

University of Twente

Faculty of
Behavioural Sciences



Master verslag

Context-Concept chemie en van Hiele's abstractieniveaus

Committee:

Drs. F.G.M. Coenders
Dr. H.B. Westbroek

Wolf Harald Rombouts



19 Augustus 2009

Samenvatting

De laatste jaren is vanuit verschillende hoeken de vraag naar verandering van het bètaonderwijs sterk gegroeid. Het huidige curriculum kan de ontwikkelingen in het onderzoek en in het bedrijfsleven niet meer bijbenen. Tevens is de relevantie van het schoolvak scheikunde voor veel leerlingen zoek. In het licht van deze problematiek is er de afgelopen jaren gekeken naar een vernieuwing van het curriculum. Daarbij zijn de ontwikkelingen in Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten als uitgangspunt gebruikt. De context-concept chemie, zal naar alle waarschijnlijkheid de vernieuwing zijn waar de komende jaren naar toe wordt gewerkt.

Bij deze vernieuwing kunnen leraren zelf een belangrijke rol spelen, geïnteresseerde leraren kunnen actief betrokken worden bij het vormgeven van het nieuwe onderwijs in de vorm van het ontwikkelen van modules. Er is vraag naar eerstegraads leraren die vernieuwingen vorm kunnen geven en daarmee bijdragen aan het verbeteren van de onderwijspraktijk.

Het doel van dit onderzoek is om een module te ontwikkelen/vernieuwen die in de lijn van het nieuwe context-concept chemie onderwijs ligt. Deze module is vervolgens gebruikt en getest in de onderwijspraktijk. Tijdens de module is gekeken of leerlingen aan de hand van deze module specifieke kennis opgedaan hebben. Dit is door middel van een toets vooraf en achteraf, logboeken en geluidsopnamen bepaald. De antwoorden op vragen en opmerkingen van leerlingen zijn aan de hand van verschillende niveaus van abstractie ingedeeld, om zo het verschil tussen de beginsituatie en de eindsituatie te bepalen. Verder is gekeken naar het verschil in abstractieniveaus per experiment om zo een trend te kunnen identificeren en naar de relatie tussen eindrapportcijfers en het bepaalde abstractieniveau van leerlingen.

Het blijkt dat leerlingen in staat zijn om een hoger abstractieniveau te bereiken na afloop van de module. Dit is bevestigd door alle gebruikte onderzoeksmethoden. Echter is uit de data van dit onderzoek niet duidelijk geworden, op welk moment in module leerlingen de stap naar een hoger abstractieniveau zetten. Er is een verband tussen de eindrapportcijfers en het bepaalde abstractieniveau van leerlingen. Leerlingen met hogere rapportcijfers bleken een hoger abstractieniveau te hebben na afloop van de module in vergelijking met leerlingen die lagere rapportcijfers hadden.

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1 Inleiding	7
Hoofdstuk 2 Context-Concept Chemie onderwijs.....	8
2.1 Context-concept benadering.....	8
2.1.1. Aanleiding.....	8
2.1.2. Concepten	9
2.1.3. Contexten	10
Hoofdstuk 3 Herontwerp module voor eindopdracht	12
3.1. Eisen aan de module	12
3.2. Module ‘schoonmaken’	13
3.3. Eindonderzoek olieslachtoffers	14
Hoofdstuk 4 Theoretisch Kader	16
4.1. Van Hiele’s abstractieniveaus.....	16
4.2. Toepassing Van Hiele niveaus in dit onderzoek	17
4.3. Aanscherping onderzoeksvraag	19
Hoofdstuk 5 Methode en dataverzameling	20
5.1. Onderzoeksgroepen	20
5.2. Pre-toets en eind-toets	20
5.3. Logboeken	21
5.4. Geluidsopnamen en video-opnamen	21
Hoofdstuk 6 Resultaten	22
6.1. Pre-toets en eind-toets	22
6.2. Logboek	24
6.3. Geluidsopnamen en video-opnamen	26
Hoofdstuk 7 Discussie en conclusies	27
7.1. Discussie	27

7.2. Conclusies	29
Referenties	30
Appendices	31
Appendix I Eindopdracht 'olieslachtoffers'	31
Appendix II Erratum opdracht voor eigen onderzoek	47
Appendix III Logboek	48
Appendix IV Pre-toets bij module 'olieslachtoffers'	69
Appendix V Eind-toets bij module 'olieslachtoffers'	71
Appendix VI Indeling vragen pre-toets en eind-toets naar abstractieniveaus.....	73
Appendix VI I Indeling vragen logboek naar abstractieniveaus	76
Appendix VIII Antwoordenmodel pre-toets en eind-toets.....	81
Appendix IX Overzicht data en analyse pre-toets en eind-toets.....	85
Appendix X Vergelijk pre-toets en eind-toets scores met eindrapportcijfer	86
Appendix XI Overzicht data en analyse logboek	87
Appendix XI Overzicht data en analyse logboek	87

Hoofdstuk 1 Inleiding

Dit verslag is geschreven naar aanleiding van het vak ‘Onderzoek van Onderwijs’, waarbij een onderzoek in de schoolpraktijk gedaan moest worden. Tevens is dit verslag en de presentatie voor mij de afsluiting van de lerarenopleiding bij ELAN. In het huidige onderwijs groeit de vraag naar eerstegraads leraren die vernieuwingen (Nieuwe Scheikunde) vorm kunnen geven en daarmee bijdragen aan het verbeteren van de onderwijspraktijk.

In de afgelopen jaren is in Duitsland, in het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten al op scholen geëxperimenteerd met verschillende vernieuwende vormen van onderwijs. Deze vernieuwende methoden vormen de inspiratiebron voor de ‘Nieuwe Scheikunde’ die op het moment in Nederland ontwikkeld wordt. Er is echter nog weinig bekend of leerlingen die volgens de nieuwe methode les krijgen tot een hoger abstractieniveau komen. Dit heeft ons tot de volgende onderzoeksvraag geleid:

“Leidt onderwijs ingericht volgens de didactische structuur van de nieuwe scheikunde tot een verdieping van inzicht bij leerlingen?”

We hebben vervolgens de keuze gemaakt om een bestaande module te herontwerpen, te implementeren in de klas en na afloop te evalueren. Anneke Westenend heeft dit op het Rietveld Lyceum in Doetinchem gedaan (maart-april) en ik op het Marianum in Groenlo (mei-juni). Doordat er twee agenda’s en twee totaal verschillende scholen tevreden gehouden moesten worden, waren de keuzes beperkt. Uiteindelijk is ervoor gekozen om de module ‘Schoonmaken’ die ontworpen is door regioteam Noord onder supervisie van Jan Apotheker te herontwerpen en geschikt te maken voor 4 vwo. Ik heb het onderzoek uitgevoerd van 6 mei tot 10 juni in de 4 vwo klas van Frans Carelsen. Voor het eindonderzoek moesten de leerlingen de eigenschappen van het toebedeelde schoonmaakmiddel en het vermogen van het schoonmaakmiddel om vervuilde veren schoon te maken onderzoeken.

Allereerst zal in hoofdstuk 2 de Nieuwe Scheikunde behandeld worden, het kader waarvoor de module voor de eindopdracht ontworpen is. In hoofdstuk 3 zal worden ingegaan op de module ‘schoonmaken’ en het herontwerp van deze module voor de eindopdracht. In hoofdstuk 4 komt het theoretisch kader aan bod. In hoofdstuk 5 worden de onderzoeksmethoden en de dataverzameling besproken. In hoofdstuk 6 worden de resultaten gepresenteerd. In hoofdstuk 7 volgen de discussie en de conclusies.

Tot slot wil ik in deze inleiding Anneke Westenend en Frans Carelsen bedanken voor de langdurige en plezierige samenwerking. Ik bedank Fer Coenders voor de tijd die hij in het vele overleg en correctiewerk heeft geïnvesteerd, wat geholpen heeft om deze opdracht tot een goed einde te brengen. Hanna Westbroek wil ik bedanken voor het correctiewerk en de daarbij behorende kritische noten. Tot slot wil ik mijn ouders bedanken, voor alle steun en voor nog één jaar investering.

Hoofdstuk 2 Context-Concept Chemie onderwijs

Aangezien dit onderzoek in het teken staat van de context-concept benadering, ofwel 'Nieuwe Scheikunde' wordt in dit hoofdstuk eerst ingegaan op de aanleiding om deze onderwijsvernieuwing landelijk in te voeren en wat de context-concept benadering precies inhoudt.

2.1 Context-concept benadering

In deze paragraaf 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.

2.1.1. 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. 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 adviezen uit te brengen over eventuele vernieuwingen van het scheikundeonderwijs op de havo en het vwo. De commissie heeft vervolgens haar adviezen 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 carrièremogelijkheden 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 leerbaarder te maken wordt bij deze methode scheikundeonderwijs aan de hand van maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte contexten gegeven. 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-Britannië (Salters) (Bennett 2006), de Verenigde Staten (Chemistry in the Community) (Schwartz 2006) en Duitsland (Chemie im Kontext - ChiK) (Parchmann 2006).

Op dit moment zijn er voor de leerjaren 3 tot en met 6 ongeveer 50 modules beschikbaar (SLO 2009). De meeste van deze modules zijn gebaseerd op de didactische structuur van ChiK. In de modules zijn vier fasen te onderscheiden: introductiefase, nieuwsgierigheids- en planningsfase, verwerkingsfase en verdiepingsfase. In Nederland wordt deze didactische structuur 'Viervlakschemie' genoemd. De visie van viervlakchemie sluit aan 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).

Maarten Goedhart is kritisch ten opzichte van deze vernieuwing, omdat in het rapport een ChiK-module ("Pommes grün – weiss") en de "Superslurpers" module als voorbeelden worden genomen om het bewijs te voeren 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 deze aanpak volgens Goedhart een begin vormen voor de vernieuwing van het scheikunde onderwijs (Goedhart 2004).

2.1.2. 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 molecuulconcept 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 molecuulconcept 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 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/macroconcept moet het verband leggen tussen moleculaire en de macroscopische eigenschappen. Bij dit concept horen concepten zoals: 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).

Concepten moeten dus de vakinhoudelijke leidraad vormen. De achterliggende gedachte is simpel gezegd dat leerlingen aan het eind van de rit kunnen inzien dat materie is opgebouwd uit atomen en moleculen en dat de leerlingen relaties kunnen leggen tussen de micro- en de macrowereld.

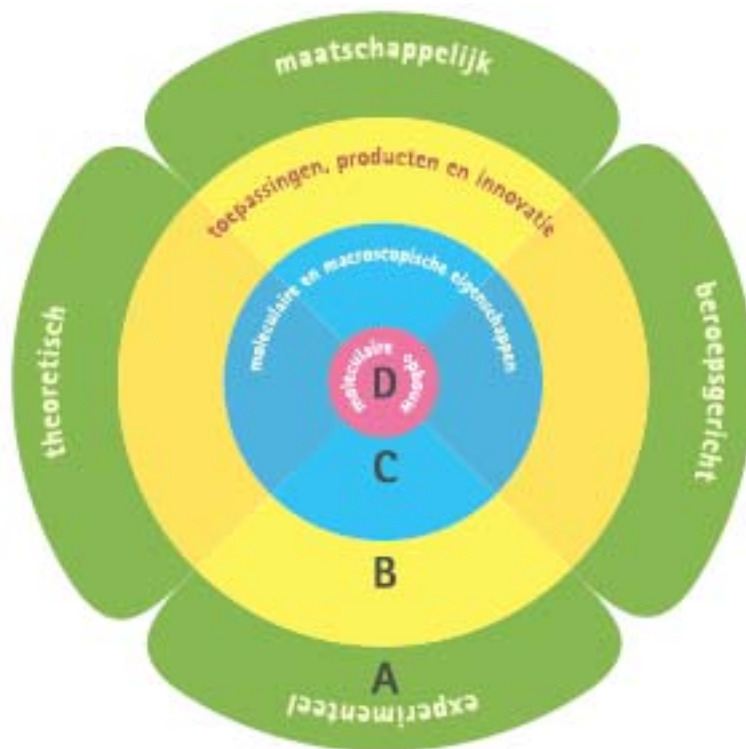
2.1.3. Contexten

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 met betrekking tot contexten is de relatie tot het curriculum en het thema van de module van belang. Vervolgens bepaalt het gekozen perspectief van de context, de gewenste functie van de context en de gewenste rol van de leerling (Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo. 2003).

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).



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

Hoofdstuk 3 Herontwerp module voor eindopdracht

3.1. Eisen aan de module

Aangezien Anneke Westenend op het Rietveld Lyceum in Doetinchem en ik op het Marianum in Groenlo het 'Onderzoek van Onderwijs' gingen verrichten, zijn in eerste instantie de PTA's van beide scholen naast elkaar gelegd. Dit is om een aantal redenen gedaan. Ten eerste omdat er door het Rietveld lyceum strakke eisen op tafel gelegd zijn wat betreft het onderwerp van de module en omdat deze school nog weinig ervaring had met modules 'nieuwe scheikunde'. Ten tweede omdat beide scholen andere leermethoden gebruiken en dus een verschillende volgorde van het behandelen van onderwerpen hebben.

Op het Rietveld Lyceum wordt gebruik gemaakt van de methode 'Pulsar Chemie voor het vwo', wordt vanaf nu 'Pulsar' genoemd (Bekkers 2003). Op het Marianum wordt gebruik gemaakt van de methode 'Curie' (Ris 2004). Uit overleg bleek al snel dat de module op het Rietveld Lyceum ter vervanging moest dienen voor hoofdstuk 6 uit 'Pulsar'. Na bestudering van de methode 'Curie', bleek dat soortgelijke concepten werden behandeld in hoofdstukken 5 (Oplossen en mengen) en 9 (Carbonzuren). In Tabel 1 zijn de concepten weergegeven die in de geselecteerde hoofdstukken in beide methoden aan bod komen.

Tabel 1. Overzicht van de concepten die in 'Pulsar' en 'Curie' worden behandeld.

	Rietveld Lyceum	Marianum
Methode	Pulsar	Curie
Hoofdstukken	6	5 en 9
Concepten	<ul style="list-style-type: none">• 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	<ul style="list-style-type: none">• 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

Met het oog op de beperkte tijd die er voor het 'Onderzoek van Onderwijs' staat, is besloten om een al bestaande module 'nieuwe scheikunde' die aansluit bij de vooraf geselecteerde concepten als basis te nemen. De enige module die hierbij aansloot was de module

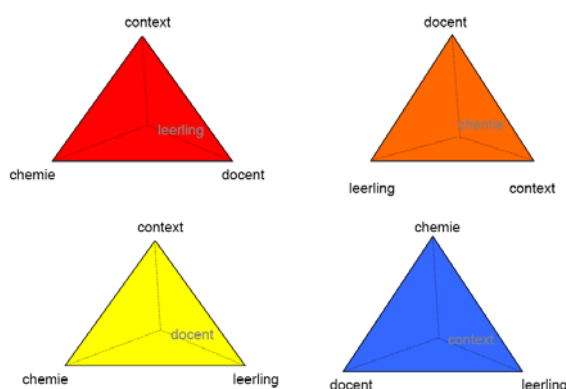
‘Schoonmaken’, die is ontwikkeld door docenten in het netwerk Noord onder supervisie van Jan Apotheker voor het derde leerjaar. Deze module staat kort beschreven in paragraaf 3.2.

Tot slot is het van belang dat de module maximaal 10 lessen in beslag zou nemen. Uit ervaring met andere modules ‘nieuwe scheikunde’ is op het Marianum gebleken dat om de module naar behoren te behandelen en af te ronden de door de auteurs opgegeven tijd vaak overschreden wordt. Hiermee moet met het herontwerp rekening gehouden worden.

3.2. Module ‘schoonmaken’

Voor dit onderzoek is de keuze gevallen op de module ‘schoonmaken’, te vinden in de beveiligde sectie van de site Nieuwe Scheikunde (SLO 2009). Zoals uit de vorige paragraaf is gebleken, is deze keuze voornamelijk beïnvloed door de verschillende indeling van het vierde leerjaar van het vwo op het Rietveld respectievelijk het Marianum.

Deze module richt zich op verschillende vaardigheden, namelijk onderzoek, groepswork en presenteren. De module is gebaseerd op de ‘viervlaks-chemieonderwijs’, een vorm van onderwijs waarbij een viertal factoren overeenkomen met de vier vlakken: contexten, chemie (concepten), docent en leerling (zie Figuur 2). Deze factoren spelen alle een rol in het scheikunde onderwijs. In de loop van de module kunnen vier fasen onderscheiden worden: introductie fase, nieuwsgierigheid/planningsfase, onderzoeksfase, verdiepingsfase. Tijdens deze fasen zijn verschillende vlakken actief en vinden tussen de vlakken interacties plaats. De docent zal bijvoorbeeld in de introductiefase aan de hand van de context de leerlingen proberen te boeien voor het desbetreffende onderwerp. Er is door de auteurs gekozen voor de context ‘schoonmaakmiddelen’, omdat volgens hen iedereen hiermee te maken heeft en leerlingen zich niet realiseren wat voor chemische processen een rol spelen bij schoonmaakmiddelen. In de module komen afhankelijk van de docent de volgende concepten aan bod: 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).



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

3.3. Eindonderzoek olieslachtoffers

Bij het herontwerp van de module zijn Frans Carelsen namens het Marianum en Gido Janze namens het Rietveld Lyceum betrokken geweest bij de beslissingen en de samenstelling van de eindopdracht 'Olieslachtoffers' (Appendix I). De context van de module is bij het herontwerp veranderd in 'Olieslachtoffers', omdat dit een onderwerp is dat regelmatig in de actualiteit komt en dus meer tot de verbeelding van leerlingen zal spreken. De schoonmaakmiddelen zijn in deze module meer naar de achtergrond verdwenen, maar komen nog steeds aan bod in het eigen onderzoek en tijdens de practica.

Zoals eerder in dit hoofdstuk aangegeven is de module 'Schoonmaken' geschikt voor het derde leerjaar. De beoogde doelgroep voor dit onderzoek was echter 4 vwo. Om de module geschikt te maken voor 4 vwo moest de module meer diepgang bieden en binnen 10 lessen passen. Aangezien de module 'Schoonmaken' een breed scala aan concepten aanbiedt, is ervoor gekozen om concepten te schrappen en meer tijd te besteden aan de geselecteerde concepten om voldoende diepgang te bereiken. De volgende onderwerpen zijn geschrapt: zuurgraad, zuur/base reacties, redoxreacties, reagentia en extractie. De nadruk is in de module 'Olieslachtoffers' is gelegd op de centrale concepten: mengen en oplossen, polair/apolair en de waswerking van zeep. Een overzicht van de concepten die in de module 'Schoonmaken' en 'Olieslachtoffers' behandeld worden staat in Tabel 2.

Tabel 2. Overzicht van de concepten in de modules 'Schoonmaken' en 'Olieslachtoffers'

	Module 'Schoonmaken'	Module 'Olieslachtoffers'
Aantal benodigde lessen	9-19	8-10
Vaardigheden	<ul style="list-style-type: none">• Onderzoek• Groepswork• Presenteren	<ul style="list-style-type: none">• Onderzoek• Groepswork• Presenteren• Verslaglegging
Concepten	<ul style="list-style-type: none">• Zuurgraad (pH)• Zuur/base reactie• Reagens• Redoxreactie• Verzeping• Oplossen en mengen• Hardheid van water• Waswerking van zeep• Brandbaarheid• Schuimgetal• Extractie	<ul style="list-style-type: none">• Polair/apolaire stoffen• Hydrofiel/hydrofoob• Polaire atoombindingen• Oplossen en mengen• Dipool• Waterstofbruggen• Verdampingstijd• Oppervlaktespanning• Electronegativiteit• Kookpunt• Schuimgetal

In de docentenhandleiding van de module 'Schoonmaken' krijgt de docent veel mogelijkheden voor verschillende werkvormen en opdrachten aangereikt, waardoor de module naar eigen wensen en inzichten kan worden ingevuld. In de vernieuwde versie is gekozen voor maximaal 10 lessen en is per les een duidelijke planning gemaakt, waarin de te behandelen stof, het huiswerk en de practica en het verrichten van het eigen onderzoek verwerkt zijn. Om de leerlingen en de docent houvast te bieden is ervoor gekozen de

vernieuwde module aan de methoden 'Pulsar' en 'Curie' te koppelen. Bij elke les staan opgaven uit Curie of Pulsar opgegeven en de leerlingen kunnen het boek verder als naslagwerk gebruiken.

In de module 'Schoonmaken' zijn proeven verwerkt die naar mijn mening nogal rechttoe rechtaan zijn, leerlingen worden veel aan de hand meegenomen. In de vernieuwde module zijn de proeven uit de oorspronkelijke module aangevuld met proeven uit de methoden 'Pulsar' en 'Curie' om een logisch geheel te vormen met de behandelde concepten. Naast de rechttoe rechtaan proeven moeten de leerlingen in groepjes een eigen (open) onderzoek uitvoeren. De proeven moeten de leerlingen gereedschap bieden om aan de slag te kunnen met het eigen onderzoek (Appendix II). Elk groepje kreeg een schoonmaakmiddel aangereikt, waarvan de eigenschappen onderzocht moesten worden (polair/apolair) en vervolgens moest het effect van het schoonmaakmiddel op de met olie besmeurde veren onderzocht worden. Hiervoor moesten de leerlingen eerst een werkplan inleveren, waarin de werkwijze, een tijdsplanning en de variabelen die gevarieerd gingen worden stonden.

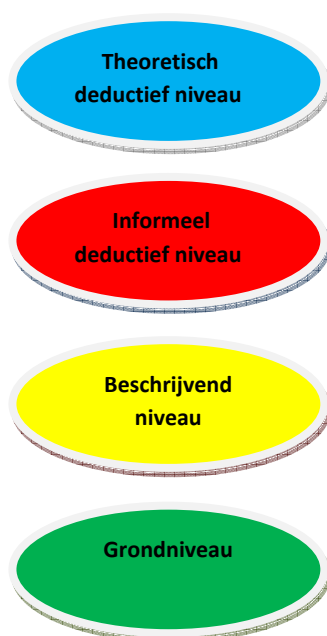
Om de belasting voor de leerlingen beperkt te houden zijn de leerlingen ingedeeld in groepjes van drie. Ze waren gezamenlijk verantwoordelijk voor het uitvoeren van de experimenten en het eigen onderzoek. Leerlingen moesten in een logboek (Appendix III) verslag doen over hun waarnemingen en vervolgens de vragen bij de proeven beantwoorden. De achterliggende gedachte bij het logboek is dat de leerlingen nauwkeurig verslag leren doen van een experiment. Na afloop van de module moesten de leerlingen per groepje één logboek inleveren dat werd beoordeeld, zodat de leerlingen het uitwerken van de experimenten serieus zouden nemen. De logboeken dienen achteraf ook als data voor dit onderzoek.

Hoofdstuk 4 Theoretisch Kader

Om de onderzoeksvraag te kunnen beantwoorden is een theoretisch kader nodig. Als een module ontwikkeld is moet deze geëvalueerd worden. Een module is van toegevoegde waarde als leerlingen aantoonbaar kennis opgedaan hebben na afloop van de module. 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). In deze eerdere afstudeeronderzoeken is Van Hiele's abstractie theorie toepasbaar gebleken, daarom is de keuze voor dit onderzoek op deze theorie gevallen. Deze theorie wordt in dit hoofdstuk toegelicht en vervolgens wordt de toepassing van de theorie op dit onderzoek besproken.

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.

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 scheikundige 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).

4.2. Toepassing Van Hiele niveaus in dit onderzoek

Van Hiele heeft de abstractie theorie ontwikkeld met het oog op de meetkunde in het wiskundeonderwijs. De abstractie theorie is echter ook toepasbaar op andere exacte vakken, zoals bij natuurkunde, scheikunde en biologie. In dit onderzoek is het de bedoeling om de leerlingen voor de start van de module een pre-toets (Appendix IV) voor te leggen om op die

manier het begin abstractieniveau van de leerlingen te bepalen, dit zal weer na afloop van de module weer gedaan worden door middel van de eindtoets (Appendix V). 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. Aan de hand van de antwoorden die leerlingen geven op de pre-toets, eindtoets en in het logboek kan een leerling op een bepaald abstractieniveau ingeschaald worden. Er zal eerst een voorbeeld worden aangehaald waar de niveau theorie op wordt toegepast:

Ik ga uit van een bekersglas met daarin een laag water en een laag zonnebloemolie (geel van kleur). Nadat deze vloeistoffen samengebracht zijn ontstaat een scheidingsvlak, de bovenste laag is geel en de onderste laag is kleurloos. De vraag aan de leerlingen is welke laag de olielaag is en welke de waterlaag en waarom. Op het grondniveau, ofwel het visuele niveau zullen leerlingen zien dat er twee lagen in het bekersglas zijn en dat er een kleurverschil is tussen de twee lagen, dit kleurverschil was hetzelfde als voor de samenvoeging. De leerlingen zullen echter niet weten in welke laag het water of de olie zit. Op het eerste niveau zullen de leerlingen opmerken dat de lagen niet spontaan met elkaar mengen. Dat na hevig schudden de lagen nog steeds slecht mengen en dat na korte tijd er weer twee lagen gevormd worden. De leerlingen weten in welke laag het water of de olie zit. Het tweede niveau kan worden omschreven door een logische ordening van kenmerken en verbanden (verschillen/overeenkomsten) tussen deze kenmerken. Leerlingen zullen begrijpen waarom olielaag de bovenste laag is, omdat de olie een lagere dichtheid heeft dan water. Leerlingen begrijpen ook waarom olie en water slecht mengen, omdat water polair is en olie niet (verklaring op basis van verschil in eigenschappen). De leerlingen zullen deze kennis echter nog moeilijk kunnen toepassen op andere voorbeelden. Op het derde niveau kunnen leerlingen algemene wetten formuleren op basis van de verklaring van de waarnemingen die ze gedaan hebben. Polaire en apolaire stoffen mengen slecht, want er kunnen geen waterstofbruggen gevormd worden. Behalve dat ze nu snappen waarom olie en water slecht mengen, kunnen ze deze algemene wet nu ook toepassen op andere stoffen.

Om antwoorden op vragen te kunnen inschalen, moet er voor zover mogelijk een indeling van niveausprongen gemaakt worden per vraag, antwoorden van leerlingen kunnen hiermee worden vergeleken. Voor het bovenstaande voorbeeld kan dit als volgt voorgesteld worden:

- Niveau 0: In het bekersglas zitten twee gescheiden lagen, waarvan één kleurloos en één geel.
- Niveau 1: Zodra leerlingen vaststellen welke vloeistof onder en boven zit. Olie zit in de bovenste laag en water in de onderste.
- Niveau 2: Water heeft polaire atoombindingen en is een polair molecuul en olie is apolair.
- Niveau 3: Polaire en apolaire stoffen mengen slecht, want er kunnen geen waterstofbruggen worden gevormd.

In algemene zin kunnen antwoorden van leerlingen dus als volgt ingedeeld worden:

- Niveau 0: Leerlingen beschrijven in hun antwoord wat ze waarnemen.
- Niveau 1: Zodra de leerlingen vaststellen wat er gebeurt of is gebeurd.
- Niveau 2: Als leerlingen begrijpen wat er (is) gebeurd, door te argumenteren via verbanden tussen eigenschappen van stoffen.
- Niveau 3: Leerlingen kunnen vanuit de gevonden verklaringen algemene wetten gaan formuleren en zijn daardoor in staat buiten de context te treden.

Met deze methode kunnen de antwoorden die leerlingen geven op de vragen in de toetsen, in het logboek en opmerkingen tijdens gesprekken in de geluidsopnamen ingedeeld worden op abstractieniveaus om zo vooruitgang van leerlingen en de klas zichtbaar te maken. In het hoofdstuk methoden en dataverzameling zal dit voor de vragen in de pre-toets, eind-toets en het logboek verder worden uitgewerkt.

4.3. Aanscherping onderzoeksvraag

De module die voor de eindopdracht is ontworpen richt zich op vier vaardigheden, namelijk: onderzoek, groepswork, verslagleggen en presenteren. Het eigen onderzoek en de practica richten zich op de onderzoeksvaardigheden. De leerlingen moeten om het onderzoek en de practica te kunnen doen met elkaar samenwerken. Het eigen onderzoek en het logboek is ter afsluiting van de module beoordeeld om zo de vaardigheid verslaglegging te toetsen. Het eigenonderzoek kan eventueel met een korte presentatie worden afgesloten, met het oog op de tijd en de belasting is dit overgeslagen. Dit onderzoek richt zich echter op het abstractieniveau van leerlingen, dat gerelateerd is aan het opdoen van kennis en het verwerken ervan. Om het verschil in abstractieniveau bij leerlingen te kunnen meten, moet worden gekeken naar antwoorden en opmerkingen van leerlingen.

De volgende aanscherpte onderzoeksvragen kunnen nu geformuleerd worden:

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

Hierbij kunnen de volgende deelvragen geformuleerd worden:

- *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?*

Hoofdstuk 5 Methode en dataverzameling

In dit hoofdstuk wordt ingegaan op het uitvoeringsgedeelte van het onderzoek. Hoe de data verzameld zijn om de onderzoeksvraag te beantwoorden. Het onderzoek is uitgevoerd op het Marianum in Groenlo. Het Marianum is een van de acht scholen die met ingang van het schooljaar 2008-2009 aan het 'multi-pilot' project van het SLO deelneemt. Het SLO is het nationaal expertisecentrum voor leerplanontwikkeling, dit onder andere de ontwikkeling 'Nieuwe Scheikunde' onder zijn hoede heeft. Het project houdt voor het Marianum in dat bij het schoolvak scheikunde en het schoolvak biologie vernieuwde experimentele examenprogramma's gekoppeld zijn ingevoerd. Het project heeft het uitwerken van mogelijkheden voor samenhang tussen de (bèta) vakken in het lesmateriaal en het beproeven daarvan in de klas tot doel. Een tweede doel is het verkennen van condities voor een bètabrede ontwikkeling (de Kleijn 2008).

5.1. Onderzoeksgroepen

Door deelname aan het 'multi-pilot' project hadden de docenten van het leerjaar 4 vwo, Frans Carelsen en Hannie Lensink, al ervaring met het testen van modules 'Nieuwe Scheikunde' in de klas. Data voor dit onderzoek zijn verzameld in de klas van Frans Carelsen. Hierin zaten 29 leerlingen, waarvan 18 man en 11 vrouw waren. Voor de module waren 9 lessen van 70 minuten ter beschikking. Aan het begin van de lessenserie is de klas verdeeld in groepen van drie leerlingen. Leerlingen moesten de experimenten en het eigen onderzoek in deze groepen uitvoeren. Frans Carelsen heeft de lessen zelf gegeven. Ik ben bij de lessen aanwezig geweest om te assisteren, om video-opnamen en geluidsopnamen te maken.

5.2. Pre-toets en eind-toets

Om het verschil in abstractie van de leerlingen te kunnen meten na het behandelen van de module is ervoor gekozen om de leerlingen vooraf (appendix IV) en achteraf (appendix V) een toets te laten maken. De pre-toets diende als de beginmeting. De toetsen die de leerlingen vooraf en achteraf moesten maken waren identiek. De leerlingen waren hiervan niet op de hoogte. De leerlingen hebben voor beide toetsen niet geleerd, om de condities bij de pre-toets en de eind-toets zoveel mogelijk gelijk te houden. Aan de toets achteraf zijn echter twee vragen toegevoegd om de leerlingen extra te laten oefenen voor het proefwerk, waarop ze door de school beoordeeld zouden worden. Hiervoor is tijdens de toets extra tijd gegeven. Deze vragen worden voor dit onderzoek buiten beschouwing gelaten. Om de antwoorden die leerlingen op de vragen hebben gegeven te analyseren is per vraag een indeling gemaakt op abstractieniveaus. Vanwege de omgang van de lijst, staat deze in Appendix VI. De antwoorden van de leerlingen op vragen in de pre-toets en eind-toets worden vergeleken met de indeling die in appendix VI staat en vervolgens per vraag of deelvraag in een bepaald niveau gescoord, zo ontstaat een verdeling per leerling over de abstractieniveaus. Door de resultaten van de pre-toets en eind-toets met elkaar te vergelijken moet duidelijk worden of er bij de klas als geheel een verhoging van abstractie te

zien is. Als een antwoord op de vraag fout is, wordt gekeken in welk niveau het antwoord van de leerling gegeven is. Een leerling kan bijvoorbeeld een goed antwoord geven, maar een foute of geen argumentatie voeren. Een leerling kan ook een fout antwoord met een goede argumentatie geven. De data worden verwerkt in Microsoft Excell om de verdeling in niveaus van de klas zichtbaar te maken.

5.3. Logboeken

De leerlingen moesten groepsgewijs een logboek bijhouden tijdens de practica en het eigen onderzoek. Er zijn negen logboeken ingeleverd. Dit had in eerste instantie het doel de leerlingen te leren om verslag te doen van experimenten. Deze logboeken kunnen net zoals de geluidsopnamen geanalyseerd worden om vooruitgang van de leerlingen in de vorm van verschil in abstractieniveaus van de eindsituatie ten opzichte van de beginsituatie aan te tonen. Om de antwoorden die leerlingen op de vragen hebben gegeven te analyseren is per vraag een indeling gemaakt op abstractieniveaus. Vanwege de omvang van de lijst, staat deze in Appendix VII. Na afloop van de module zijn de antwoorden op de vragen van de logboeken per groep gescoord op abstractieniveaus, door de antwoorden te vergelijken met de indeling die in Appendix VII staat. Op deze manier kan per groep en klassenbreed bekeken worden of er sprake is van verhoging van de abstractie. Als een antwoord op de vraag fout is, wordt gekeken in welk niveau het antwoord van de groep gegeven is. Een groep kan bijvoorbeeld een goed antwoord geven, maar een foute of geen argumentatie voeren. Een groep kan ook een fout antwoord met een goede argumentatie geven. De data worden verwerkt in Microsoft Excell om de verdeling in niveaus van de klas zichtbaar te maken.

5.4. Geluidsopnamen en video-opnamen

Naast de toets vooraf en achteraf die bij alle leerlingen is afgenomen, zijn van één groepje geluidsopnamen gemaakt ter triangulatie van de overige onderzoeksmethoden. Deze groep kan als representatief voor de hele klas worden beschouwd. De geluidsopnamen hebben tot doel de discussies van leerlingen waarin scheikundige begrippen, termen en waarnemingen naar voren komen vast te leggen. Deze opmerkingen kunnen volgens dezelfde methode worden ingedeeld als bij de pre-toets, eind-toets en het logboek gedaan is. Echter zijn er bij de geluidsopnamen geen gerichte vragen gesteld, maar zijn gesprekken opgenomen tijdens leerlingen het maken van opgaven door de leerlingen, het klassikaal bespreken van opgaven en uitvoeren van de experimenten. Bij de opnamen is niet precies te bepalen waar leerlingen mee bezig zijn, daarom is het niet mogelijk om een gerichte indeling te maken voor de geluidsopnamen. Hiertoe zijn de opmerkingen aan de hand van de algemene indeling zoals die gepresenteerd is in paragraaf 4.2. geanalyseerd. Er zijn naast geluidsopnamen ook video-opnamen van de lessen gemaakt om achteraf terug te kunnen kijken naar wat in de lessen behandeld is en om eventuele klassendiscussies vast te leggen.

Hoofdstuk 6 Resultaten

6.1. Pre-toets en eind-toets

Antwoorden van leerlingen op vragen in de pre-toets en de eind-toets zijn volgens de indeling die beschreven is in paragraaf 5.2 geanalyseerd (Appendix VI). De uitgebreide overzichten van de data en de verwerking ervan staan in Appendix IX. Als de scores van de leerlingen in de klas gecombineerd worden, kan de gemiddelde verdeling over de abstractieniveaus van de leerlingen in de klas berekend worden. Dit wordt vanaf nu de 'klassenscore' van de beginsituatie genoemd. In Tabel 3 staat de klassenscore voor de pre-toets in aantallen per niveau en in percentages uitgedrukt. Bij de pre-toets en de eind-toets zijn door 29 leerlingen in totaal 377 antwoorden op vragen gegeven.

Tabel 3. Indeling klassenscore op abstractieniveaus na de pre-toets

Pre-toets (n = 29)	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Antwoorden (n = 377)	208	128	41	0
%	55,2	34,0	10,9	0,0

In Tabel 3 is te zien dat het grootste gedeelte van de antwoorden op niveau 0 en 1 ingedeeld zijn (89,1%). Deze niveaus vormen samen het visuele niveau, de niveaus waarin leerlingen waarnemingen beschrijven en veranderingen in een situatie kunnen constateren. Er zijn weinig antwoorden ingedeeld op niveau 2 (10,9%) en geen antwoorden op niveau 3. Dit zijn de niveaus waarop leerlingen waarnemingen kunnen verklaren en met de gevonden verklaringen algemene wetten kunnen formuleren. De klassenscore brengt het gemiddelde abstractieniveau van de klas in beeld, hieraan is te zien dat in de beginsituatie de kennis ontbreekt om waarnemingen te kunnen verklaren. Daardoor is het niet mogelijk om aan de hand van de verklaringen algemene wetten te kunnen formuleren.

In Tabel 4 staat de klassenscore voor de eind-toets in aantallen per niveau en in percentages uitgedrukt. Om te kijken of er een significant verschil is tussen de resultaten van de pre-toets en de eind-toets, is met een T-toets het verschil tussen de gemiddelden uitgerekend. Er is gebruik gemaakt van een tweezijdige T-toets, waarbij bij beide reeksen uit wordt gegaan van een normale verdeling en gelijke varianties. Er is sprake van een significant verschil als de waarde van de T-toets kleiner dan 0,05 is. Als de waarde groter dan 0,05 is, dan is er geen reden om aan te nemen dat de reeksen van elkaar verschillen.

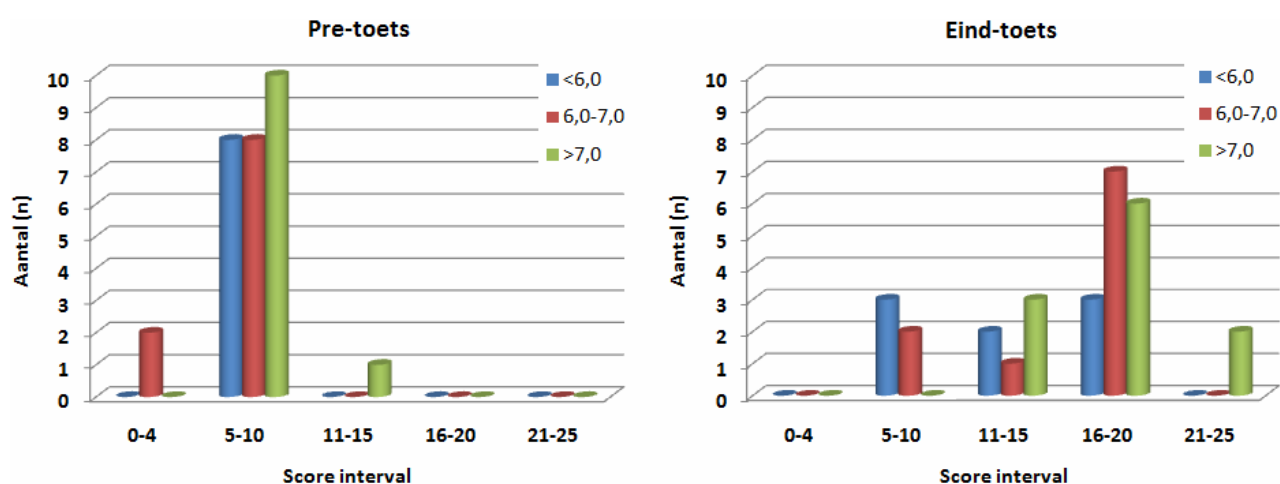
Als de klassenscores voor de pre-toets en de eind-toets met elkaar vergeleken worden, dan valt enerzijds op dat bij de eind-toets aanzienlijk hoger wordt gescoord op niveau 2 (39,5% ten opzichte van 10,9%) en dat er anderzijds lager op niveau 0 gescoord is (24,1% ten opzichte van 55,2%). De score van niveau 1 van de eind-toets is nagenoeg gelijk gebleven ten opzichte van de pre-toets. Aan de hand van de T-toets kan gezien worden dat in geval van niveau 0 en 2 de verschillen tussen de pre-toets en de eind-toets significant zijn. Er is een verschuiving opgetreden bij de antwoorden van leerlingen: van niveau 0 naar niveau 1 en van niveau 1 naar niveau 2.

Aan de verschillen in scores tussen de eind-toets en de pre-toets, is te zien dat bij de eind-toets leerlingen over het algemeen beter in staat zullen zijn om hun waarnemingen te verklaren. Het lijkt erop dat er in het algemeen bij leerlingen een verhoging in het niveau van abstractie waar te nemen is.

Tabel 4. Indeling klassenscore op abstractieniveaus na de eind-toets

Eind-toets (n = 29)	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Antwoorden (n = 377)	91	125	149	12
%	24,1	33,2	39,5	3,2
T-toets	0,009	0,939	0,002	0,133

Naast de voorgaande vergelijking tussen de scores van de pre-toets en de eind-toets, zijn de scores van de pre-toets en eind-toets vergeleken met de eindrapportcijfers van de leerlingen. Het doel hiervan is om te kijken of er een verband is tussen het gemiddelde cijfer van de leerlingen gezien over het hele jaar en de vastgestelde abstractieniveaus volgens de pre-toets en de eind-toets. De klas is opgedeeld in drie groepen: (1) leerlingen met een eindrapportcijfer lager dan 6,0 (8 leerlingen), (2) leerlingen met een eindrapportcijfer dat tussen de 6,0 en 7,0 ligt (10 leerlingen) en (3) leerlingen met een eindrapportcijfer dat hoger dan 7,0 (11 leerlingen). De antwoorden van de leerlingen op de toetsvragen zijn ingedeeld in abstractieniveaus. Er is per leerling is een score opgebouwd, deze is berekend door: aantal antwoorden op niveau 0 * 0 + aantal antwoorden op niveau 1 * 1 + aantal antwoorden op niveau 2 * 2 + aantal antwoorden op niveau 3 * 3 bij elkaar op te tellen (Appendix X). Hoe hoger de score van de leerling hoe hoger het abstractieniveau van de leerling. In Figuur 4 worden de scores van de pre-toets en de eind-toets gerelateerd aan de eindrapportcijfers.



Figuur 4. Vergelijk scores pre-toets en eind-toets met het eindrapportcijfer

Uit Figuur 4 (links) blijkt dat er bij de pre-toets weinig verschil te zien is tussen de verschillende groepen. De meeste leerlingen scoren 5 tot 10 punten. Bij de eind-toets zijn er wel verschillen te zien (Figuur 4, rechts). De groep leerlingen met een eindrapportcijfer hoger dan 7,0 scoren gemiddeld hoger dan de andere groepen, terwijl de leerlingen met een

eindrapportcijfer lager dan 6,0 gemiddeld gezien lager scoren dan de groepen met hogere rapportcijfer. Van de leerlingen met een hoger rapportcijfer kan verwacht worden dat ze een hoger abstractieniveau hebben dan de leerlingen met lagere rapportcijfers, dit verschil is in de resultaten te zien.

6.2. Logboek

Anders dan de pre-toets en eind-toets die twee discrete meetpunten van abstractieniveaus zijn, is het logboek de weergave van een continue dataverzameling. Leerlingen moesten vanaf de tweede les tot de laatste les met het logboek werken en hierin de waarnemingen verwerken en de vragen bij de experimenten beantwoorden. Er is bij de verwerking en analyse van de gegevens geen onderscheid gemaakt in de vragen die eerder en later tijdens het verloop van de module zijn beantwoord, om het aantal variabelen te beperken.

Antwoorden van de negen groepen op vragen in logboek zijn volgens de indeling die beschreven is in paragraaf 5.3 geanalyseerd (Appendix VII). De uitgebreide overzichten van de data en de verwerking ervan staan in Appendix XI. Als de scores van de groepen gecombineerd worden, kan de gemiddelde verdeling over de abstractieniveaus van de leerlingen in de klas berekend worden. In Tabel 5 staat de klassenscore voor het logboek in aantallen per niveau en in percentages uitgedrukt. In de logboeken zijn in totaal 609 antwoorden op vragen gegeven.

Tabel 5. Indeling klassenscore op abstractieniveaus logboek

Logboek (n = 9)	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Antwoorden (n = 609)	186	175	191	57
%	30,5	28,7	31,4	9,4

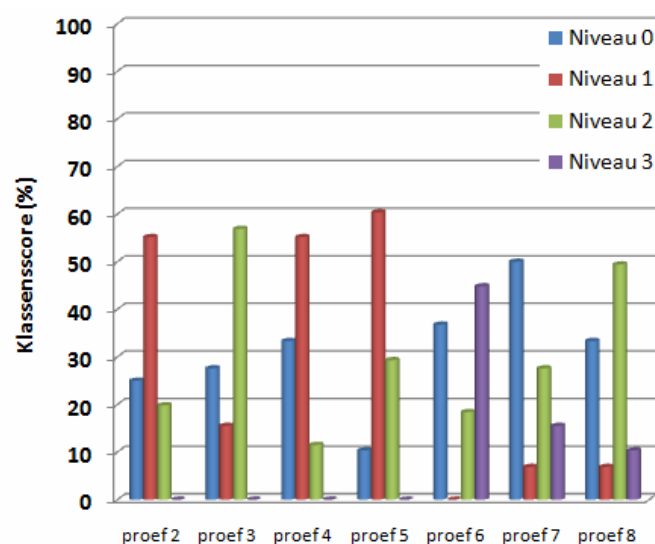
Als de resultaten uit Tabel 3 en 5 met elkaar vergeleken worden, dan is te zien dat er bij het logboek aanzienlijk hoger wordt gescoord op de niveaus 2 (31,4% ten opzichte van 10,9%) en 3 (9,4% ten opzichte van 0,0%) in vergelijking met de pre-toets. De scores op niveau 0 en 1 zijn lager uitgevallen bij het logboek in vergelijking met de pre-toets. Dit verschil is eerder al opgemerkt toen de resultaten van de pre-toets en de eind-toets met elkaar vergeleken zijn. Dit valt naar alle waarschijnlijkheid toe te dichten aan de verschuiving die is opgetreden bij de inhoud van antwoorden van de leerlingen. Deze verschuiving kan gerelateerd worden aan de verhoging van het abstractieniveau van de leerlingen.

Als de resultaten uit Tabel 4 en 5 met elkaar vergeleken worden, dan blijkt dat er een vergelijkbare verdeling te zien is over de verschillende niveaus. Op het visuele niveau, zijn er tussen de resultaten van de eind-toets en het logboek weinig verschillen te zien. Voor de niveaus 2 en 3 zijn deze verschillen echter groter. Desalniettemin, lijken de resultaten van het logboek in overeenstemming te zijn met de resultaten van de eind-toets. Hierin is te zien dat het abstractieniveau van de leerlingen na afloop van de module hoger is.

In paragraaf 6.1 en in het eerste gedeelte van deze paragraaf is gekeken naar de verschillen in het abstractieniveau tussen de beginsituatie en de eindsituatie. Ondanks dat deze verschillen een verschuiving van de niveaus aantonen en duiden op niveauverhoging van de

leerlingen na afloop van de module, geven deze resultaten geen zicht op de ontwikkeling van abstractie tijdens de module. Om hier toch een idee over te krijgen is per vraag van het logboek een klassenscore opgesteld (Figuur 5). Deze klassenscore geeft het aantal antwoorden op elk abstractieniveau weer per vraag. De proeven zijn chronologisch uitgevoerd, dat betekent dat in de lessenserie begonnen is met proef 2 en geëindigd is met proef 8. Omdat sommige proeven uitgesmeerd zijn over meerdere lessen, is qua tijdslijn niet gekozen voor specifieke lessen maar voor de proeven.

In Figuur 5 is te zien dat de score op niveau 0 gedurende het verloop van de module nagenoeg gelijk blijft. Dit komt niet overeen met het beeld dat in paragraaf 6.1 is ontstaan, daar bleek dat de score op niveau 0 bij de eind-toets lager was dan bij de pre-toets. Het verschil kan verklaard worden, doordat de vragen in het logboek meer gericht waren dan de vragen in de pre-toets en eind-toets die meer open van karakter waren. Bij het logboek was de eerste vraag gericht op het verwerken van waarnemingen, waardoor antwoorden vrijwel altijd op niveau 0 gegeven werden. De scores op niveau 1 lijken gedurende het verloop van de module af te nemen, dit is in tegenspraak met de resultaten van de pre-toets en de eind-toets, waar er geen verschil te zien was tussen de pre-toets en de eind-toets. De scores op niveau 2 varieert sterk gedurende het verloop van de module. Wat opvallend is dat pas vanaf proef 6 gescoord op niveau 3. Bij vraag 6 is hoog gescoord op niveau 3, omdat de vraag als volgt gesteld was: "Bekijk deze resultaten in samenhang met het experiment 'Mengen van vloeistoffen'. Is er een vuistregel die de resultaten kan verklaren?". Bijna alle groepjes bleken in staat te zijn om deze vuistregel te geven en werden dus gewaardeerd op niveau 3. Ondanks dat in de laatste fase van de module er hoger gescoord lijkt te worden op niveau 2 en 3 ten opzichte van het begin van de module, is er niet een duidelijke ontwikkeling van abstractie te zien. Dit wordt waarschijnlijk veroorzaakt door de gerichte vragen die het antwoord van leerlingen een bepaalde richting en dus naar een bepaald abstractieniveau dirigeren.



Figuur 5. Indeling klassenscore op abstractieniveaus per vraag

6.3. Geluidsopnamen en video-opnamen

Naast de toetsen en het logboek, zijn de geluidsopnamen die bij één groepje zijn gemaakt de derde onderzoeksmethode. Evenals het logboek zijn de geluidsopnamen een continue dataverzameling geweest. Over het algemeen is gebleken dat tijdens het uitvoeren van de experimenten er veel rumoer was in de klas, waardoor de opmerkingen die leerlingen maakten vaak slecht te verstaan waren op de geluidsopnamen. Dit had tot gevolg er van zeven lessen, van één groepje maar 21 fragmenten waren. Doordat er weinig opmerkingen beschikbaar waren, was er geen duidelijke ontwikkeling van het abstractieniveau te tijdens het verloop van de module merkbaar bij het groepje. De klassikale uitleg en de behandeling van het huiswerk zijn ook op geluidsopnamen vastgelegd, aangezien de klas in deze fase van de les rustiger was, waren de opmerkingen en discussies beter te volgen. Deze opnamen leverden 46 fragmenten in zeven lessen op. De fragmenten uit de opnamen tijdens de uitleg en de fragmenten uit de opnamen tijdens het practicum zijn gezamenlijk volgens de algemene indeling die geformuleerd is in paragraaf 4.2 geanalyseerd. In Tabel 5 is als voorbeeld een selectie van fragmenten en de onderverdeling van deze fragmenten in abstractieniveaus weergegeven.

Tabel 5. Voorbeelden van fragmenten ingedeeld op abstractieniveaus

Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
<ul style="list-style-type: none"> De zeepoplossing is al iets dikker Het zeepmolecuul ziet eruit als een visje De wasbenzinestraal buigt niet af 	<ul style="list-style-type: none"> Olie met water mengt niet. Er zijn 50 druppels nodig om schuim te krijgen Kaarsvet is een moleculaire stof 	<ul style="list-style-type: none"> Na_2SO_3 lost goed op in water, want het is een natriumzout Jood is hydrofoob, want het is een apolaire stof Methaan is hydrofoob, want er zitten alleen CH-bindingen in het molecuul 	<ul style="list-style-type: none"> Apolaire stoffen mengen goed met elkaar CH-bindingen zijn allemaal apolair Waterstofbruggen zitten alleen tussen moleculen van moleculaire stoffen

Er zijn van zeven lessen geluidsopnamen gemaakt, uit deze geluidsopnamen zijn in totaal 67 fragmenten gehaald. In Tabel 6 is de onderverdeling van deze fragmenten in abstractieniveaus in aantallen en percentages weergegeven. Als de resultaten uit Tabel 4, 5 en 6 met elkaar vergeleken worden, dan blijkt dat er een vergelijkbare verdeling te zien is over de verschillende niveaus. Op het visuele niveau, zijn er tussen de resultaten van de geluidsopnamen, de eind-toets en het logboek weinig verschillen te zien. Voor de niveaus 2 en 3 zijn deze verschillen echter groter. Desalniettemin, lijken de resultaten van de geluidsopnamen in overeenstemming te zijn met de resultaten van de eind-toets en het logboek. Hierin is te zien dat het abstractieniveau van de leerlingen na afloop van de module hoger is.

Tabel 6. Indeling klassenscore op abstractieniveaus geluidsopnamen

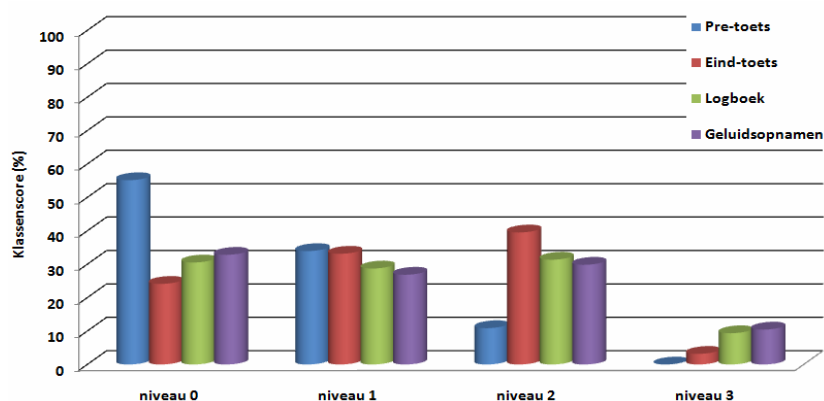
Geluidsopnamen (n = 7)	Niveau 0	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3
Aantal (n = 67)	22	18	20	7
%	32,8	26,9	29,9	10,4

Hoofdstuk 7 Discussie en conclusies

7.1. Discussie

Voor deze eindopdracht is de module “schoonmaken” als basis genomen om de module “olieslachtoffers” te ontwikkelen. Deze module is met het oog op context-concept chemie onderwijs ontwikkeld. Viervlakschemie zit verweven in de module. Het is de bedoeling dat in elke fase andere interacties tussen de docent, de leerling, context en concept plaatsvinden. Achteraf gezien kwam de context – olieslachtoffers - vooral aan het eind van de module in het eigen onderzoek naar voren, terwijl de context van een module in feite als een rode draad door de module dient te lopen. Terugkijkend naar de manier waarop de module is gebruikt kan gezegd worden dat hier en daar meer aandacht besteed had kunnen worden aan de context en de koppeling met de achterliggende theorie. Dit had bijvoorbeeld gekund door de theorie in de module zelf te verwerken en deze te koppelen aan de context. Naar mijn idee blijft het verleidelijk voor een docent om aan de theorie vast te houden. Het idee achter deze nieuwe vorm van onderwijs is echter dat elke docent een module naar eigen smaak kan aanpassen en behandelen.

In dit onderzoek zijn drie verschillende methoden gebruikt om verandering van abstractie bij leerlingen te signaleren. In Figuur 6 staan van de pre-toets, eind-toets, het logboek en de geluidsopnamen de indeling van de klassenscores over de abstractieniveaus weergegeven in procenten. Als er gekeken wordt naar het verschil tussen de pre-toets en de eind-toets in de indeling van de klassenscores over de verschillende abstractieniveaus, dan is er een verschuiving naar de hogere niveaus te zien in de scores. Dit valt toe te schrijven aan het feit dat leerlingen gedurende de module kennis hebben opgedaan en met deze kennis hun waarnemingen steeds beter konden verklaren. De verklaring van waarnemingen ligt namelijk in niveau 2, hetgeen de hogere score op niveau 2 zal verklaren. Aangezien leerlingen blijkbaar in staat zijn om op een abstractere manier een antwoord te geven, zal er lager op niveaus 0 en 1 gescoord worden. Waar de leerlingen gedurende de module precies de stap naar een hogere abstractie nemen is aan de hand van de toetsen niet te bepalen, aangezien de toetsen slechts de kennis op het beginpunt en eindpunt meten.



Figuur 6. Indeling klassenscores van de pre-toets, eind-toets en het logboek op abstractieniveaus

De resultaten van het logboek ondersteunen de resultaten van de eindtoets, er is een soortgelijke verdeling over de abstractieniveaus te zien. Er zijn echter variaties te zien in de waarden (zie Figuur 6). Dit kan verklaard worden aan de hand van de vragenindeling die gebruikt is om de antwoorden van de groepen te analyseren (Appendix VII). Er is in 6 van de 21 vragen specifiek gevraagd om een waarneming. Daardoor kon er door de leerlingen alleen maar op niveau 0 gescoord worden. In één vraag is gevraagd om een vuistregel te formuleren, hetgeen overeenkomt met niveau 3. Deze vragen wegen dus aanzienlijk in de resulterende klassenscore. In vergelijking met de vragen in het logboek, waren de vragen in de pre-toets en de eind-toets meer open en minder gericht. Dit leidde tot er een grotere spreiding in de abstractieniveaus waarop de antwoorden gescoord werden. Ondanks de verschillen tussen de resultaten van beide toetsen en het logboek, duiden de resultaten op een abstractieverhoging van de leerlingen in de klas. Om te kijken wanneer leerlingen precies in staat waren om een hoger abstractieniveau te redeneren zijn de antwoorden van de groepen op de vragen per proef ingedeeld in abstractieniveaus (Figuur 5). De enige duidelijke ontwikkeling die hierin te zien was, was dat pas vanaf proef 6 op niveau 3 geantwoord werd. Uit de verdelingen van de overige niveaus valt geen duidelijke trend te ontdekken.

De resultaten van de geluidsopnamen dienden ter triangulatie van de resultaten van de toetsen en het logboek. De resultaten van de geluidsopnamen laten zien dat er een vergelijkbare verdeling te zien is over de verschillende niveaus als deze vergeleken worden met de resultaten van de eind-toets en die van het logboek. De resultaten van de geluidsopnamen laten zien dat het abstractieniveau van de leerlingen na afloop van de module hoger is. Aan de hand van de geluidsopnamen was echter geen duidelijke verandering in het taalgebruik van leerlingen gedurende de module waar te nemen. Dit komt mede door het feit dat er maar 21 fragmenten van het groepje beschikbaar waren. Aan de hand van het logboek en deze geluidsfragmenten was niet te bepalen waar precies in de module de leerlingen de stap naar een hoger abstractieniveau gezet hebben. In toekomstig onderzoek zal meer gekeken moeten worden naar het moment waarop de leerlingen de stap naar een hoger abstractieniveau zetten.

De scores op de pre-toets en de eind-toets per leerling zijn vergeleken met de eindrapportcijfers van de leerlingen (Figuur 4). Hiervoor waren de leerlingen in verschillende groepen ingedeeld afhankelijk van het eindrapportcijfer. Er bleken bij de pre-toets weinig verschillen te zijn tussen de groepen. Bij de eindtoets scoorden de leerlingen met de hogere rapportcijfers ook hoger op de eind-toets, wat duidt op een hoger abstractieniveau. Dit resultaat valt te verwachten, omdat leerlingen met hogere rapportcijfers vermoedelijk minder moeite hebben om op een hoger abstractieniveau te komen.

7.2. Conclusies

In de inleiding en in het theoretisch kader van dit onderzoek zijn de volgende onderzoeksvragen gesteld:

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

Hierbij kunnen de volgende deelvragen geformuleerd worden:

- *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?*

Om deze vragen te kunnen beantwoorden zijn verschillende onderzoeksmethoden gebruikt: de toetsen, het logboek en de geluidsopnamen. Uit de resultaten van de pre-toets en eind-toets blijkt dat er een verschil is tussen het abstractieniveau van de leerlingen. Deze was namelijk hoger na afloop van de module. Er is een verschuiving te zien naar hogere abstractieniveaus in de indeling van de klassenscore, wat aantoont dat meer abstracte antwoorden gegeven zijn op dezelfde vragen bij de eind-toets in vergelijking met de pre-toets. De resultaten van het logboek bevestigen dit verschil in het abstractieniveau van de leerlingen na afloop van de module ten opzichte van het begin van de module. Door antwoorden op vragen uit de pre-toets en eind-toets te analyseren is een verschil in abstractie voor en na het behandelen van de module zichtbaar gemaakt. De analyse van de gegevens in het logboek bevestigden de resultaten van de pre-toets en de eind-toets. Bij de geluidsopnamen van de groep en klas was een verdeling in abstractieniveaus te zien die vergelijkbaar is met die van de eind-toets en het logboek. De deelvragen zijn hierbij beantwoord, bij alle drie methoden is een vergelijkbare verdeling in abstracties waar te nemen na afloop van de module. Hieruit kan geconcludeerd worden dat onderwijs ingericht volgens de context-concept benadering tot een verhoging van het abstractieniveau leidt bij leerlingen. Met deze data was echter niet te bepalen wanneer de leerlingen precies de stap naar een hoger niveau zetten. Hierdoor is niet uitgesloten dat de leerlingen bijvoorbeeld al bij les 2 de stap naar een hoger niveau zetten en de overige lessen overbodig zijn. Dit moet in eventueel toekomstig onderzoek verder uitgezocht worden.

Referenties

- 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.
- de Kleijn, E. (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**.
- 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.

Appendices

Appendix I Eindopdracht 'olieslachtoffers'

Module Schoonmaakmiddelen voor olieslachtoffers

Leerlingenversie

4 VWO



Ontwikkeld voor het afstudeervak OvO
UTwente / ELAN

Door Wolf Rombouts (Marianum Groenlo)
en Anneke Westenend (Rietveldlyceum Doetinchem)

Inhoudsopgave

1. Inleiding
2. Lesplanning
3. Proeven
4. Effectief samenwerken

1. Introductie

Beste leerlingen,

Zoals jullie al hebt kunnen zien gaat deze module over schoonmaakmiddelen en de toepassingen deze middelen in een milieuprobleem. Jullie hebben vast wel eens op het nieuws of in de krant iets gehoord of gezien over met olie besmeurde vogels als gevolg van een olieramp. Dit onderwerp krijgt regelmatig aandacht in de media, omdat het effect van vervuiling met olie goed zichtbaar is. Bovendien hebben vogels, net als zeehondjes, een hoge aaibaarheidsfactor. Maar je kunt je indenken dat een ramp met olie niet alleen met olie besmeurde vogels tot gevolg heeft, maar ook voor andere dieren en voor planten nadelige gevolgen op korte en langere termijn heeft.

In deze module gaan jullie eerst zelf zeep maken. Vervolgens ga je in enkele practica nader kijken naar eigenschappen van verschillende andere schoonmaakmiddelen en de werking van zeep. Hierbij kun je ook je zelfgemaakte zeep testen. De kennis en ervaring die je in deze practica opgedaan hebt, gebruik je tenslotte om een eigen onderzoek te doen naar hoe je het beste een olieslachtoffer kunt helpen. Hiervoor stel je een werkplan op, dat in de les besproken wordt.

Werkwijze: Je wordt ingedeeld in een groepje met drie leerlingen. Met je groepsleden voer je gezamenlijk de proeven en het eindonderzoek uit. Je bent samen verantwoordelijk voor een eerlijke verdeling van de taken, voor goede uitvoering en voor de rapportage van je resultaten. In het groepslogboek dat je wordt uitgereikt staan de taken, met een rolverdeling. Bij de meeste proeven staan er vragen die beantwoord moeten worden, dit moet in het groepslogboek c.q. labjournaal gedaan worden. Er hoeft maar één uitwerking per groepje worden ingeleverd. Er zijn in de module een flink aantal proeven opgenomen. Afhankelijk van de beschikbare tijd zal bekeken worden of iedereen alles doet, of dat we gegevens centraal verzamelen en uitwisselen. Nogmaals: wat je in de lessen doet, moet je bijhouden in het groepslogboek. Dat krijg je bij de start van deze module uitgereikt. Op het eind wordt dit beoordeeld met een cijfer.

Naast de module blijven we werken met het leerboek. Je huiswerk zal vooral bestaan uit opgaven uit je boek (zie lesplanning). Ter afsluiting van deze module wordt je kennis individueel schriftelijk getoetst. Je cijfer voor deze module zal opgebouwd zijn uit 15% logboek (verslagen experimenten en samenwerking) + 10% individuele toets.

In deze module komen de volgende begrippen aan bod:

Polair/apolair stoffen	Electronegativiteit
Hydrofiel/hydrofoob	Kookpunt
Polaire en apolaire atoombindingen	schuimgetal
Mengen	
Oplossen	
Dipool	
Waterstofbruggen	
Verdampingstijden	
Oppervlaktespanning	

2. Lesplanning

Tijd- en werkschema periode 4, Module 5, SK 4VWO, Schoonmaken

Week lopend van tot	Wat doen we samen in de les? Als je je taak af hebt, mag je aan je huiswerk werken	Wat doe je als huiswerk voor de les erna? Uit boek 4V Curie
Week 19 4 t/m 8 mei Les 1	Intro nieuwe module + voortoets Proef 1 zeep maken uitvoeren	Opgave 5.4 t/m 5.11
Les 2	Huiswerk bespreken Intro polair/ apolair/ waswerking Proef 2 Drijven; Proef 3 Oppervlaktespanning	Opgave 5.12 t/m 5.17
Week 20 11 t/m 15 mei Les 1	Huiswerk bespreken Proef 4 Mengbaarheid vloeistoffen Demo: Proef 5 Vloeistoffen en elektrische krachten	Opgave 5.20 t/m 5.24
Les 2	Huiswerk bespreken Proef 6 Mengbaarheid S/L Demo: Proef 7 Verdampingstijden van vloeistoffen	Opgave 5.25 t/m 5.30
Week 21 18 t/m 22 mei Les 1	Huiswerk bespreken Indeling groepen eigen onderzoek Proef 8: Hardheid van water Ca^{2+} gehalte	Opgave 5.31 t/m 5.34
Week 22 25 t/m 29 mei Les 1	<u>Maandag 25 mei inleveren werkplan eigen onderzoekje/ PO via mail docent</u> Huiswerk en werkplan bespreken Start uitvoering eigen onderzoek	Opgave 5.35 t/m 5.37 + 5.39 en 5.40
Les 2	Huiswerk bespreken Eigen onderzoekje/ PO uitvoeren	Opgave 5.42 t/m 5.44
Week 23 1 t/m 5 juni Les 1	Huiswerk bespreken Verslagje PO inleveren Evaluatietoets	Opgave 5.46 t/m 5.50
Les 2	Huiswerk bespreken Start module 6	

3. Proeven

Proef 1: 'Het maken van zeep'

Inleiding

Al sinds mensenheugenis gebruiken mensen zeep. De Sumeriers gebruikten al een zeepoplossing rond 3000 v. C. Ze gebruikten een mengeling van assen en water om wollen stoffen te reinigen zodat ze geverfd konden worden. Dit mengsel reinigt omdat een deel van de alkaliën reageert met het vet op het te reinigen object. Deze methode om zeep te maken werd gebruikt tot in de 17de eeuw. In de mediterrane landen kookte men olijfolie, in Noord-Europa gebruikte men dierlijke vetten met een extract van plantenassen en kalk. De naam zeep komt volgens een oude Romeinse legende van de berg Sapo. Op die berg werden dieren geofferd. Door de regen spoelde een mengeling van gesmolten dierlijk vet en houtas in kleioever van de Tiber. Vrouwen merkten dat deze kleimengeling de was met minder inspanning schoner maakte. En nu zijn jullie aan de beurt!

Veiligheid

Wees voorzichtig met de geconcentreerde kaliumhydroxideoplossing (KOH); het is een bijtende stof en kan de huid oplossen. Draag een bril en handschoenen!

Materiaal

Frituurvet, KOH, water, roerstaaf, bekeerglazen (250 ml en 50 ml) evt. geurstoffen en kleurstoffen.

Uitvoering

- a Weeg ca 10 gram vet af in een bekeerglas van 250 ml.
- b Weeg ca 1,9 gram KOH af in een bekeerglas van 50 ml.
- c Voeg 4 ml water toe aan het KOH. Let op: dit wordt warm. Je moet hier erg voorzichtig mee omgaan.
- d Laat het voorzichtig smelten door het bekeerglas in een warmwaterbad (50 °C) te houden.
- e Zodra het vet gesmolten is haal je het bekeerglas uit het warmwaterbad en voeg je de (inmiddels in oplossing geraakte) KOH toe en roer goed.
- f Je kunt nu eventueel kleurstof (5 druppels) en geurstof (5 druppels) toevoegen.
- f Roer dit mengsel goed. Blijf ca 10 minuten roeren totdat het licht gaat stollen.
- g Giet het mengsel in een bakje voor ijsklontjes. De gemaakte zeep is nodig voor een proef verderop in de module. Bewaren dus!

Milieu

Alle producten kunnen na afloop verdund door de gootsteen of in de prullenbak.

Vragen en opdrachten

Vermeld in je logboek wat je hebt gedaan, wat er eventueel fout ging en waarom.

Proef 2: Drijven

Inleiding

Op welke vloeistoffen blijft een punaise drijven? In deze proef vergelijk je enkele vloeistoffen met elkaar: water, ethanol (spiritus), terpentijn (terpentine) en olie. Wat gebeurt er als je aan water een zeepoplossing toevoegt? We gebruiken hiervoor punaises. Punaises zijn gemaakt van messing, een legering.

Vragen vooraf:

Zoek de dichtheden van water, ethanol, terpentijn en messing op in BINAS tabel 9 en 11.

Geef je antwoord in gram per cm^3 .

Doe een voorspelling aan de hand van deze gegevens of een punaise op deze vloeistoffen zal blijven drijven.

Veiligheid

Ethanol en terpentine zijn brandbare stoffen. Gebruik deze niet naast een brandende bunsenbrander!

Materiaal

Punaises zonder witte kop, demiwater, spiritus (85% alcohol, 15% water), terpentine, olie, afwasmiddel, zwarte peper, petriskaaltjes.

Uitvoering (Schrijf alle waarnemingen op in het logboek!)

- a Doe in een droog en schoon glas breed bakje of petriskaal een laagje water.
- b Houd de platte kant van een punaise vlak boven de oppervlakte van het water en laat de punaise voorzichtig los. Niet trillen of duwen! Bewaar dit bakje voor d.
- c Herhaal a en b ook met spiritus, terpentine en olie. De petriskaal met een bodempje terpentine staat in de zuurkast. Iedereen kan deze gebruiken. Dus geen zeep of peper toevoegen!

Nu gaan we een zeepoplossing toevoegen aan het water en kijken wat het effect hiervan is op het 'drijfvermogen' van de punaise.

d Doe zo ver mogelijk van de punaise vandaan één druppel zeepoplossing bij het water. Noteer je waarnemingen.

e Maak het glas schoon en vul opnieuw met een laagje water. Strooi zwarte peper op het water. Laat midden in de pepervlek voorzichtig een druppel zeepoplossing vallen. Noteer je waarnemingen.

Milieu

Alle vloeistoffen kunnen opgevangen in het daarvoor bestemde bekersglas. De TOA zorgt voor verdere verwerking.

Vragen en opdrachten

Geef een verklaring voor de verschillende waarnemingen die je gedaan hebt.

Kloppen je waarnemingen met je voorspelling? Hoe zit dat?

Beschrijf je waarnemingen met de zwarte peper.

Kun je een verklaring bedenken voor wat je gezien hebt?

Proef 3: Oppervlaktespanning

Inleiding

Met een eenvoudig proefje ga je de oppervlaktespanning van vier vloeistoffen indirect bepalen. Je krijgt geen absolute oppervlaktespanning maar een relatieve meting ten opzichte van water.

Veiligheid

Enkele gebruikte vloeistoffen zijn zeer brandbaar. Vermijd open vuur.

Materiaal

Bureten (4x), statieven (4x), maatcilinders, water, zeepoplossing (0,5%), spiritus en wasbenzine.

Uitvoering

Er zijn staan voor deze proef vier bureten klaar. Elke buret bevat een andere vloeistof.

a Zet een bekersglas onder het kraantje

b Eerst oefenen: Zet de kraan een beetje open en vang de druppels op in de maatcilinder. Laat de afzonderlijke druppels er zo uitlopen dat ze nog te tellen zijn.

c Lees de buret af hoeveel vloeistof er in zit.

d Bepaal nu het volume van 50 druppels.

e Herhaal c en d voor een tweede meting.

f Herhaal nu a t/m e met de bureten die gevuld zijn met de andere vloeistoffen.

Milieu

Alle vloeistoffen moeten in het daarvoor bestemde bekersglas verzameld worden. De TOA zorgt voor verdere verwerking.

Vragen en opdrachten

Zet je waarnemingen in een tabel (logboek).

Welke conclusies kun je nu trekken?

Welke conclusies kun je trekken ten aanzien van de zeepoplossing?

Geef een verklaring op moleculair niveau van de verschillen in oppervlaktespanning; gebruik bij je uitleg ook de structuurformules van de stoffen die je onderzocht hebt.

Proef 4: Mengbaarheid van vloeistoffen

Inleiding

Welke van de volgende vier vloeistoffen: water, ethanol, wasbenzine en olie mengen met elkaar?

De mengbaarheid vul je in het schema van het logboek in. Er staat in een aantal vakken een kruis. Dit zijn de combinaties die je niet hoeft te onderzoeken, omdat het niet uitmaakt of je ethanol aan water of water aan ethanol toevoegt. Nummer de andere combinaties volgens schema! Dit is belangrijk, omdat je op het eind de helft van elke buis moet overbrengen in een nieuwe reageerbuis om het effect van zeep te onderzoeken. Noteer in het schema of de stoffen goed (+), niet (-) of matig (m) mengen.

Veiligheid

Spiritus en wasbenzine zijn brandbare stoffen. Gebruik deze niet naast een brandende bunsenbrander!

Materiaal

Water, ethanol (spiritus), wasbenzine, gekleurde lampolie, reageerbuizen, zeepoplossing en rubberen stoppen

Uitvoering

a Werk bij deze proef met schone en droge reageerbuizen. Schenk van de eerste vloeistof ongeveer 2 cm in een reageerbuis.

b Voeg hieraan voorzichtig met een druppelpipet ongeveer 1 cm van de tweede vloeistof toe. Zorg dat de vloeistoffen nog niet mengen. Kijk of er een scheidingsvlak tussen beide vloeistoffen zichtbaar is. Geef dit scheidingsvlak met een streepje aan.

c Sluit de buis af met een rubberen stop en schud de buis goed (duim op de stop doen).

d Laat de buis even staan en kijk of er een scheidingsvlak komt. Noteer je waarnemingen (Tabel 'zonder zeep' invullen).

e Voeg nog 1 cm van de tweede vloeistof toe.

f Schud de buis weer goed en giet daarna de helft over naar een nieuwe reageerbuis.

g Doe nu twee druppels vloeibare zeep in alle buizen en meng weer goed.

h Laat de buis even staan en kijk of er een scheidingsvlak komt. Noteer je waarnemingen (Tabel 'met zeep' invullen).

i Vergelijk de resultaten in beide tabellen.

Milieu

Alle vloeistoffen moeten in het daarvoor bestemde bekersglas verzameld worden. De TOA zorgt voor verdere verwerking

Zonder zeep

	Water	Ethanol (spiritus)	Wasbenzine	Olie
Water	X	1	2	3
Ethanol (spiritus)	X	X	4	5
Wasbenzine	X	X	X	6
Olie	X	X	X	X

Met zeep

	Water	Ethanol (spiritus)	Wasbenzine	Olie
Water	X	1	2	3
Ethanol (spiritus)	X	X	4	5
Wasbenzine	X	X	X	6
Olie	X	X	X	X

Vragen en opdrachten

- 1) Zijn de tabellen in het logboek ingevuld?
- 2) Discussier in je groep wat je ziet en hoe je dat kan verklaren. Noteer dat in je logboek.
- 3) Wat is ook al weer het verschil tussen een emulsie en een suspensie (3^e klas leerstof)?
- 4) In welke twee categorieën kun je emulsies indelen?

Proef 5: Wat gebeurt er met een vloeistofstraal onder invloed van elektrische krachten?
(demo)

Veiligheid

Wasbenzine en ethanol zijn brandbare stoffen. Er mag geen open vuur in de buurt zijn.

Materiaal

Buret, bekerglas, water, ethanol en benzine

Uitvoering

a Maak een plastic voorwerp, zoals een balpen, zakkammetje of transparant, elektrisch door het langs wol te wrijven.

b Houd het voorwerp of 1 a 2 cm afstand langs een dunnen waterstraal.

c Herhaal dit experiment met een dunne benzinestraal en een dunne alcoholstraal.

Milieu

De wasbenzine en alcohol moeten worden opgevangen en kunnen opnieuw worden gebruikt.

Vragen

Verklaar het verschil tussen je waarnemingen bij water en benzine.

Is er veel verschil tussen water en alcohol? Verklaar wat je waargenomen hebt.

Proef 6: Oplossen van vaste stoffen in vloeistoffen

Inleiding

In deze proef ga je de oplosbaarheid van verschillende vaste stoffen in verschillende vloeistoffen onderzoeken.

Veiligheid

Spiritus en wasbenzine zijn brandbare stoffen. Gebruik deze niet naast een brandende bunsenbrander!

Materiaal

Water, wasbenzine, slaolie, ethanol (spiritus), jood, poedersuiker, zwavelpoeder, koperpoeder, reageerbuisen, spatels en rubberen stoppen.

Uitvoering

- a Onderzoek of de volgende vaste stoffen oplossen in water. Gebruik weinig, een spatelpuntje, van de volgende stoffen en meng ze met ze met 3 cm water: jood, zwavel(poeder), (poeder)suiker en koper(poeder). Sluit de buis af met een rubberen stop en schud de buis goed (duim op de stop doen).
- b Doe hetzelfde als onder a, maar nu met ethanol (spiritus).
- c idem, maar nu met wasbenzine
- d idem, maar nu met olie

	jood	poedersuiker	zwavelpoeder	koperpoeder
Water				
Ethanol/spiritus				
Wasbenzine				
Slaolie				

Milieu

Gooi alle mengsels met wasbenzine in een apart afvalvat. Ze mogen niet door de gootsteen. Mengsels met koperpoeder moeten verzameld worden in het afvalvat zware metalen. Ook joodresten worden apart ingezameld. De andere mengsels kunnen door de gootsteen.

Vragen en opdrachten

- 1) Zet je waarnemingen in de tabel van je logboek.
- 2) Bekijk deze resultaten in samenhang met het experiment 'Mengen van vloeistoffen' Is er een vuistregel die de resultaten kan verklaren?
- 3) Zoek in je leerboek op of dit verklaard kan worden aan de hand van de molekuulbouw en/of de aard van de atoombindingen in de diverse moleculen. Wat zijn jullie verklaringen?

Proef 7: Verdampingstijden van vloeistoffen (demo)

Inleiding

Wat zijn de verdampingstijden van water, ethanol (spiritus) en wasbenzine?

De verdampingstijd van een stof is de tijd die nodig is om een bepaalde hoeveelheid van die stof volledig te laten verdampen. Als je per tijdseenheid steeds evenveel warmte toevoert aan steeds dezelfde hoeveelheid stof, bestaat er een verband tussen de verdampingstijd en de hoeveelheid warmte die nodig is om die stof geheel in damp om te zetten. Deze warmte is de 'verdampingswarmte'. In de tabellen 11 en 12 van BINAS kun je de verdampingswarmtes van verschillende stoffen opzoeken.

Veiligheid

Spiritus en wasbenzine zijn brandbare stoffen. Pas op met open vuur! Don't try this at home!

Uitvoering

a Breng in een bekersglas van 250 mL ongeveer 100 mL water aan de kook. Zet een petrischaal, waarvan de bodem zwart geverfd is, op het bekersglas. Als het water kookt, regel je de vlam zo, dat het water zachtjes en regelmatig doorkookt.

b Breng met behulp van een injectiespuit 0,5 mL van de te onderzoeken vloeistof in het petrischaaltje. Noteer de tijd, die voor het verdampen van de vloeistof nodig is. Herhaal de proef met dezelfde vloeistof. Bereken daarna het gemiddelde van de twee metingen

c Herhaal de proef voor de andere twee vloeistoffen.

Milieu

Geen bijzonderheden

Vragen

Verwerk de gemiddelde verdampingstijden en de verdampingswarmtes in de onderstaande tabel.

	1 ^e meting	2 ^e meting	Verdampingstijd gemiddeld	Verdampingswarmte (J.kg ⁻¹)
Water				
Ethanol (spiritus)				
Wasbenzine/ Petroleum?				
(Lamp) olie Paraffine olie?				

- 2) Is er een verband tussen verdampingstijd en verdampingswarmte?
- 3) Is dat logisch? Leg uit
- 4) Wat zou je met deze gegevens verder kunnen? Heb je een verklaring voor de onverwachte uitkomsten?

Proef 8: Hardheid van water Ca^{2+} gehalte

Inleiding

In de reclame zie je soms ernstig kijkende mannen die aan onwetende vrouwen uitleggen dat ze in hun wasmachine of afwasmachine het totaal verkeerde wasmiddel gebruikt hebben. Daardoor is alles verkalkt en moet een dure reparatie de schade herstellen. Natuurlijk is dat alles onzin, maar hoe zit het nu echt met 'kalk' in het water, zeep en wassen? De hoeveelheid calciumionen in water wordt uitgedrukt in een getal dat 'hardheid' wordt genoemd.

In dit experiment ga je twee dingen uitzoeken:

Wat is de invloed van de hardheid van water op de wassende werking van zeep.

De waswerking van drie verschillende zepen vergelijken met de 'standaard' (groene zeep) (als je eigen zeepje gerijpt is kun je dat ook op deze manier vergelijken met andere zepen

Over het algemeen denkt men dat hoe minder zeep nodig is voor schuimvorming, hoe beter de zeep is. Vergelijk met een oplossing van 1 gram groene zeep/20 mL.

Veiligheid

Geen bijzonderheden

Materiaal

Verschillende soorten zepen en groene zeep, elk met een gehalte van 1,0 gram per 20 mL. Ca^{2+} -oplossing van 200 mg Ca^{2+} /liter, 100 mg Ca^{2+} /liter, 50 mg Ca^{2+} /liter gedemineraliseerd water en kraanwater, erlenmeyer, injectiespuiten, kurken, reageerbuisen,

Uitvoering 1 Wat is de invloed van de hardheid van water op de wassende werking van zeep.

a Doe in een reageerbuis 3 cm van de diverse waters en calciumoplossing volgens schema:

Buis nr	3 cm vloeistof van	Aantal druppels zeepoplossing
1	demiwater	
2	200 mg Ca^{2+} /liter	
3	100 mg Ca^{2+} /liter	
4	50 mg Ca^{2+} /liter	
5	kraanwater	

- b Voeg met een injectiespuit 3 druppels van de groene zeep oplossing toe, doe een kurk op de reageerbuis en schud een halve minuut krachtig.
- c Zet de buis terug en kijk of het schuim blijft staan. Als het schuim snel verdwijnt, voeg je weer 3 druppels zeepoplossing toe en schudt opnieuw
- d Noteer het aantal druppels dat nodig is om 3 cm schuim na schudden minstens een halve minuut op de vloeistof te laten staan. Noteer ook hoe het water er uit ziet.
- e Als je de bekende concentraties in een grafiek uitzet tegen het aantal druppels zeepoplossing, heb je een ijklijn. Maak deze in je logboek.
- f De concentratie calciumionen in kraanwater kun je nu uit de grafiek aflezen. Wat is deze concentratie? Wat is dus de hardheid van het water uit deze omgeving?

Vragen en opdrachten

Zoek via internet uit wat de hardheid is van kraanwater in jouw woonplaats (of de plaats waar je school in staat)

Wat betekent Duitse Hardheid?

Welke relatie is er tussen Ca^{2+} -ionen en Duitse Hardheid?

Vul de tabel verder in

Maak de gevraagde ijklijn in je logboek

Uitvoering 2 De waswerking van drie verschillende zepen vergelijken met de 'standaard'

Nu gaan jullie drie verschillende zepen onderling vergelijken in water met een Ca^{2+} gehalte van 100 mg per liter.

6) Maak zelf een overzichtelijke tabel in je logboek van wat je gaat uitvoeren.

7) Voer de proef uit en schrijf je bevindingen in het logboek

Milieu

Geen bijzonderheden

Eigen onderzoek: Hoe krijg je olieslachtoffers weer schoon? (versie 1)

Het eindonderzoek is gericht op de vraag: 'Hoe krijg je olierampslachtoffers op een verantwoorde manier schoon?'. Je moet zelf nadenken over wat verantwoord is. Hierbij kun je bijvoorbeeld denken aan: de veiligheid, het milieu, de overlevingskansen van de vogel, schadelijkheid van het schoonmaakmiddel voor de vogel en het personeel en uiteraard de effectiviteit van het schoonmaakmiddel. Iedereen weet dat je geen olie- of vetvlekken uit je kleren krijgt als je geen zeep gebruikt. Maar werkt dat ook met smeerolie?

Het is de bedoeling dat er in groepjes van drie leerlingen aan het onderzoek wordt gewerkt. Door de practica te volgen gedurende de module heb je ideeën kunnen opdoen om de werking of eigenschappen van schoonmaakmiddelen te onderzoeken. Elk groepje krijgt een potje met vieze veren die gebruikt kunnen worden voor het onderzoek.

Voor het onderzoek moet een werkplan worden opgenomen in het logboek (maximaal ½ A4), deze zal besproken worden door de docent. Tijdens de experimenten worden de waarnemingen genoteerd in een logboek. Het onderzoek wordt afgesloten met een posterpresentatie van ongeveer 5 minuten, waarin de opzet van de proef, de resultaten en conclusies behandeld worden.

4. Effectief samenwerken

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) en materiaalchef (M). Een groep van drie blijkt in de praktijk beter te werken dan grotere groepen.

Taken die bij deze rollen horen zijn:

<i>Rol</i>	<i>Taken</i>
chef (C)	Draagt zorg voor het verloop van de les. Dat betekent onder andere: Opent de les met te kijken of iedereen zijn rol weet Is verantwoordelijk voor de algemene gang van zaken Houdt iedereen aan zijn taken Is verantwoordelijk voor het contact met de docent
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 Geeft tien minuten voor het einde van de les een seintje zodat afspraken gemaakt kunnen worden en logboek ingevuld
Materiaalchef (M)	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
*	C	M	S	C	M	S	C
*	S	C	M	S	C	M	S
*	M	S	C	M	S	C	M

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 verslagen, tabellen met resultaten komen allemaal in het groepslogboek. Dit wordt op het eind met een cijfer beoordeeld.

Appendix II Erratum opdracht voor eigen onderzoek

Eigen onderzoek: Hoe krijg je olieslachtoffers weer schoon?

Het eindonderzoek is gericht op de vraag: 'Hoe krijg je olierampslachtoffers op een verantwoorde manier schoon?'. Je moet zelf nadenken over wat verantwoord is. Hierbij kun je bijvoorbeeld denken aan: de veiligheid, het milieu, de overlevingskansen van de vogel, schadelijkheid van het schoonmaakmiddel voor de vogel en het personeel en uiteraard de effectiviteit van het schoonmaakmiddel. Iedereen weet dat je geen olie- of vetvlekken uit je kleren krijgt als je geen zeep gebruikt. Maar werkt dat ook met smeerolie?

Het is de bedoeling dat er in groepjes van drie leerlingen aan het onderzoek wordt gewerkt. Ieder groepje krijgt een eigen schoonmaakmiddel toegewezen (groene zeep, ovenreiniger, allesreiniger, schuurmiddel, glassex, ossegalzeep, afwasmiddel, glorix en wc-eend) om door middel van onderzoek aan te tonen waar het schoonmaakmiddel voor bedoeld is (bijvoorbeeld: polaire of apolaire stoffen). Hiernaast is het de bedoeling dat je het effect van je schoonmaakmiddel en je eigen gemaakte zeep gaat onderzoeken op met smeerolie besmeurde veren.

Voor het onderzoek moet een werkplan worden opgenomen in het logboek (maximaal ½ A4), deze zal besproken worden door de docent. Tijdens de experimenten worden de waarnemingen genoteerd in een logboek. Het onderzoek wordt afgesloten met een presentatie van ongeveer 5 minuten, waarin de opzet van de proef, de resultaten en conclusies behandeld worden.

Logboek

Module Schoonmaken

4VWO



Groepsnummer:

Namen:

Practica en eigen onderzoek doen

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
*	C	M	S	C	M	S	C
*	S	C	M	S	C	M	S
*	M	S	C	M	S	C	M

Werkplan

Bij een opdracht lijkt het aantrekkelijk om snel aan de slag te gaan. Toch is het goed tijd te nemen om:

- jullie opdracht helemaal te lezen;
- jullie opdracht goed te begrijpen;
- goed te weten wat jullie moeten maken;
- goed te weten wat jullie daarvoor moeten doen;
- te bedenken welke taken ieder van jullie verricht;
- en af te spreken wanneer die taken af zijn.

Je werkt zo efficiënter aan de opdracht en je hebt meer kans dat je het gevraagde resultaat bereikt! Daarvoor maak je een werkplan, een *document*, dat je gebruikt om de opdracht tot een goed einde te brengen. Een werkplan maakt het uitvoeren van je opdracht makkelijker, het helpt je dus!

Het opstellen van een werkplan

Dat is niet moeilijk, als je een stel basisvragen beantwoordt.

1. Wat moet er klaar zijn als de opdracht "af" is (het product)?
2. Welke taken (in feite de onderdeeljes van je product) moeten daarvoor worden gedaan?
3. Voor elke taak: hoe lang duurt de taak (dat is natuurlijk een schatting van de tijd)?
4. Voor elke taak: wat moet het resultaat van de taak zijn (bijvoorbeeld een Word-document, of een webpagina, of gewoon kennis van een bepaald onderwerp)?
5. Voor elke taak: wie gaat de taak uitvoeren?
6. Hoe voegen jullie de deelwerkzaamheden samen tot het eindproduct?

Een werkplan kan een beschrijving zijn (een verhaal dus), maar vaak is het handiger een schema te maken. In de verschillende kolommen neem je dan achtereenvolgens op: wat moet gebeuren, wie dat doet en wanneer het klaar is. Je krijgt dan een overzicht, dat ook wel draaiboek heet. Bedenk dat een praktisch, bruikbaar werkplan kort is. Een pagina A4 is meestal genoeg!

Het gebruik van het werkplan

Tijdens het werken aan de opdracht moeten jullie regelmatig het werkplan raadplegen. Soms moeten jullie het werkplan bijstellen, omdat een taak meer (of juist minder) tijd kost dan je had voorzien. Of doordat zich iets onverwachts voordoet. Dat is niet erg, het kan ook positief uitpakken. Het bijstellen van je werkplan zorgt ervoor, dat je bewuste keuzes maakt. Wanneer je opdracht klaar is, kun je het werkplan nog eens gebruiken om na te gaan of je resultaat inderdaad is wat je wilde!

Les 1 (6 mei)

LOGBOEK VOOR EFFECTIEF SAMENWERKEN

LES:	DATUM:	
Chef	Schrijver	Materiaalchef

Hebben we thuis alles gedaan wat was afgesproken?
Zo nee, wie niet, wat niet en waarom niet?

ja/nee

Wat gaan we deze les doen?

Tijdsduur

Wat gaan we deze les doen?	Tijdsduur

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?

Door wie?

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?	Door wie?

Wat gaan we de volgende les doen?

Hoe verliep de samenwerking?

Proef 1: Zeep maken

Volumes, gewicht gebruikte stoffen etc.

--

Waarnemingen:

--

Les 2 (7 mei)

LOGBOEK VOOR EFFECTIEF SAMENWERKEN

LES:	DATUM:	
Chef	Schrijver	Materiaalchef

Hebben we thuis alles gedaan wat was afgesproken?
Zo nee, wie niet, wat niet en waarom niet?

ja/nee

Wat gaan we deze les doen?

Tijdsduur

Wat gaan we deze les doen?	Tijdsduur

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?

Door wie?

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?	Door wie?

Wat gaan we de volgende les doen?

Hoe verliep de samenwerking?

Proef 2: Drijven

- 1) Zoek de dichtheden van water, ethanol, wasbenzine (terpentijn staat wel in BINAS) en messing op.

Stof	Dichtheid (kg.m ⁻³)
Water	
Ethanol	
Terpentine	
Messing	

- 2) Doe een voorspelling aan de hand van deze gegevens of een punaise op deze vloeistoffen zal blijven drijven.

- 3) Schrijf je waarnemingen op. Verklaar je waarnemingen

- 4) Kloppen je waarnemingen met je voorspelling?

- 5) Beschrijf je waarnemingen met de zwarte peper.

- 6) Kun je een verklaring bedenken voor wat je gezien hebt?

Proef 3: Oppervlaktespanning bepalen

- 1) Zet je waarnemingen in een tabel.

Stof	Aantal mL voor 50 druppels		
	1 ^e keer	2 ^e keer	gemiddeld
Gedestilleerd water			
Spiritus			
Gedestilleerd water met zeep			
Wasbenzine			

- 2) Welke conclusies kun je trekken?

- 3) Welke conclusies kun je trekken ten aanzien van de zeepoplossing?

- 4) Geef een verklaring op moleculair niveau van de verschillen in oppervlaktespanning; gebruik bij je uitleg ook de structuurformules van de stoffen die je onderzocht hebt.

Les 1 (13 mei)

LOGBOEK VOOR EFFECTIEF SAMENWERKEN

LES:	DATUM:	
Chef	Schrijver	Materiaalchef

Hebben we thuis alles gedaan wat was afgesproken?
Zo nee, wie niet, wat niet en waarom niet?

ja/nee

Wat gaan we deze les doen?

Tijdsduur

Wat gaan we deze les doen?	Tijdsduur

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?

Door wie?

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?	Door wie?

Wat gaan we de volgende les doen?

Hoe verliep de samenwerking?

Proef 4: Mengbaarheid van vloeistoffen en het effect van zeep

- 1) Noteer in de tabellen of de stoffen goed (+), niet (-) of matig (m) mengen.
Of maak een tekening

Zonder zeep

	Water	Ethanol (spiritus)	Wasbenzine	Olie
Water	X	1	2	3
Ethanol (spiritus)	X	X	4	5
Wasbenzine	X	X	X	6
Olie	X	X	X	X

Met zeep

	Water	Ethanol (spiritus)	Wasbenzine	Olie
Water	X	1	2	3
Ethanol (spiritus)	X	X	4	5
Wasbenzine	X	X	X	6
Olie	X	X	X	X

- 2) Verklaar je waarnemingen

- 3) Wat is ook al weer het verschil tussen een emulsie en een suspensie (3^e klas leerstof)?

4) In welke twee categorieën kun je emulsies indelen?

**Proef 5: Wat gebeurt er met een vloeistofstraal onder invloed van elektrische krachten?
(demo)**

1) Verklaar het verschil tussen je waarnemingen bij water en benzine.

2) Is er veel verschil tussen water en alcohol? Verklaar wat je waargenomen hebt.

Les 2 (14 mei)

LOGBOEK VOOR EFFECTIEF SAMENWERKEN

LES:	DATUM:	
Chef	Schrijver	Materiaalchef

Hebben we thuis alles gedaan wat was afgesproken?
Zo nee, wie niet, wat niet en waarom niet?

ja/nee

Wat gaan we deze les doen?

Tijdsduur

Wat gaan we deze les doen?	Tijdsduur

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?

Door wie?

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?	Door wie?

Wat gaan we de volgende les doen?

Hoe verliep de samenwerking?

Proef 6: Oplossen van vaste stoffen in vloeistof

1) Zet je waarnemingen in de tabel.

+ is goed oplosbaar; - is slecht/niet oplosbaar

	Jood	Poedersuiker	Zwavel	Koperpoeder
Water				
Ethanol/spiritus				
Wasbenzine				
Olie				

2) Bekijk deze resultaten in samenhang met het experiment 'Mengen van vloeistoffen'. Is er een vuistregel die de resultaten kan verklaren?

3) Zoek in je leerboek op of dit verklaard kan worden aan de hand van de molecuulbouw en/of de aard van de atombindingen in de diverse moleculen.

Proef 7: Verdampingstijden van vloeistoffen

- 1) Verwerk de gemiddelde verdampingstijden en de verdampingswarmten in de onderstaande tabel.

	1 ^e meting	2 ^e meting	Verdampingstijd gemiddeld	Verdampingswarmte (J.kg ⁻¹)
Water				
Ethanol (spiritus)				
Wasbenzine/ Petroleum?				
(Lamp) olie Paraffine olie				

- 2) Is er een verband tussen verdampingstijd en verdampingswarmte? Is dat logisch?

- 3) Wat zou je met deze gegevens verder kunnen? / heb je een verklaring voor onverwachte uitkomsten?

Les 1 (20 mei)

LOGBOEK VOOR EFFECTIEF SAMENWERKEN

LES:	DATUM:	
Chef	Schrijver	Materiaalchef

Hebben we thuis alles gedaan wat was afgesproken?
Zo nee, wie niet, wat niet en waarom niet?

ja/nee

Wat gaan we deze les doen?

Tijdsduur

Wat gaan we deze les doen?	Tijdsduur

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?

Door wie?

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?	Door wie?

Wat gaan we de volgende les doen?

Hoe verliep de samenwerking?

Proef 8: Testen van zeep

- 1) Zoek via internet uit wat de hardheid is van kraanwater in jouw woonplaats (of de plaats waar je school in staat)

- 2) Wat betekent Duitse Hardheid?

- 3) Welke relatie is er tussen Ca^{2+} -ionen en Duitse Hardheid?

- 4) Vul de tabel verder in

Buis nr	3 cm vloeistof van	Aantal druppels zeepoplossing nodig voor 3 cm schuimvorming
1	demiwater	
2	200 mg Ca^{2+} /liter	
3	100 mg Ca^{2+} /liter	
4	50 mg Ca^{2+} /liter	
5	kraanwater	

- 5) Teken de gevraagde ijklijn (Tip: je docent / TOA heeft grafiekpapier).

6) Maak zelf een overzichtelijke tabel in je logboek van wat je gaat uitvoeren.

--

7) Wat zijn je bevindingen ?

--

Les 2 (21 mei)

LOGBOEK VOOR EFFECTIEF SAMENWERKEN

LES:	DATUM:	
Chef	Schrijver	Materiaalchef

Hebben we thuis alles gedaan wat was afgesproken?
Zo nee, wie niet, wat niet en waarom niet?

ja/nee

Wat gaan we deze les doen?

Tijdsduur

Wat gaan we deze les doen?	Tijdsduur

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?

Door wie?

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?	Door wie?

Wat gaan we de volgende les doen?

Hoe verliep de samenwerking?

Les 1 (27 mei)

LOGBOEK VOOR EFFECTIEF SAMENWERKEN

LES:	DATUM:	
Chef	Schrijver	Materiaalchef

Hebben we thuis alles gedaan wat was afgesproken?
Zo nee, wie niet, wat niet en waarom niet?

ja/nee

Wat gaan we deze les doen?

Tijdsduur

Wat gaan we deze les doen?	Tijdsduur

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?

Door wie?

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?	Door wie?

Wat gaan we de volgende les doen?

Hoe verliep de samenwerking?

Les 2 (28 mei)

LOGBOEK VOOR EFFECTIEF SAMENWERKEN

LES:	DATUM:	
Chef	Schrijver	Materiaalchef

Hebben we thuis alles gedaan wat was afgesproken?
Zo nee, wie niet, wat niet en waarom niet?

ja/nee

Wat gaan we deze les doen?

Tijdsduur

Wat gaan we deze les doen?	Tijdsduur

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?

Door wie?

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?	Door wie?

Wat gaan we de volgende les doen?

Hoe verliep de samenwerking?

Les 1 (3 juni)

LOGBOEK VOOR EFFECTIEF SAMENWERKEN

LES:	DATUM:	
Chef	Schrijver	Materiaalchef

Hebben we thuis alles gedaan wat was afgesproken?
Zo nee, wie niet, wat niet en waarom niet?

ja/nee

Wat gaan we deze les doen?

Tijdsduur

Wat gaan we deze les doen?	Tijdsduur

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?

Door wie?

Thuiswerk: Wat moet voor de volgende les worden gedaan?	Door wie?

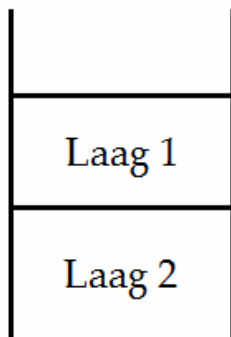
Wat gaan we de volgende les doen?

Hoe verliep de samenwerking?

Appendix IV Pre-toets bij module 'olieslachtoffers'

Vraag 1

Hieronder zie je een bekeerglas met een waterlaag en een olielaag.



- a (1 pt) Wat zie je op de afbeelding?
- b (1 pt) Welke is de olielaag?
- c (1 pt) Waarom heb je bij b voor die laag gekozen?
- d (2 pt) Wat is er zo specifiek aan de stoffen water en olie dat ze niet mengen?

Vraag 2

- a (2 pt) Welke twee hoofdingrediënten zijn in mayonaise aanwezig?
- b (2 pt) Waarom is mayonaise egaal van samenstelling? Beschrijf dat zo goed mogelijk op scheikundig niveau

Vraag 3

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 (1 pt) Wat is hierbij de functie van water?
- b (1 pt) Wat is hierbij de functie van zeep
- c (2 pt) Hoe verklaar je het ontstaan van het schuim?
- d (2 pt) Vetten zijn slecht oplosbaar in water. Beschrijf met tekeningen, hoe zeep vetten kan verwijderen.

Vraag 4

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



- a (2 pt) Geef een verklaring voor het wonderlijke verschijnsel dat hier gefotografeerd is.

Vraag 5

(5 pt) Gegeven is: van de volgende vijf stoffen lossen er vier in water op en één niet. Ook zonder BINAS tabellen kun je nu zeggen welke dat zijn. Geef aan welke zeker oplossen en welke zeker niet. Leg uit voor iedere stof hoe je gedachtegang hierbij is geweest. (I) ammoniak; (II) ammoniumchloride; (III) hexaan; (IV) kaliumsulfaat; (V) lood(II)nitraat.

Vraag 6

Het gas ammoniak, NH_3 , condenseert bij -33°C . Deze vloeistof werd (onder druk gebracht) vroeger veel in koelkasten als koelmiddel gebruikt, omdat voor de verdamping veel warmte nodig is die dan aan de koelkastinhoud onttrokken wordt.

- a (3 pt) Teken een modelvoorstelling van vloeibaar ammoniak met tenminste vier moleculen; laat in de tekening duidelijk uitkomen welke bindingstypen er tussen de moleculen aanwezig zijn.
- b (3 pt) Wat kun je zeggen als je de bindingstypen tussen ammoniakmoleculen vergelijkt met de bindingstypen tussen watermoleculen? (Motiveer je antwoord kort)
- c (3 pt) Leg uit dat voor de verdamping van vloeibare ammoniak veel meer warmte nodig is dan voor de verdamping van een even grote massa methaan.

Appendix V Eind-toets bij module 'olieslachtoffers'

Vraag 1

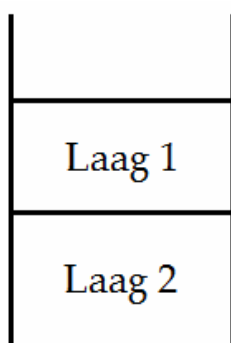
Gegeven zijn de volgende stoffen:

- 1 CO_2
- 2 $\text{C}_{17}\text{H}_{35}\text{COOH}$
- 3 SiCl_4
- 4 $\text{C}_{10}\text{H}_{21}\text{OH}$
- 5 NH_3
- 6 $\text{C}_2\text{H}_5\text{NH}_2$

- a (6 pt) Leg uit of de stoffen polair of apolair of beide zijn. Ondersteun je antwoord met behulp van de structuurformule van de stof, waarbij dit (a)polair zijn aangeeft ($\delta+$ en $\delta-$).
- b (6 pt) Leg uit welke bindingstypen aanwezig zijn tussen de moleculen van de 6 stoffen.

Vraag 2

Hieronder zie je een bekersglas met een waterlaag en een olielaag.



- a (1 pt) Wat zie je op de afbeelding?
- b (1 pt) Welke is de olielaag?
- c (1 pt) Waarom heb je bij b voor die laag gekozen?
- d (2 pt) Wat is er zo specifiek aan de stoffen water en olie dat ze niet mengen?

Vraag 3

- a (2 pt) Welke twee hoofdingrediënten zijn in mayonaise aanwezig?
- b (2 pt) Waarom is mayonaise egaal van samenstelling? Beschrijf dat zo goed mogelijk op scheikundig niveau

Vraag 4

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 (1 pt) Wat is hierbij de functie van water?
- b (1 pt) Wat is hierbij de functie van zeep
- c (2 pt) Hoe verklaar je het ontstaan van het schuim?

d (2 pt) Vetten zijn slecht oplosbaar in water. Beschrijf met tekeningen, hoe zeep vetten kan verwijderen.

Vraag 5

Gegeven zijn de volgende stoffen: butaan, 1-propathiol (C_3H_7SH), 1-butanol en 1-propanol.

a (2pt) Rangschik de stoffen naar oplopend kookpunt.

Vraag 6

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



a (2 pt) Geef een verklaring voor het wonderlijke verschijnsel dat hier gefotografeerd is.

Vraag 7

(5 pt) Gegeven is: van de volgende vijf stoffen lossen er vier in water op en één niet. Ook zonder BINAS tabellen kun je nu zeggen welke dat zijn. Geef aan welke zeker oplossen en welke zeker niet. Leg uit voor iedere stof hoe je gedachtegang hierbij is geweest. (I) ammoniak; (II) ammoniumchloride; (III) hexaan; (IV) kaliumsulfaat; (V) lood(II)nitraat.

Vraag 8

Het gas ammoniak, NH_3 , condenseert bij $-33^\circ C$. Deze vloeistof werd (onder druk gebracht) vroeger veel in koelkasten als koelmiddel gebruikt, omdat voor de verdamping veel warmte nodig is die dan aan de koelkastinhoud onttrokken wordt.

- a (3 pt) Teken een modelvoorstelling van vloeibaar ammoniak met tenminste vier moleculen; laat in de tekening duidelijk uitkomen welke bindingstypen er tussen de moleculen aanwezig zijn.
- b (3 pt) Wat kun je zeggen als je de bindingstypen tussen ammoniakmoleculen vergelijkt met de bindingstypen tussen watermoleculen? (Motiveer je antwoord kort)
- c (3 pt) Leg uit dat voor de verdamping van vloeibare ammoniak veel meer warmte nodig is dan voor de verdamping van een even grote massa methaan.

Appendix VI Indeling vragen pre-toets en eind-toets naar abstractieniveaus

Een niveausprong kan worden herkend als:

- Niveau 0: leerlingen in hun antwoord beschrijven wat ze waarnemen (zien en opschrijven).
- Niveau 1: Zodra de leerlingen vaststellen wat er (is) gebeurd (wat verandert er?).
- Niveau 2: Als leerlingen begrijpen wat er (is) gebeurd, door te argumenteren via verbanden tussen eigenschappen van stoffen (ordenen van gegevens).
- Niveau 3: Zodra leerlingen vanuit de gevonden verklaringen algemene wetten gaan formuleren en daardoor buiten de context kunnen treden (koppelen aan theorievorming, naar generaliserend niveau tillen).

Vraag 1a\b\c: Wat zie je op de afbeelding; welke is de olielaag; waarom heb je voor die laag gekozen?

- Niveau 0/1: Een bekersglas met daarin twee lagen, die van elkaar gescheiden zijn.
- Niveau 2: De dichtheid van olie is lager dan die van water, dus zit de olie in de bovenste laag. De olie zit in de bovenste laag, het water zit in de onderste laag.
- Niveau 3: Als stoffen niet met elkaar mengen, dan zal de stof met de lagere dichtheid boven de stof met een hogere dichtheid gaan zitten.

Vraag 1d: Wat is er zo specifiek aan de stoffen water en olie dat ze niet mengen?

- Niveau 0: Er zijn twee lagen, die van elkaar gescheiden zijn.
- Niveau 1: Olie heeft andere eigenschappen dan water, daarom mengen ze niet.
- Niveau 2: Olie is apolair/hydrofoob en water is polair/hydrofiel, daarom mengen water en olie niet. De olie mengt niet, omdat er geen waterstofbruggen worden gevormd.
- Niveau 3: Polaire/hydrofiel en apolaire/hydrofobe stoffen mengen slecht, doordat er geen waterstofbruggen gevormd kunnen worden.

Vraag 2a: Welke twee hoofdingrediënten zijn in mayonaise aanwezig?

- Niveau 0: Twee witte stoffen.
- Niveau 1: Mayonaise bestaat voornamelijk olie en water.
- Niveau 2: Mayonaise is een emulsie, want het bevat een polaire (water) en een apolaire stof (vet).
- Niveau 3: Polaire stoffen willen mengen met apolaire stoffen, mits een emulgator toegevoegd is.

Vraag 2b: Waarom is mayonaise egaal van samenstelling? Beschrijf dit zo goed mogelijk op scheikundig niveau.

- Niveau 0: Er zijn geen lagen te onderscheiden in mayonaise.
- Niveau 1: Mayonaise lijkt een homogeen mengsel te zijn. Mayonaise is een emulsie.
- Niveau 2: In mayonaise zit een emulgator. Dit is een stof die apolair en polair is en kan zodoende het water en het vet gemengd houden.
- Niveau 3: Een emulgator is in staat om apolaire/hydrofobe en polaire/hydrofiel stoffen met elkaar gemengd te houden.

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.

- Niveau 0/1: De schaatsenrijder staat op het wateroppervlak en kan over water lopen.
- Niveau 2: Doordat de schaatsenrijder licht is en dus een kleine zwaartekracht heeft, heft hij de oppervlaktespanning van het water niet op. Hij zal daardoor dus niet zinken.
- Niveau 3: Zolang de zwaartekracht van een voorwerp de oppervlaktespanning niet verbreekt, zal het op water kunnen drijven. Hoe groter het oppervlak van het voorwerp hoe makkelijker dat voorwerp blijft drijven.

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.

Vraag 4a: Wat is hierbij de functie van water?

- Niveau 0/1: Zorgen dat schuim ontstaat. Het verwijderen/wegspoelen van vuil.
- Niveau 2: Water is een oplosmiddel voor zeep. Zeep kan oplossen omdat het molecuul een polaire en apolaire kant heeft, water is polair.
- Niveau 3: Water is een polaire stof en is een oplosmiddel voor andere polaire stoffen.

Vraag 4b: Wat is hierbij de functie van zeep?

- Niveau 0/1: Het maken van schuim. Het zeep maakt de handen schoon.
- Niveau 2: Doordat zeep een polaire en apolaire kant heeft kan het oplossen in water. Als zeep opgelost is in water kan zeep vuil (vetten) verwijderen. Als een zeepoplossing geschud wordt, kunnen bellen/schuim ontstaan. Dit komt doordat het zeep de oppervlaktespanning van het water verlaagd, waardoor lucht kan worden ingevangen en dus schuim gemakkelijker kan ontstaan.
- Niveau 3: Zeep kan de oppervlaktespanning van vloeistoffen verlagen. Zeep heeft een polaire en apolaire kant, daardoor kan het interacties hebben met apolaire en polaire stoffen.

Vraag 4c: Hoe verklaar je het ontstaan van schuim?

- Niveau 0/1: Door een zeepoplossing te schudden. Door je handen over elkaar te wrijven.
- Niveau 2: Schuim kan ontstaan als zeep eerst oplost in water, vervolgens de oppervlaktespanning van het water verlaagt, waardoor lucht gemakkelijker ingevangen kan worden. Schuim kan ontstaan als lucht omhuld wordt door water.
- Niveau 3: Schuim kan ontstaan als een gas wordt omhuld door een vloeistof of een vaste stof.

Vraag 4d: Vetten zijn slecht oplosbaar in water. Beschrijf met tekeningen, hoe zeep vetten kan verwijderen.

- Niveau 0: Er zijn geen lagen meer te onderscheiden.
- Niveau 1: Het vet is opgelost in water door het zeep dat in het aanwezig is.
- Niveau 2: De polaire kop van zeep gaat de interactie aan met water, de apolaire staart van zeep gaat de interactie aan met vet. Hierdoor kan zeep vetten in water laten oplossen en zo het vet verwijderen.

- Niveau 3: Zeep kan apolaire stoffen oplossen in polaire stoffen en andersom.

Gegeven is: van de volgende vijf stoffen lossen er vier in water op en één niet. Ook zonder BINAS tabellen kun je nu zeggen welke dat zijn. Geef aan welke zeker oplossen en welke zeker niet. Leg uit voor iedere stof hoe je gedachtegang hierbij is geweest. (I) ammoniak; (II) ammoniumchloride; (III) hexaan; (IV) kaliumsulfaat; (V) lood(II)nitraat.

Vraag 5:

- Niveau 0/1: Hexaan lost niet op in water. Ammoniak lost wel op in water. Ammoniumchloride, kaliumsulfaat en lood(II)nitraat lossen op in water.
- Niveau 2: Hexaan is een koolwaterstof en een apolaire stof. Water is polair. Hexaan lost dus niet op in water. Hexaan is 'olieachtig', daarom lost het niet op in water. Ammoniak is polair en lost dus op in water. Ammoniumchloride, kaliumsulfaat en lood(II)nitraat zijn allen zouten en lossen op in water.
- Niveau 3: Hexaan is een apolaire stof en zal dus niet in polaire oplosmiddelen/stoffen willen oplossen.

Het gas ammoniak, NH_3 , condenseert bij -33°C . Deze vloeistof werd (onder druk gebracht) vroeger veel in koelkasten als koelmiddel gebruikt, omdat voor de verdamping veel warmte nodig is die dan aan de koelkastinhoud onttrokken wordt.

Vraag 6a: Teken een modelvoorstelling van vloeibaar ammoniak met tenminste vier moleculen; laat in de tekening duidelijk uitkomen welke bindingstypen er tussen de moleculen aanwezig zijn.

- Niveau 0/ 1: Ammoniak bevat polaire atoombindingen.
- Niveau 2: Ammoniak bevat polaire atoombindingen, is een polaire stof en in staat om **waterstofbruggen** te vormen.
- Niveau 3: Ammoniak is een polaire stof, daardoor kunnen ammoniakmoleculen in vloeibare fase onderling en met andere polaire stoffen waterstofbruggen vormen.

Vraag 6b: Wat kun je zeggen als je de bindingstypen tussen ammoniakmoleculen vergelijkt met de bindingstypen tussen watermoleculen? (Motiveer je antwoord kort)

- Niveau 0/1: De bindingen tussen ammoniak- en watermoleculen zijn vergelijkbaar.
- Niveau 2: Ammoniak en water zijn beiden polaire stoffen en zijn beiden in staat om waterstofbruggen te vormen.
- Niveau 3: Polaire stoffen zijn in staat om waterstofbruggen te vormen.

Vraag 6c: Leg uit dat voor de verdamping van vloeibare ammoniak veel meer warmte nodig is dan voor de verdamping van een even grote massa methaan.

- Niveau 0/1: Methaan verdampt sneller dan ammoniak.
- Niveau 2: Ammoniak is polair en methaan is apolair. Ammoniak kan waterstofbruggen vormen en methaan niet. Waterstofbruggen moeten eerst verbroken worden. Daardoor verdampt methaan sneller dan ammoniak.
- Niveau 3: Sommige polaire stoffen kunnen waterstofbruggen vormen. Deze krachten moeten eerst overwonnen worden voordat deze stoffen verdampen. Polaire stoffen verdampen daardoor dus minder snel dan apolaire stoffen met een vergelijkbare moleculaire massa.

Appendix VI | Indeling vragen logboek naar abstractieniveaus

Een niveausprong kan worden herkend als:

- Niveau 0: leerlingen in hun antwoord beschrijven wat ze waarnemen (zien en opschrijven).
- Niveau 1: Zodra de leerlingen vaststellen wat er (is) gebeurd (wat verandert er?).
- Niveau 2: Als leerlingen begrijpen wat er (is) gebeurd, door te argumenteren via verbanden tussen eigenschappen van stoffen (ordenen van gegevens).
- Niveau 3: Zodra leerlingen vanuit de gevonden verklaringen algemene wetten gaan formuleren en daardoor buiten de context kunnen treden (koppelen aan theorievorming, naar generaliserend niveau tillen).

Proef 1 Zeep maken

Vraag 1: Schrijf je waarnemingen op.

Er wordt specifiek naar waarnemingen gevraagd, dus niveau 0.

Proef 2 Drijven

Op welke vloeistoffen blijft een punaise drijven? In deze proef vergelijk je enkele vloeistoffen met elkaar: water, ethanol (spiritus), terpentijn (terpentine) en olie. Wat gebeurt er als je aan water een zeepoplossing toevoegt? We gebruiken hiervoor punaises. Punaises zijn gemaakt van messing, een legering.

Vraag 1: Zoek de dichtheden van water, ethanol, wasbenzine en messing op.

Dit is een kwestie van opzoeken. Hier valt geen onderscheid te maken in VanHiele niveaus.

Vraag 2: Doe een voorspelling aan de hand van deze gegevens of de punaise op deze vloeistoffen zal blijven drijven.

- Niveau 0/1: De punaise zal bij alle vloeistoffen zinken. De punaise zal op water blijven drijven.
- Niveau 2: De punaise zal bij alle vloeistoffen zinken, omdat de dichtheid van messing hoger is dan de dichtheid van elk van de vloeistoffen. De punaise zal op water blijven drijven, vanwege de 'hoge' oppervlaktespanning van water.
- Niveau 3: Als je een vaste stof en een vloeistof bij elkaar brengt die niet mengen, zal de stof met de hoogste dichtheid naar de bodem zinken. Voorwerpen met een hogere dichtheid kunnen blijven drijven op een vloeistof met een lagere dichtheid, zolang het voorwerp niet een bepaalde kritieke massa overschrijdt waarmee de oppervlaktespanning teniet wordt gedaan.

Vraag 3/4: Schrijf je waarnemingen op. Verklaar je waarnemingen. Kloppen je waarnemingen met je voorspelling?

- Niveau 0: De punaise zinkt wel of niet bij de vloeistoffen.

- Niveau 1: De oppervlaktespanning van water is hoger dan die van de andere vloeistoffen.
- Niveau 2: Water heeft een hogere oppervlaktespanning dan de andere vloeistoffen, waardoor de punaise vanwege de kleine massa kan blijven drijven.
- Niveau 3: Voorwerpen met een hogere dichtheid kunnen blijven drijven op een vloeistof met een lagere dichtheid, zolang het voorwerp niet een bepaalde kritieke massa overschrijdt waarmee de oppervlaktespanning teniet wordt gedaan.

Maak het glas schoon en vul opnieuw met een laagje water. Strooi zwarte peper op het water. Laat midden in de pepervlek voorzichtig een druppel zeepoplossing vallen. Noteer je waarnemingen.

Vraag 5/6: Beschrijf je waarnemingen met de zwarte peper. Kun je dit verklaren?

- Niveau 0: De peper drijft weg van de toegevoegde zeep.
- Niveau 1: peper en zeep stoten elkaar af.
- Niveau 2: **peper** verspreidt zich als gevolg van het verbreken van de oppervlaktespanning van het water door de toegevoegde zeep.
- Niveau 3: zeep kan de oppervlaktespanning van vloeistoffen verbreken.

Proef 3: Oppervlaktespanning bepalen

Met een eenvoudig proefje ga je de oppervlaktespanning van vier vloeistoffen indirect bepalen. Je krijgt geen absolute oppervlaktespanning maar een relatieve meting ten opzichte van water. Bepaal nu het volume van 50 druppels van de volgende vloeistoffen: water, zeepoplossing (0,5%), spiritus en wasbenzine.

Vraag 1: Zet je waarnemingen in een tabel.

Dit is automatisch niveau 0, er wordt alleen gevraagd om een waarneming.

Vraag 2: Welke conclusies kun je trekken?

- Niveau 0: water heeft de grootste druppels en spiritus de kleinste.
- Niveau 1: Het volume van de druppels van spiritus, wasbenzine en de zeepoplossing zijn kleiner dan die van water.
- Niveau 2: Het volume van de druppels van spiritus, wasbenzine en de zeepoplossing zijn kleiner dan die van water. Dit komt doordat zeep de oppervlaktespanning van water verkleint, en dit resulteert in een verminderd volume van de druppels in de zeepoplossing. Spiritus en wasbenzine hebben van zichzelf een lagere oppervlaktespanning dan water en dus kleinere druppels.
- Niveau 3: Zeep kan de oppervlaktespanning van vloeistoffen verkleinen. Water heeft een relatief hoge oppervlaktespanning in vergelijking met andere vloeistoffen.

Vraag 3: Welke conclusies kun je trekken ten aanzien van de zeepoplossing?

- Niveau 0: 50 druppels van de zeepoplossing hebben het volume van X mL.
- Niveau 1: Het volume van de druppels van de zeepoplossing is kleiner dan die van water.

- Niveau 2: Het volume van de druppels van de zeepoplossing is kleiner dan die van water. Dit komt doordat zeep de oppervlaktespanning van water verkleint, en dit resulteert in een verminderd volume van de druppels in de zeepoplossing.
- Niveau 3: Zeep kan de oppervlaktespanning van vloeistoffen verkleinen.

Vraag 4: Geef een verklaring op moleculair niveau van de verschillen in oppervlaktespanning; gebruik bij je uitleg de structuurformules van de stoffen die je onderzocht hebt.

- Niveau 0/1: water heeft andere eigenschappen dan spiritus, wasbenzine en een zeepoplossing.
- Niveau 2: Vanderwaalsbindingen tussen water, zeep en spiritus moleculen in de vloeistoffase veroorzaken de oppervlaktespanning. Watermoleculen zijn klein en kunnen dicht bij elkaar komen, doordat er weinig sterische hindering is, de VanderWaalskrachten zijn hierdoor groter.
- Niveau 3: Vanderwaalsbindingen tussen moleculen in de vloeistoffase veroorzaken de oppervlaktespanning. Deze oppervlaktespanning wordt beïnvloed door de ruimtelijke ordening en grootte van de moleculen in de vloeistoffase.

Proef 4: Mengbaarheid van vloeistoffen en het effect van zeep.

Welke van de volgende vier vloeistoffen: water, ethanol, wasbenzine en olie mengen met elkaar?

Vraag 1: Noteer je of de stoffen goed, matig of slecht mengen in een tabel.

Hier wordt gevraagd om waarnemingen, dus niveau 0.

Vraag 2: Verklaar je waarnemingen.

- Niveau 0: Er zijn twee lagen met een scheidingsvlak of er is een oplossing ontstaan. Na toevoeging van zeep gebeurt er niets.
- Niveau 1: Stoffen mengen goed, matig of slecht met elkaar. Zeep heeft geen invloed op het mengen van de stoffen.
- Niveau 2: water mengt met ethanol, omdat water en ethanol beiden polaire stoffen zijn. Wasbenzine en olie mengen met elkaar, omdat beiden apolaire stoffen zijn. Het zeepmolecuul heeft een polaire en een apolaire kant en kan in water, olie, spiritus en wasbenzine oplossen. Er is niet genoeg zeep toegevoegd om in deze proef een verschil te maken.
- Niveau 3: Polaire stoffen willen slecht mengen met apolaire stoffen en andersom. Polaire stoffen mengen goed met elkaar en apolaire stoffen mengen goed met elkaar.

Vraag 3/4: wat is het verschil tussen een emulsie en een suspensie? In welke twee categorieën kun je emulsies indelen?

- Niveau 0: Een emulsie en een suspensie zijn beiden dof, niet doorzichtige oplossingen.
- Niveau 1/2: Een emulsie is een mengsel dat bestaat uit twee niet mengbare vloeistoffen. Een

- Suspensie is een mengsel van twee stoffen waarvan de ene stof in zeer kleine deeltjes is gemengd met de andere stof.

Proef 5: Wat gebeurt er met een vloeistofstraal (water, benzine en ethanol) onder invloed van elektrische krachten?

Vraag 1: Verklaar het verschil tussen je waarnemingen bij water en benzine.

- Niveau 0: Bij water buigt de straal af. Bij benzine buigt de straal niet af.
- Niveau 1: Water kan door elektrische krachten beïnvloed worden, benzine niet.
- Niveau 2: Watermoleculen zijn dipolen, over het molecuul gezien is er een verschil in lading, hierdoor kan water door elektrische krachten beïnvloed worden. Benzine is geen dipool, over het molecuul gezien is er geen verschil in lading, hierdoor kan benzine niet door elektrische krachten beïnvloed worden.
- Niveau 3: Polaire moleculen kunnen beïnvloed worden door elektrische krachten, apolaire moleculen niet.

Vraag 2: Is er veel verschil tussen water en alcohol? Verklaar wat je waargenomen hebt.

- Niveau 0: Bij water buigt de straal af. Bij alcohol buigt de straal minder af.
- Niveau 1: Water kan door elektrische krachten beïnvloed worden, alcohol in mindere mate.
- Niveau 2: Watermoleculen zijn dipolen, over het molecuul gezien is er een verschil in lading, hierdoor kan water door elektrische krachten beïnvloed worden. Alcohol is ook een dipool, echter zit ook een ongeladen koolstofketen in het molecuul, hierdoor is het molecuul minder polair. Alcohol wordt in mindere mate door elektrische krachten beïnvloed dan water.
- Niveau 3: Polaire moleculen kunnen beïnvloed worden door elektrische krachten, de mate waarop deze krachten beïnvloeden is afhankelijk van de relatieve grootte van de polaire groep t.o.v. het apolaire deel van het molecuul.

Proef 6: Oplossen van vaste stoffen in een vloeistof.

Vraag 1: Noteer je of de stoffen goed, matig of slecht mengen in een tabel.

Hier wordt gevraagd om waarnemingen, dus niveau 0.

Vraag 2: Bekijk deze resultaten in samen met de resultaten bij proef 4. Is er een vuistregel die de resultaten kan verklaren?

Hier wordt gericht gevraagd naar een vuistregel die de resultaten kan verklaren, dat is niveau 3. Polaire stoffen mengen goed met andere polaire stoffen, apolaire stoffen mengen goed met andere apolaire stoffen. Polaire en apolaire stoffen mengen slecht met elkaar.

Vraag 3: Zoek in je leerboek op of dit verklaard kan worden aan de hand van de molecuulbouw en/of de aard van de atoombindingen in de diverse moleculen.

- Niveau 0/1: Alle stoffen zijn structureel anders opgebouwd.
- Niveau 2: Bij water, suiker en ethanol zijn duidelijke + en – kanten aan te wijzen, daardoor zijn deze stoffen polair. Bij olie, wasbenzine, zwavel en jood zijn geen + en –

kanten aan te wijzen, daardoor zijn deze stoffen apolair. Zwavel en jood zullen niet met water en ethanol willen oplossen, suiker zal niet in wasbenzine of olie willen oplossen.

- Niveau 3: bij polaire stoffen is een duidelijke + en – kant aan te wijzen, bij apolaire stoffen niet. Bij polaire stoffen trekken + en – ladingen elkaar aan en vormen waterstofbruggen. Hierdoor kunnen polaire stoffen goed mengen met elkaar, maar niet met apolaire stoffen.

Proef 7: Verdampingstijden van vloeistoffen

Vraag 1: Verwerk de gemiddelde verdampingstijden en de verdampingswarmten van ethanol, wasbenzine en water in een tabel.

Dit is een waarnemingsvraag, dus niveau 0.

Vraag 2: Is er een verband tussen verdampingstijd en verdampingswarmte? Is dat logisch?

- Niveau 0/1: Verdampingstijd en verdampingswarmte hebben verband met elkaar.
- Niveau 2: Zie bij niveau 3, maar dan zou het specifiek voor de stoffen gelden die in deze proef zijn gebruikt.
- Niveau 3: De verdampingswarmte is de hoeveelheid warmte die nodig is om een bepaalde hoeveelheid stof van een vaste/vloeibare fase in een gas om te zetten. De verdampingstijd is de tijd die nodig is om een hoeveelheid stof van een vaste/vloeibare fase in een gas om te zetten. Als er meer warmte nodig is om een stof naar de gas fase te krijgen, dan duurt het proces ook langer. De verdampingstijd en verdampingswarmte hebben direct verband met elkaar.

Proef 8: Het testen van zeep

Vraag 1: Zoek via internet uit wat de hardheid is van het kraanwater in jouw woonplaats.

Dit is een zoekvraag, niet in te delen in niveaus.

Vraag 2: Wat betekent Duitse Hardheid

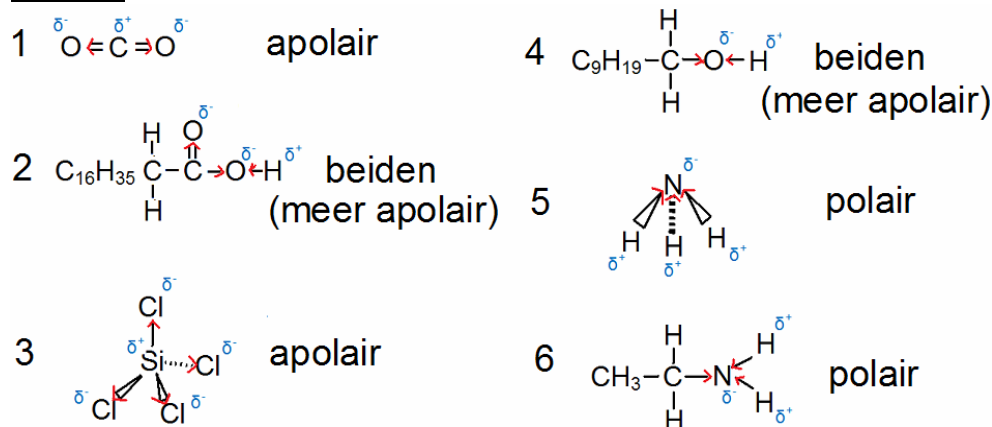
- Niveau 0/1: Maat voor de hardheid van water
- Niveau 2: De Duitse hardheid is een maat voor de gezamenlijke concentratie van Ca^{2+} en Mg^{2+} ionen dat in water aanwezig is.
- Niveau 3: De Duitse hardheid is een maat voor de gezamenlijke concentratie van Ca^{2+} en Mg^{2+} ionen dat in water aanwezig is. Hoe hoger de concentratie hoe hoger de Duitse hardheid. $1\text{ }^\circ\text{D} = 0,178\text{ mmol/l}$

Vraag 3: Welke relatie is er tussen Ca^{2+} ionen en Duitse Hardheid?

- Niveau 0/1: Maat voor de hardheid van water
- Niveau 2: De Duitse hardheid is een maat voor de gezamenlijke concentratie van Ca^{2+} en Mg^{2+} ionen dat in water aanwezig is.
- Niveau 3: Hoe hoger de concentratie hoe hoger de Duitse hardheid. $1\text{ }^\circ\text{D} = 0,178\text{ mmol/l}$

Appendix VIII Antwoordenmodel pre-toets en eind-toets

Vraag 1a



1: In het molecuul zitten polaire atoombinding, maar doordat er in dit molecuul niet duidelijk een plus en min kant aan te wijzen zijn door de ruimtelijke structuur, is deze apolair.

2: In dit molecuul zit een zuurgroep, in deze zuurgroep zit een C=O en een –OH groep, deze groep kun je dus als een polaire groep beschouwen. Naast deze groep bevat dit molecuul ook een lang koolstofketen (16 C-atomen lang), dit gedeelte is apolair. Dit betekent dat het molecuul een polaire en een apolaire kant heeft. In dit geval overheerst de apolaire kant, omdat de koolstofketen vrij lang is. Het molecuul is dus overwegend apolair.

3: De elektronegativiteit van een chloormolecuul is veel groter dan die van silicium (2,83 vs. 1,74), maar door de ruimtelijkheid van het molecuul heffen de interacties elkaar op. Het molecuul is dus apolair.

4: Hiervoor geldt eigenlijk hetzelfde als bij 2. Het betreft hier alleen een polaire OH-groep. De koolstofketen is korter. Toch zal het molecuul apolair zijn. Het is bekend dat methanol tot butanol goed in water oplossen, pentanol lost al matig op in water, doordat de invloed van de apolaire C-keten steeds groter wordt!

5: Ammoniak bevat NH bindingen, deze zijn polair (net zoals FH en OH bindingen). Ammoniak is dus een polair molecuul.

6: Dit molecuul bevat een aminogroep met NH bindingen. De koolstofketen is vrij kort, waardoor dit molecuul polair is.

Vraag 1b

Vanderwaalsbindingen zijn zwakke intermoleculaire krachten. Deze krachten worden sterker naar mate de grootte van het molecuul toeneemt. Deze kracht is dus aanwezig bij alle van de zes genoemde stoffen. Waterstofbruggen zijn alleen aanwezig bij de stoffen die NH-groepen, OH-groepen of FH-groepen in zich hebben.

- 1: VanderWaals bindingen
- 2: VanderWaals bindingen, waterstofbruggen
- 3: VanderWaals bindingen
- 4: VanderWaals bindingen, waterstofbruggen
- 5: VanderWaals bindingen, waterstofbruggen
- 6: VanderWaals bindingen, waterstofbruggen

Vraag 2a

Een laag olie boven een laag water in een bekeerglas.

Vraag 2b

De bovenste laag. Olie heeft een lagere dichtheid dan water (dichtheid <1 kg/liter), dus drijft de olie op het water.

Vraag 2c

Omdat olie een lagere dichtheid heeft dan water en dus op het water zal drijven.

Vraag 2d

Water is een polaire stof die waterstofbruggen kan vormen met andere watermoleculen. Olie is een apolaire stof en kan geen waterstofbruggen vormen en dus niet mengen met water.

Vraag 3a

Water en olie.

Vraag 3b

In mayonaise zit een emulgator (bindmiddel) om water en olie met elkaar te laten mengen. Een emulgator is een stof die helpt bij het mengen van twee stoffen die normaal gesproken niet of moeilijk gevormd. De emulgator bestaat uit een polair en een apolair deel, doordat de emulgator beide eigenschappen heeft kan interactie plaatsvinden met olie en met water.

Vraag 4a

Water is hier het oplosmiddel.

Vraag 4b

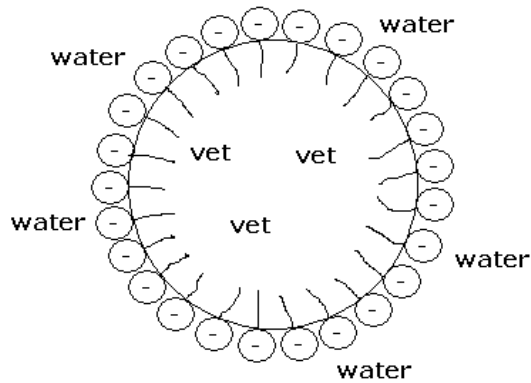
Zeep kan de oppervlaktespanning van een vloeistof, in dit geval het water verlagen. Hierdoor kan gemakkelijker schuim ontstaan.

Vraag 4c

Schuim kan ontstaan als een gas en een vloeistof gemengd worden. Hiervoor is energie nodig, bijvoorbeeld door tijdens het handen wassen, je handen over elkaar te wrijven. Zeepbellen krijg je doordat als je bijvoorbeeld een bak water met daarin zeep heftig schudt, de water/zeepbellen zich kunnen vullen met lucht.

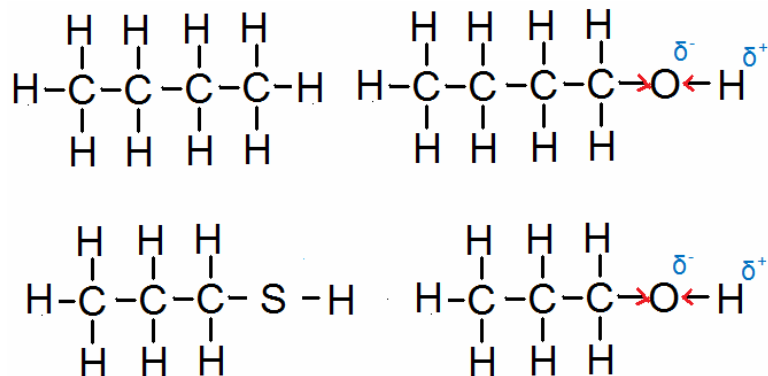
Vraag 4d

Een zeep is een zout. Deze ionen bestaan uit een apolair deel (koolstofketen die vrij lang is meer dan 10 aaneengeschakelde koolstofatomen) en een polair gedeelte (kop). Doordat deze ionen dus polaire EN apolaire eigenschappen hebben, kan het ervoor zorgen dat water en vetten een homogeen mengsel vormen. De apolaire staart zal in het vet gaan zitten en de polaire kop zal zich naar het water richten. Er worden micellen gevormd (zie tekening).



Vraag 5

Butaan < 1-propathiol < 1-butanol < 1-propanol. Je moet bij deze opgaven opletten dat een waterstofbrug een sterkere interactie/binding is dan een VanderWaalsbinding en dus sterker weegt als je naar het kookpunt van stoffen kijkt met ongeveer gelijke atomaire massa's. Doordat de koolstofketen van 1-butanol langer is dan die van 1-propanol, zal 1-butanol meer apolair zijn dan 1-propanol en dus een lager kookpunt hebben. Butaan en 1-propathiol (S heeft een elektronegativiteit van 2,44 t.o.v. 2,1 van die van waterstof) hebben geen definieerbare polaire groepen en hebben dus de laagste kookpunten. 1-propathiol is iets zwaarder dan de butaan en zal dus sterkere VanderWaals bindingen hebben en dus een hoger kookpunt.



Vraag 6

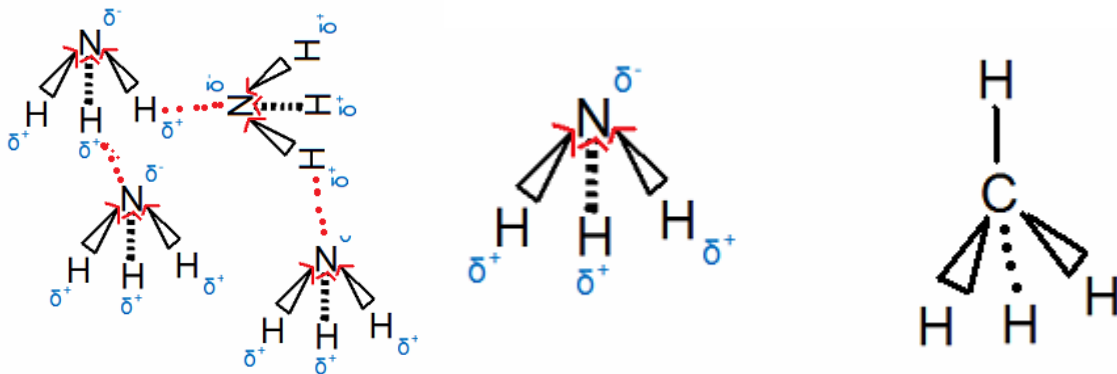
Doordat water een bepaalde oppervlaktespanning heeft kan een schaatsenrijder lopen over water. Dit komt dat het insect zo licht is dat hij niet in staat is de sterke interacties tussen de watermoleculen aan het wateroppervlak te verbreken (een druppeltje zeep doet wonderen ☺!).

Vraag 7

Je weet uit de eerste opgave dat ammoniak een polair molecuul heeft. Ammoniumchloride, kaliumsulfaat en lood(II)nitraat zijn allen zouten (dit zou je overigens in tabel 45A van BINAS kunnen opzoeken). Hexaan bestaat alleen uit C en H atomen, C-H bindingen kun je als apolair beschouwen en als gevolg hiervan is het hele molecuul apolair. Hexaan zal dus als enige stof niet oplossen in het polaire water.

Vraag 8a

Er zitten waterstofbruggen tussen de moleculen. Verder zijn er in een vloeistof VanderWaalsbindingen aanwezig.



Vraag 8b

Je zou kunnen zeggen dat het vergelijkbare bindingen zijn. Omdat in water O-H bindingen zitten en in ammoniak N-H bindingen zitten, waardoor beide stoffen in staat zijn om waterstofbruggen te vormen.

Vraag 8c

Ammoniak is een polaire stof. Methaan is een apolaire stof. Hierdoor zal het kookpunt van methaan veel lager liggen dan die van ammoniak. Dit betekent dat voor ammoniak meer warmte (energie) nodig is om dezelfde massa te verdampen. Eerst moeten alle waterstofbruggen tussen de ammoniakmoleculen verbroken worden. Bij methaan moeten slechts de zwakke VanderWaalsbindingen verbroken worden.

Appendix IX Overzicht data en analyse pre-toets en eind-toets

Pre-toets

Data-naam	vraag groepsnr 1a,b,c	Score leerling niveau																
		1d	2a	2b	3	4a	4b	4c	4d	5	6a	6b	6c	N0	N1	N2	N3	
Leerling 1	1	2	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0	1	0	3	8	1	0
Leerling 2	1	1	1	0	0	2	1	1	0	0	1	0	0	0	7	5	1	0
Leerling 3	1	2	1	0	2	1	0	0	0	2	0	0	0	0	8	2	3	0
Leerling 4	2	2	1	1	0	1	1	0	0	1	0	0	0	0	7	5	1	0
Leerling 5	2	2	1	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	0	7	5	1	0
Leerling 6	2	1	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	7	6	0	0
Leerling 7	3	1	0	0	0	1	1	1	2	1	0	0	0	0	7	5	1	0
Leerling 8	3	1	0	1	2	1	1	1	0	0	0	0	0	0	7	5	1	0
Leerling 9	3	1	0	1	2	2	1	1	0	0	2	0	0	0	6	4	3	0
Leerling 10	4	1	1	0	0	2	1	1	0	1	0	0	0	0	7	5	1	0
Leerling 11	4	1	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	9	3	1	0
Leerling 12	4	1	1	0	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	9	4	0	0
Leerling 13	5	1	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	7	6	0	0
Leerling 14	5	2	1	0	2	1	0	1	0	0	2	0	0	0	7	3	3	0
Leerling 15	5	2	1	0	1	1	0	0	0	2	2	0	0	0	7	3	3	0
Leerling 16	6	2	1	1	2	2	1	1	0	0	1	1	0	0	4	6	3	0
Leerling 17	6	1	0	1	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	6	6	1	0
Leerling 18	6	1	2	0	0	1	1	1	0	1	1	0	0	0	6	6	1	0
Leerling 19	7	1	1	0	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	9	4	0	0
Leerling 20	7	1	0	0	0	1	1	1	1	0	1	0	0	0	7	6	0	0
Leerling 21	7	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	7	5	1	0
Leerling 22	8	2	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	7	5	1	0
Leerling 23	8	1	1	0	0	1	1	1	0	0	1	0	0	0	7	6	0	0
Leerling 24	8	2	0	1	2	1	2	0	0	0	1	0	0	0	7	3	3	0
Leerling 25	8	2	0	0	0	1	0	0	0	1	1	0	0	0	9	3	1	0
Leerling 26	9	2	0	0	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	9	1	3	0
Leerling 27	9	2	0	0	2	1	0	0	0	0	1	0	0	0	9	2	2	0
Leerling 28	9	2	0	0	0	2	0	0	0	1	1	0	0	0	9	2	2	0
Leerling 29	9	2	1	1	2	2	0	0	0	0	1	0	0	0	7	3	3	0

klasescore per vraag niveau

niveau	0	12	20	16	0	10	11	27	18	9	28	28	29	niveau 0	n	%
niveau 0	0	12	20	16	0	10	11	27	18	9	28	28	29	niveau 0	208	55,2
niveau 1	14	16	9	3	21	18	18	1	10	16	1	1	0	niveau 1	128	34,0
niveau 2	15	1	0	10	8	1	0	1	1	4	0	0	0	niveau 2	41	10,9
niveau 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	niveau 3	0	0,0
tot														tot	377	100

Eind-toets

Data-naam	vraag groepsnr 1a,b,c	Score leerling niveau																
		1d	2a	2b	3	4a	4b	4c	4d	5	6a	6b	6c	N0	N1	N2	N3	
Leerling 1	1	1	3	1	2	1	2	2	1	1	2	3	2	2	0	5	6	2
Leerling 2	1	1	2	0	0	2	0	1	0	2	2	2	1	0	0	5	3	5
Leerling 3	1	2	2	0	2	1	1	1	0	0	1	3	2	2	3	4	5	
Leerling 4	2	2	2	1	0	1	1	1	0	1	2	3	2	2	2	5	5	
Leerling 5	2	2	1	0	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	7	5	1	
Leerling 6	2	2	2	0	0	0	1	1	0	2	2	2	2	2	4	2	7	
Leerling 7	3	1	2	0	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	9	1	3	
Leerling 8	3	1	1	1	2	1	1	1	0	0	1	0	0	0	5	7	1	
Leerling 9	3	2	2	1	2	1	1	1	0	0	1	1	1	2	2	7	4	
Leerling 10	4	1	1	1	0	1	0	1	2	2	0	0	0	0	6	5	2	
Leerling 11	4	2	2	1	2	2	1	1	1	2	1	0	0	0	3	5	5	
Leerling 12	4	1	2	0	0	1	0	1	0	0	1	0	2	2	6	4	3	
Leerling 13	5	2	3	0	0	1	1	0	0	2	2	2	2	2	4	2	6	
Leerling 14	5	2	2	0	2	1	0	1	1	2	2	2	2	2	2	3	8	
Leerling 15	5	2	2	0	0	1	1	1	1	2	2	2	2	2	2	4	7	
Leerling 16	6	1	2	0	0	1	1	1	1	1	3	3	2	2	2	6	3	
Leerling 17	6	2	2	1	2	2	0	1	0	2	2	3	1	2	2	3	7	
Leerling 18	6	1	2	0	2	2	1	1	0	2	0	3	2	2	3	3	6	
Leerling 19	7	1	1	0	0	1	2	1	1	0	1	1	2	2	3	7	3	
Leerling 20	7	1	1	0	0	1	1	1	1	0	1	2	2	2	3	7	3	
Leerling 21	7	2	2	1	2	2	1	1	0	1	2	2	0	0	3	4	6	
Leerling 22	8	2	3	1	2	1	1	1	1	2	2	2	0	0	2	5	5	
Leerling 23	8	1	2	1	2	2	1	1	1	1	1	3	0	0	2	7	3	
Leerling 24	8	2	2	1	2	1	2	1	1	2	2	2	0	1	1	5	7	
Leerling 25	8	2	3	1	2	1	0	2	0	2	2	2	0	2	3	2	7	
Leerling 26	9	2	2	1	2	2	0	1	0	2	2	2	2	2	2	2	9	
Leerling 27	9	2	2	1	2	2	0	1	1	2	1	2	2	2	1	4	8	
Leerling 28	9	2	2	1	2	2	0	1	1	2	2	2	2	2	1	3	9	
Leerling 29	9	2	2	1	2	2	1	1	0	0	2	1	0	1	3	5	5	

klasescore per vraag niveau

niveau	0	0	13	12	1	10	2	15	8	4	6	11	9	niveau 0	n	%
niveau 0	0	0	13	12	1	10	2	15	8	4	6	11	9	niveau 0	91	24,1
niveau 1	11	5	16	0	17	16	25	12	6	9	3	3	2	niveau 1	125	33,2
niveau 2	18	20	0	17	11	3	2	2	15	15	13	15	18	niveau 2	149	39,5
niveau 3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	1	7	0	0	niveau 3	12	3,2
tot														tot	377	100

Appendix X Vergelijk pre-toets en eind-toets scores met eindrapportcijfer

	groepsnr	Pre-toets					Eindtoets					verschil	Eindrapport
		N0	N1	N2	N3	score	N0	N1	N2	N3	score		
Leerling 1	1	3	8	1	0	10	0	5	6	2	23	13	7,6
Leerling 2	1	7	5	1	0	7	5	3	5	0	13	6	4,5
Leerling 3	1	8	2	3	0	8	3	4	5	1	17	9	7,8
Leerling 4	2	7	5	1	0	7	2	5	5	1	18	11	6,4
Leerling 5	2	7	5	1	0	7	7	5	1	0	7	0	5,6
Leerling 6	2	7	6	0	0	6	4	2	7	0	16	10	6,4
Leerling 7	3	7	5	1	0	7	9	1	3	0	7	0	4,7
Leerling 8	3	7	5	1	0	7	5	7	1	0	9	2	5,7
Leerling 9	3	6	4	3	0	10	2	7	4	0	15	5	7,8
Leerling 10	4	7	5	1	0	7	6	5	2	0	9	2	6,0
Leerling 11	4	9	3	1	0	5	3	5	5	0	15	10	4,5
Leerling 12	4	9	4	0	0	4	6	4	3	0	10	6	6,6
Leerling 13	5	7	6	0	0	6	4	2	6	1	17	11	5,4
Leerling 14	5	7	3	3	0	9	2	3	8	0	19	10	7,3
Leerling 15	5	7	3	3	0	9	2	4	7	0	18	9	5,5
Leerling 16	6	4	6	3	0	12	2	6	3	2	18	6	7,1
Leerling 17	6	6	6	1	0	8	2	3	7	1	20	12	8,0
Leerling 18	6	6	6	1	0	8	3	3	6	1	18	10	6,0
Leerling 19	7	9	4	0	0	4	3	7	3	0	13	9	6,3
Leerling 20	7	7	6	0	0	6	3	7	3	0	13	7	7,1
Leerling 21	7	7	5	1	0	7	3	4	6	0	16	9	6,2
Leerling 22	8	7	5	1	0	7	2	5	5	1	18	11	7,9
Leerling 23	8	7	6	0	0	6	2	7	3	1	16	10	7,1
Leerling 24	8	7	3	3	0	9	1	5	7	0	19	10	6,9
Leerling 25	8	9	3	1	0	5	3	2	7	1	19	14	6,3
Leerling 26	9	9	1	3	0	7	2	2	9	0	20	13	6,3
Leerling 27	9	9	2	2	0	6	1	4	8	0	20	14	5,7
Leerling 28	9	9	2	2	0	6	1	3	9	0	21	15	7,4
Leerling 29	9	7	3	3	0	9	3	5	5	0	15	6	7,1
						7,2					15,8	8,6	6,5

pre-toets				eind-toets			
score	<6	6-7	>7	score	<6	6-7	>7
0-4	0	2	0	0-4	0	0	0
5-10	8	8	10	5-10	3	2	0
11-15	0	0	1	11-15	2	1	3
16-20	0	0	0	16-20	3	7	6
21-25	0	0	0	21-25	0	0	2

Appendix XI Overzicht data en analyse logboek

Logboek

Databaasnaam	groepnr	Proef 2				Proef 3				Proef 4				Proef 5			Proef 6			Proef 7			Proef 8			Score leerling niveaus			
		1	2	3+4	5+6	1	2	3	4	1	2	3+4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	1	2	3	N0	N1
Leerling 1	1	0	2	1	1	0	1	2	2	0	1	1	2	1	0	3	3	0	3	0	2	2	2	6	6	6	3		
Leerling 2	1	0	2	1	1	0	1	2	2	0	1	1	2	1	0	3	3	0	3	0	2	2	2	6	6	6	3		
Leerling 3	1	0	2	1	1	0	1	2	2	0	1	1	2	1	0	3	3	0	3	0	2	2	2	6	6	6	3		
Leerling 4	2	0	1	1	1	0	2	2	1	0	1	1	0	0	0	2	2	0	2	0	2	3	8	6	6	1			
Leerling 5	2	0	1	1	1	0	2	2	1	0	1	1	0	0	0	2	2	0	2	0	2	3	8	6	6	1			
Leerling 6	2	0	1	1	1	0	2	2	1	0	1	1	0	0	0	2	2	0	2	0	2	3	8	6	6	1			
Leerling 7	3	0	1	1	1	0	1	2	2	0	1	1	2	2	0	3	2	0	2	0	1	2	6	7	7	1			
Leerling 8	3	0	1	1	1	0	1	2	2	0	1	1	2	2	0	3	2	0	2	0	1	2	6	7	7	1			
Leerling 9	3	0	1	1	1	0	1	2	2	0	1	1	2	2	0	3	2	0	2	0	1	2	6	7	7	1			
Leerling 10	4	0	1	2	1	0	1	2	2	0	2	1	1	1	0	3	3	0	3	0	2	2	6	6	6	3			
Leerling 11	4	0	1	2	1	0	1	2	2	0	2	1	1	1	0	3	3	0	3	0	2	2	6	6	6	3			
Leerling 12	4	0	1	2	1	0	1	2	2	0	2	1	1	1	0	3	3	0	3	0	2	2	6	6	6	3			
Leerling 13	5	0	1	1	1	0	0	1	2	0	2	1	1	1	0	3	3	0	3	0	2	3	7	7	3	4			
Leerling 14	5	0	1	1	1	0	0	1	2	0	2	1	1	1	0	3	3	0	3	0	2	3	7	7	3	4			
Leerling 15	5	0	1	1	1	0	0	1	2	0	2	1	1	1	0	3	3	0	3	0	2	3	7	7	3	4			
Leerling 16	6	0	2	2	2	0	1	2	2	0	1	1	1	1	0	3	2	0	2	0	2	3	6	5	8	2			
Leerling 17	6	0	2	2	2	0	1	2	2	0	1	1	1	1	0	3	2	0	2	0	2	3	6	5	8	2			
Leerling 18	6	0	2	2	2	0	1	2	2	0	1	1	1	1	0	3	2	0	2	0	2	3	6	5	8	2			
Leerling 19	7	0	1	1	1	0	2	2	2	0	1	1	1	1	0	3	0	0	2	0	1	2	7	8	5	1			
Leerling 20	7	0	1	1	1	0	2	2	2	0	1	1	1	1	0	3	0	0	2	0	1	2	7	8	5	1			
Leerling 21	7	0	1	1	1	0	2	2	2	0	1	1	1	1	0	3	0	0	2	0	1	2	7	8	5	1			
Leerling 22	8	0	2	1	1	0	2	2	2	0	1	1	1	1	0	3	3	0	2	0	2	2	6	6	7	2			
Leerling 23	8	0	2	1	1	0	2	2	2	0	1	1	1	1	0	3	3	0	2	0	2	2	6	6	7	2			
Leerling 24	8	0	2	1	1	0	2	2	2	0	1	1	1	1	0	3	3	0	2	0	2	2	6	6	7	2			
Leerling 25	8	0	2	1	1	0	2	2	2	0	1	1	1	1	0	3	3	0	2	0	2	2	6	6	7	2			
Leerling 26	9	0	1	1	2	0	2	2	2	0	2	1	2	2	0	3	2	0	1	0	2	2	6	4	10	1			
Leerling 27	9	0	1	1	2	0	2	2	2	0	2	1	2	2	0	3	2	0	1	0	2	2	6	4	10	1			
Leerling 28	9	0	1	1	2	0	2	2	2	0	2	1	2	2	0	3	2	0	1	0	2	2	6	4	10	1			
Leerling 29	9	0	1	1	2	0	2	2	2	0	2	1	2	2	0	3	2	0	1	0	2	2	6	4	10	1			

Klassenscore per vraag niveau

																	n	%							
niveau 0	29	0	0	0	29	3	0	0	29	0	0	3	3	29	0	3	29	0	29	0	0	0	niveau 0	186	30,5
niveau 1	0	19	23	22	0	12	3	3	0	19	29	16	19	0	0	0	0	4	0	6	0	niveau 1	175	28,7	
niveau 2	0	10	6	7	0	14	26	26	0	10	0	10	7	0	3	13	0	16	0	23	20	niveau 2	191	31,4	
niveau 3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26	13	0	9	0	0	9	niveau 3	37	5,4	
																	tot	609	100						