn onderzoek hebben ze dan ook weinig opgeleverd (zie resultaten).

De uitkomsten van dit onderzoek aan leereffecten in deze groep leerlingen van het Rietveldlyceum is niet representatief voor 4 vwo–leerlingen. De groep is klein en de periode (4 weken met onderbreking) was kort. Daarbij komt dat de gebruikte module nog niet goed uitontwikkeld was (zie Hoofdstuk 9).

Hoofdstuk 9 Knelpunten en verbeterpunten module 'Schoonmaken van olieslachtoffers'

Het ontwikkeltraject van de module 'Schoonmaken van olieslachtoffers' (tussen januari en maart 2009) is te kort geweest. Door tijdsdruk die hierdoor ontstond, was datgene wat we hebben uitgetest naar mijn mening nog niet goed doorontwikkeld. De knelpunten en voorstellen voor verbetering m.b.t. module-onderdelen, logistiek, schoolcultuur en gebruik van methodeboeken naast de module, wordt achtereenvolgens besproken.

9.1 Module -onderdelen

Lossen bladen van practicumvoorschriften naast Logboek is voor leerlingen veel te rommelig. Daarnaast hadden ze ook een individueel moduledocumentje met een leerstofplanner, maar dat hebben ze nauwelijks geraadpleegd. Bovendien moeten ze het boek erbij houden. Dat levert vier bronnen van informatie op, en dat is te veel. Beter is dit te reduceren en aan het begin in één keer alles aan iedereen uitreiken. Het moet ook niet te dik worden, want dan krijgen ze het gevoel dat ze verschrikkelijk veel extra werk moeten doen.

Sommige leerlingen vinden het vervelend dat sommige informatie alleen in het logboek staat, terwijl een ander dat in zijn bezit heeft. De verantwoordelijkheid voor het logboek ging bij sommige groepjes mis. Vergeten mee te nemen, Daardoor konden ze slecht voorbereiden. Dat geeft onrust en werkt demotiverend. Ik heb zelf gedurende de module de logboeken niet ingezien. (Dit kost tijd en ik had daar geen tijd voor gereserveerd) Op het eind heb ik ze de logboeken laten meenemen om het verslag (50% van cijfer) te kunnen maken. Daardoor weet ik niet of ze na afronding van de module nog bijgeschreven hebben (iets verzonnen hebben) voor een beter cijfer. Beter is om logboeken op school te laten en daar geen practicumvoorschriften en theorie in op te nemen. Als docent moet je tijd reserveren om per groepje tussendoor ook feedback op de inhoud van het logboek te geven.

Het aantal onderwerpen dat wij geselecteerd hebben uit de module Schoonmaken, aangevuld met enkele proeven uit Pulsar Chemie en Curie, was veel te groot. Bij de tweede en derde practicumles bleek het werktempo van de leerlingen veel lager te liggen dan we hadden ingeschat. Dit kan worden opgelost door niet alle leerlingen alles laten doen, maar proeven te verdelen en waarnemingen op het bord te zetten. Resultaten over laten nemen door allen en tijd reserveren in het lesrooster voor nabespreking.

De eindopdracht werd zeer verschillend uitgevoerd, maar velen maakten zich er erg gemakkelijk vanaf door snel één 'olie-veertje' met olijfolie te wassen en vervolgens de rest van de les niks te doen. Olijfolie was een idee van mijn spd en snel door iedereen overgenomen. Lekker makkelijk. De smeerolie werd bij sommigen wel een vieze smeerbeol en stank. Na de les heb je veel werk om al het glaswerk en tafels weer schoon te krijgen. De module in de huidige vorm heeft geen uitdagende eindopdracht. Daar zou nog iets met meer diepgang voor verzonnen kunnen worden.

9.2 Logistiek rondom de module

In een les van 50 minuten vol met experimenten is het niet mogelijk zinvol de resultaten te bespreken. In een theorieles 6 dagen later is dan de spanning / nieuwsgierigheid weg. Het lijkt dus belangrijk om praktisch werk en theoretische verklaring in één sessie / les te doen.

De module werd onderbroken door een toetsweek over een ander onderwerp (organisatorische verplichtingen). Bij bekendmaken van (slechte) toetscijfers over een ander onderwerp waren de leerlingen dermate boos, dat ze met tegenzin en met lakse werkhouding de rest van de module afwerkten. Het is beter om in een ononderbroken reeks lessen een module te geven, zodat je de lijn van de context kunt vasthouden, en leerlingen zich de concepten in korte tijd eigen kunnen maken.

De module begint met zeep maken omdat we dachten dat de zeep enkele weken nodig had om 'te rijpen'. Een nieuw, sneller recept levert meteen een zeepachtig spul op. De start met zeep maken is voor leerlingen wel leuk. Ik heb echter ervaren dat je al snel in de uitleg van werking van zeep vervalst, terwijl ze pas ná het maken van zeep de mengbaarheid van diverse vloeistoffen en oplosbaarheid van vaste stoffen gaan testen. Het onderwerp zeep zou pas daarna moeten komen.

9.3 Schoolcultuur

Wat mij erg opviel in de ontwikkelfase is het verschil in schoolcultuur. Bij het Marianum zijn de docent(en) en TOA al enkele jaren betrokken bij vernieuwingen in het scheikundeonderwijs. Hun inschatting van wat leerlingen aan onderzoekshouding en werkwijze tentoon kunnen spreiden is dat leerlingen wezenlijk zelfstandiger zijn dan de inschatting die bij het Rietveldlyceum gemaakt wordt hierover. Het Rietveldlyceum heeft weinig tot geen ervaring met Nieuwe Scheikunde. De TOA staat daar ook ambivalent tegenover. Dat heeft geleid tot een intensief voortraject met de TOA, om de geselecteerde proeven uit te proberen en te zorgen dat deze heel precies, tot in detail in de module-tekst voor de leerlingen zou komen te staan.

Bij het uitvoeren van modules Nieuwe Scheikunde is het dus erg belangrijk om te werken met een team dat achter de uitgangspunten staat, zodat bij de begeleiding van leerlingen ook met één instructie-stijl de leerling tegemoet getreden wordt.

9.4 Gebruik van methodeboeken naast deze module

In de module is geen theorie over de aan te leren concepten opgenomen. Alleen een opsomming van aan te leren concepten en een verwijzing naar het leerboek in de studieplanner. Over het wel of niet opnemen van theorie in een module Nieuwe Scheikunde blijkt tussen de betrokken spd-ers verschil van mening te bestaan. Frans Carelse is van mening dat dat noodzakelijk is om eventuele lacunes te kunnen opvullen. Hij neemt een verwijzing dan ook altijd in de moduleplanners op als huiswerkopdrachten. Guido Janze is van mening dat het de bedoeling van modules Nieuwe Scheikunde is dat ze de methodeboeken vervangen.

Mijn idee hierover, na afsluiting van het onderwijs in deze module, is dat het boek in dit geval erbij hoort als naslagwerk. Overigens vind ik dat het gebruik van methodeboeken naast Nieuwe Scheikunde modules, afhankelijk is van de inhoud per module. Omdat de modules tot nu toe nog niet volgens een vast format en in een complete leerlijn ontworpen zijn, is het aan de docent zelf ter beoordeling in hoeverre hij of zij nog gebruik maakt van bestaande methodeboeken of andere informatiebronnen.

Nawoord

Mijn ervaring in de 4 lesweken met deze module waren niet erg positief.

De inrichting van het Nieuwe Scheikundeonderwijs (van context naar concept) volgens de manier van 'Samenwerkend leren' was naar mijn overtuiging nog een stap te ver voor de groep leerlingen die ik heb begeleid bij het Rietveldlyceum. Er worden te veel zekerheden in één keer onderuit gehaald. Samenwerkend leren is al iets nieuws en had een negatieve lading. ('Dat hebben we vorig jaar ook een keer gedaan en dat ging helemaal niet!') In een traditionele school moet je deze vorm van onderwijs zorgvuldig introduceren en goed begeleiden. Dat kan best, als je verder maar geen zekerheden (volgens een boek werken) weghaalt.

Daarnaast was de module niet genoeg doorontwikkeld, de leerlingen werden te zeer onzeker door andere manier van werken en ik was als stagedocent nieuw voor ze en ging meteen 'iets gek's' uitproberen. Ik had daardoor niet voldoende een gezagsverhouding met ze, wat er soms toe leidde dat ze antwoorden gingen vragen aan de spd, als die ook aanwezig was in de lessen. Deze complexe situatie had ik wellicht kunnen voorkomen door vooraf intensiever met de spd de rolverdeling af te spreken.

Een nawoord uit het verslag van groep D2 spreekt boekdelen:

De module was niet een hele nieuwe methode voor ons. We hadden in de eerste al eens met deze methode gewerkt (?) Door deze ervaringen waren we niet heel erg gemotiveerd. We werden in willekeurige groepen verdeeld. Het was de bedoeling om aan het eind van de module een eindproef te doen. Voor deze proef moesten we dan onze kennis gebruiken die we in de module hebben opgedaan. Het viel uiteindelijk allemaal wel mee. De eindproef ging goed. We kwamen tot een mooie conclusie, met een beetje hulp van meneer Janze. De samenwerking verliep ook prima. Iedereen deed zijn taak en er waren nooit echt meningsverschillen. We hebben deze module niet als vervelend ervaren, maar de gewone lesmethodes vinden we nog steeds fijner. We hebben alle drie een goed cijfer gehaald voor ons proefwerk. Hopelijk krijgen we ook een goed cijfer voor dit verslag.

De drievoudige taak: lesgeven middels een NS-module, onderzoek aan het onderwijs uitvoeren terwijl je zelf een bepalende factor bent, én een nieuwe groep leerlingen als stagedocent in de greep krijgen, was te veel gevraagd. Dit heeft er ook toe geleid dat ik dit verslag pas kon schrijven nadat ik er voldoende afstand van kon nemen.

Bronnen

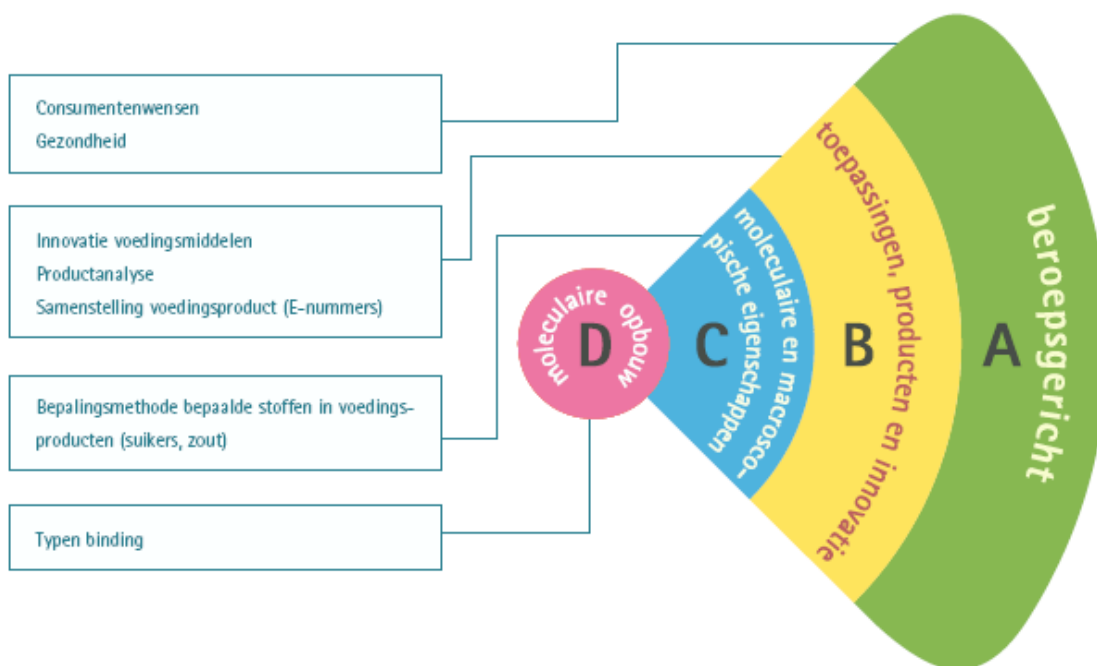
- Alberts, G., Kaenders, R., (2005). "Ik liet de kinderen wel iets leren." NAW **3**: 247-251.
- Apotheker, J. (2004). "Viervlakkig chemieonderwijs in Groningen." NVOX **9**: 488-490.
- Bekkers, R., Camps, M., Pieren, L., Scholte, H., Vroemen, E., (2003). Pulsar Chemie Groningen, Wolters Noordhoff.
- Bennett, J., Lubben, F., (2006). "Context-based Chemistry: The Salters approach." International Journal of Science Education **28**(9): 999-1015.
- Bulte, A., Carelsen, F., Davids, W., Morelis, H., Pilot, A., Velthorst, N., de Vos, W., (1999). Dilemma's in de schoolscheikunde. NVOX. **6**.
- Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo. (2003). Chemie tussen context en concept. Ontwerpen voor vernieuwing. Enschede, SLO.
- Kleijn, E. de (2008). Nieuwe Scheikunde Duurzaam ontwikkeld. Woudschoten chemieconferentie, Woudschoten, SLO.
- de Vos, W. (1994). Chemie-onderwijs: voor wie? NVOX. **3**.
- Goedhart, M. (2004). Contexten en concepten: een nadere analyse. NVOX. **4**.
- Goedhart, M (2006) Crossing borders between (research into) mathematics and science teaching, Presentatie 19 sept 2006 , RuG
- Parchmann, I., Grasel, C., Baer, A., Nentwig, P., (2006). "'Chemie im Kontext': A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach." International Journal of Science Education **28**(9): 1041-1062.
- Prakken, J. I. (2006). Verkiezingen op niveau: De niveautheorie van Van Hiele en haar toepasbaarheid in de maatschappijleer. Enschede, University of Twente.
- Ris, K., Bouma, H., Brouwer, J., Schouten, D., (2004). Curie. Zutphen, Thieme Meulenhoff.
- Schwartz, A. T. (2006). "Contextualized Chemistry Education: The American experience." International Journal of Science Education **28**(9): 977-998.
- SLO. (2009). "Nieuwe Scheikunde." Retrieved 09-07-09, 2009, from <http://nieuwescheikunde.nl/>.
- van Hiele, P. M. (1973). Begrip en inzicht. Purmerend, Muusses.
- Visser, T. (2004). Leidt de vaardigheid "onderzoek doen" tot betere scheikundige begripsvorming? Enschede, University of Twente.

Bijlage A Voorbeelduitwerking van een module in het schillenmodel van Nieuwe Scheikunde

Pommes Grün-Weiß

Deze lesmodule van het project "Chemie im Kontext" uit Duitsland werd ontwikkeld door Universiteit Oldenburg in samenwerking met docenten. De module is bestemd voor einde basisvorming of derde klas.

Context: leerlingen assisteren de vader van een klasgenoot, die als chemicus in een levensmiddelenconcern werkt en nieuwe producten moet ontwikkelen. Ze bedenken en maken groene fritessaus en onderzoeken de samenstelling ervan.



Bijlage B Effectief samenwerken

De leerlingen worden in groepjes van drie ingedeeld. Samen moeten ze een logboek bijhouden. De volgende tekst is in de leerlingversie opgenomen:

Rollen

Om effectief te kunnen samenwerken en om de taken eerlijker te verdelen gaan we met rollen werken. We kennen de volgende rollen:

Chef (C), schrijver (S), tijdbewaker (T), materiaalchef (M), vragensteller (V)

Een groep van drie blijkt in de praktijk beter te werken dan grotere groepen. Daarom gaan we rollen samenvoegen:

Taken die bij deze rollen horen zijn:

Rol	Taken
'Chef'	Draagt zorg voor het verloop van de les. Dat betekent onder andere:
chef (C)	- Opent de les met te kijken of iedereen zijn rol weet
vragensteller (V)	- Is verantwoordelijk voor de algemene gang van zaken
	- Houdt iedereen aan zijn taken
	- Is verantwoordelijk voor het contact met de docent (docent zal alleen op vragen van de vragensteller ingaan nadat deze in de groep besproken zijn)
'Schrijver ' (S)	- Haalt aan het begin van de les het logboek op
	- Vult het logboek in
	- Zet het logboek aan het einde van de les weer terug
'Controleur'	- Bewaakt de tijd
tijdbewaker (T)	- Zorgt dat de groep zich houdt aan afgesproken tijden
materiaalchef (M)	- Noteert hoeveel tijd een activiteit kost
	- Geeft tien minuten voor het einde van de les een seintje zodat afspraken gemaakt kunnen worden en logboek ingevuld
	- Is verantwoordelijk voor het materiaal
	- Verzorgt het contact met de TOA

Spreek aan het begin van elke les af wie welke rol heeft. Wissel elke les van rol volgens onderstaand schema:

Naam	2	3	4	5	6	7	8
*	Chef	Contr	Schr	Chef	Contr	Schr	Chef
*	Schr	Chef	Contr	Schr	Chef	Contr	Schr
*	Contr	Schr	Chef	Contr	Schr	Chef	Contr

Logboek

Elke groep krijgt één logboek, waarin de werkzaamheden worden bijgehouden. Ook de practicumvoorschriften die je krijgt uitgereikt, moet je hierin opnemen. Vragen, opmerkingen , antwoorden , korte versagen, tabellen met resultaten komen allemaal in het groepslogboek. Dit wordt op het eind met een cijfer beoordeeld.

Bijlage C : Lesplanning

Les	Wat je zelf moet doen voor de les	In de les	Bijzonderheden
1		Introductie, groepjes van 3 ll maken logboek uitreiken. Pre-toets afnemen	Theorieles
2	Opgave 1 t/m 13 boek	Practicum zeep maken	practicum
3	Inventarisatie thuis schoonmaakmiddelen	Theorie zeep en waswerking (pulsar chemie 6.5)	theorieles
4	Opgave 55 t/m 58 en 61 t/m 64	Demo- en leerlingpracticum Oppervlaktespanning	roulatiepracticum
5	Opgave 14 t/m 25	Theorie polaire stoffen	theorieles
6	Lezen paragraaf 6.3 maken 26 t/m 37	Practicum mengen en oplossen en waswerking van zeep	roulatiepracticum
-	Toetsweek geen lessen (toets Hoofdstuk 5!!!)		
7	Opgave 43 t/m 48	Maken en bespreken van werkplannen per groepje	theorieles
8	Bijstelling werkplan Opgave 49 t/m 54	Uitvoering eigen onderzoek	practicum
9	Verslag eigen onderzoek	Posttoets uitgebreid met 10 multiple choice vragen	theorielokaal

Voor de proeven uit het roulatiepracticum zijn de voorschriften in het logboek opgenomen.

De onderwerpen zijn:

Proef 1: Drijven en wegwezen

Proef 2: Oppervlaktespanning bepalen (druppels)

Proef 3: Mengbaarheid van vloeistoffen en effect van zeep

Proef 4: Oplossen van vaste stoffen in vloeistoffen

Proef 5: Testen van zeep

Bijlage D Audio-opnamen.

Fragment 1 uit practicum Maken van zeep; groepje A2

wil jij 't materiaal gaan halen dan? gewoon boter of zo ... toch niet echt vet?iee. Vet is toch van dieren ..aaahh. wat is boter dan, is datlandelijk (?) ja ik zit ook al te denken wat is dat dan.....heb je al dat ding erbij in, die KOH? dat moest toch nog niet? dat weet ik niet Daarna moet KOH. O zo

Fragment 2 uit practicum Maken van zeep ; groepje A2

Ze staan bij het warmwaterbad en vragen zich af: 'is het al bijna opgelost? (terwijl er alleen vet gesmolten wordt. ; vet met druppels kleurstof en geurstof). Gesprekjes bij waterbad... ja maar we moeten wachten op de KOH TOA: is het al opgelost dames? moet het opgelost zijn? voel je, het wordt warm, dat is een reactie (zei TOA) als je zwenkt, lost het wat sneller op. We halen het ding eruit, is dat niet heet? , pas je op! ik vind het doodeng, doe 't er maar bij drie twee, een,...

Fragment 3 uit practicum Maken van zeep, groepje A2

Ik denk dat 't wel een beetje klaar is. Dan gaat het toch stollen? ... maar je moet nog goed roeren. is t goed nu? nee gewoon doorgaan. TOA: ja nu wordt t wel dikker geloof ik of niet? ja 't gaat ook een beetje scheiden toch.? Maar 't moet licht gaan stollen.

Fragment 4 groepje D1

Weet je hoe makkelijk het is om zeep te maken! Ja , maar je moet wel vet hebben en een waterbad en kleurstoffjes en KOH. ...Wat is 'een beetje stollen'? ...(niemand antwoordt)... Het is nog warm. Moet jij nu opschrijven wat we gedaan hebben in het logboek ? ... doe ik zo wel. E: het begint te stollen.... D: Nee het wordt dik. 'Stollen' en 'dik' is heel wat anders !

Fragment 5 groepje D1 ze hebben net hun eigen zeepje gemaakt

LI M: Als je nu met je handen er aan komt valt je huid er af! Nee toch! Maar gaat het er dwars doorheen? het is toch zo vast ...II D: nee, maar als je het oplost hè. Zeep gaat ook schuimen en zo.

Fragment 6 groepje A2 proeven met o.a. drijvende punaise

Zoek de dichtheden van ... in BINAS . Wat moeten we opzoeken? Dichtheden, dichtheid, ja die moet je hebben, (practicum voorschrift) water, ... 0,998 Ja, maar hier staat wat anders (logboek) ,:zoek de dichtheden van water, ethanol, wasbenzine, terpentine. Nou we gaan gewoon door. Zeg maar: spiritus is 0,85 (Voorlezen voorschrift) doe een voorspellingzal blijven drijven... ik denk op deze niet, maar op messing wel, denk je niet? Want die dichtheid is heel groot. Ja de rest heeft een dichtheid van kleiner dan 1 en deze is heel groot. (gerommel ...)

Zeep hebben we helemaal niet kunnen voorspellen. Ja maar we hebben de messing nog niet gebruikt. Waar moet de messing bij dan (blijkbaar denken ze dat dat ook een vloeistof isWaar de punaise van gemaakt is hebben ze zich tot nu toe nog niet afgevraagd.)

.. eerst zwarte peper, dan zeep en dan pas een punaise ... (nu wordt het voorschrift weer fout gelezen / geïnterpreteerd, Dat van die punaise staat er helemaal niet!)

... gerommel met peper ... laat middenin de pepervlek een druppel zeep vallen . Hier zo moet een druppel. .. gaat ook zinken, dat is logisch, want die dichtheid is ... dat vindt ze leuk hè,... ze spelen een beetje ... 'Maar hoe linken we dat nu aan oppervlaktespanning? (vraag blijft nog in de lucht hangen.) Okee, zal ik 't weer weg spoelen?

Opmerkelijk: De proef begint met het laten opzoeken van dichtheden van een aantal vloeistoffen en van messing. Dit moet dienen als voorbereiding op de vraag of een punaise van messing zal blijven drijven of zal zinken. Dat moeten ze eerst aan de hand van een theoretische overweging over dichtheid van de materialen voorspellen. Messing staat in BINAS in de tabel van eigenschappen van metalen. Toch denken ze dat het een vloeistof is, omdat de rest vloeistoffen zijn. Door slecht te lezen en niet nadenken, ontstaat een hoop ruis bij deze proef en een foute werkvolgorde.

Fragment 7 spoelen en opruimen van gebruikt vet glaswerk

(Leerlingen maken gebruikt glaswerk schoon) O kijk, dit heb je ook altijd als je oliepannen gaat afwassen .. sju of zo ..

Opmerkelijk: Ja, dit is nu wat ik graag hoor: dat leerlingen het dagelijks leven koppelen aan wat ze in de scheikundelessen doen. Soms denk ik wel eens dat de drempel van een scheikundelokaal voor leerlingen net zoiets is als in een vreemde virtuele – of droomwereld (voor sommigen een nachtmerrie-wereld) binnenstappen.

Fragment 8 Leerlingen hebben een schaalpje met water voor zich , waarop olie en veel peper drijft.

O, mevrouw, hoe komt dit dan? Dat dit niet gaat oplossen. Komt dat ook door die ... (ik zie bergen peper in het water liggen en zeg lachend: ja dat was niet de bedoeling) II: ja we zijn onze eigen proeven aan het maken! wat is je vraag? Dat dit niet mengt, komt dat ook door die eh Nou, die olie en water wil dus niet mengen, omdat ze verschillende eigenschappen hebben. En dat water is hydrofiel, nee water is een dipool, sorry, dat hebben we gisteren gehad he. Water heeft een pluskant en een minkant en dat trekt elkaar aan. Dan krijg je aantrekkingskrachten tussen die water ... En bij olie is dat hetzelfde, dan heb je aantrekkingskracht tussen de ... maar dat is niet omdat ze een plus en een minkant hebben. de aantrekkingskracht tussen de moleculen is minder .

Fragment 9 oplosbaarheid van vier vaste stoffen in vier verschillende vloeistoffen (groepje D1).

II :Gaan jullie de tabel invullen? ik moet de waarnemingen opschrijven.

jood en water niet; suspensie .. of hoe heet dat .. jood en die tweede hebben we niet; jood en die derde wordt paars; lost het dan op of wordt het een suspensie? Nee, het lost op omdat het niet dezelfde kleur blijft! Ja, maar er zitten geen stukjes in ... mevrouw? en in olie dan..(ze gaan eerst verder)

Poedersuiker in water lost op; in de tweede ook. Poedersuiker met de derde is een suspensie. Poedersuiker en de vierde is ... Mevrouw, is dit opgelost? (Ze laten me jood in

wasbenzine zien) Ja, ... waar komt je verwarring vandaan? Ja, omdat het van kleur is veranderd ... II: Als er stukjes in zitten en de vloeistof is hetzelfde gebleven lost het niet op. Als de vloeistof verkleurt lost het wel op, toch? Als er stukjes in zitten en de vloeistof is hetzelfde gebleven lost het niet op. De vierde toch? en de tweede? Spiritus, is dat een zout of een moleculaire stof? , en alcohol opgelost in water? ... ja da's een suspensie...

Mevrouw? Is 't zo goed?

Ik: als je goed hebt opgeschreven wat je hebt gezien, is dat toch ok? Dat is de bedoeling van 'waarnemen' II: ja, maar klopt het ook? Ik: Ah, je wilt meteen het goede antwoord horen ? II: ja, ... Ik : nou dat geef ik niet cadeau! Je moet eerst zelf kijken of je er een of andere regelmaat of zo in ontdekt. In de theorie-les kom ik er op terug. II: Hè, moeten we dan nu opruimen? Ja.

Fragment 10 Theorieles (groepje A2) nu een gesprek tussen twee leerlingen

Leerlingen zoeken in BINAS electronegativiteit op . (opdracht) Veel gerommelhelium, .. niks 2,5 stikstofdit is veel hoger dan die anderen! welke trend zie je? neon staat ook niets. Dit rijtje ja, misschien gaat het wel over zog, welke g, broom 2,7 niets, o ja jood nog 2,2 Wat hadden deze dingen ook al weer .. die hadden toch iets speciaals ..die rij hier? Dat weet ik niet, staat dat achterin bij atoommassa of zo? even kijken.. nul , o sukkel die hebben natuurlijk van alles nul, die kunnen helemaal niet aantrekken! O.k, dat is logisch. Hoe zit dat ook al weer, als ze geen lading hebben dan is het nul, en dan hebben ze ook nul van die (en toen bleef het stil) en als ze die deeltjes niet hebben, kunnen ze ook die andere deeltjes niet aantrekken, dan hebben ze ook geen kracht om aan te trekken.. Maar ze hebben toch wel elektronen? Ja, maar hier stond altijd hoeveel elektronenbanen, weet je nog? Want waterstof heeft altijd maar eentje, en helium en magnesium hebben er twee .. (lange stilte.....) ... Maar dat is gewoon de lading Ja, koolstof had er vier, covalentie vier, stikstof drie, ..zuurstof twee, fluor een en neon nul, dus dan kunnen ze geen andere dingen (niet te verstaan) ..aanvalvrije elektronen ??