



Instituut ELAN

Expertise-ontwikkeling in het VO
Lerarenopleiding
Aansluiting VO-HO
Nascholing in het VO



Universiteit Twente
de ondernemende universiteit

Onderzoek van onderwijs

Forensisch Onderzoek en Voedsel- en Warenautoriteit

*Leidt de nieuw ontworpen module tot
meer inzicht in de maatschappelijke
relevantie van chemie, betere leeropbrengsten en meer
werkplezier bij leerlingen?*

Petra van Galen s9405062

Erik Kastenbergs0177288

Studenten: Science Education

Begeleider: Fer Coenders, Docent Onderwijs, Scheikunde

2^{de} beoordelaar: Hanna Westbroek

Universiteit Twente

ELAN

Postbus 217

7500 AE Enschede

Samenvatting

In het voortgezet onderwijs in Nederland is het scheikunde onderwijs de afgelopen twintig jaar weinig veranderd. Daardoor is het huidige scheikundeonderwijs niet actueel en is voor de leerlingen het zicht op de relevantie van het schoolvak scheikunde zoek. Daardoor neemt de belangstelling voor een natuurwetenschappelijke vervolgopleiding af. Al vanaf 1990 zijn er publicaties waarin experts hun ontevredenheid over het curriculum uiten. Mede als gevolg van deze publicaties wordt er nu een nieuw curriculum ingevoerd, waarbij het maatschappelijk belang van het vak scheikunde een prominente rol inneemt.

In de “nieuwe scheikunde” wordt de chemie vanuit de context benaderd: eerst worden leerlingen met een thema geconfronteerd, en vanuit dat thema ontdekken ze dat bepaalde chemische kennis nodig is om het thema te begrijpen of een oplossing voor het probleem te vinden. De chemische kennis die ze dan opdoen noemen we de concepten. Kortweg wordt dit de context-concept benadering genoemd, in tegenstelling tot de traditionele concept-context benadering, waarbij leerlingen eerst de vakkennis moet opbouwen om hem daarna toe te kunnen passen.

Als uitgangspunt voor deze “nieuwe scheikunde” zijn ontwikkelingen uit Engeland, Duitsland en de Verenigde Staten gebruikt. Op dit moment wordt op een aantal scholen in Nederland proef gedraaid met modules “Nieuwe scheikunde”.

In dit onderzoek is een module ontwikkeld volgens de context-concept benadering, die ook past in het viervlakschemieonderwijs. Deze module is vervolgens op twee scholen gebruikt en er is door middel van enquêtes, interviews, bandopnames en toetsresultaten onderzoek gedaan naar de opbrengsten van de module. Ter vergelijking was, naast de onderzoeksgroep, op beide scholen een parallelklas die volgens de traditionele concept-context methode les had.

De leerlingen die gewerkt hebben met de nieuw ontworpen module “Forensisch Onderzoek en Voedsel- en Warenautoriteit” blijken, in vergelijking tot de controlegroep, een beter inzicht gekregen te hebben in de maatschappelijke relevantie van chemie. Zij hebben echter minder vaardigheid ontwikkeld in het chemisch rekenen dan de leerlingen die via de oude methode uit het boek zich de stof hebben eigen gemaakt. Dit eerste blijkt uit zowel de enquêtes als de interviews. De lagere vaardigheid blijkt uit de toetscijfers.

De leerlingen waren niet uitgesproken positief over het werken met de nieuwe module. Dit kan veroorzaakt zijn door het gevoel “direct in het diepe gegooid te worden”. De module vroeg vanaf de eerste opdracht grote berekeningen met meerdere deelstappen achter elkaar, terwijl het boek dit rustig opbouwt. De experimenten in de module zijn wel als goed en nuttig ervaren. Ook deze conclusies blijken uit zowel de enquêtes als de interviews. Over het werken in groepen kan geen eenduidige conclusie getrokken worden: uit de enquêtes blijkt dat dit als licht positief ervaren is, maar uit de interviews blijkt juist een negatieve ervaring.

De laatste onderzoeksvraag: “Op welke momenten in het werken met de nieuwe module vindt een sprong in denkniveau plaats en waar wordt deze sprong door veroorzaakt?” is beantwoord aan de hand van video opnames. Een aantal keer is er bij sommige leerlingen een stijging in niveau tijdens de les vast te stellen.

Voorwoord

Onderzoek van onderwijs... dat is voor alle studenten van ELAN de afronding van hun eerstegraads lerarenopleiding. Voor ons is dit dus ook het laatste ontbrekende stukje op weg naar onze bevoegdheid. Inmiddels is het onderzoek af, maar dat is niet altijd vanzelf gegaan. De dagelijkse onderwijspraktijk vroeg veel aandacht van ons, waardoor de tijd en energie om aan dit onderzoek te werken wel eens ontbrak.

Als je op verjaardagen of feestjes verteld dat je docent bent, wordt er nogal eens lacherig gereageerd: “O, dan heb je dus veel vakantie.” Of: “Alle leraren klagen wel dat het zo zwaar is, maar eigenlijk stelt het toch niks voor? Je bent elke middag op tijd vrij, want de kinderen zijn ook op tijd thuis.” Als je dan even met die mensen doorpraat, zijn er maar weinig die het zien zitten om zelf voor de klas te gaan staan, ondanks hun eerder genoemde vooroordelen. “Al die pubers... mij niet gezien hoor.” “Al die ongemotiveerde leerlingen die van alles willen behalve opletten in je les... nou, niks voor mij hoor.” Wij hebben inmiddels al wat ervaring opgedaan en kunnen vanuit de grond van ons hart zeggen: Docent zijn is een geweldig beroep! Het contact met leerlingen en dan samen een doel – meestal het eindexamen – nastreven is heerlijk. Helaas zijn er nog altijd te weinig mensen die zich dat realiseren. Scholen hebben het moeilijk om aan voldoende geschikt personeel te komen. Hopelijk kunnen de lerarenopleidingen in de toekomst weer grotere studentenaantallen verwachten. Wij maken in ieder geval nu twee plekjes vrij.

Wij willen vanaf deze plaats Fer Coenders graag bedanken voor zijn begeleiding tijdens de lerarenopleiding in het algemeen, maar ook voor al zijn begeleiding, commentaar en adviezen tijdens dit onderzoek, waardoor dit onderzoek tot dit resultaat heeft geleid.

Ook Hanna Westbroek willen wij bedanken voor haar kritische, maar nuttige aanvullingen op ons onderzoeksplan en ons verslag.

Tenslotte een woord van dank aan Maureen Velzeboer, die de module zeer kritisch bekeken heeft voordat hij werd uitgevoerd en voor het meewerken met een onderzoeksgroep.

Petra van Galen

Erik Kastenbergh

Inhoudsopgave

Hoofdstuk 1 Inleiding	6
Hoofdstuk 2 Theoretisch kader	7
2.1 Achtergrond nieuwe scheikunde	
2.2 Concept-en-concept	
2.3 Abstractieniveaus van Van Hiele	
2.3.1 Niveautheorie van Van Hiele	
2.3.2 Niveaus in dit onderzoek	
Hoofdstuk 3 De module	11
3.1 Contexten	
3.2 Viervlakchemie	
Hoofdstuk 4 Methoden	15
4.1 Onderzoeksgroepen	
4.2 Onderzoeksinstrumenten	
4.2.1 Carmel College Salland	
4.2.2 Reggesteyn	
Hoofdstuk 5 Resultaten	20
5.1 Maatschappelijke relevantie	
5.2 Stofbeheersing	
5.3 Abstractieniveaus	
5.4 Werken in groepen en werken met de module	
Hoofdstuk 6 Conclusies, discussie en aanbevelingen	28
6.1 Conclusies	
6.2 Discussie	
6.3 Aanbevelingen	

Bijlage I:	De module
Bijlage II:	De powerpoint van de introductiefase
Bijlage III:	Het enquêteformulier over scheikunde (CCS)
Bijlage IV:	Het enquêteformulier over de module (CCS en Reggesteyn)
Bijlage V:	Het enquêteformulier over scheikunde (Reggesteyn)
Bijlage VI:	Het enquêteformulier over groepswerk(Reggesteyn)
Bijlage VII:	Het proefwerk
Bijlage VIII:	De resultaten van de enquête over scheikunde (CCS)
Bijlage IX:	De resultaten van de enquête over scheikunde (Reggesteyn)
Bijlage X:	Interviews met leerlingen
Bijlage XI:	De protocollen van de videofragmenten
Bijlage XII:	De resultaten van de enquête over scheikunde (CCS)
Bijlage XIII:	De resultaten van de enquête over scheikunde (Reggesteyn)
Bijlage XIV:	De resultaten van de enquête over groepswerk
Bijlage XV:	Verbeteringen in de module
Bijlage XVI:	Het logboek

Hoofdstuk 1 Inleiding

De afronding van de eerstegraads lerarenopleiding aan de Universiteit Twente bestaat uit het vak “Onderzoek van Onderwijs”. Doel van dit vak is het opzetten en uitvoeren van een onderzoek op een school of in een klas over een voor het onderwijs relevant onderwerp. Idealiter stelt de student, aan de hand van theorie en praktijk, een onderzoekbare vraag op, ontwikkelt daar materiaal voor en gebruikt dit in de klas of in de school. Vervolgens brengt hij de resultaten relevant voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag in kaart, en rapporteert dit zowel schriftelijk in een verslag als mondeling tijdens een presentatie.

In het middelbaar onderwijs in Nederland is het scheikunde onderwijs de afgelopen twintig jaar weinig veranderd. Daardoor is het huidige scheikundeonderwijs niet actueel en geeft het de leerlingen geen zicht op de betekenis van scheikunde in hun dagelijkse omgeving of voor de samenleving. Daardoor neemt de belangstelling voor een natuurwetenschappelijke vervolgopleiding af. Al vanaf 1990 zijn er publicaties waarin experts hun ontevredenheid over het curriculum uiten. Mede als gevolg van deze publicaties wordt er nu een nieuw curriculum ingevoerd, waarbij het maatschappelijk belang van het vak scheikunde een prominente rol inneemt.

De afgelopen jaren is in Engeland, Duitsland en de Verenigde Staten al geëxperimenteerd met verschillende vormen van dit “nieuwe scheikunde onderwijs”. In Nederland worden de ervaringen uit deze landen gebruikt om modules te ontwikkelen die passen in het Nederlandse onderwijssysteem. Op dit moment wordt op een aantal scholen in Nederland proef gedraaid met “Nieuwe scheikunde”.

Voor dit onderzoek hebben wij de volgende onderzoeksvraag gesteld:

Leidt de nieuw ontworpen module tot meer inzicht in de maatschappelijke relevantie van chemie en betere stofbeheersing bij leerlingen, vergeleken met leerlingen die de stof via de reguliere methode leren?

Daarnaast zijn de volgende nevenonderzoeksvragen gesteld:

Vinden 4 VWO leerlingen het prettig om te werken aan de nieuwe module, die past binnen het nieuwe scheikunde onderwijs?

Op welke momenten in het werken met de nieuwe module vindt een sprong in denkniveau plaats en waar wordt deze sprong door veroorzaakt?

Er waren twee uitgangspunten van belang bij de keuze van de module, namelijk dat het een pakkend thema moest zijn en dat de stof gelijk moest zijn aan de stof in hoofdstuk 7 van Pulsar Chemie, VWO deel 1. Aangezien er geen module was, die hier goed mee overeen kwam, hebben wij een nieuwe module ontworpen met een dubbel thema: forensische chemie en productonderzoek.

Het onderzoek is in de maanden mei en juni 2009 uitgevoerd op zowel *CSG Reggesteyn* in Nijverdal als op het *Carmel College Salland* in Raalte. Op beide scholen zijn leerlingen met de module aan het werk geweest en zijn andere leerlingen met het boek aan het werk geweest. Door middel van enquêtes, interviews, bandopnames en toetsresultaten proberen wij een antwoord te geven op de onderzoeksvragen.

In dit verslag zullen achtereenvolgens het theoretisch kader, de module, de uitvoering van het onderzoek en de resultaten van het onderzoek besproken worden. Daarna volgt een conclusie met discussie en aanbevelingen.

Hoofdstuk 2 Theoretisch kader

De module die is ontworpen is gebaseerd op de uitgangspunten van nieuwe scheikunde. Dit hoofdstuk stuk handelt over de aanleiding van de invoering van nieuwe scheikunde in Nederland en vervolgens over de aspecten van nieuwe scheikunde, zoals de context - concept benadering. Een ander element in het onderzoek is het bepalen van verschillende eindniveaus van leerlingen. Hiervoor wordt het model van de abstractieniveaus van Van Hiele gebruikt. De verschillende niveaus die leerlingen kunnen halen zullen ook in dit hoofdstuk worden uitgelegd.

2.1 Achtergrond nieuwe scheikunde

Het scheikundeonderwijs voor het voorgezet onderwijs in Nederland is de afgelopen 20 jaar weinig veranderd. Er zijn een aantal onderwerpen geschrapt en aantal onderwerpen toegevoegd (o.a. bij de invoering van de tweede Fase in 1998), maar de leerstof en de leermethode is nagenoeg gelijk gebleven en nooit geëvalueerd. Het huidige scheikundeprogramma is daarom niet actueel en geeft de leerlingen geen zicht op de mogelijkheden voor een natuurwetenschappelijke carrière. Ook zien de leerlingen vaak niet wat de betekenis is van scheikunde in hun dagelijkse omgeving of voor de samenleving, waardoor hun belangstelling voor een natuurwetenschappelijke vervolgopleiding afneemt.

Vanaf 1990 heeft Wobbe de Vos, chemiedidacticus aan de universiteit van Utrecht, een aantal publicaties over het scheikundeonderwijs geschreven en hierin uitte hij zijn zorgen over het huidige en toekomstige curriculum. Hij vraagt zich af of het curriculum van destijds nog wel te handhaven is voor het chemieonderwijs van de 21^e eeuw in verband met het grote aantal nieuwe ontwikkelingen dat er is in de bètawetenschappen. Deze nieuwe ontwikkelingen leidden tot een aantal dilemma's. Eén daarvan is of de nieuwe ontwikkelingen ook in het voortgezet onderwijs moeten worden gepresenteerd of niet. Echter als dit zou worden gedaan, zou het curriculum overvol raken, omdat er niet meer scheikundelessen gegeven zullen gaan worden. Een ander dilemma dat hij schetst is of alleen vakkennis moet worden aangeboden of dat er ook gekeken moet worden naar de maatschappelijke gevolgen van deze kennis? Ook vraagt hij zich of alle onderwerpen nog steeds aan de orde moeten komen, met de consequentie dat elk onderwerp zeer oppervlakkig behandeld zal worden?

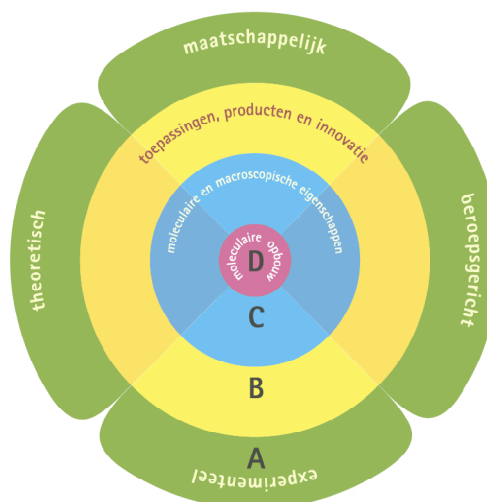
Mede door deze publicaties is er in juni 2003 door de Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo (Commissie Van Koten) een advies uitgebracht om zowel in de onder- als in de bovenbouw (bij de natuurprofielen) de meeste aandacht te leggen op chemische producten en processen waardoor de leerlingen beter de rol van scheikunde om hen heen zullen gaan zien. Bovendien pleit de commissie voor een leermethode waarin er mogelijkheden zijn voor recente ontwikkelingen en waarin de docent(e) zijn of haar eigen onderwerpen kan aanbieden.

2.2 Context-en-concept

De manier waarop de commissie dit wil bereiken is met het werken van verschillende modules met een context-concept benadering. Het geven van onderwijs op deze wijze is niet nieuw, maar wordt tegenwoordig al in het buitenland uitgevoerd. Voorbeelden van methoden zijn het Engelse 'Salters', het Duitse 'Chemie in Kontext' (CHIK) en de Amerikaanse variant 'Chemistry in Community'. Er kunnen heel veel verschillende contexten gebruikt worden uit maatschappelijke, experimentele, beroepsmatige of theoretische oogpunten. Vanuit deze verschillende contexten zullen twee concepten centraal staan: het molecuulconcept en het micro/macroconcept.

Het werken met de context-concept benadering is geïllustreerd in figuur 1. Deze roos¹ zal van buiten naar binnen moeten worden afgelegd tijdens de lessen. Dat wil zeggen dat leermaterialen zo ontwikkeld moeten worden dat eerst de verschillende contexten ter sprake komen en aan het eind pas de verschillende concepten. Schil **A** representeert mogelijke contexten die aanleidingen bieden voor de concepten. Door deze relatie tussen context en concept is het de bedoeling dat leerlingen goed kunnen herkennen wat de relevantie van chemie in de samenleving is. Deze schil bevat theoretische,

maatschappelijke, beroepsgerichte en experimentele facetten uit het werkgebied van de farmaceutische, chemische en voedingsindustrie. De module die is ontwikkeld past bij een brede beroepsgroep die controle- en kwaliteitsmetingen doet aan producten. Schil **B** omvat producten en toepassingen uit de verschillende contexten die vervolgens in verband staan met de kennis van en het inzicht in de hierboven genoemde centrale concepten. Schil **C** is een weergave van het secundaire centrale concept. Hierbij leren de leerlingen de kennis en toepassing van het micro-macroconcept. De leerlingen moeten het verband ontdekken tussen moleculaire en macroscopische eigenschappen. Dit houdt in dat de leerlingen de stap gaan maken van eigenschappen van deeltjes naar eigenschappen van een stof. Vervolgens sluit de kern (**D**) hierop aan met kennis van en inzichten in de opbouw van materie uit verschillende deeltjes, zoals moleculen, atomen of ionen, wat het primaire centrale concept is van de scheikunde.



Figuur 1: Schematische weergave van de context- concept benadering

De leerboeken van de afgelopen jaren kunnen geïnterpreteerd worden als methodes die de leerstof van schil D naar schil A uitwerkten. Dit zal verduidelijkt worden met een voorbeeld: Een 4 HAVO boek² van tegenwoordig begint met de opbouw van atomen en ionen (schil D), vervolgens wordt de eigenschappen van zouten besproken (schil C). Vervolgens komen aan het eind van het hoofdstuk in de opgaven vaak de toepassingen van verschillende zouten, dus de producten waar ze in zitten (schil B) naar voren. Sommige leerlingen zullen dan zelf de stap maken in welke maatschappelijke context ze die producten tegen komen (schil A), denk aan tandpasta bij tandarts of gewoon thuis. De commissie wil nu leermethoden laten ontwikkelen die de leerstof van schil A richting schil D behandelen, zodat leerlingen direct zien wat de maatschappelijke relevantie van het schoolvak scheikunde is.

2.4 Abstractieniveaus van Van Hiele

De niveautheorie van Van Hiele is vooral ontwikkeld voor wiskundig onderwijs en dan vooral voor het gedeelte van de meetkunde. In deze paragraaf zal eerst worden uitgelegd wie Van Hiele was en wat de theorie en de verschillende niveaus inhouden. Vervolgens zullen nieuwe niveaus omschreven

¹ Bron: Driessen, H.P.W., Meinema, H.A. (2003). Chemie tussen Context en Concept, ontwerpen voor vernieuwing. Enschede: SLO.

² Pulsar-Chemie, HAVO deel 1, Noordhoff bv Groningen/Houten

worden, omdat dit onderzoek leerlingen een scheikundige vaardigheid wil aanleren en geen wiskundige.

2.4.1 Niveautheorie van Van Hiele

De Van Hiele niveaus is een leertheorie ontwikkeld door het echtpaar Van Hiele. Pierre van Hiele is in 1909 geboren te Amsterdam en studeerde daar wiskunde aan de Gemeentelijke Universiteit van 1927-1933. Hij promoveerde samen met zijn vrouw Dieke van Hiele-Geldof op het proefschrift *De problematiek van het inzicht*. De verschillende dissertaties van het echtpaar hebben gezorgd voor de ontwikkeling van een niveautheorie voor wiskundige leerprocessen. Dit model had in het begin alleen betrekking op het meetkundeonderwijs, maar is al snel uitgebreid naar andere onderdelen van het vak en andere vakken. Bovendien is het model uitgebreid van drie niveaus naar vier niveaus. In dit onderzoek wordt uitgegaan van de volgende drie niveaus: grondniveau (visueel of intuïtief niveau), eerste niveau (beschrijvende niveau) en tweede niveau (theoretische niveau), zie figuur 2.



Figuur 2: De drie abstractieniveaus van Van Hiele

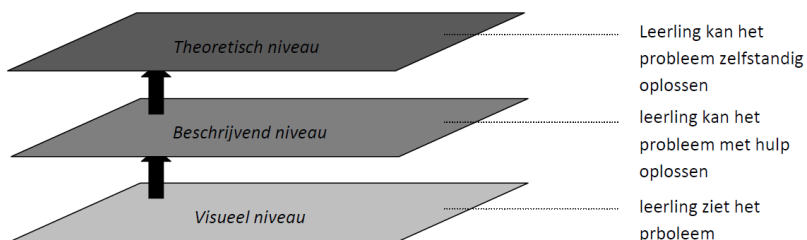
Voor het vak wiskunde kunnen de niveaus als volgt beschreven worden: Het grondniveau is het laagste niveau, dit is het niveau waarop een leerling in de wiskunde voorwerpen herkent. Een leerling kan bij een vierhoek dan denken aan een tafelblad of aan een raam. Een leerling op dit niveau zal voorwerpen benoemen die rechthoekig of vierkant zijn. Het volgende niveau is het niveau waarop een leerling een vierhoek kan beschrijven, dus een leerling zal zeggen dat een vierhoek vier hoeken en 4 zijden heeft. Een leerling zal dan vooral denken aan wiskundige figuren waarin alleen hoeken van 90° aanwezig zijn. Bij het laatste niveau zal een leerling ook inzien dat een ruit (of vlieger) en een parallellogram ook vormen van vierhoeken zijn. De leerling beseft zich dan de theoretische voorwaarden van een vierhoek. De leerling is zich er dan van bewust dat niet elke hoek 90° hoeft te zijn, maar dat het totaal aantal graden van de vier hoeken 360° zal zijn.

2.4.2 Niveaus in dit onderzoek

Aangezien Van Hiele een wiskundige was, werd zijn theorie vooral gebruikt in wiskundige vakgebieden en dan vooral in de meetkunde. Zijn theorie kan echter ook in andere vakgebieden gebruikt worden. In deze vakgebieden zullen dan zelf de verschillende niveaus bepaald moeten worden. Het doel van de ontworpen module is om leerlingen de rekenvaardigheid die bij het schoolvak scheikunde nodig is bij te brengen. Bij deze vaardigheid horen ook verschillende begrippen die de leerlingen moeten kennen en beheersen. De module is ontwikkeld ter vervanging van een hoofdstuk³ waarin de volgende begrippen/vaardigheden geleerd zouden moeten worden: (rekenen met/omrekenen van) dichtheid, (rekenen met) molverhouding, (rekenen met) volume- en massapercentage, (rekenen met) MAC- en ADI-waarde en als laatste (rekenen met) ppm. Dat houdt dus in dat met behulp van deze begrippen de verschillende abstractieniveaus kunnen worden

³ Hoofdstuk 7 uit Pulsar-Chemie, VWO deel 1, Noordhoff bv Groningen/Houten

gedefinieerd. Het kan ook ruimer worden bepaald waarbij gedacht moet worden aan de manier waarop de leerlingen tot hun antwoord komen. Er wordt dan gedacht aan de volgende niveaus: het grondniveau zal het niveau zijn waarbij de leerlingen het probleem van de rekenopgaven zien. Ze beseffen het probleem van de opgaven, ze weten wat ze moeten uitrekenen. Hoe het probleem echt moet worden aangepakt is nog niet duidelijk. Het volgende niveau, het eerste niveau, is bereikt als leerlingen de opgave kunnen oplossen met behulp van trucjes, schema's, elkaar of ezelsbruggetjes. Het laatste niveau, het theoretische niveau, is het nivo waarop de leerling zelf de rekenopgave oplost. De leerling weet nu hoe hij of zij de rekenopgave moet aanpakken en moet oplossen, zie figuur 3.



Figuur 3: de niveaus die worden onderscheid in dit onderzoek

Om de verschillende niveaus concreet te maken volgt hier een voorbeeld: stel een leerling moet de reactievergelijking opschrijven van de fotosynthesereactie. Een leerling op het visueel niveau weet wat er van hem gevraagd wordt, maar kan er niet uitkomen. Een leerling op het beschrijvende niveau heeft hulp nodig van de docent of een medeleerling. Hierbij valt te denken aan tips zoals “wat heeft een plant nodig” en “wat geeft een plant”. Het kan ook zijn dat een leerling in dit niveau wel de reactievergelijking kan opschrijven, maar de reactievergelijking niet kloppend heeft. Hij heeft dan alsnog hulp nodig. Een leerling op het theoretische niveau zal reactievergelijking, zonder hulp of aanwijzing, zelfstandig correct opschrijven.

Een ander voorbeeld: Bereken het volume (in mL) van 5,12 gram koolstofdioxide. Een leerling op het visuele niveau weet wat het probleem is. Hij kent ongeveer het stappenschema, maar komt niet uit de opgave met een aantal aanwijzingen. Een leerling op het beschrijvende niveau heeft aan een enkele tip al voldoende. Hij kan de opgave maken, maar weet bijvoorbeeld niet hoe hij de molaire massa van koolstofdioxide kan uitrekenen of kan vinden. Na deze tip, kan hij de opgave maken. Een leerling op het theoretische niveau heeft geen hulp nodig en komt dus zelfstandig tot het juiste antwoord.

Literatuur

- Vos W. de, Verdonk A.H, *Een vakstructuur van het schoolvak scheikunde*, Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen(TD β) (1990)
- Vos W. de, Verdonk A.H, *Vakstructuur: steunpilaar of sta-in-de-weg?*, Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen(TD β) 9,2 (1991)
- Vos W. de, *Chemie-onderwijs: voor wie?* NVOX maart 1994 nummer 3
- Driessen, H.P.W., Meinema, H.A. (2003). *Chemie tussen Context en Concept, ontwerpen voor vernieuwing*. Enschede: SLO.
- Van Hiele, P.M. (1973). *Begrip en inzicht, werkboek van de wiskundendidactiek*. Purmerend: Muusses.
- Alberts, G., & Kaenders, R. (2005), *Ik liet de kinderen wel iets leren*, Nieuw Archief voor de Wiskunde, 5/6, 247-252.
- Klaasse, Z. (2006). *Realistisch wiskundeonderwijs en abstractieverhoging. Een reguliere en een 'realistische' aanpak bekeken in het licht van abstractieverhoging*. Enschede: TU Twente.
- Visser, T. (200?) *Leidt de vaardigheid "onderzoek doen" tot betere scheikundige begripsvorming*. Enschede: TU Twente.
- Pons, A. (2005), *Scheikunde in Perspectief*. Enschede: TU Twente.

Hoofdstuk 3 De module

Dit hoofdstuk beschrijft de contexten en de structuur van de ontworpen module en hoe er met de module gewerkt moet worden. De module is ontworpen voor leerlingen in klas 4 VWO, die het chemisch rekenen moeten leren. Het is niet verstandig om de module voor een Havo klas te gebruiken, omdat er dan veel onderdelen uit de module moeten worden verwijderd of moeten worden aangepast. Alle proeven zijn bijvoorbeeld gericht op het molair volume dat een gas inneemt en dat hoeft een Havo leerling niet te kunnen.

Er is gekozen om een uitdagende leermethode te ontwerpen die leerlingen inzicht biedt in de maatschappelijke relevantie van scheikunde. Voor de module zijn ongeveer 8 lessen nodig, waarbij de leerlingen in de laatste 3 lessen praktisch werk doen om de geleerde kennis toe te passen. Tijdens het werken met deze module kan er in groepen worden gewerkt, waarbij elke leerling een rol heeft. Tijdens het uitvoeren van dit onderzoek hebben de leerlingen daadwerkelijk in groepen gewerkt. De rollen werden per les gerouleerd. Met behulp van een logboek werden de rollen en de vorderingen van de groep bijgehouden.

De module dient ter vervanging van hoofdstuk 7 (chemisch rekenen), zodat er gewerkt kon worden met controlegroepen die met het boek werkten en niet met de module. Dit om aan te tonen dat er verschillen ontstaan tussen de verschillende groepen.

De module is ontworpen volgens de vier fasen van de viervlakschemie, dit houdt in dat er vier verschillende fasen naar voren komen tijdens het werken met de module en deze verschillende fasen zullen in dit hoofdstuk beschreven worden.

3.1 Contexten

Er zijn twee contexten die in de ontworpen module naar voren komen: “forensisch onderzoek” en de “Voedsel- en Warenautoriteit”. Deze contexten zijn bewust gekozen, zodat leerlingen de rol van scheikunde in de maatschappij beter zullen herkennen. De eerste context, forensisch onderzoek, is een zeer actueel onderwerp. Er is voor dit onderwerp gekozen, omdat er tegenwoordig verschillende televisieprogramma’s, zoals Crime Scene Investigation (CSI), uitgezonden worden. In deze programma’s lossen rechercheurs en detectives op bijzondere wijze verschillende zaken op. Door deze populaire televisieprogramma’s, wordt de interesse van schoolverlaters voor wetenschappelijke opleidingen vergroot en kunnen deze leerlingen na het voortgezet onderwijs kiezen voor nieuwe studies zoals life science and technology (Leiden, Delft en Groningen) of crime science (o.a. Deventer).

De tweede context die voor deze module is gekozen, is de Voedsel- en Warenautoriteit. Er is voor dit onderwerp gekozen zodat leerlingen aan het eind van de module producten kunnen onderzoeken en zodoende zich beseffen dat er in veel producten stoffen aanwezig zijn, waarvan de hoeveelheden op eenvoudige wijze gemeten kunnen worden. Zij merken dan dat de geleerde theorie (chemisch rekenen) ook daadwerkelijk kan worden toegepast aan de hand van kwaliteitsbepalingen van dagelijkse producten die zich in hun leefomgeving bevinden. Voor deze producten zijn waterstofperoxide of calciumcarbonaat houdende producten gekozen, waarvan de leerlingen de concentraties van deze stoffen experimenteel moeten bepalen, zie tabel 1. Zij kunnen bijvoorbeeld tandpasta als product kiezen en zullen vervolgens van twee tandpasta’s (van verschillende merken) het calciumcarbonaatgehalte bepalen en dit met elkaar vergelijken.

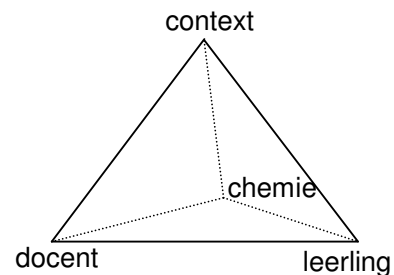
Tabel 1: De producten voor het onderzoek

Stof	Product
Waterstofperoxide (H_2O_2)	Lenzenvloeistof
	Mondspoelmiddel
	Blonderingsvloeistof
Calciumcarbonaat (CaCO_3)	Tandpasta
	Schuurmiddel
	Maagzuurtabletten

3.2 Viervlakchemie

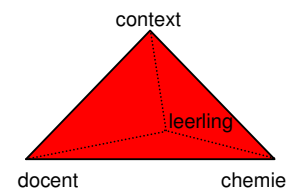
Tijdens een conferentie over chemie onderwijs hield de Canadees Peter Mahaffy (Mahaffy, 2004) samen Peter Atkins de openingslezing. Tijdens deze lezing introduceerde hij de term 'tetrahedral chemistry education', waarmee hij doelde op een vorm van chemieonderwijs waarbij vier facetten een rol spelen, namelijk de docent, de leerling, de chemie en de context, zie figuur 2. Deze figuur geeft goed weer dat alle vier aspecten gelijkwaardig zijn en deze figuur kan gekanteld worden waardoor elke keer drie aspecten met elkaar naar voren komen. Deze manier past goed bij de vorm van nieuwe scheikunde, zoals die was voorgesteld door de commissie van Korten, omdat de chemie eerst op de achtergrond staat (Driessen & Meinema 2003). Bovendien paste deze vorm goed bij het Duitse Chemie in Kontext (Parchmann et al, 2004).

De ontworpen module is zo geschreven dat hij voldoet aan deze eisen van viervlakchemie. Dat wil zeggen dat de verschillende facetten aanwezig zijn en dat er vier verschillende fasen zijn, namelijk de introductiefase, plannings- en nieuwsgierigheidfase, verwerkingsfase en verdiepfase. Bij elk van deze fasen zullen drie van de vier aspecten naar voren komen en deze drie zullen dan interactie met elkaar hebben. Er zal nu besproken worden wat deze fasen inhouden en hoe deze fasen terug komen in de module. Er moet hierbij gezegd worden dat het ook mogelijk is om deze facetten soms terug te vinden in oudere leermethoden. Het verschil met deze methoden en de module is welke 3 facetten wanneer naar voren komen. Vaak komen bij oudere methoden de facetten docent – chemie – context pas als laatste naar voren, terwijl deze facetten nu al in de introductiefase staan.



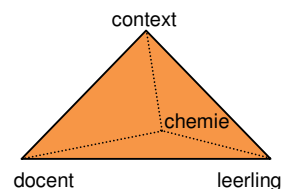
Figuur 2: De vier facetten van viervlakchemie

Introductiefase: De fase is bedoeld als inleiding op de module en om leerlingen te motiveren. Dit zou kunnen aan de hand van een demonstratie, voorwerp, vragenlijst of een kort filmpje. Verder is er de mogelijkheid van stellen van vragen door de leerlingen over het onderwerp. Het is belangrijk dat je aanknoopt bij de voorkennis en belevingswereld van leerlingen. Deze fase speelt zich af tussen docent – context – chemie en de leerling staat dan op de achtergrond, zoals in figuur 3 is weergegeven. In de ontworpen module is gekozen voor een presentatie over de Voedsel- en Warenautoriteit, waarin in het kort een aantal voorbeelden van etenswaar en gebruiks- voorwerpen zijn gegeven die zijn afgekeurd door de autoriteit, bijvoorbeeld op 3 maart 2009 Knorr's Taco's Wereldgerechten dat een te hoog gehalte aan 4-Methyl Benzofenon bevatte. Verder wordt de module in de presentatie uitgelegd zodat de leerlingen weten wat ze moeten verwachten van de module en zo zijn ze voorbereid op de volgende fase.



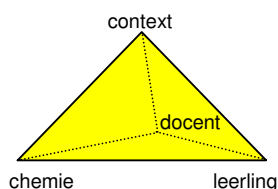
Figuur 3: De drie facetten bij de introductiefase

Plannings- en nieuwsgierigheidsfase: In deze fase worden de groepjes gevormd en moeten leerlingen de onderwerpen sorteren. Ook kunnen de leerlingen een conceptmap maken om hun kennis over het onderwerp al meer te visualiseren. De leerlingen kunnen vervolgens onderzoeksvragen opstellen of kiezen en een planning gaan maken voor de komende weken. Deze fase speelt zich af tussen docent – context – leerling en de chemie zal op de achtergrond staan. Tijdens deze module is er geen huiswerk bij de leerlingen opgegeven, ze wisten hoeveel lessen ze hadden (7 lessen + 1 reserve). De leerlingen hebben zelf een planning gemaakt, wat is terug te vinden op één van de filmfragmenten (les 1, 17^e minuut). Bovendien mogen de leerlingen zelf kiezen welk product ze uiteindelijk gaan onderzoeken. Dit zelf mogen kiezen zal waarschijnlijk de motivatie van de leerlingen verhogen om de verschillende experimenten uit te voeren.



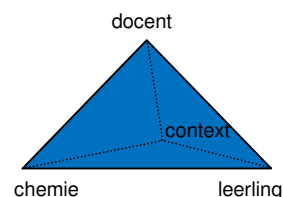
Figuur 4: De drie facetten bij de planningsfase

Verwerkingsfase: De leerlingen gaan in deze fase bij voorkeur zelfstandig en zelf georganiseerd aan het werk. Zij voeren hun onderzoek uit en doen rapportage over hun onderzoek. Dit zou kunnen aan de hand van een poster, muurkrant of presentatie. Ook zouden zij zelf een demonstratieproef aan medeleerlingen kunnen laten zien. Deze fase speelt zich af tussen chemie – context – leerling en de docent zal op de achtergrond staan. In de module is deze fase zo georganiseerd dat leerlingen zelf de module doorlopen. Zij kunnen met behulp van de kenniskaarten de theorie zich eigen maken en als een leerling een vraag heeft, dan zal men met elkaar, als groep, dit moeten proberen op te lossen. Mochten de leerlingen als groep er ook niet in slagen om het probleem op te lossen, dan kan de vragensteller overleggen met de docent.



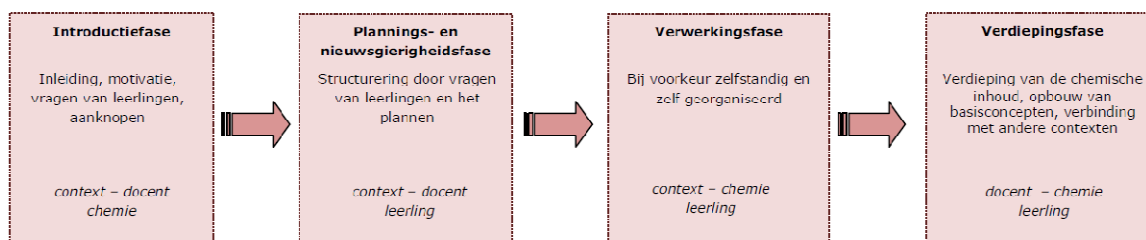
Figuur 5: De drie facetten bij de verwerkingsfase

Verdiepingsfase: De docent zorgt voor verdieping van de leerstof door de resultaten met de klas te bespreken. Bovendien past de docent de verkregen chemische kennis in in de reeds bekende kennis van leerlingen. Hij kan dan ook verbanden leggen met andere contexten. Er is ook een mogelijkheid om de verkregen kennis te toetsen in een nieuwe context. Deze fase speelt zich af tussen docent – chemie – leerling en hierbij zal de context op de achtergrond staan. In deze fase gaan de leerlingen de producten onderzoeken en uitrekenen wat de gehaltes waterstofperoxide of calciumcarbonaat zijn. De docent zal vervolgens de resultaten en de betrouwbaarheid ervan met de leerlingen bespreken. Bovendien kan de docent de resultaten in een breder perspectief plaatsen en meer voorbeelden aanhalen waarbij de vaardigheid chemisch rekenen naar voren komt.



Figuur 6: De drie facetten bij de verdiepingsfase

Het werken met het concept van viervlakchemie houdt dus in dat er vier verschillende fasen zijn waarbij van de facetten chemie, context, docent en leerling er elke keer drie met elkaar naar de voorgrond treden. Het concept is schematisch weergegeven in schema 1.



Schema 1: Een weergave van de opbouw van 'Chemie tussen context en concept' in de vier verschillende fasen

3.3 Rollen binnen het werken in groepen en het logboek

Voor het werken in groepen is het van belang dat elke leerling een taak binnen zijn groep heeft. Tijdens het uitvoeren van deze module zijn vier verschillende personages gespecificeerd: voorzitter, tijdbewaker, materiaalchef en vragensteller. Een leerling heeft deze rol gedurende één les en zal de volgende les een andere rol hebben. Deze rollen worden de eerste les met behulp van een powerpoint presentatie uitgelegd en zullen ook hier kort worden uitgelegd:

Chef: Draagt zorg voor het verloop van de les.

- Opent de les met te kijken of iedereen zijn rol weet
- Is verantwoordelijk voor de algemene gang van zaken
- Houdt iedereen aan zijn taken en vult het logboek (bijlage XVI) in

Tijdbewaker: Houdt de tijd in de gaten.

- Dit is vooral van belang bij practica, zodat de leerlingen op tijd het materiaal en chemicaliën opruimen.
- Zorgt dat de groep zich houdt aan afgesproken tijden

Materiaalchef: Is verantwoordelijk voor al het materiaal.

- Verzorgt ook contact met de TOA (en eventueel docent over materialen).

Vragensteller: Is verantwoordelijk voor het contact met de docent (docent zal alleen op vragen van de vragensteller ingaan nadat deze in de groep besproken zijn).

Er is een logboek ontworpen, dit is te vinden in bijlage XVI. In het logboek kunnen de leerlingen bijhouden, welke leerling welke taak heeft. Er wordt genoteerd wie er afwezig is en welke vorderingen gemaakt zijn in de les. Verder is er in het logboek ruimte gemaakt voor algemene en individuele opmerkingen van de leerlingen. Het logboek wordt elke les door de voorzitter afgehaald en ingeleverd bij de docent.

Literatuur

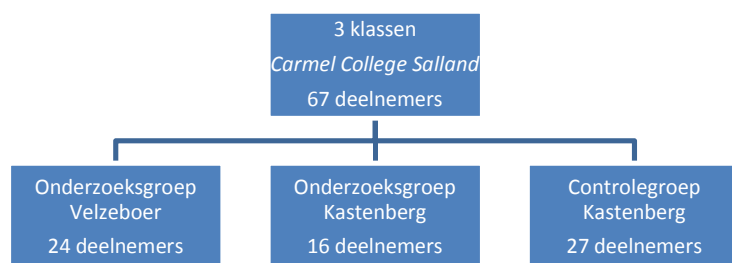
- Driessen, H.P.W., Meinema, H.A. (2003). *Chemie tussen Context en Concept, ontwerpen voor vernieuwing*. Enschede: SLO.
- Mahaffy, P., Chemistry Education and Research and Practice, 2004, Vol. 5, No. 3, pp. 229-245
- Apotheker, J.H. (2004), ChiK in Groningen. *NVOX*, 29(5), 242-245.
- Ilka Parchmann; Cornelia Gräsel; Anja Baer; Peter Nentwig; Reinhard Demuth; Bernd Ralle the ChiK Project Group International Journal of Science Education, 1464-5289, Volume 28, Issue 9, 2006, p. 1041 – 1062
- Apotheker, J.H., Keij M. (2004). Verbandingen 'Gidsmodule Viervlakschemie onderwijs'. Groningen: Rijksuniversiteit Groningen

Hoofdstuk 4 Methoden

Het onderzoek is uitgevoerd in de laatste paar weken van het schooljaar 2008-2009 op de christelijke scholengemeenschap *Reggesteyn* te Nijverdal en op het katholieke *Carmel College Salland* te Raalte. In dit hoofdstuk worden, per school, eerst de onderzoeksgroepen besproken en vervolgens zal, eveneens per school, besproken worden welke instrumenten voor het onderzoek gebruikt zijn.

4.1 Onderzoeksgroepen

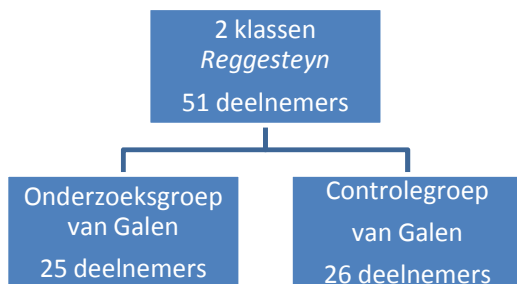
Aan dit onderzoek namen drie 4 VWO klassen van het *Carmel College Salland* deel, zie schema 2. Van deze drie klassen hebben twee klassen gewerkt met de nieuw ontworpen module. Deze klassen werden onderwezen door mevrouw Velzeboer (24 deelnemers) en meneer Kastenbergh (16 deelnemers). Daarnaast was er een controlegroep die het vervangen hoofdstuk doorgewerkt heeft in plaats van de nieuw ontworpen module. Op deze manier kon worden vastgesteld of het werken met de module het beeld van leerlingen over de rol van scheikunde in de maatschappij anders heeft veranderd, dan het beeld van de leerlingen in de controlegroepen was veranderd. Beide groepen hebben aan het eind een afsluitende toets gemaakt en zodoende konden de resultaten van beide manieren van werken met elkaar vergeleken worden. Deze controlegroep kreeg les van meneer Kastenbergh (27 deelnemers). De leerlingen uit de onderzoeksgroepen hebben in groepen aan de module gewerkt. Deze groepen zijn zowel bij mevrouw Velzeboer als bij meneer Kastenbergh door de leerlingen zelf samengesteld.



Schema 2: Opbouw van de deelnemende klassen op het Carmel College Salland

Op *Reggesteyn* namen twee klassen deel aan dit onderzoek, zie schema 3. Deze groepen werden beide onderwezen door mevrouw van Galen. Eén klas (25 deelnemers) heeft gewerkt met de nieuw ontworpen module, de andere klas (26 deelnemers) heeft gewerkt met het vervangen hoofdstuk in het boek. Vanzelfsprekend was ook hier het doel om de verschillen tussen beide groepen wat betreft leeropbrengst en de verschillen wat betreft het beeld van leerlingen over de rol van scheikunde in de maatschappij vast te stellen.

De leerlingen uit de onderzoeksgroepen hebben in groepen aan de module gewerkt. Deze groepen zijn samengesteld op basis van resultaten: de leerling met het hoogste gemiddelde is in groep 1 geplaatst, de leerling met het daarna hoogste gemiddelde in groep 2 en zo verder tot en met groep 6. Vervolgens is de leerling met het daarna hoogste gemiddeld ook in groep 6 geplaatst, de volgende in groep 5 enzovoorts. Zo ontstonden vijf groepen van vier en één groep van vijf leerlingen, die ongeveer gelijkwaardig waren qua niveau.



Schema 3: Opbouw van de deelnemende klassen op Reggesteyn

4.2 Onderzoeksinstrumenten

Op beide scholen zijn verschillende onderzoeksinstrumenten ingezet om de opbrengsten van de module te bepalen. Hieronder worden allereerst de instrumenten die gebruikt zijn op het *Carmel College Salland* besproken, daarna de instrumenten die gebruikt zijn op *Reggesteyn*.

4.2.1 Carmel College Salland

Het doel van de module is zorgen voor een beeldverandering bij leerlingen wat betreft de rol van scheikunde in de maatschappij. Als men een verandering in dit beeld wil meten, dan zal er een pretest moeten worden gehouden en na het werken met de module weer een test. Er is een enquête opgesteld aan de hand uitspraken van leerlingen die vlak voor hun eindexamen zaten. Ongeveer 50 leerlingen uit 5 Havo (*Reggesteyn*) zijn gevraagd om anoniem hun mening over het vak scheikunde en de gebruikte leer methode op papier te zetten. Uit deze uitspraken is een selectie gemaakt van uitspraken die betrekking hebben op onder andere de maatschappelijke relevantie van het vak, de manier van stof aanbieden en de rol van practica. Deze stellingen vormden de enquête en zijn ter controle aangeboden aan meneer Coenders van ELAN.

Alle deelnemende leerlingen (uit zowel de onderzoeksgroepen als de controlegroepen) zijn gevraagd de enquête (zie bijlage III) in te vullen voordat gestart werd met de module respectievelijk het hoofdstuk. Zij moesten daarbij de stellingen beoordelen met 1 (helemaal mee oneens) tot 5 (helemaal mee eens). Nadat alle deelnemers de afsluitende toets hadden gemaakt, hebben de deelnemers dezelfde enquête opnieuw ingevuld. Daarna is met behulp van een t-toets nagegaan of er een significante verandering in hun mening is opgetreden. Wanneer een meningsverandering die is opgetreden bij de onderzoeksgroep, niet is opgetreden bij de controlegroep, kan gesteld worden dat het werken met de nieuw ontworpen module hier de oorzaak van is geweest.

Bij de t-toets is gekozen voor een 2-zijdige toets met gelijke varianties. Indien de uitkomst lager is dan 0,05 (twee keer de standaardafwijking) kan gesteld worden dat er een significante verandering is opgetreden.

Daarnaast zijn de leeropbrengsten bepaald door beide groepen aan het eind dezelfde toets te laten maken. Bij het samenstellen van de toetsvragen is geprobeerd deze toets goed te laten aansluiten bij zowel de module als het hoofdstuk uit het boek, zodat de gebruikelijke drie-eenheid doel-onderwijs-evaluatie voor beide groepen aanwezig was. Deze toets is te vinden in bijlage VII.

Tijdens het uitvoeren van de module zijn er geluidsfragmenten van drie groepen leerlingen gemaakt: één met een cassetterecorder, één met laptop en microfoon en één groep werd opgenomen met behulp van een videocamera in een aparte ruimte. Doordat de kwaliteit van de fragmenten die

waren opgenomen met een cassette recorder en laptop niet goed waren, zijn alleen de filmfragmenten van één groepje bestaande uit vijf leerlingen gebruikt. Aan de hand van deze informatie is bekeken welke Van Hiele niveaus deze leerlingen hebben gehaald. Er is aan de hand van deze opnamen geanalyseerd *wanneer* en *waardoor* er een niveausprong bij een leerling heeft plaats gevonden. Er moet hierbij gezegd worden dat een leerling niet automatisch een volgende les hetzelfde niveau of een niveau hoger zit. Dit komt doordat er vaak in een volgende les een nieuw stuk theorie wordt behandeld/geleerd, waarbij een leerling dus eerst weer op het laagste niveau zit.

De drie verschillende niveaus die de leerlingen kunnen bereiken met het chemisch rekenen zijn door ons ingedeeld en ter beoordeling voorgelegd aan meneer Coenders van ELAN. Deze niveaus zijn schematisch weergegeven in figuur 3. Het zijn de volgende niveaus:

Grondniveau: visueel niveau → leerling ziet het probleem

Eerste niveau: beschrijvend niveau → leerling kan het probleem met hulp oplossen

Tweede niveau: theoretisch niveau → leerling kan het probleem zelfstandig oplossen

Onder zelfstandig oplossen wordt hierbij verstaan: zonder hulp van anderen, maar eventueel met hulp van aantekeningen. Onder met hulp oplossen wordt hierbij verstaan: met kleine aanwijzingen van anderen.

Bovendien is door middel van de enquête in bijlage IV geëvalueerd wat de mening van de leerlingen over de module is. Deze enquête is opgesteld door meneer Kastenbergh en is bedoeld om een duidelijk beeld te krijgen op welke punten de module verbeterd zou moeten worden en of de leerlingen het prettig vonden om met de module te werken.

Tijdens het uitvoeren van de module hebben de leerlingen met een logboek gewerkt, waarop algemene en individuele opmerkingen geschreven konden worden. Met behulp van dit logboek kon vervolgens gecontroleerd worden wat de leerlingen aangenaam of juist vervelend vonden van de net gehouden les. Hierin mochten ze ook opmerkingen maken over de module.

In tabel 2 is weergegeven, welk instrument gebruikt is voor welke onderzoeksvraag.

Tabel 2: Overzicht van de gebruikte instrumenten op het Carmel College Salland per onderzoeksvraag

Onderzoeksvraag	Instrument
Leidt de nieuw ontworpen module tot meer inzicht in de maatschappelijke relevantie van chemie en betere stofbeheersing bij leerlingen, vergeleken met leerlingen die de stof via de reguliere methode leren?	Inzicht in de maatschappelijke relevantie: Enquête bijlage III
	Stofbeheersing: Toets bijlage VII
Op welke momenten in het werken met de nieuwe module vindt een sprong in het denkniveau plaats en waar wordt deze sprong door veroorzaakt?	Geluids- en video-opnames Geluidsopnamen helaas niet bruikbaar door slechte kwaliteit.
Vinden vwo-4 leerlingen het prettig om te werken aan de nieuwe module, die past binnen het nieuwe scheikunde onderwijs	Enquête bijlage IV, logboek

4.2.2 Reggesteyn

Op Reggesteyn is middels een soortgelijk enquête als op het *Carmel College Salland* bepaald of er een beeldverandering bij leerlingen wat betreft de rol van scheikunde in de maatschappij is opgetreden. Deze enquête (zie bijlage V) is op dezelfde manier samengesteld en uitgewerkt als op het *Carmel College Salland*, en bevat ook dezelfde stellingen als op het *Carmel College Salland*, plus vier extra stellingen.

Bovendien is er een enquête afgenomen op *Reggesteyn* over het werken in groepen. De stellingen van deze enquête zijn opgesteld door mevrouw van Galen en gecontroleerd door meneer Coenders van ELAN. Deze enquête is, samen met bovenstaande enquête, in beide groepen zowel vooraf als naderhand afgenomen. Ook deze enquête is gescoord middels een 2-zijdige t-toets met gelijke varianties. Deze enquête is te vinden in bijlage VI.

Er is dus gekeken of de onderzoeksgroep, na het werken in groepen aan de module, een andere mening heeft over groepswork dan voor die tijd. Ter vergelijking is gekeken naar de controlegroep, of hier dezelfde verandering is opgetreden.

Wanneer een meningsverandering die is opgetreden bij de onderzoeksgroep, niet is opgetreden bij de controlegroep, kan gesteld worden dat het werken met de nieuw ontworpen module hier de oorzaak van is geweest.

De leeropbrengsten zijn op *Reggesteyn* aan de hand van dezelfde toets als op het *Carmel College Salland* bepaald.

Tijdens het uitvoeren van de module zijn op *Reggesteyn* geluidsopnames gemaakt van twee groepen om te kijken welke Van Hiele niveaus deze leerlingen hebben gehaald. Helaas was de kwaliteit van deze opnames dusdanig slecht, dat deze in het onderzoek verder niet gebruikt zijn.

Nadat de leerlingen met de module hadden gewerkt en de toets hadden gemaakt, zijn twee leerlingen geïnterviewd over de module en het groepswork. Deze leerlingen zijn geloot uit de betreffende klas en dus willekeurig gekozen met als restrictie dat ze uit verschillende groepjes moeten komen.

Tenslotte is, net als op het *Carmel College Salland*, door middel van de enquête in bijlage IV geëvalueerd wat de mening van de leerlingen over de module is, zodat verbeterpunten voor de module in kaart gebracht konden worden en bepaald kon worden of de leerlingen met plezier aan de module gewerkt hebben.

Tijdens het uitvoeren van de module hebben de leerlingen met een logboek gewerkt, waarop algemene en individuele opmerkingen geschreven konden worden. Met behulp van dit logboek kon vervolgens gecontroleerd worden wat de leerlingen aangenaam of juist vervelend vonden van de net gehouden les. Hierin mochten ze ook opmerkingen maken over de module.

In tabel 3 is weergegeven, welk instrument gebruikt is voor welke onderzoeksvraag.

Tabel 3: Overzicht welke instrumenten gebruikt zijn voor de verschillende onderzoeksvragen op Reggesteyn

Onderzoeksvraag	Instrument
Leidt de nieuw ontworpen module tot meer inzicht in de maatschappelijke relevantie van chemie en betere stofbeheersing bij leerlingen, vergeleken met leerlingen die de stof via de reguliere methode leren?	Inzicht in de maatschappelijke relevantie: Enquête bijlage V en interviews
	Stofbeheersing: Toets bijlage VII
Op welke momenten in het werken met de nieuwe module vindt een sprong in het denkniveau plaats en waar wordt deze sprong door veroorzaakt?	Geluidsopnames, helaas niet bruikbaar
Vinden 4 vwo leerlingen het prettig om te werken aan de nieuwe module, die past binnen het nieuwe scheikunde onderwijs	Enquête bijlage IV, enquête bijlage VI en interviews, logboek

Hoofdstuk 5 Resultaten

5.1 Maatschappelijke relevantie

Carmel College Salland

De enquête in bijlage III is voorafgaand aan het werken met de module respectievelijk hoofdstuk 7 in het boek Pulsar Chemie afgenomen bij alle leerlingen die deelnamen aan het onderzoek. Na afloop is deze enquête nogmaals ingevuld. In bijlage VIII zijn de resultaten van deze enquête te vinden. Per stelling is op de eerste regel weergegeven welke score (1 is helemaal mee oneens, 5 is helemaal mee eens) iedere afzonderlijke leerling vooraf heeft gegeven, met de gemiddelde score aan het eind. Op de tweede regel is weergegeven welke score iedere afzonderlijke leerling die in de controlegroep zat achteraf heeft gegeven, ook weer met de gemiddelde score. Als laatste staat op deze regel het resultaat van de 2-zijdige t-toets met gelijke varianties, waarbij de resultaten vooraf en achteraf vergeleken zijn.

Op de derde regel is weergegeven welke score iedere afzonderlijke leerling die in de onderzoeksgroep zat achteraf heeft gegeven, ook weer met de gemiddelde score. Als laatste staat op deze regel het resultaat van de 2-zijdige t-toets met gelijke varianties, waarbij de resultaten vooraf en achteraf vergeleken zijn.

Indien de score van de t-toets kleiner is dan 0,05 is een significante verandering opgetreden. Uit de scores in bijlage VIII blijken de volgende verschillen in meningsverandering tussen controlegroep en onderzoeksgroep:

- “Scheikunde is alleen leuk als we proefjes doen”
De groep die met het boek gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met de module gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.
- “Iedereen heeft dagelijks met de toepassingen van scheikunde te maken”
De groep die met de module gewerkt heeft, is het hier na afloop significant meer mee eens dan aan het begin. De groep die met het boek gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.
- “Ik kan makkelijk 5 voorbeelden noemen van producten waar scheikunde in zit”
De groep die met de module gewerkt heeft, is het hier na afloop significant meer mee eens dan aan het begin. De groep die met het boek gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.
- “De manier waarop de stof bij scheikunde behandeld wordt is duidelijk”
De groep die met de module gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met het boek gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.
- “Door de practica die we bij scheikunde doen snap ik het vak beter”
De groep die met het boek gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met de module gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.

De veranderingen bij de tweede en derde stelling hebben betrekking op het maatschappelijk belang van scheikunde, de andere uitspraken hebben betrekking op de practica en wijze van behandelen van de stof en zullen daarom in 5.4: werken in groepen en werken met de module besproken worden.

De enquête in bijlage V is voorafgaand aan het werken met de module respectievelijk hoofdstuk 7 in het boek Pulsar Chemie afgenomen bij alle leerlingen die deelnamen aan het onderzoek. Na afloop is deze enquête nogmaals ingevuld. In bijlage IX zijn de resultaten van deze enquête te vinden. Per stelling is op de eerste regel weergegeven welke score (1 is helemaal mee oneens, 5 is helemaal mee eens) iedere afzonderlijke leerling uit de onderzoeksgroep vooraf heeft gegeven, met de gemiddelde score aan het eind. Op de tweede regel is weergegeven welke score deze leerlingen achteraf hebben gegeven, ook weer met de gemiddelde score. Als laatste staat op deze regel het resultaat van de 2-zijdige t-toets met gelijke varianties, waarbij de resultaten vooraf en achteraf vergeleken zijn. Op de derde regel en vierde regel is hetzelfde gedaan voor de leerlingen in de controlegroep.

Indien de score van de t-toets kleiner is dan 0,05, is een significante verandering opgetreden. Uit de scores in bijlage IX blijkt dat op *Reggesteyn* slechts bij één stelling een significante verandering opgetreden:

“Tijdens de scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren”

De groep die met de module gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met het boek gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.

In de interviews is met twee leerlingen van *Reggesteyn*, Remco en Ruth, gesproken over het inzicht in de maatschappelijke relevantie van het vak scheikunde. Deze interviews zijn weergegeven in bijlage X. Remco gaf aan nooit over het nut van het vak scheikunde nagedacht te hebben, en nu door de module beter een beeld te hebben van wat je met scheikunde kunt doen. Ruth zei dat het voor haar geen invloed had gehad. Zij leest altijd alle bronnen in het boek en had zodoende vooraf al een breed beeld over de toepassingen van scheikunde. Zij gaf aan dat veel medeleerlingen de delen die niet voor de toets geleerd hoeven te worden (veelal de extra bronnen over toepassingen) overslaan en dat het dus voor anderen wel zinvol was om meer vanuit de praktijk te werken.

5.2 Stofbeheersing

Carmel College Salland

De toets (bijlage VII) is afgenomen in alle drie klassen. Van elke klas is het gemiddelde van het toetsresultaat berekend om te vergelijken of er misschien betere resultaten zijn gehaald door de onderzoeksgroepen. In tabel 4 is te zien dat de onderzoeksgroepen juist lager scoorden. De leerlingen in de onderzoeksgroep van mevrouw Velzeboer scoorden gemiddeld een 5,1 en de leerlingen uit de onderzoeksgroep van meneer Kastenbergen een 5,5. Dit terwijl de leerlingen uit de controlegroep gemiddeld een 6,4 scoorden. Deze verschillen kunnen veroorzaakt zijn door de kwaliteit van de module, maar ook door het niveau van de leerlingen. Om te bepalen of het niveau van de leerlingen veel verschilde, is er gekeken naar de jaargemiddeldes van iedere groep. De controlegroep scoorde op de toets slechts gemiddeld 0,7 punten lager dan het jaargemiddelde, terwijl de leerlingen uit de onderzoeksgroepen respectievelijk 1,7 en 0,9 punten lager scoorden. Gemiddeld genomen (gewogen naar het aantal leerlingen) is dat voor de gehele onderzoeksgroep 1,4 punten lager.

Tabel 4: De behaalde resultaten van de toets op het *Carmel College Salland*

	Gemiddeld toetsresultaat	Gemiddeld jaargemiddelde
Onderzoeksgroep Velzenboer (24 leerlingen)	5,1	6,8
Onderzoeksgroep Kastenbergh (16 leerlingen)	5,5	6,4
Controlegroep Kastenbergh (27 leerlingen)	6,4	7,1

Reggesteyn

De toets (bijlage VII) is afgenomen in beide klassen. Van elke klas is het gemiddelde van het toetsresultaat berekend om te vergelijken of er misschien betere resultaten zijn gehaald door de onderzoeksgroep. In tabel 5 is te zien dat de onderzoeksgroep juist lager scoorde. De leerlingen in de onderzoeksgroep scoorden gemiddeld een 5,6 terwijl de leerlingen uit de controlegroep gemiddeld een 6,8 scoorden. Deze verschillen kunnen veroorzaakt zijn door de kwaliteit van de module, maar ook door het niveau van de leerlingen. Om te bepalen of het niveau van de leerlingen veel verschilde, is er gekeken naar de jaargemiddeldes van iedere groep. De controlegroep scoorde op de toets gemiddeld slechts 0,2 punten lager dan het jaargemiddelde, terwijl de leerlingen uit de onderzoeksgroep 1,3 punten lager scoorden.

Tabel 5: De behaalde resultaten van de toets op *Reggesteyn*

	Gemiddeld toetsresultaat	Gemiddeld jaargemiddelde
Onderzoeksgroep (25 leerlingen)	5,6	6,9
Controlegroep (26 leerlingen)	6,8	7,0

5.3 Abstractieniveaus

Carmel College Salland

In bijlage XI zijn de protocollen van de filmfragmenten, die gebruikt zijn om niveausprongen vast te stellen, weergegeven. Uit deze protocollen zijn fragmenten geselecteerd waarbij duidelijk een niveau sprong heeft plaatsgevonden.

Les 1:

De leerlingen zijn deze les samen aan het stoeien geweest met opgave 2. Dit is een opgave die ze eigenlijk al moeten kunnen, omdat het herhalingsstof is. Echter met elkaar lukt het niet om de opgave uit te werken en net aan het eind van de les geef ik de leerlingen een tip om de opgave aan te pakken.

Tabel 6: Bepaling bepaalde niveaus tijdens les 1

Leerling	Tijd	Begin niveau	Eind niveau	Argumentatie
1-5		0	0	De leerlingen kunnen deze les de opgaven nog niet maken, zelfs niet met hulp van elkaar

Les 2:

Het is duidelijk dat leerling 2 een sprong heeft gemaakt. Zij komt de les binnen en geeft aan dat ze opgave 2 heeft gemaakt (waarschijnlijk met de tip van de docent of het boek), waardoor zij dus het eerste niveau bezit. Bovendien heeft zij al het niveau om de opgaven 3a en 3b zelfstandig te maken, dus voor die opgave bezit zij het tweede niveau. Hierbij gaan wij er van uit, dat zij hierbij geen hulp heeft gehad van anderen, wat door het thuis werken niet te controleren is. Mocht deze veronderstelling onjuist zijn, zit zij hier op het eerste niveau.

Tabel 7: Bepaling bepaalde niveaus tijdens les 2

Leerling	Tijd	Begin niveau	Eind niveau	Argumentatie
1	16-18	0	2	Het blijkt uit het fragment dat zij zelf tot het goede antwoord is gekomen
2	0-5	0	1	Zij heeft met de tip opgave 2 gemaakt.
	0-5	0	2	Thuis is zij erin geslaagd om opgave 3a en 3b zelf te maken.
3	16-18	0	2	Zij komt met een antwoord, zonder dat zij vragen stelt. Het antwoord blijkt goed te zijn

Les 3 en 4:

Tijdens de lessen 3 en 4 hebben leerlingen weinig met elkaar overlegd. Dit komt omdat er vanaf deze lessen een uitwerkingsblad voor de leerlingen beschikbaar was. Dit videofragmenten werden op tijd bekeken, zodat voor de volgende lessen afgesproken werd dat de leerlingen de opgaven probeerden hardop te maken.

Les 5:

Om te controleren of de leerlingen de stof redelijk beheersen heb ik de leerlingen deze les 2 oefenopgaven gegeven. Om het fragment beter te kunnen volgen zijn de opgaven hieronder weergegeven:

- 1: Bereken hoeveel mL zuurstof ontstaat als in 50 mL mondspoelmiddel 3% H₂O₂ zit
 $2 \text{ H}_2\text{O}_2 \rightarrow 2 \text{ H}_2\text{O} + \text{O}_2$
 $\rho_{\text{waterstofperoxide}} = 0,88 \text{ g/mL}$
- 2: 1,2 gram tandpasta die bevat 25 % CaCO₃ en daar doen we zoutzuur bij
 $2\text{H}^+ + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
Hoeveel mL koolstofdioxide ontstaat er?

Aan het begin van deze les heeft leerling 1 niveau 2 en hebben leerlingen 2-5 niveau 1. Uit de fragmenten blijkt dat leerling 1 niets vraagt maar juist aanwijzingen geeft. Dit blijkt uit de volgende citaten van leerling 1:

- 2 'we moeten eerst weten hoeveel H₂O₂ je hebt en dat is 1,5 mL, want dan doe je 50 gedeeld door 100 en dan keer 3'
- 4 'hier staat dat je dan eerst moet weten hoeveel mol zuurstof er is dus je moet van mL naar mol'

- 10 'ja die heb je zo nodig anders klopt het niet met die verhouding'
 13 'de molverhouding $\text{H}_2\text{O}_2 : \text{O}_2 = 2 : 1$ '
 17 'dat moet je dan keer die 24 doen en dan delen door 1000'

Dat de rest van de leerlingen niveau 1 heeft is geconcludeerd uit het feit dat deze leerlingen met behulp van elkaar en leerling 1 de opgave kunnen maken.

Verder hebben de leerlingen 2,3 en 4 een hoger niveau gehaald, door deze opgave te maken. Dit is te merken aan de manier waarop deze leerlingen de volgende opgave maken. De tweede opgave maken de leerlingen in 7 minuten in tegenstelling tot opgave 1 waar de leerlingen 20 minuten nodig hebben. Dit houdt in dat er veel minder overleg nodig is, anders was dat niet te realiseren in de tijdsduur. Verder kan geconstateerd worden dat leerling 5 in niveau 1 blijft hangen. Zij heeft nog steeds de hulp van de andere leerlingen nodig, wat blijkt uit de houding die zij vertoont op de fragmenten en haar uitspraken:

- 32 'waar zijn we nu? En wat gaan we doen?'
 'hoe gaan we dat doen'

Tabel 5: Niveaus van de leerlingen tijdens les 5

Leerling	Begin niveau	Eind niveau
1	2	2
2	1	2
3	1	2
4	1	2
5	1	1

Les 6:

Om nogmaals te controleren of de leerlingen de stof redelijk beheersen heb ik de leerlingen deze les oefenopgaven gegeven waarvan zij geen uitwerkingen hebben. Om het fragment beter te kunnen volgen is de opgave hieronder weergegeven:

- De lucht die je inademt, bevat 21,0 volumeprocent zuurstof. De zuurstof die je op deze manier binnenkrijgt, is nodig om de glucose in jouw lichaam te verbranden. Van deze hoeveelheid zuurstof adem je tweederde deel weer ongebruikt uit. Koolstofdioxide en waterdamp die hierbij ontstaan adem je ook uit. Als je 's nachts 8 uur slaapt en regelmatig ademhaalt, adem je in totaal $3,6 \times 10^3 \text{ dm}^3$ lucht in. $V_m = 24,0 \text{ dm}^3/\text{mol}$.
- Geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van glucose.
 - Bereken hoeveel dm^3 zuurstof je tijdens één nacht slapen verbruikt.
 - Bereken hoeveel gram je tijdens één nacht rustig slapen aan lichaamsgewicht verliest.

Gelukkig hebben de leerlingen voor opgave a en b allemaal niveau 2. Er wordt niet door hen overlegd hoe ze het aanmoeten pakken, alleen de antwoorden worden met elkaar vergeleken, wat blijkt uit minuut 7 voor vraag a:

- leerling 5 'is het $\text{C}_6\text{H}_{12}\text{O}_6 + 6 \text{ O}_2 \rightarrow 6\text{CO}_2 + 6 \text{ H}_2\text{O}$?'
 leerling 1-4 'ja dat heb ik ook'

En voor vraag b uit minuut 12:

- leerling 3: '252'

Op dit antwoord van leerling 3, protesteren de andere leerlingen niet, waaruit kan worden opgemaakt dat zij hetzelfde antwoord hebben berekend. De leerlingen moeten voor deze twee opgaven (a en b) ook dit niveau hebben, omdat het derde klas leerstof is.

Tijdens het maken van opgave c, valt het op dat alleen leerling 5 vragen stelt en dat zij minder zelfstandig werkt dan de andere leerlingen. Deze leerling wacht meer af en twijfelt waardoor zij veel vragen aan haar medeleerlingen stelt, wat blijkt uit de volgende vragen:

- 15 'wacht even, je rekent de glucose naar mol om?'
 19 'ik kom op 10,5 mol klopt dat?'
 20 'wat doen we nu?'

Daarom kan geconcludeerd worden dat leerlingen 1-4 aan het begin en eind van de les niveau 2 hebben en dat leerling 1 aan het begin van de les niveau 1 heeft en aan het eind waarschijnlijk niveau 2, maar dat zou eigenlijk gecontroleerd moeten worden met een extra opgave.

Tabel 6: Niveaus van de leerlingen tijdens les 6

Leerling	Begin niveau	Eind niveau
1	2	2
2	2	2
3	2	2
4	2	2
5	1	2

Uit de videofragmenten blijkt dus dat er een niveausprong bij een leerling kan plaatsvinden, als er een aanwijzing door een andere leerling gegeven wordt. Om een niveausprong aan te tonen zou de leerling ter controle nog een soortgelijke opgave moeten maken dat de leerling nu de vaardigheden van het zelfstandig oplossen bezit. Helaas is dat tijdens dit onderzoek niet gedaan.

Reggesteyn

Helaas zijn de bandopnames die gemaakt zijn in de lessen op Reggesteyn dusdanig slecht verstaanbaar dat deze niet gebruikt konden worden voor het onderzoek.

5.4 Werken in groepen en werken met de module

Carmel College Salland

Op het *Carmel College Salland* is ter evaluatie van de nieuw ontworpen module door de leerlingen een enquête ingevuld over de module. Deze enquête is te vinden in bijlage IV en de resultaten van deze enquête staan in bijlage XII.

De leerlingen geven aan dat ze met plezier aan de module gewerkt hebben.

Verder kan uit deze enquête kan opgemerkt worden dat de leerlingen de opgaven nogal moeilijk vonden, terwijl de tekst niet te moeilijk geschreven was. Ook in de logboeken werd vaak genoteerd dat de opgaven lastig waren. De hoeveelheid tijd die ter beschikking stond voor de module wordt als voldoende ervaren (niet te veel, niet te weinig) en de module was overzichtelijk. De kenniskaarten worden met een onvoldoende beoordeeld.

In zijn geheel wordt de module met een onvoldoende beoordeeld. Gezien de andere antwoorden in de enquête zal dit in het te hoge niveau van de opgaven zitten, gecombineerd met de kwaliteit van de kenniskaarten.

In 5.1 is reeds opgemerkt dat de leerlingen op het *Carmel College Salland* over een aantal stellingen na het uitvoeren van de module een andere mening hadden dan vooraf. Daartussen zaten ook een paar stellingen die betrekking hebben op het werken in de les. Dat zijn onderstaande stellingen:

- “Scheikunde is alleen leuk als we proefjes doen”
De groep die met het boek gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met de module gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.
- “De manier waarop de stof bij scheikunde behandeld wordt is duidelijk”
De groep die met de module gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met het boek gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.
- “Door de practica die we bij scheikunde doen snap ik het vak beter”
De groep die met het boek gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan

aan het begin. De groep die met de module gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.

Reggesteyn

Ter evaluatie van de nieuw ontworpen module hebben de leerlingen een enquête ingevuld over de module. Deze enquête is te vinden in bijlage IV en de resultaten van deze enquête staan in bijlage XIII.

Belangrijk om als eerste op te merken is, dat de leerlingen niet met plezier aan de module gewerkt hebben.

Verder kan uit deze enquête opgemerkt worden dat de leerlingen de opgaven nogal moeilijk vonden, terwijl de tekst niet te moeilijk geschreven was. Ook in de logboek werd vaak genoteerd dat de opgaven (te) moeilijk. Het boekje werd als onoverzichtelijk ervaren. De hoeveelheid tijd die ter beschikking stond voor de module wordt als voldoende ervaren (niet te veel, niet te weinig). De kenniskaarten worden positief gewaardeerd door de leerlingen. In zijn geheel wordt de module met een onvoldoende beoordeeld. Gezien de andere antwoorden zal dit in het te hoge niveau van de opgaven zitten, gecombineerd met de slechte overzichtelijkheid.

In de interviews die afgenomen zijn met Remco en Ruth (bijlage X) zeggen beide leerlingen dat ze de experimenten goed vinden. Ook zeggen ze beide dat ze de opgaven moeilijk vinden, dat we moeten beginnen met makkelijkere opgaven. Verder noemen ze als verbeterpunten voor de module: fouten verbeteren (als je deze module wilt gebruiken: zie bijlage XV), moeilijkere voorbeelden in de kenniskaarten opnemen en de inleiding verbeteren: bijvoorbeeld een fragment van CSI laten zien.

Op *Reggesteyn* is in beide groepen een enquête afgenomen over groepswork: vinden leerlingen het prettig om in groepen samen de stof te ontdekken. Deze enquête is te vinden in bijlage VI, de resultaten van deze enquête staan in bijlage XIV. De werkwijze van verwerken van deze enquête is geheel identiek geweest aan de werkwijze van het verwerken van de enquêtes over de maatschappelijke relevantie van het vak scheikunde (zie 5.1 onder het kopje *Reggesteyn*).

Er is dus gekeken of de onderzoeksgroep, na het werken in groepen aan de module, een andere mening heeft over groepswork dan voor die tijd. Ter vergelijking is gekeken naar de controlegroep, of hier dezelfde verandering is opgetreden. Opmerkelijk is dat ook bij de controlegroep de mening over groepswork veranderd is, terwijl deze leerlingen bij scheikunde niet in groepen gewerkt hebben. Waarschijnlijk is er bij andere vakken groepswork geweest, waardoor deze meningsverandering is opgetreden. Hieronder volgen daarom alleen de verschillen tussen vooraf en achteraf die slechts bij één van de groepen zijn opgetreden, omdat er dan blijkbaar een verschil is ontstaan door het al dan niet werken volgens de module.

- “Ik vind groepswork een prettige manier van leren”
De groep die met het boek gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met de module gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd. Aangezien beide groepen bij de overige vakken op dezelfde manier les gehad hebben, kan verondersteld worden dat de wijze van werken bij scheikunde deze meningsverandering tegengehouden heeft.

- “Als je zelf dingen ontdekt, leer je daar meer van dan als een leraar het vertelt”
De groep die met de module gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met het boek gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.
- “Ik denk dat ik hogere cijfers kan halen als ik met een groepje zelf uitzoek hoe de stof in elkaar zit, dan als ik het uit het boek moet leren”
De groep die met de module gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met het boek gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.
- “Ik denk dat ik gemotiveerder ben als ik met een groepje zelf uitzoek hoe de stof in elkaar zit, dan als ik het uit het boek moet leren”
De groep die met de module gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met het boek gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.
- “Met mijn buur in de klas samenwerken vind ik wel fijn, maar in een grotere groep niet”
De groep die met het boek gewerkt heeft, is het hier na afloop significant meer mee eens dan aan het begin. De groep die met de module gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd. Aangezien beide groepen bij de overige vakken op dezelfde manier les gehad hebben, kan verondersteld worden dat de wijze van werken bij scheikunde deze meningsverandering tegengehouden heeft.
- “Ik vind het prettig als iedereen een bepaalde rol krijgt bij het samenwerken in een groep”
De groep die met de module gewerkt heeft, is het hier na afloop significant minder mee eens dan aan het begin. De groep die met het boek gewerkt heeft is niet significant van mening veranderd.

In de interviews met Remco en Ruth (bijlage X), zeggen beide leerlingen liever op traditionele wijze les te krijgen, dan via de gevolgde methode. Zij hebben bij voorkeur elke les uitleg en huiswerk dat door de docent bepaald wordt.

6. Conclusies, discussie en aanbevelingen

6.1 Conclusies

Er stonden in dit onderzoek vier vragen centraal. **De eerste vraag was of de ontworpen module “Forensisch Onderzoek en Voedsel- en Warenautoriteit” leidt tot een beter inzicht in de maatschappelijke relevantie van chemie bij leerlingen.**

Op het *Carmel College Salland* blijkt uit de in 5.1 genoemde stellingen uit de enquête over het vak scheikunde (“Iedereen heeft dagelijks met de toepassingen van scheikunde te maken” en “Ik kan makkelijk 5 voorbeelden noemen van producten waar scheikunde in zit”) dat de leerlingen die gewerkt hebben met de module in vergelijking tot de controlegroep meer inzicht hebben verworven in de maatschappelijke relevantie. Dit blijkt uit het feit dat de leerlingen die met de module gewerkt hebben het na afloop meer eens zijn met deze stellingen dan vooraf, terwijl die verandering in de controlegroep niet is opgetreden.

Op *Reggesteyn* blijkt uit de resultaten van de enquête over scheikunde, met name de scoreverandering bij de stelling “Tijdens de scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren”, dat de module, door gebruik te maken van praktijktoepassingen, de leerlingen meer inzicht biedt in de maatschappelijke relevantie. De leerlingen gaven dit aan door het achteraf met genoemde stelling meer eens te zijn dan vooraf, terwijl deze verandering in de controlegroep niet opgetreden is.

Uit de afgenomen interviews blijkt op *Reggesteyn* ook dat de module heeft bijgedragen aan een beter inzicht in de maatschappelijke relevantie van het vak scheikunde. Remco gaf aan, dat voor hem het werken met de module het inzicht in de maatschappelijke relevantie vergrootte. Ruth gaf aan dat zij dat inzicht altijd al had, maar dat zij veronderstelde dat het voor haar klasgenoten wel een bijdrage had geleverd in het inzicht van de maatschappelijke relevantie van het vak scheikunde.

Op beide scholen is wat betreft deze onderzoeksvraag dus dezelfde conclusie getrokken: de ontworpen module “Forensisch Onderzoek en Voedsel- en Warenautoriteit” leidt tot een beter inzicht in de maatschappelijke relevantie van chemie bij leerlingen.

De volgende onderzoeksvraag was of de leerlingen die gewerkt hebben met de nieuwe module betere stofbeheersing zouden behalen dan de leerlingen die gewerkt hebben met de traditionele methode.

Op beide scholen blijkt uit de toetsresultaten dat in zowel de onderzoeksgroepen als de controlegroepen de leerlingen gemiddeld op de toets lager gescoord hebben dan hun gemiddelde eindcijfer van het schooljaar. De leerlingen die met de module hebben gewerkt, zitten echter veel verder onder hun eindcijfer dan de leerlingen die in de controlegroep zaten. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de controle-leerlingen zich de aangeboden stof (chemisch rekenen) beter eigen gemaakt hebben dan de module-leerlingen.

Ook wat deze onderzoeksvraag betreft zijn geen verschillen op te merken tussen beide scholen, en dus is de tweede conclusie: de ontworpen module “Forensisch Onderzoek en Voedsel- en Warenautoriteit” leidt niet tot een betere stofbeheersing.

De derde onderzoeksvraag was of er niveausprongen geconstateerd konden worden aan de hand van zelf ontworpen abstractieniveaus van Van Hiele.

Deze onderzoeksvraag is alleen op het *Carmel College Salland* beantwoord: aan de hand van videofragmenten zijn niveauverhogingen geconstateerd die werden behaald door kleine aanwijzingen van medeleerlingen. De docent heeft hieraan geen bijdrage geleverd, omdat deze groep leerlingen in een ander lokaal had plaatsgenomen om de kwaliteit van de videofragmenten te

vergroten. Op beide scholen zijn vragen van de toets door de een deel van de leerlingen uit de onderzoeksgroepen correct beantwoord. Dit houdt in dat deze leerlingen op niveau 2 zaten en dus één of twee niveausprongen hebben gemaakt.

De laatste onderzoeksvraag was of leerlingen het al dan niet positief ervaren om te werken met de nieuwe module. Het betreft hier de andere manier van stof aanbieden (vanuit de context) en de andere manier van werken (in groepen).

Op het *Carmel College Salland* zijn de leerlingen alleen bevraagd over het werken met de module, ofwel het aanbieden van stof vanuit de context. In de betreffende enquête geven de leerlingen aan dat ze met plezier hebben gewerkt aan de module. Toch wordt de module met een onvoldoende beoordeeld. Gezien de antwoorden in de enquête zal de oorzaak hiervan in het te hoge niveau van de opgaven zitten, gecombineerd met de kwaliteit van de kenniskaarten. In de enquête over het vak scheikunde zat de stelling “De manier waarop de stof bij scheikunde behandeld wordt is duidelijk”. Met deze stelling zijn de leerlingen het, na de uitvoering van de module, minder eens dan daarvoor. In de controlegroep is deze verandering niet opgetreden. Dit duidt op een gebrek aan duidelijkheid in de module. Wellicht hebben de leerlingen door de moeilijke opgaven de duidelijkheid gemist. In de enquête over het vak scheikunde zaten ook stellingen over practica bij scheikunde. Hierover was de module-groep na afloop positiever dan de controle-groep, wat bleek uit de stellingen: “Scheikunde is alleen leuk als we proefjes doen” en “Door de practica die we bij scheikunde doen snap ik het vak beter”. De leerlingen die met het boek hebben gewerkt, vonden de proeven minder leuk en zijn de stof ook niet beter gaan snappen door de experimenten, terwijl de leerlingen die met de module gewerkt hebben hier hun mening niet in negatieve zin bijgesteld hebben. Hieruit kan geconcludeerd worden dat de proeven in de module goed zijn geweest vergeleken met de proeven uit het boek.

De vierde conclusie voor het *Carmel College Salland* is dat de leerlingen kritische kanttekeningen geplaatst hebben bij de module, maar het werken vanuit de context wel als positief hebben ervaren. De practica zijn ook goed beoordeeld.

Op *Reggesteyn* zijn de leerlingen ondervraagd over het werken in groepen. Op de stellingen “Ik vind groepswork een prettige manier van leren” en “Met mijn buur in de klas samenwerken vind ik wel fijn, maar in een grotere groep niet” hebben de leerlingen in de controlegroep na afloop negatiever geantwoord dan vooraf. Dit is waarschijnlijk veroorzaakt door groepswork bij andere vakken.

Aangezien de leerlingen uit de onderzoeksgroep bij de andere vakken op dezelfde manier gewerkt hebben als de leerlingen uit de controlegroep, is bij hen dezelfde verandering te verwachten. Deze verandering is echter niet opgetreden: deze leerlingen denken nog hetzelfde over groepswork. Dus het negatieve effect van het groepswork bij andere vakken, is teniet gedaan door de wijze waarop bij scheikunde in groepen gewerkt is. Ofwel: bij scheikunde is het werken in groepen positief ervaren. Wat niet als positief ervaren is, is het werken met een rolverdeling. De controlegroep is bij de stelling “Ik vind het prettig als iedereen een bepaalde rol krijgt bij het samenwerken in een groep” niet van mening veranderd, terwijl de groep die met de module in groepen met rolverdelingen heeft gewerkt het hier minder mee eens geworden is.

De leerlingen die met de module gewerkt hebben, moesten ook meer “zelf-ontdekkend” te werk gaan: zij kregen minder instructie van de docent. Zij scoorden na afloop negatiever dan vooraf op de stellingen “Als je zelf dingen ontdekt, leer je daar meer van dan als een leraar het vertelt”, “Ik denk dat ik hogere cijfers kan halen als ik met een groepje zelf uitzoek hoe de stof in elkaar zit, dan als ik het uit het boek moet leren” en “Ik denk dat ik gemotiveerder ben als ik met een groepje zelf uitzoek hoe de stof in elkaar zit, dan als ik het uit het boek moet leren”. In de controlegroep was deze verandering niet aanwezig. De leerlingen die met de module gewerkt hebben, zien dus na afloop een negatief verband tussen de stof zelf ontdekken en hun resultaten. Wellicht is deze mening gevoed

door het slechte toetsresultaat (zie hiervoor).

In de interviews met Remco en Ruth zeggen beide leerlingen liever op traditionele wijze les te krijgen dan via de gevolgde methode. Zij hebben bij voorkeur elke les uitleg en huiswerk dat door de docent bepaald wordt. Dat dit niet overeenkomt met de uitkomsten van de enquête is opmerkelijk. Wellicht is het toeval dat juist twee leerlingen met een negatief beeld over groepswork geïnterviewd zijn. Wat groepswork betreft kan op de vierde onderzoeksvraag voor *Reggesteyn* dus geen eenduidige conclusie getrokken worden.

Op *Reggesteyn* blijkt uit de resultaten van de enquête over de module dat de leerlingen niet positief terugkijken op het werken aan de module. Dit kan veroorzaakt zijn door het gevoel “direct in het diepe gegooid te worden”. De module vroeg vanaf de eerste opdracht grote berekeningen met meerdere deelstappen achter elkaar, terwijl het boek dit rustig opbouwt. De experimenten in de module zijn wel als goed en nuttig ervaren. Deze conclusies komen overeen met uitspraken in de interviews met Remco en Ruth. Wat het werken vanuit de context betreft kan op de vierde onderzoeksvraag voor *Reggesteyn* dus als conclusie getrokken worden dat de module niet met plezier is doorgewerkt, maar dat de kans groot is dat dit niet veroorzaakt is door het werken uit de context. Daarnaast zijn de practica goed gekozen.

De conclusies op deze laatste onderzoeksvraag komen niet overeen tussen beide scholen, en ook het onderscheid tussen het effect van het werken vanuit de context en het werken in groepen is niet scherp genoeg geweest om hier zekere conclusies te trekken. De practica in de module worden wel positief gewaardeerd.

6.2 Discussie

Op het *Carmel College Salland* zijn de enquêteresultaten vooraf niet uitgesplitst per groep, maar zijn vooraf alle onderzoeksgroepen en controlegroepen samen genomen. Op *Reggesteyn* zijn de data vooraf ook per groep gescheiden, waarbij bleek dat vooraf al significante verschillen tussen de groepen bestonden. Op het *Carmel College Salland* is aangenomen dat deze verschillen vooraf niet aanwezig waren. Hierdoor kan het zijn, dat er significante veranderingen niet zijn opgemerkt. Op *Reggesteyn* kan, door het vooraf per groep scheiden van de data, deze vertroebeling niet zijn opgetreden. Omdat de conclusie op het *Carmel College Salland* hetzelfde is als die op *Reggesteyn*, en omdat de conclusie op *Reggesteyn* gebaseerd is op twee verschillende instrumenten, kan aangenomen worden dat deze vertroebeling geen rol van betekenis heeft gespeeld en dat de conclusie die de eerste onderzoeksvraag betreft: “de ontworpen module “Forensisch Onderzoek en Voedsel- en Warenautoriteit” leidt tot een beter inzicht in de maatschappelijke relevantie van chemie bij leerlingen” correct is.

Verder kan wat deze enquêtes betreft opgemerkt worden dat de uitspraken “Iedereen heeft dagelijks met de toepassingen van scheikunde te maken” en “Ik kan makkelijk 5 voorbeelden noemen van producten waar scheikunde in zit” op *Reggesteyn* niet beter gescoord zijn na uitvoering van de module dan daarvoor, terwijl dit op het *Carmel College Salland* wel het geval was. Dit kan verklaard worden door het feit dat de leerlingen van *Reggesteyn* hier vooraf al heel hoog op scoorden. Op het *Carmel College Salland* is de stelling “Tijdens de scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren” (waar de leerlingen van *Reggesteyn* een significante verandering op scoorden) niet aan de leerlingen voorgelegd. Dit heeft de resultaten niet beïnvloed.

Er kunnen vraagtekens geplaatst worden bij de betrouwbaarheid van de toetsresultaten. Het was de laatste toets van het schooljaar, waardoor een aantal leerlingen heeft gedacht: ik ga ook wel over als ik een 1 haal, terwijl een aantal andere leerlingen juist extra hard heeft gewerkt om nog net over te gaan. Op zowel *Reggesteyn* als op het *Carmel College Salland* was in de onderzoeksgroep een nogal

groot aantal leerlingen dat gedacht heeft “met een 1 ga ik ook nog wel over” aanwezig, terwijl dat in de controlegroepen niet zo was.

Er is geprobeerd de toets even goed te laten aansluiten bij de wijze van vraagstelling in de module als bij de wijze waarop de vraagstukken in het boek gesteld zijn. Indien de vraagstelling in de toets desondanks beter aansluit bij de vraagstelling in het boek, kan dit ook tot een vertroebeling van de resultaten leiden.

Bij de conclusie die de tweede onderzoeksvraag betreft: “de ontworpen module “Forensisch Onderzoek en Voedsel- en Warenautoriteit” leidt niet tot een betere stofbeheersing” zou dus verder onderzoek naar de leeropbrengsten van de module noodzakelijk zijn.

De geluidsopnames die op *Reggesteyn* gemaakt zijn, waren slecht te verstaan. Dit geldt ook voor geluidsopnames die gemaakt waren op het *Carmel College Salland* met behulp van een cassette recorder en een laptop met microfoon aansluiting. Daardoor is alleen met video-opnamen van één groep op het *Carmel College Salland* gewerkt om niveausprongen te constateren. Dit is erg beperkt, en zou wellicht bij meerdere groepen herhaald kunnen worden, waardoor de conclusie op de derde onderzoeksvraag beter bevestigd kan worden. Een belangrijk aandachtspunt over de behaalde niveaus is, dat het niet altijd te controleren is of er een niveausprong heeft plaatsgevonden. Dit is voor een groot deel te wijten aan de module, die niet is ontwikkeld met als doel niveausprongen vast te stellen.

Tenslotte moet opgemerkt worden dat dit de eerste keer was dat met deze module gewerkt is.

Wellicht zou het onderzoek herhaald kunnen worden, nadat de module verbeterd is.

Aandachtspunten daarbij zijn het verbeteren van de fouten (bijlage XV), het niveau van de opgaven (niet te moeilijk beginnen), moeilijkere voorbeelden in de kenniskaarten opnemen en de inleiding flitsender maken: een fragment van CSI laten zien bijvoorbeeld.

6.3 Aanbevelingen

De opgaven in de module zouden aangepast moeten worden. Zo is de eerste rekenopdracht al direct een opdracht waar veel denkstappen gecombineerd moeten worden. Er zal gekeken moeten worden naar een betere opbouw in het niveau van de opgaven.

Verder onderzoek naar de oorzaak van de slechtere toetsresultaten van de modulegroep lijkt ons zeer zinvol. Komt dit daadwerkelijk door de module, door de houding van de leerlingen aan het einde van het schooljaar of heeft dit een andere oorzaak? Het zou ook kunnen zijn dat het zelfstandig werken in groepen de resultaten heeft beïnvloed.

Een vervolgonderzoek naar de niveausprongen die de leerlingen maken is ook te aan te bevelen. Er kunnen video-opnamen gemaakt worden van de onderzoeks- en de controlegroepen om te kijken waar bij beide groepen de sprongen plaatsvinden en waardoor deze veroorzaakt worden. Dit zou verbeterd kunnen worden door vaker een soortgelijke opgave aan te bieden. Met behulp van de video-opnamen is dan beter vast te stellen of een leerling de eerste keer wellicht nog wel hulp van medeleerlingen nodig heeft en misschien later niet meer. Om sprongen in Van Hiele niveaus bij de leerlingen te constateren zou de module anders ontwikkeld moeten worden.

Bij een volgend onderzoek is het ook aan te raden om meer tijd en aandacht te besteden aan de logboeken. Om betere impressies van de leerlingen over elke les te krijgen, kunnen er per les bijvoorbeeld 6 stellingen worden voorgelegd, die zij moeten beoordelen. Ook kunnen er een aantal openvragen aan een groep leerlingen worden voorgelegd, zodat elke les beter te evalueren is.

Tenslotte is onderzoek gewenst naar de wijze waarop leerlingen het werken met de module ervaren. Hierbij zou een scherp onderscheid gemaakt moeten worden tussen het werken in groepen en het werken vanuit de context. In dit onderzoek zijn beide veranderingen tegelijk ingevoerd, waardoor geen goede conclusie te trekken is.

Chemie in producten

FORENSISCH ONDERZOEK

VOEDSEL EN WAREN AUTORITEIT



Chemie in context en concept

Inhoudsopgave

Activiteit	1	Inleiding	blz.	3
Activiteit	2	Chemisch onderzoek	blz.	4
Activiteit	3	Experimenten	blz.	10
Informatiekaart		Benzine en Diesel	blz.	14
Kenniskaart 1		Dichtheid	blz.	15
Kenniskaart 2		Molecuul- en molmassa	blz.	16
Kenniskaart 3		Molairvolume	blz.	17
Kenniskaart 4		Molverhouding	blz.	18
Kenniskaart 5		Concentratie	blz.	19
Kenniskaart 6		ADI-waarde	blz.	20

Kenniskaart 7 PPM

blz. 21

Kenniskaart 8 Mac-waarde

blz. 22

Activiteit 1a Inleiding van de module

Je docent zal een presentatie geven over deze module. Aan het eind van de presentatie weet je wat het doel is van deze module en weet je hoe je moet werken met deze module.

Activiteit 1b Artikel hoestdranken

Niet alleen de voedsel- en warenautoriteit test of onderzoekt producten. Een andere programma dat producten en diensten test is het Tros-programma 'Radar'. Hieronder zie je een artikel van de website dat gepubliceerd is op 6 februari 2008 en dat gaat over hoestdranken.

Lees onderstaande tekst en beantwoord de vragen:

Hoestdranken

Gepubliceerd op 6 februari 2008

Radar heeft een enquête opgestuurd aan het testpanel over hoestdranken. Het doel van de enquête is een indruk krijgen van hoeveel mensen hoestdranken gebruiken, waar ze het kopen en of er bijwerkingen zijn. Belangrijk is ook hoe kinderen op hoestdrank reageren.

Dit is de conclusie: 55% van de ruim 27.000 mensen die de enquête invulden, gebruikt hoestdrank.

45% van de mensen die geen hoestdrank gebruiken doen dat niet omdat ze er geen baat bij hebben of omdat ze vinden dat het niet werkt.

De gebruikers kopen hoestdrank vooral bij de drogist, maar ook bij de supermarkt en zelfs de benzinepomp. Een kwart heeft de bijsluiter niet gelezen, en drie kwart gaat er vanuit dat wat er in de bijsluiter staat, dat dat klopt.

Verder hebben zo'n 700 volwassenen en kinderen bijwerkingen, met name slaperigheid, diarree en misselijkheid.

Zorgelijk is dat 825 kinderen tussen de 0 en 2 jaar een hoestdrank van hun ouders kregen, terwijl dat door de artsen in Radar wordt afgeraden.

Concluderend kunnen we zeggen dat hoestdrank veel gekocht wordt en dat in de regel de bijsluiter gelezen en gevolgd wordt. Maar in de uitzending laten we zien dat aan de bijsluiter wel haken en ogen zitten omdat er onduidelijk is over de dosering voor hoestdranken met het middel dextromethorfan. De gebruikers weten dat niet. De artsen in de uitzending willen dan ook dat voor gebruik de huisarts geraadpleegd wordt en dat hoestdranken met dextromethorfan eigenlijk receptplichtig gemaakt zouden. Daarnaast denken mensen dat hoestdrank werkt, terwijl daar dus geen wetenschappelijke bewijzen van zijn.



Opdracht 1

- a. Bedenk 5 vragen die waarschijnlijk in de enquête hebben gestaan.
- b. Lijkt het onderzoek je betrouwbaar en waarom of waarom niet?
- c. Zou je zelf nog een hoestdrank gebruiken en waarom wel of waarom niet?

Activiteit 2 Chemisch onderzoek

Voordat we gehalten van stoffen in producten gaan onderzoeken, gaan we eerst kijken hoe we bepaalde stoffeigenschappen nog meer kunnen gebruiken. Hiervoor gaan we een forensisch onderzoek doen.

Bij het maken van de opgaven zul je een stukje theorie moeten doorwerken. Deze theorie is verwerkt in kenniskaarten en deze zijn te vinden achter in dit boekje. Deze kenniskaarten zul je ook moeten leren/begrijpen voor de toets over deze module.

THEORIE 1

Rekenen met atomen

De massa van een atoom wordt uitgedrukt in een atomaire massa-eenheid. Deze eenheid wordt weergegeven met de letter u. In tabel 99 van Binas staan bij alle atoomsoorten een getal vermeld. Als je achter dit getal de eenheid u zet, heb je de atoommassa.

De molecuulmassa bereken je door de massa van de atomen waar het molecuul uit bestaat op te tellen. Als je de molecuulformule van een stof weet, kun je dus de molecuulmassa uitrekenen. De ionmassa is gelijk aan de atoommassa omdat de massa van een atoom vrijwel alleen bepaald wordt door de massa van de kern. De massa verandert niet als er één elektron meer of minder aanwezig is. Als van een atoom verschillende isotopen bestaan, wordt de gemiddelde atoommassa weergegeven. De gemiddelde atoommassa hangt af van de verhouding waarin de isotopen in de natuur voorkomen.

Omdat de massa van een molecuul erg klein is, is een nieuwe grootheid ingevoerd. Deze grootheid wordt de chemische hoeveelheid (n) genoemd. De eenheid die bij de chemische hoeveelheid hoort is de mol. Als 1 molecuul van een bepaalde stof een massa van M u heeft, dan heeft 1 mol van die stof een massa van M gram. De molaire massa van die stof is dan M in g/mol. Met behulp van de molaire massa kun je de chemische hoeveelheid omrekenen in massa en omgekeerd.

De wet van Avogadro houdt in:

Gelijke volumes gas bevatten bij dezelfde temperatuur en dezelfde druk evenveel moleculen. Het volume dat 1 mol gas inneemt, is dus voor alle gassen gelijk. Dit wordt het molair volume genoemd (V_m). Bij standaardomstandigheden ($T = 273K$,

$p = p_0$) geldt: $V_m = 22,4 \text{ dm}^3 \cdot \text{mol}^{-1}$.

Opdracht 2

Bij een bepaald huis heeft een misdaad plaatsgevonden. De politie probeert met behulp van onderzoek te achterhalen welke auto betrokken was bij de misdaad. Gelukkig heeft de politie een 'benzine'spoor ontdekt en om uit te zoeken bij welke auto de gevonden brandstof hoort voert men proeven uit. De volgende auto's zijn door ooggetuigen als verdacht opgegeven:

- 1. Een zwarte Volkswagen Polo uit 1999 rijdend op benzine*
- 2. Een gloednieuwe Volkswagen Passat (uit 2009 dus) rijdend op diesel*

Twee experimenten die de rechercheurs kunnen uitvoeren zijn:

Experiment 1:

Ze verhitten 25,0 mL van beide brandstoffen in een afgesloten maatcilinder in een oliebad van 200 °C. De vloeistof zal vervolgens verdampen en een bepaald volume in nemen.

Gevonden waarde: 25,0 mL van de verdachte brandstof heeft een volume van 6,9 L.

Bereken van beide brandstoffen, benzine en diesel, welk volume ze innemen

bij 200 °C. Als je dit niet meteen lukt, bekijk dan kenniskaarten 1,2 en 3. Voor de gegevens over benzine en diesel kun je informatie kaart 1 gebruiken.

Neem voor het molaire volume $V_m = 38,8 \text{ dm}^3/\text{mol}$ bij een temperatuur van $T = 200 \text{ °C}$

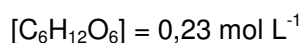
THEORIE 2

De coëfficiënten van een reactievergelijking kun je ook lezen als de verhouding in mol waarin de stoffen met elkaar reageren.

De molariteit van een oplossing is het aantal mol opgeloste stof in een liter oplossing.

Molariteit = aantal mol stof / aantal liter oplossing

Bij het berekenen van de concentratie van een bepaalde stof in een oplossing, bereken je hoeveel mol van de gevraagde stof zich in 1 liter oplossing bevindt. Als in een oplossing per liter 0,23 mol glucose is opgelost, noteren we de concentratie op de volgende manier:



Opdracht 3

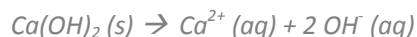
Gaat weer over de verdachte auto's van opdracht 2.

Experiment 2:

Ze halen uit elke tank 25 mL brandstof en laten dit volledig verbranden. De reactieproducten, koolstofdioxide en water, worden opgevangen en dit leiden ze door een gaswasfles die gevuld is met kalkwater. De inhoud van de gaswasfles zal vervolgens troebel worden en na afloop wordt deze inhoud gefiltreerd waardoor de ontstane vaste stof kan worden gewogen. Vervolgens wordt de vaste stof gedroogd. De onderzoekers verkregen 102 g witte vaste stof bij het verbranden van 25 mL van de gevonden brandstof.

Gevonden waarde: Het verbranden van 25,0 mL van de verdachte brandstof resulteerde in het ontstaan van 119 g calciumcarbonaat.

De gaswasfles, die men nodig heeft, werd gevuld met kalkwater. Dat is een oplossing van calciumhydroxide in water. De reactievergelijking voor het oplossen van calciumhydroxide in water is:



Als deze oplossing in aanraking komt met koolstofdioxide ontstaat er calciumwaterstofcarbonaat. De reactievergelijking voor deze reactie is als volgt:



Bereken (met behulp van kenniskaart 4)

- hoeveel mol hydroxide-ionen ontstaat als je 2,75 mol calciumhydroxide oplost in water.
- hoeveel mol calciumhydroxide opgelost moet worden om 3,12 mol Ca^{2+} -ionen te krijgen.
- hoeveel mol calciumwaterstofcarbonaat er ontstaat als er 0,115 mol koolstofdioxide door het kalkwater wordt geleid.
- hoeveel mol koolstofdioxide er door de gaswasfles geleid moet worden om 1,25 kmol calciumwaterstofcarbonaat te laten ontstaan.

Bereken (met behulp van kenniskaarten 2 en 4)

- hoeveel gram calciumhydroxide opgelost moet worden om 4,18 mol OH^- -ionen te krijgen.
- hoeveel mol ionen ontstaan als er 8,15 mg calciumhydroxide wordt opgelost.

- g. hoeveel gram calciumwaterstofcarbonaat er ontstaat als er 3,75 g koolstofdioxide door het kalkwater wordt geleid.

Bereken (met behulp van kenniskaarten 2, 3 en 4)

- h. hoeveel ml koolstofdioxide er door de gaswasfles moet worden geleid om 5,12 g calciumwaterstofcarbonaat te laten ontstaan (onder standaardomstandigheden).
- i. hoeveel gram calciumwaterstofcarbonaat ontstaat als er 10,14 mL koolstofdioxide (onder standaardomstandigheden) door de gaswasfles wordt geleid.
- j. Een bekersglas wordt gevuld met 8 L water. Hierin wordt 9,74 g calciumhydroxide opgelost. Vervolgens wordt er $2,15 \times 10^3$ mL koolstofdioxidegas door geleid. Bereken hoeveel mol Ca^{2+} -ionen er nog in het water aanwezig zijn. Ga uit van standaardomstandigheden.

Opdracht 4

De rechers hebben dus 25 mL benzine en 25 mL diesel volledig verbrand. De dampen die hierbij zijn ontstaan, werden door gaswasflessen geleid. Deze gaswasflessen waren gevuld met kalkwater en er ontstond 119 g calciumcarbonaat.

Bereken nu voor beide brandstoffen hoeveel calciumcarbonaat er zal ontstaan bij de verbranding. Trek hier vervolgens je conclusie uit.

Opdracht 5

Bereken hoeveel dm^3 lucht bij 25 °C en standaard luchtdruk nodig is om de 25 mL benzine volledig te laten verbranden. (Het zuurstofgehalte in lucht is 21,07 procent. Het molair volume van een gas bij 25 °C is $24,5 \text{ dm}^3 \text{ mol}^{-1}$).

Opdracht 6

De gaswasflessen die gebruikt worden voor het onderzoek zijn standaardflessen waarin altijd 0,20 mol calciumhydroxide per 1,0 L water is opgelost. Dit zorgt voor een bepaalde concentratie van calcium- en hydroxide-ionen in het water.

Bereken (met behulp van kenniskaarten 4 en 5)

- a. de concentratie calciumionen in de gaswasfles.
- b. de concentratie hydroxide-ionen in de gaswasfles.

Bereken (met behulp van kenniskaarten 3,4 en 5)

- c. de concentratie Ca^{2+} -ionen als er 3,89 g calciumhydroxide wordt opgelost in 12,8 L water.
 - d. de concentratie OH^- -ionen als er 9,8 mg calciumhydroxide in 173 mL water wordt opgelost.
 - e. hoeveel gram calciumhydroxide opgelost moet worden om 125 mL calciumhydroxide oplossing te maken met een molariteit van 0,023 M (deze molariteit betreft de calciumionen)..
 - f. de concentratie hydroxide-ionen als 2,15 g calciumhydroxide wordt opgelost in 576 mL water.
-

THEORIE 3

De **Aanvaardbare Dagelijkse Inname** (ADI naar het Engelse *Acceptable Daily Intake*)

is de hoeveelheid die van een stof, gewoonlijk een toevoeging aan levensmiddelen, die levenslang dagelijks kan worden ingenomen zonder dat er (zover bekend) noemenswaardige gezondheidsrisico's zijn. ADI's worden gewoonlijk uitgedrukt in milligrammen per kilogram lichaamsmassa per dag. ADI's worden bestudeerd in het vakgebied van de toxicologie.

Omdat de ADI wordt uitgedrukt per kilogram lichaamsgewicht is de toegestane

hoeveelheid voor lichte mensen en kinderen automatisch lager dan voor zwaardere mensen.

Opdracht 7

De rechercheurs drinken tijdens het onderzoek regelmatig koffie. Eén van de rechercheurs, Bertus, drinkt graag de koffie met suiker en de ander, Ferdinand, drinkt zijn koffie met een zoetje. Het gebruik van suiker (sacharose) heeft een aantal nadelen: het is de belangrijkste oorzaak van cariës (tandbederf) en bij de verbranding in het lichaam komt veel energie vrij.

- a. geef de reactievergelijking voor de volledige verbranding van sacharose ($\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}$).

Men is op zoek gegaan naar zoetstoffen die bovengenoemde nadelen niet bezitten.

Aspartaam is een zoetstof die veel zoeter is dan sacharose. Bertus doet altijd één klontje suiker (sacharose) van 5,0 g in zijn kopje koffie. Bij een gelijke molariteit is een aspartaamoplossing 230 maal zo zoet als een sacharose-oplossing. De massa van een mol aspartaam is 294,3 g.

- b. bereken met deze gegevens hoeveel mg aspartaam Ferdinand in één kopje koffie moet doen om zijn koffie even zoet te krijgen als Bertus.

Ferdinand volgt ook nog een vermageringsdieet. Daarom drinkt hij light-frisdranken en dus koffie met zoetjes. Hij drinkt per dag 0,50 liter frisdrank en vier kopjes koffie met twee zoetjes per kopje. Ferdinand weegt 93 kg. Light-frisdrank bevat 98 mg aspartaam per liter; één zoetje bevat 18 mg aspartaam. In Binas is de ADI-waarde van aspartaam gegeven.

- c. ga door berekening (met behulp van kenniskaart 6) na of Ferdinand op deze manier de ADI-waarde voor aspartaam overschrijdt.
- d. als Ferdinand zijn koffie zonder zoetjes gaat drinken, hoeveel liter light-frisdrank zou hij dan maximaal op een dag mogen drinken?

- e. als Ferdinand geen frisdrank neemt, hoeveel zoetjes zou hij dan op een dag mogen gebruiken?

Bertus en Ferdinand drinken na werktijd regelmatig een wijntje met elkaar. Dit is vooral op vrijdagmiddag om het weekend in te luiden. Zij drinken dan een goedkope wijn die 12,0 volume-procent alcohol bevat.

- f. Bereken de alcoholconcentratie in molair (dus mol per L)

THEORIE 4

Een erg lage concentratie wordt vaak uitgedrukt in ppm. De afkorting ppm staat voor parts per million oftewel delen per miljoen en past in het rijtje procent ("per honderd") en promille ("per duizend"). Dat wil dus zeggen dat 1 ppm één deel in 1.000.000 is, ofwel duizend keer zo weinig als een promille.

De eenheid ppm wordt dus vooral gebruikt om lage concentraties aan te duiden in de scheikunde en dan in het bijzonder binnen de toxicologie en milieukunde. Bijvoorbeeld als je 1 kg water drinkt dat met 1 massa-ppm lood verontreinigd is, krijg je in totaal 1 milligram (één miljoenste deel van 1 kg) van het zware metaal naar binnen.

Opdracht 8

Ferdinand beweert dat light frisdrank 75 ppm aspartaam bevat. Bertus is ook aan het rekenen geslagen en komt uit op 99 ppm. Ze zijn er beide van overtuigd, dat ze gelijk hebben. Ze controleren of ze uitgegaan zijn van dezelfde gegevens, en dat blijkt het geval te zijn: de dichtheid van light frisdrank is $0,99 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ en de dichtheid van aspartaam is

$1,3 \cdot 10^3 \text{ kg m}^{-3}$. Ze komen er niet uit, waar het verschil tussen hun berekeningen zit. Ze besluiten hun derde collega Mieke te vragen het aantal ppm in light frisdrank te berekenen. Zij zegt: "Jullie hadden beide gelijk. De vraag is alleen: Wil je het aantal volume-ppm of massa-ppm weten?"

Wie had het aantal massa-ppm berekend en wie het aantal volume-ppm? Licht je antwoord toe met een berekening. Bereken dus zelf het aantal massa-ppm en het aantal volume-ppm. Hiervoor kun je kenniskaart 7 gebruiken.

THEORIE 5

De MAC-waarde is de Maximaal Aanvaardbare Concentratie van een gas of damp en wordt uitgedrukt in mg/m^3 . Dat wil zeggen dat de MAC waarde aangeeft hoeveel mg van die stof per kubieke meter lucht mag voorkomen, zodat een gezond, volwassen mens dagelijks 8 à 9 uur in een ruimte met de verontreinigde lucht kan zijn, zonder daar gezondheidsrisico bij te lopen. De MAC waarde wordt soms ook opgegeven in ppm.

De MAC waarde is geen duidelijke grens waarboven altijd schadelijke gevolgen optreden en waaronder nooit. Er zijn altijd andere factoren die een rol spelen in het al dan niet schadelijk zijn van de betreffende stof, zoals de aanwezigheid van andere giftige stoffen. Daarom moet er altijd gestreefd worden naar een zo laag mogelijke concentratie van schadelijke stoffen.

Opdracht 9

Tijdens het onderzoek lijkt alles erop te wijzen dat de gevonden brandstof benzine is. Ferdinand wil daarom de proeven die hij heeft gedaan met de onbekende brandstoffen ook nog een keer uitvoeren met benzine en dan de uitkomsten vergelijken. Zo is hij helemaal zeker dat er geen rekenfouten zijn geweest: als de vergelijkingsproef met benzine dezelfde uitkomsten geeft als de uitkomsten tijdens het onderzoek, dan was het zeker benzine.

Ferdinand “tankt” daarom een flesje benzine en neemt dat mee naar kantoor. Nog voordat hij kan beginnen met experimenteren is het tijd om naar huis te gaan. Hij vergeet het flesje af te sluiten. 's Nachts verdampt er 50 ml vloeibare benzine, die zich verspreidt in het kantoor, waar geen afzuiging is. Het kantoor is 3 bij 4 meter en 2,5 meter hoog.

Bereken of de MAC-waarde overschreden wordt. De MAC-waarde is te vinden op informatiekaart 1 en is 1600 mg m^{-3} . Ook andere gegevens die van belang zijn vind je op deze informatiekaart.

Eventueel kun je kenniskaart 8 gebruiken.

Activiteit 3 Experimenten

Bij de keuringsdienst van waren werken mensen die de kwaliteit van allerlei producten testen. Tijdens deze module ben jij dus één van de onderzoekers die in dienst is van de keuringsdienst en moet jij meewerken aan een kwaliteitsonderzoek. Aan het eind van deze module moet jij twee producten hebben getest: één product uit groep A (wel 2 merken testen) en één product uit groep B (wel 2 merken testen).

Groep A:

Mondspoelwater

Lenzenvloeistof

Haarkleurmiddel

Groep B:

Maagzuurtablet

Vloeibaar schuurmiddel

Tandpasta

Lees nu de experimenten goed door, maak in overleg met je docent een keuze, en stel vervolgens een uitgewerkt werkplan op, dat je aan je docent ter goedkeuring voorlegt. Je kunt deze experimenten verdelen in je groep van vier personen. Ieder tweetal doet dan één experiment.

Maak de vragen die bij de experimenten staan ook in je labjournaal. Mocht je er niet uitkomen raadpleeg dan de kenniskaarten.

Voorschrift kwaliteitsonderzoek voor de producten uit groep A

Een bekend ontsmettingsmiddel is waterstofperoxide (H_2O_2). Je komt in het dagelijks leven waterstofperoxide waarschijnlijk vaker tegen dan je zou denken, bijvoorbeeld bij gebruik van mondspoelmiddelen en lenzen-desinfectievloeistof. Mondspoelmiddelen en lenzen-desinfectievloeistoffen zijn vaak waterstofperoxide-oplossingen. Ook wordt waterstofperoxide gebruikt in blonderingsmiddelen. De kapper gebruikt dit onder andere om highlights in het haar aan te brengen.

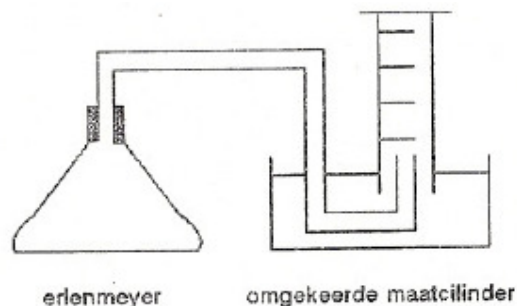
Bij de proeven uit **categorie A**, moet je bepalen hoe hoog het waterstofperoxidegehalte is. Je doet dat voor 2 merken van het gekozen product, waarna je een artikel moet schrijven met daarin een uitspraak over het merk met de beste prijs/kwaliteit verhouding.

Een goede manier om het waterstofperoxidegehalte te bepalen, is het te laten ontleden tot water en zuurstof. De zuurstof ontwijkt als gas en de hoeveelheid die ontstaat kan gemeten worden. Deze hoeveelheid zuurstof is een maat voor de hoeveelheid waterstofperoxide. Dit proces verloopt zeer langzaam, maar kan worden

versneld door toevoeging van de katalysator bruinsteen.

Uitvoering:

1. Weeg een lege en schone!! erlenmeyer van 250 mL
2. Breng mondspoelmiddel / lenzen-desinfectievloeistof / blonderingsmiddel in de lege erlenmeyer en weeg de erlenmeyer nauwkeurig. (Bereken vooraf met gegevens op het etiket hoeveel vloeistof je ongeveer moet gebruiken).
3. Bouw de opstelling zoals die hieronder is weergegeven.



4. Gebruik eventueel een statief om de erlenmeyer en maatcilinder vast te zetten.
5. Zorg dat de maatcilinder van 100 mL vrijwel geheel gevuld is met water (hint: vul de maatcilinder geheel met water en sluit het af met een papiertje, keer de cilinder snel om in het bekglas).
6. Voeg nu een schepje bruinsteen toe, sluit de erlenmeyer snel af. Tussendoor langzaam maar voortdurend zwenken zodat het geheel goed mengt.
7. Als er geen gas meer gevormd wordt, lees je af hoeveel mL zuurstof is ontstaan.
8. Bereken hoeveel mol zuurstof is ontstaan, ga er vanuit dat 1,0 mol gas overeenkomt met 24 dm^3 .
9. Stel de vergelijking op voor het ontleden van waterstofperoxide in zuurstof en water.

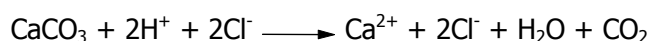
10. Bereken het aantal mol en het aantal gram waterstofperoxide in het onderzochte product.
11. Bereken het massapercentage waterstofperoxide in het onderzochte product.
12. Voer het onderzoek in duplo uit.

Voorschrift kwaliteitsonderzoek voor de producten uit groep B

Haastig eten is een belangrijke oorzaak van brandend maagzuur. Brandend maagzuur kan bestreden worden met maagzuurtabletten zoals Rennies.

Een maagzuurtablet bevat diverse bestanddelen, waaronder calciumcarbonaat en magnesiumcarbonaat. Daarnaast bevat het nog andere stoffen. Als je nu een maagzuurtablet in contact brengt met een zure oplossing, krijg je een gasontwikkeling. Door het ontstane gas op te vangen en te meten kun je het carbonaatgehalte berekenen.

De optredende reactievergelijking (voor calciumcarbonaat) is:



Zoutzuur

Een soortgelijke reactie kun je ook opstellen voor magnesiumcarbonaat.

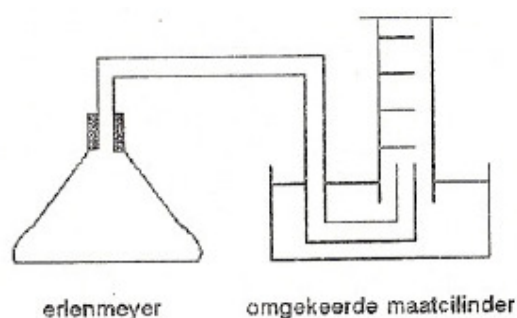
Door de hoeveelheid koolstofdioxidegas die ontstaat te meten, kunnen we terugrekenen hoeveel carbonaat er was.

Calciumcarbonaat wordt ook gebruikt in vloeibare schuurmiddelen. Deze bevatten calciumcarbonaat als fijnkorrelige stof, waardoor ze kunnen schuren. Ook in tandpasta zit om die reden calciumcarbonaat. De bepaling van het carbonaatgehalte in deze producten, verloopt op dezelfde manier als in maagzuurtabletten.

Bij de proeven uit categorie B, moet je bepalen hoe hoog het (calcium)carbonaatgehalte is. Je doet dat voor 2 merken van het gekozen product, waarna je een artikel moet schrijven met daarin een uitspraak over het merk met de beste prijs/kwaliteit verhouding.

Uitvoering:

1. Weeg een hoeveelheid product af in een erlenmeyer van 250 mL. (Bereken vooraf met gegevens op het etiket of de bijsluiter hoeveel stof je ongeveer moet gebruiken).
2. Bouw de opstelling zoals die hieronder is weergegeven. Gebruik een statief om de erlenmeyer en maatcilinder vast te zetten. Zorg dat de maatcilinder van 100 mL vrijwel geheel gevuld is met water (hint: vul de maatcilinder geheel met water en sluit het af met een papiertje, keer de cilinder snel om in het bekglas)



3. Voeg een overmaat 1,0 M zoutzuur toe. (Bereken vooraf met gegevens op het etiket of de bijsluiter hoeveel mL je moet toevoegen). Let op: sluit je erlenmeyer snel af.
4. Zwenk de erlenmeyer totdat er geen gas meer vrijkomt.
5. Lees af hoeveel mL koolstofdioxidegas is vrijgekomen.
6. Bereken hoeveel mol koolstofdioxidegas is vrijgekomen. Ga er vanuit dat 1,0 mol gas overeenkomt met 24 dm³.
7. Bereken hoeveel gram calciumcarbonaat heeft gereageerd.
8. Bereken het massapercentage calciumcarbonaat in het product.
9. Voer het onderzoek in duplo uit.

Informatiekaart 1 Gegevens van Benzine en Diesel

Benzine (heptaan)

FYSCHE EIGENSCHAPPEN		BELANGRIJKE GEGEVENS		
Kookpunt °C	98	Kleurloze vloeistof met typerende geur De damp is zwaarder dan lucht en verspreidt zich over de grond met kans op ontsteking op afstand. Ten gevolge van het geringe geleidingsvermogen van de vloeistof kunnen ladingen worden opgewekt bij stroming, beweging enz. Bij vullen, aftappen of verwerken geen perslucht als drijfgas toevoegen. De vloeistof bevat meestal isomeren en andere koolwaterstoffen.		
Smelpunt °C	-9			
Vlampunt °C	-4			
Zelfontbrandingstemperatuur °C	215			
Relatieve dichtheid (water =1)	0,68			
Oplosbaarheid in water g/100 mL	0,05			
Relatieve molecuulmassa g/mol	100,2			
Molecuulformule	C ₇ H ₁₆	MAC- waarde	400 PPM	1600 mg/m ³

Diesel (decaan)

FYSCHE EIGENSCHAPPEN		BELANGRIJKE GEGEVENS		
Kookpunt °C	142	Kleurloze vloeistof met typerende geur Boven 46 °C kunnen ontplofbare damp/lucht mengsels worden gevormd. Opruimen van de stof: ang voor zover mogelijk de weglekkende en de gemorste vloeistof op in afsluitbare metalen of glazen vaten. De overblijvende vloeistof in zand of inert materiaal laten opslorpen en naar een veilige plaats voeren.		
Smelpunt °C	-30			
Vlampunt °C	46			
Zelfontbrandingstemperatuur °C	210			
Relatieve dichtheid (water =1)	0,71			
Oplosbaarheid in water g/100 mL	0,04			
Relatieve molecuulmassa g/mol	142,3			
Molecuulformule	C ₁₀ H ₂₂			

Kenniskaart 1 Dichtheid

De dichtheid van een stof geeft de massa per volume eenheid aan. In de Binas wordt de dichtheid gegeven in kg m^{-3} . Dus 1 m^3 heeft een massa van ...kg. Van veel stoffen staan de dichtheden in je Binas. Een voorbeeld:

De dichtheid van alcohol is $0,80 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$ ($= 0,80 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$). Dit betekent dus dat je $0,80 \times 10^3 \text{ kg}$ alcohol nodig hebt om 1 kubieke meter te vullen of in andere woorden dat een volume van 1 m^3 alcohol een massa heeft van 800 kg .

De formule voor de dichtheid: $\text{dichtheid} = \frac{\text{massa}}{\text{volume}}$ in symbolen: $\rho = \frac{m}{V}$

Oefensom:

Wat is de massa (in gram) van 56 mL alcohol?

Uitwerking:

1. Schrijf je gegevens op: $\rho = 0,80 \times 10^3 \text{ kg m}^{-3}$
 $V = 56 \text{ mL}$
2. Eenheden herschrijven: $\rho = 0,80 \times 10^3 \text{ kg per } 1 \text{ m}^3$ $1 \text{ m}^3 = 1000 \text{ dm}^3$
 $\rho = 0,80 \times 10^3 \text{ kg per } 1000 \text{ dm}^3$
 $\rho = 0,80 \text{ kg per } 1 \text{ dm}^3$ $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$
 $\rho = 0,80 \text{ kg per } 1 \text{ L}$ $1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$
 $\rho = 0,80 \text{ kg per } 1000 \text{ mL}$
 $\rho = 0,80 \text{ g per } 1 \text{ mL}$
3. Uitrekenen
 $\text{massa} = \text{volume} \times \text{dichtheid}$
 $\text{Massa} = 56 \text{ mL} \times 0,80 \text{ g/mL} = 44,8 \text{ g}$
4. Significantie + eenheid
antw. 45 g alcohol

Of met behulp van een verhoudingstabel:

Stap 3.

g	0,80	x
mL	1	56

 $x = \frac{56 \times 0,80}{1} = 44,8 \text{ g}$

Of het aantal mL herschrijven naar m^3 :

Stap 3.

kg	$0,80 \times 10^3$	x
m^3	1	56×10^{-6}

 $x = \frac{56 \times 10^{-6} \times 0,80 \times 10^3}{1} = 0,0448 \text{ kg}$

Stap 4. $0,0448 \text{ kg} = 45 \text{ g}$

Kenniskaart 2 Molecuul- en molmassa

Molecuulmassa

De molecuulmassa van een stof bereken je door de massa's van de afzonderlijke atomen bij elkaar op te tellen. Hiervoor moet je de molecuulformule van de stof weten, zodat je kunt zien hoe vaak een bepaalde atoomsoort voorkomt in de stof.

Oefensom:

Wat is de molecuulmassa van aluminiumsulfaat?

Uitwerking:

- Schrijf de molecuulformule op: Houd er hier rekening mee dat Al^{3+} is en SO_4^{2-} . Dit geeft dus de formule **$\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$** !
- Molecuulmassa uitreken:
 $2 \times \text{Atoommassa van Al: } 2 \times 26.98 = 53.96 \text{ u}$
 $3 \times \text{atoommassa van S: } 3 \times 32.06 = 96.18 \text{ u}$
 $12 \times \text{atoommassa van O: } 12 \times 16.00 = 192.0 \text{ u}$
 $53.96 + 96.18 + 192.0 = 342.14 \text{ u}$
De molecuulmassa van aluminiumsulfaat is dus 342.14 u
- Significantie
antw. 342.1 u

LET OP: sommige molecuulmassa's zijn al berekend en kan je vinden in je BINAS Tabel 98

Molmassa (molaire massa):

De molmassa van een stof geeft de massa aan van één mol van die stof. De molmassa wordt uitgedrukt in de eenheid g/mol. Dit is hetzelfde als g mol^{-1} . Als je de molecuulmassa van een stof weet kun je de eenheid u (atomaire massa-eenheid) vervangen door de eenheid g/mol.

Als je nu weet hoeveel gram je van een bepaalde stof hebt, kun je uitrekenen hoeveel mol dat van die stof is. Of omgekeerd: als je het aantal mol van een stof weet kun je de massa van de stof uitrekenen.

Oefensom:

Hoeveel gram weegt 12,5 mol alcohol?

Uitwerking:

- Schrijf je gegevens op: 12,5 mol alcohol
- Wat is gevraagd: aantal gram alcohol
- Bereken (of zoek op) de molmassa :
 $\text{molecuulmassa} = 46.07 \text{ u}$
 $\text{dus molmassa} = 46.07 \text{ g/mol}$
 $\text{massa} = \text{aantal mol} \times \text{molmassa}$
 $\text{massa} = 12,5 \text{ mol} \times 46.07 \text{ g/mol} = 575,875 \text{ g}$
- Uitrekenen

of met een verhoudingstabel:

g	46.07	x	$x = \frac{46.07 \times 12.05}{1} = 575,875 \text{ g}$
mol	1	12.05	1

- Significantie
antw. 576 g alcohol

Kenniskaart 3 Molairvolume

Het molaire volume is het volume dat 1 mol gas inneemt bij een bepaalde temperatuur en een bepaalde druk. Deze wordt weergegeven als V_m , in formule vorm ziet dat er als volgt uit:

$$\text{Molairvolume} = \frac{\text{gasvolume}}{\text{aantal mol}}$$

$$V_m = \frac{\text{gasvolume}}{\text{aantal mol}}$$

Het molaire volume is voor **elk gas** hetzelfde, mits gemeten bij dezelfde druk en temperatuur. Het molaire gasvolume bedraagt bij 273 K en p_0 , 22,4 dm³ en bij 298 K en p_0 , 24,5 dm³ (p_0 is de standaarddruk van $1,01 \cdot 10^5$ Pa of 1 bar) zie ook BINAS tabel 7.

Oefensom:

Welk volume (in mL) neemt 27,92 mol methaan in bij een temperatuur van 298 K en standaarddruk?

Uitwerking:

- | | |
|----------------------------|---|
| 1. Schrijf je gegevens op: | 27,92 mol methaan |
| 2. Wat is gevraagd: | aantal mL methaan |
| 3. Uitrekenen | gasvolume = $V_m \times \text{aantal mol}$ |
| | gasvolume = $24,5 \text{ dm}^3/\text{mol} \times 27,92 \text{ mol}$ |
| | = 684.04 dm ³ |

of met een verhoudingstabel:

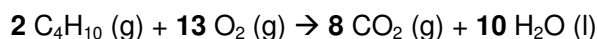
dm ³	24,5	x	
mol	1	27,92	

$$x = \frac{24,5 \times 27,92}{1} = 684,04 \text{ dm}^3$$

- | | |
|------------------|---|
| 4. Omrekenen | $1 \text{ dm}^3 = 1 \text{ L}$
Dus: $684,04 \text{ dm}^3 = 684,04 \text{ L}$
$1 \text{ L} = 1000 \text{ mL}$
Dus: $684,04 \text{ L} = 684,04 \times 10^3 \text{ mL}$ |
| 5. Significantie | antw. $6,84 \times 10^5 \text{ mL}$ |

Kenniskaart 4 Molverhouding

Volgens het atoommodel van Dalton is een reactie een hergroepering van atomen in moleculen tot nieuwe moleculen. Daarom maken we een reactievergelijking kloppend, bijvoorbeeld de verbranding van butaangas:



Je kunt dit lezen als: 2 moleculen C_4H_{10} reageren met 13 moleculen zuurstof tot 8 moleculen CO_2 en 10 moleculen H_2O . Je kunt ook zeggen: 2 mol C_4H_{10} reageert met 13 mol O_2 tot 8 mol CO_2 en 10 mol H_2O .

De coëfficiënten in een reactievergelijking geven aan in welke molverhouding de deeltjes met elkaar reageren.

De molverhouding is hier dus: $\text{C}_4\text{H}_{10} : \text{O}_2 : \text{CO}_2 : \text{H}_2\text{O} = 2 : 13 : 8 : 10$

Oefensom:

Bereken hoeveel mol zuurstof nodig is voor de volledige verbranding van 3,45 mol butaan.

Uitwerking:

1. Schrijf je gegevens op: 3,45 mol butaan
2. Wat is gevraagd: aantal mol zuurstof
3. Schrijf de reactievergelijking op: $2 \text{C}_4\text{H}_{10} (\text{g}) + 13 \text{O}_2 (\text{g}) \rightarrow 8 \text{CO}_2 (\text{g}) + 10 \text{H}_2\text{O} (\text{l})$.
4. Molverhouding $\text{C}_4\text{H}_{10} : \text{O}_2 = 2 : 13$
5. Uitrekenen Verhoudingstabel:

mol C_4H_{10}	2	3,45
mol O_2	13	x

$$x = \frac{3,45 \times 13}{2} = 22,425 \text{ mol O}_2$$

6. Significantie 22,4 mol zuurstof

LET OP!!!: De molverhouding is niet hetzelfde als de massaverhouding waarin stoffen reageren. Je kunt dus niet zeggen dat als er 5 gram butaan reageert er $(5 \times 13)/2$ gram zuurstof nodig is. Als je weet hoeveel massa er van een stof reageert, dan moet dat eerst omgezet worden naar het aantal mol en dan pas kun je de stoffen naar elkaar omrekenen.

Kenniskaart 5 Concentratie

Als je de hoeveelheid van een stof die is opgelost wilt weergeven kun je dat op meerdere manieren doen, bijv. met massa- of volumepercentages. In de scheikunde gebruiken we vaak de eenheid mol.

De hoeveelheid stof opgelost in (meestal) water, wordt in de scheikunde aangeduid met het begrip "molariteit". Molariteit is het aantal "mol per liter" en wordt aangeduid met "M" (Let op: een hoofdletter!).

Het is de hoeveelheid van de stof die opgelost is in 1 liter, maar dan niet in grammen of kilo's, maar in mol. De hoeveelheid mol per liter is precies hetzelfde als millimol per milliliter (mmol mL^{-1}). De concentratie geef je aan met behulp van concentratiehaken om de formule, bijv. $[\text{C}_{12}\text{H}_{22}\text{O}_{11}]$.

$$\text{concentratie} = \frac{\text{aantal mol}}{\text{aantal liter}} \quad \text{of} \quad \text{concentratie} = \frac{\text{aantal mmol}}{\text{aantal milliliter}}$$

Als je weet hoeveel gram stof is opgelost in een bepaalde hoeveelheid vloeistof, moet je het aantal gram stof omrekenen naar aantal mol, en de hoeveelheid vloeistof naar liter. Vervolgens deel je het aantal mol door het aantal liter en de uitkomst daarvan is de concentratie in mol per liter.

Oefensom:

Bereken de concentratie natriumionen als er 3,12 g natriumfosfaat is opgelost in 75 mL water.

Uitwerking:

- Schrijf je gegevens op: 3,12 g Na_3PO_4 (**denk aan de verhoudingsformule**)
75 mL water
- Wat is gevraagd: Concentratie Na^+ -ionen $[\text{Na}^+]$
- Schrijf de reactievergelijking op: $1 \text{ Na}_3\text{PO}_4 (\text{s}) \rightarrow 3 \text{ Na}^+ (\text{aq}) + \text{PO}_4 (\text{aq})$
- Molverhouding $\text{Na}_3\text{PO}_4 : \text{Na}^+ = 1 : 3$
- Uitrekenen aantal mol Na_3PO_4 Molmassa $\text{Na}_3\text{PO}_4 = 163,96 \text{ g/mol}$

gram	163.69	3.12	x = $\frac{3.12 \times 1}{163.69}$	= 0,01906 mol
mol	1	x		$\text{Na}_3\text{PO}_4 (\text{s})$
- Uitrekenen aan mol Na^+ -ionen $\text{Na}_3\text{PO}_4 : \text{Na}^+ = 1 : 3$, dus $3 \times 0,01906 \text{ mol} = 0,05718 \text{ mol Na}^+$ -ionen
- Concentratie uitrekenen $0,05718 \text{ mol} = 57,18 \text{ mmol Na}^+$ -ionen
Dus: $[\text{Na}^+] = 57,18 \text{ mmol} / 75 \text{ mL} = 0,7624 \text{ mmol/mL}$
- Significantie $[\text{Na}^+] = 0,76 \text{ mmol} / \text{ml}$ Dit mag je ook schrijven als
 $[\text{Na}^+] = 0,76 \text{ mol} / \text{L}$ of
 $[\text{Na}^+] = 0,76 \text{ M}$

Kenniskaart 6 ADI-waarde

De ADI-waarde van een stof geeft aan hoeveel een gezond mens van deze stof zonder gevolgen op een dag kan eten en/of drinken. Letterlijk betekent het: Acceptable Daily Intake (Aanvaardbare Dagelijkse Inname). De ADI-waarde wordt uitgedrukt in mg per kg lichaamsgewicht. Dat wil dus zeggen dat een volwassen lichaam meer van een bepaalde stof kan hebben dan een kinderlichaam.

Oefensom:

Pim is een kleuter van 5 jaar. Hij weegt 20 kg. Hij vindt in de kast een pakje van vier rollen mentos mint. In elke rol zitten 14 snoepjes. Deze snoepjes bevatten elk 0,025 mg menthol. De ADI-waarde van menthol is te vinden in binas tabel 95B. Pim eet alle snoepjes op. Is dit schadelijk voor zijn gezondheid?

Uitwerking:

1. Zoek de ADI-waarde op: Maximaal 0,2 mg per kg lichaamsgewicht.
2. Bereken hoeveel het maximum zijn massa in kg x ADI-waarde
is voor Pim: $20 \times 0,2 = 4 \text{ mg}$
3. Bereken hoeveel Pim binnen krijgt $4 \times 14 \times 0,025 = 1,4 \text{ mg}$
4. Vergelijk de antwoorden van 2 en 3Hij krijgt 1,4 mg binnen en het maximum is
met elkaar en trek je conclusie 4 mg. Het is dus niet schadelijk.

Of:

1. Zoek de ADI-waarde op: Maximaal 0,2 mg per kg lichaamsgewicht.
2. Bereken hoeveel Pim binnen krijgt $4 \times 14 \times 0,025 = 1,4 \text{ mg}$
3. Bereken hoeveel Pim binnen krijgt $1,4 / 20 = 0,07 \text{ mg per kg lichaamsgewicht}$
per kg lichaamsgewicht
4. Vergelijk de antwoorden van 1 en 3Hij krijgt per kg lichaamsgewicht 0,07mg binnen
met elkaar en trek je conclusie en het maximum is 0,20 mg. Het is dus niet
schadelijk.

LET OP: Je kunt er in dit soort berekeningen van uit gaan dat de persoon die voedingsstof op dezelfde dag niet via andere voedingsmiddelen binnen krijgt. In de praktijk zou dit nog wel eens het geval kunnen zijn. Verder zijn de ADI-waarden gebaseerd op gezonde mensen... ook dit is een aanname die in de praktijk nogal eens anders kan zijn.

KENNISKAART 7 PPM

PPM

Gehaltes worden vaak uitgedrukt in procenten. Zo ken je het massapercentage en het volumepercentage. Dat houdt in: hoeveel procent van de totale massa resp. volume bestaat uit de gevraagde stof. Als het om hele kleine hoeveelheden gaat, is het makkelijker te werken met PPM (Parts Pro Million, ofwel miljoenste delen). Berekeningen met ppm gaan op dezelfde manier als berekeningen met procenten, alleen stel je het totaal op 10^6 ppm (1 miljoen ppm) in plaats van 100%. Je moet, net als bij procenten, onderscheid maken tussen massa-ppm en volume-ppm.

Oefensom:

Op het etiket van een pot pindakaas staat de volgende tabel:

Voedingsstoffen in 100 g pindakaas		
Eiwitten		21 g
Olie/vet		63 g
Koolhydraten		13 g
IJzer		2 mg
Vitamine	B ₁	0,12 mg
	B ₂	0,09 mg
	B ₆	0,40 mg
Zout (NaCl)		600 mg

Bereken het aantal massa-ppm vitamine B6 in de pindakaas.

Uitwerking:

6. Bepaal de totale massa 100 gram
7. Bepaal de massa van vitamine B6 0,40 mg = 0,00040 gram

8. Bereken het aantal massa-ppm $\frac{\text{Massa vitamine B6}}{\text{Massa totaal}} \cdot 10^6 \text{ ppm}$

$$\frac{0,00040}{100} \cdot 10^6 \text{ ppm} = 4,0 \text{ massa ppm}$$

Deze berekening kan ook met een verhoudingstabel:

100 gram	0,00040 gram
10 ⁶ massa ppm	? massa ppm

9. Controleer het aantal significante cijfers

LET OP: Hierboven was de totale massa uitgedrukt in gram, de massa van het vitamine B6 in mg. Je moet dan altijd eerst beide massa's in dezelfde eenheid zetten. Datzelfde geldt natuurlijk ook als je rekent met volumes: dan moeten beide volumes in dezelfde eenheid staan.

Kenniskaart 8 MAC-waarde

De MAC-waarde is de Maximaal Aanvaardbare Concentratie van een gas of damp en wordt uitgedrukt in mg/m^3 . Dat wil zeggen dat de MAC waarde aangeeft hoeveel mg van die stof per kubieke meter lucht mag voorkomen, zodat een gezond, volwassen mens dagelijks 8 à 9 uur in een ruimte met de verontreinigde lucht kan zijn, zonder daar gezondheidsrisico bij te lopen. De MAC waarde wordt soms ook opgegeven in ppm.

De MAC waarde is geen duidelijke grens waarboven altijd schadelijke gevolgen optreden en waaronder nooit. Er zijn altijd andere factoren die een rol spelen in het al dan niet schadelijk zijn van de betreffende stof, zoals de aanwezigheid van andere giftige stoffen. Daarom moet er altijd gestreefd worden naar een zo laag mogelijke concentratie van schadelijke stoffen.

Van veel stoffen is de MAC waarde te vinden in BINAS tabel 97.

Oefensom:

Janine zet haar nagellak remover in de bijkeuken, maar sluit het flesje niet goed af. Er verdampt daardoor 20 gram nagellakremover (aceton). De bijkeuken heeft een volume van $8,0 \text{ m}^3$. Wordt de MAC waarde overschreden?

Uitwerking:

- | | |
|---|---|
| 1. Zoek de MAC waarde op: | Maximaal 1780 mg per m^3 lucht. |
| 2. Bereken hoeveel het maximum is voor de betreffende ruimte: | het aantal m^3 x MAC-waarde
$8,0 \times 1780 = 14240 \text{ mg} = 14 \text{ g}$ |
| 3. Vergelijk deze hoeveelheid met de aanwezige hoeveelheid. | Er is 20 gram aceton verdampt en het maximum is 14 g. De MAC waarde wordt dus overschreden. |

Of:

- | | |
|--|---|
| 1. Zoek de MAC waarde op: | Maximaal 1780 mg per m^3 lucht. |
| 2. Bereken hoeveel er per m^3 verdampt is | het aantal gram : het volume van de ruimte
$20 \text{ gram} : 8 \text{ m}^3 = 2,5 \text{ g}/\text{m}^3 = 2,5 \cdot 10^3 \text{ mg}/\text{m}^3$ |
| 3. Vergelijk dit gehalte met de MAC waarde. | Er is $2,5 \cdot 10^3 \text{ mg}/\text{m}^3$ aceton en het maximum is $1780 \text{ mg}/\text{m}^3$. De MAC waarde wordt dus overschreden. |

Bijlage II De powerpoint van de introductiefase

Chemie in Producten

MODULE: VOEDSELEN WAREN AUTORITEIT

Voedsel- en Warenautoriteit

Voedselveiligheid	Productveiligheid
3 maart 2009 Knorr Taco's Wereldgerechten - Te hoge concentratie van 4-Methyl Benzofenon, die voorkomt in bedrukking van de verpakking 6 februari 2009 Go-Tan glutenvrije sojasaus 250 mL - De verontreiniging komt van een aangeleverde grondstof die op lange termijn schadelijk is voor de gezondheid.	20 maart 2009: rieten poppenwagen Otto Simon - Verstikkingsgevaar door het losschieten van een schroefje en plastic afstandsopje rond de schroeven 25 februari 2009 soldeerpijstool Top Tools - Gebruik kan leiden tot een elektrische schok.

- Module gaat over chemisch rekenen
- Forensisch onderzoek (leren rekenen)
- Productonderzoek (artikel schrijven)

Voedsel- en Warenautoriteit

- Product onderzoeken
 - Tandpasta, lenzenvloeistof, schuurmiddel, tandbleekmiddel, Rennie's
 - Verschillende merken
 - Prijs/kwaliteit verhouding
 - Controle gehalte
 - Resultaten presenteren
- 4 weken, 8 lessen
- Groepswork (logboek)
- Zelf planning maken

Effectief samenwerken

- Individuele aanspreekbaarheid
 - voor het groepsresultaat en voor eigen bijdrage
- Directe interactie
 - Andere opstelling dan klassenplattegrond
- Evaluatie van groepsproces
 - Logboek met taken

Taken binnen de groep

Rol	Taken
Voorzitter	- verantwoordelijk voor de algemene gang van zaken - houdt iedereen aan zijn taken - haalt logboek op en vult hem in
Tijdbewaker	- noteert hoeveel tijd een activiteit kost - geeft vijf minuten voor het einde van de les een seintje zodat afspraken gemaakt kunnen worden en logboek ingevuld
Materiaalchef	- Is verantwoordelijk voor het materiaal - Verzorgt het contact met de TOA
Vragensteller	contact met de docent (alleen hij/zij kan vragen stellen)

Invullen van het logboek.

Les:	Datum:	Groep:
Voorzitter	Tijdbewaker	Materiaalchef Vragensteller Reserve
Afwezig:		
Gemaakte opgaven in de les:		Huiswerk:
Gezamenlijke opmerkingen/beoordeling van deze les:		
- Wat was moeilijk/leuk/leerzaam?		
Individuele beoordeling van de les:		

Aan de slag

Succes!!!

Bijlage III Het enquêteformulier over scheikunde (CCS)

Zet een kruisje in het hokje dat jouw mening weergeeft!

1 = helemaal mee oneens

2 = beetje mee oneens

3 = geen mening

4 = beetje mee eens

5 = helemaal mee eens

	1	2	3	4	5
Ik heb dit profiel gekozen omdat er scheikunde in zit					
Scheikunde is een saai vak					
Scheikunde is alleen leuk als we proefjes doen					
Iedereen heeft dagelijks met toepassingen van scheikunde te maken					
Eigenlijk zouden alle mensen meer interesse in scheikunde moeten hebben					
Scheikunde is moeilijk					
Ik kan makkelijk 5 voorbeelden noemen van producten waar scheikunde inzit					
De manier waarop de lessen bij scheikunde gegeven worden is leuk					
De manier waarop de stof bij scheikunde behandeld wordt is duidelijk					
Als ik een hoofdstuk van scheikunde gedaan heb, zie ik altijd het nut er van in					
Voor mijn vervolgonderwijs of beroep heb ik scheikunde nodig					
Scheikunde is een vak voor nerds					
Ik heb vaak het gevoel dat ik de stof bij scheikunde niet goed snap					
Van een aantal producten weet ik welke stoffen erin zitten en waarom deze stoffen erin zitten (misschien voorbeelden laten noemen)					
We doen te weinig practica bij scheikunde					
Door de practica die we bij scheikunde doen, snap ik het vak beter					

Bijlage IV Het enquêteformulier over de module (CCS en Reggesteyn)

Hieronder volgt allereerst de enquête in de lay-out die op het *Carmel College Salland* is gebruikt en vervolgens in de lay-out gebruikt op *Reggesteyn*.

1. Meerkeuzevraag

De module duurde 8 lessen. Dit was te lang.

oneens

eens

2. Meerkeuzevraag

De module 'Voedsel- en warenautoriteit' is een interessant onderwerp.

oneens

eens

3. Meerkeuzevraag

De inhoud van het boekje was overzichtelijk

oneens

eens

4. Meerkeuzevraag

De tekst in het boekje was moeilijk geschreven, dus moeilijk te begrijpen

oneens

eens

5. Meerkeuzevraag

De powerpoint presentatie over de voedsel- en warenautoriteit was duidelijk

oneens

eens

6. Meerkeuzevraag

De kenniskaarten waren moeilijk te begrijpen

oneens

eens

7. Meerkeuzevraag

De opgaven in de module waren moeilijk

oneens

eens

8. Meerkeuzevraag

De experimenten waren/ het experiment was leerzaam

oneens

eens

9. Meerkeuzevraag

Ik vond het fijn om in groepen te werken aan deze module

oneens

eens

10. Meerkeuzevraag

Er was te weinig tijd voor deze module.

oneens

eens

11. Meerkeuzevraag

Wat voor cijfer geef jij de kenniskaarten in deze module?

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

12. Meerkeuzevraag

Ik geef voor de hele module het volgende cijfer

10

9

8

7

6

5

4

3

2

1

Zet een kruisje in het hokje dat jouw mening weergeeft!

1 = helemaal mee oneens

2 = beetje mee oneens

3 = geen mening

4 = beetje mee eens

5 = helemaal mee eens

	1	2	3	4	5
De module duurde 8 lessen. Dit was te lang.					
De module "voedsel- en warenautoriteit" is een interessant onderwerp.					
De inhoud van het boekje was overzichtelijk.					
De tekst in het boekje was moeilijk geschreven, dus moeilijk te begrijpen.					
De powerpoint presentatie over de voedsel- en warenautoriteit was duidelijk.					
De kenniskaarten waren moeilijk te begrijpen.					
De opgaven in de module waren moeilijk.					
De experimenten waren leerzaam.					
Ik vond het fijn om in groepen te werken aan deze module.					
Er was te weinig tijd voor deze module.					

Wat voor cijfer geef jij aan de kenniskaarten in deze module? _____

Ik geef voor de hele module het volgende cijfer: _____

Bijlage V Het enquêteformulier over scheikunde (Reggesteyn)

Zet een kruisje in het hokje dat jouw mening weergeeft!

1 = helemaal mee oneens

2 = beetje mee oneens

3 = geen mening

4 = beetje mee eens

5 = helemaal mee eens

	1	2	3	4	5
Ik heb dit profiel gekozen omdat er scheikunde in zit					
Scheikunde is een saai vak					
Scheikunde is alleen leuk als we proefjes doen					
Iedereen heeft dagelijks met toepassingen van scheikunde te maken					
Eigenlijk zouden alle mensen meer interesse in scheikunde moeten hebben					
Scheikunde is moeilijk					
Ik kan makkelijk 5 voorbeelden noemen van producten waar scheikunde in zit					
De manier waarop de lessen bij scheikunde gegeven worden is leuk					
De manier waarop de stof bij scheikunde behandeld wordt is duidelijk					
Als ik een hoofdstuk van scheikunde gedaan heb, zie ik altijd het nut er van in					
Voor mijn vervolgopleiding of beroep heb ik scheikunde nodig					
Scheikunde is een vak voor nerds					
Ik heb vaak het gevoel dat ik de stof bij scheikunde niet goed snap					
Tijdens de scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren					
Ik heb vaak het gevoel dat ik bij scheikunde nutteloze dingen leer					
De scheikundelessen mogen wel wat leuker					
De practica die we bij scheikunde doen zijn te weinig op de praktijk gericht					
Van een aantal producten weet ik welke stoffen erin zitten en waarom deze stoffen erin zitten (misschien voorbeelden laten noemen)					
We doen te weinig practica bij scheikunde					
Door de practica die we bij scheikunde doen, snap ik het vak beter					

Bijlage VI Het enquêteformulier over groepswork (Reggesteyn)

Zet een kruisje in het hokje dat jouw mening weergeeft!

1 = helemaal mee oneens

2 = beetje mee oneens

3 = geen mening

4 = beetje mee eens

5 = helemaal mee eens

	1	2	3	4	5
Als ik nieuwe dingen leer, gaat dat het beste als ik alleen op mijn kamer zit					
Ik vind groepswork een prettige manier van leren					
Als je zelf dingen ontdekt leer je daar meer van dan als een leraar het vertelt					
Als je zelf dingen uit moet zoeken, leer ik er meer van dan als ik het uit een boek leer					
Het meeste leer ik als ik een ander moet uitleggen wat ik bedoel					
Medeleerlingen kunnen mij beter dingen uitleggen dan de leraar omdat ze beter snappen wat ik moeilijk vind					
Ik vind het fijn om met een groep samen verantwoordelijk te zijn voor ons resultaat					
Als ik in een groep werk doe ik beter mijn best dan als ik alleen moet werken					
Als ik in een groep werk heb ik regelmatig het gevoel dat ik meer doe dan de anderen					
Als ik weet wanneer een hoofdstuk / module af moet zijn, vind ik het prettig om zelf te plannen welke opdrachten ik op welk moment doe, dat hoeft een leraar niet voor mij te bepalen.					
Als de samenwerking in een groep niet goed loopt, zeg ik de anderen dat ze beter hun best moeten doen / serieuzer moeten werken enz.					
Ik denk dat ik hogere cijfers kan halen als ik met een groepje zelf uitzoek hoe de stof in elkaar zit, dan als ik het uit het boek moet leren.					
Ik denk dat ik gemotiveerder ben als ik met een groepje zelf uitzoek hoe de stof in elkaar zit, dan als ik het uit het boek moet leren.					
In de klas werk ik het liefst alleen.					
Met mijn buur in de klas samenwerken vind ik wel fijn, maar in een grotere groep niet.					
Ik vind het prettig als iedereen een bepaalde rol krijgt bij het samenwerken in een groep					

Opgave I Natriumfosfaat oplossing

Heleen wil een **0,300 M** natriumfosfaat (Na_3PO_4) oplossing maken.

- 1 Geef het oplossen van natriumfosfaat in water weer in een reactievergelijking.
- 2 Geef de concentratie van de natriumionen in deze oplossing.
- 3 Geef de concentratie van de fosfaationen in deze oplossing.
- 4 Bereken hoeveel gram natriumfosfaat Heleen moet afwegen om 3,5 liter van de gevraagde oplossing te maken.

Opgave II Benzeengehalte

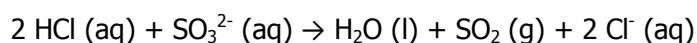
1,0 m³ benzine bevat 2,7 mg benzeen. De dichtheid van benzine kun je vinden in binas.

- 5 Bereken het massa-ppm benzeen in deze benzine.

Opgave III Reactie tussen zoutzuur en natriumsulfiet oplossing

Bij deze opgave geldt: $V_m = 24,0 \text{ dm}^3\text{mol}^{-1}$.

Als je waterstofchloride, HCl (g), in water oplost, krijg je een oplossing die we zoutzuur, HCl (aq), noemen. Als je zoutzuur laat reageren met een natriumsulfiet (Na_2SO_3) oplossing ontstaat zwaveldioxide, volgens de vergelijking:



Groepjes leerlingen moeten volgens aanwijzingen 25,0 ml 0,100 M natriumsulfiet oplossing en 25,0 ml 0,250 M zoutzuur bij elkaar voegen en bepalen hoeveel SO_2 ontstaat.

- 6 Laat met behulp van een berekening zien dat bij deze proef zoutzuur in overmaat aanwezig is.
- 7 Bereken hoeveel cm³ zwaveldioxide bij deze proef maximaal kan ontstaan per groepje leerlingen.

In een andere klas ontstaat in totaal 43 mmol zwaveldioxide. De MAC-waarde van zwaveldioxide is 5 mg m⁻³. Het lokaal heeft de volgende afmetingen:
7,20 x 9,00 x 3,60 m.

- 8 Bereken of tijdens de proef in het lokaal de MAC-waarde van SO_2 wordt overschreden.

Bijlage VIII De resultaten van de enquête over scheikunde (leerlingen CCS)

		Ik heb dit profiel gekozen omdat er scheikunde in zit																																			t-toets																										
																																					Gem.	voor/na																									
voor	allen	4	1	1	4	1	4	1	2	1	5	2	1	1	1	3	2	4	2	4	2	4	4	4	4	1	2	4	2	4	3	2	3	4	2	4	2	1	2	1	1	3	3	3	5	2,63																	
na	boek	1	2	2	2	2	2	3	2	2	1	4	3	4	4	4	2	4	2	1	4	1	3	2	2	4																				2,50	0,631																
	mod	4	5	5	4	2	4	4	2	1	2	3	4	1	2	4	5	4	1	4	4	1	3	2	2	2	3	4	2	1	4	2	2	4	2	4	4								3,05	0,111																	
Scheikunde is een saai vak																																																															
voor	allen	3	3	2	2	2	3	3	4	4	1	2	4	4	5	2	2	1	1	4	2	4	4	2	3	4	4	4	4	2	2	2	2	2	4	4	2	2	3	4	4	2	1	2	2	2	2	2	2	4	4	2	5	4	4	2,78							
na	boek	3	3	2	3	3	2	2	3	3	2	1	2	2	2	2	3	2	2	3	3	3	2	3	4	2	2																											2,48	0,174								
	mod	1	2	1	3	3	4	3	2	3	2	2	4	4	2	2	2	2	3	3	3	3	4	2	4	2	3	3	3	4	3	2	4	2	2	1	3	4															2,71	0,751									
Scheikunde is alleen leuk als we proefjes doen																																																															
voor	allen	2	1	4	4	2	5	5	4	4	2	2	4	4	4	5	3	4	2	5	2	2	4	4	3	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	4	3,49								
na	boek	2	2	3	4	4	5	2	2	3	2	2	4	4	2	2	4	2	1	4	2	2	2	3	3	1																													2,65	0,001							
	mod	2	3	2	4	5	2	3	2	4	4	4	3	4	5	4	2	4	4	3	3	2	5	2	4	3	3	4	4	2	4	4	5	2	3	4	4	3															3,39	0,649									
Iedereen heeft dagelijks met de toepassingen van scheikunde te maken																																																															
voor	allen	5	4	4	5	2	3	1	2	3	3	4	1	1	1	4	5	3	4	4	5	5	4	5	4	5	1	4	1	5	4	4	4	5	4	4	3	4	4	4	4	1	5	2	2	2	3	5	5	4	3	3	4	4	5	4	5	4	1	2	4	3,54	
na	boek	3	3	2	5	3	3	4	3	4	4	4	5	3	5	5	4	5	4	5	4	2	4	2																																					3,69	0,595	
	mod	3	5	5	4	5	5	4	4	5	5	4	1	4	5	5	4	5	3	4	5	4	4	2	4	4	5	5	5	3	4	5	5	5	5																							4,32	0,002				
Eigenlijk zouden alle mensen meer interesse in scheikunde moeten hebben																																																															

De manier waarop de lessen bij scheikunde worden gegeven is leuk									
voor	allen	4 2 4 3 2 4 2 3 3 2 2 3 3 3 1 4 4 3 3 4 2 3 2 2 3 4 3 2 2 4 1 3 5 4 2 4 2 4 2 4 4 1 5 5 4 4 2 4 4 3 4 4 5 5 1 4 4 4 2 4 2 2 4	3,143						
na	boek	4 4 4 2 3 4 3 4 4 4 4 3 2 3 4 3 4 4 4 4 3 2 4 2 4 5	3,5	0,140					
	modu	3 3 4 2 4 2 4 1 3 3 3 3 3 3 2 3 2 3 4 4 2 4 3 4 3 4 2 4 2 3 3 3 5 5 3 3	3,105	0,858					
De manier waarop de stof bij scheikunde behandeld wordt is duidelijk									
voor	allen	4 3 4 2 4 4 4 4 4 3 4 4 4 4 2 4 4 4 4 5 2 5 4 4 3 4 4 4 2 4 3 4 2 4 4 5 2 4 4 5 3 4 4 5 5 4 4 4 5 5 2 2 4 4 4 2 2 4	3,714						
na	boek	3 3 5 4 2 4 5 3 4 2 4 4 1 4 3 2 2 4 4 3 4 2 4 3 4 4	3,346	0,113					
	modu	3 3 5 2 4 2 4 3 4 4 4 2 4 3 2 4 4 2 2 5 4 2 4 3 3 4 4 1 4 2 4 2 4 4 2 2	3,263	0,030					
Als ik een hoofdstuk van scheikunde gedaan heb, zie ik er altijd het nut van in									
voor	allen	4 4 2 1 2 4 2 2 2 2 2 4 4 2 2 5 4 2 4 2 2 2 2 4 2 2 2 2 2 2 1 4 4 4 1 4 4 2 2 1 4 4 2 1 2 2 2 2 2 2 3 3 4 2 2 2 3 2 3 2 2	2,54						
na	boek	2 2 4 2 2 3 3 3 2 3 2 2 3 2 4 2 2 2 4 2 3 3 4 2 2 1	2,538	0,996					
	modu	3 3 3 2 5 3 4 2 3 3 3 2 2 2 3 4 3 3 3 3 4 2 1 1 2 3 3 2 4 2 2 2 3 2 3 2 3	2,684	0,462					
Voor mijn vervolgopleiding heb ik scheikunde nodig									
voor	allen	4 3 3 3 5 3 5 3 3 1 4 3 1 3 1 4 3 3 4 5 1 3 1 3 3 3 5 2 1 1 1 3 4 5 3 2 3 4 1 5 3 4 4 2 4 1 5 3 3 4 4 3 5 5 1 3 5 2 3 3 3 1 4	3,063						
na	boek	3 3 3 3 1 2 3 3 4 4 2 4 3 3 1 4 4 4 2 3 4 1 2 3 4 5	3	0,825					
	modu	5 3 5 3 3 3 3 3 3 3 3 4 1 2 3 3 4 4 2 3 4 1 1 3 1 3 3 3 3 5 3 2 3 4 4 2 4	3,025	0,880					
Scheikunde is een vak voor nerds									
voor	allen	2 2 1 2 1 3 1 2 2 2 2 1 2 2 3 2 4 1 4 1 3 1 1 1 2 1 4 4 2 4 3 1 1 1 4 1 2 2 4 1 4 5 1 1 3 1 1 1 1 3 3 1 2 2 5 1 1 2 4 2 3 5 4	2,206						
na	boek	4 3 1 2 4 2 2 2 2 1 2 1 1 2 2 1 1 1 2 3 3 1 2 3 2 2	2	0,446					
	modu	1 2 1 2 5 2 1 2 1 4 2 1 4 4 2 2 1 1 2 3 2 2 4 2 3 1 2 2 1 5 2 1 4 1 3 2 3 1	2,211	0,987					
Ik heb vaak het gevoel dat ik de stof bij scheikunde niet goed snap									
voor	allen	4 3 2 1 2 2 3 2 3 4 1 2 4 4 5 2 2 1 4 2 5 4 2 1 3 2 4 4 3 4 2 3 4 2 2 1 5 5 4 1 4 5 1 1 4 5 2 1 2 2 2 2 3 3 2 1 2 2 2 3 1 1	2,651						
na	boek	4 4 1 3 4 3 3 3 3 1 2 1 1 3 5 4 1 2 2 4 3 2 5 3 3 4	2,846	0,507					
	modu	1 3 4 4 4 2 3 2 4 2 2 1 4 4 4 2 2 3 5 2 3 2 1 5 4 1 2 3 3 5 4 1 4 2 3 1 4 3	2,868	0,402					
Van een aantal producten weet ik welke stoffen erin zitten en waarom deze stoffen erin zitten									
voor	allen	2 4 4 2 4 4 5 3 3 2 2 4 1 1 3 3 2 1 2 2 3 1 4 5 3 3 4 2 4 4 4 4 1 4 4 2 3 2 4 4 2 1 5 4 4 1 2 1 3 4 4 1 5 5 # 3 5 4 2 3 3 2 1	3,73						
na	boek	3 2 4 2 4 3 3 3 4 4 4 3 3 3 4 5 4 4 4 2 4 3 4 3 5 5	3,538	0,876					
	modu	2 2 3 4 3 2 5 2 4 4 5 3 4 4 5 4 2 4 4 2 4 4 1 4 4 3 3 4 2 4 2 3 2 1 4 3 5 4	3,289	0,685					
We doen te weinig practica bij scheikunde									
voor	allen	4 4 4 4 4 5 4 5 4 4 4 2 2 4 5 5 3 5 4 5 5 3 4 5 4 5 5 4 4 4 4 2 5 4 5 4 5 2 5 5 1 4 2 4 5 2 4 5 2 2 2 1 5 1 2 3 4 4 3 3 3	3,73						
na	boek	2 2 2 4 5 5 3 2 5 4 2 4 3 3 4 4 4 4 4 5 2 3 4 4 2 1	3,346	0,165					
	modu	4 3 4 5 5 3 2 2 3 4 1 5 3 4 5 5 3 5 4 5 4 3 5 4 4 4 3 4 4 3 3 2 4 3 2 4 5 4	3,684	0,844					
Door de practica die we bij scheikunde doen snap ik het vaak beter									
voor	allen	4 1 4 5 5 4 5 5 5 3 3 4 4 4 3 5 5 4 4 4 5 5 4 2 5 3 4 4 5 4 3 4 5 4 2 4 5 4 2 5 5 5 4 5 4 5 4 4 5 4 3 4 3 4 5 4 4 4 4 5 3 3 4	4,048						
na	boek	1 3 5 4 5 5 4 4 4 4 4 3 3 2 2 4 4 2 5 4 2 4 2 2 2	3,385	0,005					
	modu	4 4 5 5 4 4 1 3 4 4 5 2 4 5 4 3 4 2 5 4 3 4 4 4 5 4 4 4 5 4 4 4 3 4 3 5 3	3,895	0,417					

Bijlage IX De resultaten van de enquête over scheikunde (Reggesteyn)

			Gemiddeld	t-toets voor/na per klas
module	4U voor	Ik heb dit profiel gekozen omdat er scheikunde in zit	3,42	
	4U na		3,86	0,238
boek	4T voor	5 4 1 4 4 4 4 4 5 4 1 5 2 2 3 5 4 4 4 3 4 2 2 2 3	3,4	
	4T na	2 4 5 3 3 4 3 3 4 4 4 3 2 2 5 3 2 2 3 4 4 1 4 4	3,25	0,646
module	4U voor	Scheikunde is een saai vak	1,92	
	4U na		1,95	0,892
boek	4T voor	1 1 2 4 4 2 2 1 1 2 2 4 2 2 1 1 1 1 2 3 2 1 3 2 4	2,04	
	4T na	3 1 1 2 1 3 2 2 2 2 3 1 2 3 2 2 2 2 2 2 2 1 1	1,92	0,628
module	4U voor	Scheikunde is alleen leuk als we proefjes doen	2,75	
	4U na		2,55	0,492
boek	4T voor	2 2 1 3 2 2 1 3 1 2 2 3 4 4 1 3 3 2 2 2 2 2 1 4 2	2,24	
	4T na	4 3 2 2 1 2 3 4 2 2 3 2 1 3 3 2 3 2 5 3 4 3 2 1	2,58	0,223
module	4U voor	Iedereen heeft dagelijks met de toepassingen van scheikunde te maken	4,25	
	4U na		4,14	0,706
boek	4T voor	5 5 4 5 4 5 5 4 5 3 4 4 5 3 5 5 5 4 2 3 3 3 4 3	4,04	
	4T na	5 3 5 4 5 5 3 4 5 4 3 5 3 4 5 3 2 4 4 5 5 4 5 5	4,17	0,634
module	4U voor	Eigenlijk zouden alle mensen meer interesse in scheikunde moeten hebben	2,54	
	4U na		3,05	0,154
boek	4T voor	1 3 3 2 4 2 4 3 3 3 3 1 2 3 2 2 3 3 3 2 1 3 3 3 3	2,6	
	4T na	2 3 1 3 4 2 2 3 1 4 2 3 3 2 3 2 3 3 3 1 4 1 4 3	2,58	0,948
module	4U voor	Scheikunde is moeilijk	2,63	
	4U na		2,73	0,760
boek	4T voor	4 2 5 4 4 4 3 2 4 4 4 4 4 2 3 4 2 2 1 4 2 2 4 4 2	3,2	
	4T na	4 2 2 2 5 4 4 4 2 3 3 2 2 4 3 4 3 3 4 4 5 2 4	3,21	0,978
module	4U voor	Ik kan makkelijk 5 voorbeelden noemen van producten waar scheikunde in zit	4,46	
	4U na		4,18	0,408
boek	4T voor	5 5 2 5 5 5 4 4 5 5 5 3 5 3 3 5 3 2 5 5 2 2 5 4 5	4,08	
	4T na	5 4 5 3 5 4 5 5 4 4 4 3 4 5 4 3 4 5 4 3 5 5 5	4,29	0,462
module	4U voor	De manier waarop de lessen bij scheikunde worden gegeven is leuk	3,42	
	4U na		3,82	0,156
boek	4T voor	4 5 3 4 4 4 4 5 4 4 3 4 4 4 5 4 4 5 4 3 4 4 3 4 4	4	
	4T na	2 4 4 4 4 4 2 5 4 4 3 4 4 4 4 4 3 4 3 4 3 4 5 4 5	3,79	0,292
module	4U voor	De manier waarop de stof bij scheikunde behandeld wordt is duidelijk	4,04	
	4U na		4,05	0,990
boek	4T voor	5 5 3 5 5 4 4 5 4 5 5 4 4 4 5 5 5 5 4 3 4 4 3 4	4,32	
	4T na	2 5 5 4 4 4 4 5 4 4 4 5 4 4 4 4 4 4 4 5 5 4 5 5	4,33	0,947
module	4U voor	Als ik een hoofdstuk van scheikunde gedaan heb, zie ik er altijd het nut van in	3	
	4U na		3,09	0,793
boek	4T voor	4 4 3 2 1 2 2 4 2 2 2 1 2 3 2 4 4 3 2 2 2 2 4 2 3	2,56	
	4T na	1 3 2 2 4 4 3 4 2 1 3 2 3 3 4 2 3 3 2 2 4 2 3 4	2,75	0,489
module	4U voor	Voor mijn vervolgopleiding heb ik scheikunde nodig	3,04	
	4U na		3,14	0,754
boek	4T voor	5 4 3 4 4 5 3 3 3 3 3 4 3 2 3 3 5 2 4 4 3 3 4 1 3	3,36	
	4T na	1 3 4 5 3 3 4 3 3 5 2 4 3 3 2 3 3 4 3 3 3 4 1 4 3	3,17	0,493
module	4U voor	Scheikunde is een vak voor nerds	1,58	
	4U na		1,91	0,251
boek	4T voor	3 2 4 1 1 2 1 1 3 1 1 1 2 2 1 1 1 1 2 3 1 2 1 2 4	1,76	
	4T na	3 1 1 1 1 1 3 2 1 1 1 1 2 3 1 1 2 2 3 2 1 3 2 1	1,67	0,718
module	4U voor	Ik heb vaak het gevoel dat ik de stof bij scheikunde niet goed snap	2,25	
	4U na		2,23	0,948
boek	4T voor	1 1 4 3 3 2 4 1 2 2 2 2 3 1 2 1 1 1 3 2 2 2 4 2	2,12	

	4T na	5 1 1 2 3 5 2 2 3 2 2 2 2 3 3 2 2 2 4 4 2 4 1 2	2,54	0,170
		Tijdens de scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren		
module	4U voor	2 4 3 3 2 1 4 1 4 3 2 3 3 3 3 3 2 3 4 2 4 4 3	2,88	
	4U na	3 3 1 2 1 2 3 3 1 2 1 3 3 1 3 2 2 3 2 3 1 3	2,32	0,041
boek	4T voor	4 3 3 2 2 4 4 3 2 3 3 2 3 4 3 3 4 2 4 4 3 3 3 4	3,12	
	4T na	4 3 4 3 3 2 3 1 2 4 4 4 2 4 4 3 3 2 3 1 4 3 3 2	2,96	0,507
		Ik heb vaak het gevoel dat ik bij scheikunde nutteloze dingen leer		
module	4U voor	2 2 2 2 2 1 1 1 3 2 2 3 1 2 4 1 3 4 2 3 2 4 4 2	2,29	
	4U na	1 3 1 2 1 3 4 4 4 2 1 1 2 1 2 2 3 1 2 2 1 3	2,09	0,513
boek	4T voor	1 1 5 2 2 2 2 1 1 4 4 2 2 2 2 1 1 2 3 2 2 2 1 4 2	2,12	
	4T na	5 3 1 3 3 2 2 1 4 3 3 1 2 4 2 1 2 2 4 3 1 3 2 1	2,42	0,357
		De scheikundelessen mogen wel wat leuker		
module	4U voor	4 3 3 4 2 2 2 4 3 3 2 3 1 4 4 4 4 2 4 3 2 4 3 2	3	
	4U na	1 1 4 4 3 4 3 4 2 2 1 4 3 2 2 3 4 5 3 3 2 3	2,86	0,656
boek	4T voor	1 3 3 5 5 4 4 1 1 4 4 3 2 3 1 4 5 3 4 4 2 3 4 4 3	3,2	
	4T na	5 1 4 3 4 4 4 2 5 4 3 3 2 4 4 2 3 2 5 3 4 3 3 2	3,29	0,786
		De practica die we bij scheikunde doen zijn te weinig op de praktijk gericht		
module	4U voor	2 4 4 2 2 1 3 2 2 2 2 2 1 2 3 3 3 2 2 4 4 3 4 3	2,58	
	4U na	1 3 4 3 3 2 2 3 5 2 2 3 2 2 3 3 1 2 3 2 1 2	2,45	0,647
boek	4T voor	1 3 3 4 4 4 4 3 1 3 3 3 3 3 3 3 4 3 4 2 4 3 2 4 4	3,12	
	4T na	4 3 4 4 4 2 2 2 3 4 2 3 3 4 4 4 4 2 5 3 4 4 3 2	3,29	0,505
		Van een aantal producten weet ik welke stoffen erin zitten en waarom deze stoffen erin zitten		
module	4U voor	3 4 4 3 1 4 3 2 3 4 4 4 4 4 1 4 2 2 4 5 4 4 3 4	3,33	
	4U na	5 5 4 2 4 2 1 3 4 4 3 3 2 3 3 3 2 3 4 4 5 3	3,27	0,843
boek	4T voor	4 2 2 4 5 4 3 4 4 4 4 2 3 1 2 2 2 3 1 4 2 1 3 2 4	2,88	
	4T na	1 3 5 1 3 1 1 1 5 1 3 2 2 1 3 3 1 3 2 1 3 2 3 1	3,17	0,379
		We doen te weinig practica bij scheikunde		
module	4U voor	3 3 3 2 4 1 3 3 3 4 1 3 1 2 4 3 3 4 4 2 3 2 3 3	2,79	
	4U na	4 1 2 3 2 3 2 2 3 3 2 2 4 2 2 3 2 2 2 4 1 3	2,45	0,210
boek	4T voor	2 3 1 2 2 5 5 4 1 4 5 3 2 4 3 5 5 3 5 3 2 1 3 4 3	3,2	
	4T na	4 4 4 4 5 2 2 2 3 4 4 3 2 3 4 3 3 2 5 4 5 4 3 4	3,46	0,449
		Door de practica die we bij scheikunde doen snap ik het vak beter		
module	4U voor	3 5 4 2 4 1 3 4 4 4 4 3 5 5 2 4 2 2 4 3 5 4 3 3	3,46	
	4U na	5 1 4 3 5 2 2 2 5 5 4 3 4 2 3 3 2 2 2 4 2 3	3,09	0,291
boek	4T voor	4 2 3 3 2 2 4 4 4 5 4 3 2 5 4 4 5 4 2 4 2 2 3 3 2	3,28	
	4T na	5 4 2 4 4 4 5 4 3 2 3 4 2 2 4 2 4 3 5 4 4 3 2 4	3,46	0,552

Bijlage X Interviews met leerlingen

INTERVIEW 1:

Petra: Fijn dat je tijd wil maken om mee te werken aan dit onderzoek. Ik wil je graag als eerste vragen wat je van de module vond.

Remco: In het begin zag ik er meteen al heel erg tegenop. Ik vond het helemaal niks dat we in groepen moesten gaan werken en dat we geen vast huiswerk kregen enzo.

Petra: En toen je er mee bezig was?

Remco: Ja toen was het bij ons in de groep lastig. Wiard en ik vonden het erg moeilijk maar we deden wel heel erg ons best. Bas en Mohammed waren alleen maar aan het ouwehoeren. Uiteindelijk zijn Wiard en ik met zijn tweeën verder gegaan. Bas en Mohammed hebben ook hele slechte cijfers gehaald. Maar ik vond het ook echt heel erg moeilijk en ben blij dat ik nog een keer bijles van u kon krijgen anders had ik nooit een voldoende gehaald. En ik heb ook wel uit het boek geleerd nog.

Petra: Wat vond je dan precies zo moeilijk?

Remco: Vooral die vragen. Ik had gewoon geen idee hoe je die moest doen. Ik denk dat dit ook wel moeilijk was geweest als we het gewoon uit het boek gehad hadden, maar nu miste ik gewoon de uitleg op het bord. Normaal let ik altijd heel goed op, ook bij de sommen op het bord, en dan weet ik uiteindelijk wel wat ik moet doen, maar nu had ik echt geen flauw idee. We bleven maar de hele tijd bij die eerste vragen hangen. Toen u zei dat we eerst maar eens verder moesten gaan met die MAC waarde en ADI waarde en PPM enzo, die sommen snapte ik beter. Maar ik vond het boekje gewoon erg onduidelijk en ik miste dus de uitleg op het bord.

Petra: Oké, de manier van werken vond je dus niet fijn. Maar wat vond je van de module op zich dan?

Remco: Ja, vaag dus. Maar die proeven vond ik wel leuk. Toen begon ik het ook een beetje te snappen.

Petra: Wat begon je toen te snappen, wat je eerst niet snapte?

Remco: Ja, die berekeningen.

Petra: En vond je de proeven leuk omdat je het toen snapte of omdat je proeven deed of...

Remco: Dan zie je ook echt wat het nut is. En als je het snapt is het natuurlijk altijd wel leuk.

Petra: Zag je pas bij de proeven wat het nut was?

Remco: Nou, daarvoor was ik alleen maar aan het balen dat ik er niks van snapte.

Petra: Wat vond je van de onderwerpen in de module?

Remco: Ik vond het wel leuk dat het de hele tijd over die rechercheurs ging. Maar op het laatst baalde ik echt alleen nog maar van dat het te moeilijk was.

Petra: Zou je adviezen kunnen geven om de module beter te maken?

Remco: Nou, doe mij maar gewoon het boek. En dan uitleg op het bord en elke les huiswerk opgeven.

Petra: Maar vind je het niet fijner om zelf je planning te kunnen maken?

Remco: Nee, dat werkt niet voor mij. Het liefste heb ik gewoon huiswerk en dat dat ook gecontroleerd wordt.

Petra: Maar als we volgend jaar toch die module weer gaan gebruiken, wat moeten we er dan in aanpassen?

Remco: Meer makkelijke sommen in het begin. Niet meteen zo moeilijk beginnen.

Petra: En verder?

Remco: Geen idee?

Petra: Wat vond je van het thema?

Remco: Eigenlijk vond ik dat recherche gedoe maar helemaal niks. Ik kon me er maar weinig bij voorstellen.

Petra: Misschien hadden we CSI moeten laten zien en dan iets wat daarin onderzocht wordt in de module laten terugkomen?

Remco: Ja, dan kun je je veel meer inleven.

Petra: En dat productonderzoek?

Remco: Ja, dat vond ik wel leuk. Dat je ziet dat er in verschillende producten dezelfde stof zit en dat je zelf kunt onderzoeken hoeveel er van die stof inzit en welk merk dus beter is.

Petra: Had je van te voren gedacht dat je zelf zo merken kon vergelijken?

Remco: Ik had er eigenlijk nooit over nagedacht dat je dat met scheikunde kon doen.

Petra: Waarvoor dacht jij eigenlijk dat scheikunde nuttig is dan?

Remco: Nou, het hoort bij dit profiel en als je iets technisch wilt gaan studeren, krijg je op school dus ook scheikunde. Verder heb ik er eigenlijk niet zo over nagedacht. Ik wil iets van bouwkunde ofzo gaan studeren en daar heb je scheikunde ook niet echt voor nodig.

Petra: Maar waarvoor is scheikunde nuttig dan?

Remco: Ja, daar heb ik dus nooit over nagedacht hè. Maar ik denk dat als je iets van farmacie wil doen dat het wel nuttig is. Of iets met laboratorium.

Petra: Heeft deze module je dan meer een beeld gegeven van wat je met scheikunde kunt doen?

Remco: Ik denk het wel. Maar toch heb ik liever het boek hoor. Dat is veel duidelijker.

Petra: Oké, ik denk dat ik wel genoeg weet. Heel erg bedankt!

INTERVIEW 2

Petra: Fijn dat je tijd wil maken om mee te werken aan dit onderzoek. Ik wil je graag als eerste vragen wat je van de module vond.

Ruth: Ik vond het wel goed te doen. Maar ik ben ook altijd wel goed in scheikunde. Ik denk dat het voor sommige anderen wel heel moeilijk is.

Petra: Je hebt in een groep samen gewerkt. Merkte je in jouw groep dat anderen het moeilijk vonden?

Ruth: Ja, best wel. Ik heb best wel vaak de anderen uitgelegd hoe je een som moest doen.

Petra: Ja, dat heb ik gezien. Snapten de anderen het ook na jouw uitleg?

Ruth: Ja volgens mij wel. En anders zeiden ze het wel. Zoals Jelmer, die zei het gewoon als hij het nog niet snapte.

Petra: Weet je hoe de cijfers in jullie groep waren?

Ruth: Nee

Petra: Ingmar een 3... Jelmer een 7,5... Bram een 6,7 en jij een 9,8. Ik vraag dit omdat ik me afvraag of je doorhad dat Ingmar het niet goed snapte?

Ruth: Ja dat verbaasde me niks. Hij deed gewoon nooit zijn huiswerk. Hij zei nooit dat hij het niet snapte maar hij schreef ook nooit wat op. Van Jelmer is wel goed. Die vond het echt wel moeilijk.

Petra: Dan mag je jezelf ook wel een compliment geven, als jij hem zo hebt geholpen. Hoe vond je het eigenlijk dat je het aan de anderen moest uitleggen?

Ruth: Nou, meestal was het eigenlijk alleen aan Jelmer uitleggen. En buiten de lessen ook met Edith en Nienke enzo. Maar ik merk wel dat je er dan heel goed over na moet denken hoe iets moet.

Petra: En vind je dat vervelend?

Ruth: Nee, je gaat het dan zelf ook wel beter snappen.

Petra: En met het practicum, hoe vond je dat dan?

Ruth: Ja, wij hebben dus echt in twee groepjes gewerkt. Maar dat wist u al. Jelmer en ik hebben wel goed samengewerkt maar blijkbaar hadden we dus moeten kijken wat Ingmar en Bram er van gemaakt hadden want nu heeft hun verslag ons PO cijfer omlaag gehaald.

Petra: Ja, ik had nog gezegd: je bent met z'n vieren verantwoordelijk voor alles, ook als je de taken verdeeld.

Ruth: Ja dat is wel balen dat we niet naar hun verslag gekeken hebben. Maar ik had daar echt geen zin meer in. Ik vind het trouwens irritant om zo les te krijgen. Ik heb veel liever gewoon elke les uitleg en huiswerk. Of ja, practicum tussendoor dan. Maar niet zo met die groepen en plan het zelf maar. Ik vind het echt irritant dat we bij alle vakken op zo'n O&O manier les krijgen.

Petra: Wat bedoel je met op zo'n O&O manier les krijgen?

Ruth: Nou, dat je gewoon alles zelf moet uitzoeken. Dat is echt niet fijn hoor, dan weet je niet goed wat je moet doen.

Petra: Maar je had toch die module waar in stond wat je moest doen?

Ruth: Ja dit was wel beter dan O&O. Maar ik heb gewoon liever elke les huiswerk en dat we met de hele klas hetzelfde doen.

Petra: Nu even over de inhoud van de module. Wat vond je van de onderwerpen?

Ruth: Ik vond de onderwerpen wel leuk. Met die recherche. Maar ik miste dat wel in de inleiding. En die proeven aan het eind vond ik ook leuk, om producten met elkaar te vergelijken.

Petra: Vond je die proeven ook zinvol?

Ruth: Ja, je past dan echt toe wat je geleerd hebt. Soms zijn proefjes zo nutteloos, maar nu zie je ook waarvoor je de proeven doet.

Petra: Heb je nu door deze module ook beter een beeld van hoe je scheikunde dagelijks tegenkomt?

Ruth: Ik kijk er nu niet anders tegen aan ofzo. Maar met die enquête ook... ik zie sowieso het nut wel. Ik vind dat het boek daar ook wel aandacht aan besteed, maar ik denk dat de meesten die bronnen overslaan omdat je ze niet hoeft te leren.

Petra: Dus nu ziet iedereen het en bij het boek alleen als je het zelf wil?

Ruth: Ik denk het ja.

Petra: Vind je het fijn dat die context –zo noemen we dat- nu door de hele stof heen zit?

Ruth: Het maakt mij eigenlijk niet zo veel uit. Ik lees toch altijd alles wel.

Petra: Als wij de module volgend jaar weer willen gebruiken, wat moeten we er dan in veranderen?

Ruth: Beginnen met makkelijke vragen. En op de kenniskaarten ook een moeilijk voorbeeld zetten. En verder de fouten die nu in de les gezegd werden verbeteren.

Petra: Nog meer?

Ruth: Nee, maar dan niet in groepen werken maar gewoon uitleg en huiswerk.

Petra: Oké, ik denk dat ik wel genoeg weet. Heel erg bedankt!

Bijlage XI De protocollen van de videofragmenten

LES 1			
Tijd (min.)	Wie	Wat	Opmerking
0-5	Alle leerlingen	Bekijken boekje	Deel van de opgave
5-6	Docent	Vertel de data waarop ze les hebben	
7-10	Alle leerlingen	Planning maken	
11-19	Alle leerlingen	Maken de eerste inleidende opdracht.	
20-23	Leerling 3	Er was wat met een driehoekje dat je van de een naar de ander kan	
23	leerling 3	Wie weet er iets over molair Volume?	
	Leerling 4	Oh ja, molair volume wat is dat ook alweer?	
24-29	Alle leerlingen	Discussie wat is benzine en wat is diesel (Heptaan vs decaan) Vragensteller (leerling 2) komt het vragen bij mij.	
29	leerling 1	Molair volume is het gasvolume per aantal mol	
30-35	leerling 3	Dus 25 mL van die vloeistof neemt 6,9 L in . haar conclusie: kan je daarmee niet de dichtheid berekenen?	
	leerling 1	je moet de dichtheid weten dan kan je het omrekenen	
	leerling 3	ja maar je weet de dichtheid niet	
	leerling 1	die kan je opzoeken	
	leerling 3	maar je weet juist niet welke stof het is	
	leerling 5	ja dat moet je juist uitzoeken, welke stof het is	
	leerling 3	oh, ok.... dus bij 200 graden is het volume $38,8 \text{ dm}^3$ per mol, moet je dan niet eerst het aantal mol uitrekenen?	gebruikt kenniskaart
	leerling 2	Dan het je toch nodig hoeveel gram per mol iets was?	
	leerling 5	hoe deden we dat ook al weer?	
	leerling 1	we moeten dus eigenlijk van mL naar mol	
	leerling 5	nee we moeten van mL naar volume	
	Leerling 1 en 2	Ja, maar dat moet via de mol	
	leerling 3	Wat doen we nu eigenlijk?	
	leerling 4	heeft dichtheid benzine gevonden: $0,72 \times 10^3 \text{ kg/m}^3$ dichtheid is massa gedeeld door volume, als je dichtheid en massa hebt, dan kan je het volume uitrekenen	
36	leerling 1	we moeten nu weten hoeveel gram 25 ml is.	
	leerling 4	schrijf de dichtheid op, schrijf het volume op, eenheden herschrijven	
	leerling 5	nu we kunnen dus de massa uitrekenen en dan weer naar volume gaan toch?	
40	leerling 2	kan u ons een tip geven voor opdracht 2	
	docent	ik leg de leerlingen het schema voor om alles in elkaar om te rekenen.	
41	leerling 2	Laten we ons huiswerk afspreken om opdracht 2 PROBEREN te maken	

LES 2			
Tijd (min.)	Wie	Wat	Opmerking
0-5	alle leerlingen	Overleg hoever iedereen is.	leerling 5 bekijkt schrift van leerling 3 en kijkt hoe zij tot antwoord is gekomen van opgave 2
	leerling 2	ik heb 3a en 3b ook al	
	leerling 5	fijn dat je dat snapt, ik snap het niet. leerlingen leggen elkaar paar dingen uit (helaas niet goed te verstaan)	
6-10		overleg over hun huisdieren (niet echt nuttig)	
	leerling 3	Oh ja, dat mag niet, ik heb met afgeronde getallen gewerkt.	
11-13	alle leerlingen	overleg over het mooie weer... en andere randzaken	weet dus niet wat ze doet Uitleg opgave 3a door leerling 2
	leerling 2	zullen we weer aan het werk gaan?	
	leerling 4	wat hebben we voor vandaag op de planning	
	leerling 2	welke datum is het? Opgave 3, 4 en 5	
	leerling 3	Nou, dan moeten we nog veel gaan doen	
	leerling 4	Staat hier maal? Ik dacht dat hier gedeeld door stond	
	leerling 1	gaswasfles? (opgave 3)	
	leerling 5	Ja, dat was met dat koolstofdioxide dat je dan kon aantonen	
	leerling 2	Je kan dat toch gewoon zo doen: kijk, dit is de reactievergelijking (wijst aan in boekje oplossen $\text{Ca}(\text{OH})_2$) dus hier staat een 1 voor en hier ook en hier staat een 2 voor, dus die verhouding is 1 :1:2, dus als je hier 1 van hebt, dan krijg je hier 2 van, omdat die verhouding 1:2 is. Eigenlijk is dat best wel simpel, waarom vind ik dat moeilijk	
	leerling 1	Wat is de vraag eigenlijk?	
14-15	Leerling 2	bereken hoeveel mol hydroxide ionen ontstaat als je 2,75 mol calciumhydroxide oplost in water. dan heb je hier dus 2.75 mol van, als het 1 : 2 is, dan heb je hier toch het dubbele van.	Laat uitwerking in schrift zien
	leerling 4	welke opgave zijn we bezig?	
	leerling 5	hier staat dat er koolstofdioxide en water ontstaat en hier staat calciumwaterstofcarbonaat als reactieproduct, wat is het nu	
	leerling 2	laten we eerst gewoon de vragen doen	
	leerling 2	geeft moppelend uitleg aan leerling 5	
16-18	leerling 3	het antwoord op de volgende is dan toch gewoon 3,12 mol?	
	leerling 1 en 2	Ja, dat is niet zo moeilijk nee.	
	leerling 4	Opgave 3c, bereken hoeveel mol calciumwaterstofcarbonaat ontstaat.... Er staat hier 2 en daar 1 dus, als er 0.115 mol koolstofdioxide is, dan ontstaat de helft calcium....	
	leerling 1		
19	leerling 2	als we nu eerst zelf 3d proberen, want 3e zal wel weer moeilijker zijn	
20-einde	docent	Uitleg bij opgave 4 andere reactievergelijking nodig helaas maar 20 minuten, want ik wist niet dat de cassette niet meer dan 60 minuten kon opnemen	
einde			

LES 3		leerling 1 afwezig	
Tijd (min.)	Wie	Wat	Opmerking
0-5	alle leerlingen	Overleg hoever iedereen is, wie welke opgaven heeft. leerlingen controleren hun antwoorden met uitwerkingenblad	
	leerling 2	hey, ik heb opgave 5 goed.	
6-7	leerling 5	wat is Vm jongens (Vm staat op antwoordblad)	
	leerling 3	moleculair volume,	
	leerling 5	nee dat is MM	
	Leerling 2	Het is molair volume	
8-11	docent	is alles helder?	
11	leerling 5	ik begin het eindelijk een beetje te snappen jongens....	
12-19	leerling 3	begint over het snelle voortplanten van muizen te praten	
	alle leerlingen	leerlingen werken zelfstandig en zonder(!!!) uitwerkingenblad	
20	leerling 3	jij bent wel de leerling die er het meeste van snapt (tegen leerling 2)	
	leerling 3	heeft iemand het uitwerkingenboekje	
22	leerling 2	probeer zo min mogelijk te kijken op het boekje	
23	leerling 5	hoe bereken je de massa van een mol (denk ik dat ze vraagt)	
	leerling 3	nou, dan moet je c'tje, h'tjes en o'tjes bij elkaar op tellen	
24	leerling 5	wat gaat de tijd ineens snel	
25-29	alle leerlingen	leerlingen werken zelfstandig en zonder(!!!) uitwerkingenblad	
30	leerling 5	uitleg over de berekening van molmassa van calciumwaterstofcarbonaat	
31-34	alle leerlingen	leerlingen werken zelfstandig en zonder(!!!) uitwerkingenblad	
35-40	alle leerlingen	leerlingen bespreken planning en ruimen op	
		Deze les was er niet veel overleg tussen de leerlingen. Ze gingen voornamelijk zelfstanding aan het werk en af en toe werd het uitwerkingblad erbij gepakt om hun antwoord te controleren.	

LES 4	leerling 3 afwezig			
Tijd (min.)	Wie	Wat	Opmerking	
0-3	alle leerlingen	Opstarten van de les. Overleg wie met welke opgave bezig was.	opgave 7a	
3-5	alle leerlingen	leerlingen controleren hun antwoorden met uitwerkingenblad		
6	leerling 1	Wat gebeurt er ook alweer met de O als je die gaat verbranden?		
	leerling 2	Je krijgt toch gewoon water en koolstofdioxide		
7-8	leerling 1,2, en 5	Nemen de planning nog eens door.		
9-12	alle leerlingen	leerlingen werken zelfstandig en bediscussieren soms meisjesnamen en andere onderwerpen		
13	leerling 4 en 2	lezen opgave 8		
14-16	alle leerlingen	de meisjesnamen komen weer aan de orde		
17	Leerling 2	welke doe jij? Massa of volume?		opgave 8
18	leerling 2	Rho is m gedeeld door v ,he?		
19-28	leerling 2 en 4	werken zelfstandig, controleren hun antwoord met uitwerkingenblad.		
	leerling 5	Overleggen over opgave 8, maar geven elkaar geen tips of uitleg. werkt voornamelijk zelfstandig, zonder zich met de opgave van de anderen te bemoeien en controleert haar gemaakte opgave met het uiwerkingenblad.		
		alle leerlingen	leerlingen vertellen elkaar een paar moppen	
29	alle leerlingen	leerlingen vertellen elkaar een paar moppen		
30-31	leerling 2	we moeten nog aan het werk, we hebben nog maar 10 minuten		
	leerling 4	wat hebben we gedaan		
	leerling 1 en 2	niks...		
32	docent	geeft informatie over de leerling die afwezig is		
	leerling 2	we hebben eigenlijk nog niets gedaan		
33	docent	geef beetje uitleg over massa- en volumeppm		
34-36	alle leerlingen	werken weer zelfstandig en vragen soms kleine stappen aan elkaar zoals: van g naar mg is toch x 1000 he/wat is de formule van alcohol?		
	leerling 4	ik heb een antwoord van 10 tot de macht 16, dat kan nooit!!!!		
38-40	leerling 2	dat klopt toch nooit en zij ontdekt een fout in het antwoordenblad		
40-44	alle leerlingen	leerlingen ronden alles af en pakken hun tas in.		
<i>Na deze video heb ik de leerlingen gevraagd of zij de opgaven hardop willen maken, zodat ik meer informatie krijg over de denkstappen die door de leerlingen gemaakt worden</i>				

LES 5 deel 1			
Tijd (min.)	Wie	Wat	Opmerking
0-1	docent	instructie dat leerlingen opgaven hardop moeten maken.	Leerlingen hebben gewerkt aan een opgave die niet in de module stond, zodat er meer overleg zou zijn
2	alle leerlingen	leerlingen schrijven gegevens op.	
2	leerling 3	we hebben in totaal 1,5 mL waterstofperoxide	
	leerling 2	je moet dat even overnemen van het bord	
	leerling 3	je moet eerst weten hoeveel waterstofperoxide er is.	
	leerling 4	wat moeten we weten	
	leerling 1	we moeten eerst weten hoeveel H ₂ O ₂ je hebt en dat is 1,5 mL, want dan doe je 50 gedeeld door	
		100 en dan keer 3.	
	leerling 4	dat klopt niet	
	leerling 3	Hoeveel is 3 % van 50?	
	leerling 5	je maakt zo'n verhoudings tabel en dan kom je dus op	
	leerling 1	op 3,5 mL dus.	
3	leerling 4	maar wat moeten we nu eigenlijk doen	
	leerling 3	uitrekenen hoeveel mL zuurstof er ontstaat	
	leerling 2	zegt dat dan eerder	
4	leerling 4	ja, dat bedenk ik me nu pas hoor.	
	leerling 1	met behulp van kenniskaart), hier staat dat je dan eerst moet weten hoeveel mol zuurstof er is	
	leerling 1	dus je moet van mL naar mol	
	leerling 2	je weet de dichtheid en met dichtheid kan je het aantal gram uitrekenen.	
5	leerling 4	hier, we hebben dit en moeten daar naar toe (gebruikt schema voor omrekenen)	
	leerling 1	dan kan je dus van de massa naar het aantal mol.	
	leerling 4	hoe komen we nu bij het aantal gram dan	
	leerling 2	dan moet je de dichtheid gebruiken en 0,88 g dat is 1 mL en dan kan je een kruistabel gebruiken en	
		dan kan je uitrekenen hoeveel 3 mL is.	
	leerling 1	volume is massa keer dichtheid	
	leerling 4	waterstofperoxide is dus 0,88 gram per 1mL,	
	leerling 3	dichtheid is massa gedeeld door volume toch? Ik gebruik altijd een driehoekje.	
	leerling 4	nu weten we de massa en moeten we de molmassa van waterstofperoxide weten, dan doe je 2 x de H en	
		2 x de O	
	leerling 2	en dat moet je dan nog keer 2 doen want er staat een 2 voor (in de reactievergelijking)	
	leerling 5	nee, die heb je pas nodig met de molverhouding	
8	leerling 5	dus wat gaan we nu doen	
	leerling 4	we gaan nu dat getal berekenen dat soms achter in binas staat	
	leerling 5	wat doen we nu allemaal	
	leerling 2	nou we weten eerst uitrekenen hoeveel gram 1,5 mL is en je weet dat 0,88 gram dat dat 1 mL is	
		dan maak je zo'n kruistabelletje en dan weet je dus dat je 1,32 g waterstofperoxide hebt.	
	leerling 4	nu weet je dus de MASSA, nu gaan we de molmassa berekenen, dat getal is eenheid g per mol	
		dus je moet nu uitrekenen hoeveel mol 1,32 gram is.	
	leerling 4	wat is de massa van waterstof	
10	leerling 3	hij staat hier ook gewoon achter in he, in tabel 98.	
	leerling 3	we moeten even wachten, want leerling 5 is nog niet zo ver.	
	leerling 5	dat vind ik ook	
	leerling 2	weten jullie wat je nu met die 2 moet doen?	

	leerling 1	ja die heb je zo nodig anders klopt het niet met die verhouding	
--	------------	---	--

les 5 deel 2			
11	leerling 4	hebben jullie ook 0,019 mol?	zoveel mol O ₂ ontstaat er.
	leerling 2	je moet toch nog met die verhoudingen rekenen?	
	leerling 4	ja, dat is 2 staat tot 1	
	leerling 5	hoe kom je nu aan die 34	
	leerling 2	in tabel 98 staat dat het 34,01 is.	
13	leerling 5	ik heb 68,02	
	leerling 2	moeten we die 2 niet pas gebruiken met die molverhouding.	
	leerling 1	de molverhouding H ₂ O ₂ : O ₂ = 2 : 1	
14	leerling 1	dan hebben we dus die verhouding 2:1	
	leerling 4	hoe moeten we nu verder?	
	leerling 2	kijk zo, je kan zo'n kruistabel maken	
15-16	leerling 1	dan hebben we dus 0,019	
	leerling 5	wat zijn we nu aan het doen	
	leerling 3	nou je weet die verhouding, dus kan je een verhoudingstabel maken	
	leerling 2	of een kruistabel, dat vind ik makkelijker. Hier H ₂ O ₂ en daar O ₂	
	leerling 2	ik kom uit op 0,0194 mol	
17-18	alle leerlingen	dus dit is het aantal mol O ₂ wat we hebben uitgerekend maar volgens mij zijn we nog niet klaar hoor, we moeten in mL, dus we moeten de andere kant	
	leerling 3	weer op, zodat we straks weten hoe groot de maatcilinder moet zijn die we moeten pakken.	
	leerling 4	we kunnen toch gewoon een 50mL maatcilinder pakken, daar past dat mondspoelmiddel toch ook in	
	leerling 2	moeten we nu dan uitrekenen hoeveel van de mol O ₂ hoeveel mL dat is?	
	leerling 1	dat moet je dan keer die 24 doen en dan delen door 1000.	
	leerling 2	1 mol gas komt overeen met 24 dm ³ , dus dat wordt weer een kruistabel maar dan rekenen we dm ³ uit en dat is zelfde als Liter, dus dan kunnen we naar mL	
19-20	leerling 5		
	leerling 4	ik heb 465	
	leerling 2 en 3	ik heb 0,465, maar dat is nog dm ³	
21	leerling 3	weet je, er ontstaat eigenlijk heel veel mL, dus we hebben een grote maatcilinder het is bijna een halve mL.	
	leerling 4	we nemen gewoon een maatcilinder van 700 mL	
22-27	alle leerlingen	kletsen de les verder vol	
28	docent	geeft nieuwe opgave op: 1,2 gram tandpasta die bevat 25 % CaCO ₃ en daar doen we zoutzuur bij $2\text{H}^+ + \text{CaCO}_3 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$	
29-30	alle leerlingen	nemen de gegevens van het bord over.	
31	leerling 3	volgens mij moet er alleen nog een 2 voor het H'tje.	

les 5 deel 3		
32-34	leerling 2	dus er is 0,3 gram CaCO_3 .
	leerling 1	hebben we hier de dichtheid van.
	leerling 3	we moeten de molmassa weten, want we hebben al grammen
	leerling 5	waar zijn we nu? En wat gaan we doen?
	leerling 2	nu gaan we uitrekenen hoeveel mol CaCO_3 er is
	leerling 5	hoe gaan we dat doen
	leerling 1	dan hebben we de molaire massa nodig en deze is 100,1
	leerling 5	wat is de molaire massa
35	leerling 3	deze is 100,1
	leerling 3,5,1	discussieren over de dichtheid van CaCO_3
36	leerling 2	met de molverhouding kunnen we nu het aantal mol CO_2 berekenen.
	leerling 2	we weten dus dat het aantal mol CO_2 gelijk is aan het aantal mol CaCO_3
38	leerling 3	we moeten er vanuit gaan dat 1 mol 24 dm ³ inneemt.
	leerling 2	ik doe dat weer met een kruistabel hoor.
	bel gaat	leerlinge werken door.
	leerling 4	ik heb 69 ml
	leerling 5	is het 71,928
	leerling 1	we moeten nog afronden, ik heb op 2 cijfers gedaan.
	leerling 2	het antwoord is 71,3 mL

LES 6 deel 1			
Tijd (min.)	Wie	Wat	Opmerking
0-4	alle leerlingen	leerlingen lezen opgave en kijken wie welke taak heeft.	leerling maken opgave 71 uit boek Pulsar, blz. 170
5	leerling 2	ik ga die reactievergelijking maken (opgave 7a)	
6	leerling 1	ik heb bij a...	
	leerling 5	hey hey hey, ik moet hem nog maken	
	leeringen 1-4	wachten tot op leerling 5 tot deze de opgave gemaakt heeft.	
7	leerling 5	is het $C_6H_{12}O_6 + 6 O_2 \rightarrow 6CO_2 + 6 H_2O$?	
	leerling 1-4	ja dat heb ik ook.	
	leerling 5	(tegen leerling 3) heb jij opgave b al af?	
8-9	alle leerlingen	leerlinge werken zelfstandig	
10	leering 2	hoe weet jij dat het 21 % is?	
	leerling 1 en 3	dat staat toch in de opgave	
	leerling 4	maar je gebruikt toch maar 1/3 deel?	
11	leerling 5	dus van alle lucht die je inademet, zit maar 21 % zuurstof in en daar gebruik je maar 1/3 deel van	
	leerling 2	lees goed van de zuurstof gebruik je maar 1/3 deel, dus je moet eerst 21 % doen en vervolgens moet je daar 1/3 deel van nemen.	
12	alle leerlingen	verhalen over bedtijden	
	leerling 3	ik heb 252.	
14	leerling 5	moeten we nog denken aan significantie	
	leerling 3	oh ja, dat moeten we ook nog doen.	
	leerling 2	we moeten nu nog uitrekenen hoeveel gewicht je dan verliest	
	leerling 3	dan moeten we denk eerst uitrekenen hoeveel mol het is.	
	leerling 4	wacht even, laten we even kijken	
	leerling 1	dan hebben we ook vast de reactievergelijking nodig	
15-16	leerling 3	je moet naar mol toe en dan de reactievergelijking gebruiken en dan kan je uitrekenen hoeveel mol glucose je verbruikt en dat kan je dan vervolgens naar gram uitrekenen.	
	leerling 5	wacht even, je rekent de glucose naar mol om	
	leerling 3	nee, we hebben nu O_2 , en die rekenen we naar mol om.	
	leerling 5	ik ga de molmassa opzoeken	
	leerling 3	nee, we moeten eerst weten hoeveel mol O_2 we hebben.	
17-18	leerling 3	nou V_m is 24,0 per mol en dat heb ik in een verhoudingstabel gezet.	
	leerling 1	we hebben de dichtheid nodig he voor het aantal mol	
	leerling 3	nee dat doe je toch gewoon zo... met de V_m	
19	leerling 5	ik kom op 10,5 mol klopt dat	
	leerling 3	ja dat heb ik ook.	

les 6 deel 2			
20-21	leerling 5	nu hebben we ook in de binas opgezocht de gram per mol	
	leerling 4	de molmassa	
	leerling 5	ja, de molmassa van glucose.	
	leerling 2	is het 21 mol O ₂	
	leerling 5	nee het is 10,5 mol O ₂	
	leerling 3	oh, die verhouding heb je ook nog	
	leerling 1	10,5 mol O ₂ heb je en je gebruikt dus 1,75 mol C ₆ H ₁₂ O ₆	
	leerling 5	wat doen we nu	
	leerling 3	we gebruiken nu die molverhouding.	
	leerling 1	en die molverhouding is 1 : 6.	
22-23	alle leerlingen	bezig met de laatste stap	
	leerling 1	kijk je hebt zoveel mol	
	leerling 5	nee wacht, ik wil het zelf proberen	
	leerling 4	waar komen jullie op uit.	
24	leerling 3	ik kom op 315 (dit antwoord klopt)	
	alle leerlingen	leerlingen praten met elkaar	
	leerling 5	is het 315?	
	leerling 3	ja...	
	leerling 5	YES!!!!!!	
	leerling 1	ha mooi, leerling 5 snapt het....	
27	leerling 5	hey dat schema daar, ik begin het te begrijpen	
28-40	alle leerlingen	leerlingen hebben de opgaven klaar en praten met elkaar.	

schema voor het omrekenen.

Bijlage XII De resultaten van de enquête over de module (CCS)

1 = mee oneens 5 = mee eens

De module duurde 8 lessen. Dat was te lang	Gemiddeld
1 5 1 5 1 1 1 1 1 1 5 5 1 5 1 1 1 1 1 1 1 1 5 1 1 1 5 1 1 1 1 1 1 1 5	1,84
De module "voedsel en warenautoriteit" is een interessant onderwerp	
1 1 5 1 5 5 5 5 1 1 5 1 1 1 5 5 5 1 1 5 5 1 1 5 1 5 5 5 1 5 1 5 1 5 5 5 5 1	3,21
De inhoud van het boekje was overzichtelijk	
5 5 5 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1 5 1 5 5 5 5 5 1 1 5 5 5 1 1 5 5 5 5 5 5 1 5	4,16
De tekst in het boekje was moeilijk geschreven, dus moeilijk te begrijpen	
1 1 1 5 1 1 1 1 1 1 5 1 1 1 1 1 1 5 1 5 1 5 5 1 1 1 1 1 1 1 5 1 5 1 1 1 1 1	1,84
De powerpoint presentatie over de voedsel- en warenautoriteit was duidelijk	
5 5 5 1 5 1 1 5 5 5 1 1 1 5 1 5 1 5 1 5 5 5 5 5 1 1 5 5 1 5 1 5 5 1 5 5 1 5	3,42
De kenniskaarten waren moeilijk te begrijpen	
1 1 1 5 5 1 1 1 1 1 1 5 5 1 5 1 1 1 1 1 1 5 1 5 1 1 1 1 1 1 5 1 1 1 1 1 1 1	1,84
De opgaven in de module waren moeilijk	
5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1 1 5 5 5 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1 1 1 5 5 5 1 5 5 1 1 5 5	4,05
De experimenten waren leerzaam	
5 5 5 1 5 5 5 1 1 1 5 1 1 5 5 1 1 5 5 5 5 1 5 5 5 5 5 5 5 1 1 5 5 5 5 1 5 5 1	3,63
Ik vond het fijn om te werken aan deze module	
5 1 5 1 5 5 5 5 5 5 5 1 1 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5 1 5 5 5 5 5 5 5 5 5 5	4,37
Er was te weinig tijd voor deze module	
5 5 1 5 1 5 5 1 5 5 5 1 1 5 5 5 5 5 1 5 1 1 5 1 5 5 1 1 1 5 5 1 5 5 1 1 1 5	3,32
Wat voor cijfer geef je aan de kenniskaarten in deze module? (1-10)	
2 2 3 9 2 3 3 4 3 3 3 1 2 5 4 4 3 5 3 4 3 4 4 4 5 3 3 3 5 5 4 4 5 4 1 1 3 5	3,53
Ik geef voor de hele module het volgende cijfer: (1-10)	
4 4 3 7 2 5 4 4 5 4 5 1 4 5 5 6 4 7 3 6 5 6 4 2 5 4 3 4 6 5 4 3 5 3 2 2 4 5	4,21

Bijlage XIII De resultaten van de enquête over de module (Reggesteyn)

1=helemaal mee oneens	2=beetje mee oneens	3=geen mening	4=beetje mee eens	5=helemaal mee eens																		
De module duurde 8 lessen. Dat was te lang				Gemiddeld																		
3	4	3	2	3	4	2	5	2	3	3	5	5	5	3	2	2	4	2	3	1	3	3,14
De module "voedsel en warenautoriteit" is een interessant onderwerp																						
3	1	2	4	1	2	2	1	2	2	3	1	1	5	2	3	4	4	2	2	1	1	2,23
De inhoud van het boekje was overzichtelijk																						
3	5	2	3	1	2	1	1	1	1	3	1	1	2	2	2	1	2	1	4	1	1	1,86
De tekst in het boekje was moeilijk geschreven, dus moeilijk te begrijpen																						
4	1	2	3	2	2	3	2	2	1	2	1	2	4	3	3	4	3	3	2	5	5	2,68
De powerpoint presentatie over de voedsel- en warenautoriteit was duidelijk																						
4	2	2	3	4	5	1	2	4	2	2	2	3	4	4	3	3	3	4	3	5	4	3,14
De kenniskaarten waren moeilijk te begrijpen																						
3	1	2	2	5	2	2	2	1	1	3	5	3	5	2	4	5	4	2	2	5	5	3
De opgaven in de module waren moeilijk																						
4	5	4	4	2	5	4	4	2	4	4	5	1	4	4	2	4	2	4	4	5	5	3,73
De experimenten waren leerzaam																						
4	2	4	2	4	3	2	3	2	3	4	1	3	5	4	2	4	5	3	4	5	1	3,18
Ik vond het fijn om te werken aan deze module																						
1	1	1	1	4	1	2	1	1	5	2	1	2	5	2	3	3	1	2	1	1	3	2
Er was te weinig tijd voor deze module																						
3	1	4	3	1	2	3	4	4	2	3	5	1	5	4	4	3	1	3	3	5	5	3,14
Wat voor cijfer geef je aan de kenniskaarten in deze module? (1-10)																						
7	8	8	8	7	7	6	6	6	5	5	1	2	7	7	7	4	6	6	8	6	5	6
Ik geef voor de hele module het volgende cijfer: (1-10)																						
4	2	4	6	3	6	5	4	5	6	5	1	1	5	6	6	6	6	6	4	4	6	4,59

Bijlage XIV Resultaten enquête groepswork (Reggesteyn)

		Als ik nieuwe dingen leer, gaat dat het beste als ik alleen op mijn kamer zit										t-toets voor/na per klas																
module	4U voor	3	1	3	4	4	4	3	4	5	2	3	5	3	5	1	4	2	4	2	2	5	4	2	4	3,29		
	4U na	3	3	4	4	3	4	2	5	5	4	3	5	4	3	3	4	1	4	2	4	5	2			3,5	0,550	
boek	4T voor	4	2	4	1	1	2	5	4	2	2	3	1	5	4	4	4	4	4	4	5	2	2	1	4	2	3,04	
	4T na	5	4	4	4	2	2	2	4	2	5	2	3	2	5	4	4	4	3	4	4	2	2			3,32	0,455	
Ik vind groepswork een prettige manier van leren																												
module	4U voor	2	2	4	2	1	1	3	3	3	4	3	3	5	1	4	3	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2,5	
	4U na	1	1	2	2	4	1	2	1	1	3	2	1	2	5	1	3	3	2	3	1	1	3			2,05	0,167	
boek	4T voor	4	3	3	5	5	3	4	2	4	4	3	5	2	4	3	4	2	4	2	2	3	3	4	4	2	3,36	
	4T na	2	1	1	1	3	2	2	3	4	4	4	2	2	3	2	3	3	4	3	4	2	1			2,55	0,009	
Als je zelf dingen ontdekt, leer je daar meer van dan als een leraar het vertelt																												
module	4U voor	4	2	4	4	4	1	5	5	4	4	4	4	5	5	5	3	5	1	5	5	5	4	5	4	4,04		
	4U na	4	1	4	4	4	4	2	4	4	1	4	5	3	4	2	2	4	3	2	2	5	5			3,32	0,051	
boek	4T voor	5	4	2	4	4	4	4	4	4	3	4	5	2	2	4	1	5	2	4	5	2	2	5	5	2	3,52	
	4T na	4	3	5	4	3	4	4	1	4	4	4	4	2	5	2	2	3	4	5	4	4	5			3,64	0,739	
Als je zelf dingen uit moet zoeken, leer ik er meer van dan als ik het uit een boek leer																												
module	4U voor	3	2	3	4	2	2	4	4	3	4	3	1	5	4	3	2	2	4	3	3	5	3	3	4	3,17		
	4U na	3	1	4	4	4	1	3	4	1	1	4	3	4	4	3	1	3	2	3	2	3	3			2,77	0,223	
boek	4T voor	4	4	4	4	4	2	4	4	3	4	3	5	1	3	4	1	3	4	3	3	2	2	5	4	2	3,28	
	4T na	3	3	5	4	4	4	4	2	4	2	4	4	4	5	1	2	4	4	4	4	3	2			3,45	0,583	
Het meeste leer ik als ik een ander moet uitleggen wat ik bedoel																												
module	4U voor	5	2	4	3	4	1	4	3	4	4	5	1	3	4	2	3	2	2	2	3	5	3	3	2	3,08		
	4U na	2	4	3	3	4	4	5	4	4	4	4	5	5	5	2	2	2	5	2	4	3	4			3,64	0,107	
boek	4T voor	4	3	3	3	3	2	4	2	4	4	4	3	3	4	2	2	4	3	4	2	4	4	5	3	2	3,24	
	4T na	1	3	4	2	4	4	4	4	3	5	3	3	4	5	2	4	3	4	5	2	3	3			3,41	0,552	
Medeleerlingen kunnen mij beter dingen uitleggen dan de leraar, omdat ze beter snappen wat ik moeilijk vind																												
module	4U voor	1	2	4	2	1	1	3	1	4	4	2	1	1	5	4	2	2	1	1	3	3	3	3	3	2,38		

	4U na	3 1 4 1 3 2 1 3 1 1 3 3 2 4 2 3 4 5 2 2 2 2	2,45	0,823
boek	4T voor	1 2 3 2 2 2 3 1 1 3 3 2 2 4 3 2 3 1 1 2 2 2 3 3 2	2,2	
	4T na	2 2 1 4 2 4 4 3 2 1 3 2 2 4 2 2 3 2 4 2 2 2	2,5	0,254
Ik vind het fijn om samen met een groep verantwoordelijk te zijn voor ons resultaat				
module	4U voor	1 1 3 2 1 1 4 2 5 5 2 5 5 1 3 3 2 3 1 1 3 3 3 2	2,58	
	4U na	3 1 1 1 2 1 1 1 1 1 3 1 2 5 1 4 1 2 2 3 1 4	1,91	0,093
boek	4T voor	2 2 4 5 3 2 3 1 3 3 3 2 1 2 2 3 4 1 2 3 4 4 2 4 2	2,68	
	4T na	4 1 1 2 3 2 2 2 3 2 2 3 2 4 2 3 4 3 3 1 2 1	2,36	0,293
Als ik in een groep werk, doe ik beter mijn best dan als ik alleen moet werken				
module	4U voor	3 1 4 1 1 1 3 4 3 5 2 2 5 3 5 3 2 3 4 1 3 3 4 2	2,83	
	4U na	3 1 3 1 4 4 4 1 1 4 4 3 1 5 2 2 2 3 2 5 2 5	2,82	0,970
boek	4T voor	1 3 4 1 2 2 2 1 2 2 1 4 1 3 3 4 3 2 3 2 4 2 2 4 2	2,4	
	4T na	3 1 5 2 3 1 1 1 3 2 3 3 2 4 4 3 4 4 3 3 3 1	2,68	0,387
Als ik in een groep werk, heb ik regelmatig het gevoel dat ik meer doe dan de anderen				
module	4U voor	4 1 2 4 4 4 3 2 3 4 3 1 4 4 1 2 3 3 3 4 2 3 3 4	2,96	
	4U na	2 4 4 4 2 4 4 4 4 1 3 3 2 3 4 4 3 3 2 3 2 3	3,09	0,651
boek	4T voor	2 3 1 3 2 2 4 4 4 3 4 2 3 3 3 4 3 3 4 3 3 3 2 4 3	3	
	4T na	2 5 5 4 4 1 1 4 2 4 4 3 3 4 4 2 4 3 3 4 3 5	3,36	0,220
Als ik weet wanneer een stuk stof af moet zijn, vind ik het prettig om zelf te plannen wat ik wanneer doe, dat hoeft een leraar niet voor mij te bepalen				
module	4U voor	3 1 3 2 2 4 2 2 2 5 2 5 5 2 5 2 3 4 4 2 3 4 1 3	2,96	
	4U na	3 2 4 2 2 1 3 1 2 2 2 3 2 5 2 2 5 2 1 2 1 5	2,45	0,184
boek	4T voor	2 2 3 4 3 4 4 1 1 2 3 1 5 2 2 2 3 4 4 5 5 1 1 2 2	2,72	
	4T na	4 2 5 2 4 2 2 4 2 1 2 2 2 4 4 2 3 5 1 3 3 4	2,86	0,703
Als de samenwerking in een groep niet loopt, zeg ik de anderen dat ze beter hun best moeten doen / serieuzer moeten werken enz				
module	4U voor	4 2 2 4 5 4 3 1 5 5 4 3 3 5 5 4 3 2 5 4 4 3 3 3	3,58	
	4U na	3 5 4 3 3 1 4 2 4 4 3 4 2 2 3 5 5 4 3 1 4 5	3,36	0,530
boek	4T voor	2 3 4 5 4 4 5 4 4 4 1 2 4 2 3 3 5 5 5 4 3 3 2 4 4	3,56	
	4T na	3 4 4 4 4 2 2 2 2 5 3 3 4 4 4 2 4 4 4 5 3 4	3,45	0,733
Ik denk dat ik hogere cijfers kan halen als ik met een groepje zelf uitzoek hoe de stof in elkaar zit, dan als ik het uit het boek moet leren				
module	4U voor	3 1 3 2 1 1 3 4 5 2 2 1 1 2 5 2 2 3 3 2 4 4 3 3	2,58	

boek	4U na	1 1 2 2 3 1 1 1 1 4 3 1 2 5 1 2 2 2 1 3 1 1	1,86	0,043
	4T voor	3 3 3 4 2 2 2 1 2 3 2 3 1 1 3 1 1 2 1 3 2 2 2 4 2	2,2	
	4T na	4 2 1 2 3 2 3 1 3 2 2 2 2 2 2 2 3 3 1 3 2 1	2,18	0,943
Ik denk dat ik gemotiveerder ben als ik met een groepje zelf uitzoek hoe de stof in elkaar zit, dan als ik het uit het boek moet leren				
module	4U voor	3 1 3 2 1 1 4 2 4 4 3 5 5 2 5 4 3 4 3 2 4 3 4 3	3,13	
	4U na	2 1 2 2 3 1 3 1 1 2 3 1 1 5 1 2 3 3 2 2 1 5	2,14	0,009
	4T voor	3 4 3 4 2 4 2 2 4 4 2 3 1 1 3 1 1 3 2 2 2 2 4 4 2	2,6	
boek	4T na	3 2 4 2 2 1 1 1 3 2 3 3 2 2 2 2 4 3 3 4 2 1	2,36	0,433
	In de klas werk ik het liefst alleen			
	4U voor	3 4 3 3 5 5 3 3 4 2 1 1 1 2 2 3 3 1 4 4 2 5 3 4	2,96	
boek	4U na	4 5 4 4 3 4 3 5 5 3 4 3 3 1 4 2 4 5 3 2 5 2	3,55	0,107
	4T voor	5 3 5 2 4 2 2 2 1 2 4 2 4 4 3 3 2 2 4 3 1 2 3 2 4	2,84	
	4T na	2 4 5 4 3 2 2 3 5 3 4 3 3 3 3 2 2 4 3 4 3 2	3,14	0,341
Met mijn buur in de klas samenwerken vind ik wel fijn, maar in een grotere groep niet				
module	4U voor	5 5 4 4 4 5 3 3 2 4 3 1 3 5 2 3 4 2 1 5 3 4 3 4	3,42	
	4U na	4 5 4 4 3 5 4 5 4 2 3 5 5 5 4 2 2 5 2 3 5 3	3,82	0,255
	4T voor	4 4 4 4 2 4 3 5 4 4 4 3 4 4 3 3 2 5 5 4 2 3 3 2 4	3,56	
boek	4T na	4 4 5 4 4 5 5 4 3 4 4 3 5 4 4 4 4 4 4 4 4 5	4,14	0,014
	Ik vind het prettig als iedereen een bepaalde rol krijgt bij het samenwerken in een groep			
	4U voor	3 5 4 4 5 3 4 4 4 5 3 1 5 4 3 3 4 5 4 3 5 4 2 4	3,79	
boek	4U na	1 2 4 3 5 2 3 4 4 4 4 2 3 5 3 2 2 4 2 3 1 1	2,91	0,011
	4T voor	5 3 3 4 5 5 5 4 5 3 5 5 4 3 4 2 4 4 5 5 4 4 3 3 4	4,04	
	4T na	5 4 5 4 4 4 4 3 5 4 4 3 4 4 4 3 4 5 5 5 3 1	3,95	0,752

Bijlage XV Verbeteringen in de module

Tijdens het werken met de module moeten de volgende verbeteringen aan de leerlingen doorgegeven worden:

Bij opdracht 2: benzine is heptaan en diesel is decaan

Bij opdracht 2: 6,9 L moet zijn 6,6 L

Bij opdracht 3: 102 g moet zijn 119 g

Bij opdracht 3: overal waar staat calciumwaterstofcarbonaat moet staan calciumcarbonaat

Bij opdracht 3: de tweede reactie moet zijn: $\text{CO}_2 + \text{Ca}^{2+} + 2 \text{OH}^- \rightarrow \text{CaCO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Bij opdracht 3j: Ca^+ moet zijn Ca^{2+}

Bij opdracht 5: 21,07 procent moet zijn 21,07 volumeprocent

Bij opdracht 6e: tweede punt achter de zin moet weg

Bij theorie 3: tweede regel, is de hoeveelheid die... het woord die moet doorgestreept worden.

Bijlage XVI Logboek

Les: 6		Datum: 3 juni			Groep: 1	
Voorzitter	Tijdbewaker	Materiaalchef	Vragensteller	Reserve		
Afwezig:						
Gemaakte opgaven in de les:			Huiswerk:			
Gezamenlijke opmerkingen/beoordeling van deze les: - Wat was moeilijk/leuk/leerzaam?						
Individuele beoordeling van de les:						