

Onderzoek van Onderwijs

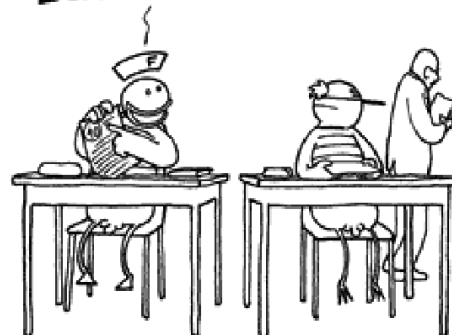
Worden doelstellingen
nieuwe scheikunde
gehaald met de module

Groeien planten beter met chilisalpeter?

FOKKE & SUKKE
HEBBEN EEN NIEUWE ONDERWIJSMETHODE ONTDEKT

ZÓ HEE!!

**DAT "LEREN"
DAT WERKT
ECHT GOED!!!**

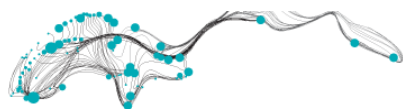


www.foksuk.nl

Afstudeerders: Saskia Vreeswijk
Laura Brenneisen

Begeleider : Fer Coenders
2^e beoordelaar: Wil Gradussen

juni 2012



OvO



Voorwoord

In het kader van het vak Onderzoek van Onderwijs hebben wij dit ontwerponderzoek verricht dat zich richt op de evaluatie van de onderwijsvernieuwing 'Nieuwe Scheikunde' op microniveau (klassituatie). Hiermee sluiten we tevens onze opleiding Master-SEC af die we twee jaar geleden als deeltijdstudie begonnen zijn aan de Universiteit Twente voor het verkrijgen van onze eerstegraads bevoegdheid als scheikundedocent.

Gezamenlijk willen wij Hepke Buma & Rien ter Ellen van het Bataafs Lyceum, Eline Velthof & Herma Mondeel van het St. Canisius en Nico Rutten van de vakgroep Gedragswetenschappen hartelijk bedanken voor hun inbreng en medewerking aan ons onderzoek. Daarnaast een woord van dank aan de teamleden van het Docent Ontwikkel Team scheikunde voor hun bijdrage aan het herontwerpen van de module. De scholen het Bataafs Lyceum te Hengelo en St. Canisius te Almelo zijn we dankbaar omdat we het onderzoek daar mochten uitvoeren. In het bijzonder willen we onze vakdidacticus Fer Coenders bedanken voor zijn bijdrage. Niet alleen voor dit afsluitende onderzoek, maar ook voor zijn begeleiding in het voortraject van onze opleiding.

Vanwege het afsluitend karakter willen wij hieronder elk apart het woord nemen:

Deze studie ben ik gestart voor het welzijn van mijn dochter (toen 1,5 jaar oud). Met later een baan in het onderwijs heb ik immers meer tijd voor haar. Colleges volgen, stage lopen en heel veel opdrachten maken zorgden de afgelopen 2 jaar dat ik er niet altijd voor haar was. Ik hoop dat ze er weinig van heeft meegekregen. Ik ben mijn moeder heel erg dankbaar dat zij altijd kon inspringen als ik verlegen zat om een oppas. Zonder haar had ik de studie waarschijnlijk niet zo snel en zo succesvol kunnen afronden. Mijn man wil ik bedanken voor zijn geduld en zijn vertrouwen dat het mij allemaal wel zal lukken. Ingrid Nijland en Gilles Harkes wil ik bedanken omdat ze altijd vol belangstelling vanaf het eerste uur mijn vorderingen op de voet hebben gevolgd.

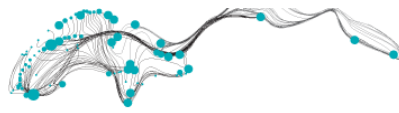
Als laatste wil ik Saskia Vreeswijk bedanken. Doordat we de studie samen hebben gevolgd en hebben afgerond kan ik later met veel plezier hierop terugkijken. Bedankt voor de gezellige en leuke tijd!

Laura Brenneisen

Na twee jaar is dit het afsluiten van een bijzondere periode. Zonder de steun van de mensen die dicht bij me staan was dit niet gelukt. Ik had vooraf niet durven dromen dat het zo'n mooie, leerzame tijd zou worden. Ik wil ELAN bedanken voor een geweldige ervaring op de ASE conferentie in Liverpool. Mijn stagedocent, Norbert Wolberink wil ik bedanken voor alle leermomenten.

En natuurlijk Laura, wat een geluk dat we allebei hadden besloten om de opleiding te gaan volgen. Het klikte meteen en dan is samen zwoegen zoveel leuker. Bedankt voor alle discussies en gezelligheid.

Saskia Vreeswijk



OvO



Samenvatting

De nieuwe lesmethode Nieuwe Scheikunde komt eraan. Dalende leerlingaantallen en het negatieve beeld van scheikunde bij leerlingen hebben aanleiding gegeven tot een onderwijsvernieuwing. De doelstellingen van Nieuwe Scheikunde zijn onder andere om het onderwijs voor de leerlingen aantrekkelijker en relevanter te maken. Met modulair context-concept gebaseerd onderwijs wordt getracht om deze doelstellingen te bereiken. In de modules worden verschillende werkvormen ingezet waarbij van de leerlingen meer zelfstandigheid wordt verwacht en leerlingen moeten samenwerken. Het afgelopen jaar is in het Docent Ontwikkel Team een module herontworpen die wij gebruikt hebben voor ons onderzoek. Onze onderzoeksvraag luidt: *Worden de doelstellingen van de Nieuwe Scheikunde gehaald met de aangepaste module 'Groeien planten beter met chilisalpeteer'?*

Bij dit onderzoek hebben wij ons gericht op vier aspecten te weten: *Attitude, Context, Werkvormen* en *Leeropbrengst*. Voor de validiteit hebben wij gebruik gemaakt van verschillende meetinstrumenten, namelijk een vragenlijst, observaties, interviews en toetsen. In de analyse van de vragenlijsten zijn de resultaten van pretest en posttest per leerling gekoppeld en verwerkt met het statistisch programma SPSS. Voor de betrouwbaarheid is het onderzoek op twee scholen uitgevoerd. Op het Bataafs Lyceum zijn in 4 vwo een experimentele klas en een controle klas onderzocht. Op het St Canisius zijn alleen experimentele klassen onderzocht, te weten twee 4 vwo en twee 4 havo klassen.

Uit het onderzoek volgt dat door de afwisseling van werkvormen het enthousiasme van leerlingen wordt verhoogd. Of de Nieuwe Scheikunde leerlingen aanspreekt hangt af van persoonlijke voorkeuren. Scheikunde wordt voor de leerlingen relevanter door de context. Zowel leerlingen als docent moeten wennen aan de nieuwe werkvormen. De onderzochte doelstellingen voor Nieuwe Scheikunde zijn nog niet bereikt. Het onderzoek laat zien dat leerlingen over het algemeen positief reageren op het werken met de module, maar nog kanttekeningen plaatsen bij de uitvoering. Daarnaast dient er aandacht besteed te worden aan de toetsbaarheid van de vaardigheden. Het is aan te bevelen om Nieuwe Scheikunde zo te implementeren dat docenten eerst de vaardigheden aanleren om de nieuwe lesmethode op een succesvolle manier bij de leerlingen te introduceren.



**Inhoudsopgave**

Pagina

1.	Inleiding	9
2.	Nieuwe Scheikunde	10
2.1	Inleiding	11
2.2	De doelstellingen	12
2.3	Ontwikkeling	13
2.4	Evaluatie	14
3.	Theoretisch kader en onderzoeksvraag	15
3.1	Onderwijskundige aspecten	15
3.2	Attitude	16
3.3	Context-concept	18
3.4	Onderzoeksvraag en strategie	20
4.	Onderzoeksopzet	21
4.1	Context onderzoek	21
4.2	Herontwerp module	22
4.3	De participanten	23
4.4	De meetinstrumenten	25
4.4.1	Koppeling aan de deelvragen	25
4.4.2	Vragenlijst	26
4.4.3	Interview	27
4.4.4	Observatie	28
4.4.5	Toets	28
4.5	Data-analyse	29
4.5.1	Vragenlijst	30
4.5.2	Interview en observatie	33
4.5.3	Toets	33
5.	Resultaten	34
5.1	Attitude	34
5.2	Context	38
5.3	Werkvormen	41
5.4	Leeropbrengst	44
6.	Discussie en conclusie	47
6.1	Betrouwbaarheid en validiteit	47
6.2	Attitude	49
6.3	Context	51
6.4	Werkvorm	52
6.5	Leeropbrengst	54
6.6	Onderzoeksvraag	55
7.	Reflectie en aanbevelingen	57
7.1	Reflectie	57
7.2	Aanbevelingen	58
8.	Literatuur	60



BIJLAGEN

Bijlage A.	Workshop Attitude
Bijlage B.	Vragenlijst
Bijlage C.	Vragenlijsten interviews
Bijlage D.	Opzet observatie
Bijlage E.	Toetsen
Bijlage F.	Twents Meesterschap
Bijlage G.	Resultaten
Bijlage H.	Module



1. Inleiding

In het kader van het vak Onderzoek van Onderwijs hebben wij een ontwerponderzoek verricht dat een specifieke vorm van praktijkonderzoek is. Praktijkonderzoek is primair gericht op het verbeteren van de praktijk en verschilt in dat opzicht van fundamenteel wetenschappelijk onderzoek. Dit vak is erop gericht om eerstegraads docenten in staat te stellen onderwijsvernieuwingen vorm te geven, de rol van onderzoeker op zich te nemen en een voorbeeld voor de leerlingen te zijn. Hiermee sluiten we onze opleiding Master-SEC af voor het verkrijgen van onze eerstegraads bevoegdheid als scheikundedocent.

Ons onderzoek richt zich op de evaluatie van de onderwijsvernieuwing 'Nieuwe Scheikunde' op microniveau (klassituatie). Hierbij is specifiek gekeken of met het gebruik van de module 'Groeien' enkele doelstellingen van de Nieuwe Scheikunde behaald worden. Deze module is tijdens een aantal bijeenkomsten van het Docent Ontwikkel Team (DOT) herontworpen tot de module waarmee het onderzoek is uitgevoerd. De herontworpen module draagt de naam 'Groeien planten beter met chilisalpeter?'.

Er is in klassituaties onderzoek gedaan naar de invloed van het gebruik van de module. Het onderzoek is uitgevoerd op het Bataafs Lyceum in Hengelo met een experimentele klas en een controleklas. De controlegroep heeft in tegenstelling tot de experimentele klas niet de module gevolgd maar regulier les gekregen volgens hun leerboek 'Curie' over hetzelfde onderwerp 'Zouten'. Om de betrouwbaarheid te vergroten is het onderzoek eveneens uitgevoerd op het St. Canisius in Almelo met verschillende experimentele klassen.

In dit verslag wordt het onderzoek beschreven. In hoofdstuk 2 wordt ingegaan op de inhoud en het doel van Nieuwe Scheikunde. Het theoretisch kader wordt beschreven in hoofdstuk 3 waarin bestaande inzichten worden genoemd en vragen worden gesteld die nog rijzen. Hierin wordt ook de onderzoeksvraag gesteld. Hoofdstuk 4 gaat in op de onderzoekopzet waarbij wordt aangegeven welke meetinstrumenten voor het onderzoek gebruikt zijn en hoe de resultaten geanalyseerd en geëvalueerd zijn. Hierbij is tevens gekeken naar de betrouwbaarheid en de validiteit van de metingen. De resultaten van het onderzoek worden vermeld in hoofdstuk 5. De discussie en conclusie van het onderzoek zijn beschreven in hoofdstuk 6. Het verslag wordt afgesloten met een reflectie en aanbevelingen voor verder onderzoek. Documenten ter ondersteuning van dit rapport zijn bijgevoegd in de bijlagen.





2. Nieuwe Scheikunde

In dit hoofdstuk wordt de onderwijsvernieuwing Nieuwe Scheikunde beschreven. We gaan in op de achtergrond van de Nieuwe Scheikunde, de doelstellingen, de ontwikkeling en de evaluatie. Van hieruit beschrijven we de aanzet tot ons onderzoek.

2.1 Inleiding

Wetenschap en techniek zijn onmisbaar voor de groei van welvaart en welzijn. Dalderup (2000) stelt dat de geringe belangstelling van jonge mensen voor studie en beroep in vooral bètatechniekrichtingen zorgt voor dreigende forse tekorten op de arbeidsmarkt. De inzet van wetenschap en techniek vergt grote investeringen en moet daarom kunnen steunen op een breed maatschappelijk draagvlak. Dat is onder andere nodig om continu voldoende jonge mensen voor werk in deze richting te interesseren.

In 2002 heeft de Verkenningscommissie Scheikunde (van Koten et al., 2002) de problematiek binnen het scheikundeonderwijs in kaart gebracht. Hieruit bleek dat het schoolvak scheikunde zich teveel binnen de muren van de klas afspeelt. Leerlingen vinden het huidige programma te moeilijk, te abstract en onsamenhangend. Ze zien geen relatie met de andere natuurwetenschappelijke vakken en nog minder verband tussen wat ze op school over scheikunde leren en de scheikundige werkelijkheid van de wereld om hen heen. Ook biedt het schoolvak hen geen beeld van de carrièreperspectieven in of buiten de chemische beroepssector na een vervolgstudie waarvoor scheikundekennis nodig is. Hetzelfde probleem is trouwens ook bekend bij andere bètavakken waardoor voor al deze vakken een onderwijsvernieuwing op macroniveau in gang is gezet. Dat wil zeggen dat het een landelijke vernieuwing van het onderwijs betreft.

Michels (2010) beschrijft in het rapport *van pilot naar praktijk* op welke wijze de macrovernieuwing wordt doorgevoerd. Om het doel te bereiken hebben de verschillende vakvernieuwingcommissies ervoor gekozen om de nieuwe eindtermen te formuleren aan de hand van contexten en concepten. Contexten moeten bijdragen aan actueler, relevanter en meer samenhangend onderwijs en de inbreng van het hoger onderwijs in het voortgezet onderwijs bevorderen. Een doelmatige conceptenkeus kan dan de overladenheid van het programma terugdringen. Die overladenheid wordt veroorzaakt doordat het huidige scheikundeprogramma een overzicht tracht te geven van het hele vakgebied.

De contexten hebben een verschillende achtergrond. Het kan gaan om situaties uit de dagelijkse praktijk, om maatschappelijke situaties, situaties waarin historische reflectie van belang is, probleemstellingen waarin het gaat om het uitbreiden van natuurwetenschappelijke vakkennis en vakinzichten of experimentele, maatschappelijke en beroeps-gerichte contexten.

Door de wisselwerking tussen boeiende contexten en scheikundige concepten in het nieuwe scheikundeprogramma is het onderwijs geen optelsom van alle kennis uit het verleden maar een weerspiegeling van de zich ontwikkelende wetenschap en techniek (Driessen & Meinema, 2003). Er staan twee concepten centraal, namelijk: *het molecuulconcept*: materie is opgebouwd uit moleculen of andere deeltjes zoals atomen, ionen en het *het micro/macro concept*: het verband tussen de moleculaire en de macroscopische eigenschappen. In deze concepten komt de essentie van de scheikunde naar voren. Namelijk het leggen van



verbanden tussen enerzijds de eigenschappen van stoffen en de processen in de macroscopische wereld en anderzijds de samenstelling, structuur en reactiviteit op moleculair niveau.

De Commissie Vernieuwing Scheikunde beschrijft in het rapport *Chemie tussen context en concept* (Driessen & Meinema, 2003) hoe de wisselwerking tussen contexten en concepten vorm moet krijgen. De zogenaamde context-conceptbenadering is in de vorm van een klaverblad schematisch hieronder weergegeven.



Het klaverblad omvat:

- Twee schillen met de centrale concepten, molecuulconcept en macro-microconcept.
- Een schil met de toepassingen, producten en innovaties.
- Een buitenste schil met de vier richtingen, - maatschappelijk, theoretisch, beroepsgericht en experimenteel-, die schematisch elk van de vier klaverbladen een naam geven.
- Een richting waarbij van buiten naar binnen contexten en producten aanleiding zijn tot verkenning en daarna verdieping van de vakconcepten.

2.2 De doelstellingen

Het doel van de vernieuwde examenprogramma's is om enerzijds adequaat in te spelen op de snelle ontwikkelingen in de wetenschap en technologie, de wens voor een toename in de instroom in bèta- en techniekopleidingen in het Hoger Onderwijs, en anderzijdsesignaleerde knelpunten in het voortgezet onderwijs op te lossen (Michels, 2010). Belangrijk punt is namelijk dat de huidige examenprogramma's door veel leerlingen als te weinig aantrekkelijk en relevant ervaren worden. Dit houdt onder andere verband met het gebrek aan actualiteit en is van de oorzaken van de te geringe instroom.

In het rapport van Apotheker et al. (2010) worden de eisen aan het leermateriaal weergegeven. "Het leermateriaal moet:

- Bijdragen aan wetenschappelijke geletterdheid van leerlingen.
- Enthousiasmeren voor een vervolgstudie in bèta/techniek.
- Motivatie en prestatieverhogend zijn in gebruik binnen het N-profiel.
- Voorbeelden geven van wat chemici doen in hun beroepspraktijk.
- Aan alle leerlingen, ook de leerlingen die geen bètastudie kiezen, een goed beeld geven van het belang van de sector chemie in de Nederlandse samenleving. "

Sommige modules Nieuwe Scheikunde, worden ontwikkeld op basis van de viervlakschemie (Apotheker 2005). Deze methode onderscheidt vier fasen, te weten:



1. Introductiefase: de context wordt geïntroduceerd, op een manier dat de leerlingen geïnteresseerd raken in het onderwerp.
2. Nieuwsgierigheids- en planningsfase: de leerlingen gaan in groepjes werken, kiezen zelf welke chemische aspecten ze willen onderzoeken en stellen de bijbehorende onderzoeksvraag op.
3. Verwerkingsfase: de groepjes gaan een of meerdere proeven uitvoeren om antwoord te krijgen op hun onderzoeksvraag om deze klassikaal te presenteren (bijvoorbeeld powerpoint presentatie, demonstratie, poster).
4. Verdiepingsfase: de docent moet proberen meer lijn te brengen in de resultaten van de leerlingen en systematiek aanbrengen in de veelheid aan chemische begrippen. De begrippen moeten uit de context gehaald worden en teruggebracht worden naar meer abstracte kennis. Van de leerlingen wordt verwacht dat ze die begrippen vervolgens in een andere context weer kunnen toepassen

Opgemerkt dient te worden dat de modules niet altijd alle bovenstaande vier fasen bevatten. Sommige modules bevatten soms drie of alleen twee fasen.

De modules zijn ontwikkeld om het scheikundeonderwijs voor de leerlingen aantrekkelijker en relevanter te maken. Het gebruik van een context moet de relevantie van het vak duidelijker maken. Het vak moet aantrekkelijker worden doordat leerlingen meer zelf uitzoeken en minder afhankelijk zijn van de docent. Leerlingen hebben zo een grotere invloed op de inhoud van de les. De attitude, context en werkvormen van de leerlingen zijn ook de punten waar wij ons in dit onderzoek op richten (zie § 3.4).

2.3 Ontwikkeling

De veranderingen in het context-concept onderwijs hebben consequenties voor leerdoelen en leerinhouden wat direct ook de andere leerplankundige componenten beïnvloedt, zoals docentrollen. Dit wordt door Van den Akker beschreven in het curriculaire spinnenweb (Van den Akker, 2003). Deze aanpassing is van belang voor de docent, omdat bij de invoering van de Nieuwe Scheikunde de rol van de docent in de klas gaat veranderen. De wens van de vernieuwingscommissie om de maatschappelijke en technologische ontwikkelingen te kunnen volgen in het vak scheikunde, impliceert dat de docent zich blijvend zal moeten ontwikkelen.

Driessen & Meinema (2003) geven aan dat scheikundedocenten van groot belang zijn bij het positioneren van scheikunde als aantrekkelijk vak voor leerlingen in de N-profielen van de Tweede Fase en het zichtbaar maken van het carrièreperspectief na een vervolgstudie in natuurwetenschappen. Ontwikkeling van nieuw onderwijs vanuit en door docenten is de visie van de Stuurgroep Nieuwe Scheikunde. Tegenwoordig werken docenten van verschillende scholen in ontwikkelteams samen aan de ontwikkeling van modules Nieuwe Scheikunde. Deze bottom-up methode is gebruikt om de docenten betrokken te krijgen bij de onderwijsvernieuwing en om draagvlak te creëren (Apotheker, 2010). De voortdurende evaluaties en ontwikkeling van de modules zal ook in de toekomst blijven plaatsvinden.

Samengevat richt het nieuwe scheikundeonderwijs zich op het verwerven van inzicht in de wisselwerking tussen contexten en concepten. Dit sluit ook aan op recente internationale



ontwikkelingen zoals onder andere in Duitsland, het Verenigd Koninkrijk en de Verenigde Staten (Apotheker et al, 2010). De invoering van de Nieuwe Scheikunde in het voortgezet onderwijs staat gepland voor het schooljaar 2013/2014.

2.4 Evaluatie

Goedhart (2004) plaatst kanttekeningen bij het centraal stellen van contexten in het onderwijs. De reden is dat woorden die in de vakwetenschap gebruikt worden vaak in het dagelijks leven een andere betekenis hebben. De vertaalslag van de leefwereldcontext naar de wetenschappelijke context kan voor leerlingen grote problemen opleveren. Goedhart wijst erop dat voor het slagen van de onderwijsvernieuwing een uitgebreid traject noodzakelijk is voor de ontwikkeling, invoering en evaluatie.

De onderwijsvernieuwing is in diverse landen al in het stadium van evaluatie (Pilot & Bulte, 2006). Op basis van de ervaringen met het context-concept onderwijs in Duitsland, Engeland, Israël en Verenigde Staten concluderen zij dat het scheikundeonderwijs gebaseerd op context goede mogelijkheden biedt om scheikunde relevanter te laten zijn voor leerlingen. De Nieuwe Scheikunde is in Nederland nog niet landelijk ingevoerd en is nog niet op deze wijze geëvalueerd.

Het ontwikkelingstraject van Nieuwe Scheikunde is de afgelopen tien jaar grondig opgezet. Het onderzoek dat in het voortraject is gedaan richt zich voornamelijk op docenten. In het theoretisch kader (zie hoofdstuk 3) wordt de stand van zaken beschreven rondom het context-concept onderwijs. We richten ons in ons onderzoek op het effect dat het werken met een module Nieuwe Scheikunde op de klassituatie heeft en met name op de leerlingen. De vraag die we ons stellen is of de doelstelling van de Nieuwe Scheikunde in dat opzicht gehaald wordt.



3. Theoretisch kader en onderzoeksvraag

In hoofdstuk 2 zijn de doelstelling, ontwikkeling en evaluatie van de Nieuwe Scheikunde beschreven. In dit hoofdstuk wordt aandacht besteed aan het theoretisch kader van het onderzoek. Het gaat hierbij om de onderwijskundige aspecten van de nieuwe scheikunde, het meten van de attitude en het onderzoek aan context-concept onderwijs. Het hoofdstuk wordt afgesloten met onze onderzoeksvraag en -strategie.

3.1 Onderwijskundige aspecten

Bij het invoeren van een nieuwe onderwijsmethode zullen de onderwijskundige aspecten een belangrijke rol spelen. Van der Sande (2007) beschrijft in zijn proefschrift de onderwijskundige implicaties van de Nieuwe Scheikunde. Het nieuwe programma is erop gericht om de leerlingen de scheikundige leerinhouden beter te laten leren en begrijpen. Daarvoor moet rekening gehouden worden met de wijze waarop leerlingen scheikunde leren. De Nieuwe Scheikunde gaat uit van een constructivistische leertheorie. In de constructivistische visie wordt kennis door de leerling geconstrueerd op basis van een context (Valcke, 2010). Niet alleen formele maar ook subjectieve kennis is in deze stroming van belang waarbij de opgebouwde kennis van de lerende kan verschillen van de kennis van de docent. Van der Sande (2007) citeert Novak als het gaat om de eisen die gesteld worden om betekenisvol leren mogelijk te maken:

“Novak (1998, p. 19) noemt in dat kader de volgende drie belangrijke aandachtspunten:

- 1. De te verwerven kennis moet niet op zichzelf staan en moet georganiseerd zijn rond centrale begrippen en stellingen.*
- 2. Leerlingen dienen relevante voorkennis te hebben met betrekking tot de te verwerven kennis.*
- 3. De leerling moet er voor kiezen om betekenisvol te leren.”*

Naast de eisen aan het leermateriaal en de leeromgeving worden er dus ook eisen gesteld aan de leerling. De voorkennis van de leerling bestaat niet alleen uit vakinhoudelijke voorkennis, maar betreft ook ‘niet-vakinhoudelijke voorkennis’ zoals opvattingen en ideeën die leerlingen hebben over scheikunde. Uit het derde punt van Novak kan worden afgeleid dat het van belang is dat leerlingen gemotiveerd zijn om scheikunde te begrijpen. De hiervoor genoemde ‘niet-vakinhoudelijke voorkennis’ en motivatie scharen we onder de noemer van metacognitieve opvattingen.

Het werken met modules Nieuwe Scheikunde vereist andere vaardigheden van de leerlingen en de docent dan met het huidige schoolprogramma scheikunde. De werkvormen die in de Nieuwe Scheikunde worden ingezet vereisen vaardigheden zoals onder andere zelfstandig werken en samenwerken in groepen. Leerlingen bedenken dan zelf een onderzoeksvraag, plannen de werkzaamheden en zijn medeverantwoordelijk voor het groepsresultaat. De docent heeft hierin een coachende rol. Deze is anders dan in het huidige reguliere scheikundeonderwijs waar de docent voornamelijk de leerlingen voor in de klas instructies geeft.

De wijze waarop leerlingen volgens de Nieuwe Scheikunde leren, kan worden beschreven met zelfgereguleerd leren. Deze leermethode is gericht op het ontwikkelen van hogere orde



denkvaardigheden zoals metacognitie en probleemoplossend vermogen (Valcke, 2010). De processen in zelfgereguleerd leren zijn zeer complex en worden beïnvloed door de leerling zelf, de leerprocessen en de omgeving. De uitkomst van het leerproces is afhankelijk van de metacognitieve benadering van de leerling.

Metacognitie uitgaande van de beschrijving van Brown (1987) is onder te verdelen in de kennis over de eigen cognitieve activiteit en de regulatie van de eigen cognitieve activiteit (Valcke, 2010). Bij metacognitieve kennis gaat het over de kennis over zichzelf, kennis over de taak en kennis over strategieën. In de regulatie van de cognitieve activiteit komen het voorspellen, plannen, monitoren en evalueren aan de orde. Deze metacognitieve vaardigheden zullen de leerlingen in de Nieuwe Scheikunde nodig hebben. Om deze vaardigheden aan te leren hebben leerlingen specifieke instructie nodig. Leerlingen moeten zich bewust worden van het belang van metacognitieve strategieën en hiermee ook oefenen.

3.2 Attitude

Zoals in §2.2 is beschreven, beoogt de onderwijsvernieuwing Nieuw Scheikunde dat leerlingen het vak scheikunde aantrekkelijker en relevanter gaan ervaren waardoor ze eerder zullen kiezen voor een scheikundegerelateerde vervolgopleiding. Dit betekent dat de attitude of houding van leerlingen ten opzichte van scheikunde positief zal moeten veranderen.

Een attitude of houding wordt gevormd doordat iemand psychologisch de neiging heeft om een bepaald onderwerp te willen evalueren in termen als: goed/slecht, positief/negatief, voorkeur/geen voorkeur (Van Aalderen-Smeets et al., in press). Attitudes zijn afhankelijk van de situatie en zijn moeilijk te veranderen. Daarnaast leidt een bepaalde attitude niet automatisch tot een bepaald gedrag, maar is attitude de beste voorspelling voor de intentie tot een gedrag. Diverse factoren spelen hierbij een rol zoals bijvoorbeeld normen en waarden, ideeën en (sociale, ethische of economische) doelen (Nisbet & Scheufele, 2009).

Attitude ten opzichte van een vak heeft volgens het onderzoek van Hattie (2009) niet veel invloed op de leerresultaten. Maar de attitude van leerlingen ten opzichte van scheikunde in zijn algemeenheid is wel van belang. Leerlingen beslissen mede op basis hiervan om een vervolgopleiding met scheikunde te gaan volgen of niet. Het belang van de doorstroom naar het hoger onderwijs werd al beschreven door Michels (2010) en Dalderup (2000). Osborne et al (2003) onderstrepen dit belang van toekomstige expertise om de levensstandaard te handhaven.

Onderzoekers kunnen attitude op verschillende wijze benaderen. Er zijn onderzoekers die attitude zien als één component waarbij ze uitsluitend uitgaan van affectie. Er zijn ook benaderingen waarbij wordt uitgegaan van twee componenten waarbij zowel affectie als cognitie een rol speelt. Aanhangers van attitude als multicomponent-systeem gaan naast cognitie en affectie ook uit van intentie tot gedrag (Subramaniam, 2000). Als je een individuele attitude tegenover een bepaald onderwerp wilt meten, dien je de verschillende dimensies en subcomponenten van deze attitude te meten (Ajzen, 2001). Verschillen in onderzoeksmethoden maken het lastig om diverse onderzoeken met elkaar te vergelijken (Van Aalderen-Smeets et al., in press). Wij gaan uit van attitude als een multicomponent-systeem zoals door diverse auteurs is beschreven (Ajzen, 2001; Van Aalderen-Smeets, in



press; Cheung, 2009). Wij willen onderzoeken wat de invloed is van verschillende factoren op de attitude van de leerlingen.

Cheung (2009) stelt dat er geen instrumenten zijn om valide en betrouwbare data te generen betreffende de attitude van leerlingen ten opzichte van scheikunde. Bij het meten van de attitude van leerlingen met een vragenlijst moet je de verschillende componenten in deze lijst onderscheiden. Cheung verwijst hierbij naar het onderzoek van Ramsden (1998):

Firstly, the different dimensions, or constructs, of attitude need to be carefully defined and separated out, and secondly, there may be a need to consult appropriate psychological theory on attitude development if an intention is to use the findings to inform teaching or curriculum planning.

De attitude wordt dus bepaald door drie componenten, het cognitieve (wat je er van weet), de affectie (wat je er bij voelt) en het gedrag (wat je ermee gaat doen). De attitude is de som van deze verborgen processen. Informatie over affectie kan worden gemeten door vragen over persoonlijke gevoelens. Informatie over de cognitieve component kan worden verkregen door geschreven of verbale uitspraken over opvattingen over het object. Het derde component gedrag kan inzichtelijk gemaakt worden met vragen naar intentie tot gedrag (Cheung, 2009).

Wanneer een attitudeverandering optreedt wil dat niet zeggen dat de oude attitude is vervangen. Deze kan afhankelijk van de omstandigheden opnieuw naar voren treden (Azjen, 2001). Dit is voor ons onderzoek van belang omdat hierin de scheikundelessen gedurende slechts een aantal weken volgens modulevorm worden gegeven, waarbij we ons af moeten vragen in hoeverre een mogelijke attitudeverandering zal beklijven en zichtbaar kan worden door de vragenlijst.

Zoals in de literatuur is aangegeven is het moeilijk om een valide vragenlijst te maken (Cheung, 2009; Osborne, 2003; Van Aalderen-Smeets et al., in press). Er zijn veel verschillende onderzoeken waarbij andere factoren van de attitude naar voren worden geschoven. Afhankelijk van de situatie zijn de vragenlijsten uit de literatuur meer of minder van toepassing. Abdullah (2008) beschrijft het effect op de attitude van scheikundeleerlingen, maar deze is specifiek op practicum gericht. Dalgety et al. (2003) hebben een vragenlijst ontwikkeld die onder andere de attitude van scheikundestudenten meet. Hierbij wordt uitgegaan van een aanzienlijke chemische kennis die in het voortgezet onderwijs nog niet aanwezig zijn. Een groot deel van deze vragen gaan over de algemene kijk op chemici die niet zo snel zal veranderen. In het onderzoek is de posttest met de vragenlijst een half jaar later afgenomen. Om voorgaande redenen is deze vragenlijst niet geschikt om onze module te testen, omdat deze in een veel kortere periode wordt gegeven en bedoeld is voor leerlingen uit de vierde klas.

Hoewel er in de literatuur dus diverse soorten vragenlijsten zijn te vinden, sluiten deze niet aan bij het onderzoek dat wij willen uitvoeren. Daarnaast is het een goede leerschool om de problemen die het opstellen van een vragenlijst met zich meebrengt zelf te moeten ondervinden. Wij hebben daarom besloten om zelf een vragenlijst op te stellen (zie § 4.4.2).

Bij het onderzoek naar attitude en attitudeverandering is het van belang het psychologisch effect bij het invullen van vragenlijsten te onderkennen. In het onderzoek van Schwarz



(1999) komt naar voren dat de diverse vragen die gesteld worden van invloed kunnen zijn op de antwoorden die worden gegeven. Omdat het te ver voert voor ons onderzoek om psychologisch onderzoek te consulteren zullen we deze beperking in de discussie en conclusie meenemen. Van Aalderen-Smeets et al. (in press) stellen dat de vragenlijst moet worden opgesteld zodat de verschillende dimensies van de attitude bevraagd worden. Alleen vragen die eenzelfde factor aanspreken kunnen samen worden genomen in één antwoord over attitude. Bij het opstellen van de vragen is de formulering van de vraag erg belangrijk. Als onderzoeker moet je je afvragen of de leerling de vraag ook op een andere manier kan interpreteren. Is een positief antwoord op de vraag ook een indicatie dat er een positieve attitude is en vice versa.

In diverse artikelen (Cheung, 2009; Osborne et al, 2003) geven de auteurs aan dat voor de validatie van een vragenlijst een factoranalyse moet worden uitgevoerd. Vanwege de beperkte omvang van ons onderzoek is het niet mogelijk een factoranalyse uit te voeren. Voor de betrouwbaarheid van de vragen beperken we ons tot het bepalen van Cronbach's alpha. Cronbach's alpha geeft aan in hoeverre de vragen hetzelfde concept meten (Cronbach, 1951). In het artikel van Bless et al. (1992) wordt beschreven hoe de gemoedstoestand van de geënquêteerde het invullen van een vragenlijst kan beïnvloeden. Dit zal in ons onderzoek ook een rol kunnen spelen. Het hangt af van het humeur van de dag of de leerlingen de vragen serieus beantwoorden en hoe ze er op dat moment over denken. Deze aspecten maken dat alleen een vragenlijst niet voldoende informatie geeft.

Verschillende factoren spelen een rol in de attitude van leerlingen ten opzichte van scheikunde (Cheung, 2009; Osborne et al., 2003; Azjen, 2001) In de meeste gevallen zullen deze factoren binnen de termijn van ons onderzoek niet veranderen en worden weggelaten uit ons onderzoek. Hiertoe behoren leeftijd, invloed ouders en leeftijdgenoten. Wij zullen ons in ons onderzoek beperken tot die factoren waar de module mogelijk invloed op heeft. Zoals ook onderkend is door Driessen en Meinema (2003) geven ook Osborne et al. (2003) aan dat de docent de grootste invloed heeft in de klas. Dit betekent dat we rekening moeten houden met de verschillen in docent en de rol die de docent speelt bij het uitvoeren van het onderzoek.

3.3 Context-concept

In de modules Nieuwe Scheikunde staat het gebruik van een context centraal. Al geruime tijd is er internationaal aandacht voor het gebruik van contexten (zie hoofdstuk 2). Herron (1996) beschrijft toenemende motivatie en conceptbegrip bij leerlingen wanneer het leermateriaal nuttig gebruikt kon worden. Wanneer leeractiviteiten niet gekoppeld zijn aan het dagelijkse leven van de leerlingen hebben ze moeite om te begrijpen waarom ze het moeten leren. Dit pleit dus voor het invoeren van de Nieuwe Scheikunde, mits het lesmateriaal goed wordt ontwikkeld.

Diverse auteurs beschrijven het belang van de professionalisering van docenten voor het slagen van de onderwijsontwikkeling in context-concept onderwijs (Stolk et al., 2010). Onderzoek naar de invloed van de docent op het leermateriaal in ChiK (Chemie im Kontext) is beschreven door Vos et al. (2011). Zij hebben in hun onderzoek aangetoond dat docenten specifieke vaardigheden moeten bezitten om de context-concept methode tot zijn recht te laten komen. De professionalisering van de docent is daarom een belangrijke factor in de



Nieuwe Scheikunde. In opdracht van de Vereniging van de Nederlandse Chemische Industrie en de Regiegroep Chemie is er door DUO market research onderzoek gedaan naar de bekendheid, het gebruik en de acceptatie van het ontwikkelde modulair context-concept lesmateriaal Nieuwe Scheikunde onder scheikundedocenten. Conclusie van het rapport is dat de docenten over het algemeen positief tegenover Nieuwe Scheikunde staan (van der Woud & van Grinsven, 2010a en 2010b).

In het SLO rapport *Curriculumevaluatie bètaonderwijs tweede fase* worden de bevindingen van de evaluatie van de Nieuwe Scheikunde besproken. Docenten zijn over het algemeen positiever ten aanzien van de Nieuwe Scheikunde dan de leerlingen. Opvallend is dat de docenten verwachten dat de Nieuwe Scheikunde voor leerlingen ook positief is. Leerlingen zijn, naar de indruk van docenten, enthousiaster voor het vak. Leerlingen zelf zijn echter niet overtuigd dat zij door contexten de scheikunde beter zullen begrijpen. Ze zien wel meer de relevantie, maar vinden Nieuwe Scheikunde moeilijk en begrijpen niet wat er getoetst gaat worden (Ottevanger et al., 2011).

Een soortgelijke conclusie wordt getrokken door Parchmann et al. in een Duits onderzoek, waarin leerlingen kritisch staan ten opzichte van de nieuwe onderwijsontwikkeling. De toepassing van kennis, de relevantie van de scheikunde en de invloed van de docent zijn belangrijke factoren in het ontwikkelen van een positieve interesse in de scheikunde. Maar de leerlingen blijken ontmoedigd door de complexiteit van een context en het gemis van een duidelijke richting in het leertraject (Parchmann et al., 2006).

In de voorgaande jaren zijn er voor het vak Onderzoek van Onderwijs aan de Universiteit Twente meerdere modules Nieuwe Scheikunde onderzocht op diverse onderzoeksvragen. De Graaf (2009) heeft in haar onderzoek de module Nobelprijs onderzocht. Deze module werd voor een achtereenvolgend jaar op deze school in aangepaste vorm gegeven. Zij heeft in haar onderzoek voornamelijk gekeken naar het inzicht dat door de leerlingen werd verkregen in modelvorming en de verkregen vakkennis. Ook het onderzoek van Rombouts (2009) is gericht op het behaalde kennisniveau van de leerlingen naar aanleiding van het gebruik van de module Olieslachtoffers. Het blijkt dat de leerlingen in staat zijn een hoger abstractieniveau te bereiken.

Van Galen en Kastenberg hebben onderzoek uitgevoerd aan de module Forensisch Onderzoek en Voedsel- en Warenautoriteit (Van Galen & Karstenberg, 2009). Zij hebben aangetoond dat de leerlingen door het gebruik van de module meer inzicht in de maatschappelijke relevantie van chemie hebben gekregen. Op de vraag of het werken met de module als positief ervaren wordt kan in dit onderzoek geen eenduidig antwoord worden gegeven.

De Jong-Berkhout en Gerritsjans hebben de module Melkzuur: van spierpijn tot bioplastisch voor 3 vwo onderzocht (De Jong-Berkhout & Gerritsjans, 2012). Zij gaven aan dat het werkplezier van de leerlingen was verhoogd, maar konden deze conclusie niet met de diverse onderzoeksmethoden ondersteunen. Uit de interviews en logboeken bleek een verhoging van het werkplezier, terwijl de enquêteresultaten het tegendeel aantoonde. Een mogelijke verklaring hiervoor was het gebruik van een anonieme vragenlijst, waardoor veranderingen tegen elkaar zijn weggefallen. De motivatie van de leerlingen kan ook zijn beïnvloed doordat het onderzoek aan het eind van de derde klas is uitgevoerd. Hierdoor



stond er voor veel leerlingen niks meer op het spel. Hoewel de Nieuwe Scheikunde op het punt staat om ingevoerd te worden, is er dus nog weinig bekend over de invloed van deze onderwijsvernieuwing op klasniveau en dus op leerlingen en de rol van de docent hierin. In ons onderzoek besteden wij hier aandacht aan.

3.4 Onderzoeksvraag en strategie

Zoals beschreven in hoofdstuk 2 is het doel van de vernieuwing om het scheikundeonderwijs voor de leerlingen aantrekkelijker en relevanter te maken. De docent heeft een belangrijke plaats in deze onderwijsvernieuwing. Van een eerstegraads docent wordt verwacht dat hij ook in de toekomst deze vernieuwingen vorm geeft. Om dit onderwijs te evalueren is het van belang om de effecten ervan te kunnen vaststellen. Met name de effecten op de leerlingen zijn in het huidige onderzoek naar de Nieuwe Scheikunde onderbelicht.

Dit onderzoek richt zich op het effect dat het werken met een module Nieuwe Scheikunde op de leerlingen heeft. Wordt met Nieuwe Scheikunde het scheikundeonderwijs relevanter en aantrekkelijker gemaakt? Het verschil tussen de reguliere onderwijsmethode en de Nieuwe Scheikunde ligt onder andere in het gebruik van de context (begrippen kunnen plaatsen), de rol van docent (coachend, zelfwerkzaamheid leerlingen), het samenwerken van de leerlingen en het gebruik van rollen (invalshoeken). De kennis die leerlingen verwerven van scheikundige concepten moet vergelijkbaar zijn met het niveau dat wordt behaald met de huidige methode.

Ons ontwerponderzoek richt zich op de volgende onderzoeksvraag:

Worden doelstellingen van de Nieuwe Scheikunde gehaald met de aangepaste module “Groeien planten beter met chilisalpeter?” ?

Hieruit zijn de volgende deelvragen geformuleerd:

- a) Verandert door de module de attitude van leerlingen ten opzichte van scheikunde?
- b) Zien leerlingen door de context meer verbanden tussen scheikunde en hun omgeving?
- c) Welke invloed hebben de werkvormen van de Nieuwe Scheikunde op de leerlingen?
- d) Zijn de leeropbrengsten met de module gelijk aan die van de reguliere lesmethode?

Onderzoeksstrategie

In dit onderzoek wordt de invloed van het gebruik van de herontworpen module ‘Groeien planten beter met Chilisalpeter?’ op leerlingen van de 4^e klas voortgezet onderwijs onderzocht. Wij richten ons op de vier aspecten uit de deelvragen van ons onderzoek, te weten: *Attitude*, *Context*, *Werkvormen* en *Leeropbrengst*. Voor ons onderzoek maken wij gebruik van verschillende meetinstrumenten voor de validiteit. Ten behoeve van de betrouwbaarheid wordt het onderzoek op verschillende scholen met diverse klassen uitgevoerd. In het volgende hoofdstuk gaan we dieper in op de gebruikte onderzoeksmethode en instrumenten.

4. Onderzoeksopzet

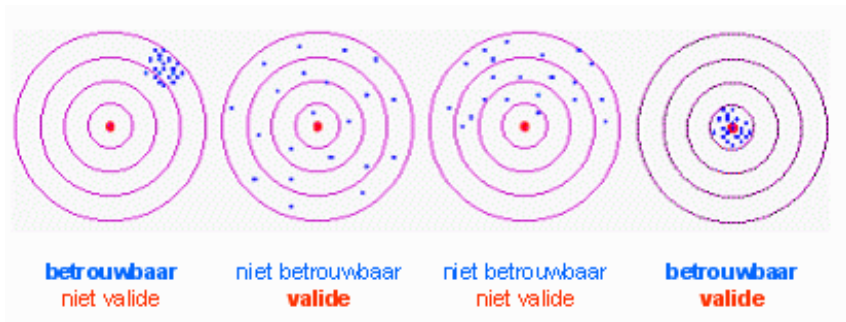
Speerpunt van ons onderzoek is de module ‘Groeien planten beter met chilisalpeter?’. In dit hoofdstuk beschrijven we de context van ons onderzoek, het herontwerp van de module, de keuze van onze meetinstrumenten en hoe we deze gaan toepassen. Hierbij wordt aandacht besteed aan de betrouwbaarheid en de validiteit van het onderzoek. Daarnaast worden de participanten uitgebreid beschreven.

4.1 Context onderzoek

Voor het opzetten en uitvoeren van het ontwerponderzoek hebben wij deelgenomen aan het Docent Ontwikkel Team (DOT) van ELAN, Universiteit Twente. In het team zijn naast ons acht scheikundedocenten van scholen uit diverse plaatsen in Overijssel actief onder leiding van vakdidacticus Fer Coenders. Tijdens een aantal bijeenkomsten is de bestaande module ‘Groeien’ aangepast naar de eisen en wensen van de teamleden. De herontworpen module vervangt het hoofdstuk ‘Zouten’ uit de verschillende methoden die op de scholen gebruikt worden. Het herontwerp is in de volgende paragraaf beschreven.

In ons onderzoek willen we kijken naar de invloed van het gebruik van de module op de leerlingen. We kijken hierbij naar de onderzoeksaspecten *attitude*, *context*, *werkvormen* en *leeropbrengst* (zie §3.4). Dit onderzoek biedt ons als aankomend docent de mogelijkheid om met diverse onderzoeksinstrumenten te werken om de effecten in de klas te meten, om daarmee je eigen koers tijdig bij te sturen en een kritische blik op de ontwikkelingen te houden. Doordat de module (door omstandigheden) door verschillende docenten binnen het DOT-team in gewijzigde vorm is gebruikt zijn twee scholen overgebleven, waaronder de stageschool van Laura Brenneisen, die bij het onderzoek betrokken zijn. Dit heeft invloed op de validiteit van het onderzoek.

Als onderzoekers streven wij naar valide en betrouwbare uitkomsten van ons onderzoek. *Validiteit* zegt iets over de inhoud: wordt er gemeten wat de bedoeling is. Wanneer we leerlingen vragen of ze wel eens gespiekt hebben tijdens een toets, is de kans groot dat de oneerlijke leerlingen dit zullen ontkennen. Op basis van een dergelijk onderzoek zouden we dan het aantal leerlingen die spieken te laag inschatten. *Betrouwbaarheid* heeft te maken met de stabiliteit van het onderzoeksresultaat. Wanneer het onderzoek zou worden herhaald, komen dan dezelfde resultaten naar voren? Bij het bovengenoemde voorbeeld kunnen de resultaten betrouwbaar zijn, omdat het percentage oneerlijke leerlingen dat liegt altijd ongeveer even groot is. Figuur 4.1.1 geeft schematisch weer in hoeverre uitkomsten van een onderzoek wel of niet valide en/of betrouwbaar zijn.



Figuur 4.1.1: Schematische weergave validiteit en betrouwbaarheid van onderzoeksresultaten



Ons onderzoek betreft een quasi-experimenteel onderzoek, dat wil zeggen dat het onderzoek met bestaande groepen wordt uitgevoerd; dus er is geen controle over de vergelijkbaarheid van de groepen. Om de kwaliteit van het onderzoek te waarborgen wordt triangulatie toegepast, dat wil zeggen dat er op verschillende manieren gemeten zal worden en gekeken worden naar significante verschillen:

- Er worden verschillende dataverzamelmethoden gehanteerd op verschillende tijdstippen om dezelfde informatie te verzamelen. In ons onderzoek gebeurt dit met vragenlijsten (open/gesloten), observeren, interviews en toetsen.
- De module wordt op twee scholen (Bataafs Lyceum en St. Canisius) toegepast en onderzocht zal worden of de metingen dezelfde resultaten opleveren.

Omdat dit onderzoek door twee onderzoekers wordt uitgevoerd zal steeds peer-debriefing plaatsvinden over de metingen, de resultaten en conclusies wat de validiteit van het onderzoek waarborgt. Om te kunnen beoordelen in hoeverre het onderzoek navolgbaar is, zullen een aantal situatiespecifieke factoren van het onderzoek beschreven worden, zoals het aantal leerlingen in de klas, havo of vwo, enz. Om de betrouwbaarheid van de metingen te toetsen zullen de resultaten van het onderzoek aan het Bataafs Lyceum vergeleken worden met de resultaten van het St. Canisius. Daarnaast zal op het Bataafs Lyceum een zogenaamde controlegroep deelnemen aan het onderzoek. Deze klas zal in tegenstelling tot de experimentele klas niet de module volgen maar regulier les krijgen volgens hun leerboek 'Curie' over hetzelfde onderwerp 'Zouten'.

4.2 Herontwerp module

De oorspronkelijke module 'Groeien' die ten grondslag ligt aan de herontworpen module 'Groeien planten beter met chilisalpeter?' is opgezet door een netwerk binnen de Rijksuniversiteit van Groningen (Reinalda, et al., 2007). In de 'Inventarisatie 4e/5e/6e klas modulen Nieuwe Scheikunde 2010 van Frans Carelsen' staat in tabel 4.2.1 het volgende over de module 'Groeien', dat valt onder het onderwerp 'Zouten', beschreven.

Tabel 4.2.1: Informatie over module 'Groeien'

Titel	Groeien
korte beschrijving	Ze maken kennis met mineralen (zouten), verkennen het dilemma van de landbouw en diverse aspecten hieromheen
Benodigde voorkennis/ klas/ tijd nodig	3e klas stof/ atoombouw begin klas 4 / 10 tot 16 lessen
Concepten/ inhoud	Ionen, zouten, neerslagreacties, ionen uit oplossingen halen, aantonen ionen o.a. Fe^{3+} met ijklijn, bindend vermogen van bodem
Leeractiviteiten/ didactiek	Naast de diverse reacties met zouten komt ook de literatuur aan bod door onderzoek naar gewasbeschermings en bestrijdingsmiddelen
Praktische/ organisatie aspecten	Veel practica waardoor goed in groepen of met een carrousel gewerkt kan worden
Afstemming andere vakken	Duidelijk lijn naar biologie waarbinnen parallel plantkunde zou kunnen worden behandeld
Bijzonderheden	Opgebouwd uit diverse taken, sterke maatschappelijke relevantie

De module voldoet aan alle vier fasen van de viervlakschemie (zie § 2.2). In de module worden 'zouten' behandeld aan de hand van de context kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Er wordt veel zelfstandigheid van de leerlingen verwacht. Er is een rolverdeling gemaakt waarbij leerlingen als consument, fabrikant, wetenschapper, milieuactivist of boer/tuinder de



module doorwerken. Aan het eind houden de groepen een presentatie en een debat over de uitkomsten van hun werkzaamheden. Met de module worden zodoende verscheidene werkvormen aangeboden aan de leerlingen.

Bij het herontwerp van de module 'Groeien' zijn de volgende keuzes gemaakt:

1. Er is gekozen voor een gesloten variant boven een open. De docent leidt de leerlingen door de module en houdt de planning bij;
2. Gebruik van 'Stamgroepen' in plaats van 'Expertgroepen';
3. Uitbreiding van de theorie;
4. Meer opdrachten zodat de leerlingen kunnen oefenen met de concepten;
5. Het aanpassen van een aantal proefjes ten behoeve van de uitvoerbaarheid;
6. De module over circa 12 lessen verdelen, waarbij de eerste 6 à 7 lessen voor de theorie van de concepten en de laatste 6 lessen voor de proefjes.

Dit heeft uiteindelijk geleid tot de herontworpen module met de nieuwe naam 'Groeien planten beter met chilisalpeter?'. Voor deze titel is gekozen om de context beter te verduidelijken. Deze module is opgenomen in bijlage H. Tijdens de conferentie Twents Meesterschap dit jaar is de herontworpen module behandeld tijdens een workshop waar wij ook aan deel hebben genomen. De opmerkingen en aanbevelingen die uit de workshop kwamen staan samengevat in bijlage F.

De doelstelling van de Nieuwe Scheikunde is om de scheikunde voor leerlingen relevanter te maken door maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte onderwerpen dat gaat over scheikundige toepassingen, producten en innovatie. De context van de module is kunstmest en bestrijdingsmiddelen en is verwerkt in de titel 'Groeien planten beter met Chilisalpeter?'. Chilisalpeter is een natuurlijk meststof op basis van zeevogelpoep dat op de eilandjes bij de kust van Chili en Argentinië voorkomt met als voornaamste bestanddeel het zout natriumnitraat.

4.3 De participanten

Onder de participanten vallen alle deelnemers aan het onderzoek. De module wordt in deze paragraaf genoemd omdat de uitvoering van dit document in de klas van wezenlijk belang is op de meetresultaten van ons onderzoek. Naast het feit dat de module op het Bataafs Lyceum door een ander docent en met andere leerlingen gegeven is dan op het St. Canisius is ook de uitvoering van de module op beide scholen op bepaalde punten anders. Hieronder volgt een overzicht van de deelnemers en hun aandeel in het onderzoek en de verschillen in de uitvoering van de module per school.

Op het Bataafs Lyceum in Hengelo is naast de experimentele klas ook een controle klas opgenomen. Om de betrouwbaarheid van deze metingen te verhogen worden de resultaten ervan vergeleken met die van het St. Canisius in Almelo. De klassen op het Bataafs Lyceum krijgen 2x per week een scheikundeles van 45 minuten aangeboden en de klassen van het St. Canisius 3x per week een les van 50 minuten.

De klassen waarin het onderzoek plaatsvindt zijn bestaande 4^e klassen. Dit impliceert dus ook een variatie in de onderzoeksgroepen waar we in onze conclusies rekening mee moeten

houden. De lessen op het Bataafs Lyceum worden gegeven door Laura Brenneisen (docent in opleiding met 2 jaar leservaring). Op het St. Canisius worden de lessen gegeven door Herma Mondeel en Eline Velthof (beide meer dan 15 jaar leservaring). Het onderzoek kan door veel factoren worden beïnvloedt. Om de gelijkwaardigheid van de groepen in een klas te controleren vergelijken we de klassen op een klein aantal specifieke punten, zie tabel 4.3.1). Verdere achtergrondvragen hebben geen zin, omdat vanwege de kleinschaligheid van het onderzoek toevalligheid een te grote rol zal spelen.

Tabel 4.3.1: Verschillen in de onderzoeksgroepen

School	Bataafs Lyceum		St. Canisius			
Onderwijs	vwo 4		vwo 4		havo 4	
Onderzoeksgroep	Controle	Experiment	Experiment	Experiment	Experiment	Experiment
Klas	V4b	V4c	V4m	V4v	H4m	H4v
Docent	Brenneisen	Brenneisen	Mondeel	Velthof	Mondeel	Velthof
Aantal leerlingen	17	19	25	20	21	26
- Jongens	9	12	12	11	16	7
- Meisjes	8	7	13	9	5	19
- Doublanten	1	0	1	1	4	5
- Dyslectisch	5	0	2	1	3	4
Gemiddeld toetscijfer	6,5	7,2	6,5	6,8	7,1	6,0
Totaal aantal lessen	14	17	17	17	17	17
- Theorie						
- Practicum	8	7	9	9	9	9
- Poster, literatuur, debat, enz.	6 n.v.t.	7 3	6 2	6 2	6 2	6 2

De controle klas heeft tijdens dit blok ook relatief veel practica, dat vergelijkbaar is aan het aantal van de experimentele groepen. Het verschil zit in het feit dat bij de controle klas vier van de zes practicumlessen met groepjes van twee leerlingen gewerkt is en twee van de zes lessen individueel omdat het practicumtoetsen betroffen. Tijdens de practicumlessen van de experimentele groepen is steeds in groepjes van vier leerlingen gewerkt. De practicumopdrachten in de module (zie bijlage H) vereisen meer voorbereiding van de leerlingen, terwijl in het boek de leerlingen bij de hand worden genomen.

Er zijn verschillen in de uitvoering van de module op het Bataafs Lyceum en het St. Canisius (zie tabel 4.3.2). Gesteld kan worden dat op het Bataafs Lyceum de module meer in zijn oorspronkelijke opzet is gegeven. In vergelijking met het Bataafs Lyceum hebben de docenten op het St. Canisius meer tijd om de leerstof aan te bieden en de practicumopdrachten uit te laten voeren.



Tabel 4.3.2: Verschillen in de uitvoering van de module

Onderdeel Module	Bataafs Lyceum vwo 4	St. Canisius vwo 4	St. Canisius havo 4
Theorie H1 t.m. 8	ja	ja	ja
Practicum:			
- Geïnstreerde geprogrammeerd oplosbaarheidtabel (Curie)	ja	nee	nee
- Proef 1, 2 en 3	ja	ja	ja
- Proef 4	ja	ja	ja
- Proef 5	ja	ja	ja
- Proef 6	ja	nee	nee
- Proef 7	nee	nee	nee
- Proef 8	ja	nee	nee
Apart verslag proef 6 + 8	ja	nee	nee
Invalshoeken groepen	ja	ja	ja
Logboek per groep	ja	nee	nee
Literatuurstudie	ja	nee	nee
Posterpresentatie	ja	ja	ja
Debat	ja	nee	nee

4.4 De meetinstrumenten

4.4.1 Koppeling aan de deelvragen

Als vooronderzoek hebben wij tijdens het vak Wetenschapscommunicatie een workshop opgezet en gehouden met de medestudenten. Zij mochten in groepen brainstormen over de vraag ‘Hoe kun je de verandering in attitude van leerlingen meten?’. De resultaten van deze workshop staat beschreven in bijlage A. Een belangrijke uitkomst is onder andere het advies van docente Anne Dijkstra:

“Door kwantitatief (via scores) de verandering van houding te onderzoeken, pak je slechts een deel van het probleem. Door kwalitatief te onderzoeken kun je de resultaten van je onderzoek beter interpreteren. Door gebruik te maken van meerdere methodes, onderzoek je meer lagen van hetzelfde probleem”.

In onderstaande tabel staan de meetinstrumenten samengevat die we voor dit onderzoek gebruikt hebben. Hierna volgt een uitgebreidere beschrijving per instrument. We besteden aandacht aan de keuze van de instrumenten, het vooronderzoek dat eraan verricht is, de betrouwbaarheid en validiteit van deze instrumenten en hoe we deze instrumenten gaan toepassen.

Tabel 4.4.1.1: Koppeling deelvragen onderzoek aan gebruikte meetinstrumenten

Onderzoeksaspect / deelvraag	Meetinstrumenten			
	Vragenlijst	Interview	Observatie	Toets
a. ATTITUDE	X	X	X	
b. CONTEXT	X	X	X	
c. WERKVORMEN	X	X	X	X
d. LEEROPBRENGST				X

4.4.2 Vragenlijst

De vragenlijst bevat zowel gesloten als open vragen. De vragenlijst is opgezet om inzicht te krijgen in de onderzoeksaspecten attitude, context en werkvormen. Om een verandering te kunnen meten is de vragenlijst voorafgaand aan de module (pretest) en nadat de module is gegeven (posttest) aan de leerlingen voorgelegd. De stellingen en vragen zijn opgesteld op basis van het verrichtte literatuuronderzoek (zie hoofdstuk 3) en informatie over vragenlijstontwikkeling (Elan, 2011; Giesen et al, 2010).

Voor de interne validiteit is de vragenlijst voorgelegd aan vakdidacticus scheikunde van de Universiteit Twente, Fer Coenders voor peer review. Vragen zijn op basis hiervan geherformuleerd. Daarna is de opgestelde lijst geëvalueerd door deze te testen op een havo 5 klas van het Bataafs Lyceum te Hengelo. Leerlingen hadden geen vragen over de vragenlijst en konden de lijst in de beschikbare tijd invullen. De vragenlijst is vervolgens zonder verdere aanpassingen gebruikt voor het onderzoek.

De vragenlijst bestaat uit 30 vragen met een Likert 5-puntsschaal ('geheel mee eens' tot en met 'geheel niet mee eens') waardoor deze geschikt is voor kwantitatief onderzoek. Daarnaast zijn een drietal open vragen opgenomen ten behoeve van het kwalitatieve onderzoek (zie bijlage B).

Gesloten vragen

De oorspronkelijke opzet van de vragenlijst was om de attitude van de leerlingen te meten. Vanwege de geringe omvang van dit onderzoek hebben we ons voor het meten van de attitudeverandering beperkt tot die dimensies van de attitude waarvan wij op voorhand verwachten dat de module Nieuwe Scheikunde invloed kan hebben. We kijken hiervoor naar de algemene kennis in de cognitieve dimensie, voor de affectie kijken we naar de ervaringen van de leerlingen en de invloed van de docent. Door de deelvragen die later ontstaan zijn is de vragenlijst hierop aangepast. We hebben vragen opgesteld om vast te stellen of de leerlingen het verband zien tussen scheikunde en hun omgeving. Om de invloed van de gebruikte werkvormen vast te stellen zijn vragen betreffende de werkwijze in de klas opgenomen in de lijst. Door de vragen in categorieën in te delen om de deelvragen te beantwoorden komen de diverse aspecten van attitude niet meer tot uitdrukking in de vragenlijst. We hebben besloten om attitude in deze beperkte vorm mee te nemen, zodat we ook aandacht kunnen besteden aan de andere aspecten van het onderzoek.



Bij het invullen van vragenlijsten kunnen systematische fouten optreden in de antwoorden van de leerlingen doordat deze sociaal wenselijke antwoorden geven of extreme antwoorden vermijden. Om deze response bias te verkleinen staan in de lijst de stellingen per onderzoeksaspect door elkaar zodat de leerlingen tijdens het invullen geen verbanden gaan leggen wat hun antwoorden kunnen beïnvloeden. Daarnaast zijn er negatief geformuleerde stellingen toegevoegd, zodat leerlingen deze echt moeten lezen. Sommige stellingen in de vragenlijsten zijn voor de posttest voor de experimentele groepen enigszins aangepast omdat gerefereerd moest worden naar de module waar bij de pretest nog geen sprake van was. In de posttest zijn de stellingen in een andere volgorde geplaatst om te voorkomen dat leerlingen de enquête gaan invullen op basis van de antwoorden die ze in de pretest hebben gegeven.

Open vragen

Ten behoeve van het vergroten van de validiteit van het onderzoek hebben we een drietal open vragen opgezet die elk apart betrekking hebben op de drie onderzoeksaspecten attitude, context en werkvormen. Op deze manier proberen we nauwkeuriger te achterhalen hoe de leerlingen over deze aspecten denken. Positief aan dit meetinstrument is wel dat in tegenstelling tot de gesloten vragen, de leerlingen hier wat meer gedwongen worden om na te denken over hun antwoorden omdat ze deze ook moeten opschrijven. Dit levert dus een hogere validiteit op.

4.4.3 Interview

Het interview is een van de meest voorkomende vormen van kwalitatief onderzoek waarbij je inzicht probeert te krijgen in iemands mening, kennis of attitude. Naast het feit dat het moment van het interview een belangrijke rol speelt zijn er ook nog vele andere factoren die de uitkomst van het interview kunnen beïnvloeden, zoals de vragen, geslotenheid van de ondervraagde en interpretatie van de antwoorden. Gezien de beschikbare tijd en omvang van ons onderzoek hebben we ons beperkt tot een drietal soorten interviews; zie tabel 4.3.3.1. Er zijn geen interviews afgenomen van de controle klas omdat zij niet met de module hebben gewerkt.

Tabel 4.4.3.1: Afgenomen interviews experimentele klassen

Interviews	Bataafs Lyceum vwo 4	St. Canisius vwo 4 en havo 4
Individuele leerlingen gedurende: - Lessen - Posterpresentatie	ja nee	nee ja
Groepsinterview na de module	ja	nee
Interview docent	ja	ja

De individuele interviews zijn open interviews. Dit betekent dat deze gesprekken veelal spontaan verliepen en inzicht geven van het moment waarop de ondervraging plaatsvond over een bepaald onderwerp bij de leerlingen.

Het groepsinterview met de experimentele groep van het Bataafs Lyceum heeft vlak na de laatste les van de module plaatsgevonden. Voor dit interview hebben we een aantal vragen geformuleerd die betrekking hebben op de deelvragen van ons onderzoek betreffende de aspecten attitude, context en werkvormen (zie bijlage C.1). Dit semi-gestructureerde



interview is afgenomen met één leerling van elke groep door hun docent Laura Brenneisen. Voor deze opzet is gekozen zodat we inzicht kunnen krijgen hoe er per groep gedacht wordt. Daarnaast geeft de eigen docent als vraagsteller een zekere vertrouwdheid, voelen de leerlingen zich door de groep beschermd en zorgt een kleine groep dat er niet door elkaar gepraat wordt. Voor het kunnen terugkijken en –luisteren van het interview is deze opgenomen met de videocamera. De docenten zijn na het geven van de module semi-gestructureerd geïnterviewd aan de hand van een vragenlijst (zie bijlage C.2). De docenten van het St. Canisius zijn vanwege de beperkte beschikbare tijd gezamenlijk geïnterviewd.

4.4.4 Observatie

Met observaties proberen wij het gedrag van de leerlingen te bestuderen. Interessant is of het gedrag dat wij observeren in overeenstemming is met de mening, kennis en attitude die leerlingen hebben en die wij meten met de vragenlijst en met de interviews. Observatie is een kwalitatief onderzoeksinstrument waarbij de betrouwbaarheid ervan afhankelijk is van de waarnemer omdat het beschreven gedrag afhankelijk is van zijn interpretatie. In tabel 4.4.4.1 is aangegeven welke observaties wij hebben gedaan.

Tabel 4.4.4.1: De observaties voor ons onderzoek

Observaties	Controle klas vwo 4	Bataafs Lyceum vwo 4	St. Canisius vwo 4 en havo 4
Door docent	ja	ja	nee
Door waarnemend docent	ja	ja	ja
Met videovastlegging	nee	ja	ja

De observaties door de docent van de controle klas en de experimentele klas van het Bataafs Lyceum zijn spontaan, betreffen alle lessen en zijn bijgehouden in een logboek. Daarnaast vonden ook niet spontane observaties plaats door waarnemende docenten. Wij hebben observaties gedaan in de experimentele klas van het Bataafs Lyceum tijdens de les met proef 4 en 5 van de module en tijdens de posterpresentatie en het debat. In deze klas is gekeken of in hoeverre de leerlingen verbanden zien met hun omgeving waarbij we gekeken hebben of zij zich verdiept hebben in de voor- en nadelen van kunstmest. Op het St. Canisius hebben wij ook een aantal lessen geobserveerd, waaronder voornamelijk de posterpresentaties. Deze observaties zijn vastgelegd door middel van video-opnamen. Hierbij is de focus op een beperkt gedeelte van de klas gelegd (groepswork of presentatie). De opzet van de observaties is beschreven in bijlage D.

4.4.5 Toets

De score op een toets is een maat voor de leeropbrengst bij leerlingen. Om te bepalen welke invloed het gebruik van de module heeft op de leeropbrengst is door middel van diverse toetsen de leeropbrengst van de leerlingen bepaald. Doordat het aantal werkvormen in de verschillende onderzoeksgroepen varieerde zijn de resultaten van de verschillende groepen gebruikt om een uitspraak te doen over het gebruik van werkvormen. In tabel 4.4.5.1 staan de toetsen die we voor ons onderzoek hebben gebruikt.

Tabel 4.4.5.1: Toetsinstrumenten van ons onderzoek

Toets	Controle klas vwo 4	Bataafs Lyceum vwo 4	St. Canisius Vwo 4 en Havo 4
Kennistoets	ja	ja	ja
Vaardighedentoets			
- Practicum	ja	ja	nee
- Samenwerken	nee	ja	nee
- Werkhouding	nee	ja	nee
- Logboek bijhouden	n.v.t.	ja	n.v.t.
- Literaturopdracht	n.v.t.	ja	n.v.t.
- Posterpresentatie	n.v.t.	ja	ja
- Debat voeren	n.v.t.	ja	n.v.t.

De kennistoets betreft de toets over de leerstof van een onderwerp (dit is het hoofdstuk, cq. de module) die na het afronden van het onderwerp bij de leerlingen wordt afgenomen. Om veranderingen te kunnen analyseren zullen we ook de scores meenemen van de twee kennistoetsen voorafgaande aan de module. De kennistoets wordt afgekort met SET wat staat voor SchoolExamenToets. De controlegroep en de experimentele groepen bieden de mogelijkheid om inzicht te krijgen in de leeropbrengsten van regulier onderwijs en onderwijs volgens de Nieuwe Scheikunde. De controle groep en de experimentele groep van het Bataafs Lyceum hebben dezelfde toets gemaakt. Deze toets is niet gelijk aan die van de experimentele groepen van het St. Canisius. Een directe vergelijking met het St. Canisius is daarom onbetrouwbaar. Wel kan een vergelijking van de resultaten van de pretest en posttest per klas gebruikt worden om te bepalen of zich een bepaalde trend voordoet, die misschien toe te schrijven is aan het gebruik van de module. De toets over de module van het Bataafs Lyceum bevat een vraag waarin de verschillende invalshoeken van de context van de module is verwerkt. De toets over de module van het St. Canisius bevat onder andere vragen aangaande de practicumopdrachten van de module. De toetsen zijn opgenomen in bijlage E.2.

Behalve het practicum zijn de andere vaardigheden die in bovenstaande tabel genoemd zijn niet van toepassing op de controle groep omdat zij de module niet gehad hebben. Het St. Canisius heeft alleen de vaardigheid voor de posterpresentatie beoordeeld.

Naar aanleiding van de bevindingen van de werkgroep over het herontwerpen van de module 'Groeien' tijdens het Twents Meesterschap (zie bijlage F) is besloten om de leerlingen van het Bataafs Lyceum voor de vaardigheden rubrics te geven. Deze rubrics zijn opgenomen in bijlage E.1. Leerlingen weten op deze manier voorafgaand aan de vaardighedentoetsen wat er van hun verwacht wordt, waardoor de opdrachten voor de toets niet te open zijn. Sommige opdrachten zijn zowel op het Bataafs Lyceum als op het St. Canisius tijdens de les onder toezicht van de docent uitgevoerd. Op het St. Canisius is niet gewerkt met rubrics. De opdrachtomschrijvingen die bij de vaardigheden horen staan omschreven in de module (zie bijlage H.2).

4.5 Data-analyse

Hier beschrijven we hoe we de gegevens (data) van de metingen met de verschillende instrumenten hebben geëvalueerd. Tevens geven wij aan hoe we omgegaan met de validiteit en de betrouwbaarheid van de gegevens.



4.5.1 Vragenlijst

Gesloten vragen

De gesloten vragen zijn geschikt om statistisch te analyseren en zo ook de betrouwbaarheid van de resultaten te evalueren. De vragen zijn verwerkt met het statistisch computerprogramma SPSS (PSAW Statistics 18, Release 18.0.0 Jul 30, 2009). De resultaten zijn per leerling verwerkt waarbij de pre- en posttest per leerling met elkaar gekoppeld zijn. Dit houdt in dat alleen leerlingen die zowel de pretest als de posttest hebben ingevuld, in het onderzoek zijn meegenomen. De vragenlijsten worden vergeleken voor de experimentele groep en de controlegroep van het Bataafs Lyceum. Daarnaast worden de verschillende experimentele groepen met elkaar vergeleken.

De vragen (cq. stellingen) zijn opgesteld om de deelvragen attitude, context en werkvormen te beantwoorden en worden voor de verwerking in deze drie categorieën ingedeeld. Aan de antwoorden van de enquête is een waarde toegekend van 1 tot 5, waarbij geheel mee oneens = 1, beetje mee oneens = 2, niet mee eens, niet mee oneens = 3, beetje mee eens = 4, geheel mee eens = 5. Voor het verwerken van de resultaten wordt binnen SPSS een schaalverdeling aan de waarden toegekend waarbij het verschil tussen de verschillende antwoorden even groot is. Dat wil zeggen dat het verschil tussen 'geheel mee oneens' en 'beetje mee oneens' even groot zou zijn als het verschil tussen 'niet mee eens, niet mee oneens' en 'beetje mee eens'. De leerlingen kunnen de antwoorden echter op verschillende wijze interpreteren, maar omdat wij de gecategoriseerde vragen per leerling verwerken vinden wij de gekozen normering in het kader van dit onderzoek acceptabel voor het meten van de verandering per leerling. Voor de vragen die negatief gesteld zijn, is de waardetoekenning geïnverteerd (zie bijlage B.4).

Hoewel er voor de bepaling van de validiteit en betrouwbaarheid van de metingen meer analyses beschikbaar zijn is er in verband met de beschikbare onderzoekstijd voor gekozen om alleen Cronbach's alpha (α) te bepalen met het programma SPSS. Eigenlijk zou er een factoranalyse moeten worden uitgevoerd om de vragenlijst te valideren, maar dit voert te ver voor ons onderzoek. Met behulp van Cronbach's alpha is de betrouwbaarheid van de vragenlijst gecontroleerd na het invullen van de pretest door de leerlingen. De omstandigheden bij het invullen van de pretest is voor alle leerlingen gelijk (nog geen experimentele omstandigheden) dus hiervoor zijn de resultaten van alle leerlingen meegenomen. Cronbach's alpha geeft aan in hoeverre de verschillende vragen hetzelfde concept meten (Cronbach, 1951; Field, 2005). Een variatie in de antwoorden van een betrouwbare vragenlijst wordt veroorzaakt doordat de ondervraagden een andere mening hebben, niet omdat de vragenlijst verwarrend is of op verschillende manier geïnterpreteerd kan worden (Field, 2005).

Wanneer Cronbach's alpha een te lage betrouwbaarheid van de vragen binnen de categorie aangeeft, wordt door middel van de functie item-reductie van SPSS bepaald of een vraag wordt weggelaten. Deze item-reductie heeft een soortgelijke functie als de factoranalyse. Hiermee worden alleen de vragen die hetzelfde concept meten gebruikt in de vragenlijst. Er is geen vaststaande grens voor de uitkomst van Cronbach's alpha. De uitkomst is namelijk afhankelijk van het aantal items. Over het algemeen wordt uitgegaan van een minimale waarde van 0,7 (Field, 2005). Rekening houdend met de beperkingen van ons onderzoek ambiëren wij een minimale waarde voor α van 0,6. Verwerking van de resultaten vindt plaats

aan de hand van categorieën met een aanvaardbare Cronbach's alpha. In tabel 4.5.1.1 is een overzicht gegeven van de categorieën en de resulterende Cronbach's alpha van de pretest.

Tabel 4.5.1.1: Overzicht Cronbach's alpha voor de verschillende categorieën

Categorie	Vraagnummer	A
Attitude	1, 2, 11, 14, 16, 17, 19, 23, 26, 28 en 30	0,555
Context	3, 6, 7, 9, 12, 13, 18, 21, 22 en 25	0,494
Werkvormen	4, 5, 8, 10, 15, 20, 24, 27 en 29	0,167

Met behulp van de functie item-reductie in SPSS zijn de categorieën nader geanalyseerd. Vanwege de beperkte omvang van ons onderzoek zijn in de categorie attitude verschillende factoren samengenomen. Dit verlaagt Cronbach's alpha doordat er verschillende concepten binnen één categorie worden gemeten. Door de context gerelateerde vragen van de attitude (vraagnummer 1 en 14) onder te brengen in de categorie context wordt de betrouwbaarheid in beide categorieën verhoogt. We kunnen ons voorstellen dat de stelling 'De leerstof scheikunde is te theoretisch' op een verschillende manier geïnterpreteerd kan worden en geen goed beeld geeft van de attitude van de leerling. Daarom is vraag 19 weggelaten uit de categorie attitude. De resulterende Cronbach's alpha van 0,677 is voor ons voldoende om deelvraag a over attitudeverandering te beantwoorden. De waarden van α na aanpassing van de categorieën is gegeven in tabel 4.5.1.2.

De categorie Context levert na toevoeging van vraag 1 en 14 een Cronbach's alpha van 0,586. Item-reductie van vraag 6 brengt α boven 0,6. Hoewel over de toegevoegde waarde van het verwijderen van dit item gediscussieerd kan worden houden we ons aan de minimale α van 0,6. De stelling 'Tijdens scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren' wordt daarom verwijderd.

Cronbach's alpha van de categorie Werkvormen laat een zeer slechte betrouwbaarheid van de vragen zien. Hoewel met alle vragen is getracht inzicht te krijgen in de wijze waarop leerlingen het werken met de module beoordelen kunnen ze niet zonder meer samen worden genomen. De stellingen "Om scheikunde te kunnen begrijpen heb ik veel uitleg van de docent nodig", "Het boek biedt voldoende oefenmateriaal om scheikunde goed te kunnen begrijpen", "Medeleerlingen kunnen mij beter dingen uitleggen dan de docent, omdat ze beter begrijpen hoe ik denk" en "Ik kan voor scheikunde ook zonder docent een voldoende halen" kunnen door de leerlingen mogelijk op verschillende manier geïnterpreteerd worden en zijn daarom uit de categorie gelaten. Gezien de beperkte tijd is er niet ingegaan op de reden voor de slechte samenhang, maar is uitsluitend door middel van item reductie getracht de samenhang tussen de vragen op een aanvaardbaar peil te brengen. Hoewel het voor de derde deelvraag niet mogelijk is om Cronbach's alpha boven 0,6 te krijgen, is besloten om de resultaten te verwerken met de beperkte dataset.

Tabel 4.5.1.2: overzicht Cronbach's alpha voor de verschillende categorieën na aanpassing

Categorie	Vraagnummer	A
Attitude	2, 11, 16, 17, 23, 26, 28 en 30	0,677
Context	1, 3, 7, 9, 12, 13, 14, 18, 21, 22 en 25	0,608
Werkvormen	4, 8, 20, 27 en 29	0,547

De indeling van de vragen in de deelvragen van ons onderzoek is te vinden in bijlage B.4.

De resultaten van de pretest en posttest worden per leerling verwerkt. De vragen binnen dezelfde categorie leiden tot een gemiddelde waarde per leerling van de pretest en de posttest. Vervolgens wordt met SPSS door middel van een gepaarde t-toets (tweezijdig) bepaald of er een significante verandering binnen de verschillende groepen optreedt. De tweezijdige t-toets is een robuuste toets die ook geldig is als de verdeling geen klokvorm heeft. Er is sprake van een significant verschil wanneer uit de t-toets de vastgestelde waarde voor $p < 0,05$. De vragen die uit de categorieën zijn verwijderd zijn apart geanalyseerd om te voorkomen dat informatie verloren gaat. Dit is opgenomen in bijlage G.1.

De enquêtelijsten worden vergeleken voor de experimentele groepen en de controlegroep. Daarnaast worden de verschillende experimentele groepen met elkaar vergeleken. Leerlingen die één van de vragen in de categorie voor de pretest of de posttest niet hebben ingevuld worden door SPSS niet in de statistische analyse van die categorie meegenomen. In tabel 4.5.1.3 is per klas per deelvraag het aantal leerlingen weergegeven die meetellen in de resultaten.

Tabel 4.5.1.3: Overzicht aantal leerlingen voor analyse gesloten vragen

Deelvraag	Klas					
	V4b	V4c	V4m	V4v	H4m	H4v
Attitude	14	18	24	15	18	22
Context	14	16	23	15	19	21
Werkvormen	15	19	23	15	20	22

Open vragen

In de enquête zijn voor elke categorie open vragen opgenomen. Voor de verwerking zijn de open vragen samengevat tot:

Attitude: Vind je het belangrijk om iets van scheikunde te weten?

Context: Denk je later nog iets aan je scheikundekennis te hebben?

Werkvormen: Ben je tevreden met de huidige scheikundelessen?

De antwoorden op de drie open vragen zijn gecategoriseerd in 'ja', 'neutraal', en 'nee'. Het categoriseren is redelijk lastig omdat de leerlingen soms niet duidelijk zijn in hun antwoorden. Als een antwoord zowel positieve als negatieve aspecten aangaf (dus zowel 'ja' als 'nee') dan is dit gecategoriseerd onder 'neutraal'. Dit gaat helaas ten koste van de validiteit van de meting.

Bij de analyse van de open vragen kan interpreter bias optreden. Doordat de onderzoeker een interpretatie moet geven van de gegevens is de analyse niet objectief maar subjectief. De analyse is vanwege de beperkte tijd slechts door één van de onderzoekers uitgevoerd en dus niet gevalideerd. Vanwege deze beperking en de duur van het onderzoek is van de open vragen de significantie niet vastgesteld.

Om een verandering vast te kunnen stellen in de beantwoording van de open vragen, zijn alleen de leerling die zowel de pretest als de posttest hebben ingevuld, in het onderzoek zijn meegenomen. In tabel 4.5.1.4 is een overzicht gegeven van het aantal leerlingen per klas die zijn meegenomen in het beantwoorden van de deelvraag.



Tabel 4.5.1.4: Overzicht aantal leerlingen voor analyse open vragen

	Klas					
Deelvraag	V4b	V4c	V4m	V4v	H4m	H4v
Attitude	14	17	25	13	19	18
Context	14	17	24	13	17	18
Werkvormen	15	17	25	13	18	18

4.5.2 Interview en observatie

Het groepsinterview en de interviews van de docenten zijn volledig uitgeschreven (zie bijlagen G.2 en G.3). De open interviews zijn verwerkt in de resultaten. De observaties van de verschillende klassen zijn per onderzoeksvraag in een tabel uitgewerkt en staan vermeld in de resultaten van hoofdstuk 5. De resultaten zijn vergeleken met die van de overige meetinstrumenten.

4.5.3 Toets

Kennistoets

De resultaten van de verschillende klassen op de kennistoets zijn met elkaar vergeleken. In een tabel worden de gemiddelde scores weergegeven die berekend zijn:

- Per klas;
- Voor de pretest (gemiddelde van de score van twee toetsen die gemaakt zijn voorafgaand aan het onderzoek);
- Voor de posttest (de score van de toets over de module);
- Per groep leerlingen, waarbij ze per klas zijn ingedeeld in 'zwak', 'gemiddeld', en 'sterk'.

De verschillende groepen zijn bepaald aan de hand van de gemiddelde score van de leerlingen op de pretest. Zo bestaat de groep 'zwakke' leerlingen uit vijf leerlingen die het slechtst gescoord hebben, de groep 'sterke' leerlingen uit vijf leerlingen die het hoogst gescoord hebben en de groep 'gemiddelde' leerlingen uit alle andere leerlingen in die klas. Bij de posttest wordt dan de gemiddelde scores van deze groepen bepaald op de toets over de module.

Vaardighedentoets

Hoewel bij het practicum zowel getoetst wordt op de kennis als op de vaardigheden van de leerlingen, hebben we de score van het practicum ingedeeld in vaardigheidstoets omdat je in principe je kennis toepast in de praktijk. Daarnaast kreeg de experimentele klas ook voor de overige onderdelen van de module een beoordeling via vooraf vastgestelde rubrics, zoals het invullen van het logboek, het samenwerken in de groep, de werkhouding binnen de groep, de literaturopdracht, de poster en presentatie ervan en het debat waarin de leerlingen per groep hun standpunten mochten verdedigen vanuit hun invalshoek. Van de posterpresentatie en het debat is een video-opname gemaakt (zie ook §4.5.3). Bij het St. Canisius zijn beoordelingen gegeven voor de poster en de presentatie ervan. Voor andere vaardigheden zijn geen beoordelingen gegeven.

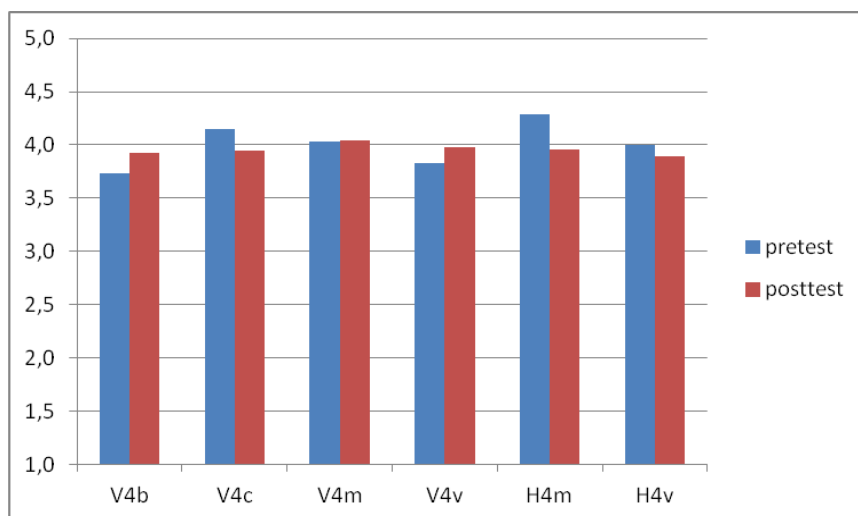


5. Resultaten

De onderzoekresultaten zijn ingedeeld per deelvraag van ons onderzoek, dus in de vier aspecten *attitude*, *context*, *werkvormen* en *leeropbrengst* (zie voor de aspecten §3.4). De meetinstrumenten die gebruikt zijn en de analyse van de meetresultaten zijn beschreven in § 4.4 en § 4.5. De resultaten van de enquête zijn per categorie weergegeven in bijlage G.1. Alle antwoorden op de gesloten vragen zijn verzameld in een SPSS data file die los verkrijgbaar is. De uitwerkingen van de interviews zijn terug te vinden in bijlage G.2 en G.3.

5.1 Attitude

In grafiek 5.1.1 is weergegeven hoe de verschillende klassen gemiddeld scoren op de gesloten vragen over attitude. De score van de klassen schommelt rond de 4 ($\pm 0,25$). Dit betekent dat de leerlingen uit de verschillende klassen het een beetje mee eens zijn met de stellingen. De controle klas V4b heeft voor de pretest de laagste score voor attitude, terwijl de experimentele klas V4c in vergelijking hiermee een duidelijk hogere score heeft. Van het St. Canisius heeft Klas H4m ook een positievere attitude, terwijl de attitude van V4v voorafgaand aan de module vergelijkbaar is met de controleklas van het Bataafs Lyceum. De scores voor de attitude na afloop van de module zijn gestegen voor controleklas V4b en klas V4v. De scores op attitude van klas V4c, H4m en H4v zijn na de module gedaald. Met een t-toets in SPSS is bepaald of de designleerde verschillen significant zijn.



Grafiek 5.1.1: Score op attitude voor de verschillende klassen voor pretest en posttest

De resultaten van de gepaarde t-toets zijn samengevat in tabel 5.1.1. De resultaten zijn in het geheel weergegeven in bijlage G.1. Er is sprake van een significant verschil wanneer $p < 0,05$ is (dikgedrukt in de tabel). De gepaarde t-toets voor de controleklas liet een significant verschil zien tussen de attitude voorafgaand aan de module en de attitude na afloop van de module. Van de experimentele klassen is alleen in klas H4m een significant verschil gemeten. De attitude van deze leerlingen is door het gebruik van de module verslechterd. In de andere klassen zijn de verschillen in attitude niet significant ($p > 0,05$).

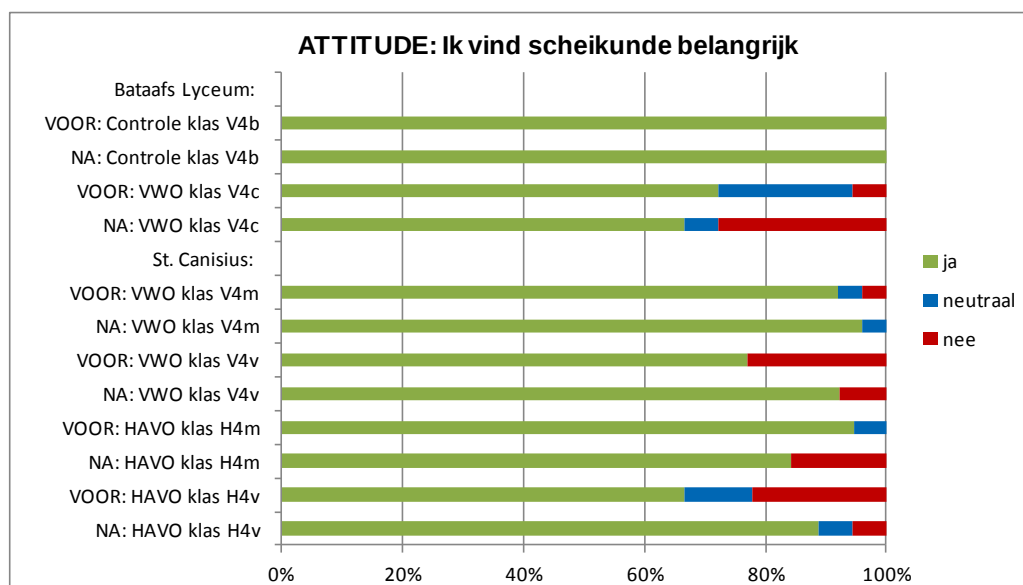


Tabel 5.1.1: Resultaten van de gepaarde t-toets voor attitude

Klas	V4b		V4c		V4m		V4v		H4m		H4v	
	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test
M =	3,73	3,91	4,15	3,95	4,03	4,04	3,83	3,98	4,29	3,96	4,00	3,89
s =	0,53	0,46	0,39	0,48	0,52	0,53	0,45	0,43	0,40	0,41	0,49	0,64
t =	2,77		-1,78		0,13		1,94		-3,25		-1,10	
p =	0,016		0,093		0,895		0,073		0,005		0,285	

M= gemiddelde waarde, s= standaard deviatie, t= waarde t-toets, p= significantie

In de volgende grafiek zijn de resultaten geven van de antwoorden van de leerlingen op de open vraag van de enquête lijst: 'Vind je het belangrijk om iets van scheikunde te weten?'



Grafiek 5.1.2: Resultaten op open vraag: 'Vind je het belangrijk om iets van scheikunde te weten?'

De volgende argumenten werden door de leerlingen gegeven:

Positief

- Nodig in het dagelijks leven;
- Nodig voor je vervolgopleiding;
- Voor je algemene ontwikkeling;
- Voor de toekomst;
- Het is interessant.

Negatief

- Niet nodig in het dagelijks leven;
- Niet nodig voor vervolgopleiding.

Met uitzondering van de experimentele klassen V4c en H4m laten de leerlingen in de andere klassen na de module een verbetering zien in hun attitude of ze scheikunde belangrijk vinden.

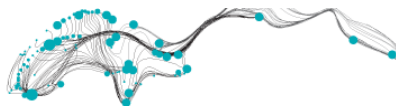
Tijdens het groepsinterview van klas 4Vc dat na het debat was gehouden blijkt de module door de leerlingen gewaardeerd te worden. Leerlingen geven aan dat het werken met de module de interesse voor scheikunde heeft verhoogd. De redenen lopen uiteen van het samenwerken, de maatschappelijke inhoud tot het feit dat leerlingen veel zelf moesten uitzoeken. Leerlingen vonden het prettig om met de module te werken. Zij geven aan dat de module zorgt voor een actievere werkhouding. Er worden ook kanttekeningen geplaatst. Het samenwerken verliep niet overal goed. Leerlingen vonden het fijn om met elkaar te



overleggen, maar een enkeling vraagt zich af of ze wel genoeg kennis hebben opgedaan voor de toets. Tijdens een individueel interview in klas V4c gaf een leerling aan dat de module leuker is, maar de leerling kon niet precies aangeven of het door het samenwerken in de groep komt of aan de inhoud van de module ligt

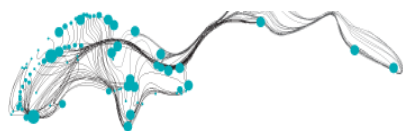
De docenten van het Canisius geven aan dat de leerlingen uit alle klassen enthousiast waren, waarbij de vwo leerlingen enthousiaster waren dan de havo leerlingen. Vooral door de posters waren ze enthousiast, omdat ze het leuk vonden om een keer wat anders te doen. Voor de rest was het verschil door de module niet zo groot, mogelijk doordat de leerlingen pas op het eind in de rollen van de verschillende invalshoeken kwamen. Alleen voor klas V4v is enigszins een positieve invloed op de houding van de leerlingen geconstateerd door het samenwerken.

De resultaten van de observaties zijn uitgewerkt in tabel 5.1.2.



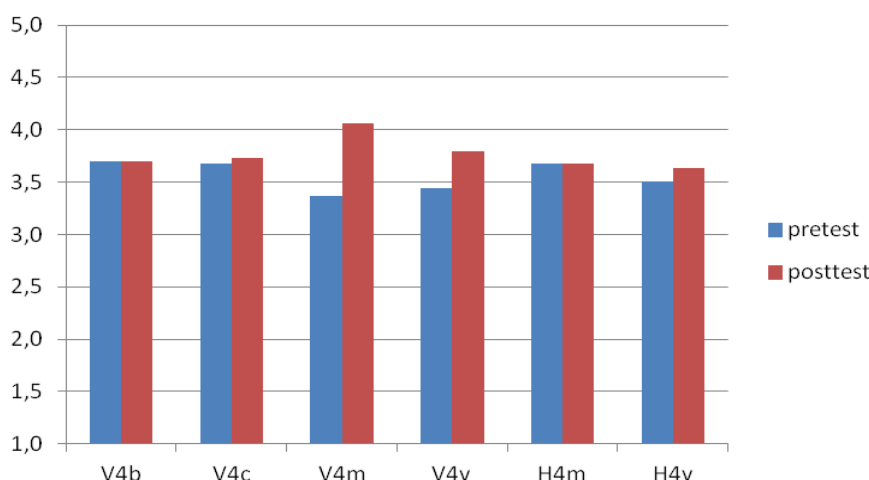
Tabel 5.1.2 Observaties voor beantwoording van onderzoeksvraag a; de attitudeverandering

Observaties	Bataafs Lyceum Controle klas V4b	Bataafs Lyceum Experimentele klas V4c	St. Canisius Experimentele klassen V4m, V4v, H4m en H4v
Met logboek bijgehouden door docent gedurende alle lessen.	De leerlingen waren enthousiast bezig tijdens de proefjes die anders dan bij andere onderwerpen hier veel in voorkwamen.	Tijdens de proefjes waren de leerlingen altijd wel bereid en enthousiast om ze uit te voeren. Ze stelden altijd veel vragen aan de docent tijdens de proefjes. Tijdens het debat waarbij de groepen met verschillende invalshoeken zich presenteerden en in discussie met elkaar gingen was te zien dat de leerlingen zich goed voorbereid hadden en erg enthousiast waren.	geen
Observaties door stagedocent Hepke Buma.	De leerlingen vinden het leuk om de proefjes te doen en zijn daarom enthousiast bezig.	De leerlingen vinden het leuk om de proefjes te doen en zijn daarom enthousiast bezig.	geen
Observatie en videovastlegging door Saskia Vreeswijk	geen	Leerlingen hebben een positieve werkhouding. Ze luisteren goed naar de docent en gaan actief bezig met de proefjes. Er heerst een positieve sfeer. Leerlingen werken zelfs door tot na de bel. De presentaties moeten eerst een beetje op gang komen. Vooral in het debat als afsluiting van de module zijn leerlingen zeer enthousiast. Het debat was voor iedereen (leerlingen, aanwezige docenten en TOA) een leuke afsluiting van de module en gesproken kan worden van een groot succes!	Leerlingen werken in de les enthousiast aan de poster. De presentaties zijn voor sommige leerlingen wat onwennig, Bij anderen gaat het heel natuurlijk. De klas reageert positief op alle presentaties. Er heerst een goede sfeer. De posterpresentaties zijn voor iedereen (leerlingen, aanwezige docenten en TOA) een leuke afsluiting van de module. De leerlingen zijn enthousiast.



5.2 Context

In grafiek 5.2.1 is weergegeven hoe de verschillende klassen gemiddeld scoren op de gesloten vragen over de context. De score van de klassen op de pretest schommelt rond 3.5 (± 0.2), wat betekent dat de leerlingen scoren tussen een 'beetje mee eens' en 'noch mee eens', 'noch mee oneens'. De klassen van het Bataafs Lyceum (V4b en V4c) scoren het hoogst op de pretest evenals de H4m van het St Canisius. De vwo klassen van het St Canisius (V4m en V4v) scoren vooraf het laagste op context, terwijl zij na afloop van de module de hoogste scores laten noteren. Bij de andere klassen is geen of een kleine verbetering zichtbaar.



Grafiek 5.2.1: Score op context voor de verschillende klassen voor pretest en posttest

Met de t-toets is aangetoond dat de verandering in de klassen V4m en V4v significant zijn ($p < 0,05$). De resultaten van de gepaarde t-toets zijn samengevat in tabel 5.2.1. Hoewel de scores van alle experimentele klassen na de module verhoogd zijn, werd voor de experimentele klas van het Bataafs Lyceum en de havo klassen van het St Canisius geen significant verschil vastgesteld.

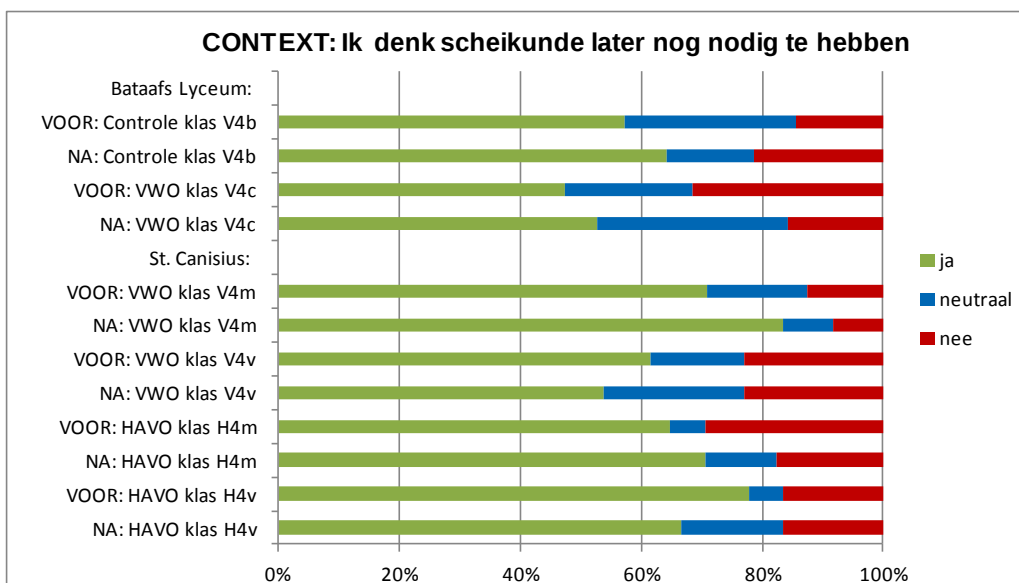
Tabel 5.2.1: Resultaten van de gepaarde t-toets voor context

Klas	V4b		V4c		V4m		V4v		H4m		H4v	
	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test
M =	3,70	3,69	3,68	3,73	3,37	4,06	3,44	3,80	3,67	3,68	3,51	3,63
s =	0,33	0,37	0,42	0,67	0,51	0,34	0,55	0,41	0,47	0,52	0,31	0,56
t =	-0,06		0,28		9,57		2,81		0,06		1,07	
p =	0,956		0,787		0,000		0,017		0,954		0,297	

M= gemiddelde waarde, s= standaard deviatie, t= waarde t-toets, p= significantie

In de grafiek 5.2.2 zijn de resultaten geven van de antwoorden van de leerlingen op de open vraag van de enquête lijst: 'Denk je later nog iets aan je scheikundekennis te hebben?'

Met uitzondering van de experimentele klassen V4v en H4v laten de leerlingen in de andere klassen na de module een verbetering zien ten opzichte van hun idee over het nut van scheikunde.



Grafiek 5.2.2: Resultaten op open vraag: 'Denk je later iets aan je scheikundekennis te hebben?'

De volgende argumenten werden door de leerlingen gegeven:

Positief

- Nodig in het dagelijks leven;
- Voor je algemene ontwikkeling;
- Nodig voor je vervolgopleiding;
- Voor kennis over gevaarlijke en giftige stoffen (m.b.t. veiligheid).

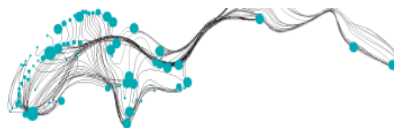
Negatief

- Niet nodig in het dagelijks leven;
- Niet nodig voor vervolgopleiding.

Eén leerling van klas V4c geeft in het groepsinterview aan dat ze door het gebruik van de context beter begrijpt dat de kennis van zouten noodzakelijk is. De anderen geven daarnaast aan dat de module voor hun duidelijker was dan de methode Curie, maar dat de context hier niet verantwoordelijk voor is.

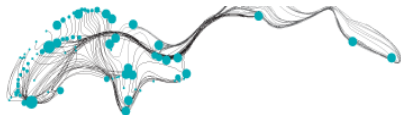
De docenten geven in het interview aan dat ze niet verwachten dat de context nu in het algemeen een duidelijke link tussen scheikunde en het dagelijks leven heeft gegeven. Ze verwachten niet dat de context ervoor zorgt dat de leerstof beter wordt opgenomen. Alleen bij klas V4v zou dat wel zo kunnen zijn. De docenten van het St. Canisius geven aan dat de context de meeste leerlingen wel zal hebben aangesproken. Ze verwachten ook wel dat de leerlingen meer inzicht hebben gekregen in kunstmest. Op het Bataafs Lyceum zullen de leerlingen door de literatuuropdracht, de poster en het debat wel een betere link tussen deze context en het dagelijks leven kunnen leggen. Dit is ook geobserveerd tijdens de posterpresentatie en het debat, waarbij leerlingen hun kennis en betrokkenheid bij de context toonden. Bij de observatie op het St Canisius is vastgesteld dat de leerlingen bij de posterpresentatie vooral gericht waren op de werking van kunstmest op tuinkers.

De resultaten van de diverse observaties met betrekking tot de context zijn in tabelvorm in tabel 5.2.2 weergegeven.



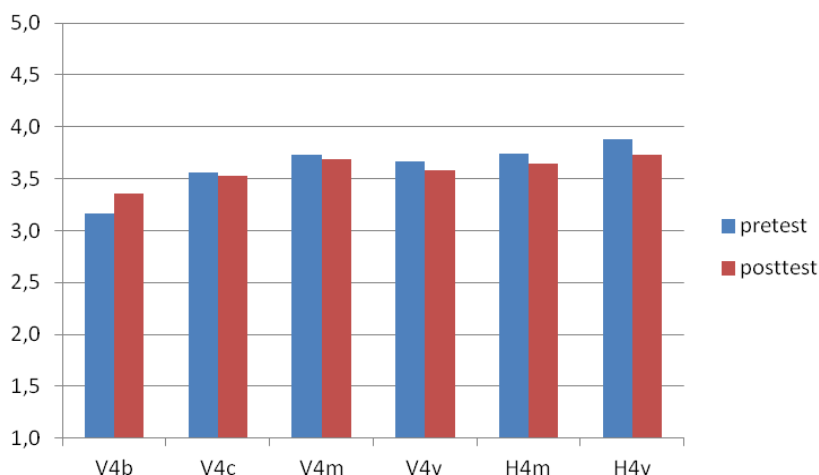
Tabel 5.2.2 Observaties voor onderzoeksvraag b; context

Observaties	Bataafs Lyceum Controle klas V4b	Bataafs Lyceum Experimentele klas V4c	St. Canisius Experimentele klassen V4m, V4v, H4m en H4v
Met logboek bijgehouden door docent gedurende alle lessen.	De toepassingen die besproken werden hadden allemaal een chemisch karakter.	Met name door de verschillende invalshoeken, literatuurstudie, posterpresentatie en het debat konden de leerlingen ervaren hoe ver scheikundekennis binnen een bepaalde context sociaal-maatschappelijk reikt. Tijdens het debat toonden veel leerlingen hun kennis en betrokkenheid over de context en speelden ze goed in op de argumenten van andere groepen wat leidde tot een leuke en interessante discussie.	geen
Observaties door stagedocent Hepke Buma.	Geen relevante observaties.	De leerlingen hebben tijdens de posterpresentatie en het debat bijzonder goed hun best gedaan en hun enthousiasme die ze daarbij uitstraalden was een streling voor het oog.	geen
Observatie en videovastlegging door Saskia Vreeswijk.	geen	Leerlingen gaan in presentatie in op kunstmest en de maatschappij. Tijdens het debat leggen een groot aantal leerlingen goed verband tussen de verschillende aspecten van het kunstmestgebruik en de maatschappij.	Bij de St. Canisius was de posterpresentatie van de groepen vooral gericht op de werking van kunstmest op de groei van tuinkers.



5.3 Werkvormen

In grafiek 5.3.1 is weergegeven hoe de verschillende klassen gemiddeld scoren op de gesloten vragen over de werkvormen. De score van de controleklas ligt net boven het neutrale antwoord. De score van de experimentele klassen op de pretest schommelt rond 3,7 (± 0.2), wat betekent dat de leerlingen scoren tussen een 'beetje mee eens' en 'noch mee eens', 'noch mee oneens'. Na afloop van de module is voor alle experimentele klassen de score licht gedaald, terwijl de controleklas een verhoging van de score laat zien.



Grafiek 5.3.1: Score op werkvormen voor de verschillende klassen voor pretest en posttest

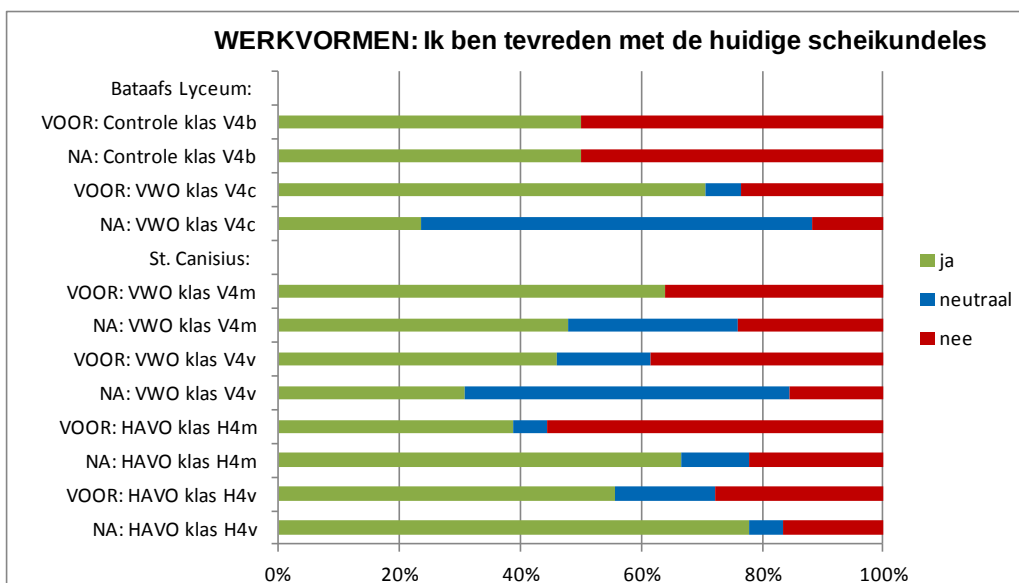
De resultaten van de t-toets zijn samengevat in tabel 5.3.1. Met de gepaarde t-toets (tweezijdig) is in geen van de klassen een significante verandering vastgesteld voor het gebruik van de werkvormen.

Tabel 5.3.1: Resultaten van de gepaarde t-toets

klas	V4b		V4c		V4m		V4v		H4m		H4v	
	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test	pre test	post test
M =	3,16	0,36	3,56	3,53	3,73	3,69	3,67	3,59	3,74	3,65	3,88	3,72
s =	0,47	0,46	0,53	0,61	0,44	0,56	0,48	0,47	0,63	0,64	0,55	0,44
t =	1,72		-0,22		-0,53		-0,75		-0,71		-1,31	
p =	0,105		0,826		0,603		0,465		0,484		0,203	

M= gemiddelde waarde, s= standaard deviatie, t= waarde t-toets, p= significantie

In de volgende grafiek zijn de resultaten geven van de antwoorden van de leerlingen op de open vraag van de enquêtelijs: 'Ben je tevreden met de huidige scheikundelessen? Zou je hierin meer vrijheid en zelfstandigheid willen hebben?'



Grafiek 5.3.2: Resultaten op open vraag: 'Ben je tevreden met de huidige scheikundelessen?'

De volgende argumenten werden door de leerlingen gegeven:

Voorafgaand aan de module:

Positief

- Vind het wel goed zo;
- Docent zegt mij wat ik moet doen (structuur).

Negatief

- Te weinig proefjes/practicum;
- Wil graag meer zelf doen;
- Te weinig variatie in lesmethode;
- Te weinig tijd voor samen oefenen.

Na de module (geldt alleen voor de experimentele klassen):

Positief

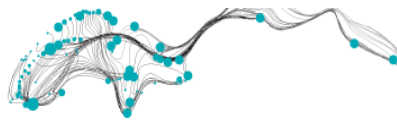
- Het is leuk om actief en praktisch bezig te zijn;
- Je leert van elkaar door samen te werken;
- Zelf dingen uitzoeken is leuk;
- Praktijk maakt scheikunde gemakkelijker;
- De module is beter dan het leerboek.

Negatief

- Wil graag meer en duidelijk uitleg;
- De proefjes zijn te moeilijk;
- De module kost te veel tijd;
- Werk liever in groepjes van 2 of alleen;
- Te veel vrijheid maakt mij onzeker;
- Voel minder dwang om huiswerk te maken;
- Leer liever uit het leerboek.

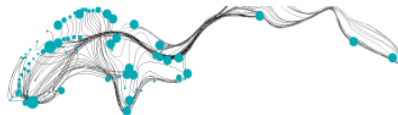
Met uitzondering van de controle klas V4b zijn minder leerlingen in de experimentele klassen na de module niet tevreden over de scheikundelessen.

De resultaten van de diverse observaties zijn in tabelvorm weergegeven in tabel 5.3.2.



Tabel 5.3.2 Observaties onderzoeksvraag; werkvormen

Observaties	Bataafs Lyceum Controle klas V4b	Bataafs Lyceum Experimentele klas V4c	St. Canisius Experimentele klassen V4m, V4v, H4m en H4v
Met logboek bijgehouden door docent gedurende alle lessen.	Geen verschil in gedrag ten opzichte van vorige lessen. De leerlingen wachten de instructies af van de docent en laten zich extrinsiek motiveren als verplichte huiswerkcontrole en cijfers voor practicumopdrachten en kennistoets.	Bij vrijwel elke groep verliep de samenwerking goed, maar soms waren er wrijvingen. Dit uitte zich bij de leerlingen in soms niet met elkaar praten, werk afschuiven naar een ander, werk naar zich toe trekken, afwachtende houding, niet weten waar ze mee bezig zijn (tijdens proefjes), enz. De leerlingen zijn onzeker en weten niet goed wat ze moeten met de vrijheid die ze gekregen hebben. Herhaaldelijk vragen leerlingen om mijn instructies, bijvoorbeeld bij het vormen van de groepjes, bij voorbereidingen en uitvoeren van de proefjes, enz. Ze willen zich minimaal inspannen en willen snel oplossingen als ze ergens mee zitten. Ze zijn duidelijk niet gewend aan de rolwisseling en houden zich een beetje vast aan vaste patronen (d.i. regulier onderwijsmethode). Het geven van de module zorgt voor veel interacties tussen de docent en de leerlingen waardoor deze onderwijsmethode minder statisch is dan de reguliere.	geen
Observaties door stagedocent Hepke Buma.	N.v.t.	De meeste leerlingen nemen enthousiast deel aan de activiteiten van de module omdat ze het leuk vinden.	geen
Observatie en videovastlegging door Saskia Vreeswijk.	Geen	Leerlingen gaan enthousiast aan het werk en overleggen veel met elkaar. Er is ook overleg tussen verschillende groepen. Uit de video-opname blijkt dat leerlingen aandachtig luisteren tijdens uitleg van docent, maar geen aantekeningen maken. Leerlingen zijn erg enthousiast tijdens presentatie en debat.	Leerlingen zijn actief met de poster aan het werk.



Uit de docentinterviews blijkt dat alle experimentele klassen veel sturing nodig hadden. Ze zijn niet gewend aan de nieuwe manier van werken. Bij de vwo klassen van het St. Canisius ging het samenwerken over het algemeen wel goed, maar niet in elk groepje. In V4v zaten leerlingen echt met elkaar te discussiëren en aan elkaar uit te leggen. Op het Canisius was een duidelijke scheiding tussen theorie en de rollen van de module, daardoor hebben de leerlingen zich niet echt in de rollen ingeleefd. De school is nog klassiek in de wijze van lesgeven en de docenten hebben de leerlingen bewust maar een gedeelte van de nieuwe werkvormen aangeboden.

Uit individuele open interviews in de experimentele klas 4Vc is van een aantal leerlingen vernomen dat de mening over de module verdeeld is. Sommige leerlingen vinden de leerstof in de module beter te begrijpen, vanwege de beknoptheid en anderen vinden de aanpak van de module niet fijn en hebben liever het leerboek Curie. Uit het groepsinterview komt die tweedeling ook naar voren. Er zijn leerlingen die liever niet samenwerken met andere leerlingen. Een groot deel van de leerlingen vinden het samenwerken in groepjes en de zelfwerkzaamheid wel prettig. Kanttekening die ze erbij plaatsen is dat het voor een eerste keer moeilijk is om alles zelf te doen. Leerlingen hebben soms liever de uitleg van de docent dan van een medeleerling.

5.4 Leeropbrengst

Kennistoets

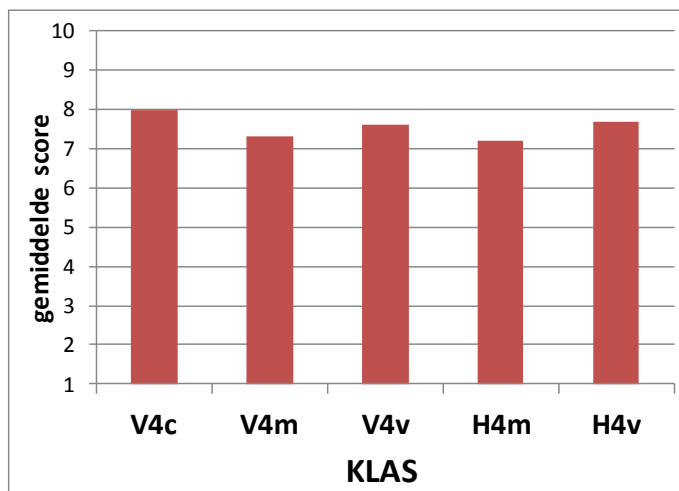
In tabel 5.4.1 worden de gemiddelde toetsresultaten getoond voorafgaand aan het onderzoek (pretest) en van de toets over de module (posttest). De leerlingen zijn verdeeld in de groepen 'zwak', 'gemiddeld' en 'sterk' en van deze groepen worden tevens de toetsresultaten weergegeven. De blauwe cijfers geven een verbeterde score aan van de posttest ten opzichte van de pretest en de rode cijfers een verslechtering. Opvallend is dat de experimentele klas V4c in zijn geheel slechter scoort op de kennistoets. Ook klas H4m heeft een lage score op de posttest. In de andere klassen zijn er groepen die slechter scoren en groepen die beter scoren, maar is het gemiddelde toetsscore voor de posttest vergelijkbaar aan de pretest.

Tabel 5.4.1: Gemiddelde score op de kennistoets

groep	controle		experimenteel									
kla	V4b		V4c		V4m		V4v		H4m		H4v	
aantal leerlingen	16		19		25		20		20		26	
test	pre	pos	pre	pos	pre	pos	pre	pos	pre	pos	pre	pos
score	6,5	6,5	7,2	5,3	6,5	6,5	6,8	6,8	7,1	6,2	6,0	6,1
leerlingen												
zwak	5,4	5,4	5,9	4,1	4,8	5,3	5,2	5,0	5,7	5,8	4,4	5,5
gemiddeld	6,8	6,8	7,1	4,9	6,5	6,6	6,7	7,0	7,0	6,1	6,0	6,1
ster	7,2	7,3	8,6	7,0	8,0	7,2	8,5	8,4	8,7	6,7	7,4	6,5

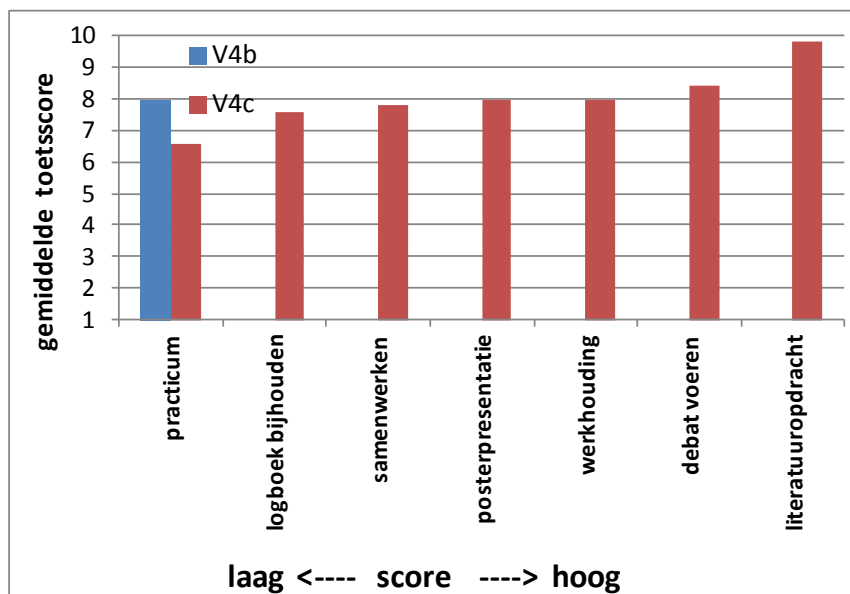
Toets op vaardigheden

Helaas is op het St. Canisius alleen de posterpresentatie beoordeeld zodat alleen voor deze vaardigheid een vergelijking gemaakt kan worden tussen de experimentele klassen. In grafiek 5.4.2 wordt de gemiddelde score per klas getoond voor de posterpresentatie. Hierbij gaan we uit van hoe hoger de score, hoe hoger de leeropbrengst. De gemiddelde score voor alle klassen op dit onderdeel ligt tussen de 7 – 8.



Grafiek 5.4.2: Gemiddelde score op de posterpresentatie

In grafiek 5.4.3 worden de gemiddelde scores per vaardigheid getoond van de experimentele klas van het Bataafs Lyceum en die van het practicum voor de controle klas. Uit de grafiek blijkt dat de controle klas V4b op dit onderdeel hoger scoort dan de experimentele klas V4c. Verder hebben de leerlingen goed gescoord op het onderdeel 'debat voeren' en zeer goed op het onderdeel 'literatuuropdracht'.



Grafiek 5.4.3: Gemiddelde score op vaardigheden



6. Discussie en conclusie

In dit hoofdstuk analyseren we de resultaten uit hoofdstuk 5 waarbij we op zoek gaan naar de antwoorden op onze deelvragen van ons onderzoek. De vier deelvragen van het onderzoek gaan over *attitude*, *context*, *werkvormen* en *leeropbrengst*. De discussies en conclusies zijn per deelvraag beschreven. Dit leidt ten slotte naar het antwoord op onze onderzoeksvraag: Worden doelstellingen van de Nieuwe Scheikunde gehaald met de aangepaste module “Groeien planten beter met chilisalpeter?”. Voordat we inzoomen op de deelvragen en onderzoeksvraag gaan we eerst in op de betrouwbaarheid en de validiteit van ons onderzoek.

6.1 Betrouwbaarheid en validiteit

Voor het beantwoorden van de vragen in ons onderzoek zijn voor de validiteit en betrouwbaarheid diverse meetinstrumenten gebruikt. Positief voor de validiteit van het onderzoek is dat de scholen die aan het onderzoek hebben meegewerkt gebruik maken van dezelfde lesmethode met het leerboek Curie. Er is gebruik gemaakt van een experimentele klas en een controleklas op dezelfde school met dezelfde docent om de invloed van de module vast te stellen. Door de vergelijking met andere experimentele klassen kunnen de conclusies beter onderbouwd worden.

Voor de validiteit van ons onderzoek is het jammer dat de uitvoering van de module op het Bataafs Lyceum en het St. Canisius op een aantal belangrijke punten verschilt. Het gaat hier vooral om het aantal werkvormen en het aantal opdrachten uit de module. Om de leerlingen niet te overladen is op het St. Canisius besloten om dit te beperken. Door de verschillen in uitvoering van de module en de invloed van de docent kunnen de verschillende experimentele groepen niet als één onderzoeksgroep behandeld worden. Een voordeel van de genoemde verschillen is dat we een vergelijking hebben kunnen maken tussen een vol en een beperkt programma.

Door het relatief kleine aantal leerlingen in de klassen zijn de gegevens minder betrouwbaar. Doordat sprake is van een quasi-experimenteel onderzoek is er namelijk geen controle over de vergelijkbaarheid van de onderzoeksgroepen. Om dit probleem te ondervangen zijn de verschillen in de groepen en de uitvoering beschreven, zodat we dit kunnen meenemen in de discussie van de gevonden resultaten.

De interviews, observaties en open vragen leveren subjectieve informatie waarbij onze veronderstellingen en de response bias van de leerlingen een rol spelen bij de uitkomsten die we vinden. Het is niet mogelijk vast te stellen in hoeverre ons enthousiasme de resultaten heeft beïnvloed. Er is vanwege de beperkte tijd alleen een groepsinterview gehouden met de leerlingen uit de experimentele klas van het Bataafs Lyceum. Door de beschermde omgeving zullen leerlingen vrijer antwoorden, maar ze kunnen elkaar hierdoor ook beïnvloeden in het beantwoorden van de vragen. Er is geen vergelijking met de andere experimentele klassen mogelijk, terwijl dit wel interessant was geweest gezien de verschillen die soms met de andere meetinstrumenten zijn gevonden. Het is gebleken dat de leerlingen tijdens dit interview soms niet echt antwoord gaven op de vraag die gesteld was, doordat ze op elkaar reageerden. Hierdoor is wel aanvullende informatie vergaard, maar missen we van sommige aspecten de standpunten van andere leerlingen uit de klas.

Vanwege de beperkte onderzoekstijd zijn de klassen op het St Canisius alleen aan het eind van de module geobserveerd. Hierdoor hebben we alleen inzicht gekregen in de wijze waarop de leerlingen met de poster en de presentatie werkzaam waren. Met het docentinterview is, vanuit de docent gezien, een algemeen beeld verkregen van de invloed van de module op de leerlingen. Dit kan echter een ander beeld geven dan wanneer we de leerlingen gevraagd hadden zoals ook uit het onderzoek van Ottevanger et al.(2011) is gebleken.

Het kwantitatieve onderzoek met de gesloten vragen die in SPSS zijn verwerkt heeft objectieve informatie over de deelvragen opgeleverd. Als vooronderzoek is de vragenlijst aan havo 5 leerlingen voorgelegd om te controleren of de vragen voor de leerlingen duidelijk waren. Hierbij zijn we niet ingegaan op de interpretatie van de leerlingen. We hebben de leerlingen die hebben deelgenomen aan het onderzoek niet individueel ondervraagd naar aanleiding van de resultaten van de vragenlijst. De vragen kunnen door de leerlingen dus anders opgevat zijn dan de bedoeling was. Zoals Bless (1992) vermeld kan ook de gemoedstoestand van de leerling het invullen van de vragenlijst beïnvloeden. Daarnaast hebben we de gesloten vragen van de pretest en posttest in een andere volgorde gezet om te voorkomen dat leerlingen de vragen op dezelfde manier invullen. Achteraf gezien lijkt het door de periode tussen het invullen van de vragenlijsten niet waarschijnlijk dat de posttest hiermee beïnvloed wordt. Waarschijnlijk is de invloed die voorgaande en volgende vragen op het beantwoorden van vragen hebben, zoals omschreven door Schwarz (1999), groter. Dit betekent dat door de verandering van de volgorde mogelijk ook al een verandering in de antwoorden is bewerkstelligd.

Voor de beantwoording van de deelvragen zijn de stellingen uit de vragenlijst in categorieën ingedeeld. De samenhang van de vragen binnen dezelfde categorie is met Cronbach's alpha bepaald en door middel van itemreductie op een voor ons aanvaardbaar niveau gebracht. Vanwege de beperkingen van ons onderzoek zijn we uitgegaan van een minimale Cronbach's alpha van 0,6. Hoewel er geen vaststaande grens is te vinden, gaan onderzoekers meestal uit van een minimum van 0,7 of 0,8 afhankelijk van het soort onderzoek. Voor scripties worden lagere waarden geaccepteerd. De mindere samenhang van de vragen in de categorie Werkvormen kunnen de resultaten hebben beïnvloedt. De vragenlijst optimaliseren onder andere door uit te zoeken hoe leerlingen de vragen interpreteren zou de onderzoeksresultaten verbeteren. Hiervoor is in het kader van dit onderzoek geen tijd.

De open vragen geven meer inzicht in de denkwijze van de leerlingen. Hier is veel informatie uit te halen, maar dit bemoeilijkt ook de verwerking van de resultaten. De analyse van de open vragen kan door subjectiviteit zijn beïnvloed. Vanwege de beperkte tijd zijn de open vragen slechts door één onderzoeker geanalyseerd. Leerlingen hebben niet eerder aan een onderzoek meegewerkt. Aan het eind van de module zijn ze mogelijk meer geneigd de antwoorden te onderbouwen waardoor verschillen in de open vragen optreden. Vanwege deze beperkingen en de beperkte tijd is de significantie van de verschuivingen van de open vragen niet vastgesteld.

De toetsen die op de verschillende scholen zijn afgenomen zijn niet gelijk (zie bijlage E.2). Hierdoor is een vergelijking van de resultaten van de toetsscores niet betrouwbaar. Omdat op het St. Canisius niet met een controle klas is gewerkt, is bij de resultaten van hun posttest niet duidelijk of deze gemakkelijker of moeilijker was dan voorgaande toetsen. Maar de resultaten kunnen wel wijzen op een trend en de invloed van de module op de leeropbrengst.

6.2 Attitude

Volgens de doelstelling van de Nieuwe Scheikunde zou door het gebruik van de module de attitude van de leerlingen positief moeten veranderen doordat het vak aantrekkelijker wordt. De deelvraag van ons onderzoek over attitude is: *Verandert door de module de attitude van leerlingen ten opzichte van scheikunde?*

De Nieuwe Scheikunde tracht het vak scheikunde aantrekkelijker te maken doordat leerlingen in de module meer invloed hebben op de inhoud van de les. De diverse werkvormen die in de module aan bod komen moeten de lessen leuker maken en de werkhouding verbeteren. Het gebruik van een context zou het vak interessanter moeten maken. We kijken hoe de attitude van de leerlingen uit verschillende klassen ten aanzien van het vak na gebruik van de module is veranderd. Ondanks dat we onderkennen dat attitude uit meerdere componenten bestaat is dit aspect vanwege de beperkte omvang van ons onderzoek uiteindelijk niet in de tot uitdrukking gekomen. Zo is context ook een factor die een rol speelt in het bepalen van de attitude, maar zijn de context vragen opgenomen in de categorie context. Voor de attitude zijn geen vragen over intentie tot gedrag gesteld. Aspecten zoals werkhouding en plezier zijn echter wel meegenomen in de observaties en interviews. Hierdoor kan de vragenlijst dus tot andere resultaten leiden dan de andere meetinstrumenten.

De score van de leerlingen op de pretest van de gesloten vragen over attitude schommelt rond 4 op de Likert schaal. Dit duidt al op een positieve attitude ten aanzien van scheikunde omdat rekening moet worden gehouden met het psychologisch effect van de leerlingen om bij het invullen van de vragenlijst geen extreme antwoorden te geven. De attitude is moeilijk te veranderen is en aangezien de module in slechts een paar weken is gegeven, is er een duidelijke invloed van de lesmethode noodzakelijk om een verandering te kunnen meten. Er worden alleen significante verschillen gevonden voor de controleklas V4b en klas H4m. De attitude van de controleklas is waarschijnlijk verbeterd doordat in het hoofdstuk 'Zouten' in vergelijking met andere hoofdstukken in Curie veel gebruik wordt gemaakt van practicum. In de pretest geven veel leerlingen aan meer proefjes te willen doen. Uit de observatie van klas V4b blijkt dat zij enthousiast zijn tijdens het uitvoeren van de practica. Doordat de controleklas meer practica dan normaal aangeboden heeft gekregen, ervaren de leerlingen in deze klas ook een verandering in lesmethode. Door deze variabele is de controleklas in die zin geen echte controleklas. Doordat de hoeveelheid practica in de klas V4b en V4c vergelijkbaar zijn, is het wel waarschijnlijk dat verschillen als gevolg van de andere werkvormen in de module zijn opgetreden. Bij St. Canisius geldt dit minder omdat er in deze klassen minder practica zijn uitgevoerd.

Hoewel geen significante verandering is vastgesteld, is voor klas 4Vc na de module een lagere attitude gemeten. Ook in de open vraag is een verslechtering van de attitude vastgesteld. Na de module geven in deze klas vier leerlingen (ruim 20%) aan toch besloten te hebben om geen vervolgopleiding te kiezen waar scheikunde niet voor nodig is, wat een verklaring kan zijn voor de negatievere attitude op de vragenlijst (ervan uitgaande dat de leerlingen niet op basis van de module hebben besloten om geen vervolgopleiding te gaan volgen waarvoor scheikunde nodig is). De gevonden resultaten in de vragenlijst zijn in tegenspraak met de resultaten van de observaties en interviews waar een positieve attitude is vastgesteld. Leerlingen vinden het werken met de module leuk en zijn meer betrokken. De leerlingen plaatsen wel kanttekeningen

bij de module vanwege de hoeveelheid werk en op basis van de persoonlijke voorkeur van de leerling (bijvoorbeeld leerlingen die liever alleen werken). Mogelijk is juist door deze kanttekeningen met de vragenlijst geen positieve verandering vastgesteld. De hoeveelheid werk heeft een negatieve impact op de attitude, maar de leerlingen geven aan het werken met de module alsnog leuker te vinden dan met Curie. Als de leerlingen meer hadden kunnen wennen en oefenen was de attitude nog positiever veranderd. Op basis van alle meetinstrumenten stellen we vast dat de attitude van klas V4c over het algemeen positief is veranderd.

In klas H4m is met behulp van de gesloten vragen een significante verslechtering van de attitude vastgesteld, wat ondersteund wordt door de uitkomsten van de open vraag. In de docentinterviews is aangegeven dat de havo leerlingen wel enthousiast waren, maar minder enthousiast dan de vwo leerlingen. Mogelijke reden hiervoor is dat de module niet specifiek op havo leerlingen is aangepast. Een andere reden is dat havo leerlingen en met name jongens moeite hebben met minder structuur in de lessen (door de werkvormen). Klas H4m bestaat in tegenstelling tot alle andere klassen voor het grootste deel uit jongens.

Voor klas H4v is met de gesloten vragen een niet significante verslechtering van de attitude gemeten. Met de andere meetinstrumenten is echter een positieve attitude vastgesteld. Mogelijk is het verschil tussen de havo klassen te verklaren door het grote aantal meisjes in deze klas. Vanwege de kleine aantallen zijn de verschillen tussen jongens en meisjes niet verder geanalyseerd. Om daar een uitspraak over te kunnen doen zijn meer vergelijkbare groepen noodzakelijk. Maar het is goed voor te stellen dat meisjes door hun betere sociale vaardigheden samenwerken leuker vinden.

In de klassen V4v en V4m is met alle meetinstrumenten een positievere attitude vastgesteld na afloop van de module. De klassen vinden het leuk om scheikunde eens op een andere manier te krijgen. Leerlingen discussiëren enthousiast met elkaar. Door te werken met een beperkt aantal nieuwe werkvormen hebben de docenten voorkomen dat de leerlingen overladen raakten en leerlingen kunnen wennen aan de werkmethode.

Het lijkt erop dat de module vwo leerlingen meer aanspreekt dan havo leerlingen. De module is voor havo leerlingen misschien te moeilijk, door de moeilijkheidsgraad van de practicumopdrachten. Een aanpassing van de module zou in dat geval de attitude misschien kunnen verbeteren. De docenten geven in het interview aan dat ze de moeilijkheidsgraad van de practica voor havo leerlingen een volgende keer op willen bouwen.

Conclusie

Over het algemeen is de attitude van de leerlingen ten aanzien van scheikunde al positief voorafgaand aan de module. Uit het onderzoek volgt dat het enthousiasme van leerlingen wordt verhoogd door het uitvoeren van practica en door de afwisseling van werkvormen. Voor een verbetering in de attitude is een module Nieuwe Scheikunde daarom niet noodzakelijk.

Door de verschillen in het programma van St. Canisius en Bataafs Lyceum kunnen we concluderen dat een overladen lesprogramma leidt tot minder positieve reacties. Over het algemeen vinden vwo leerlingen deze module aantrekkelijker dan havo leerlingen. Daarnaast spelen persoonlijke voorkeuren van de leerling een rol of de Nieuwe Scheikunde hem of haar aanspreekt.

6.3 Context

De doelstelling van de Nieuwe Scheikunde is om de scheikunde voor leerlingen relevanter te maken door het gebruik van de context. De deelvraag van ons onderzoek over context is: *Zien leerlingen door de context meer verbanden tussen scheikunde en hun omgeving?*

De context van de module is kunstmest en bestrijdingsmiddelen. Binnen dit kader leren de leerlingen naast de concepten ook de toepassingen van zouten. In de module krijgen de leerlingen rollen waardoor ze via verschillende invalshoeken naar het gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen kijken. In het onderzoek willen we vaststellen of voor de leerlingen scheikunde op deze manier relevanter wordt.

De controleklas V4b heeft niet concreet met een context gewerkt en voor deze klas wordt met de gesloten vragenlijst geen verandering gemeten. Uit de resultaten van de open vraag is wel een kleine negatieve verandering vastgesteld, maar deze achten wij niet significant. In deze kleine onderzoeksgroep komt dat neer op één leerling die negatiever is en één leerling die positiever is geworden, wat ook een kwestie van formulering kan zijn. We mogen aannemen dat de verandering die we voor de experimentele groepen vaststellen is veroorzaakt door de module.

Met de gesloten vragen is na de module bij klas 4Vc een niet significante verbetering van de score op context vastgesteld. Uit de observaties van de presentatie en het debat is voor leerlingen uit deze klas vastgesteld dat zij goed de link kunnen leggen tussen maatschappij en scheikunde. In het interview geven leerlingen ook aan dat door het gebruik van de context het nut van de scheikunde duidelijker wordt en meer in hun beleavingswereld past. De open vraag laat eveneens bij klas V4c een positieve verandering zien. Er zijn minder leerlingen die aangeven scheikunde later niet meer nodig te hebben. Hoewel een aantal leerlingen uit V4c hebben aangegeven scheikunde niet voor de vervolgopleiding nodig te hebben, zien ze wel in dat de scheikunde relevantie heeft voor het dagelijks leven.

Vooraf voor de experimentele vwo klassen van het St. Canisius, die in de pretest juist een lagere waarde voor context hebben, is een grote verbetering in de score op de posttest gemeten. Met de open vraag is een verbetering vastgesteld voor klas V4m, maar in klas V4v gaven na de module meer leerlingen een neutraal antwoord in plaats van positief.

De docenten hebben aangegeven, dat leerlingen door de proefjes met kunstmest beter een link leggen tussen scheikunde en het dagelijks leven. Vooral de vwo leerlingen waren enthousiast. Leerlingen hadden niet verwacht dat kunstmest met scheikunde te maken had. Mogelijk is de context bij klas V4v ook beter blijven hangen doordat de leerlingen tijdens de module veel met elkaar in discussie gingen en elkaar veel hebben uitgelegd. Uit de observaties is gebleken dat tijdens de posterpresentatie de aandacht van de leerlingen vooral op tuinkers was gericht. Waarschijnlijk heeft de laatste proef (proef 5, eigen kunstmest maken en uittesten op tuinkers) van de module veel indruk op de leerlingen gemaakt. Ondanks dat de diverse rollen in de module minder aan bod zijn gekomen zoals bij klas V4c, is voor de leerlingen de link naar het dagelijks leven juist heel duidelijk geworden. Voor de havo klassen is die verbetering geringer. Met de gesloten vragen wordt in klas H4v wel een verbetering aangetoond, maar na afloop is de open vraag in plaats van positief meer neutraal beantwoord. Het is opvallend dat de veranderingen in context, die met de vragenlijst wordt vastgesteld, het grootst zijn bij de



klassen die vooraf een lage score hebben. Mogelijk zijn die leerlingen meer verrast door het gebruik van de context en zijn daardoor extra positief na de module.

Conclusie

Op basis van de resultaten kunnen we concluderen dat door het gebruik van de module de experimentele klassen de scheikunde relevanter vinden. Leerlingen vinden het prettig dat de scheikunde een doel heeft. Door de scheikundige concepten te linken aan een bekend onderwerp wordt het in de ogen van de leerlingen pas nuttig om te weten en past het beter in hun beleavingswereld. De module zorgt voor extra verdieping in de context door meerdere werkvormen en opdrachten aan te bieden aan de leerlingen.

6.4 Werkvorm

De deelvraag van ons onderzoek over werkvormen is: *Welke invloed hebben de werkvormen van de Nieuwe Scheikunde op de leerlingen?*

De module die we voor ons onderzoek gebruiken omvat alle vier fasen uit de viervlakschemie die verwerkt zijn in opdrachten die de leerlingen in groepen van vier moeten uitvoeren. De opdrachten zijn: het invullen van een logboek, uitvoeren van practica, een literatuurstudie doen, een posterpresentatie houden en een debat voeren. Deze opdrachten leiden tot verschillende werkvormen die hiervoor toegepast zijn in de klas. Door te meten of de leerlingen tevreden zijn met de lessen met de module hebben we geprobeerd om een antwoord te krijgen op de vraag hoe zij de variatie van werkvormen hebben ervaren.

Uit de resultaten met de gesloten vragen blijkt dat de leerlingen over het algemeen niet ontevreden zijn over de lessen zowel voor als na de module. De resultaten laten een lichte daling zien in de tevredenheid over de lessen na de module bij alle experimentele klassen (zie grafiek 5.3.1). Dit kan toegeschreven worden aan de module, omdat de controle klas V4b geen daling maar juist een lichte stijging laat zien in tevredenheid. Als antwoord op de open vraag in de pretest geven de leerlingen als verbeterpunt aan dat zij graag meer practicum willen hebben tijdens de les. De stijging in tevredenheid van de controleklas na het hoofdstuk 'Zouten' uit het leerboek Curie zal het gevolg zijn van de hoeveelheid practica dat juist bij dit hoofdstuk wordt gegeven. Er is voor deze categorie geen significant verschil gemeten. Bij de beoordeling moeten we rekening houden met de beperkte samenhang van de vragen. Het is mogelijk dat deze categorie vragen niet op de juiste manier het concept van de werkvormen meet afgaande op de lage Cronbach alfa die bepaald is (zie §4.5.1).

De bevindingen uit de gesloten vragen komen niet overeen met de resultaten van de open vraag 'Ben je tevreden met de huidige scheikundelessen?' die getoond worden in grafiek 5.3.2. In tegenstelling tot de resultaten van de gesloten vragen lijken de experimentele klassen de lessen van de module juist beter te waarderen dan de reguliere lessen. Het aantal leerlingen, dat de open vraag duidelijk met nee hebben beantwoord daalt namelijk bij alle experimentele klassen na de module en het meest bij de experimentele klas V4c. Deze leerlingen hebben de module als leuk en leerzaam ervaren maar plaatsen kanttekeningen over het practicum, de uitleg van de docent, de hoeveelheid werk en het samenwerken in groepjes van vier. In het interview geven de leerlingen aan de module ondanks de kanttekeningen toch een verbetering op het reguliere onderwijs te vinden.

De observaties en de resultaten van de interviews liggen in lijn met de resultaten van de open vraag. Uit de observaties van klas V4c kan opgemaakt worden dat de leerlingen enthousiast en met grote inzet de opdrachten uitvoeren. De leerlingen zijn soms wel onzeker omdat ze de verschillende werkvormen binnen het scheikundevak niet gewend zijn en niet weten wat er van ze verwacht wordt. Ze verlangen duidelijke instructie en voor de docent is het vanwege het beperkte aantal lessen en vele opdrachten lastig om steeds goed en duidelijk uitleg te geven. Uit het groepsinterview met dezelfde klas komt naar voren dat de leerlingen verdeeld zijn over wat ze van de module vinden. Ook hier geven ze aan dat de lessen met de module een leuke manier is om scheikunde te leren, maar dat ze regelmatig in tijdnood kwamen door de vele opdrachten. In de korte periode is het voor de leerlingen niet mogelijk geweest om zich het samenwerkend leren eigen te maken. Soms is het vervelend als iemand in de groep niet actief meedoet. Sommige leerlingen vinden de reguliere methode prettiger. Ze zeggen hierover dat het fijn is als de docent instructies geeft en ze weten wat ze dan moeten doen.

Na de module moesten de leerlingen nog zelfstandig aan het werk voor de kennistoets. Uit de resultaten van de kennistoets kan opgemaakt worden dat met name klas V4c door de module een slechtere leeropbrengst heeft behaald. Tijdens de module moesten de leerlingen door de diverse opdrachten van de module veel tijd besteden aan de groepsopdrachten. Waarschijnlijk hebben ze hierdoor minder tijd besteed om te leren en te oefenen voor de kennistoets. Een ander reden kan misschien ook zijn dat de leerlingen zich door de groepsverantwoordelijkheid tijdens de module niet meer persoonlijk verantwoordelijk voelden om nog zelf thuis te oefenen met de leerstof. Een andere reden is dat het samenwerkend leren niet goed opgepakt is. Leerlingen geven bij de open vraag ook aan dat er minder dwang was om huiswerk te maken. Zoals in §3.1 beschreven is en uit het onderzoek ook blijkt vereist het werken met modules Nieuwe Scheikunde andere vaardigheden van de leerlingen dan met het huidige schoolprogramma scheikunde. Uit de resultaten van de vaardigheden is gebleken dat alle experimentele klassen goed scoren op de posterpresentatie. Klas V4c scoort goed op alle vaardigheden met uitzondering van het praktische gedeelte. Dit laatste komt waarschijnlijk omdat de meer open praktische opdrachten van de module te moeilijk zijn geweest.

Tijdens ons onderzoek mochten we ervaren hoe leuk en enthousiast de leerlingen bezig zijn met de verschillende werkvormen waarbij ze in groepsverband moesten werken. Door de variatie in werkvormen ontstaat er veel dynamiek in de klas (er gebeurt wat) en ligt de drempel bij de leerlingen om de docent iets te vragen veel lager vanwege de samenwerking met elkaar. Door de ongedwongen sfeer (iedereen in de klas is bezig) wordt de afstand tussen docent en leerlingen veel kleiner. Natuurlijk is dit iets wat bij een leerling of docent moet passen. Maar uit ons onderzoek volgt dat de tendens is dat toch het grootste deel van de leerlingen deze manier van lesgeven leuk en leerzaam vindt. Door het verschil in hoe de module is uitgevoerd op de scholen en uit de kanttekeningen van de leerlingen valt veel te leren over hoe het beter kan en moet. Op het St. Canisius hebben de docenten er goed aan gedaan om het aantal opdrachten in de module te beperken zodat de leerlingen niet overladen werden en beter konden wennen aan de lesmethode met de module.

Conclusie

De leerlingen zijn over het algemeen niet ontevreden over de lessen zowel voor als na de module. De leerlingen ervaren de module als leuk en leerzaam, maar plaatsen ook kanttekeningen. Wat voor de reguliere lessen pleit is de individuelere benadering van de docent

en het feit dat er gezegd wordt wat ze moeten doen. De nieuwe werkvormen hebben een gewenningsfase nodig bij leerling en docent. Door de overladenheid van nieuwe werkvormen in klas V4c is het samenwerkend leren niet goed verlopen, wat geresulteerd heeft in een lage score van de kennistoets. De lesmethode met de module verlaagt de drempel in de leerling-docent interactie en zorgt voor een ontspannen sfeer in de klas.

6.5 Leeropbrengst

De deelvraag van ons onderzoek over leeropbrengst is: *Zijn de leeropbrengsten met de module gelijk aan die van de reguliere lesmethode?*

Een maat voor de kwaliteit van het onderwijs is de leeropbrengst. Hoe hoger de leeropbrengst van de leerlingen hoe hoger de kwaliteit van het onderwijs. Het succes van Nieuwe Scheikunde zal daarom afhangen van de leeropbrengst van de leerlingen in vergelijking met de leeropbrengst in het reguliere onderwijs.

In het reguliere scheikundeonderwijs wordt de kennis over de concepten (kennistoets) gemeten en de toepassing van deze kennis in de praktijk (practicumtoets). Zoals uit ons onderzoek volgt worden in de Nieuwe Scheikunde andere vaardigheden ontwikkeld en kan hierop getoetst worden, waardoor de leeropbrengsten op een veel bredere manier moet worden gemeten.

Uit de resultaten van ons onderzoek volgt dat de experimentele klassen gelijk of lager scoren op de kennistoets van de module (posttest) in vergelijking met de toetsen ervoor (pretest). Opvallend is dat de experimentele klas V4c in het bijzonder laag gescoord heeft. De controle klas V4b die dezelfde toets gehad heeft scoort zowel voor de pretest als de posttest gelijk. We hebben de resultaten geanalyseerd en gekeken hoe de zwakkere leerlingen ten opzichte van de sterkere leerlingen gescoord hebben. Het valt op dat bij alle experimentele klassen de sterkere leerlingen slechter gescoord hebben in de posttest, vooral bij klas V4c en klas H4m van het St. Canisius. Met uitzondering van de klassen V4c en H4m scoren alle gemiddelde leerlingen beter of gelijk en de zwakkere leerlingen over het algemeen iets beter in de posttest. Uit de 'zwakke-sterke' leerlinganalyse volgt dat vooral bij de sterke leerlingen de leeropbrengst daalt na de lessen met de module. Hiervoor zijn verschillende verklaringen te bedenken. Een mogelijke reden hiervoor kan zijn dat juist deze leerlingen met de module de oude structuur missen waarbij ze goed kunnen presteren. Het kan ook zijn dat leerlingen door de aandacht die ze aan de groepsopdracht besteden, minder tijd voor de eigen verdieping overhouden. Dit duidt er dan wel op dat, hoewel de werkhouding van de leerlingen door de Nieuwe Scheikunde misschien actiever wordt, leerlingen per saldo niet meer tijd aan het vak gaan besteden. Klas V4b laat geen verandering zien tussen van de leerlingen en hun score in de pre- en posttest. We mogen aannemen dat de gemeten veranderingen in klas V4c toe te schrijven is aan de module en veronderstellen dat dit ook het geval zal zijn bij de klassen van het St. Canisius waar ze helaas geen controleklas hadden.

De leeropbrengst van de leerlingen van het St. Canisius is minder gedaald dan die van klas V4c in vergelijking met de pretest. Reden voor de uitzonderlijk lage score van klas V4c is dat ze tijdens de lessen met de module overladen zijn door de vele werkvormen en opdrachten die ze in groepsverband merendeels in de klas moesten uitvoeren. Door de context is als het ware de behandeling van de concepten in de verdrukking gekomen. De module gaf te weinig structuur

in de leeropbouw over de concepten. Dit was minder het geval bij het St. Canisius waar gekozen was om de module met minder werkvormen te geven.

Zoals reeds in de discussie over de invloed van de werkvormen besproken is zal het samenwerken in groepjes mogelijk ook van invloed zijn geweest op de leeropbrengst. Dit wordt ondersteund door een opmerking van een leerling waarin hij aangeeft minder dwang te voelen om thuis huiswerk te maken wat als oefening nodig is om goed te kunnen scoren op de kennistoets. Door de enthousiaste inzet van de leerlingen voor de groepsopdrachten is het oefenen van de opgaven in de verdrinking gekomen. Op het St. Canisius zijn minder werkvormen toegepast en is alleen getoetst op kennis, practicum en de posterpresentatie. Op die school was meer rust en tijd voor duidelijke uitleg van de docent en tijd om te oefenen.

Als we kijken naar de resultaten van de vaardigheidstoetsen waarvoor groepscijfers zijn gegeven zien we dat de leeropbrengsten hiervoor hoog liggen (schommelt rond de 8). De docenten van de experimentele klassen zijn het er met elkaar over eens dat het 'discrimineren' van het werk per groep erg lastig is omdat de leerlingen zich goed ingezet hebben. De spreiding van de cijfers tussen de groepen is daarom gering. De goede inzet wijst erop dat de leerlingen het waarschijnlijk leuk gevonden hebben om de opdrachten uit te voeren wat resulteert in een hoog cijfer. Maar misschien waren de opdrachten ook wel te gemakkelijk of is het voor docenten moeilijk om dit objectief te beoordelen? Dit laatste is een aandachtspunt dat waarschijnlijk thuis hoort bij de vaardigheden die de docenten moeten leren om de Nieuwe Scheikunde tot een succes te maken.

Zaak is dat we op deze wijze leerlingen op een andere manier met scheikunde laten omgaan. Op deze wijze leren we leerlingen met de module wel meerdere vaardigheden, maar ligt de nadruk minder op de vereiste kennis voor het halen van de kennistoets (cq. centraal schriftelijk examen). Wanneer de eisen voor het examen hetzelfde blijven zullen docenten waarschijnlijk toch vooral geneigd zijn om de focus op kennis te blijven houden.

Conclusie

In de Nieuwe Scheikunde leren de leerlingen andere vaardigheden, die op een alternatieve manier getoetst kunnen worden. Zo kan op een betere manier beoordeeld worden wat de leerlingen kunnen en kennen. Er moet voor gezorgd worden dat de leerlingen niet overladen worden, waardoor er te weinig tijd is om te oefenen. Wil je alle leerlingen in de module tegemoet komen dan moet de tijd in de lessen goed verdeeld worden over het oefenen van alle vaardigheden en kennis.

6.6 Onderzoeksvraag

De Nieuwe Scheikunde wordt in 2013 landelijk geïmplementeerd. In dit onderzoek is gekeken naar de gevolgen voor de leerlingen. Met de antwoorden op de deelvragen is getracht om een antwoord te geven op de hoofdvraag van ons onderzoek: *Worden de doelstellingen nieuwe scheikunde gehaald met de module 'Groeien planten beter met chilisalpete'?*

Uit het onderzoek volgt dat het enthousiasme van leerlingen wordt verhoogd door het uitvoeren van practica en door de afwisseling van werkvormen. Persoonlijke voorkeuren van de leerling spelen een rol of de Nieuwe Scheikunde hem of haar aanspreekt. Leerlingen vinden de



scheikunde relevanter omdat door de contexten de scheikunde een doel krijgt en de concepten beter geplaatst kunnen worden in het dagelijks leven. Ze vinden de afwisseling van werkvormen leuk, maar zowel leerlingen als docent moeten wennen aan de nieuwe werkvormen. Om alle leerlingen in de module tegemoet te komen moet de tijd in de lessen goed verdeeld worden over het oefenen van alle vaardigheden en kennis. Het onderzoek laat zien dat leerlingen over het algemeen positief reageren op het werken met de module, maar nog kanttekeningen plaatsen bij de uitvoering.

Wanneer we ons onderzoek betrekken op de Nieuwe scheikunde in zijn algemeenheid wijzen de resultaten erop dat afwisseling van werkvormen een belangrijke factor is voor een positieve attitude van de leerlingen. In de modules Nieuwe Scheikunde moeten dus verschillende werkvormen gebruikt worden, zodat de docent deze afwisseling in het curriculum in kan bouwen. De context maakt scheikunde relevanter, maar het effect hiervan zal wel afhankelijk zijn van het gekozen onderwerp. Voor de motivatie van leerling en docent is het belangrijk dat het examenprogramma Nieuwe Scheikunde voorschrijft dat nieuwe vaardigheden getoetst moeten worden.

Het is aan te bevelen om Nieuwe Scheikunde zo te implementeren dat docenten eerst de vaardigheden aanleren om de nieuwe lesmethode op een succesvolle manier bij de leerlingen te introduceren.

7. Reflectie en aanbevelingen

In de voorgaande hoofdstukken is ons onderzoek naar de module Nieuwe Scheikunde beschreven. In dit hoofdstuk kijken we terug op dit onderzoek en beschrijven we onze leermomenten. Tevens blikken we vooruit naar de toekomst en doen we aanbevelingen voor verder onderzoek.

7.1 Reflectie

In dit Onderzoek van Onderwijs hebben we gekeken of met de module 'Groeien planten beter met chilisalpeteer?' een aantal van de doelstellingen van de Nieuwe Scheikunde worden gehaald. Daarvoor hebben wij kennis gemaakt met diverse sociaal wetenschappelijke onderzoeksinstrumenten. Het sociaal wetenschappelijk onderzoek is van een heel andere orde dan het natuurwetenschappelijk onderzoek waar we vanuit de Chemische Technologie mee bekend zijn. Dit heeft ons de nodige hoofdbrekens gekost. We zijn zeer gedreven op zoek gegaan naar het antwoord op onze hoofdvraag. Maar door de vele ongrijpbare factoren die een rol spelen in de dynamiek van de klas en de psychologische wisselwerking tussen onderzoeker/docent en leerlingen, hebben we vaak het gevoel gehad dat we deze niet zullen vinden. De complexiteit van psychologische invloeden op de vragenlijst, de sociaal economische verschillen in leerling-populaties, individuele verschillen in leerstijlen en persoonlijkheden van leerlingen en de invloed van het humeur van de dag maakt dat het sociaal onderzoek naar het gebruik van onderwijsvernieuwingen heel zorgvuldig moet worden afgewogen. Hoe kun je een harde conclusie trekken als de samenstelling van de groepen anders is en als je bedenkt dat voor elke leerling andere factoren een rol spelen in het ondervinden van en uiting geven aan die onderwijsvernieuwing? Gelukkig hebben we de afgelopen jaren geleerd dat niet het eindresultaat het meest van belang is, maar het leerproces van de weg ernaartoe.

Zoals door veel auteurs is aangegeven is het voor het slagen van de onderwijsvernieuwing van belang dat docenten zich ontwikkelen. Dat hebben we door middel van dit onderzoek gedaan. Met de kennis die we hierin hebben opgedaan hopen we ons ook in de toekomst te blijven ontwikkelen. We hebben dit onderzoek samen uitgevoerd waardoor steeds peer debriefing plaats heeft gevonden. Door kritisch naar elkaar toe te zijn en elkaar te stimuleren hebben we het best mogelijke resultaat uit dit onderzoek gehaald. Uiteindelijk was het zelfs nodig dat we elkaar af en toe wat afremden. Maar zelfs in dit onderzoek, met toch twee redelijk gelijkgestemden, zijn miscommunicaties aan de orde geweest en bleek het nodig om compromissen te sluiten. Het is goed om je altijd af te blijven vragen of informatie die je geeft door een ander op een andere manier te interpreteren is. En dat geldt dan dus niet alleen voor je leerlingen. Door met elkaar te discussiëren zijn we in staat geweest om nieuwe oplossingen te bedenken. De lessen die we uit onze samenwerking hebben geleerd zullen we straks kunnen gebruiken in de samenwerking met collega's.

Het Onderzoek van Onderwijs beslaat slechts een beperkte periode. Alleen al het opstellen van een goede vragenlijst, waarbij ook rekening wordt gehouden met psychologische factoren zou meer tijd kosten dan voor dit Onderzoek van Onderwijs beschikbaar is. Onze doelstelling voor het leerproces is geweest om zoveel mogelijk verschillende onderzoeksvaardigheden op te

doen. Daarom hebben we er genoeg mee genomen dat er diverse discussiepunten bij de verschillende instrumenten te noemen zijn. Door verschillende klassen en een controleklas in het onderzoek mee te nemen en het gebruik van de diverse instrumenten hebben we getracht de validiteit te waarborgen. Door ons gebrek aan ervaring zijn er bij de verschillende meetinstrumenten kanttekeningen te plaatsen. Door alle gevonden resultaten te combineren is het toch mogelijk om een uitspraak te doen over de onderzoeksvraag.

Wij zijn de opleiding begonnen met het doel om zoveel mogelijk te leren en ideeën op te doen om straks in de klas de liefde voor het vak scheikunde over te kunnen dragen. Waar wij zelf de behoefte voelen om ons te blijven ontwikkelen hopen we die vaardigheid ook de leerlingen bij te kunnen brengen. Wij hoeven ons als docent scheikunde in ieder geval niet te vervelen met alle veranderingen die gaande zijn.

7.2 Aanbevelingen

Het onderzoek is gericht op een verandering die wordt veroorzaakt door de module. Het is in dat opzicht geen vergelijking met huidige methode. Om inzicht te krijgen in de mening van de leerlingen over deze vernieuwing kunnen doublanten gevraagd worden naar een vergelijking tussen de verschillende methoden. Om een representatieve groep te onderzoeken is het hierbij belangrijk dat het niet alleen doublanten betreft die zijn blijven zitten op scheikunde.

In onderzoek naar de Nieuwe Scheikunde zou ook aandacht moeten zijn voor de verschillende leerstijlen en persoonlijkheden van leerlingen. Door de verschillende leerstijlen van leerlingen zal ook de Nieuwe Scheikunde voor de ene leerling beter werken dan voor de ander. Uiteindelijk moet het onderwijs voor iedereen bruikbaar zijn. Door een gedegen afwisseling van modules met samenwerken en mogelijkheden tot individueel werken kunnen alle leerlingen worden bediend. Door de mogelijkheid om meerdere werkvormen te gebruiken en bijvoorbeeld te werken met verschillende rollen is het ook mogelijk om te differentiëren in de modules. De modules moeten dan zo ontwikkeld worden dat je mindere leerlingen meer ondersteund en de betere leerlingen extra uit kunt dagen.

Hoewel dit vak al een beperkte duur had, verwachten we dat we als docent nog minder tijd beschikbaar hebben om de effecten van ons onderwijs bij leerlingen vast te stellen. Daarom zou het goed zijn als de vragenlijst zo ontwikkeld zou worden dat elke docent deze eenvoudig in kan zetten om een idee te krijgen over de effecten van het gegeven onderwijs.

Interviews met leerlingen over de vragenlijst kunnen meer inzicht geven in de wijze waarop leerlingen de vragen beantwoorden. Om verschuivingen in de antwoorden van de vragenlijsten op basis van psychologische effecten te verminderen zouden de vragen in de pretest en posttest in dezelfde volgorde gesteld moeten worden. De effecten zijn dan voor beide lijsten gelijk. Door de tijd die tussen het afnemen van de pretest en de posttest zit is de kans klein dat leerlingen de posttest beantwoorden op basis van de antwoorden die ze in de pretest hebben gegeven. Wanneer de diverse docenten in het Docent Ontwikkel Team allemaal een herontworpen module op dezelfde wijze in de klas zouden geven kunnen grotere aantallen leerlingen in het onderzoek worden meegenomen. Door middel van een factoranalyse kan de validiteit en betrouwbaarheid van de vragenlijst worden verhoogd.



Docenten moeten voor de invoering van de nieuwe scheikunde geholpen worden in de ontwikkeling van hun vaardigheden. Wanneer een scheikundesectie binnen een school wil starten met het geven van modules aan hun klassen, zullen wij hun adviseren om te starten met een tussenfase of gewenningsfase. Een fase waarin de lessen deels lijken op de reguliere lessen met het leerboek en deels als die met de module. Het is verstandig om de leerlingen niet meteen te veel nieuwe werkvormen aan te leren. Om de leerlingen vaardigheden aan te leren hebben ze specifieke instructie nodig (Valcke, 2010). Leerlingen moeten zich bewust worden van het belang van metacognitieve strategieën en hiermee oefenen om hun probleemoplossend vermogen te vergroten (Valcke, 2010). Leerlingen en docenten moeten groeien in hun nieuwe rol om te voorkomen dat aversie ontstaat tegen de nieuwe ontwikkelingen. Bij tegenslagen bestaat de kans dat leerlingen en docenten verlangen naar de oude methode.

Scholen, docenten en leerlingen worden op dit moment afgerekend op de leeropbrengsten. Daarom zal er een goed beleid uitgestippeld moeten worden op welke wijze we leerlingen bij de Nieuwe Scheikunde gaan beoordelen. Om alle docenten warm te krijgen voor Nieuwe Scheikunde moet niet alleen de methode maar ook het examenprogramma worden veranderd. Omdat Nieuwe Scheikunde in 2013 landelijk wordt geïmplementeerd is het nieuwe examenprogramma hiervoor op 6 juni 2012 in de Staatscourant gepubliceerd. Helaas is er weinig aandacht voor chemie in context-concept onderwijs in het centraal schriftelijk examen. De scholen kunnen echter een eigen beleid uitstippelen voor hun schoolexamen dat meer in lijn ligt met de doelstellingen van de Nieuwe Scheikunde, bijvoorbeeld door vaardigheidstoetsen zwaarder te laten wegen in de eindbeoordeling. De vraag is of veel scholen het aandurven om in het schoolexamen op andere onderdelen te toetsen, omdat de overheid geen grote afwijkingen toestaat tussen schoolexamen- en centraal examencijfers.

8. Literatuur

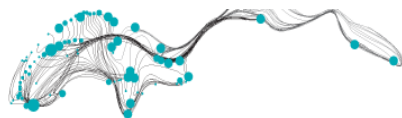
- Abdullah, M., Mohamed, N. & Ismail, Z.H. (2008). The effect of an individualized laboratory approach through microscale chemistry experimentation on students' understanding of chemistry concepts, motivation and attitudes. *Chemical Education Research and Practice*, 10 (1), 53–61
- Apotheker, J., Bulte, A., de Kleijn, E., van Koten, G., Meinema, H.A., & Seller, F. (2010) Scheikunde in de dynamiek van de toekomst. Enschede: SLO, Stichting Leerplanontwikkeling.
- Bennett, J. & Lubben, F. (2006). Context-based Chemistry: The Salters approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 999-1015.
- Bless, H., Schwarz, N. & Mackie, D.M. (1992) Mood effects on attitude judgments: independent effects of mood before and after message elaboration. *Journal of Personality and Social Psychology*, 63 (4), 585-595
- Cronbach, L.J. (1951). Coefficient alpha and the internal structure of tests. *Psychometrika*, 16 (3), 297-334
- Dalgety, J. Coll, R.K. & Jones A. (2003). Development of chemistry attitudes and experiences questionnaire (CAEQ). *Journal of research in science teaching*, 40 (7), 649-668.
- Dalderup, L. (2000). Wetenschapsvoorlichting en wetenschapsbeleid in Nederland 1950 – 2000. *Gewina*, 23, 165 – 192.
- De Jong-Berkhout, P. en Gerritsjans, A. (2012). *Evaluatie module nieuwe scheikunde Melkzuur: van spierpijn tot bioplastic*. Enschede: Universiteit Twente.
- De Graaf, L. (2009). *Module Nobelprijs. herontwerp voor havo en vwo, implementatie en evaluatie*. Enschede: Universiteit Twente.
- Driessen, H.P.W. & Meinema, H.A. (2003). *Chemie tussen context en concept*. Enschede: SLO, Stichting Leerplanontwikkeling.
- Goedhart, M. (2004). Contexten en concepten: een nadere analyse. *NVOX*, 29(4), 186-190.
- Hattie, J. (2009). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analysis relating to achievement*. Milton park, Oxon: Routledge
- Kitts, K. (2009). The paradox of middle and high school students' attitudes towards science versus their attitudes about science as a career. *Journal of Geoscience Education*, 57 (2), 159-164.
- Ottevanger, W., Folmer, E., Bruning, L. & Kuiper, W. (2011). *Curriculumevaluatie bètaonderwijs tweede fase. Deelrapport evaluatie Examenpilot Nieuwe Scheikunde*. Enschede: SLO, Stichting Leerplanontwikkeling.
- Michels, B. (2010). *Van pilot naar praktijk*. Enschede: SLO, Stichting Leerplanontwikkeling.
- Nisbet, M.C. & Scheufele, D.A. (2009) What's next for science communication? Promising directions and lingering distractions. *American Journal of Botany*, 96(10), 0 – 12.
- Osborne, J., Simon, S., & Collins, S. (2003). Attitudes towards science: a review of the literature and its implications. *International Journal of Science Education*, 25 (9), 1049-1079.
- Parchmann, I., Grasel, C., Baer, A., Nentwig, P., Demuth, R., Ralle, B., & the ChiK Project Group (2006). 'Chemie im Kontext': A symbiotic implementation of a context-based teaching and learning approach. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1041–1062.
- Pilot, A. & Bulte, A.M.W. (2006). The Use of "Contexts" as a Challenge for the Chemistry Curriculum: Its successes and the need for further development and understanding. *International Journal of Science Education*, 28(9), 1087-1112



- Ramsden, J. M. (1998). Mission impossible?: Can anything be done about attitudes to science?. *International Journal of Science Education*, 20, 125–137.
- Reinalda, W., Los, F. & Maas, B. (2007). Groeien. Module nieuwe scheikunde.
- Rombouts, W.H. (2009) *Context-Concept chemie en van Hiele's abstractieniveaus*. Enschede: Universiteit Twente.
- Schwarz, N., (1999) Self-Reports. How the Questions Shape the Answers. *American Psychologist*, 54 (2), 93-105.
- Stolk, M.J., De Jong O., Bulte, A.M.W.& Pilot, A. (2011). Exploring a Framework for Professional Development in Curriculum Innovation: Empowering Teachers for Designing Context-Based Chemistry Education. *Research Science Education*, 41, 369–388. DOI 10.1007/s11165-010-9170-9
- Subramaniam, P.R. & Silverman, S. (2000). Validation of scores from an instrument assessing student attitude toward physical education. *Measurement in Physical Education and Exercise Science*, 4(1), 29-43.
- Valcke, M. (2010). *Onderwijskunde als ontwerpwetenschap. Een inleiding voor ontwikkelaars van instructie en voor toekomstige leerkrachten*. Gent: Academia Press.
- Van Aalderen-Smeets, S.I., Walma van der Molen, J.H. & Asma, L.J.F. (in press). Primary school teachers' attitudes towards science. A new theoretical framework. *Science Education*.
- Van den Akker, J. (2003). Curriculum perspectives: An introduction. In J. van den Akker, W. Kuiper, & U. Hameyer (Eds.), *Curriculum landscapes and trends* (pp. 1-10). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.
- Van der Woud, L. & Grinsven, van G. (2010a). *Onderzoek Nieuwe Scheikunde (kwalitatieve voorfase)*. Utrecht: Duo Market Research.
- Van der Woud, L. & Grinsven, van G. (2010b). *Onderzoek Nieuwe Scheikunde*. Utrecht: Duo Market Research.
- Van Galen, P. & Kastenbergh, E. (2009) *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?*. Enschede: Universiteit Twente.
- Van Koten, G., de Kruijff, B., Driessen, H.P.W., Kerkstra, A. & Meinema, H.A. (2002). *Bouwen aan scheikunde*. Enschede: SLO, Stichting Leerplanontwikkeling.

Bijlagen

Bijlage A.	Workshop Attitude
Bijlage B.	Vragenlijst
Bijlage C.	Vragenlijsten interviews
Bijlage D.	Opzet observatie
Bijlage E.	Toetsen
Bijlage F.	Twents Meesterschap
Bijlage G.	Resultaten
Bijlage H.	Module



Bijlage A. Workshop Attitude

Bron 1: Brenneisen & Vreeswijk (2011), Workshop 'Hoe kun je de verandering in attitude van leerlingen meten?' College 6 WC onder supervisie van docent Anna Dijkstra, 13 oktober 2011.

Hoe kun je de verandering in attitude van leerlingen meten?

Binnen het vak Wetenschapcommunicatie hebben we op donderdag 13 oktober 2011 een workshop gegeven waarin de medestudenten de opdracht kregen om een methode voor te stellen hoe je de verandering in attitude van leerlingen als gevolg van een nieuwe leer methode het beste kunt meten.

Voorstellen van de medestudenten:

Methode: toets

Dezelfde toets bij 'oude' en 'nieuwe scheikunde' geven. Het vak met betere resultaten wordt leuker gevonden. Nadeel kan zijn dat de lesstof misschien niet hetzelfde is. Dus de aanname dat een goed cijfer betekent dat het vak leuk gevonden wordt is misschien fout.

Methode: cijfers

Hoge versus betere attitude. Nadeel is dat misschien de leerstof makkelijker is en dit niet een echte meting is voor houding.

Methode: cijfers

Kijken naar de cijfers. Hoger = meer aandacht? Leuker vak? Nadeel: wie zegt dat het vak niet gemakkelijker is geworden?

Methode: schoolstatistieken

Onderzoek naar keuze van vakken eind 3^e klas. Nadeel is dat deze methode objectief is en misschien te lang duurt.

Methode: vragenlijst met context

Informatie via decaan (studiekeuze).

Methode: enquêtes

4-puntsschaal. Hoe leuk vind je het? Hoe nuttig is scheikunde? Nadeel: objectiviteit is zeer lastig.

Methode: dialoog

Discussie in de klas over context. Hoe moeilijk het is.

Methode: dialoog

Discussie over het vak (nut/beleving/....). Kanttekening is hoe beoordeel je of eventuele verbetering door het 'nieuwe' vak komt?

Methode: forum

Met moderator voor & tegens. Nadeel punten telling.

Methode: observaties

Aandacht meten tijdens lessen. Nadeel is dat dit ook leraar afhankelijk is.

Groepsdiscussie, geleidt door Anne Dijkstra:

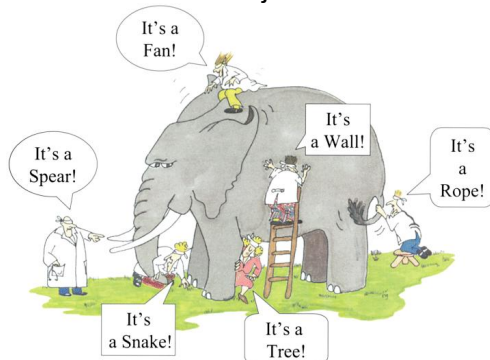
Als je naar de houding vraagt die een leerling heeft (bijvoorbeeld: ik vind scheikunde leuk), wil je eigenlijk ook weten wat de reden ervan is. Belangrijk is wat de motivatie is geweest die tot die houding heeft geleid. Wordt de beroepskeuze van een leerling bijvoorbeeld bepaald door die van één of beide ouders of spelen er andere factoren?

Door kwantitatief (via scores) de verandering van houding te onderzoeken, pak je slechts een deel van het probleem. Door kwalitatief te onderzoeken kun je de resultaten van je onderzoek beter interpreteren. Door gebruik te maken van meerdere methodes, onderzoek je meer lagen van hetzelfde probleem.

Als je meet dat leerlingen na de module meer interesse hebben gekregen voor het vak scheikunde, kun je nog niets zeggen of dit een positieve bijdrage is omdat het niet zo veel zegt over het gedrag. Gaat zo'n leerling dan ook een vervolgopleiding scheikunde volgen?

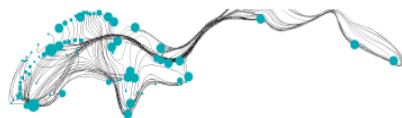
Sociaal wetenschappelijk onderzoek is moeilijk af te bakenen. Probeer daarom bij de keuze en gebruik van je methodes duidelijk voor ogen te hebben wat de resultaten ervan moeten aantonen en of dit, in geval van het meten van een attitudeverandering, ook leidt tot een te voorspellen gewenst gedrag.

Boodschap van 'the fable of blind men'. Zes blinde of geblinddoekte mannen onderzoeken elk een deel van een olifant. Ze zien echter het geheel niet omdat ze zich maar op een deel focussen. Uiteindelijk komen ze er samen niet uit dat ze een olifant aan het onderzoeken zijn.



Aandachtspunt voor ons onderzoek is dat we bij het opstellen van de vragenlijsten niet alleen moeten zorgen dat we verschillen in houdingen meten, maar ook

1. De achtergronden en voorgeschiedenis van de leerlingen (nulpuntsmeting)
2. Vragen stellen die antwoord geven wat geleid heeft (motivatie) tot de (verandering van) houding (interview)
3. Vragen welke keuzes de leerlingen zullen nemen (bijvoorbeeld beroepskeuze, enz.) voor en na de module om ook verandering in hun gedrag te kunnen meten



Bijlage B.Vragenlijst

In deze bijlage is opgenomen:

B.1	De vragenlijst voor de pretest	Pag. 1 - 2
B.2	De vragenlijst voor de posttest experimentele klassen	Pag. 3 - 4
B.3	De vragenlijst voor de posttest controleklas	Pag. 5 - 6
B.4	De vragen uit de lijst gebundeld per onderzoeksvraag	Pag. 7 - 8

B.1 De vragenlijst voor de pretest

Klas : Datum:
Naam : (jongen/meisje)
Profiel (NG/NT/anders, namelijk):

Mee eens/mee oneens vragen Eén antwoord aankruisen a.u.b.

		Geheel mee eens	Beetje mee eens	Niet mee eens, niet mee oneens	Beetje mee oneens	Geheel mee oneens
1	Iedereen heeft dagelijks met de toepassingen van scheikunde te maken					
2	Ik vind scheikunde een leuk vak					
3	Scheikunde speelt een belangrijke rol in de landbouw					
4	Ik vind samenwerken in een groep van 3-4 leerlingen een prettige manier van werken					
5	Om scheikunde te kunnen begrijpen heb ik veel uitleg van de docent nodig					
6	Tijdens de scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren					
7	Keukenzout is het enige zout dat ik ken					
8	Ik leer het meest als de docent ons zelf dingen laat doen					
9	Ik mis bij scheikunde de link naar het dagelijks leven					
10	Het boek biedt voldoende oefenmateriaal om scheikunde goed te kunnen begrijpen					
11	Proefjes maken scheikunde leuk					
12	De belangen van een nieuw chemisch product kan verschillen voor bijvoorbeeld de fabrikant of consument					
13	Ik zie veel samenhang tussen scheikunde en biologie					
14	Ik gebruik dagelijks chemische producten					
15	Medeleerlingen kunnen mij beter dingen uitleggen dan de docent omdat ze beter begrijpen hoe ik denk					
16	Vaak weet ik niet wat ik van een practicum zou moeten leren					



17	Ik doe actief mee in de scheikundeles					
18	De scheikunde leerstof sluit aan op wat speelt in het dagelijks leven					
19	De scheikunde leerstof is te theoretisch					
20	Scheikunde is leuker als je zelf invloed hebt op wat er in de les gebeurt					
21	Ik weet wat er gebeurt als rioolwater chemisch wordt gezuiverd					
22	Afgezien van zonlicht, lucht en water zijn er nog andere voorwaarden voor planten om te groeien					
23	Ik ben niet bang om met glaswerk en chemicaliën te werken					
24	Ik kan voor scheikunde ook zonder docent een voldoende halen					
25	Chemie en duurzaamheid gaan niet samen					
26	Ik kan mijn scheikundekennis later gebruiken					
27	De leerlingen met wie ik veel samenwerk zijn serieus met scheikunde bezig					
28	Praktisch werk laat ik liever een ander doen					
29	De scheikundeles spoort mij aan om actief deel te nemen					
30	Ik begrijp scheikunde niet zo goed omdat het abstract is					

Open vragen

1. Vind je het belangrijk om iets van scheikunde te weten? Waarom wel of waarom niet.

2. Als je na het voortgezet onderwijs scheikunde gaat studeren is het duidelijk dat je veel aan scheikunde hebt. Maar het kan ook zijn dat je niet beroepsmatig met scheikunde in aanraking komt. Wat denk je dan nog aan je scheikundekennis te hebben?

3. In de les bepaalt de scheikundedocent meestal wat er moet gebeuren. Zou je meer vrijheid hierin willen hebben en hoe zou je de les dan willen invullen/aankleden?

HARTELIJK DANK VOOR JE MEDEWERKING, TIJD EN MOEITE !!!!



B.2 De vragenlijst voor de protest experimentele klassen

Naam : (jongen/meisje)

Klas :

Mee eens/mee oneens vragen Eén antwoord aankruisen aub

		Geheel mee eens	Beetje mee eens	Niet eens, mee oneens	Beetje mee oneens	Geheel mee oneens
1	Ik mis bij scheikunde de link naar het dagelijks leven					
2	Ik vind scheikunde een leuk vak					
3	Scheikunde speelt een belangrijke rol in de landbouw					
4	Proefjes maken scheikunde leuk					
5	Om scheikunde te kunnen begrijpen heb ik veel uitleg van de docent nodig					
6	Tijdens de scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren					
7	Ik leer het meest als de docent ons zelf dingen laat doen					
8	De module biedt voldoende oefenmateriaal om scheikunde goed te kunnen begrijpen					
9	De belangen van een nieuw chemisch product kan verschillen voor bijvoorbeeld de fabrikant of consument					
10	Ik kan voor scheikunde ook zonder docent een voldoende halen					
11	Ik begrijp scheikunde niet zo goed omdat het abstract is					
12	Keukenzout is het enige zout dat ik ken					
13	Iedereen heeft dagelijks met de toepassingen van scheikunde te maken					
14	Ik zie veel samenhang tussen scheikunde en biologie					
15	Ik vind samenwerken in een groep van 3-4 leerlingen een prettige manier van werken					
16	Ik gebruik dagelijks chemische producten					
17	Ik doe actief mee in de scheikundeles					
18	Medeleerlingen kunnen mij beter dingen uitleggen dan de docent omdat ze beter begrijpen hoe ik denk					
19	Vaak weet ik niet wat ik van een practicum zou moeten leren					
20	De leerlingen met wie ik veel samenwerk zijn serieus met scheikunde bezig					
21	De scheikunde leerstof sluit aan op wat speelt in het dagelijks leven					
22	Scheikunde is leuker als je zelf invloed hebt op wat er in de les gebeurt					
23	Afgezien van zonlicht, lucht en water zijn er nog andere voorwaarden voor planten om te groeien					
24	Ik ben niet bang om met glaswerk en chemicaliën te werken					
25	Chemie en duurzaamheid gaan niet samen					
26	Ik kan mijn scheikundekennis later gebruiken					
27	Ik weet wat er gebeurt als rioolwater chemisch wordt gezuiverd					



28	Praktisch werk laat ik liever een ander doen					
29	De scheikundeles spoort mij aan om actief deel te nemen					
30	De scheikunde leerstof is te theoretisch					

Open vragen naar aanleiding van de module

1. Je hebt de afgelopen weken scheikunde gekregen aan de hand van de module 'Groeien planten beter met chilisalpeteer?'. Vind je het belangrijk om iets van scheikunde te weten? Waarom wel of waarom niet? Heeft de module hier wat aan veranderd?

[illegible]

2. Als je na het voortgezet onderwijs scheikunde gaat studeren is het duidelijk dat je veel aan scheikunde hebt. Maar het kan ook zijn dat je niet beroepsmatig met scheikunde in aanraking komt. Wat denk je dan nog aan je scheikundekennis te hebben? Heeft de module hier in iets veranderd?

3. In de module heb je meer verantwoordelijkheid gekregen. Je werkt meer samen met andere leerlingen en de docent stuurt de klas minder aan. Wat vind je hiervan?

[illegible]

HARTELIJK DANK VOOR JE MEDEWERKING, TIJD EN MOEITE !!!!



B.3 De vragenlijst voor de protest controleklas

Naam : (jongen/meisje)

Klas :

Mee eens/mee oneens vragen Eén antwoord aankruisen aub

		Geheel mee eens	Beetje mee eens	Niet eens, mee niet mee oneens	Beetje mee oneens	Geheel mee oneens
1	Ik mis bij scheikunde de link naar het dagelijks leven					
2	Ik vind scheikunde een leuk vak					
3	Scheikunde speelt een belangrijke rol in de landbouw					
4	Proefjes maken scheikunde leuk					
5	Om scheikunde te kunnen begrijpen heb ik veel uitleg van de docent nodig					
6	Tijdens de scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren					
7	Ik leer het meest als de docent ons zelf dingen laat doen					
8	Het hoofdstuk biedt voldoende oefenmateriaal om scheikunde goed te kunnen begrijpen					
9	De belangen van een nieuw chemisch product kan verschillen voor bijvoorbeeld de fabrikant of consument					
10	Ik kan voor scheikunde ook zonder docent een voldoende halen					
11	Ik begrijp scheikunde niet zo goed omdat het abstract is					
12	Keukenzout is het enige zout dat ik ken					
13	Iedereen heeft dagelijks met de toepassingen van scheikunde te maken					
14	Ik zie veel samenhang tussen scheikunde en biologie					
15	Ik vind samenwerken in een groep van 3-4 leerlingen een prettige manier van werken					
16	Ik gebruik dagelijks chemische producten					
17	Ik doe actief mee in de scheikundeles					
18	Medeleerlingen kunnen mij beter dingen uitleggen dan de docent omdat ze beter begrijpen hoe ik denk					
19	Vaak weet ik niet wat ik van een practicum zou moeten leren					
20	De leerlingen met wie ik veel samenwerk zijn serieus met scheikunde bezig					
21	De scheikunde leerstof sluit aan op wat speelt in het dagelijks leven					
22	Scheikunde is leuker als je zelf invloed hebt op wat er in de les gebeurt					
23	Afgezien van zonlicht, lucht en water zijn er nog andere voorwaarden voor planten om te groeien					
24	Ik ben niet bang om met glaswerk en chemicaliën te werken					
25	Chemie en duurzaamheid gaan niet samen					
26	Ik kan mijn scheikundekennis later gebruiken					
27	Ik weet wat er gebeurt als rioolwater chemisch wordt gezuiverd					
28	Praktisch werk laat ik liever een ander doen					



29	De scheikundeles spoort mij aan om actief deel te nemen					
30	De scheikunde leerstof is te theoretisch					

Open vragen naar aanleiding van het hoofdstuk ‘Zouten’

1. Je hebt de afgelopen weken scheikunde gekregen over hoofdstuk 4 'Zouten' uit het leerboek Curie. Vind je het belangrijk om iets van scheikunde te weten? Waarom wel of waarom niet? Heeft hoofdstuk 4 'Zouten' hier wat aan veranderd?

[illegible]

2. Als je na het voortgezet onderwijs scheikunde gaat studeren is het duidelijk dat je veel aan scheikunde hebt. Maar het kan ook zijn dat je niet beroepsmatig met scheikunde in aanraking komt. Wat denk je dan nog aan je scheikundekennis te hebben? Heeft hoofdstuk 4 'Zouten' hier in iets veranderd?

[illegible]

3. In de klas bepaalt de scheikundedocent meestal wat er moet gebeuren. Zou je hier meer vrijheid hierin willen hebben en hoe ze je de les dan willen invullen/aankleden? Zoiets als de lessen voor hoofdstuk 4 'Zouten' met veel practica?

[illegible]

HARTELIJK DANK VOOR JE MEDEWERKING, TIJD EN MOEITE !!!!



B.4 De vragen uit de lijst gebundeld per onderzoeksvraag

Onderstaand is de indeling van de vragen in de verschillende categorieën weergegeven met de nummering van de pretest. De vragen die negatief geformuleerd zijn, zijn voor de verwerking geïnverteerd.

Deelvraag a: 'Verandert door de module de attitude van leerlingen ten opzichte van scheikunde?'

Gesloten vragen t.b.v. onderzoeksvraag a (totaal 8 stellingen):

		Geheel mee eens	Beetje mee eens	Niet mee eens, niet mee oneens	Beetje mee oneens	Geheel mee oneens
2	Ik vind scheikunde een leuk vak	5	4	3	2	1
11	Proefjes maken scheikunde leuk	5	4	3	2	1
16	Soms weet ik niet wat ik van een practicum zou moeten leren	1	2	3	4	5
17	Ik doe actief mee met scheikunde	5	4	3	2	1
23	Ik ben niet bang om met glaswerk en chemicaliën te werken	5	4	3	2	1
26	Ik kan mijn scheikundekennis later gebruiken	5	4	3	2	1
28	Praktisch werk laat ik liever een ander doen	1	2	3	4	5
30	Ik begrijp scheikunde niet zo goed omdat het abstract is	1	2	3	4	5

Open vraag

1. Vind je het belangrijk om iets van scheikunde te weten? Waarom wel of waarom niet.

Deelvraag b: 'Zien leerlingen door de context meer verbanden tussen scheikunde en hun omgeving?'

Gesloten vragen t.b.v. onderzoeksvraag b: (totaal 11 stellingen):

		Geheel mee eens	Beetje mee eens	Niet mee eens, niet mee oneens	Beetje mee oneens	Geheel mee oneens
1	Iedereen heeft dagelijks met de toepassingen van scheikunde te maken	5	4	3	2	1
3	Scheikunde speelt een belangrijke rol in de landbouw	5	4	3	2	1
7	Keukenzout is het enige zout dat ik ken	1	2	3	4	5
9	Ik mis bij scheikunde de link naar het dagelijks leven	1	2	3	4	5
12	De belangen van een nieuw chemisch product kan verschillen voor bijvoorbeeld de fabrikant of consument	5	4	3	2	1
13	Ik zie veel samenhang tussen scheikunde en biologie	5	4	3	2	1
14	Ik gebruik dagelijks chemische producten	5	4	3	2	1
18	De leerstof scheikunde sluit aan op wat speelt in het dagelijks leven	5	4	3	2	1
21	Ik weet wat er gebeurt als rioolwater chemisch wordt gezuiverd	5	4	3	2	1
22	Afgezien van zonlicht, lucht en water zijn er nog andere voorwaarden voor planten om te groeien	5	4	3	2	1
25	Chemie en duurzaamheid gaan niet samen	1	2	3	4	5

Open vraag

2. Als je na het voortgezet onderwijs scheikunde gaat studeren is het duidelijk dat je veel aan scheikunde hebt. Maar het kan ook zijn dat je niet beroepsmatig met scheikunde in aanraking komt. Wat denk je dan nog aan je scheikundekennis te hebben?



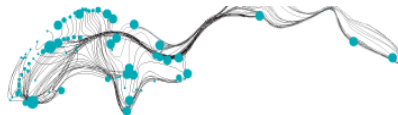
Deelvraag c: 'Welke invloed hebben de werkvormen van de Nieuwe Scheikunde op de leerlingen?'

Gesloten vragen t.b.v. onderzoeksvraag c (totaal 5 stellingen):

		Geheel mee eens	Beetje mee eens	Niet mee eens, niet mee oneens	Beetje mee oneens	Geheel mee oneens
4	Ik vind samenwerken in een groep van 3-4 leerlingen een prettige manier van werken	5	4	3	2	1
8	Ik leer het meest als de docent ons zelf dingen laat doen	5	4	3	2	1
20	Scheikunde is leuker als je zelf invloed hebt op wat er in de les gebeurt	5	4	3	2	1
24	Ik kan voor scheikunde ook zonder docent een voldoende halen	5	4	3	2	1
27	De leerlingen met wie ik veel samenwerk zijn serieus met scheikunde bezig	5	4	3	2	1
29	De scheikundeles spoort mij aan om actief deel te nemen	5	4	3	2	1

Open vraag

3. In de les bepaalt de scheikundedocent meestal wat er moet gebeuren. Zou je meer vrijheid hierin willen hebben en hoe zou je de les dan willen invullen/aankleden?



Bijlage C. Vragenlijsten interviews

In deze bijlage zijn opgenomen:

- | | | |
|-----|---|--------|
| C.1 | Vragenlijst voor groepsinterview experimentele klas V4c | pag. 1 |
| C.2 | Vragenlijst voor docenteninterview | pag. 2 |

C.1 Vragenlijst voor groepsinterview experimentele klas V4c

Start groepsinterview met inleiding:

Hartelijk dank dat jullie mee willen werken aan dit interview. Met jullie toestemming maken we hier een video-opname van om de resultaten goed te kunnen verwerken.

Afgelopen 2 maanden hebben jullie van mij (mevrouw Brenneisen) les gekregen volgens de module 'Groeien planten beter met chilisalpete?' volgens de onderwijsmethode nieuwe scheikunde. Deze module verving hoofdstuk 4 'Zouten' uit het leerboek Curie.

We willen nu via een groepsinterview van jullie horen of jullie de onderwijsmethode van de module of juist van het leerboek Curie beter ervaren en waarom.

Vragen

Deelvraag A1: attitude (cognitief → beroepskeuze) tov scheikunde

Heeft de werkwijze waarop het onderwerp zouten behandeld wordt in de module je interesse voor scheikunde verhoogd? Kun je hierbij aangeven waarom wel of waarom juist niet?

Deelvraag A2: attitude (affectie → positieve werkhouding) tov scheikunde

Heb jij je deelname aan de lessen met de module als prettig ervaren?

Deelvraag A3: attitude (waargenomen controle → betrokken- en nieuwsgierigheid)

Vind je dat de opzet van de module kan bijdragen aan een positievere werkhouding van jezelf en van je medeleerlingen?

deelvraag B1: invloed context

Draagt de maatschappelijke inhoud van de module bij dat je de leerstof scheikunde beter kunt plaatsen en kunt toepassen? Dus kun je zouten beter toepassen doordat het hangt aan kunstmest?

Deelvraag B2: invloed context

Vind je dit een verbetering ten opzichte van het leerboek Curie?

Deelvraag B3: invloed context

Wordt scheikunde voor jullie op deze manier een interessanter vak?

Deelvraag C1: werkvormen

Vind je dat je op een leukere manier scheikunde leert als je, zoals tijdens de module, met een groep zelfstandig de leerstof mag bestuderen en met proefjes mag onderzoeken?

Deelvraag C2: werkvormen

Denk je dat het samenwerken met een groep je positief geholpen heeft om het onderwerp zouten sneller en beter te begrijpen?

Deelvraag C3: werkvormen

Denk je dat je scheikunde beter leert als de docent duidelijke opdrachten geeft en je zegt wat je moet doen of heb je liever een meer coachende docent?

Afsluiting

Willen jullie nog wat anders kwijt over de module? Als jullie niks meer toe te voegen hebben willen we jullie heel hartelijk danken voor jullie medewerking. We gaan deze resultaten gebruiken voor ons onderzoek. We zullen jullie na afloop van het onderzoek op de hoogte brengen van het eindresultaat.



C.2 Vragenlijst voor docenteninterview

Onderzoek van Onderwijs

Invloed van module ‘Groeien planten beter met chilisalpeter?’

Door: Brenneisen en Vreeswijk

Interview docent na afloop module

Hoe vaak heeft je klas al met een module gewerkt voor deze module?

Hoe vaak hebben jullie een module nieuwe scheikunde gegeven?

Vind je dat de leerlingen enthousiast waren tijdens de modulelessen?

Hoe verliep de samenwerking tussen de leerlingen?

Vind je dat het samenwerken een positieve invloed heeft op de houding van de leerlingen?

Is de context aansprekend genoeg voor de leerlingen?

Vind je dat de leerlingen door het gebruik van de context de leerstof beter opnemen?

Denk je dat de leerlingen door het gebruik van de module meer verband zien tussen het vak scheikunde en het dagelijks leven? Waarom denk je dat?

Konden de leerlingen zelf goed met de module aan de slag? Moesten de leerlingen nog aangestuurd worden?

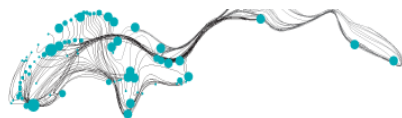
Hoe reageren leerlingen op de grotere verantwoordelijkheid?

Hoe stelden de leerlingen zich op gedurende de module? Waren ze enthousiast of terughoudend?

Wat vind je zelf van je eigen rol in deze module? En hoe zou je die omschrijven? Hoe heb je de module als docent ervaren?

Waarom heb je de module aangepast gebruikt? Zou je de extra aspecten een andere keer wel willen gebruiken? Wat zou je aan de module veranderen?

Kun je voorbeelden geven van wat de leerlingen van de module vinden?



Bijlage D. Opzet observatie

Doel van de observatie:

Door middel van de observaties willen we de onderzoeksvraag

In hoeverre worden doelstellingen van de nieuwe scheikunde gehaald met de aangepaste module 'Groeien planten beter met chilisalpete'?

en deelvragen

- Verandert door de module de attitude van leerlingen ten opzichte van scheikunde?
- Zien leerlingen door de context meer verbanden tussen scheikunde en hun omgeving?
- Welke invloed hebben de werkvormen van de Nieuwe Scheikunde op de leerlingen?

beantwoorden of de resultaten van de vragenlijst ondersteunen. Dat wil zeggen:

- Observatie gericht op de attitude van de leerlingen: (doen leerlingen actief mee, zijn ze plezierig, etc)
- leggen leerlingen verband met dagelijks leven?
- werken leerlingen goed samen (of verdelen ze het werk)? Kunnen leerlingen zelfstandig werken?

Door de enquêteresultaten van de pretest kunnen we vooraf vaststellen waar we met de observatie op willen letten. De leerlingen geven over het algemeen aan dat ze actief bij de scheikundeles zijn betrokken. In de observatie kunnen we dit controleren.

www.psychon.nl: opzetten van de observatie

Wat veronderstel je?

De moduleklas zal meer plezier in de lessen hebben dan de controleklas. Zij zijn actiever aan het werk en zijn meer betrokken bij de leerstof. De leerlingen in de moduleklas gaan samenwerkend leren.

Wat wil je zien in de observatie? Hoe ziet dit gedrag eruit?

Actief werkgedrag bij leerlingen: lezen, opgaven maken, proeven uitvoeren

Samenwerking: interactie tussen leerlingen, overleg

Plezier in de les: Blijde gezichten, goede sfeer, vrolijk, (geen gemopper, verveelde gezichten)

Hoe ga je dat doen?

Spontane observatie door de docent tijdens alle lessen van de moduleklas en controleklas. (tijdens of aan het eind van les noteren wat je tijdens de les is opgevallen wat betreft bovenstaande punten)

evt. aan te vullen door observatie Hepke als hij toch bij de lessen aanwezig is

Systematische observatie door observator bij een aantal lessen van moduleklas en controleklas (hiermee kunnen we ondersteunen dat de observatie van de docent goed bruikbaar is, of niet)

Observatietechniek

spontane observatie door docent

Systematische observatie door observator, open observatie: je weet waar je naar wilt kijken (bovenstaande punten, wat wil je zien?) maar de inhoud staat niet vast.

Observatiemiddelen

logboek om het werk van de leerlingen te beoordelen. Hieruit kan naar voren komen of leerlingen verband leggen met dagelijks leven.

gedragsobservatie

observeren van interactie in de klas

observeren van instructie

Wanneer? Hoe vaak? Hoe lang?

Observaties van gehele lessen van klassen Bataafs lyceum 4vc Moduleklas + 4va controleklas. Er vinden een aantal observaties plaats door een externe observator in de module en de controle klas. Beide klassen worden in alle lessen tevens door de docent geobserveerd dmv spontane observatie. Observatie docent gekoppeld aan observatie observator om betrouwbaarheid te verifiëren.

Observatie door observator:

- Eén van de eerste lessen van beide klassen (vanwege betrouwbaarheid observaties)
- halverwege de lessen beide klassen
- eindpresentatie moduleklas
- Observatie eindpresentaties klassen Canisius College (of alle klassen aan de beurt komen ligt aan de planning).

Wat heb ik hier allemaal voor nodig? Wat moet ik regelen?

Voor docent een observatieschrift om per klas, per les de spontane observaties te noteren.

Voor observator een observatieschrift om per open observatie de waarnemingen te noteren.

Afspraak Canisius voor observaties, kennis nemen van planning Herma en Eline.

Observaties op Bataafs lyceum afspreken.

Aanvullend gebruik van camera om gedrag vast te leggen.

Wat doe je als je niets te zien krijgt? Wanneer is de observatie geslaagd?

De observatie zal altijd wat opleveren, hoewel het een variërend beeld zou kunnen zijn. Bijv. bepaalde leerlingen die actief deelnemen en anderen niet.

Hoe presenteer ik het geobserveerde?

In het verslag als ondersteuning van de gevonden resultaten van het onderzoek. Evt beelden gebruiken tijdens presentatie.

Voor moduleklas onderstaande observatiemogelijkheden.

1. Gaan leerlingen uit zichzelf aan de slag, of moeten ze door de docent gemaand worden?
2. Blijven leerlingen uit zichzelf gedurende langere tijd aan het werk, of verslapt de actieve werkhouding relatief snel?
3. Is er ruimte voor 'sociale interactie' tijdens de les? Hoe gaan leerlingen daarmee om?
4. Hoe reageert de docent op zaken als niet-aan-het werk gaan, niet lang aan-het-werk blijven en een te veel aan sociale interactie?
5. Zijn de leerlingen enthousiast tijdens de les?
6. Maken de leerlingen de indruk de taak zelfstandig aan te kunnen, of hebben ze behoefte aan geregelde sturing van de docent
7. Voeren de leerlingen de taak oppervlakkig uit (b.v. bij vragen en vraagstukken: het goede antwoord is genoeg) of zijn ze ook met diepere dingen (b.v. hoe pak je dat aan) bezig?
8. Zijn er acties van de docent, waaruit duidelijk blijkt dat hij coacht op eigen taakuitvoering en op het nemen van eigen verantwoordelijkheid daarvan?

Voor controleklas

Vergelijking maken met moduleklas. Vind je gevonden gedrag uit moduleklas terug in controleklas of lijkt er daadwerkelijk verschil op te treden door het gebruik van de module (in interview met Hepke navragen of hij deze verschillen ook terugvindt?)

- doen leerlingen actief mee?
- Zijn leerlingen positief ten opzichte van scheikunde?

Voor de beantwoording van de verschillende onderzoeksvragen zijn voor elke categorie punten opgesteld om tijdens de observatie op te letten.

Onderzoeksvraag A: Verandert door de module de attitude van leerlingen ten opzichte van scheikunde?

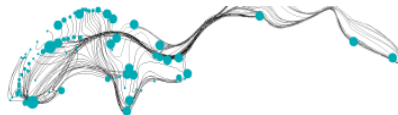
Zijn de leerlingen gefocused op wat er tijdens de les gebeurt?
Zijn de leerlingen met andere dingen dan scheikunde bezig?
Nemen de leerlingen actief deel aan de les en vindt er voldoende interactie plaats?
Nemen de leerlingen eigen initiatief en hebben ze weinig sturing nodig?
Zijn de leerlingen passief en moeten ze steeds aangestuurd worden?
Zijn de leerlingen tevreden en goed gehumeurd?
Zijn de leerlingen ontevreden en aan het mokken?
Worden de leerlingen gestimuleerd door de gebruikte werkvormen?

Onderzoeksvraag B: Zien de leerlingen door de context meer verbanden tussen scheikunde en hun omgeving?

Halen de leerlingen ook andere contexten erbij bij bepaalde concepten over zout?
Tonen de leerlingen veel kennis van zaken over scheikunde in de landbouw?
Gebruiken de leerlingen veel toepassingen uit de praktijk binnen scheikunde?
Tonen de leerlingen duidelijke standpunten vanuit verschillende invalshoeken?
Tonen de leerlingen zich betrokken vanuit hun invalshoek?
Tonen de leerlingen grote inzet bij het presenteren van hun standpunten?
Zijn de leerlingen enthousiast tijdens het standpunten debat en erna?
Zijn er leerlingen die niet mee doen tijdens het standpunten debat en erna?
Geven de leerlingen aan dat ze veel geleerd hebben van de module en van het debat?

Onderzoeksvraag C: Welke invloed hebben de werkvormen van de Nieuwe Scheikunde op de leerlingen?

Werken de leerlingen prettig samen?
Werken de leerlingen niet samen?
Vragen de leerlingen de docent vaak om uitleg?
Werken de leerlingen zelfstandig?
Vragen de leerlingen elkaar om uitleg?
Nemen de leerlingen eigen initiatieven?
Vragen de leerlingen steeds aan de docent wat ze moeten doen?
Zijn er ongemotiveerde leerlingen?
Proberen de leerlingen de planning te halen?



Bijlage E. Toetsen

In deze bijlage zijn opgenomen:

E.1 Rubrics ter beoordeling van de vaardigheden

Pag. 1 - 3

E.2 Kennistoetsen posttest

Pag. 4 - 9

E.1 Rubrics ter beoordeling van de vaardigheden

In deze bijlage is opgenomen (NB. alleen gebruikt op het Bataafs Lyceum):

1. Rubric voor literatuurstudie
2. Rubric voor groepswork, logboek, poster en debat
3. Rubric voor practicumverslag proef 6 en 8
4. Score verzamelformulier voor totale module

1. Rubrics of beoordelingsmatrix : Literaturopdracht module 'Groeien planten.....'

Criteria	Uitstekend	Goed	Redelijk	Onvoldoende
<i>Focus en diepgang</i>	Voldoende focus en diepgang	Passende focus, diepgang kan beter	Poging gedaan tot focus, weinig diepgang	Oppervlakkig
<i>Structuur</i>	Duidelijke structuur	Structuur kan duidelijker	Structuur is matig, veel versnippering	Te veel versnippering
<i>Inhoud</i>	Vragen beknopt en volledig beantwoord. Weloverwogen standpunten ingenomen.	Beantwoord maar met veel omhaal van woorden of niet helemaal volledig. Weloverwogen standpunten ingenomen.	Te omslachtig en onvolledig. Geen duidelijke standpunten	Veel te omslachtig en te onvolledig.



2. Rubrics of beoordelingsmatrix : Groepswerk, Posteropdracht en Debat module 'Groeien planten.....'

		Goed		Voldoende		Onvoldoende
Samenwerking		Bijzonder goede samenwerking tussen de leden van de groep, de taken zijn gelijk verdeeld. Niemand belemmerde het proces en de groep had plezier in het samenwerken.		Merkbare samenwerking tussen de leden van de groep; de taken zijn redelijk verdeeld.		Geen samenwerking tussen de leden van de groep; al het werk wordt individueel gedaan en op het eind samengevoegd.
Werkhouding		De leden van de groep zijn bijzonder goed bezig, nemen zelf initiatieven.		De leden van de groep zijn goed bezig. Zijn zelfstandig aan het werk.		De leden van de groep zijn weinig geconcentreerd en met andere dingen bezig.
Logboek		Keurig bijgehouden, volledige uitwerkingen en opdrachten zijn goed gemaakt.		Geprobeerd om goed bij te houden, uitwerkingen deels goed en opdrachten redelijk gemaakt.		Niet consequent bijgehouden, uitwerkingen slordig en veel fouten in opdrachten .
Poster vormgeving		Tekst en plaatjes passen logisch bij elkaar en er is gezocht naar een bijzondere combinatie. De hoofdzaken vallen duidelijk op.		Tekst en plaatjes passen logisch bij elkaar.		Tekst en plaatjes passen niet bij elkaar.
Poster inhoud		De poster is sterk uitnodigend en gevarieerd. Hij geeft een goed beeld van de standpunten vanuit de invalshoek en bevat extra informatie.		De poster is uitnodigend en geeft een goed beeld van de standpunten vanuit de invalshoek. Hij bevat genoeg informatie.		De poster is weinig uitnodigend, en niet informatief. Hij geeft geen beeld van de opdracht.
Presentatie		De presentatie is boeiend, de spreektijd evenredig verdeeld binnen de 4 minuten. Er wordt goed gebruik gemaakt van de poster.		De presentatie is boeiend en de spreektijd evenredig verdeeld binnen de 4 minuten.		De presentatie is niet boeiend, wordt voorgelezen. Er is een onevenredige verdeling van de spreektijd.
Debat		Eigen standpunten worden goed verdedigd en tegen het licht gehouden van de (tegen-) standpunten van de andere groepen. Slot is pakkend en geeft een duidelijk en heldere conclusie. De spreektijd is evenredig en binnen de 3 minuten.		Eigen standpunten worden nogmaals verdedigd. Slot is duidelijk en heldere conclusie. De spreektijd is evenredig en binnen de 3 minuten.		Eigen standpunten worden nogmaals verdedigd. Slot en conclusie zijn onduidelijk. Er is een onevenredige verdeling van de spreektijd.



3. Beoordelingsformulier voor practicumverslag proef 6 en 8

Onderdeel : Proef 6	mogelijke score	score
naam/datum van de proef/klas	0 - 1	
Doel van de proef (in 1 zin)	0 - 2	
Beschrijving van de uitvoering van de proef (in max. 10 zinnen)	0 - 3	
Presentatie van de meetresultaten	0 - 4	
Beantwoording van de 6 vragen van proef 6 a t.m.f	0 - 7	
Significante cijfers goed	0 - 1	
Totaalscore	18	
Cijfer (9*score/18 + 1)		

Onderdeel : Proef 8	mogelijke score	score
naam/datum van de proef/klas	0 - 1	
Doel van de proef (in 1 zin)	0 - 2	
Beschrijving van de uitvoering van de proef (in max. 10 zinnen)	0 - 3	
Presentatie van de meetresultaten	0 - 4	
Berekening massa% Fe ³⁺ in mosdoder	0 - 4	
Controle berekening gehalte in eerste buis	0 - 4	
Significante cijfers goed	0 - 1	
Totaalscore	19	
Cijfer (9*score/19 + 1)		

4. Score verzamelformulier voor totale module

MODULE VWO 4: Goeien planten beter met chilialpeter?

GROEP	INVALSHOEK	Groepsleden

Scoreformulier: Literatuurstudie, Logboek, Samenwerken, Werkhouding, Poster, Presentatie en Debat

Literatuurstudie	Logboek	Samenwerken	Werkhouding	Poster	Presentatie	Debat		gemidd.

Scoreformulier Practicumopdracht proef 6 en 8

proef 6	proef 8		gemidd.

E.2 Kennistoetsen posttest

In deze bijlage zijn de kennistoetsen van de posttest opgenomen van:

- a) De experimentele klas V4c en de controle klas V4b van het Bataafs Lyceum
- b) De experimentele klassen V4m en V4v van het St. Canisius
- c) De experimentele klassen H4m en H4v van het St. Canisius

a) Kennistoets voor 4 vwo van het St. Canisius



maandag 2 april 2012

Klas: 4 Vwo

SET 3 Scheikunde - hoofdstuk 3 en 4

Toegestane hulpmiddelen: rekenmachine (mag niet uitgeleend worden) + BINAS.

Totaal 6 opgaven

Max. score
42

1. 6 pt

Schrijf de zoutformule van de volgende zouten:

- a. koper(II)fosfaat
- b. ammoniumnitriet
- c. aluminiumwaterstofcarbonaat

Geef de naam van de volgende zoutformules:

- d. Ag_2SO_3
- e. $\text{CrCl}_3 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- f. Fe_2S_3

2. 6 pt

Geef de volgende vergelijkingen weer en voeg de toestandsaanduidingen toe:

- a. Het oplossen van het zout $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot \text{H}_2\text{O}$
- b. Het indampen van de bariumjodide-oplossing
- c. De neerslagreactie die optreedt als je natriumfluoride-oplossing voegt bij calciumacetaat-oplossing

3. 8 pt

Leo heeft tijdens het practicum onvoldoende opgelet. Hij heeft drie erlenmeyers: in een erlenmeyer is natriumnitraat, in een andere is calciumnitraat en in de laatste lood(II)nitraat opgelost. Hij weet echter niet meer in welke erlenmeyer welke stof is opgelost. Leo maakt een werkschema waarmee hij kan nagaan welk zout in welke erlenmeyer is opgelost. Hij heeft hiervoor 2 zoutoplossingen nodig. Noteer welke 2 dat zijn en noteer de 3 neerslagreacties die optreden.

Blad 1 van 2

4. 10 pt

Een tuinder zit in voorarrest omdat hij verdacht wordt zijn tomaten vergiftigd te hebben waardoor een aantal consumenten met ernstige maagklachten in het ziekenhuis beland zijn. De tuinder meldt dat hij onder druk van milieu-activisten een andere bestrijdingsmiddel is gaan gebruiken wat mogelijk de



oorzaak kan zijn. Volgens de fabrikant die het middel geleverd heeft zou het gebruik veilig zijn en ligt de oorzaak elders.

Justitie heeft twee onafhankelijke wetenschappers Theo en Kim ingehuurd om te onderzoeken of het bestrijdingsmiddel wel of niet schadelijk is. Theo en Kim tonen met een NaCl-oplossing en een NaI-oplossing aan dat het bestrijdingsmiddel hoge concentraties giftige Pb^{2+} -ionen bevat en dus schadelijk is voor de volksgezondheid.

Stel een werkschema of stappenplan op van het onderzoek waarmee Theo en Kim de giftige Pb^{2+} -ionen hebben aangetoond. Geef de neerslagreacties die hierbij optreden. Maak gebruik van Binas 45A en 65B.

5. 6 pt

Meststoffen worden vaak aangeduid met de letters NPK, die de gehalten van de elementen N, P en K in de meststof aanduiden. NPK 12-10-18 bevat bijvoorbeeld 12 procent N, 10 % P en 18% K. het resterende deel van de mest bestaat uit andere elementen.

Welke NPK aanduiding heeft de meststof ammoniumfosfaat?

6. 6 pt

Als je magnesiumcarbonaat toevoegt aan water en roert, zie je dat de elektrische geleiding G stijgt. De waarde stijgt tot een bepaald punt, waarna verder toevoegen van magnesiumsulfaat geen verandering meer geeft in G .

a. Verklaar de toename van G .

b. Verklaar waarom G vanaf een bepaald moment constant blijft.

Als je vervolgens koperfluoride aan deze oplossing toevoegt zie je dat G snel afneemt.

c. Verklaar de snelle afname van G .

b) Kennistoets voor 4 vwo van het St. Canisius

PROEFWERK HOOFDSTUK 4
Zouten

4 Vwo
Versie A

Lees onderstaande opgaven eerst zorgvuldig door!
VEEL SUCCES!

Zowel bij deel 1, een meerkeuzetoets van 16 vragen, als bij deel 2, bestaande uit 2 open vragen, is het gebruik van Binas noodzakelijk. Je mag alleen het **binasboekje van school** gebruiken.

LET OP: **GEEN grafische rekenmachine** toegestaan

Deel 1: meerkeuzevragen (32 punten)

- Welke van de onderstaande formules geeft een zout aan?
A HBr
B NH_3
C AlH_3
D PH_3
- Men onderzoekt de stroomgeleiding van twee stoffen X en Y:
 - stof X geleidt de stroom wel in vloeibare toestand en ook in vaste toestand.
 - stof Y geleidt de stroom niet in vloeibare toestand en ook niet in vaste toestand.Bij welk soort stoffen kun je de stoffen X en Y indelen op grond van dit onderzoek?

- A stof X kan een metaal zijn en stof Y kan een zout zijn
 B stof X kan een metaal zijn en stof Y kan een moleculaire stof zijn
 C stof X kan een zout zijn en stof Y kan ook een zout zijn
 D stof X kan een zout zijn en stof Y kan een moleculaire stof zijn
3. Kan MgBr_2 stroom geleiden?
 Zo ja, in welke toestand is stroomgeleiding mogelijk?
 A ja, in gesmolten toestand en in opgeloste toestand
 B ja, alleen in gesmolten toestand
 C ja, alleen in opgeloste toestand
 D nee, in geen enkele toestand
4. Wat zijn de volledige namen van de stoffen die aangegeven worden met de formules CrO_3 en SO_3 ?
 A chroom(VI)oxide en zwavel(VI)oxide
 B chroom(VI)oxide en zwaveltrioxide
 C chroomtrioxide en zwaveltrioxide
 D chroom(III)oxide en zwavel(III)oxide
5. De formules van kwik(I)sulfide en kwik(II)nitraat zijn
 A Hg_2S en $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
 B HgS en $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
 C Hg_2S en $\text{Hg}_2(\text{NO}_3)_2$
 D HgS en HgNO_3
6. Welk type binding wordt verbroken als vast ammoniumsulfaat oplost in water?
 A molecuulbinding
 B atoombinding
 C metaalbinding
 D ionbinding
7. Een zout dat uit meer dan twee ionsoorten bestaat is een dubbelzout.
 Welke formule geeft een correcte verhoudingsformule voor het dubbelzout kaliumaluminiumsulfaat aan?
 A KAlSO_4
 B $\text{K}_3\text{Al}(\text{SO}_4)_3$
 C $\text{K}_3\text{Al}(\text{SO}_4)_2$
 D K_3AlSO_4
8. Uraan kan de ladingen 0, 3+, 4+ en 6+ hebben.
 Welke lading(en) heeft uraan in U_3O_8 en welke in UO_2CO_3 ?
- | | in U_3O_8 | in UO_2CO_3 |
|---|---------------------------|-----------------------------|
| A | 0 en 4+ | 3+ |
| B | 0 en 4+ | 4+ |
| C | 4+ en 6+ | 3+ |
| D | 4+ en 6+ | 6+ |
9. Twee zouten die elk op zichzelf slecht oplossen in water zijn
 A calciumsulfide en calciumsulfiet
 B zinksulfiet en zinksulfaat
 C kwik(I)chloride en kwik(II)jodide
 D ammoniumfosfaat en loodacetaat
10. Welke van de onderstaande stoffen kan, na mengen met water, de elektrische stroom het beste geleiden?
 A $\text{Ba}(\text{OH})_2$
 B BaS

- C BaSO_3
D BaSO_4
11. Welke van de onderstaande zoutoplossingen zal een slecht oplosbaar zout vormen na mengen met een MgBr_2 -oplossing
A een oplossing van $\text{Zn}(\text{CH}_3\text{COO})_2$
B een oplossing van $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
C een oplossing van BaI_2
D een oplossing van $\text{Ca}(\text{OH})_2$
12. Wat is de vergelijking voor de reactie tussen een oplossing van ijzer(III)sulfaat en een oplossing van bariumhydroxide?
A $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 2 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{BaSO}_4(\text{s})$
B $\text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 3 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + \text{BaSO}_4(\text{s})$
C $2 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 3 \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 6 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3 \text{BaSO}_4(\text{s})$
D $2 \text{Fe}^{3+}(\text{aq}) + 3 \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) + 3 \text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + 3 \text{OH}^-(\text{aq}) \rightarrow 2 \text{Fe}(\text{OH})_3(\text{s}) + 3 \text{BaSO}_4(\text{s})$
13. Welke twee zoutoplossingen geven na mengen en filtreren een filtraat dat zeker een gele kleur heeft? Gebruik tabel 65B. Met een overmaat bedoelen we dat er te veel van deze oplossing is toegevoegd.
A $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ met een overmaat KOH
B $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ met een overmaat $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
C $\text{Fe}_2(\text{NO}_3)_3$ met een overmaat NaOH
D $\text{Fe}_2(\text{NO}_3)_3$ met een overmaat K_3PO_4
14. Welke van onderstaande oplossingen is geschikt om aan te tonen dat een oplossing van "jozo-zout" behalve opgelost natriumchloride ook een beetje opgelost kaliumjodide bevat?
A een oplossing van HgNO_3
B een oplossing van $\text{Hg}(\text{NO}_3)_2$
C een oplossing van MgSO_4
D een oplossing van $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$
15. Een zoutoplossing wordt op de volgende manieren onderzocht:
- bij toevoegen van een Na_2CO_3 -oplossing ontstaat een neerslag.
- bij toevoegen van een MgSO_4 -oplossing ontstaat ook een neerslag.
Welk van onderstaande zouten kan in de onderzochte zoutoplossing aanwezig zijn?
A CuSO_4
B ZnSO_4
C $\text{Fe}(\text{NO}_3)_2$
D $\text{Ba}(\text{NO}_3)_2$
16. Een zoutoplossing wordt op de volgende manieren onderzocht:
- als kaliumhydroxide-oplossing wordt toegevoegd ontstaat wel een neerslag.
- als magnesiumjodide-oplossing wordt toegevoegd ontstaat geen neerslag.
Welk van onderstaande zouten kan in de onderzochte zoutoplossing aanwezig zijn?
A K_3PO_4
B Na_2CO_3
C FeSO_4
D $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$

Deel 2: open vragen (16 punten)

Opgave 17 (4 punten)

Jacqueline moet onderzoeken of nikkelcarbonaat in water oplosbaar is. In de chemicaliënkast is nikkelcarbonaat niet aanwezig. Er staat wel nikkelnitraat en natriumcarbonaat.

- a. Leg uit dat Jacqueline door een oplossing van nikkelnitraat bij een oplossing van natriumcarbonaat te doen, kan onderzoeken of nikkelcarbonaat oplosbaar is in water.



Als zij de proef uitvoert, ontstaat een neerslag.

- b. Geef de neerslagvergelijking

Opgave 18 (10 punten)

Bij niet-digitale fotografie wordt een vloeistof gebruikt die 'ontwikkelaar' wordt genoemd. Bij het ontwikkelen van de foto's komen in deze vloeistof zilverionen terecht. Daardoor is het niet toegestaan om afgewerkte ontwikkelaar door de gootsteen weg te spoelen.

- a. Met welke zoutoplossing zou je de zilverionen uit de afgewerkte ontwikkelaar kunnen verwijderen?
- b. Geef de vergelijking van deze neerslagreactie.

Behalve ontwikkelaar wordt ook een zogenaamde 'fixeeroplossing' gebruikt. Dat is een oplossing van natriumthiosulfaat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. In deze oplossing komen natriumionen en thiosulfaationen voor. De oplosbaarheid van zouten van thiosulfaat is vergelijkbaar met die van sulfiet.

- c. Geef de notatie van een natriumthiosulfaatoplossing.
- d. Welk oplosmiddel zou je kunnen gebruiken om de thiosulfaationen uit afgewerkte fixeervloeistof te verwijderen?
- e. Geef de vergelijking van de neerslagreactie die dan optreedt.

c) Kennistoets voor 4 havo van het St. Canisius

PROEFWERK HOOFDSTUK 4 Zouten

4 Havo
Januari 2012

Opgave 1 Zoutoplossingen mengen

Je mengt twee zoutoplossingen. Ga na welke ionen in de oplossing aanwezig zijn en of er een neerslag ontstaat.

Schrijf bij elke vraag eerst de ionformules van de aanwezige ionen op. Geef daarna de reactievergelijking van de neerslagreactie.

- a. Bariumhydroxide-oplossing en magnesiumbromide-oplossing
- b. IJzer(III)sulfaat-oplossing en loodacetaat-oplossing
- c. Kaliumsulfiet-oplossing en zilvernitraat-oplossing

Opgave 2 Onbekend zout aantonen

Een oplossing van een onbekend zout X wordt in twee reageerbuizen I en II gedaan.

I Aan buis I wordt een oplossing van zinknitraat toegevoegd. De oplossing blijft helder.

II Aan buis II wordt een oplossing van bariumchloride toegevoegd. Er ontstaat een suspensie.

Het onbekende zout X zou kunnen zijn:

- A bariumsulfaat
- B natriumjodide
- C kaliumsulfaat
- D natriumcarbonaat

Opgave 3 Aanwezigheid ion aantonen

Een onbekende oplossing Y bevat óf chloride- óf jodide-ionen. Een klein beetje van de oplossing wordt in een lege reageerbuis gedaan. In deze buis schenkt men ook een oplossing van loodnitraat. Er ontstaat een gele suspensie.

Beredeneer of in oplossing Y chloride- of jodide-ionen aanwezig zijn.

(Tip: maak bij je antwoord gebruik van Binas Tabel vijfenveertig A en vijfenzestig B)

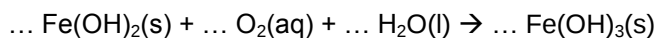
Opgave 4 Reacties van ijzerionen

Als je natronloog (= oplossing van natriumhydroxide) toevoegt aan een oplossing van een ijzer(II)zout, ontstaat er ogenblikkelijk een groen neerslag.

- a. Geef de vergelijking van deze reactie.



Jelle laat het mengsel met het groene neerslag in een onafgedekt bekerglas staan. Na een tijdje wordt de bovenkant van het neerslag langzaam bruin. Dat komt door de vorming van ijzer(III)hydroxide. Hiervoor geldt de vergelijking:



- b. Maak de reactievergelijking kloppend
- c. Verklaar waarom het groene neerslag het snelst bruin wordt aan de bovenkant.

Opgave 5 Tandpasta

Aan tandpasta's voegt men vaak middelen toe om tandbederf tegen te gaan. Je ziet op verpakkingen wel staan: natriumfluoride, kaliumfluoride, ammoniumfluoride.

Geef de formules van deze stoffen.

- a. Waarom zal men wel deze fluoriden toevoegen aan tandpasta en niet calciumfluoride of magnesiumfluoride?

Ook komt natriummonofluorofosfaat voor in tandpasta. Op een verpakking staat als formule van deze stof: $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$.

- b. Leg uit welk deel van deze naam niet overeenkomt met de formule.
- c. Geef de juiste formule van natriummonofluorofosfaat.

In tandpasta's komen ook polijstmiddelen voor zoals calciumcarbonaat en calciumpyrofosfaat, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

- d. Beredeneer wat de lading is van het pyrofosfaation.

Opgave 6 Kunstmest

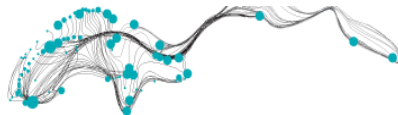
Jacky krijgt de opdracht te onderzoeken of vast Pokon ammoniumsulfiet of ammoniumnitraat bevat.

- a. Geef de formules van ammoniumsulfiet en ammoniumnitraat
- b. Leg uit hoe Jacky het Pokon onderzoek uit moet voeren. Geef duidelijk per stap aan wat hij moet doen. Als er reacties optreden, geef dan ook de bijbehorende reactie-vergelijkingen.

Ammoniumchloride is een bestanddeel van andere soort kunstmest.

- c. Welke twee zoutoplossingen zou je kunnen gebruiken om ammoniumchloride te maken?
- d. Geef de vergelijkingen van de reacties die optreden, om vast ammoniumchloride te maken.

Einde



Bijlage F. Twents Meesterschap

Op de conferentie Twents Meesterschap zijn gemaakte keuzes en dilemma's van de herontworpen module "Groeien" aan de orde gesteld tijdens een workshop onder leiding van vakdidacticus Fer Coenders. Deze conferentie vond plaats op 26 januari 2012 op de Universiteit Twente. Aan de workshop namen naast ons ook 12 scheikundedocenten deel. Na een introductie moesten de deelnemers in drie groepen brainstormen over de hieronder genoemde stellingen. Relevante uitkomsten van de werkgroep zijn onder de stellingen in cursief weergegeven (bron: DOT-notulen van Fer Coenders en notulen van Laura Brenneisen).

Stelling 1: Door koppeling aan een context (of aan meerdere) onthouden leerlingen concepten beter. Op die manier dragen contexten ook bij aan het leerproces van leerlingen.

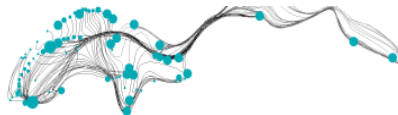
- *De context zorgt voor meer betrokkenheid en beeldvorming bij de leerlingen;*
- *De werkvorm waarbinnen de context wordt gegeven is belangrijk;*
- *De context maakt de leerstof 'te' ingewikkeld;*
- *De context leidt af van wat de leerlingen werkelijk moeten weten;*
- *De context kan bijdragen aan het onthouden van concepten, mits de concept niet te ingewikkeld is.*
- *Meerdere contexten moeten aan leerlingen aangeboden worden voor de beeldvorming.*

Stelling 2: Samenwerken draagt nauwelijks (niet) bij aan het leren, dus waarom zouden we leerlingen dat dan laten doen?

- *Samenwerken is heel belangrijk bij een latere baan. Dan moet je vaak ook samenwerken met anders denkende mensen;*
- *De meeste leerlingen vinden het leuk;*
- *Het samenwerken leidt tot meer betrokkenheid bij de leerlingen;*
- *Leerlingen in groepjes leggen elkaar stof uit (= moeten het zelf begrijpen);*
- *Randvoorwaarde is dat het samenwerken wel tot iets moet leiden en er procesbewaking aanwezig is;*
- *Zwakke leerlingen remmen de samenwerking af;*
- *Samenwerken draagt bij aan het leren, mits de leerlingen binnen de groep elkaar liggen;*
- *Bij de hogere klassen van de bovenbouw werkt homogene groepen beter dan heterogene;*
- *Kost wel veel tijd om aan te leren en uit te voeren.*

Stelling 3: Hoe gaan we om met open opdrachten, zoals in deze module het maken van een poster, waarbij leerlingen veel informatie kunnen/moeten verzamelen?

- *Wat is een open opdracht? De aanpak van de opdracht moet duidelijk zijn. Zo neem je de (mogelijke) angst weg bij de leerlingen die belangrijker zijn dan het product.*
- *De leerlingen structuur aanbieden om opdrachten te maken en samen te werken waarbij in de hogere klassen wel meer vrijheid gegeven kan worden (opener).*
- *Niet te open opdrachten. Voorwaarden/criteria stellen aan de poster waar het aan moet voldoen, bijvoorbeeld via een beoordelingsblad of rubric.*
- *De open opdracht tijdens de les laten doen onder toezicht van de docent.*



Bijlage G.Resultaten

In deze bijlage worden de resultaten gegeven:

- G.1 SPSS resultaten gesloten vragen
- G.2 Groepsinterview experimentele klas V4c
- G.3 Interview docenten

Pag. 1 - 6

Pag. 7 - 9

Pag. 10 - 12

G.1 SPSS resultaten gesloten vragen

Hieronder staan voor alle klassen de resulterende waarden van de pretest en posttest voor de verschillende categorieën per leerling weergegeven. Wanneer één van de vragen in de categorie niet is ingevuld is geen waarde voor de categorie vastgesteld en telt de leerling niet mee in de t-toets.

Klas V4b

Leerling	Attitude		Context		Werkvormen	
	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest
1	4,88	4,75	4,50	3,60	3,00	3,00
2	4,13	3,63	3,30	3,90	3,20	3,20
3	3,88	3,63	3,30	4,00	2,60	2,20
4	3,75	3,50	3,80	4,20	3,20	3,00
5	4,13	3,50	4,30	3,60	3,40	2,60
6	3,88	4,00	3,10	3,20	3,80	4,00
7	4,50	4,38	3,90	3,70	3,60	3,60
8	3,63	3,50	3,70	3,10	3,80	3,60
9	4,25	4,38	4,20	4,30	3,60	3,40
10	3,13	2,88	3,60	3,50	2,80	2,60
11	3,75	3,63	3,90	3,90	3,00	3,00
12	3,25	3,38	3,60	3,80	3,00	3,40
13	4,13	4,13	3,90	3,70	3,20	3,60
14	3,63	3,00	3,70	3,60	4,20	3,00
15	3,75		3,70		4,00	3,20

Klas V4c

Leerling	Attitude		Context		Werkvormen	
	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest
1		3,25	4,60	4,00	3,60	3,80
2	3,00	4,13	3,30	3,10	3,00	3,60
3	4,75	4,88	4,40		3,20	3,40
4	3,88	3,88	4,00	3,50	4,00	2,60
5	4,00	4,25	4,00	4,10	3,80	3,60
6	3,50	3,13	4,20	3,40	3,20	2,20
7	4,00	3,88	3,60		3,40	4,00
8	4,13	4,38	4,80	4,40	3,00	3,40
9	4,25	4,38	4,40	4,20	4,40	4,20
10	3,25	4,38	2,40	3,90	2,80	3,80
11	3,88	4,38	4,10	3,70	3,80	4,00
12	4,13	4,13	4,20		4,00	3,80
13	3,75	4,25	3,80	3,70	3,60	3,80
14	4,00	3,50	3,10	3,30	3,40	3,20
15	3,38	4,13	2,60	3,70	2,20	3,00
16	4,88	4,25	3,60	4,00	4,60	4,40
17	3,88	4,00	4,00	4,10	3,00	3,60
18	4,13	4,25	4,20	2,90	4,40	3,60
19	4,38	4,63	3,90	3,90	3,60	3,60

Klas V4m



Leerling	Attitude		Context		Werkvormen	
	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest
1	4,25	3,75	4,50	3,20	4,20	4,20
2	4,00	4,25	4,10	3,50	3,20	3,80
3	2,75	2,63	3,80	2,80	2,20	3,40
4	3,63	3,50	3,80	3,00	2,80	2,60
5	3,38	3,38	3,70	2,60	3,60	3,40
6	3,63	4,25	3,80	3,10	3,80	3,20
7	3,50	4,25	3,40		3,40	3,40
8	3,88	4,00	4,00	3,90	4,00	4,00
9	4,25	4,38	4,40	3,70	3,40	3,00
10	4,63	4,88	4,90	4,40	4,00	3,80
11	4,13	4,13	4,00	3,80	3,80	4,20
12	4,00	3,75	3,90	2,70		4,40
13	4,63	4,38	4,60	4,20	4,00	4,20
14	4,38	4,38	4,30	4,10	3,40	3,80
15	3,75	4,00	4,00	3,50	3,20	3,40
16	4,38	3,75	4,00	2,90	3,80	3,80
17	4,63	4,38	4,00	3,50	4,00	4,00
18	3,63	3,25	4,30	3,10	4,40	4,00
19	3,75	3,50	3,70	3,10	3,60	3,80
20	4,88	4,38	4,20	4,10	4,20	
21	4,63	4,88	4,50	3,70	4,40	4,40
22	3,38	4,13	3,60	2,60	3,60	3,80
23	4,13		3,50		3,20	3,40
24	4,63	4,13	4,20	3,70	4,20	4,20
25	4,38	4,50	4,60	3,90	4,60	4,00

Klas V4v

Leerling	Attitude		Context		Werkvormen	
	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest
1	3,88	4,38	3,70	4,00	3,20	3,60
2	3,50	2,63	3,10	2,90	3,80	3,80
3	4,13	3,88	4,00	3,50	4,20	3,80
4	4,38	4,13	4,10	2,60	3,60	3,60
5	3,50	3,50	3,60	3,40	3,00	2,60
6	4,00	3,88	4,00	4,20	3,60	3,40
7	3,38	3,50	3,80	3,70	4,20	4,40
8	3,88	3,75	3,50	2,80	3,00	3,40
9	3,50	3,63	3,70	2,90	4,00	4,00
10	4,75	4,38	4,40	3,60	3,60	3,40
11	4,63	4,25	4,20	4,60	3,60	3,40
12	4,38	4,25	4,40	3,40	4,40	4,40
13	3,75	3,63	3,30	3,30	3,40	3,20
14	4,25	4,00	4,40	3,40	2,80	3,80
15	3,75	3,63	4,30	4,30	3,40	4,20

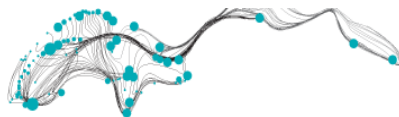


Klas H4m

Leerling	Attitude		Context		Werkvormen	
	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest
1	3,63	4,00	3,70	3,60	4,00	4,00
2	4,00	4,00	3,20	3,60	3,80	4,00
3	3,88	4,00	2,70	2,80	3,20	2,20
4	3,88	4,00	3,80	3,10	4,00	4,00
5	4,38	4,63	3,80	3,80	3,40	3,20
6	4,25	4,75		3,60	4,00	3,60
7	3,50	4,38	4,20	4,20	2,60	3,40
8		4,38	3,40	3,70	4,40	4,40
9	3,88		3,60	3,80	4,00	4,20
10	4,00	4,13	3,70	3,50	3,40	3,60
11	4,25	4,13	4,10	3,90		4,20
12	4,38	4,75	3,70		3,80	4,60
13	3,88	4,63	3,20	2,90	3,80	3,80
14	4,75	4,88	4,90	4,80	4,20	4,60
15	3,25	3,38	3,40	3,60	3,20	3,20
16	3,63	4,13	3,10	3,60	4,00	3,80
17	3,75	4,25	3,60	4,20	3,20	3,80
18	4,38	4,38	4,40	4,00	2,80	4,20
19	4,25	4,00	4,20	4,50	4,20	4,00
20	3,25	4,88	4,10	4,40	2,20	2,40
21	4,50		4,60	4,00	4,80	3,80

Klas H4v

Leerling	Attitude		Context		Werkvormen	
	posttest	pretest	posttest	pretest	posttest	pretest
1	4,13	4,00	3,90	3,60	4,80	4,80
2	3,88	4,25	3,70	3,70	3,60	3,60
3	4,88	4,00	4,90	4,00	4,20	3,20
4	3,00	3,25	3,60	3,90	3,00	3,80
5	3,88	4,00	2,70	3,60	3,20	3,40
6	3,38	4,25	3,40	3,50	3,20	4,40
7	4,38	3,75	3,80	3,70	3,60	3,40
8	4,50	4,38	3,90	3,60	4,20	4,20
9	3,75	3,88	3,60	3,40	3,40	3,80
10	3,13	3,50	4,50		4,20	4,00
11	4,75	4,13	4,60	3,30	4,00	3,80
12	2,38	2,38	2,60	2,70	3,60	2,80
13	3,75	4,13	4,20	4,10	4,00	4,00
14	3,75	4,50	3,40	2,90	3,60	4,20
15	4,13	4,25	4,10	3,80	3,40	4,00
16	4,38	4,38	3,80	3,90	4,00	5,00
17	4,50	4,13	3,90	3,70	3,80	3,20
18	3,13	3,75	2,80	3,30	3,20	3,80
19	4,50	4,25	3,50	3,20	3,80	4,00
20	3,50	4,00	3,60	3,50	3,40	3,60
21	3,50	4,13	3,60	4,10	3,60	3,60
22	4,50	4,75	4,30	3,60	4,20	4,80



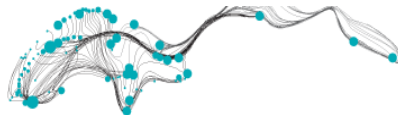
Resultaten per categorie

Voor de beantwoording van elke deelvraag is een tabel met de resultaten uit SPSS opgenomen. In de tabellen zijn de gemiddelde waarden en de standaarddeviatie van de leerlingen in de klas weergegeven voorafgaand en na afloop van de module. Daarnaast zijn de bijbehorende resultaten van de t-toets weergegeven, waaruit wordt bepaald of er een significante verandering is opgetreden.

Attitude					Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Attitude_voor		Attitude_na		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
Klas	mean	Sd	mean	Sd				Lower	Upper			
V4b	3,7321	,53227	3,9196	,46411	,18750	,25358	,06777	,04109	,33391	2,767	13	,016
V4c	4,1528	,39425	3,9514	,47577	-,20139	,47962	,11305	-,43990	,03712	-1,781	17	,093
V4m	4,0313	,52031	4,0417	,52733	,01042	,38292	,07816	-,15128	,17211	,133	23	,895
V4v	3,8250	,45267	3,9750	,43095	,15000	,29955	,07734	-,01589	,31589	1,939	14	,073
H4m	4,2917	,39760	3,9583	,41347	-,33333	,43513	,10256	-,54972	-,11695	-3,250	17	,005
H4v	4,0000	,48795	3,8920	,64237	-,10795	,46178	,09845	-,31269	,09679	-1,097	21	,285

Context					Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Context_voor		Context_na		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
Klas	mean	Sd	mean	Sd				Lower	Upper			
V4b	3,7013	,32569	3,6948	,37160	-,00649	,43154	,11533	-,25565	,24267	-,056	13	,956
V4c	3,6818	,41858	3,7273	,67297	,04545	,65974	,16494	-,30610	,39701	,276	15	,787
V4m	3,3676	,50726	4,0632	,34173	,69565	,34845	,07266	,54497	,84633	9,574	22	,000
V4v	3,4424	,55070	3,8000	,41404	,35758	,51019	,13173	,07504	,64011	2,714	14	,017
H4m	3,6746	,46878	3,6794	,51991	,00478	,35788	,08210	-,16771	,17728	,058	18	,954
H4v	3,5108	,30893	3,6364	,56261	,12554	,53742	,11728	-,11909	,37017	1,070	20	,297

Werkvorm					Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
	Werkvorm_voor		Werkvorm_na		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference				
Klas	mean	Sd	mean	Sd				Lower	Upper			
V4b	3,1600	,46721	3,3600	,46105	,20000	,44721	,11547	-,04766	,44766	1,732	14	,105
V4c	3,5579	,52738	3,5263	,60813	-,03158	,61559	,14123	-,32828	,26512	-,224	18	,826
V4m	3,7304	,44152	3,6870	,55539	-,04348	,39523	,08241	-,21439	,12743	-,528	22	,603
V4v	3,6667	,47610	3,5867	,47489	-,08000	,41266	,10655	-,30852	,14852	-,751	14	,465
H4m	3,7400	,62945	3,6500	,64195	-,09000	,56373	,12605	-,35383	,17383	-,714	19	,484
H4v	3,8818	,54741	3,7273	,43881	-,15455	,55182	,11765	-,39921	,09012	-1,314	21	,203



Verwijderde enquêtevragen

De vragen die uit de enquête zijn verwijderd zijn nog apart geanalyseerd. Dit om te voorkomen dat er eventueel waardevolle informatie verloren zou gaan. In deze bijlage wordt uitsluitend ingegaan op de significante verschillen die voor de vragen gevonden zijn. Zoals hieruit blijkt is met de verwijderde stellingen slechts in een beperkt aantal klassen significante verschillen gemeten. Daarom worden de stellingen verder niet meegenomen in het onderzoek.

De antwoorden op vraag 19 met de stelling 'De leerstof scheikunde is te theoretisch' is voor alle klassen geanalyseerd. Uit de gepaarde t-toets blijkt voor klas V4m een significant verschil tussen de geïnverteerde score voorafgaand aan de module ($M=2.72$, $s=0.94$) en de score na afloop van de module ($M=3.72$, $s=0.68$, $t(24)=5.774$, $p=0.000$). Deze klas is door het gebruik van de module de leerstof scheikunde minder theoretisch gaan vinden. Bij de controleklas en de andere experimentele klassen is geen significant verschil geconstateerd.

Stelling 6 'Tijdens scheikundelessen komen te weinig toepassingen van scheikunde in de praktijk naar voren' is eveneens voor alle klassen geanalyseerd. De gepaarde t-toets laat een significant verschil zien in de geïnverteerde score voorafgaand aan de module ($M=2.68$, $s=0.85$) en na afloop van de module ($M=3.24$, $s=0.97$, $t(24) = 2.585$, $p=0.016$) in de scores van klas V4m. Een significant verschil is eveneens aangetoond met de gepaarde t-toets voor de havo klas H4m waarbij de geïnverteerde score voorafgaand aan de module ($M=1.90$, $s=0.89$) significant lager is dan de score na afloop van de module ($M=2.71$, $s=1.15$, $t(20)=3.068$, $p=0.006$). Deze klassen zijn het na de module minder eens met de stelling, maar blijven rond een neutraal antwoord hangen. In de controleklas en de overige experimentele klassen is geen significant verschil vastgesteld.

Er zijn vier stellingen uit de categorie werkvormen weggelaten vanwege de slechte samenhang. De gepaarde t-toets heeft aangetoond dat de score voor stelling 24 'Ik kan voor scheikunde ook zonder docent een voldoende halen' in geen enkele klas significant is veranderd door het gebruik van de module.

Alleen in klas V4v is een verandering opgetreden in de score van de geïnverteerde stelling 'Om scheikunde te kunnen begrijpen heb ik veel uitleg van de docent nodig'. Er is een significant verschil tussen de score voorafgaand aan de module ($M=2.60$, $s=0.97$) en na afloop van de module ($M=3.00$, $s=1.07$, $t(14)=2.449$, $p=0.028$). Hoewel de score nog steeds laag is voelen leerlingen zich door het gebruik van de module minder afhankelijk van de uitleg van de docent dan voor het gebruik van de module.

Eveneens alleen in deze klas levert de stelling 'Medeleerlingen kunnen mij beter dingen uitleggen dan de docent omdat ze beter begrijpen hoe ik denk' een verandering op. De gepaarde t-toets heeft een significant verschil aangetoond in de score voor de module ($M=2.40$, $s=0.99$) en na afloop van de module ($M=2.93$, $s=0.96$, $t(14)=2.256$, $p=0.041$). Terwijl leerlingen voor het gebruik van de module enigszins negatief tegenover de uitleg van medeleerlingen stonden is dit na de module geneutraliseerd.

Voor de stelling 'Het boek/de module biedt voldoende oefenmateriaal om scheikunde goed te kunnen begrijpen' is alleen in de experimentele klas van het Bataafs lyceum een significant verschil aangetoond. De t-toets van klas V4c heeft een significante verslechtering van de score voorafgaand aan de module ($M=4.05$, $s=0.85$) en na afloop van de module ($M=2.88$, $s=1.18$, $t(18)=-4.609$, $p=0.000$) aangetoond.

G.2 Groepsinterview experimentele klas V4c

Na de laatste les van de module, dit is de posterpresentatie en het debat, is een groepsinterview gehouden op vrijdag 23 maart 2012. Het interview duurde ongeveer 20 minuten. De gestelde vragen waren vooraf tussen Saskia en mij afgestemd en hebben betrekking op de deelvragen van ons onderzoek. Hieronder volgt een uitwerking van het interview. Het interview verliep soepel en alle leerlingen reageerden ontspannen op de vragen en beantwoorden ze spontaan. Opvallend was dat alle leerlingen positief waren over de module en het ook leerzaam hebben gevonden. Het interview is op video opgenomen voor de analyse.

Vragensteller: Laura Brenneisen

Ondervraagde leerlingen:

- Wouter Stroeve (Fabrikanten, groep van 4)
- Diede Blaauw (Consumenten, groep van 4)
- Zhi Bai Jan (Milieu-activisten, groep van 4)
- Mariska Bos (Boeren en Tuinders, groep van 3)
- Maarten Droste (Wetenschappers, groep van 4)

Start groepsinterview met inleiding:

Hartelijk dank dat jullie mee willen werken aan dit interview. Met jullie toestemming maken we hier een video-opname van om de resultaten goed te kunnen verwerken.

Afgelopen 2 maanden hebben jullie van mij (mevrouw Brenneisen) les gekregen volgens de module 'Groeien planten beter met chilisalpeteer?' volgens de onderwijsmethode nieuwe scheikunde. Deze module verving hoofdstuk 4 'Zouten' uit het leerboek Curie.

We willen nu via een groepsinterview van jullie horen of jullie de onderwijsmethode van de module of juist van het leerboek Curie beter ervaren en waarom.

Hieronder volgt eerst de vraag en daarna de antwoorden van de leerlingen:

Deelvraag A1: attitude (cognitief → beroepskeuze) tov scheikunde

Heeft de werkwijze waarop het onderwerp zouten behandeld wordt in de module je interesse voor scheikunde verhoogd? Kun je hierbij aangeven waarom wel of waarom juist niet?

Diede: Ik vind het wel leuker om in een groepje te werken dus dan wordt sowieso de interesse hoger. En dat je veel praktisch bezig bent, normaal ben je alleen maar met theorie bezig en nu ben je ook een poster aan het maken en proefjes doen. Doordat je heel veel met elkaar aan het overleggen bent, dan wordt de interesse wel groter.

Wouter: Ik ben het er wel mee eens. Ik vind het gaaf dat we kijken hoe de scheikunde met de maatschappij te maken heeft. In het begin dacht ik wel hoe gaan we dit nou doen. De theorie die we kregen, dacht ik hoe zit dat nou? En uiteindelijk werd met de proefjes wel duidelijk hoe het zat. Ik vond het wel gaaf dat je dat puzzelen moest doen, welke zouten in de oplossing zat.

Mariska: Ik vond het leuker omdat je nu meer zelf kon doen. Als je iets niet snapte kon je makkelijk met andere mensen overleggen, omdat je bij elkaar in het groepje zat. Ik vond het vooral leuk dat je meer dingen zelf kon doen en dat je niet de hele tijd hoefde te luisteren.

Zhi Bai Jan: Het was heel anders dan je normaal moest doen. Normaal krijg je uitleg en dan krijg je huiswerkopdrachten en dan moet je alles beschrijven. Dan krijg je een klein beetje theorie erbij, maar hier moet je alles zelf onderzoeken en dat is wel leuk.

Deelvraag A2: attitude (affectie → positieve werkhouding) tov scheikunde

Heb jij je deelname aan de lessen met de module als prettig ervaren?



Maarten: Ja, meest wel. Hoewel het wel een stuk drukker was volgens mij dan de mensen met het boek gedaan hebben. Omdat je veel meer moest doen met de poster en zo'n literatuurverslag. Dat was wel iets minder.

Mariska: het was wel prettig, maar het kost tijd en je hebt altijd een tekort aan tijd. Het is ook de eerste keer dat je het doet, dus het is ook allemaal nog uitzoeken, hoe ga je het verdelen.

Zou je bijvoorbeeld vaker scheikunde met een module willen krijgen in plaats van uit het leerboek Curie? Dus dat je de begrippen die je gaat leren, direct kan plaatsen in een maatschappelijk onderwerp.

Mariska: Ik denk het wel. Je bent hier veel intensiever mee bezig. Dus dan leer je beter de problemen van de maatschappij of alleen consumenten of fabrikanten die met kunstmest hebben.

Deelvraag A3: attitude (waargenomen controle → betrokken- en nieuwsgierigheid)

Vind je dat de opzet van de module kan bijdragen aan een positievere werkhouding van jezelf en van je medeleerlingen?

Maarten: Dit was een stuk intensiever, doordat je veel meer deed in de lessen met die practica. Je was altijd heel druk bezig. Je kreeg een beetje uitleg en dan moest je meteen voor jezelf bezig met je groepje en dat was soms leuker en soms minder omdat het soms dan drukker was.

Zhi Baj: Je moest echt samenwerken met je eigen groepje anders kwam je er niet uit.

Wouter: Het had ook wel nadelen, want soms kregen mensen opdrachten en andere niet. Omdat je het werk natuurlijk moest verdelen. Ik denk wel dat er leerlingen zijn die de stof niet goed begrijpen. Ik vind het soms ook wel lastig, hoe zit het ook al weer? Je bent wel de hele tijd praktisch bezig, maar doordat je hulp krijgt van andere leerlingen is het toch wat makkelijker. Maar op de toets moet je het wel zelf doen.

deelvraag B1: invloed context

Draagt de maatschappelijke inhoud van de module bij dat je de leerstof scheikunde beter kunt plaatsen en kunt toepassen? Dus kun je zouten beter toepassen doordat het hangt aan kunstmest?

Zhi Baj: nou ik denk van wel.

Mariska: ik heb hier wel beter leren begrijpen dat kennis van zouten noodzakelijk is. Maar ik vind kunstmest is wel een beetje ver van me bed. Ik ben over het algemeen niet bezig met kunstmest en hoe plantjes het best groeien. Het is niet echt wat in mijn interesse ligt. Maar het lag wel dichterbij dan als je alleen over puur over zouten hebt.

Wouter: ik vond het sowieso wel fijn want ook al wil je alleen theorie leren en de toets goed maken dan nog was de module duidelijker dan Curie. Want in dit boekje stond heel duidelijk overzichtelijk de theorie en in curie daar staat heel veel onzin in.

Maarten: In het boekje stond niet algemeen de punten wat je moet weten, maar wel dat het duidelijk uitgelegd was.

Deelvraag B2: invloed context

Vind je dit een verbetering ten opzichte van het leerboek Curie?

Mariska: Ik vind van het logboek dat het bureaucratisch is. Je moet heel veel dingen invullen. Wat hebben we gedaan deze les en wat ga je doen. Dat is soms een beetje irritant, de laatste minuten moet invullen.

Maarten: met het logboek, een beetje overdreven dat je dat allemaal moet invullen

Deelvraag B3: invloed context

Wordt scheikunde voor jullie op deze manier een interessanter vak?



Mariska: je wordt sowieso gedwongen om actiever mee te doen in de les. Als je hier niet oplet dan weet je niet meer wat je moet doen. In de gewone les kun je makkelijker afdwalen. En dan zie je uiteindelijk wel hoe je de toets gaat maken.

Deelvraag C1: rolwisseling

Vind je dat je op een leukere manier scheikunde leert als je, zoals tijdens de module, met een groep zelfstandig de leerstof mag bestuderen en met proefjes mag onderzoeken?

Mariska: de zelfstandigheid vind ik wel leuk

Zhi Bau: Ik heb toch liever in de groep, want als iemand in de groep het niet begrijpt dan kan hij een andere in de groep het uitleggen. Kan die laten zien wat de ander moet doen wat hij niet begrijpt. Dan kan hij dat uitleggen.

Maarten: Het werken in de groep vind ik zelf minder fijn. Ik werk meestal op een andere manier dan de rest. Vaak wil ik precies op mijn eigen manier werken. Dan doe ik het liever apart. Maar ik vind de manier hoe we het deden met de groep en de proefjes, dat is wel leuk. Maar de groep daar ben ik minder voor.

Wouter: Ik weet niet misschien lag het niet daaraan. Maar sommige leerlingen in de groepje waren beter op de hoogte waren anderen. of dat lag aan de hoeveelheid uitleg. Maar soms is het wel fijner dat een leraar individueel hulp geeft en niet altijd de leerlingen. Dat je gewoon duidelijke uitleg krijgt van de leraar. Soms miste ik dat nog wel.

Deelvraag C2: rolwisseling

Denk je dat het samenwerken met een groep je positief geholpen heeft om het onderwerp zouten sneller en beter te begrijpen?

Mariska: ik denk wel dat een medeleerling je makkelijker kan uitleggen als hij het snapt en jij het niet begrijpt. omdat de leraar anders denkt want die heeft scheikunde gestudeerd en die denk anders.

Maarten: We moeten er wel tijd voor hebben en we hadden er niet echt tijd voor.

Deelvraag C3: rolwisseling

Denk je dat je scheikunde beter leert als de docent duidelijke opdrachten geeft en je zegt wat je moet doen of heb je liever een meer coachende docent?

Mariska: ik denk dat het makkelijker is als de docent het uitlegt maar dat het beter is als je het zelf uitzoekt. dat je er meer van leert.

Wouter: Ik weet het niet. Als de leraar het eerst uitlegt en je het daarna zelf moet doen hoeft niet makkelijk te zijn. Ik vind het fijn als de leraar het uitlegt en dat je het daarna zelf moet doen. ik denk dat je in beide gevallen de leerlaar kunt vragen hoe het zit maar hier heb je ook nog hulp van je medeleerlingen. het enige nadeel is dat de leraar soms met anderen bezig is en dan moet je wachten.

Willen jullie nog wat kwijt over de module?

Mariska: ik vond het over het algemeen positief. Dit is een leuke manier om alles te leren. Maar dat we te weinig tijd hadden voor sommige dingen. Dat je echt te weinig tijd had om bijv. het logboek in te vullen. (Allemaal Instemmend).

Zhi Baj: wij moesten van die proeven 6 en 8 een verslag maken en dat moest bij ons in één dag. Want proef 6 was driemaal mislukt en toen moesten we het helemaal overnieuw doen en toen hadden we maar een dag om het verslag te maken en dat was echt te weinig.

Mariska: het is ook omdat het de eerste keer was.

Als jullie niks meer toe te voegen hebben willen we jullie heel hartelijk danken voor jullie medewerking. We gaan deze resultaten gebruiken voor ons onderzoek. We zullen jullie na afloop van het onderzoek op de hoogte brengen van het eindresultaat.



G.3 Interview docenten

Interview docenten na afloop module

Gebruikte afkortingen:

B = docent (in opleiding) Brenneisen van het Bataafs Lyceum

M = docent Mondeel van het St. Canisius

V = docent Velthof van het St. Canisius

B is apart geïnterviewd en M en V zijn gezamenlijk geïnterviewd

De vragen en uitwerking van het interview:

Hoe vaak heeft deze klas al met een module gewerkt voor deze module?

B: Nog nooit.

M: Nog nooit

V: Nog nooit

Hoe vaak heb je een module nieuwe scheikunde gegeven?

B: Nog nooit.

M: Nog nooit

V: Eenmaal een module Forensische chemie en een eigen module Vuurwerk.

Vind je dat de leerlingen enthousiast waren tijdens de modulelessen?

B: Ja, ze waren zichtbaar enthousiast.

V: Bij de vwo leerlingen ging het heel leuk. Er waren echt leerlingen die er echt mee bezig waren. die hadden nooit gedacht van kunstmest. Maar havo was niet overdreven enthousiast.

M: Ze waren wel heel enthousiast met de poster bezig, ze vonden het heel leuk om te doen.

V: Maar niet zozeer omdat het in een context zat.

beide gevallen zijn de vwo leerlingen enthousiaster dan de havo leerlingen.

Hoe verliep de samenwerking tussen de leerlingen? Ging dat goed of moest je daar veel in sturen?

B: In sommige groepen goed omdat ze gelijk gezind waren en in andere groepen stroef. Bij de groepen waarbij het goed ging waren de taken goed verdeeld doordat ze goed met elkaar communiceerden en omdat ze gelijkwaardig aan elkaar waren. In de andere groepen was het dan juist andersom. Er ontstond soms irritatie of soms zelfs een onverschillige houding naar elkaar toe.

M: Over het algemeen ging het samenwerken wel goed, maar niet in elk groepje.

V: Dit ging op het vwo weer beter dan bij de havo leerlingen. Op het vwo zaten de leerlingen echt met elkaar te discussiëren en aan elkaar uit te leggen.

M/V: ik heb geen overleg tussen de verschillende groepen gemerkt.

Vind je dat het samenwerken een positieve invloed heeft op de houding van de leerlingen?

B: Ik denk dat het samenwerken een positieve invloed heeft op de leerlingen als het gaat om sociale omgang en zelfreflectie van de invloed van je eigen gedrag op de groep en andersom. Daarnaast kan het het werkplezier verhogen wat ik ook gemerkt heb bij de groepen tijdens de proefjes, posterpresentatie en debat. Bij deze module had ik niet ondervonden dat door het samenwerken de leerstof bij de leerlingen beter beklijft. Ze namen zich nooit echt de tijd om zich gezamenlijk in de concepten te verdiepen maar waren meer gericht in de grote lijn van wat ze af moesten hebben.

V: ik vond dat in vwo wel een beetje, maar in 4 havo volgens mij niet.

M: ik heb dat niet zo gemerkt.

Is de context aansprekend genoeg voor de leerlingen?

B: Leerlingen vinden het wel leuk om met een context te werken, maar niet alle leerlingen vinden de context 'Kunstmest en bestrijdingsmiddelen' heel boeiend. Ze geven wel aan dat ze dankzij de context zien dat de leerstof nuttig is. Maar er zijn wel contexten te verzinnen die meer bij hun belevingswereld aansluiten.

V/M: ja, in onze regio spreekt het de leerlingen wel aan

Vind je dat de leerlingen door het gebruik van de context de leerstof beter opnemen?

B: Ik denk niet dat de context ervoor heeft gezorgd dat de leerstof beter opgenomen is. Ze maken volgens mij een tweedeling van enerzijds de context waar ze wat vanaf moeten weten voor een aantal opdrachten en anderzijds de concepten die ze moeten kennen voor de toets.

V: Dan zou je het een paar jaar moeten doen dan heb je een beeld. In 4 vwo had ik dat idee wel een beetje. Is voor mij de eerste keer na een aantal jaar dat ik een module gebruik dus ik vind het moeilijk om dat te beoordelen.



M: nee volgens mij niet. Wij hebben eerst de theorie gegeven daar moesten ze toch doorheen worstelen.

Denk je dat de leerlingen door het gebruik van de module meer verband zien tussen het vak scheikunde en het dagelijks leven? Waarom denk je dat?

B: Ik denk niet dat zo zeer de proefjes eraan hebben meegewerkt want die vonden de leerlingen moeilijk maar wel de literatuuropdracht, posterpresentatie en het debat. Deze onderdelen hebben denk ik wel bijgedragen dat ze inzagen dat scheikunde met het dagelijks leven te maken hebben. Alleen denk ik wel dat de leerlingen nog niet het idee hebben dat dit ook zo geldt voor andere contexten. Ze hebben dat overzicht nog niet dat dit wel eens het geval zou kunnen zijn.

M: Ik denk wel dat de leerlingen meer inzicht hebben gekregen in kunstmest. Ook vanwege de proefjes die ze met kunstmest hebben gedaan. Dat heeft dus iets met zouten te maken.

V: daar ben ik het mee eens.

Konden de leerlingen zelf goed met de module aan de slag? Moesten de leerlingen nog aangestuurd worden?

B: De leerlingen konden niet goed met de module aan de slag. Ze vroegen veel instructies en konden duidelijk niet goed overweg met zoveel vrijheid. Dat was ook te merken binnen de groepen. Voor sommige groepen was het moeilijk om op 1 lijn te liggen of om elkaar aan te sturen. Hierdoor werd er binnen de groep soms wel gewerkt in groepjes van 2 waarbij het andere groepje eigenlijk niet goed wist wat de andere groep deed.

V: vooral op 4 havo moesten ze wel heel erg aangestuurd worden. Vwo ook wel een beetje.

M: ze moeten de proeven voorbereiden de eerste les was er een groep die de proef kon doen, de rest had het nog niet voorbereid.

Dus in alle klassen hadden de leerlingen moeite om zelf aan het werk te gaan.

Hoe reageren leerlingen op de grotere verantwoordelijkheid?

B: Ze vonden het erg fijn, maar wisten er niet altijd raad mee. Binnen die vrijheid zochten ze naar grenzen die niet altijd duidelijk waren. Dit blijkt sterk uit de resultaten van de toets die slechter was dan normaal. De leerlingen hebben eigenlijk buiten de module vrijwel niets gedaan aan eigen oefening met de leerstof (gaven ze ook aan tijdens een interview). Dit omdat de docent (ik dus) dit niet duidelijk geïnstrueerd had en er ook geen directe gevolgen aan hingen als ze het niet deden.

M: er zat best een duidelijke structuur in de module. Leerlingen zullen het niet als een grote verantwoordelijkheid hebben ervaren. Maar het zelf opstellen van werkplannen kunnen ze niet goed aan. Dat zijn ze niet gewend, die manier van werken.

V: mee eens met M

Hoe stelden de leerlingen zich op gedurende de module? Waren ze enthousiast of terughoudend?

B: De leerlingen waren eigenlijk altijd enthousiast en wilden graag alle opdrachten zo goed mogelijk doen. Ze wilden heel erg graag, maar soms waren ze teleurgesteld omdat bijvoorbeeld de proefjes te moeilijk waren en ze er niet uit kwamen. Dit uitte zich ook nog eens dat sommige leerlingen binnen de groep soms afhaakten en anderen de kar lieten trekken wat weer tot irritatie leidde bij deze leerlingen. Bitter voor mij was dan ook dat de leerlingen de kennistoets slecht gemaakt hadden. Ik voelde alsof ik ze in de steek had gelaten. Ze hadden zo goed meegewerkt met de module, maar zich daarnaast te weinig gefocust op de leerstof voor de toets. Iets waar ik als docent in de toekomst op moet toezien dat dit niet meer gebeurt.

M: het was niet veel anders dan anders. Door de posters waren ze enthousiast, dat vonden ze leuk om een keer wat anders te doen.

M en V: Kan het doordat jullie de theorie en module meer gescheiden hadden, dat de leerlingen pas op het eind in de rollen kwamen?

M: ja, misschien wel

V: Ze zijn niet gewend om heel veel dingen zelfwerkzaam te doen. We zijn nog wel aardig klassiek met onze lessen.

M: de hele school, denk ik wel

V: Ik denk dat als we ze voor de leeuwen hadden gegooid dat heel veel leerlingen hadden gedacht, dat willen we niet.

S: Jullie hebben dit vooraf al ingeschat en hebben voorkomen dat de module teveel zou worden door het te beperken.

Wat vind je zelf van je eigen rol in deze module? En hoe zou je die omschrijven? Hoe heb je de module als docent ervaren? leuk en waarom?

B: Ik heb met veel plezier de module gegeven en kon een goed vergelijk maken met de reguliere les met de controle groep. Bij de lessen met de module vindt veel meer interactie plaats tussen docent en leerlingen en de lessen zijn zo dan ook veel dynamischer (er gebeurt erg veel). Dit komt ook

door de variëteit van werkvormen en opdrachten die de leerlingen moesten uitvoeren. Helaas denk ik dat ook juist door de veelheid van opdrachten de concepten en dus de leerstof een beetje overschaduwd werd en de leerlingen door de context-benadering ervan te veel zijn afgeleid waardoor dus ook de kennistoets slecht gemaakt is.

V: Ook daarvoor geldt dat we het niet zo heel erg gewend zijn, Dat is dus best wel lastig zoals het maken van een poster om ze dat goed te laten uitvoeren. Maar verder is de module wel een beetje zoals we dat gewend zijn.

M: Ik vond het wel leuk om te doen. Sowieso om een keer wat met andere docenten te doen.

V: Ook om de concepten uit te leggen aan de hand van een context vond ik wel leuk.

Waarom heb je de module aangepast gebruikt? Zou je de extra aspecten een andere keer wel willen gebruiken? Wat zou je aan de module veranderen?

B: Alleen proef 7 heb ik overgeslagen gezien de beschikbare tijd van de module. Het aantal opdrachten die de leerlingen moesten uitvoeren binnen een te korte tijd (17 lessen) was te veel. De module is goed van opzet, alleen waren de proefjes te moeilijk voor de leerlingen om zelfstandig te doen. Daarnaast is deze module vanwege de veelheid van nieuwe opdrachten die de leerlingen niet gewend zijn bij scheikunde, niet geschikt om leerlingen met deze nieuwe onderwijsmethode te laten beginnen. De leerlingen hebben duidelijk een gewenning nodig.

Omdat de toets over de leerstof zwaar weegt, zou ik binnen de module een diagnostische toets inbouwen die de leerlingen individueel moeten maken, maar die misschien binnen de groep beoordeeld moet worden. Zo kunnen de leerlingen pijlen wat hun kennisniveau is en of dit toereikend is. Door het geven van rubrics (geen onderdeel van de module) heb ik de leerlingen wel een leidraad gegeven wat er van ze verwacht werd per opdracht. Dit werkte prima en zou ik bij andere modules zeker ook weer toepassen.

M: We hebben de module aangepast vanwege de tijd en omdat ik wel van de structuur ben. Ik moet de planning voor me zien en omdat we qua tijd niet alles goed konden doen. Dat is de voornaamste aanpassing, qua tijd.

V: Qua tijd, een ook qua rollen, dat kennen we eigenlijk ook niet. En het logboek ook niet.

Zou je die een andere keer wel willen gebruiken?

V: Ik zou het logboek wel een keer uit willen proberen, maar wel als er dan tijd voor is. Zoals je bij Laura hebt gemerkt kost het wel veel tijd. Het moet niet afgeraffeld worden dat is ook niet handig.

M: Ik denk ook niet dat je leerlingen alles tegelijk moet laten doen. En een poster en de rollen en een logboek, dat is bij voorbaat al gedoemd te mislukken.

S: Je zou dus wanneer je verschillende modules zou geven het opbouwen. Met eerst het één erbij en later wat anders.

Wat zou je aan de module veranderen?

M: Wat meer de nadruk te leggen op de rollen, zodat het ook in de poster tot uitdrukking komt. Wat meer practicum, meer nog aantonningspractica. Dat heb ik gemist want ik had maar twee proefjes in mosdoder zit dit of dit met aantonen.

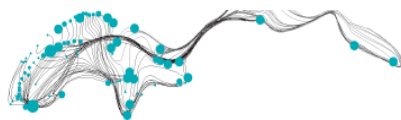
V: En zeker voor havo de proeven meer gestructureerd. Niet zoveel zelf laten uitzoeken. Meer opbouw in zelfstandigheid in de proeven.

Kun je voorbeelden geven van wat de leerlingen van de module vinden?

B: Zie uitwerking van onze groepsinterview.

M/V: leerlingen vinden het wel leuk om het een keer op deze manier te doen, maar bijzondere reacties waren er niet.

Heel hartelijk dank voor jullie medewerking.



Bijlage H. Module

In deze bijlage zijn de volgende documenten over de module opgenomen:

- | | | |
|-----|---|--------------|
| H.1 | Lijst met verschillen in module Bataafs Lyceum – St. Canisius | Pag. 1 |
| H.2 | Module: 'Groeien planten beter met chilisalpeter?'
(toegepast op het Bataafs Lyceum) | Vanaf pag. 2 |

H.1 Lijst met verschillen in module Bataafs Lyceum – St. Canisius

De aangepaste module die gebruikt is bij het Bataafs Lyceum wijkt in sommige gevallen wezenlijk af van de module zoals die bij St. Canisius is gebruikt. In onderstaande tabel zijn deze afwijken samengevat.

Item in module	Bataafs Lyceum	St. Canisius
Voorwoord. De module begint met een voorwoord 'Hoe kwam men er achter dat een plant niet alleen water uit de grond opneemt?' Reden: Nieuwsgierigheidsfase	Wel voorwoord	Geen voorwoord. Stuk tekst is opgenomen in hoofdstuk 1.4
De literaturopdracht in hoofdstuk 1 is uitgebreid met dat de standpunten vanuit je invalshoek moet worden toevoegen (voor- en/of nadelen bemesting en bestrijdingsmiddelen). Reden: Verdiepingsfase t.b.v. debat	Wel uitgebreid	Niet uitgebreid
De aandachtspunten voor de verschillende rollen (hoofdstuk 1.1) is ingekort. Reden: De leerlingen meer vrijheid geven om de literaturopdracht naar eigen inzicht vorm te geven.	Wel ingekort	Niet ingekort
Toevoeging extra paragraaf in hoofdstuk 1 met de titel 'Practicumproeven'. Ondermeer is opgenomen dat elke groep zelfstandig aan de proeven dient te werken en dat werkplannen en uitwerkingen in het logboek moeten staan. Van de proeven 6 en 8 dienen aparte meetrappen ingeleverd te worden per groep. Reden: Stimuleren gebruik logboek en meetrappen voor 2 cijfers voor practica in lijn met controlegroep	Wel toevoeging	Geen toevoeging
Verandering uitvoering proef 5 waarbij tuinkers niet in petrischaaltjes maar in plastic buisjes worden opgekweekt. Reden: Bij St. Canisius bleek dat de petrischaaltjes niet goed werkten.	Met plastic buisjes	Met petrischaaltjes
De antwoorden van de opdrachten in de module en de antwoorden van de opgaven in H10 'Opgaven ter voorbereiding op de toets' zijn apart via de elektronische leeromgeving aan de leerlingen aan het einde van de module aangeboden. Reden: Toegankelijkheid voor alle leerlingen omdat veel door hun is uitgewerkt in logboek.	Alle antwoorden aangeboden op It's learning	Alle antwoorden aangeboden op 'It's learning'.
Rubrics of beoordelingsmatrixen voor onderdelen van de module. Reden: Duidelijkheid scheppen bij leerlingen hoe onderdelen van de module worden beoordeeld.	Beoordeling met rubrics	Beoordeling niet met rubrics

H.2 Module: 'Groeien planten beter met chilisalpeter?'

Op de volgende pagina's staat de complete module zoals die toegepast is op het Bataafs Lyceum.



Groeien planten beter met chilisalpeter?



Met guano bedekte rots

Voorwoord

Hoe kwam men er achter dat een plant niet alleen water uit grond opneemt?

Rond het jaar 1600 deed de Zuid-Nederlandse genees- en scheikundige Jan Baptist van Helmont onderzoek naar de voeding van planten. Hij voerde een kweekproef uit met een wilgenboompje van vijf pond dat hij in een pot met tweehonderd pond aarde vulde. Als zorgvuldig wetenschapper had hij de aarde voor het wegen eerst gedroogd. De proef duurde vijftien jaar. De wilg kreeg al die tijd alleen maar water. Na die vijftien jaar woog hij de boom. Deze was toen 164 pond zwaarder geworden. Ook woog hij de aarde uit de pot nadat deze gedroogd was. De aarde bleek 50 gram lichter te zijn.

Van Helmont vond zich voor een raadsel. Hij kon niet verklaren waardoor de wilg zoveel zwaarder was geworden. Het kon niet komen door de 50 gram die de aarde lichter was geworden. Het zou nog eeuwen duren voordat geleerden erachter kwamen dat de gewichtstoename wordt veroorzaakt door koolstofdioxide uit de lucht.

Maar wat is nu die 50 gram die uit de aarde verdwenen is? Kennelijk haalt een plant wel voedingsstoffen uit de bodem.

Eenzelfde soort ervaring als Van Helmont hadden ook de eerste landbouwers vele duizenden jaren geleden. Ze hadden ontdekt dat grotere groepen mensen zich met landbouw en veeteelt efficiënter van voedsel konden voorzien dan door jagen en verzamelen alleen.

Al gauw kwamen ze erachter dat de opbrengst per jaar kleiner werd. De landbouwgrond raakte uitgeput. De eerste boeren hadden maar één mogelijkheid: verder trekken en nieuwe grond ontginnen.

De latere landbouwers brachten mest van hun dieren op het land, omdat de ervaring leerde dat dat goed was voor de planten. De mest bevat voedingsstoffen, zogenaamde mineralen. Zonder mineralen gaat een plant dood.

Wat dat wilgje van Van Helmont betreft: de 50 gram voedingsstoffen waren mineralen. Kennelijk kan 200 pond aarde een wilgje 15 jaar voorzien van mineralen!

Twee eeuwen nadat Van Helmont zijn onderzoek deed, werd het bittere noodzaak meststoffen te vinden die voor grotere oogsten konden zorgen. Er was gewoonweg onvoldoende natuurlijke mest. Tegenwoordig maken we dan ook veel gebruik van kunstmest om planten te laten groeien.

Niet alleen planten hebben mineralen nodig, maar mensen en dieren ook. Zonder mineralen kunnen we niet leven. Maar wat zijn mineralen eigenlijk? Zijn er verschillende soorten mineralen? Is kunstmest hetzelfde als een mineraal? Hoe word kunstmest gemaakt? Kun je ook mineralen maken? Is voor iedere plant dezelfde kunstmest goed genoeg? Wat doet kunstmest met de bodem? Komt de kunstmest in het grondwater? Is het niet beter om echte mest te gebruiken?

Deze vragen (en meer) worden in deze module onderzocht.

Inhoud

1.	Inleiding.....	5
1.1	Aandachtspunten voor de verschillende rollen	5
1.2	Logboek.....	6
1.3	Practicumproeven	6
1.4	Leerdoelen.....	6
1.5	Artikelen.....	7
2.	Zout.....	12
3.	Soorten stoffen.....	13
4.	Ionen.....	14
4.1	Enkelvoudige ionen.....	14
4.2	Samengestelde ionen	15
5.	Zoutformules	16
5.1	Verhoudingsformule	16
5.2	Zouthydraten	17
6.	Zouten oplossen en indampen	18
7.	Neerslagreacties	21
8.	Toepassen van neerslagreacties	24
8.1	Verontreinigingen aantonen	24
	Proef 1: Pokon.....	25
	Proef 2: Mosdoder.....	26
	Proef 3: Substral.....	26
8.2	Ionen verwijderen.....	27
8.3	Nieuwe zouten maken.....	27
	Proef 4: Kunstmest.....	28
	Proef 5: Test je eigen kunstmest.....	28
	Proef 6: Bepaling van het massapercentage ammonium in kunstmest	29
	Proef 7: Bodemonderzoek, bindend vermogen van grond	31
	Proef 8: Fe ³⁺ -gehalte in mosbestrijder voor gazons	33
9.	Kenniskaart module groeien.....	35
10.	Opgaven ter voorbereiding toets	37

Lesplanning

Lesnr.	Inhoud	Actielijst
1	Hoofdstuk 1: inleiding	
2	Hoofdstuk 2: zouten Hoofdstuk 3: soorten stoffen	
3	Hoofdstuk 4: ionen	Opdracht 1, 2, 3 en 4
4	Hoofdstuk 5: zoutformules	Opdracht 5, 6, 7 en 8
5	Hoofdstuk 6: zouten oplossen en indampen	Opdracht 9 en 10
6	Hoofdstuk 7: neerslagreacties	Opdracht 11 en 12
7	Hoofdstuk 8: paragraaf 8.1: verontreinigingen aantonen	Proef 1, 2 en 3
8	Hoofdstuk 8: 8.1 rest en 8.2: ionen verwijderen.	Opdracht 13 en 14
9	Hoofdstuk 8: 8.3: nieuwe zouten maken	Proef 4 en 5
10	Hoofdstuk 8: 8.3: vervolg	Proef 6
11	Hoofdstuk 8: 8.3: vervolg	Proef 8
12	Afronding module en alles inleveren	
13	Poster en standpunt debat	
14	Toets	

1. Inleiding

Kunstmest en bestrijdingsmiddelen goed voor iedereen?

Kunstmest en bestrijdingsmiddelen die gebruikt worden om de groei van planten te bevorderen bieden zowel voordelen als nadelen. De voordelen zijn dat kunstmest zo samengesteld is dat planten er optimaal door groeien. Verder zorgen de bestrijdingsmiddelen ervoor dat de planten tijdens de groei niet aangetast worden door schimmels en ongedierte. De nadelen zijn echter dat door de samenstelling van de kunstmest en/of de bestrijdingsmiddelen mogelijk gevaarlijke stoffen of een teveel van een bepaalde stof in de bodem, oppervlakte wateren of op de planten terecht kunnen komen die schadelijk kunnen zijn voor mens, natuur en milieu.

Met name vanwege de mogelijke nadelen proberen milieuactivisten de consument via multimedia bewust te maken van het gebruik van kunstmest en bestrijdingsmiddelen en de invloed ervan. Wetenschappers zijn voortdurend op zoek naar de effecten van gevaarlijke stoffen op mens, natuur en milieu en naar mogelijke oplossingen voor risico's. Gesteund door deze groep en de betrokkenheid van consumenten proberen milieuactivisten de fabrikanten van kunstmest en bestrijdingsmiddelen en de gebruikers ervan (boeren en tuinders) bij te sturen. Fabrikanten behoren milieuvriendelijke producten te maken en de gebruikers moeten dit belonen door bij voorkeur deze producten te kopen en te gebruiken zo stellen zij.

In deze module gaan we kunstmest bekijken vanuit 5 verschillende invalshoeken:

- **Fabrikanten** die kunstmest en bestrijdingsmiddelen produceren
- **Boeren en tuinders** die kunstmest en bestrijdingsmiddelen gebruiken
- **Milieuactivisten** die mens, natuur en milieu willen beschermen
- **Consumenten** die producten kopen en eten van boeren en tuinders
- **Wetenschappers** die onderzoek doen aan chemische stoffen en de effecten ervan

Op de volgende pagina staan een aantal vragen die horen bij elke groep. De klas wordt verdeeld in groepen, waarbij elke groep een rol gaat vervullen.

Module opdracht

Aan het einde van deze module presenteert iedere groep zijn standpunten (voor- en/of nadelen bemesting en bestrijdingsmiddelen) aan de andere groepen via een posterpresentatie (elke groep 4 minuten). Hierna mag elke groep op de andere groep(-en) reageren (elke groep 3 minuten). Een jury bepaalt wie zich als beste groep heeft gepresenteerd.

Opdracht literatuuronderzoek

Om de poster te kunnen maken en een standpunt te kunnen innemen kun je de artikelen uit paragraaf 1.4 gebruiken en/of informatie opzoeken in bladen of op het internet. Planten hebben diverse elementen nodig voor hun groei. De docent wijst jullie één van de volgende elementen toe om te onderzoeken: stikstof, fosfor, kalium, calcium of zwavel. In het verslag dienen de volgende zaken tenminste opgenomen te worden:

- Waarvoor heeft een plant dit element nodig?
- Waar komt het element in de natuur voor en hoe komt het in de plant? (Hoe is de kringloop van het element?)
- Is het nodig om via bemesting een extra hoeveelheid van dit element toe te voegen?
- De standpunten vanuit je invalshoek (voor- en/of nadelen bemesting en bestrijdingsmiddelen).

Het verslag van het onderzoek (omvang 4 à 5 A-tjes) wordt voor het einde van de module ingeleverd.

Aandachtspunten voor de verschillende rollen

Fabrikanten

Jullie zijn fabrikanten van kunstmest. De volgende vragen dienen beantwoord te worden in de inleiding van je literatuuronderzoekverslag:

- Wat zit er in kunstmest?
- Hoe maak je kunstmest?
- Welke soorten zijn er?
- Is kunstmest schadelijk voor het milieu?
- Hoe blijft kunstmest in de grond zitten?

Boeren en tuinders

Jullie zijn producenten van gewassen (boeren/tuinders). De volgende vragen dienen beantwoord te worden in de inleiding van je literatuuronderzoekverslag:

- Welke voor- en nadelen heeft kunstmest ten opzichte van dierlijke mest?
- Hoe blijft kunstmest in de grond zitten?
- Welke (soorten) kunstmest pas je wanneer toe?
- Wat is de invloed van kunstmest in verschillende grondsoorten?
- Is het gebruik van kunstmest noodzakelijk om voldoende opbrengst van het land te krijgen?

Milieuactivisten

Jullie zijn lid van een milieuorganisatie. De volgende vragen dienen beantwoord te worden in de inleiding van je literatuuronderzoekverslag:

- Wat is de invloed van het gebruik van kunstmest op het milieu?
- Heeft zure regen invloed op de uitspoeling van kunstmest?
- Kun je beter dierlijke mest gebruiken dan kunstmest als je kijkt naar het milieu?
- Moeten überhaupt kunstmest gebruikt worden om gewassen te laten groeien of is dat niet nodig en wordt het milieu er alleen maar door aangetast?

Consumenten

Jullie zijn consumenten. De volgende vragen dienen beantwoord te worden in de inleiding van je literatuuronderzoekverslag:

- Is er algemeen beste kunstmest voor bloemen, groenten en sierplanten, of heeft ieder gewas een ander soort (kunst-)mest nodig?
- Welke voor- en nadelen heeft kunstmest ten opzichte van dierlijke mest?
- Moeten überhaupt kunstmest gebruikt worden om gewassen te laten groeien of is dat niet nodig en wordt het milieu er alleen maar door aangetast?
- Kan het gebruik van kunstmest schadelijk zijn voor de volksgezondheid?

Wetenschappers

Jullie werken bij een onderzoeksinstituut. Aan het eind van de module moet je op z'n minst op de volgende vragen antwoord kunnen geven:

- Wat is de invloed van (kunst-)mest in verschillende grondsoorten? Moet aan iedere grondsoort evenveel (kunst)mest toegevoegd worden?
- Kun je beter dierlijke mest gebruiken dan kunstmest als je kijkt naar de behoefte aan mineralen in de grond?
- Moeten überhaupt kunstmest gebruikt worden om gewassen te laten groeien of is dat niet nodig en wordt het milieu er alleen maar door aangetast?
- Wat zijn sporenelementen?

Logboek

Elke groep houdt een logboek bij. In dat logboek hou je per les de activiteiten bij en schrijf je de antwoorden op van alle vragen en opdrachten in deze module. Hoe je in je groep werkt en wat je met het logboek moet doen kun je lezen op pagina 1 en 2 van het logboek. Het logboek telt ook mee voor het cijfer.

Practicumproeven

In de module staan 8 proeven beschreven die elke groep zelfstandig gaat uitvoeren. Werkplannen en antwoorden op vragen van de proeven 1, 2, 3, 4, 6 en 7 dienen uitgewerkt te worden in het logboek. Van de proeven 5 en 8 dienen aparte meetrapporten ingeleverd te worden per groep.

Leerdoelen

Wat moet je weten na afloop van de module:

- wat mineralen of zouten zijn.
- hoe je met behulp van neerslagreacties en kleuren van stoffen ionen aan kunt tonen.
- hoe je een vast zout kunt maken uit zoutoplossingen.
- hoe je slecht oplosbare mineralen toch op kunt lossen.
- welke ionen vooral in kunstmest aanwezig zijn.
- hoe kunstmest gemaakt wordt.
- welke ionen in kunstmest ook een schadelijk effect kunnen hebben.
- wat de voor- en nadelen zijn van kunstmest ten opzichte van dierlijke mest
- welke invloed de concentratie van meststoffen heeft op de groei.
- of voor iedere plant dezelfde kunstmest goed genoeg is.
- of kunstmest in de bodem wordt vastgehouden.
- hoe kunstmest in het grondwater komt.
- wat de invloed van zure regen is op de uitspoeling van stoffen in grond.

Wat moet je o.a. kunnen na afloop van de module:

- namen en formules geven en interpreteren van zouten die zijn samengesteld uit de volgende ionen:
 - Ag^+ , Al^{3+} , Ba^{2+} , Ca^{2+} , Cu^{2+} , Fe^{2+} , Fe^{3+} , Hg^{2+} , K^+ , Na^+ , NH_4^+ , Mg^{2+} , Pb^{2+} , Sn^{2+} , Zn^{2+} .
 - Br^- , CH_3COO^- , Cl^- , F^- , HCO_3^- , I^- , O^{2-} , OH^- , NO_2^- , NO_3^- , PO_4^{3-} , S^{2-} , SO_3^{2-} , SO_4^{2-} .
- met behulp van een oplosbaarheidstabel laten zien hoe via neerslagreacties:
 - de aanwezigheid van bepaalde ionen kan worden aangetoond;
 - ionen uit een oplossing kunnen worden verwijderd
 - een bepaald zout kan worden bereid;
 - ionen in oplossing met elkaar kunnen reageren.
- een verdunningsreeks maken.
- samenvatting maken van uitkomsten van experimenten
- een gefundeerd standpunt innemen ten aanzien van het gebruik van kunstmest.

Zie ook de kenniskaart aan het einde van de module (pagina 35).

Mest staat veehouders tot de lippen

Van onze redactie economie

DEN HAAG - De mestkelders van de varkenshouders dreigen te overstromen en de pluimveehouders stapelen in arren moede de stront op achter de stal. Het koude en natte voorjaar en de strenge mestregels zijn de oorzaak van de problemen. De Tweede Kamer praat er vandaag met de minister over. Als er niets gebeurt, vrees ik dat veehouders de deuren moeten sluiten omdat ze niet meer van hun mest afkomen," voorspelt Hans Verkerk van Cumela Nederland, de organisatie van mesttransporteurs.

Dat het moeilijk zou worden op de mestmarkt was al voorspeld. Dit jaar zijn de strenge Europese mestregels ingegaan, waardoor akkerbouwers en melkveehouders veel minder dierlijke mest op hun land mogen uitrijden dan daarvoor. Maar de problemen zijn nu groter dan verwacht. Veehouders zitten met een overschot dat ze nauwelijks kwijtraken.

De belangrijkste reden daarvoor is de terughoudendheid bij akkerbouwers om mest af te nemen. De hoeveelheid mineralen in de mest wisselt sterk. Daardoor weten akkerbouwers van tevoren nooit precies of ze te veel, voldoende of te weinig meststoffen op de akkers brengen. Dat wordt pas na enkele weken duidelijk als de monsters van de mest zijn geanalyseerd op de hoeveelheid meststoffen.

Als dan blijkt dat ze te veel bemest hebben, worden ze direct hard gestraft door Brussel. Ze lopen dan een deel van hun Europese subsidies mis. "En dat kunnen ze niet hebben," weet Verkerk, "De subsidie is het inkomen, want de kosten en de opbrengsten van de gewassen houden elkaar in evenwicht."

Voorjaar

De problemen zijn verergerd door het koude en natte voorjaar. Daardoor konden akkerbouwers geen mest op hun akkers uitrijden. Toen het weer eenmaal beter werd, was de tijd te kort om alle mest van veehouders naar akkerbouwers te krijgen, want de akkerbouwers begonnen al snel met zaaien en poten. "En dan kunnen ze geen mest meer op het land brengen", weet Verkerk.

Al die problemen vertaalden zich direct in de prijzen die veehouders moeten betalen om van hun mest af te komen. "Nu moeten ze rond de twintig euro per kuub mest betalen, het dubbele van een jaar geleden", aldus Verkerk.

De boeren hebben zich inmiddels tot de politiek gewend voor oplossingen. Ze willen vooral dat er meer dierlijke mest op de akkers gebracht mag worden. Ook moeten er meer mogelijkheden komen om gedurende het jaar de mest naar de akkerbouwgebieden te brengen om die daar op te slaan.

Hoe armer de grond, hoe rijker de natuur

Artikel uit Natuurbehoud nr.4 Winter 2011, p20 en p21

Ons land ligt onder een deken van stikstof. En daar lijdt de natuur onder.

Wat goed is voor de planten in de vensterbank, pakt soms desastreus uit voor planten in de natuur. Hoe zit dat?

Het lijkt zo logisch. Je geeft een plant wat mest en hij gaat beter groeien. Zo doen we het bij onze kamerplanten immers ook. Even een scheut Pokon of Substral en de planten leven bijna zichtbaar op. Als het thuis zo werkt, zal dat in de natuur toch ook zo werken? Niet dus. Voor grote delen van onze natuur geldt: hoe minder mest, hoe florissanter het plantenleven. Hoe zit dat? Veel van onze bijzondere planten komen alleen voor op plekken waar heel weinig voedingsstoffen in de bodem zitten. Duinen, bossen op de zandgronden, heidevelden en venen hebben dergelijke arme gronden. Het planten- en dierenleven is daar op aangepast. Met een grote variatie als resultaat, zoals

tormentil en valkruid op de heide met hun prachtige gele bloemen. Of bosanemonen die witte tapijten leggen in bosranden.

Gele kortmossen

Dat het met veel van die planten niet goed gaat, komt dan ook niet vanwege een tekort aan voedingsstoffen. Nee, het probleem is dat er al jarenlang teveel voedingsstoffen, en met name stikstof, via lucht en water in onze natuur terecht komen. Die stikstof komt voornamelijk uit de veeteelt met z'n vele miljoenen kippen, varkens, koeien, schapen en geiten. Overal in Nederland zit er teveel stikstof in de lucht. Over ons land ligt een deken van stikstof, wordt wel gezegd. Je voelt het niet en je ruikt het alleen als een boer mest uitrijdt. Maar je kunt het wel zien. Zo zijn er gele korstmossen die erg van stikstof houden. Vroeger zag je die gele mossen alleen op bomen bij boerderijen, nu kom ze het werkelijk overal tegen, waarschijnlijk ook bij u in de straat.

Brandnetels en bramen

Het hoge stikstofgehalte in lucht en water verstoort de natuurlijke balans van voedingsstoffen in de natuur. Planten die van veel voeding houden, gaan harder groeien en overwoekeren planten die juist weinig voeding nodig hebben. Dus groeien bosranden dicht met brandnetels en bramen. En in grasland zie je alleen nog maar gras. Heel gewone planten als pinksterbloem en boterbloem kom je er nauwelijks meer tegen. Ook insecten lijden onder de overmaat aan stikstof op arme gronden. In het voedsel dat ze uit planten halen,

is het stikstofgehalte namelijk ook te hoog. Daardoor raakt hun Schijf van Vijf ontregeld. Dat leidt ertoe dat ze langzamer groeien of dood gaan. Vervolgens komen vogels, die van insecten leven, in de problemen. Zo richt stikstof een spoor van vernieling aan in de voedselketen.

Symptoombestrijding

Natuurmonumenten probeert de schade van stikstof zoveel mogelijk te beperken. Met maaien en plaggen voeren we veel stikstof af. Dat is erg kostbaar, tijdrovend en heeft vervelende bijverschijnselen. Met plaggen haal je bijvoorbeeld ook veel andere mineralen weg die belangrijk zijn voor planten en dieren. Natuurmonumenten wil dan ook af van deze voortdurende symptoombestrijding. Om de natuur in ons land weer mooi en gevarieerd te krijgen, is een sterke stikstofverlaging nodig. Dat vraagt om een andere samenstelling van veevoer, om zuiveringsinstallaties én om inkrimping van de veestapel. ■



ZURE REGEN: WAAR EEN WIL IS, IS EEN WEG

Zo'n 25 jaar geleden was er veel ophef over 'zure regen' als gevolg van een hoog gehalte zwavelzuur, dat zware industrieën en autoverkeer uitstootten. De natuur en historische gebouwen hadden daarvan ernstig te lijden. Gelukkig investeerde de industrie daarop flink in luchtzuivering en kregen auto's katalysatoren. Zal de stikstofproblematiek over enige tijd tot het verleden behoren? Natuurmonumenten maakt zich er sterk voor.

Bodemvruchtbaarheid

Bron: www.kunstmest.com

Inhoudsopgave

Waarom is kunstmest noodzakelijk?

Wat is de oorsprong van kunstmest in de huidige landbouw en hoe hebben deze zich ontwikkeld?

Kunstmest en bodemvruchtbaarheid

Kan de natuur een tekort aan voedingsstoffen opheffen?

Waarom is een zwavelbemesting nu eerder nodig dan vroeger?

Organische en minerale meststoffen

Waarom is kunstmest noodzakelijk?

Voor een goede gewasgroei is het nodig dat er voldoende voedingsstoffen worden aangevoerd. Landbouwgrond bevat normaal gesproken niet voldoende voedingsstoffen voor aanhoudend hoge opbrengsten. Door opname van voedingsstoffen door het gewas wordt de voorraad in de bodem lager en die moet aangevuld worden. Dat kan met organische mest en met kunstmest. Als er geen voedingsstoffen worden aangevoerd neemt de opbrengst af, gaan gewassen gebreken vertonen en in extreme gevallen mislukt de oogst volledig.

De aanvoer van voedingsstoffen kan ook met organische mest, maar gebruik van kunstmest is zeker op wereldschaal onontbeerlijk om voldoende voedsel te produceren voor de groeiende wereldbevolking. Organische mest, als het al beschikbaar is, is niet voldoende om volledig in de gewasbehoefte aan voedingsstoffen te kunnen voorzien. Kunstmest is daarom nodig voor een duurzame landbouw.

Wat is de oorsprong van kunstmest in de huidige landbouw en hoe hebben deze zich ontwikkeld?

Kunstmest is halverwege de 19e eeuw in de Europese landbouw geïntroduceerd, nadat de principes van plantenvoeding waren ontdekt. Kunstmest werd een belangrijke productiefactor die er mede voor zorgde dat de gewasopbrengsten sterk toenamen. Was de landbouwproductie voorheen laag en vooral gericht op eigen gebruik van gewassen, na de introductie van kunstmest vormde landbouw zich om in een efficiënte voedselproducent. Hierbij speelde uiteraard ook de introductie van nieuwe, verbeterde rassen een grote rol. Bij granen bijvoorbeeld werden rond 1950 nieuwe rassen geïntroduceerd die sterk positief reageerden op kunstmest en pesticiden. De verhoging van de graanopbrengst per hectare was enorm, van circa 2.000 kg per ha naar rond de 9500 kg per ha nu.

Rond 1975 werd de maatschappij kritischer over de intensieve landbouw. De voedselvoorziening was overvloedig en de hoogproductieve landbouw had zich ontwikkeld in een manier die niet iedereen gewenst vond. Door de toegenomen specialisatie op de bedrijven was er bijvoorbeeld een scheiding opgetreden van dierlijke en plantaardige bedrijven. Ook waren er ongewenste neveneffecten van het gebruik van gewasbeschermingsmiddelen, door het slechte gebruik van dierlijke mest en een overmatig gebruik van kunstmest. De discussie hierover en het onderzoek naar deze onderwerpen leidde tot een andere landbouw. Efficiënter omgaan met gewasbeschermingsmiddelen en meststoffen, met meer aandacht voor gezondheid en voedselveiligheid werd belangrijker. Het gebruik van zowel gewasbeschermingsmiddelen als

kunstmest per kilogram product (aardappelen, uien en gras bijvoorbeeld) is sterk gedaald en daalt nog steeds.

Tegenwoordig vindt ook vaak gedoseerde bemesting plaats. Met kunstmest is het mogelijk om gedoseerd, naar behoefte van de plant tijdens de groei op verschillende stadia voedingselementen toe te voegen. Hiervoor is veel kennis nodig over de opname van voedingsstoffen tijdens de groei noodzakelijk. Ook wordt tegenwoordig geprobeerd zo veel mogelijk ter plaatse te bemesten, door bijvoorbeeld rijenbemesting (alleen de rij planten wordt bemest en de ruimte tussen de rijen niet). Getracht wordt om de aanvoer van voedingsstoffen zoveel mogelijk gelijk te houden aan de afvoer.

3. Kunstmest en bodemvruchtbaarheid

Voor de groei van planten zijn niet alleen voedingsstoffen nodig maar ook vocht (water). De grond waarin de planten groeien speelt hierbij een belangrijke rol. In de grond hebben het gehalte aan organische stof (humus) en het kleigehalte ($< 16 \mu\text{m}$) onder andere een invloed op het vochthoudend vermogen, de beschikbaarheid van voedingsstoffen voor de plant en de structuur en bewerkbaarheid van de grond. Indien bij intensieve plantenteelt meer voedingsstoffen uit de grond opgenomen worden dan beschikbaar zijn door de bodemchemische processen dan kan het gehalte hieraan dalen onder een gewenst niveau.

Een te laag niveau van een betreffende voedingsstof kan aangevuld worden met kunstmest. Voor elke gewenste voedingsstof zijn kunstmeststoffen beschikbaar. Ondanks dat de gebruikte voedingsstoffen tegenwoordig aangevuld kunnen worden, wordt toch vruchtwisseling (de gewassen op een bepaald stuk grond worden dan afgewisseld) toegepast. Vruchtwisseling wordt vooral toegepast omdat bepaalde gewassen schadelijke bestanddelen voor een ander gewas in de grond achterlaten, bijvoorbeeld aaltjes bij aardappelen (1 keer per 3 jaar aardappelen) of schadelijke stoffen bij bloembollen (1 keer per 6 jaar bloembollen). Er zijn tabellen opgesteld met daarin aangegeven welke gewassen na elkaar geteeld kunnen worden.

De zuurgraad (pH) in de grond speelt een belangrijke rol bij de beschikbaarheid van macro- en micronutriënten. Afhankelijk van het element kan een te zure grond een vermindering of vermeerdering van de beschikbaarheid voor de plant geven. Voor de verschillende gronden gelden optimale zuurgraden, welke in stand gehouden kunnen worden door een berekende kalkbemesting.

Kan de natuur een tekort aan voedingsstoffen opheffen?

In de huidige, intensieve landbouw is dat onwaarschijnlijk. Als er een tekort is aan één of meerdere voedingsstoffen moet dit door levering van buitenaf worden aangevuld. Voedingsstoffen kunnen beschikbaar komen door verwerking van bodemmineralen. In de extensieve landbouw (weinig productie) zijn problemen met tekorten op te lossen door een tijd geen gewassen meer te telen op die percelen. Deze percelen veranderen in bos, waarin een deel van de mineralen die door verwerking vrijkomen zich ophopen. De mineralen worden voor de gewassen beschikbaar gemaakt door het bos af te branden. Na enkele jaren zullen er echter opnieuw tekorten ontstaan als er geen voedingsstoffen worden toegediend. Gewassen nemen immers voedingsstoffen op en als er geen aanvulling plaatsvindt wordt de bodemvoorraad uitgeput.

5. Waarom is een zwavelbemesting nu eerder nodig dan vroeger?

Hier zijn verschillende redenen voor. Ten eerste zijn de opbrengsten nu hoger dan vroeger en dat betekent dat ook meer zwavel door de gewassen wordt opgenomen uit de bodem. De voorraad

raakt dus sneller op. Daarbij komt dat de fosfaathoudende meststoffen tegenwoordig minder zwavel bevatten dan vroeger. De zwavelaanvoer ging vroeger min of meer vanzelf via het gebruik van kunstmest. Ten derde komt een deel van de zwavel via neerslag op de akkers terecht, maar is die aanvoer flink gedaald door de sterke afname van industriële emissies van zwaveldioxide. Hoewel bovenstaande vrij duidelijke redenen geeft waarom zwavelbemesting nu meer nodig is dan vroeger, zijn de wetenschappers er het er niet over eens dat bovenstaande redenen de echte redenen zijn. Er zijn ook onderzoeken die aantonen dat dit zeker niet de enige redenen kunnen zijn. Koolgewassen, koolzaad en in iets mindere mate granen zijn vrij gevoelig voor zwavelgebrek.

6. Organische en minerale meststoffen

Door gebruik van organische meststoffen kan het humusgehalte in de grond gehandhaafd of verbeterd worden. In de organische mest aanwezige voedingsstoffen kunnen door planten opgenomen worden. Een nadeel is dat het gebruik van organische meststoffen gebonden is aan strenge regels in verband met milieueisen. Onder andere hoeveelheid, vorm en tijdstip van dosering, en de gehalten aan voedingsstoffen zijn wisselend en niet optimaal voor plantengroei. Tevens komen de voedingsstoffen in organische mest maar langzaam beschikbaar voor de plant.

De weersomstandigheden tijdens de groei, vooral neerslag en temperatuur, spelen hierbij een belangrijke rol. Een ander praktisch nadeel van organische mest is dat het om grote volumes gaat, waarbij de gehalten aan mineralen vrij laag zijn. Dat maakt het duur om deze mest te transporteren. Daarbij is het lastig om dergelijke grote hoeveelheden gelijkmatig te verdelen over het perceel. Bovendien is het moeilijk voor een gebruiker om de gift precies af te stemmen op het gewas, omdat, zoals eerder gemeld, de gehalten aan voedingsstoffen wisselend zijn.

Elk gewas heeft namelijk een andere behoefte aan voedingsstoffen. Nog een nadeel van organische mest is het feit dat een deel van de stikstof in de mest niet tijdens het groeiseizoen beschikbaar is voor het gewas. Een deel komt vrij tijdens periodes dat er geen gewas op het veld staat en kan dan dus uitspoelen naar het grondwater. Tenslotte treden tijdens de opslag en het uitrijden van de organische mest ammoniakverliezen op. Ammoniak heeft een verzurend effect op het milieu.

Tekorten aan voedingsstoffen bij toepassing van organische mest kunnen aangevuld worden met kunstmest. De werking en de beschikbaarheid van voedingsstoffen in de vele kunstmestsoorten is goed bekend en geeft daardoor meer zekerheid voor een goede plantengroei dan het gebruik van organische mest. Nadeel van stikstofkunstmest is dat veelal fossiele energie nodig is om de kunstmest te maken, circa 0,6 kg aardgas per kg stikstof. Dat maakt de kunstmestproductie vrij duur en dit zorgt ervoor dat kunstmestproducenten worden aangespoord om efficiëntere productietechnieken te ontwikkelen.

Andere interessant sites zijn: www.kennislink.nl en www.nmi-agro.nl (waarbij deze laatste informatie geeft over diverse meststoffen, die in Nederland verkrijgbaar zijn, met productnaam, omschrijving etc.)

2. Zout

Zout ken je wel. Je strooit het over de patat en over je ei, en als je er teveel van binnenkrijgt is het ongezond. Maar wat is dat nu, “zout”?

Zoals wij de naam “zout” gebruiken, bedoelen we eigenlijk de stof natriumchloride, het hoofdbestanddeel van keukenzout. Maar ons taalgebruik kent veel meer “zout”. Er bestaat ook gejodeerd zout, dat is keukenzout met toegevoegd jodide. Strooizout bevat behalve natriumchloride ook nog de stof calciumchloride, en in zeezout zitten vele verschillende stoffen. Ofwel, er is niet één “zout”, zouten zijn een aparte klasse van stoffen en er zijn heel veel verschillende zouten.



Afbeelding 1: Keukenzout (natriumchloride)

Mensen hebben zouten nodig. Ons lichaam bevat zouten, vooral op basis van natrium en kalium, die helpen bij het in stand houden van de vochtbalans in het lichaam, en de communicatie tussen de cellen (prikkeloverdracht). Voedingssupplementen bevatten vaak mineralen, en dat zijn in de meeste gevallen ook zouten, die ervoor zorgen dat je lichaam optimaal functioneert.

Ook planten hebben zouten nodig. Zij krijgen die in de vorm van mest. Dat kan zowel natuurlijke mest zijn (bijvoorbeeld planten- en dierenresten, organische mest), of kunstmest die door de boeren op het land wordt gestrooid. Waarschijnlijk ken je wel merknamen als Pokon en Substral.

De belangrijkste ingrediënten van kunstmest zijn stikstof (N), fosfaat (P) en kalium (K). Die zitten in natuurlijke kunstmest, guano, ofwel zeevogelpoep. Guano werd vooral verzameld op eilandjes bij de kust van Chili en Argentinië. Daar ontstonden metersdikke lagen van deze meststof, *chilispeter* genoemd. Echter, deze voorraden waren rond 1900 behoorlijk uitgeput. In 1910 slaagde de Duitser Haber erin een proces te ontwikkelen om stikstof vanuit de lucht te gebruiken in kunstmest. Dat deed hij via de productie van ammoniak (NH_3). Vanaf dat moment kon natriumnitraat, het voornaamste bestanddeel van chilispeter, kunstmatig gemaakt worden. Als gevolg hiervan namen de grondbemesting en opbrengst per hectare sterk toe.



Afbeelding 2: Haliet, natriumchloride als mineraal

Delfstoffen zijn gesteenten en mineralen die kunnen worden gebruikt door de mens, en die economisch voordelig kunnen worden gewonnen. De mensheid gebruikt delfstoffen onder andere als brandstof, bouwsteen en als grondstof. Natriumchloride kan ook worden gedolven als minerale delfstof. Het heet dan haliet.

De stoffen die in onze eetbare “zouten” zitten, en de N, P en K in kunstmest zijn afkomstig van verschillende zouten. Voordat verder wordt ingegaan op zouten, gaan we de klassen van stoffen oprispen.

3. Soorten stoffen

Een manier om soorten stoffen van elkaar te onderscheiden is te kijken of de stoffen stroom geleiden, en in welke toestand zij dat doen. Als je goed naar de tabel kijkt, valt op dat stoffen van het ene type *altijd* stroom geleiden, van het tweede type *nooit* stroom geleiden, en van het derde type in bepaalde toestand wel en in andere toestand niet.

	vast	vloeibaar	opgelost in water
lood	+	+	nvt
kaarsvet	-	-	-
zinkchloride	-	+	+

De chemie deelt stoffen in *drie* verschillende typen in: metalen, moleculaire stoffen en zouten. In onderstaande tabel worden de verschillende typen op een rijtje gezet.

Type	Opbouw	Stroomgeleiding	Binding
<i>Metalen</i>	Metaalatomen	Altijd	Metaalbinding
<i>Moleculaire stoffen</i>	Niet-metaalatomen (bv C, O, H, N, P)	Nooit	Atoombinding (vast, vloeibaar, gas) en molekuulbinding/ VanderWaalsbinding (vast en vloeibaar)
<i>Zouten</i>	Metaal <u>ionen</u> + niet-metaal <u>ionen</u>	<i>Niet</i> in vaste toestand, <i>wel</i> in opgeloste en gesmolten toestand.	Ionbinding

Zouten zijn een aparte klasse van verbindingen. Zouten bestaan uit ionen, terwijl metalen en moleculaire stoffen bestaan uit atomen. Ionen zijn geladen deeltjes, zij kunnen een positieve of een negatieve lading hebben die kan variëren van 6+ tot 4-. (Het meest voorkomend is tussen +4 en -3).

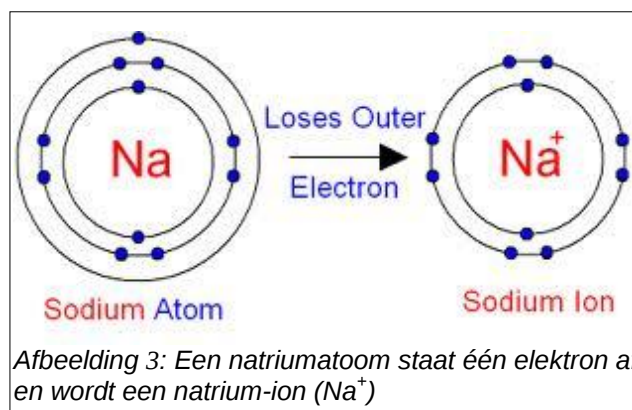
In de volgende paragraaf wordt uitgelegd wat het verschil is tussen atomen en ionen.

4. Ionen

4.1. Enkelvoudige ionen

Zoals bekend bestaat een atoom uit protonen, neutronen en elektronen. De atoomkern bevat protonen en neutronen, de elektronen cirkelen in schillen ver buiten de atoomkern. Het aantal protonen van een atoom heet het atoomnummer, en dat is specifiek voor een element. Natrium heeft 11 protonen. Zou natrium een proton erbij krijgen, dan heeft het element 12 protonen en heet het magnesium en geen natrium. Het massagetal is het aantal protonen en het aantal neutronen bij elkaar opgeteld.

Ieder proton heeft een lading van +1 en ieder neutron heeft een lading van 0. Een natriumkern heeft 11 protonen en daardoor een lading van 11+. Om de kern cirkelen elektronen die ieder een lading van 1- hebben. In een atoom is het aantal protonen gelijk aan het aantal elektronen. Bij een natriumatoom leveren de elektronen een lading van 11-. Het atoom heeft in totaal een lading van 0 (nul).



Ionen zijn geladen deeltjes. Bij ionen is het aantal protonen en elektronen NIET gelijk. Een natrium-ion heeft een lading van 1+. Dat betekent dat het ion 11 protonen heeft (anders was het geen natrium), maar slechts 10 elektronen. Die leveren een lading van 10-, waardoor de totale lading van het natriumion 1+ is. De notatie van het natrium-ion is Na^+ .

Ionen kunnen ook negatief geladen zijn. Het oxide-ion is O^{2-} . Een zuurstofatoom heeft 8 protonen, en ook 8 elektronen. Als zuurstof een ion wordt, krijgt het in totaal 10 elektronen. Het heeft twee elektronen meer dan het protonen heeft, en daardoor heeft het oxide-ion een lading van -2.

Een animatie van de vorming van een natrium ion uit een natrium atoom tegelijk met een chloride ion uit een chloor atoom kun je zien op: http://www.youtube.com/watch?v=xTx_DWboEVs

Opdracht 1: Geef van de volgende ionen aan, hoeveel protonen, neutronen en elektronen deze bevatten.

	protonen	neutronen	elektronen
Cl^- (massagetal 35)			
Fe^{3+} (massagetal 56)			
Ca^{2+} (massagetal 40)			

Een natrium-ion heeft altijd een lading van 1+, een oxide-ion is altijd 2-. Het blijkt dat de ionladingen variëren per groep (kolom) van het periodiek systeem, wat het onthouden makkelijker

maakt. Bovendien zijn metaalionen altijd positief geladen. Er zijn elementen die ionen kunnen vormen met verschillende lading, bijvoorbeeld Fe^{2+} en Fe^{3+} . Deze worden ijzer(II)ionen en ijzer(III)ionen genoemd. De lading wordt aangegeven met Romeinse cijfers.

Opdracht 2: Geef de namen van zowel het Co^{2+} ion als het Co^{4+} ion.

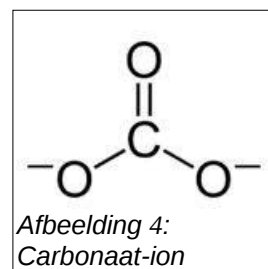
De ionen van elementen die een negatief ion vormen veranderen van naam. Zuurstof wordt oxide, fluor wordt fluoride, jood wordt jodide. De uitgang -ide betekent dat de stof een negatief ion bevat dat bestaat uit één atoomsoort.

Opdracht 3: Zoek de ionlading van onderstaande elementen op. Vul de tabel aan en leer deze uit je hoofd.

Metalen	Ionlading	Niet-metalen	Ionlading	Namen
H, K, Na, Ag, Li		F, Cl, Br, I		
Mg, Ca, Ba		O, S		
Al, Cr, Au				
Fe				
overig				

4.2 Samengestelde ionen

Ionen kunnen bestaan uit één atoomsoort (zie bovenstaande tabel), maar ook uit verschillende. Samengestelde ionen bestaan uit meerdere atoomsoorten. Een voorbeeld is het carbonaation, CO_3^{2-} , zie afbeelding 4. Het ion bestaat uit 1 C-atoom en 3 O-atomen. Het totale aantal elektronen in dit samengestelde ion is 2 groter dan het totale aantal protonen, en daarom heeft deze eenheid van atomen een lading van -2. Een samengesteld ion kan niet gesplitst worden.



Opdracht 4: Bereken het totale aantal elektronen in het carbonaat-ion.

De meeste samengestelde ionen hebben een negatieve lading, een uitzondering is het positieve ammonium-ion. Onderstaande tabel zet een aantal samengestelde ionen op een rijtje. De namen (met uitgangen -iet of -aat) en ladingen van deze ionen moet je uit je hoofd kennen.

Lading	Naam	Formule	Lading	Naam	Formule
-1	hydroxide	OH^-	-2	carbonaat	CO_3^{2-}
	nitriet	NO_2^-		sulfiet	SO_3^{2-}
	nitraat	NO_3^-		sulfaat	SO_4^{2-}
	waterstof-carbonaat	HCO_3^-		silicaat	SiO_3^{2-}
	acetaat	CH_3COO^-			
-3	fosfaat	PO_4^{3-}	+ 1	ammonium	NH_4^+

5. Zoutformules

5.1 Verhoudingsformule

Zouten zijn, net als alle andere stoffen, van zichzelf elektrisch neutraal. Zouten bestaan uit ionen, die positief of negatief geladen kunnen zijn. Elektrisch neutraal betekent dat er evenveel positieve lading als negatieve lading in een zout zit: deze ladingen heffen elkaar op. Een zout bestaat dus altijd uit negatieve en positieve ionen.

De zoutformule geeft aan in welke verhouding de ionen van elk type in een zout zitten. Een andere benaming is dan ook verhoudingsformule.

Natriumchloride heeft als formule NaCl, wat betekent dat Na^+ en Cl^- in de verhouding 1:1 in het zout voorkomen. In de zoutformule wordt het positieve ion altijd als eerste genoteerd. Calciumchloride, CaCl_2 , bestaat uit Ca^{2+} en Cl^- -ionen in de verhouding 1:2. Hierin wordt de positieve lading van Ca^{2+} gecompenseerd door 2 Cl^- -ionen. Het vaste zout wordt genoteerd als NaCl (s) of CaCl_2 (s). De "s" staat hier voor "solid", vast. Toevallig is het dezelfde "s" als in tabel 45A van een slecht oplosbare vaste stof.

Ook bij samengesteld ionen kijk je naar de lading van het ion. Kaliumcarbonaat bestaat uit K^+ -ionen en CO_3^{2-} -ionen in de verhouding 2: 1. De negatieve lading van CO_3^{2-} wordt gecompenseerd door 2 K^+ -ionen. De verhoudingsformule wordt K_2CO_3 (s).

Als een samengesteld ion meer dan één keer voorkomt in de zoutformule, wordt het ion tussen haakjes gezet. Neem ammoniumfosfaat, dat bestaat uit ammonium-ionen NH_4^+ en fosfaationen PO_4^{3-} in de verhouding 3:1. Dit wordt genoteerd als $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ (s).

Opdracht 5: schrijf $(\text{NH}_4)_3\text{PO}_4$ en $\text{Ca}(\text{OH})_2$ op zonder de haakjes. Wat is het verschil ?

Opdracht 6: Stappenplan zoutformules. Welke stappen neem je om een kloppende zoutformule op te stellen ?:

2.

3.

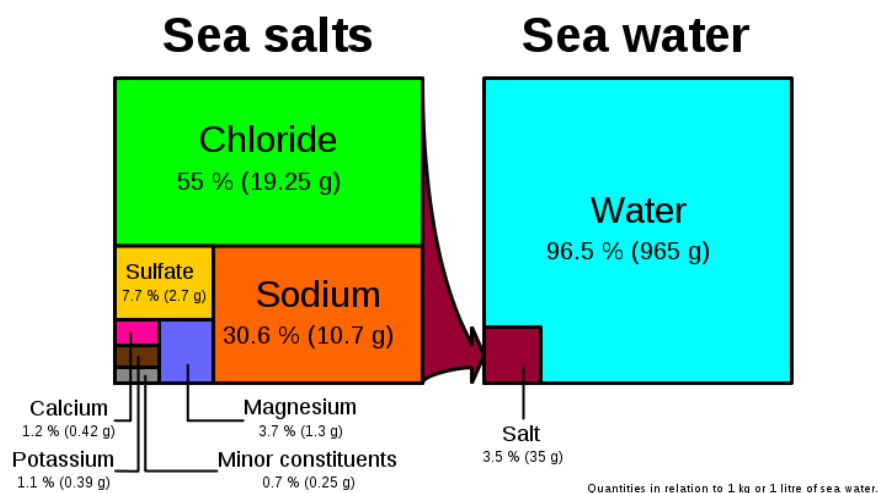
4.

Opdracht 7: De zouten in zeewater: zie bijgaand plaatje

(sodium = natrium)

(potassium = kalium)

(minor constituents = kleine hoeveelheden andere stoffen waaronder bromide)



Opdracht 7 (vervolg): Schrijf de zoutformule van de volgende stoffen:

natriumchloride
magnesiumchloride
natriumsulfaat
calciumchloride
magnesiumbromide

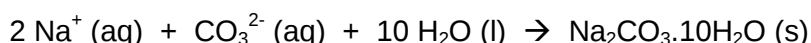
en ook:

natriumoxide
bariumsilicaat
natriumfosfaat
zilverwaterstofcarbonaat.....
ammoniumchloride.....
bariumhydroxide.....
magnesiumnitriet.....
ijzer(III)oxide
aluminiumfosfaat.....

5.2 Zouthydraten (extra toegevoegd aan module)

Zouten die water in hun kristalrooster hebben opgenomen worden zouthydraten genoemd. Het opgenomen water heet kristalwater (met gebruik van de notatie $\cdot n\text{H}_2\text{O}$). De kristalroosters van zouthydraten hebben een grotere hardheid dan die van de niet gehydrateerde zouten.

Bijvoorbeeld ontstaat kristalsoda bij het uitkristalliseren van een natriumcarbonaat-oplossing:



De aanwezigheid van kristalwater noteer je met een punt in de formule: $\text{Na}_2\text{CO}_3 \cdot 10\text{H}_2\text{O}$. Dit betekent dat het zout is opgebouwd in de deeltjesverhouding $\text{Na}^+ : \text{CO}_3^{2-} : \text{H}_2\text{O} = 2 : 1 : 10$. De hoeveelheid ingebouwd kristalwater wordt met een voorvoegsel weergegeven. Zo heeft kristalsoda de naam natriumcarbonaatdecahydraat.

Opdracht 8 : Geef de naam op van de volgende zouthydraten (voor numerieke voorvoegsels zie Binas tabel 66C)

- a. $\text{BaBr}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$
- b. $\text{CoCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$
- c. $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$

6. Zouten oplossen en indampen

Veel zouten lossen goed op in water. Binas tabel 45A geeft een overzicht van de oplosbaarheid in water van een heleboel zouten (zie ook afbeelding 5).

Zouten bestaan uit positieve ionen en negatieve ionen, in een zodanige verhouding dat de totale lading binnen de zoutformule nul is. In Binas tabel 45A staan de positieve ionen verticaal, naar beneden, getabelleerd. De negatieve ionen staan horizontaal, van links naar rechts. Bij elke combinatie van positief en negatief ion kun je op het kruispunt v en kolom opzoeken hoe goed deze combinatie oplost in water.

In tabel 45A staan verschillende letters:

- g *goed* oplosbaar heldere oplossing, losse ionen
- m *matig* oplosbaar troebel
- s *slecht* oplosbaar troebel

Een "o" betekent dat de stof ontleedt, bij "r" reageert de stof met water. Als het vakje leeg is betekent dit dat het zout niet bestaat. In deze module wordt geen aandacht besteed aan de lege vakjes en de vakjes met "o" en "r".

positieve ionen	negatieve ionen											
	NO ₃ ⁻	CH ₃ COO ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	SO ₄ ²⁻	F ⁻	S ²⁻	OH ⁻	SO ₃ ²⁻	CO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻
Na ⁺	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
K ⁺	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
NH ₄ ⁺	g	g	g	g	g	g	g	o		g	o	o
Mg ²⁺	g	g	g	g	g	g	s	m	s	m	m	s
Al ³⁺	g	g	g	g	g	g	g	r	s	r	r	s
Fe ²⁺	g	g	g	g	g	g	m	s	s	s	s	s
Zn ²⁺	g	g	g	g	g	g	g	s	s	s	s	s
Fe ³⁺	g	g	g	g		g	m		s		r	s
Cu ²⁺	g	g	g	g		g	g	s	s	s	s	s
Ca ²⁺	g	g	g	g	g	m	s	m	m	s	s	s
Ba ²⁺	g	g	g	g	g	s	m	m	g	s	s	s
Hg ²⁺	g	g	g	m	s	r	r	s			s	s
Pb ²⁺	g	g	m	m	s	s	m	s	s	s	s	s
Hg ⁺ (Hg ₂ ²⁺)	g	m	s	s	s	s	r	s		s	s	s
Ag ⁺	g	m	s	s	s	m	g	s		s	s	s

Afbeelding 5: Binas tabel 45 A

Goed oplosbaar (g) betekent dat als een vast zout in water wordt gebracht, dit geheel oplost. Er ontstaat dan een heldere oplossing die overigens wel een kleur kan hebben. Slecht oplosbaar (s) betekent dat als het zout in water wordt gedaan, dit nauwelijks oplost. Er ontstaat dan een troebele suspensie van niet opgelost zout in water. Matig (m) ziet er hetzelfde uit als (s), dus troebel, alhoewel meer zout opgelost is. Ook de suspensies kunnen een andere kleur hebben dan wit.

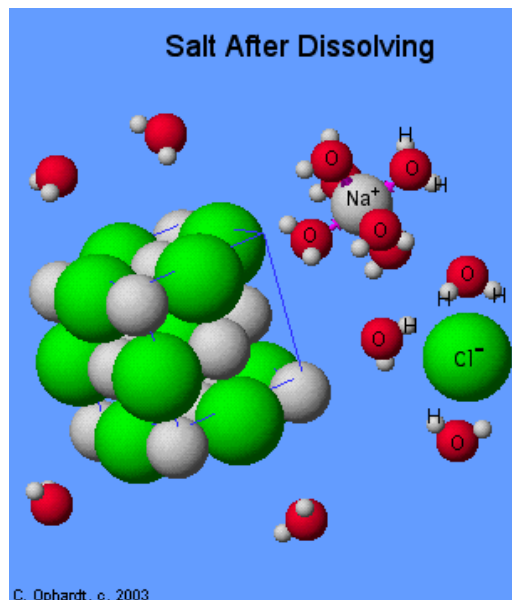
Demonstratieproef 1: Er worden drie zouten toegevoegd aan water: CaCl₂, CaSO₄ en CaCO₃. Beschrijf in onderstaande tabel de waarnemingen.

	Oplosbaarheid (g/m/s)	Uiterlijk inhoud bekerglas (helder/troebel)	Geleidbaarheid (laag/middel/hoog)
CaCl ₂			
CaSO ₄			
CaCO ₃			

Een goed oplosbaar zout valt uit elkaar in water. Het vaste zout valt uiteen in de losse ionen die zijn omringd door watermoleculen.

Op <http://www.youtube.com/watch?v=EBfGcTAJF4o> en op <http://havo.sk.dl1.pulsar.noordhoff.nl/sites/exact/pulsar/dl1/sk/havo/LMS/learningMethod.htm> staat een animatie van het oplosproces.

Afbeelding 6 geeft weer hoe watermoleculen rond de natrium- en chloride-ionen zitten.



C. Ophardt, c. 2003

Afbeelding 6: Natriumchloride opgelost in water

Opgeloste ionen (geladen deeltjes) kunnen zich vrij bewegen in de oplossing, en dat is de reden dat een zoutoplossing stroom geleidt. Zoals al te zien was in het proefje aan het begin van de module, geleiden vaste zouten geen stroom.

Dit komt doordat vaste zouten weliswaar geladen deeltjes, ionen, bevatten, maar deze ionen kunnen niet bewegen.

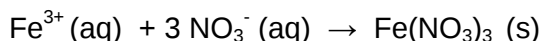
Het oplossen van een zout wordt weergegeven in een oplosvergelijking. Hierin wordt een vast zout, na oplossen gesplitst in zijn losse ionen. Bijvoorbeeld natriumsulfaat:



Het vaste zout bestaat uit 2 Na^+ -ionen en 1 SO_4^{2-} -ion. Links van de pijl staat de formule van het vaste zout (aan elkaar, geen lading opgeschreven, het aantal ionen als hangend cijfer – de index). Rechts van de pijl de losse ionen, waarbij aantallen ionen worden aangegeven met coëfficiënten (voor het ion) en ionladingen moeten worden weergegeven. De toestanden worden aangegeven zoals (s) bij het vaste zout, en (aq) bij opgeloste ionen.

Let op: Een samengesteld ion blijft één geheel na oplossen. Het valt **niet** uiteen in losse atomen !

Indampen is het omgekeerde proces. De losse ionen staan links van de pijl, het vaste zout rechts. Bijvoorbeeld het indampen van een oplossing van ijzer(III)nitraat.



Opdracht 9: geef de oplosvergelijkingen van:

Calciumchloride

Natriumsulfiet

IJzer(II)nitraat

Magnesiumnitraat

Ammoniumsilicaat

Natriumfosfaat

Kaliumhydroxide

Natriumcarbonaat	
Kopernitraat	
Ammoniumsulfaat	
Zinkjodide	
Kaliumfluoride	
IJzer(III)nitriet	

Opdracht 10: geef de indampvergelijkingen van:

Ammoniumsulfaat-opl.....	
Magnesiumacetaat-opl.....	
Kaliumwaterstofcarbonaat-opl.....	
Calciumhydroxide-opl.....	
Bariumchloride-opl	
Zilvernitraat-opl	
Kaliumsulfaat-opl	
Natriumcarbonaat-opl.....	
Nikkelnitraat-opl	
IJzer(III)nitriet-opl	
Calciumchloride-opl	
Bariumfosfaat-opl	

7. Neerslagreacties

Sommige zouten lossen goed op in water ("g" in Binas tabel 45A). Van deze zouten kun je een oplosvergelijking opschrijven zoals in bovenstaande paragraaf. Een voorbeeld is $\text{Na}_2\text{SO}_4 (\text{s}) \rightarrow 2 \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-} (\text{aq})$. Er zijn ook veel zouten die niet, of niet volledig, in water oplossen ("m" en "s" in tabel 45A). Een voorbeeld is CaCO_3 . Van dit zout kun je geen oplosvergelijking opschrijven, het valt niet uiteen in de losse ionen.

Wanneer verschillende (heldere) zout-oplossingen gemengd worden kan het zijn dat het verkregen mengsel mooi helder blijft. In dit geval blijven alle ionen in oplossing.

Het kan ook gebeuren dat er een vaste stof ontstaat, die naar de bodem zakt. Op

<http://www.youtube.com/watch?v=attR0iLVKxY&> is een filmpje te zien waarin een aantal van dit soort reacties wordt uitgevoerd. In de vergelijkingen die hier getoond worden staan een aantal onjuistheden, die komen hieronder aan de orde.

De vorming van een slecht oplosbaar zout vanuit zoutoplossingen wordt een neerslag genoemd. De reactievergelijking die deze neerslag beschrijft, wordt een neerslagvergelijking genoemd. Een neerslagvergelijking lijkt op een indampvergelijking. De losse ionen staan links van de pijl, het gevormde vaste zout staat rechts van de pijl. In de neerslagvergelijking staan *alleen de ionen die neerslaan*. Alle overige ionen noemen we tribune-ionen. Tribune-ionen worden niet opgeschreven in de reactievergelijking omdat ze niet reageren. Hieronder staat een voorbeeld.

Om vast te stellen of het mengen van zoutoplossingen tot een neerslag leidt, worden de volgende stappen doorlopen:

inventariseer *alle* ionen in de oplossingen

kijk met behulp van Binas tabel 45A of hierbij combinaties ontstaan die met een "m" of "s" in de tabel staan

schrijf de neerslagvergelijking op met alleen de ionen die neerslaan.

Een voorbeeld: geef de vergelijking van de neerslag van oplossingen van natriumchloride en zilvernitraat:

1. inventariseer *alle* ionen in de oplossingen. Het gaat om NaCl en AgNO_3 , beide zouten zijn goed oplosbaar ("g" in tabel 45A).
 $\text{NaCl} (\text{s}) \rightarrow \text{Na}^+ (\text{aq}) + \text{Cl}^- (\text{aq})$
 $\text{AgNO}_3 (\text{s}) \rightarrow \text{Ag}^+ (\text{aq}) + \text{NO}_3^- (\text{aq})$
2. kijk met behulp van Binas tabel 45A of hierbij combinaties ontstaan die met een "m" of "s" in de tabel staan.

positieve ionen	negatieve ionen											
	NO ₃ ⁻	CH ₃ COO ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	SO ₄ ²⁻	F ⁻	S ²⁻	OH ⁻	SO ₃ ²⁻	CO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻
Na ⁺	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
K ⁺	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
NH ₄ ⁺	g	g	g	g	g	g	g	o		g	o	o
Mg ²⁺	g	g	g	g	g	g	s	m	s	m	m	s
Al ³⁺	g	g	g	g	g	g	g	r	s	r	r	s
Fe ²⁺	g	g	g	g	g	g	m	s	s	s	s	s
Zn ²⁺	g	g	g	g	g	g	g	s	s	s	s	s
Fe ³⁺	g	g	g	g		g	m		s		r	s
Cu ²⁺	g	g	g	g		g	g	s	s	s	s	s
Ca ²⁺	g	g	g	g	g	m	s	m	m	s	s	s
Ba ²⁺	g	g	g	g	g	s	m	m	g	s	s	s
Hg ²⁺	g	g	g	m	s	r	r	s			s	s
Pb ²⁺	g	g	m	m	s	s	m	s	s	s	s	s
Hg ⁺ (Hg ₂ ²⁺)	g	m	s	s	s	s	r	s		s	s	s
Ag ⁺	g	m	s	s	s	m	g	s		s	s	s

Een kortere manier van noteren is door middel van de volgende deeltabel (minioplosbaarheidstabel):

	NO ₃ ⁻	Cl ⁻
Na ⁺	g	g
Ag ⁺	g	s

3. Schrijf de neerslagvergelijking op met alleen de ionen die neerslaan.

Het Ag⁺-ion en het chloride-ion slaan neer, de combinatie levert een "s" in de tabel

De neerslagvergelijking is: Ag⁺ (aq) + Cl⁻ (aq) → AgCl (s)

Een volledige manier van opschrijven is door te laten zien welke ionen er in de oplossing zijn vóór de reactie, welke neerslagreactie optreedt, en welke stoffen en ionen er na afloop van de reactie zijn.

vóór reactie

Na⁺(aq), Ag⁺(aq)

NO₃⁻(aq), Cl⁻(aq)

reactie

Ag⁺(aq) + Cl⁻ (aq) → AgCl (s)

na reactie

AgCl (s)

Na⁺(aq), NO₃⁻(aq)

Opdracht 11:

Twee zoutoplossingen worden gemengd. Schrijf eerst de formules van de oplossingen op, vervolgens een minioplosbaarheidstabel. Als er een neerslag ontstaat, geef je de neerslagvergelijking.

Voorbeeld: Natriumhydroxide en koperbromide

Natriumhydroxide-oplossing = Na^+ (aq) + OH^- (aq)

Koperbromide-oplossing = Cu^{2+} (aq) + 2 Br^- (aq)

	OH^-	Br^-
Na^+	g	g
Cu^{2+}	s	g

Neerslagvergelijking: Cu^{2+} (aq) + 2 OH^- (aq) $\rightarrow$ $\text{Cu}(\text{OH})_2$ (s)

a) ijzer(II)chloride en natriumsulfiet

b) kaliumnitraat en aluminiumfluoride

c) natriumhydroxide en koperbromide

h) natriumcarbonaat en calciumchloride

d) calciumchloride en ammoniumsulfiet

i) koperchloride en ijzer(II)sulfaat

e) kaliumhydroxide en magnesiumchloride

j) loodnitraat en kaliumsulfaat

f) kaliumcarbonaat en calciumbromide

k) natriumhydroxide en zinkfluoride

g) ammoniumsulfiet en bariumacetaat

Opdracht 12: Welke onjuistheden komen voor in het filmpje van de vorige pagina? Zie

<http://www.youtube.com/watch?v=attR0iLVKxY&>

8. Toepassen van neerslagreacties

Neerslagreacties zijn leuk om te zien, maar hebben ook praktisch nut. In deze paragraaf worden drie toepassingen van neerslagreacties nader bekeken:

verontreinigingen aantonen
ionen verwijderen
nieuwe zouten maken

8.1 Verontreinigingen aantonen

Stel, het potje keukenzout (NaCl) is mogelijk verontreinigd met calciumchloride. Hoe kan aangetoond worden of calciumchloride aanwezig is?

Keukenzout is NaCl (s), calciumchloride is CaCl₂ (s). Beide bevatten het chloride-ion, het verschil zit in het Na⁺-ion en het Ca²⁺-ion. Op dit verschil is de methode van aantonen gebaseerd.

Allereerst wordt de inhoud van het potje keukenzout opgelost in water. Zowel NaCl (s) als CaCl₂ (s) lossen goed op. Er ontstaat een heldere oplossing.

Nu wordt gebruik gemaakt van een ion waarmee één van beide ionen, óf het Na⁺-ion óf Ca²⁺-ion neerslaat. Het Na⁺-ion blijft goed oplosbaar in combinatie met alle negatieve ionen, het Ca²⁺-ion slaat neer met F⁻, SO₃²⁻, CO₃²⁻ en PO₄³⁻. Als men de keukenzout-oplossing mengt met een oplossing waarin één van deze negatieve ionen zit, zal er een neerslag ontstaan.

positieve ionen	negatieve ionen											
	NO ₃ ⁻	CH ₃ COO ⁻	Cl ⁻	Br ⁻	I ⁻	SO ₄ ²⁻	F ⁻	S ²⁻	OH ⁻	SO ₃ ²⁻	CO ₃ ²⁻	PO ₄ ³⁻
Na ⁺	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
K ⁺	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g	g
NH ₄ ⁺	g	g	g	g	g	g	g	o		g	o	o
Mg ²⁺	g	g	g	g	g	g	s	m	s	m	m	s
Al ³⁺	g	g	g	g	g	g	g	r	s	r	r	s
Fe ²⁺	g	g	g	g	g	g	m	s	s	s	s	s
Zn ²⁺	g	g	g	g	g	g	g	s	s	s	s	s
Fe ³⁺	g	g	g	g		g	m		s		r	s
Cu ²⁺	g	g	g	g		g	g	s	s	s	s	s
Ca ²⁺	g	g	g	g	g	m	s	m	m	s	s	s
Ba ²⁺	g	g	g	g	g	s	m	m	g	s	s	s
Hg ²⁺	g	g	g	m	s	r	r	s			s	s
Pb ²⁺	g	g	m	m	s	s	m	s	s	s	s	s
Hg ⁺ (Hg ₂ ²⁺)	g	m	s	s	s	s	r	s		s	s	s
Ag ⁺	g	m	s	s	s	m	g	s		s	s	s

Behalve het negatieve ion, moet de oplossing die wordt toegevoegd ook een positief tegenion bevatten, een zout bestaat immers altijd uit een positief en een negatief ion. Een hydroxide-oplossing voldoet, omdat Ca²⁺ neerslaat met F⁻. Om F⁻ (aq) te krijgen zouden we bijvoorbeeld NaF (s) kunnen oplossen. Maar we kunnen uiteraard ook KF (s) nemen!

De neerslagvergelijking is Ca²⁺ (aq) + 2 F⁻ (aq) → CaF₂ (s). Ontstaat er na toevoegen van een oplossing van natriumfluoride een neerslag, dan is het Ca²⁺-ion aanwezig en is keukenzout verontreinigd. Ontstaat er geen neerslag, dan bestaat de inhoud van het potje keukenzout alleen uit NaCl (s).

Bij het uitvoeren van de proeven heb je de beschikking over de volgende zoutoplossingen:

Natriumcarbonaat-opl	Natriumchloride-opl
Natriumfosfaat-opl	Natriumnitraat-opl
Natriumsulfaat-opl	Bariumchloride-opl
Calciumnitraat-opl	Calciumchloride-opl
Kaliumjodide-opl	Kaliumnitraat-opl
Loodnitraat-opl	Kopernitraat-opl
Zilvernitraat-opl	IJzer(III)nitraat-opl
Zinknitraat-opl	Natronloog = natriumhydroxide-opl

Alvorens je begint met de uitvoering van de proeven 1, 2 en 3 waarbij je onderzoekt welke ionen in deze kunstmesten en bestrijdingsmiddel zitten, stel je eerst de werkplannen hiervoor op. Leg deze voor aan de docent, en na goedkeuring voert ieder groepje pas de proeven uit.

Omdat deze proeven in 1 les afgerond dient te worden, wordt aangeraden de werkplannen ruim op tijd aan de docent voor te leggen (via het logboek). Neem in de werkplannen op hoe je als groep denkt het werk zo te verdelen dat de drie proeven ook binnen 1 uur uitgevoerd kunnen worden. Geef ook de reactievergelijkingen van de optredende reacties die je verwacht.

Proef 1. Pokon

Inleiding

Pokon is kunstmest voor kamerplanten. Gegeven is dat het positieve ion is: ammonium, calcium of lood(II). Verder is gegeven dat het negatieve ion is: fosfaat of nitraat. Je moet onderzoeken uit welk zout Pokon bestaat. Daarbij mag je uitsluitend gebruik maken van de hierboven genoemde zoutoplossingen.

Benodigheden

- Pokon
- Rek met reageerbuizen met beschikbare zoutoplossingen
- Rek met lege reageerbuizen

Uitvoering en vragen

- a. Onderzoek welk positief ion in Pokon aanwezig is met behulp van je Binas. Als het positieve ion ammonium is, moet je dit nog eens extra aantonen met behulp van gegevens die je kunt vinden op de kenniskaart.
- b. Onderzoek welk negatief ion in Pokon aanwezig is met behulp van je Binas.
- c. Geef de reactievergelijkingen die opgetreden zijn bij je onderzoek.

Proef 2. Mosdoder

Inleiding

Mosdoder is een zout waarmee mos in een grasveld wordt bestreden. Gegeven is dat het positieve ion is: zilver, ijzer(II) of barium. Verder is gegeven dat het negatieve ion is: nitraat, fosfaat of sulfaat. Je moet onderzoeken uit welk zout mosdoder bestaat. Daarbij mag je uitsluitend gebruik maken van de hierboven genoemde zoutoplossingen. Let op bij het gebruik van de zilvernitraatoplossing: na morsen onmiddellijk schoonmaken!

Benodigdheden

- Mosdoder (vaste stof, maak eerst een oplossing, als deze niet helder is moet je eerst filtreren)
- Filtertrechter en filtreerpapier
- Rek met reageerbuizen met beschikbare zoutoplossingen
- Rek met lege reageerbuizen

Uitvoering en vragen

- a. Onderzoek welk positief ion in de mosdoder aanwezig is met behulp van je Binas
- b. Onderzoek welk negatief ion in de mosdoder aanwezig is met behulp van je Binas
- c. Geef de reactievergelijkingen van de optredende reacties.

Proef 3: Substral

Inleiding

Je gaat in deze proef Substral onderzoeken. Substral is een merknaam van vaste kunstmeststoffen. Bij de gegevens over Substral staat dat er zowel PO_4^{3-} ionen als SO_4^{2-} in Substral aanwezig zijn. Bedenk een proef om aan te tonen dat er naast PO_4^{3-} ionen ook SO_4^{2-} ionen in Substral aanwezig zijn. Maak voor de proef een werkplan en laat dat door je docent controleren. Voer de proef na goedkeuring door de docent in je groep uit. Geef ook de reactievergelijkingen van de optredende reacties.

Gegevens over Substral:

- Substral is vaste stof (maak eerst een oplossing, als deze niet helder is moet je eerst filtreren)
- In het opgeloste Substral zitten, behalve water, onder andere de volgende bestanddelen:
 - Een groene kleurstof
 - NH_4^+ ionen
 - K^+ ionen
 - NO_3^- ionen
 - PO_4^{3-} ionen
 - SO_4^{2-} ionen

Benodigdheden

- Substral (vaste stof, maak eerst een oplossing, als deze niet helder is moet je eerst filtreren)
- Filtertrechter en filtreerpapier
- Rek met reageerbuizen met beschikbare zoutoplossingen
- Rek met lege reageerbuizen

8.2 Ionen verwijderen

Ongewenste ionen kunnen uit water verwijderd worden door ze selectief te laten neerslaan. Selectief betekent dat *alleen* het ongewenste ion neerslaat, alle andere ionen blijven in oplossing. Voorbeeld: verwijderen van het sulfaat-ion. Het sulfaat-ion slaat neer met bijvoorbeeld het Ba^{2+} -ion, of het Pb^{2+} -ion. Let op: de toegevoegde oplossing moet ook een tegenion voor het Ba^{2+} -ion bevatten. Hier is gekozen voor nitraat (NO_3^-) omdat alle nitraatzouten goed oplosbaar zijn. Van het nitraat-tegenion heb je dus geen last.

Als een oplossing van bariumnitraat wordt toegevoegd aan water met daarin alleen sulfaationen als negatief ion, dan zal bariumsulfaat neerslaan. De neerslagvergelijking is $\text{Ba}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_4^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{BaSO}_4(\text{s})$.

Als voldoende barium-ionen worden toegevoegd, zal alle sulfaat neerslaan. Als de neerslag wordt afgefiltreerd bevat het water geen sulfaat-ionen meer. De verontreiniging is verwijderd.

Opdracht 13: Beschrijf een methode om het Cu^{2+} -ion te verwijderen uit een oplossing van koper(II)chloride en calciumchloride.

8.3 Nieuwe zouten maken

Pieter wil zinksulfiet maken via een neerslagreactie. Hiertoe kiest hij twee oplossingen, die na mengen een neerslag geven van zinksulfiet.

Oplossing A bevat *zink*-ionen en een negatief tegenion, oplossing B bevat *sulfiet*-ionen en een positief tegenion. Om geen last te hebben van de tegenionen bij de neerslagreacties, is het verstandig om bijvoorbeeld Na^+ of K^+ als positief tegenion te kiezen en nitraat als negatief tegenion.

Pieter gaat daarom uit van oplossingen van zinknitraat (oplossing A) en kaliumsulfiet (oplossing B). In korte notatie:

	NO_3^-	SO_3^{2-}
K^+	g	g
Zn^{2+}	g	s

De gevormde neerslag is: $\text{Zn}^{2+}(\text{aq}) + \text{SO}_3^{2-}(\text{aq}) \rightarrow \text{ZnSO}_3(\text{s})$. Pieter filtreert de neerslag af, en heeft zo vast kaliumsulfiet in handen. De kalium-en nitraationen blijven in de oplossing achter. Als Pieter zou willen, kan hij deze oplossing indampen en zo vast kaliumnitraat verkrijgen.

Opdracht 14: Beschrijf een methode om vast aluminiumsulfaat te maken.

Proef 4: Kunstmest

Je krijgt een fijngemalen kunstmest. Je moet zelf uitzoeken wat de samenstelling van deze kunstmest is. Je krijgt een aantal gegevens. De kunstmest is een mengsel van 2 zouten.

- Zout 1 is kaliumoxide, magnesiumoxide, of calciumoxide.
- Zout 2 is kaliumfosfaat, kaliumnitraat, ammoniumnitraat of magnesiumfosfaat.

(De kenniskaart geeft aan welke reacties optreden als bovengenoemde oxiden worden opgelost in water, en welke stoffen daarbij ontstaan.) Maak een werkplan om te onderzoeken welke zouten 1 en 2 zijn. Daarbij mag je uitsluitend gebruik maken van de eerder genoemde zoutoplossingen (bij de proeven 1, 2 en 3).

Benodigdheden

- Kunstmest met zout 1 en zout 2 (je krijgt maar één keer het vaste zout, wil je meerdere proefjes doen dan moet je dus niet alles de eerste keer gebruiken)
- Rek met reageerbuizen met beschikbare zoutoplossingen
- Rek met lege reageerbuizen

Proef 5: Test je eigen kunstmest

Proef 5a: Bereiding eigen kunstmest chilisalpeter

Maak het kunstmest chilisalpeter, dat is: vast natriumnitraat of vast kaliumnitraat. Je kunt gebruik maken van de volgende zoutoplossingen: natriumcarbonaat-opl, calciumnitraat-oplossing, kaliumjodide-oplossing, natriumfosfaat-oplossing en loodnitraat-oplossing. Om het vast zout natriumnitraat of kaliumnitraat te maken moet je twee oplossingen mengen. Gebruik ongeveer 3 mL van elke oplossing.

Bewaar de vaste stof voor proef 5b.

Benodigdheden:

- Beschikbare zoutoplossingen
- Filter en filtreerpapier
- Indampschaaltje, brander, driepoot
- Rek met lege reageerbuizen

Proef 5b: Test je eigen kunstmest

Je kunt met behulp van tuinkerszaad goed testen hoe goed een kunstmest werkt. Kweek het zaad op filtreerpapier/watten dat bevochtigd is met een oplossing van de kunstmest. Op deze manier weet je zeker dat de enige voedingsstoffen die de plantjes opnemen van de kunstmest afkomstig zijn.

Je moet tenminste drie partijen tuinkers kweken, namelijk één voor het testen van je eigen kunstmest (van proef 5a), één Substral of Pokon en een controle (gedestilleerd water).

Benodigdheden

- Eén zelf gemaakte kunstmest (van proef 5a bv natriumnitraat of kaliumnitraat)
- Pokon of Substral (je krijgt een verdunning die je direct kunt gebruiken)
- Tuinkerszaad
- Maatcilinder van 100 mL
- Gedestilleerd water
- Filtreerpapier of watten
- 3 glazen schaaltes
- Balans
- Filtreerpapier of watten

Uitvoering

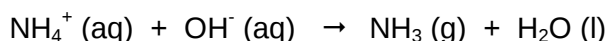
- Los de zelfgemaakte kunstmest op in water.
Het is erg belangrijk dat je de juiste concentratie gebruikt. Je hebt maar een klein beetje kunstmest nodig, De concentratie kunstmest moet ongeveer 0,5 g/L zijn. Maak ongeveer 100 mL oplossing.
- Leg een stuk filtreerpapier/prop watten in een schone glazen schaal.
- Bevochtig het filtreerpapier met de kunstmestoplossing, maar zorg ervoor dat het papier/watten niet door en door nat is.
- Strooi wat tuinkerszaad op het filtreerpapier.
- Herhaal dit voor de Pokon of Substral. Gebruik de verdunde Pokon of Substral oplossing die je hebt gekregen
- Maak ook een derde schaal klaar voor de controleproef.
Gebruik nu gedestilleerd water in plaats van de kunstmestoplossing om het papier te bevochtigen.
- Zorg ervoor dat je het filtreerpapier goed vochtig houdt met de kunstmestoplossing (of met gedestilleerd water bij de controleproef).
- Vergelijk de groeisnelheid van de tuinkers in de verschillende schalen, zet dit uit in een grafiek en trek conclusies (kijk hierbij ook naar de resultaten van proef 1 en 3) .

Proef 6. Bepaling van het massapercentage ammonium in kunstmest

Theorie:

Om de hoeveelheid ammoniumionen in kunstmest te bepalen laat je de ammoniumionen in een precies afgewogen hoeveelheid kunstmest reageren met een precies bekende overmaat natronloog. Overmaat wil zeggen dat je meer dan genoeg toevoegt om te reageren met alle ammonium uit de kunstmest.

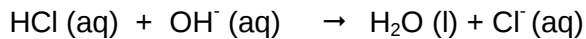
De kunstmest wordt eerst opgelost in water. Vervolgens treedt er door het toevoegen van een overmaat natronloog de volgende reactie op:



Deze ionen reageren met een massaverhouding van $\text{NH}_4^+ : \text{OH}^- = 18 : 17$. Als er dus 18 gram ammoniumionen en 17 gram hydroxide-ionen zouden zijn, dan zou precies alles omgezet worden. In dit geval worden er meer hydroxide-ionen dan er kunnen reageren met ammoniumionen toegevoegd, zodat er hydroxide-ionen overblijven. In totaal wordt er 43 mg OH^- toegevoegd.

Hoeveel hydroxide-ionen er over zijn ga je bepalen door een reactie met waterstofchloride-oplossing. Tijdens de reactie reageren de overgebleven hydroxide-ionen met de waterstofchloride-

oplossing. Ook wordt nog de indicator broomthymolblauw toegevoegd. Deze kleurt blauw als er hydroxide-ionen aanwezig zijn en groen als alle hydroxide-ionen gereageerd hebben met de waterstofchloride-oplossing. De reactie gaat als volgt:



Deze reactie verloopt met een massaverhouding van 36 : 17. We gebruiken waterstofchloride-oplossing dat per liter 3,65 g HCl moleculen bevat. Met behulp van een verhoudingstabel en de hoeveelheid waterstofchloride-oplossing dat je erbij hebt gedaan, kun je nu bepalen hoeveel hydroxide-ionen in de tweede reactie gereageerd hebben. Doordat je weet hoeveel gram OH^- je in het begin hebt toegevoegd kun je berekenen hoeveel er dan in de eerste reactie gereageerd heeft. Je weet dan ook hoeveel gram NH_4^+ er aanwezig was.

Benodigdheden:

- Kunstmest (vast Substral)
- 3 Erlenmeyers van 250 mL
- 2 maatcilinders van 100 mL
- 2 bekerglazen van 250 mL
- Gedestilleerd water
- 1,70 g/L natronloog (hydroxide-(ionen)oplossing)
- Brander
- Driepoot met gaasje
- Rood lakmoespapier
- 3,65 g/L zoutzuur
- Broomthymolblauw
- 3 spuitjes van 10,0 mL
- 1 spuitje 20,0 mL
- 2 bekerglaasjes van 100 mL
- Roerstaaf

Uitvoering:

- Weeg ongeveer 0,25 gram kunstmest af. (de precieze hoeveelheid wel opschrijven)
- Doe de kunstmest in een beker glas van 250 mL en voeg 100 mL gedestilleerd water toe uit de maatcilinder. Los de kunstmest op door te roeren met de roerstaaf.
- Doe met een spuitje 25,0 mL van de kunstmestoplossing in een erlenmeyer van 250 mL
- Voeg vervolgens met een spuitje 25,0 mL 1,70 g/L hydroxide-ionen toe (dit is een overmaat, dus meer dan genoeg om met alle ammoniumionen uit de mest te reageren).
- Kook het ammoniakgas, dat bij de reactie tussen de kunstmest en de hydroxideoplossing ontstaan is, uit de oplossing. Als het kookt, houd je een vochtig stukje rood lakmoespapier in de ontstane damp. Als het lakmoespapier blauw wordt, ontsnapt er nog steeds ammoniakgas en moet je doorgaan met verwarmen. Na een minuut probeer je met een nieuw stukje rood lakmoespapier of deze verkleurt. Herhaal net zo lang tot het rode lakmoes rood blijft. Dan kun je stoppen met verwarmen.
- Laat de oplossing afkoelen
- Voeg aan de erlenmeyer met de uitgekookte vloeistof drie druppels broomthymolblauw toe. De oplossing zal nu blauw kleuren.
- Lees de beginstand van je spuitje af.

- Leg vervolgens een wit papier onder je erlenmeyer en druppel er voorzichtig zoutzuur bij met behulp van een spuitje van 10,0 mL. Dit doe je totdat de kleur van de oplossing groen wordt. Lees dan af wat de eindstand van het spuitje is. Als de kleur geel wordt, heb je te veel zoutzuur toegevoegd.
- Voer nu nog een dublobepaling uit (een tweede bepaling om te bepalen of je de eerste bepaling correct gedaan is. Als er maar een geringe afwijking is tussen de resultaten van beide bepalingen dan mag je spreken van een correcte uitvoering; een dublobepaling). Dit doe je vanaf het punt waar je 25,0 mL kunstmestoplossing in een erlenmeyer van 250 mL doet.

Vragen:

- a. Bereken met behulp van het volume waterstofchloride-oplossing dat je hebt toegevoegd, hoeveel mg waterstofchloride je hebt gebruikt.
- b. Bereken hoeveel mg OH^- heeft gereageerd met het aantal mg waterstofchloride uit vraag a.
- c. Bereken hoeveel mg OH^- heeft met NH_4^+ gereageerd.
- d. Bereken hoeveel mg NH_4^+ in 25 mL van de verdunde oplossing aanwezig was.
- e. Bereken hoeveel mg NH_4^+ dan in 100 mL verdunde oplossing aanwezig was.
- f. Bereken het massapercentage NH_4^+ in de onderzochte kunstmest.

Proef 7: Bodemonderzoek, bindend vermogen van grond (optioneel)

Theorie

Er zijn ionen die voorkomen in de bodem en nodig zijn als meststof. Het element stikstof komt voor in ammonium en nitraat, fosfor kan voorkomen als fosfaat. Vaak wordt het echter in de grond omgezet in een andere fosfaatverbinding.

Het is vaak moeilijk te meten hoeveel ionen van een bepaalde soort in de bodem voorkomen. Ionen worden namelijk door deeltjes in de bodem gebonden en zijn dus vaak niet als vrije opgeloste ionen aanwezig. Hoewel dit een nadeel is als je de hoeveelheid ionen wilt bepalen, heeft het voor de bodem grote voordelen. Het voorkomt namelijk dat de ionen door uitspoeling naar het grondwater verdwijnen. Door de speciale omstandigheden die een plant rondom zijn wortels creëert kunnen de ionen kunnen wel weer worden losgelaten en blijven voor de plant beschikbaar als meststof.

In deze proef kijken we alleen naar het rechtstreekse vermogen van grond om een meststof met fosfaat te binden. *(Er wordt dus ten onrechte van uit gegaan dat er dan geen ander fosfaat in de grond aanwezig is. Om verschillen in bindend vermogen grofweg weer te geven is het echter goed genoeg.)*

Je kunt wel meten of er verschillen in bindend vermogen van ionen tussen de grondsoorten is. Met de volgende proef kun je dit onderzoeken.

Benodigdheden:

- Kleigrond
- Zandgrond
- Broedstoof
- 2 erlenmeyers van 100 mL
- Kunstmestoplossing 1 (kaliumfosfaat)
- Kunstmestoplossing 2 (ammoniumnitraat)
- Maatcilinder van 50 mL
- Filtreerpapier
- Trechter
- Testset van Merck voor nitraat en fosfaat
- Broedstoof
- Mortier met stamper
- Gedestilleerd water
- Pipetjes

Uitvoering:

Vooraf:

- Maak luchtdroge kleigrond en zandgrond. Dit maak je door de grond 2 dagen in een broedstoof bij 40 °C te verwarmen.
- Maak de grond fijn met behulp van een mortier.

Eigenlijke uitvoering:

- Doe in een erlenmeyer van 100 mL 10,0 gram zandgrond en voeg 50 mL van de gegeven kunstmestoplossing 1 toe.
- Schud dit 5 minuten goed door elkaar.
- Laat het bezinken (minimaal 10 minuten, maar het kan ook een dag duren totdat de vloeistof helder is).
- Giet de bovenste vloeistof voorzichtig af (je mag ook met druppelpipetjes de bovenste waterlaag eraf halen) en schenk dit over een filter in een erlenmeyer van 100 mL.
- Meet met de testset van Merck het fosfaatgehalte.
- Doe hetzelfde nogmaals met kleigrond.

- Voer bovenstaande nogmaals uit, maar gebruik nu kunstmestoplossing 2 en meet dan het nitraatgehalte in het water.

Extra voor milieuorganisatie en onderzoeksinstituut: Onderzoek het effect van de zuurgraad. Herhaal hiervoor de bovenstaande proef, maar maak gebruik van water met een hoge zuurgraad.

Extra voor onderzoeksinstituut: Herhaal de proef, meet op dezelfde manier de binding van Fe^{2+} aan grond.

Vragen:

- In welke grondsoort is het bindend vermogen voor fosfaat het grootst: zandgrond of kleigrond?
- In welke grondsoort is het bindend vermogen voor nitraat het grootst?
- Verklaar de verschillen in bindend vermogen van fosfaat aan grond ten opzichte van nitraat aan grond.

Proef 8: Fe^{3+} -gehalte in mosbestrijder voor gazons

Inleiding

Mosdoders bevatten o.a. Fe^{2+} -ionen, en een kleine hoeveelheid Fe^{3+} -ionen. Als je op een gazon loopt dat behandeld is met mosdoder, dan heb je grote kans dat je schoenen daarna vlekken op het tapijt (binnen) achterlaten. Deze vlekken worden veroorzaakt door de aanwezige Fe^{3+} ionen. We gaan in deze proef de concentratie Fe^{3+} bepalen.

De Fe^{3+} -ionen van mosdoder zijn oplosbaar in water. Als aan dit water thiocynaationen worden toegevoegd, ontstaat een duidelijk roodgekleurd ion. Hoe groter de oorspronkelijke Fe^{3+} -concentratie, hoe donkerder de kleur zal worden.

In deze proef wordt eerst een reeks oplossingen gemaakt, waarvan de Fe^{3+} -concentratie bekend is. Vervolgens laat je een afgemeten hoeveelheid mosdoder een tijdje in een afgemeten hoeveelheid water staan. De kleur van dit water vergelijk je met de reeks, zodat je kunt bepalen wat de Fe^{3+} -concentratie (in mg/L) in het watermonster is.

Benodigdheden

- $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2$
- 2 M KSCN-oplossing
- Pipet van 10,0 mL
- Maatkolf van 100,0 mL
- Maatkolf van 1,0 L
- Verdeelpipet 10 mL
- 6 reageerbuizen met kurkjes
- Mosbestrijder in gazons

Uitvoering (maken ijkreeks)

- Doe 0,868 gram $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2$ in een maatkolf van 100,0 mL. Vul vervolgens aan met water. (oplossing 1)
- Haal met een pipet 10,0 mL uit oplossing 1 en doe dit in een maatkolf van 1,0 L. Je hebt nu een Fe^{3+} -oplossing met 0,0868 gram $\text{FeNH}_4(\text{SO}_4)_2$ per liter)
- Vul vijf reageerbuizen volgens het onderstaande schema. Gebruik daarbij een zogenaamd verdeelpipet (hulp vragen). In de tabel is aangegeven wat de Fe^{3+} -concentratie in elke buis is.

buis	Fe ³⁺ -oplossing (mL)	water (mL)	KSCN-oplossing (mL)	Fe ³⁺ -gehalte (mg/L)
1	1,00	8,00	1,00	1,00
2	3,00	6,00	1,00	3,00
3	5,00	4,00	1,00	5,00
4	7,00	2,00	1,00	7,00
5	9,00	0,00	1,00	9,00

- Sluit de buisjes af met een kurk en schud goed.

Uitvoering (onderzoek aan mosdoder):

- Los ongeveer 1,0 gram (exacte hoeveelheid wel noteren) van de aan jou toegewezen gemalen mosdoder op in 100,0 mL water in een maatkolf van 100 mL.
- Voeg met een pipet 10,0 mL van de oplossing van mosdoder toe aan een maatkolf van 100,0 mL. Voeg vervolgens met een pipet 10,0 mL KSCN-oplossing toe. Vul vervolgens aan met gedestilleerd water tot de streep. Je hebt nu een oplossing van mosdoder met een concentratie van 1,0 g/L.
- Doe 10,00 mL van het monsterwater in een buis.
- Vergelijk de buis met monsterwater met de reeks.
- Bereken nu het massapercentage Fe³⁺ in mosdoder (maak gebruik van de kenniskaart).
- Controleer met een berekening of de eerste buis van de reeks inderdaad een Fe³⁺-gehalte van 1,00 mg/L heeft.

9. Kenniskaart module groeien

Hydrofoob/hydrofiel

Hydrofoob betekent, letterlijk vertaald, watervrezend. Een hydrofobe stof wil dus niet met water mengen.

Hydrofiel betekent waterminnend. Een hydrofiele stof wil dus wel met water mengen.

Massapercentage

Bij de opdrachten wordt gevraagd om te bepalen hoeveel massaprocent van kunstmest oplosbaar is in water. Dit is het percentage van de totale hoeveelheid kunstmest die in water oplost. Je kunt dit als volgt berekenen:

$$\text{massa \%} = \frac{\text{massa opgelost kunstmest (g)}}{\text{totale massa kunstmest (g)}} \times 100 \%$$

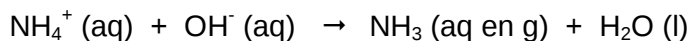
Aantonen van ammoniumionen

Ammoniumionen kunnen door aanwezigheid van een base omgezet worden in ammoniak. Als je dus base toevoegt aan een oplossing met ammoniumionen en de oplossing verwarmt, kun je ammoniak ruiken.

Je kunt het ook aantonen door een pH-papiertje in de damp te houden. Kleurt het papiertje blauw dan is er ammoniakgas langsgegaan.

In een basische oplossing zijn altijd OH^- ionen aanwezig.

De reactie die optreedt als ammonium reageert met base, gaat als volgt:



Je verwarmt de oplossing omdat dan de oplosbaarheid van NH_3 afneemt en er dus meer in de gasvorm komt (de oplosbaarheid van een gas neemt immers af als de temperatuur toeneemt). Je kunt de ammoniak dan beter ruiken.

Oplossen van mineralen

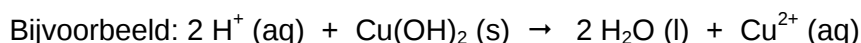
Mineralen bevatten vaak slecht oplosbare zouten.

Je kunt ze dus niet zomaar oplossen in water (gelukkig maar).

Ze lossen soms wel op in (geconcentreerde) zuren: zoutzuur of salpeterzuur.

Zuren zijn stoffen die in water splitsen in H^+ en een negatief ion.

Als zuren reageren met zouten treedt een zuur-base reactie op tussen H^+ ionen van het zuur en negatieve ionen van het zout.



Het zout gaat nu in oplossing.

De positieve ionen van het zout kunnen nu weer met neerslagreacties worden aangetoond.

Oplosbaarheid van zouten

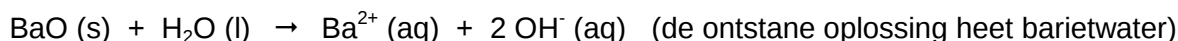
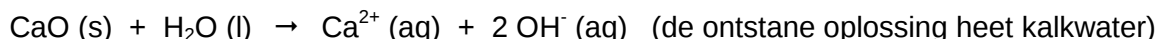
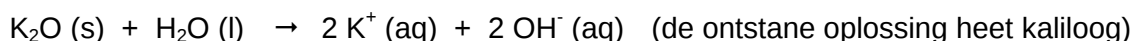
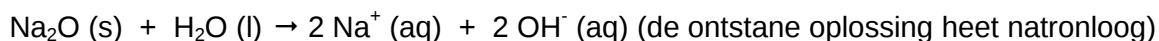
In tabel 45A van Binas staat vermeld hoe goed combinaties van ionen oplossen. Het zout van de combinatie van deze ionen kan goed oplossen (g), matig oplossen (m) of slecht oplossen (s).

Een goed oplosbaar zout betekent dat meer dan 0,1 mol/L van het zout op kan lossen.

Een matig oplosbaar zout betekent dan minder dan 0,1 mol/L kan oplossen, maar meer dan 0,01 mol/L. Als je dus iets te veel van de ionen van een matig oplosbaar zout bij elkaar voegt zul je een neerslag zien. Een slecht oplosbaar zout betekent dan minder dan 0,01 mol/L van het zout op kan lossen.

Reacties van metaaloxiden met water

Er zijn 4 metaaloxiden die reageren met water. In Binas tabel 45A staat een 'r' bij deze metaaloxiden. De andere metaaloxiden zijn slecht oplosbaar met water. Hieronder staat hoe deze metaaloxiden reageren met water en welke oplossingen er dan ontstaan.



De oplossingen die ontstaan zijn allemaal basisch.

Hoe gebruik je een pipet:

- Voor gebruik spoel je de pipet 3 keer door met gedestilleerd water.
- Doe vervolgens de stof die je op wilt zuigen met de pipet in een schoon en droog bekersglas. (Je mag nooit uit de voorraadpot pipetteren)
- Spoel de pipet 3 keer voor met de oplossing. Doe dit door de pipet voor ongeveer 1/3 deel te vullen en daarna door middel van draaien en bewegen de hele pipet op concentratie te brengen. Let op dat je de pipet niet leeg laat lopen in het bekersglas met de oplossing.
- Zuig de oplossing op tot iets boven het streepje.
- Droog de punt af met een stukje papier.
- Houd de pipet verticaal en houd er een droog bekersglas schuin onder (onder een hoek van ongeveer 45°). Zet de pipet tegen de wand van het bekersglas en laat de pipet leeglopen tot op het streepje.
- Laat vervolgens onder een hoek de pipet leeglopen in het glaswerk waar je de oplossing in wilt hebben.

Het is verstandig om de docent of TOA te vragen om je te begeleiden als je voor de eerste keer met een pipet gaat werken.

10. Opgaven ter voorbereiding toets

Opgave 1

Geef op grond van de plaats in het Periodiek Systeem de lading van een:

- | | |
|-----------|-----------|
| a. K- ion | d. Te-ion |
| b. Ca-ion | e. At-ion |
| c. Cs-ion | f. Sr-ion |

Opgave 2

Elke combinatie van positieve en negatieve ionen is een zout. In Binas tabel 64 A staan voor zeewater de volgende ionen:

<u>Positieve ionen</u>	<u>Negatieve ionen</u>
calcium-ionen	bromide-ionen
kalium-ionen	chloride-ionen
magnesium-ionen	fluoride-ionen
natrium-ionen	sulfaat-ionen
barium-ionen	waterstofcarbonaat-ionen

Ga na hoeveel verschillende soorten zout in zeewater opgelost kunnen zijn.

Opgave 3

Vertel wat de volgende begrippen betekenen:

- a. ionaire stof
- b. zout
- c. ionbinding
- d. ionlading
- e. ionrooster
- f. enkelvoudig ion
- g. samengesteld ion

Opgave 4

Zet de volgende begrippen in een zelfgekozen schema, met korte omschrijvingen

- | | |
|---------------------|-------------------------|
| a. hydratatie | f. suspensie |
| b. zouthydraat | g. oplosvergelijking |
| c. kristalwater | h. uitkristalliseren |
| d. slecht oplosbaar | i. verzadigde oplossing |
| e. watermantel | |

Opgave 5

Geef de juiste omschrijving van de volgende begrippen

- a. suspensie
- b. neerslag
- c. neerslagreactie
- d. tribune-ionen

Opgave 6

Treedt er een reactie op als je oplossingen van de volgende zouten bij elkaar doet? Zo ja, geef dan de neerslagvergelijking

- a. calciumchloride-oplossing en natriumcarbonaat-oplossing
- b. loodnitraat-oplossing en kaliumsulfaat-oplossing
- c. calciumnitraat-oplossing en ammoniumchloride-oplossing
- d. natriumsulfide-oplossing en magnesiumacetaat-oplossing
- e. barietwater (zoek in je binas op) en zinksulfaat-oplossing
- f. kopersulfaat-oplossing en natriumfosfaat-oplossing
- g. zinkjodide-oplossing en loodacetaat-oplossing
- h. loodnitraat + kaliumjodide
- i. calciumchloride + ammoniumsulfiet
- j. koperchloride + ijzer(II)sulfaat
- k. kaliloog + magnesiumchlorideoplossing
- l. natriumacetaatoplossing + koperchlorideoplossing
- m. ijzer(II)nitraatoplossing + ammoniumsulfideoplossing
- n. kopersulfaatoplossing + natriumcarbonaatoplossing
- o. zilvernitraatoplossing + calciumchlorideoplossing
- p. ammoniumnitraatoplossing + aluminiumchlorideoplossing

Opgave 7

Jacqueline moet onderzoeken of nikkelcarbonaat in water oplosbaar is. In de chemicaliënkast is nikkelcarbonaat niet aanwezig. Er staat wel nikkelnitraat en natriumcarbonaat.

- a. Leg uit dat Jacqueline door een oplossing van nikkelnitraat bij een oplossing van natriumcarbonaat te doen, kan onderzoeken of nikkelcarbonaat oplosbaar is in water.

Als zij de proef uitvoert, ontstaat een neerslag.

- b. Conclusie?

Opgave 8

Het is niet mogelijk om met een neerslagreactie te onderzoeken of calciumcarbonaat verontreinigd is met zinkcarbonaat. Leg uit waarom niet

Opgave 9

Sylvia krijgt de opdracht om te onderzoeken of zelfrijzend bakmeel natriumcarbonaat of natriumsulfaat bevat.

Leg uit hoe zij dit moet doen. Geef daarbij duidelijk aan welke chemicaliën zij moet gebruiken en welke handelingen zij moet verrichten.

Opgave 10

Rioolwater bevat fosfaat-ionen. Die kunnen verwijderd worden door toevoegen van lood-, ijzer(III)-, koper- of aluminium-ionen: in alle gevallen ontstaat een neerslag.

- a. Geef de vergelijking van de reactie van lood-ionen met fosfaat-ionen.
- b. Geef twee redenen waarom in een rioolwaterzuiveringsinstallatie bij voorkeur ijzer(III) aan rioolwater toegevoegd worden.

Opgave 11

Bij niet-digitale fotografie wordt een vloeistof gebruikt die 'ontwikkelaar' wordt genoemd. Bij het ontwikkelen van de foto's komen in deze vloeistof zilverionen terecht. Daardoor is het niet toegestaan om afgewerkte ontwikkelaar door de gootsteen weg te spoelen.

- Met welke zoutoplossing zou je de zilverionen uit de afgewerkte ontwikkelaar kunnen verwijderen?
- Geef de vergelijking van deze neerslagreactie.

Behalve ontwikkelaar wordt ook een zogenaamde 'fixeeroplossing' gebruikt. Dat is een oplossing van natriumthiosulfaat, $\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$. In deze oplossing komen natriumionen en thiosulfaationen voor. De oplosbaarheid van zouten van thiosulfaat is vergelijkbaar met die van sulfiet.

- Geef de notatie van een natriumthiosulfaatoplossing.
- Welk oplossing zou je kunnen gebruiken om de thiosulfaationen uit afgewerkte fixeervloeistof te verwijderen?
- Geef de vergelijking van de neerslagreactie die dan optreedt.

Opgave 12

Kun je met behulp van één zoutoplossing zowel de koperionen als de sulfaationen uit een kopersulfaatoplossing verwijderen? Schrijf deze zoutoplossing op en de bijbehorende neerslagreacties.

Opgave 13

Ga met de oplosbaarheidstabel uit je binas na of je de volgende verontreinigingen kunt aantonen. Er is steeds in verhouding weinig van de verontreiniging aanwezig:

- calciumfosfaat in verontreinigd natriumfosfaat
- natriumsulfaat in verontreinigd natriumsulfiet
- magnesiumnitraat in verontreinigd zinknitraat

Motiveer je antwoorden, zo mogelijk, met reactievergelijkingen

Opgave 14

Ineke moet uit twee zoutoplossingen het slecht oplosbare zout kobalthydroxide maken. Zij stelt voor om oplossingen van koperhydroxide en kobaltnitraat te gebruiken.

- Leg uit welke fout Ineke maakt.
- Welke oplossingen zou jij hebben gekozen?

Opgave 15

Harm krijgt de opdracht om via een neerslagreactie zinkfosfaat te maken.

Leg uit hoe hij dit moet doen. Geef daarbij duidelijk aan welke chemicaliën hij moet gebruiken en welke handelingen hij moet verrichten.

Opgave 16

Voor een proef is magnesiumcarbonaat nodig. Die stof blijkt niet aanwezig te zijn. Wel aanwezig: magnesiumsulfaat, magnesiumchloride, magnesiumfosfaat, natriumcarbonaat, calciumcarbonaat en ammoniumcarbonaat.

Ontwerp een manier om magnesiumcarbonaat te maken.

Opgave 17

Ammoniumchloride is een bestanddeel van kunstmest.

- Welke twee zoutoplossingen zou je kunnen gebruiken om ammoniumchloride te maken?
- Geef de vergelijking(en) van de reactie(s) die optreedt (optreden).

Opgave 18

Jacky krijgt de opdracht te onderzoeken of Pokon ammoniumfosfaat of ammoniumnitraat bevat. Leg uit hoe hij dit moet doen. Geef daarbij duidelijk aan welke chemicaliën hij moet gebruiken en welke handelingen hij moet verrichten.

Opgave 19

Na afloop van een practicum heb je zes reageerbuizen over met de volgende inhoud:

- I een magnesiumcarbonaat suspensie
- II een oplossing van ijzer(II)sulfaat
- III een oplossing van zilvernitraat en natriumnitraat
- IV een neerslag bariumcarbonaat
- V een suspensie koperpoeder
- VI een oplossing kaliumfosfaat en ammoniumchloride

Van welke reageerbuizen mag de inhoud door de gootsteen?

Opgave 20

Miek moet van een kleurloze oplossing vaststellen welk goed oplosbaar zout daarin is opgelost. Zij doet daarvoor drie proeven:

- I Bij toevoegen van een natriumchlorideoplossing ontstaat een neerslag.
- II Bij toevoegen van een natriumsulfaatoplossing ontstaat een neerslag.
- III Bij toevoegen van een bariumnitraatoplossing ontstaat geen neerslag.

Ga met behulp van Binas tabel 45A na welk (e) zout(en) in de oplossing aanwezig zou(den) kunnen zijn.

Opgave 21

Als je calciumsulfaat toevoegt aan water en roert, zie je dat de elektrische geleiding G stijgt. De waarde stijgt tot een bepaald punt, waarna verder toevoegen van calciumsulfaat geen verandering meer geeft in G .

- Verklaar de toename van G
- Verklaar waarom G vanaf een bepaald moment constant blijft.

Opgave 22

Koperen daken worden groen door vorming van malachiet. Malachiet bestaat uit koper-ionen, carbonaat-ionen en hydroxide-ionen.

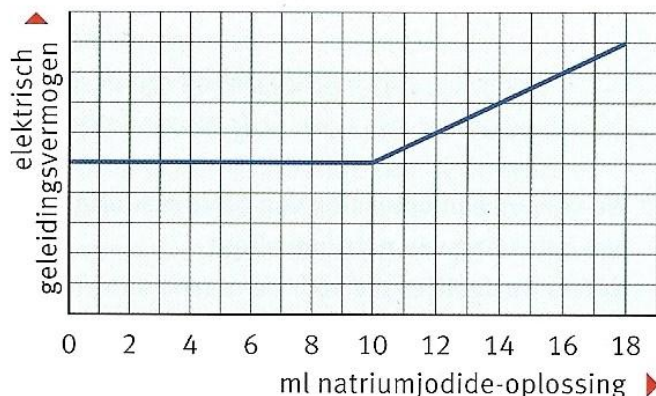
- Geef een mogelijke formule van malachiet
- Is de formule van malachiet een molecuulformule of een verhoudingsformule? Leg uit.

Malachiet kan opgelost worden in verdund zoutzuur.

- Verwacht je dat die oplossing dan elektrische stroom geleidt? Motiveer je antwoord.

Opgave 23

Annemarie heet een bekglas met daarin een zilvernitraatoplossing. Hieraan voegt zij druppelsgewijs een natriumjodide-oplossing toe. Tijdens de proef meet zij het elektrisch geleidingsvermogen van de vloeistof in het bekglas. Het verloop hiervan heeft ze weergegeven in de volgende figuur.



- Geef de vergelijking van de reactie die in het bekglas plaatsvindt.
- Leg uit waarom het eerste gedeelte van de grafiek horizontaal loopt.
- Verklaar waarom het tweede stuk van de grafiek stijgt.
- Leg uit welke soorten ionen in de oplossing aanwezig zijn na toevoegen van:
 - 5 mL natriumjodide-oplossing
 - 10 mL natriumjodide-oplossing
 - 15 mL natriumjodide-oplossing

Klaas voert dezelfde proef uit als Annemarie, maar gebruikt oplossingen van bariumhydroxide en kopersulfaat.

- Geef de vergelijking van de reactie die bij Klaas plaatsvindt.
- Teken in een grafiek (geleidingsvermogen verticaal, aantal mL kopersulfaatoplossing horizontaal) hoe het geleidingsvermogen bij Klaas zal afhangen van het aantal mL toegevoegde kopersulfaatoplossing.

Opgave 24

In het kabinet ziet Maarten een oplossing van calciumchromaat, CaCrO_4 , en een oplossing van magnesiumpermanganaat, $\text{Mg}(\text{MnO}_4)_2$, staan.

- Leid uit de formule van magnesiumpermanganaat de formule van het permanganaation af.

Beide oplossingen hebben een opvallende kleur. Hij vraagt zich af wat er zal gebeuren als hij deze twee oplossingen bij elkaar doet. Van te voren zet hij de verschillende mogelijkheden overzichtelijk bij elkaar (zie hieronder). Hij hanteert dezelfde schrijfwijze als in Binas tabel 45A.

	I		II		III		IV		V	
	CrO_4^{2-}	MnO_4^{2-}	CrO_4^{2-}	MnO_4^{2-}	CrO_4^{2-}	MnO_4^{2-}	CrO_4^{2-}	MnO_4^{2-}	CrO_4^{2-}	MnO_4^{2-}
Ca^{2+}	s	g	g	g	g	s	g	g	g	s
Mg^{2+}	g	g	g	s	g	g	s	g	s	g

- Ga met behulp van Binas Tabel 65A na welke kleuren beide oplossingen hebben.
- Leg uit waarom Maarten de mogelijkheden van tabel I en II niet had hoeven op te schrijven.

Stel je voor dat in tabel III staat wat er gebeurt.

d. Schrijf dan de waarnemingen op die Maarten zal doen. Dat wil zeggen; noteer de kleur van het neerslag en de kleur van de vloeistof.

Stel je voor dat tabel V juist is.

e. Wat zijn dan de waarnemingen van de proef?

Als Maarten de proef uitvoert, ziet hij na de proef een bruine, heldere vloeistof.

f. Komt dit resultaat overeen met een van de vijf mogelijkheden die Maarten heeft opgeschreven? Zo ja met welke? Zo nee, maak dan zelf een nieuw overzicht.

Opgave 25

Cariës is aantasting van de tanden door zuren. Bacteriën produceren deze zuren die het voornaamste bestanddeel van glazuur, hydroxyapatiet, aantasten. De formule van hydroxyapatiet is $\text{Ca}_n(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$.

a. Leg uit wat de waarde van n in deze formule moet zijn.

Aangetast glazuur heeft als formule CaHPO_4 . Dit zout is opgebouwd uit calciumionen en waterstoffosfaationen.

b. Geef de formule van het waterstoffosfaation.

Vroeger zat in het meeste drinkwater een beetje calciumfluoride.

c. Geef de vergelijking voor het oplossen van calciumfluoride in water.

Tandbederf kan worden tegengegaan door het 'fluorgehalte' van water te verhogen.

d. Is het juist om over fluorgehalte te spreken? Leg je antwoord uit.

Aan tandpasta's voegt men vaak middelen toe om tandbederf tegen te gaan. Je ziet op verpakkingen wel staan: natriumfluoride, kaliumfluoride, ammoniumfluoride.

e. Geef de formules van deze stoffen.

f. Waarom zal men vooral deze fluoriden toevoegen aan tandpasta?

Ook komt natriummonofluorofosfaat voor. Op een verpakking stond als formule van deze stof $\text{Na}_2\text{PO}_3\text{F}$.

g. Leg uit dat deze naam niet overeenkomt met de formule.

h. Geef de juiste formule van natriummonofluorofosfaat.

In tandpasta's komen ook polijstmiddelen voor zoals calciumcarbonaat en calciumpyrofosfaat, $\text{Ca}_2\text{P}_2\text{O}_7$.

i. Geef de formule voor calciumcarbonaat.

j. Beredeneer wat de lading van het pyrofosfaation is.

Opgave 26

In het water van de Rijn en in leidingwater zijn bepaalde stoffen opgelost. In de volgende tabel is van enkele belangrijke bestanddelen *het aantal milligram* aangegeven dat gemiddeld *per liter water* is opgelost.

	verontreinigd Rijnwater	leidingwater
keukenzout	300	20
sulfaat	80	20
nitraat	20	5
fosfaat	1	0,1
ijzer(III)	1,5	0,05

- Geef de formules van alle positieve ionen die volgens bovenstaande tabel in Rijnwater voorkomen.
- Geef de formules van alle negatieve ionen die volgens bovenstaande tabel in Rijnwater voorkomen.

Riet voegt aan Rijnwater een loodnitraatoplossing toe. Er ontstaat een neerslag.

- Geef de vergelijking van een reactie die kan optreden.

Zij filtreert het neerslag af.

- Bevat het Rijnwater dat nu door het filter loopt, minder ionen dan het oorspronkelijke Rijnwater? Leg je antwoord uit.

Bovendien onderzoekt zij het geleidingsvermogen van Rijnwater en leidingwater.

- Welke van deze twee oplossingen geleidt het best de elektrische stroom? Leg je antwoord uit.

De gemiddelde waterafvoer van de Rijn is 2000 m^3 per seconde.

- Bereken hoeveel kg 'ijzer' per dag door de Rijn stroomt.

Opgave 27

Veel zouten met oxalaationen, $\text{C}_2\text{O}_4^{2-}$, zijn slecht oplosbaar. IJzer(II)oxalaat is daar een voorbeeld van. Judith wil bepalen hoeveel mg ijzer(II)oxalaat in een liter water kan oplossen bij 298 K. Zij heeft hiervoor een verzadigde oplossing van dat zout nodig. Om die te bereiden maakt ze eerst wat ijzer(II)oxalaat door een oplossing van een natriumzout en een oplossing van een ander zout samen te voegen.

- Geef de formules van een natriumzout en van een ander zout die zij daarvoor kan gebruiken.

Het neerslag dat ontstaat door het samenvoegen van de twee zoutoplossingen filtreert Judith af. Zij spoelt het neerslag na met gedestilleerd water, zodat op het filter geen andere zouten dan ijzer(II)oxalaat aanwezig zijn. Daarna plaatst zij de trechter met het filter op een droge en schone erlenmeyer en overgiet het ijzer(II)oxalaat op het filter met kokend water. Het filtraat dat hierbij ontstaat laat ze afkoelen tot 298 K. Het hete filtraat was kleurloos en helder. Na afkoelen bleek een neerslag te zijn ontstaan.

b. Leg uit hoe het komt dat in het filtraat een neerslag ontstaat.

Van de verzadigde oplossing dampft Judith 250 mL in. Ze weegt de vaste stof die daarbij ontstaat. Dit blijkt 1,84 mg te zijn.

c. Bereken de oplosbaarheid van ijzer(II)oxalaat bij 298 K in mg per liter.