

1. Inleiding

Het doel van dit onderzoek is inzicht te krijgen in de beeldvorming van 3 vwo leerlingen over de Klassieke Scheikunde, en daarnaast het vaststellen van de mate van kennisoverdracht en het leerrendement van die leerlingen tijdens presentaties en practica op het gebied van de Nieuwe Scheikunde. De aanleiding van dit onderzoek is het volgende.

De kennismaatschappij van de 21^e eeuw vereist ten aanzien van natuurwetenschap en techniek een innovatieve aanpak van lesgeven en leren. Het huidige scheikundeprogramma is niet meer actueel. Het geeft leerlingen geen duidelijk beeld van de maatschappelijke relevantie van de (industriële) chemie en van de samenhang met andere bètavakken, zoals natuurkunde, biologie en wiskunde. De commissie Van Koten (Driessen, 2003) heeft in haar rapport 'Chemie tussen context en concept' gepleit voor modernisering van het scheikunde curriculum in het voortgezet onderwijs in Nederland. Basis voor dit pleidooi was onder andere 'Chemie im Kontext' (ChiK), een lesmethodiek voor scheikunde die ontwikkeld is in aan het IPN (Institut für die Pädagogik der Naturwissenschaften) in Kiel. Maar is deze context-concept benadering het meest geschikt voor het ontwikkelen van scheikunde onderwijs? (van Aalsvoort, 2007 & van Aalsvoort, 2000). Deze vraag is ingegeven door het onderzoek van Westbroek (Westbroek, 2005). Zij begon haar onderzoek met de analyse van de oorzaken van de onvrede over het huidige scheikunde- onderwijs. Er zijn drie kenmerken, die zij als problematisch aanmerkt. Deze zijn: 1) de inhoud is een selectie uit resultaten van wetenschappelijk onderzoek, 2) er is een gebrek aan samenhang, en 3) er is een gebrek aan aandacht voor de inbreng van leerlingen. Vervolgens heeft zij een aantal projecten uit binnen- en buitenland bestudeerd. Het gaat om verschillende context-concept benaderingen in Nederland (Chemistry in Practice), de VS (Chemistry in Context), GB (Salters Advanced Chemistry), Israel (Industrial Chemistry) en Duitsland (Chemie im Kontext, ofwel ChiK).

Bij toepassing van de ChiK methode krijgen de leerlingen via een algemene introductie een beeld van de chemische vragen, die spelen rondom een bepaalde context. De leerlingen bepalen (uiteindelijk) zelf welke aspecten van een context ze willen onderzoeken. Daarna presenteren en bespreken ze klassikaal hun resultaten. De docent heeft daarbij de taak deze kennis in te kaderen in de systematiek van chemische kennis in het algemeen.

De ChiK methode vormt de basis van dit onderzoek binnen het categoriaal Gymnasium Celeanum te Zwolle.

2. Kader van het onderzoek: theorie en onderzoeksvragen.

2.1 Kader van het onderzoek

De Commissie Vernieuwing Scheikunde havo en vwo, onder voorzitterschap van prof. Van Koten, bracht in opdracht van het Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Wetenschappen (OCW) advies uit over de vernieuwing van het scheikundeonderwijs in havo en vwo. De commissie adviseerde om in de onderbouw en in de profielen Natuur & Techniek (NT) en Gezondheid (NG) de nadruk te leggen op het leren begrijpen van de chemie achter producten en processen. Daarnaast was de commissie van mening dat het nieuwe scheikundeprogramma moet aansluiten op vragen van het heden en in de toekomst. De commissie pleit voor een examenprogramma op hoofdlijnen met ruimte voor nieuwe ontwikkelingen en eigen keuzes van docent en leerling.

De commissie Van Koten stelde voor om in het nieuwe scheikundeprogramma uit te gaan van de context-concept benadering. Verwacht wordt dat scheikundeonderwijs, uitgaande van maatschappelijke, experimentele, theoretische en beroepsgerichte contexten, een brede groep leerlingen zal aanspreken. De functie van de contexten is op te vatten als een brug tussen de werkelijkheid en de scheikundige concepten, die aan het vak ten grondslag liggen. De concepten dienen voor kennisopbouw in opeenvolgende leerjaren. Het verschil tussen havo en vwo wordt onder andere bepaald door de aard van de gekozen contexten en de diepgang van de bijbehorende concepten. Het nieuwe scheikundeonderwijs moet zich richten op het verwerven van inzicht door de samenhang tussen contexten en concepten op duidelijke wijze weer te geven (Coenders, 2008). Dit sluit aan op recente internationale ontwikkelingen op dit gebied, onder andere in Duitsland.

Aan de Rijksuniversiteit Groningen (RUG) is al een aantal jaren in het project 'Studiestijgers' samengewerkt tussen het Instituut voor Didactiek en Onderwijsontwikkeling (www.narcis.nl) en een aantal docenten van scholen voor het voortgezet onderwijs. Binnen het project Studiesticijgers heeft zich in 2005 een groep personen gevormd, die nieuwe scheikunde-modules voor havo 3 en vwo 3 heeft ontwikkeld, gebaseerd op de ChiK methode. De groep bestond uit vertegenwoordigers van het Liudger College Drachten; Het Belcampo College, Het Gomarus College, Het Maartens College, Het Willem Lodewijk Gymnasium, allen uit Groningen, het Bogerman College uit Sneek, het Comenius College uit Hilversum en OSG Sevenwolden uit Sevenwolden. De begeleiding vanuit de RUG werd door de didacticus Jan Apotheker verzorgd. De module, die in 2010 binnen Gymnasium Coleanum is toegepast en uitgetest, gaat over 'Voedingsmiddelen', een module voor vwo 3, van het project Studiesticijgers. Dit is de 1^e keer dat een module Nieuwe Scheikunde in deze school is toegepast.

De 3^e klas leerlingen van Gymnasium Coleanum hebben in periode 3 de contexten Voeding, en Ontledingreacties in de industrie behandeld. Daarna zou in periode 4 alleen nog de contexten Geneesmiddelen en Vergiften aan de orde komen. Dat zou wel heel weinig leerstof voor een hele periode zijn. In overleg met de heer Marco de Vries, conrector, en Jaap Andriessse, voorzitter van de sectie Scheikunde, is besloten om in het kader van Onderzoek van Onderwijs (OvO) de voornoemde module Voedingsmiddelen aan te passen en vervolgens in periode 4 in 2010 in alle vijf 3^e klassen (in totaal 134 leerlingen) uit te testen. De verschillen tussen de originele en aangepaste module staan in de onderstaande tabel V aangegeven.

Tabel V. Verschillen tussen de originele en aangepaste module Voedingsmiddelen.

No	Originele module	Aangepaste module
1	Acht thema's laten onderzoeken (Appelmoes, Kleurstoffen, Frisdrank, Rode kool, Chips, Aardappel 1, Aardappel 2 en Wijn maken).	Drie van de acht thema's laten onderzoeken (Appelmoes, Chips, Frisdrank).
2	Groepen van 4 leerlingen: per groep 1 van de 8 thema's, verdeeld over vijf lessen, laten onderzoeken.	Groepen van 3-5 leerlingen: per twee groepen 1 van de 3 thema's, verdeeld over zeven lessen, laten onderzoeken.
3	Elke groep schrijft een artikel (1-2 A4) over hun onderzochte thema gedurende twee lessen.	Elke groep maakt een processchema (1 A4) van hun bestudeerde fabrieksproces (Appelmoes, Chips, Frisdrank).
4	Alle groepen presenteren hun artikel.	Alle groepen presenteren hun proces-schema en de bepaling van vitamine C.
5	De groepen beoordelen elkaars presentatie met behulp van een beoordelingsformulier van de docent.	De docent beoordeelt de presentaties van de groepen (met behulp van een beoordelingsformulier, zie: § 3.2.2).
6	-	De leerlingen maken een eindtoets over hun eigen onderzoeksthema plus de bepaling van vitamine C.

In week 10 t/m 17 waren wegens ziekte van collega Gorgias Meijers 'zijn' klassen 3A en 3C t/m 3E overgenomen. Van week 18 t/m 24 heeft hij zijn werk kunnen hervatten.

De drie onderzoeksthema's, die de leerlingen uit een totaal van zeven thema's hebben gekozen, waren: Appelmoes, Chips en Frisdrank. Aike Stortelder (TOA sectie scheikunde) heeft de bij deze thema's behorende experimenten uitgetest alvorens de leerlingen die gingen uitvoeren. Op basis van haar praktische ervaringen waren in de laatste week (week 14) van periode 3 een handleiding voor leerlingen in elkaar gezet. Deze leerlingehand-leiding bevatte naast practicum- ook ICT-opdrachten, ter voorbereiding op de groeps-presentaties en de eindtoetsen, voor elke onderzoeksgroep, in periode 4.

In het navolgende wordt wat dieper ingegaan op de lesmethodiek ChiK (Chemie im Kontext), die in de inleiding is genoemd. Vervolgens komen de volgende zaken aan bod: basis- en beeldvorming in het 3^e leerjaar; kennisoverdracht, samenwerkend leren en logboek; en toetsmatrijzen en leerrendement.

2.2 Theorie Chemie im Kontext

Binnen deze lesmethodiek worden vier fasen onderscheiden (Apotheker, 2004): introductiefase, nieuwsgierigheids- en planningsfase, verwerkingsfase en verdiepingsfase. Deze fasen worden, betrokken op de aangepaste module Voedingsmiddelen, afgebeeld in figuur 2.2

1. Introductiefase

Inleiding: Terugblikken op de leerstof in de eerste drie perioden en de context Voeding.
Motivatie: Voedingsmiddelen binnen de leefwereld van leerlingen laten onderzoeken.
Vragen aan leerlingen: Leerlingen mochten groepsgewijs uit een zevental thema's een drietal onderzoeksthema's kiezen; zij kozen: Appelmoes, Chips en Frisdrank.



2. Nieuwsgierigheid- en planningsfase

Structureren door vragen van leerlingen: Vanwege de beperkte tijd (één periode) moest er binnen 1 week een leerlingenhandleiding worden opgesteld. Deze handleiding werd kort daarop met de leerlingen doorgesproken en werden hun vragen beantwoord.
Plannen van de werkzaamheden: Rekening houdend met de activiteiten in de studie-wijzer van de 4^e periode en de beschikbare lokalen werden de practica en de ICT-opdrachten ingepland.



3. Verwerkingsfase

Bij voorkeur zelfstandig uitwerken: De leerlingen moesten in groepjes van 3-5 personen aan de hand van de leerlingenhandleiding een werkverdeling maken.
Zelf georganiseerd samenwerken: Bij het maken van een werkverdeling moest duidelijk zijn welke rol elk groepslid tijdens elk practicum- en ICT-opdracht had. De leerlingen moesten van een gemeenschappelijk concept (vitamine C bepaling) en een verschillend productieproces (van Appelmoes, Chips of Frisdrank) een presentatie voorbereiden en geven.
Logboek bijhouden: De voortgang en resultaten van de werkzaamheden werden in een logboek bijgehouden en periodiek (door de TOA/docent) gecontroleerd.



4. Verdiepingsfase

Opbouw van de basisconcepten: De concepten, die bij de drie onderzoeksthema's aan de orde waren gekomen, waren gerelateerd aan de basisconcepten die in de eerste drie perioden waren behandeld (zie § 1.2 en bijlage 6).
Verbinding met andere contexten: De concepten, die bij de drie onderzoeksthema's aan de orde waren gekomen, moesten tijdens de presentatie van de drie productieprocessen (van Appelmoes, Chips en Frisdrank) duidelijk naar voren komen. De productieprocessen moesten op het internet worden gezocht en schematisch worden weergegeven.
Verdieping van de chemische inhoud: Aan het eind van de 4^e periode kregen de leerlingen een eindtoets over hun onderzoeksthema, de vitamine C bepaling en alle drie productieprocessen (van Appelmoes, Chips en Frisdrank).

Figuur 2.2 De opbouw van 'Chemie im Kontext' in de vier afzonderlijke fasen en betrokken op de aangepaste module Voedingsmiddelen.

De begrippen moeten uit de context Voedingsmiddelen gehaald worden en teruggebracht worden naar meer abstracte kennis. Dit wordt decontextualiseren genoemd. Een meer algemeen begrip van de basisconcepten, die achter het chemisch begrippen kader liggen, moet worden besproken. Van de leerlingen wordt verwacht dat ze die basisconcepten vervolgens in een andere context, bijvoorbeeld scheikunde in de chemische industrie (Hofstein, A. & Kesner, M. (2006)) weer kunnen toepassen.

2.3 Onderzoeksvragen

Er zijn in totaal drie hoofdonderzoeksvragen:

1. Welk beeld hebben 3 vwo leerlingen over scheikunde?
2. In hoeverre treedt er kennisoverdracht op als 3 vwo leerlingen presentaties geven over bestudeerde onderwerpen op het gebied van Nieuwe Scheikunde?
3. Wat is het leerrendement als 3 vwo leerlingen les krijgen in scheikunde via de context-concept in plaats van de concept-context benadering?

Onderzoeksvraag 2 bestaat in feite uit twee deelvragen:

2a) begrijpen leerlingen hun eigen onderzoeksonderwerp beter als zij het presenteren?

2b) leren de anderen ook iets van hun presentatie? Bijvoorbeeld: leren de onderzoeksgroepen Chips en Frisdrank iets over het fabrieksproces van Appelmoes als de onderzoeksgroepen Appelmoes daarover presenteren?

2.3.1 Basis- en beeldvorming scheikunde in het 3^e leerjaar.

De scheikundige basisconcepten, die leerlingen in het 3^e leerjaar moeten beheersen, vallen onder de drie deelcontexten: a) Zuivere stoffen en mengsels, b) Elementen en verbindingen, en c) Reacties. De afzonderlijke basisconcepten zijn in bijlage 6 terug te vinden.

In dit Onderzoek van Onderwijs (OvO) komen de volgende zeven aspecten ten aanzien van de beeldvorming over (Nieuwe) scheikunde in de 3^e klas aan de orde:

- ◆ Algemeen beeld over scheikunde (Westbroek, 2005; Steffensky, Parchmann & Schmidt, 2005);
- ◆ Belang van scheikunde voor bepaalde beroepen (Westbroek, 2005);
- ◆ Welke schoolvakken heb je nodig als je het schoolvak scheikunde wil studeren;
- ◆ Maatschappelijke relevantie van scheikundige concepten (Gilbert, 2006);
- ◆ Belang van experimenten tijdens scheikundelessen;
- ◆ Interesse voor het schoolvak scheikunde;
- ◆ Kwaliteit van Nieuwe versus Klassieke Scheikunde.

Er zijn nog een drietal aspecten (aansluiting van NaSk in de 2^e klas op de scheikunde in de 3^e klas, aansluiting van de scheikunde in de 3^e klas op die in de 4^e klas, en het belang van computerprogramma's tijdens de scheikundelessen), aan de leerlingen voorgelegd. Maar bij nader inzien zullen die drie aspecten waarschijnlijk niet bijdragen tot een beter inzicht in de beeldvorming. Daarom is besloten om ze niet in het verslag van dit OvO op te nemen.

2.3.2 Kennisoverdracht, samenwerkend leren en logboek

Bij de introductie van de Nieuwe Scheikunde is één van de vragen (van onder andere de SLO en KNCV) of de kennisoverdracht van docent naar leerling of tussen leerlingen onderling beter verloopt. Een gedachte hier achter is het volgende. Door de leerlingen zelf te laten kiezen wat ze graag willen onderzoeken worden ze meer betrokken bij het onderzoek. Het is hun eigen onderzoek geworden. Ze hoeven niet (meer) aan de hand van een boek te werken en te leren, maar kiezen (tot op zekere hoogte, bepaald door de docent) zelf wat ze graag willen weten. Daardoor verandert hun leermotivatie. Een ander aspect is dat leerlingen in een andere rol ten opzichte van elkaar komen. Vaak is het in een klas zo, dat leerlingen het niet op prijs stellen als een van hen op een vraag van een docent kennis naar voren brengt. In deze manier van werken, wordt dat juist gestimuleerd. Het is wel nodig om deze vorm van samenwerkend leren te reguleren en ervoor te zorgen, dat de inbreng van de leerlingen niet al te veel van elkaar verschilt. Dit kan worden gerealiseerd door de leerlingen een logboek te laten bijhouden. Hierin worden de voortgang en resultaten van hun werkzaamheden beschreven. Hierbij is het belangrijk dat er regelmatig terugkoppeling plaatsvindt (door bijvoorbeeld vragen te stellen over bepaalde experimenten, tijdens de uitvoering er van, en

relateren aan de basisconcepten) om het leerproces zo nodig tijdig te kunnen bijsturen. In het algemeen doet de docent niets wat leerlingen zelf kunnen. Zijn functie is zowel scheidsrechter als coach. Door het toewijzen van rollen aan leerlingen uit een groep worden hun taken expliciet verdeeld en duidelijk gemaakt.

Taken en rollen van de docent

- geeft pas zo nodig na de eerste fase van de samenwerking hulp, bijv. na vijf min.;
- geeft niet direct antwoorden op vragen, maar stelt tegenvragen;
- loopt regelmatig rond, observeert en stuurt zo nodig bij;
- helpt niet individueel, maar alleen groepen;
- beoordeelt de inhoud/resultaat en de wijze van samenwerking.

Taken en rollen van de leerlingen (beschreven in het logboek)

Mogelijke rol	Taak
Organisator	Verdeelt het werk over de groepsleden.
Uitvoerder	Voert de praktische handelingen uit.
Materiaalchef'	Zorgt voor de benodigde materialen en ruimt ze na afloop weer op.
Opzoeker	Zoekt de benodigde informatie op.
Schrijver	Maakt aantekeningen van bijvoorbeeld waarnemingen.
Vrager	Mag de docent om hulp vragen.
Tijdbewaker	Houdt de beschikbare tijd in de gaten.

Groepen van leerlingen hebben elke week een andere rol om bijvoorbeeld te voorkomen, dat steeds dezelfde leerling de organisator zou zijn (Coenders, 2009).

2.3.3 Leerrendement (prétoets versus eindtoets)

Door het project af te sluiten met een schriftelijke toets blijft de individuele verantwoordelijkheid voor het leerproces bestaan. Daarnaast is er een gemeenschappelijke druk om met een kwalitatief voldoende presentatie te komen, die een antwoord kan geven op de hierna geformuleerde onderzoeksvragen naar de mate van kennisoverdracht en leerrendement. Dit laatste wordt uit de toetsmatrijzen 'gedestilleerd'.

Twee belangrijke vragen (van onder andere de SLO en KNCV), die bij het invoeren van Nieuwe Scheikunde werden gesteld, zijn:

- a) verloopt de kennisoverdracht bij toepassing van de context-concept benadering (Nieuwe Scheikunde) beter (en ieder geval niet slechter) in vergelijking tot de concept-context benadering (Klassieke Scheikunde)?, en
- b) leidt de context-concept benadering, waarbij duidelijk herkenbare concepten uit het dagelijkse leven worden gebruikt, tot een hoger leerrendement in vergelijking tot de concept-context benadering?

3. Gebruikte onderzoeksmethode en -strategie, instrumenten en data-analyse

3.1 Onderzoeksmethode en -strategie

Eerst moesten de leerlingen aan het begin van de 4^e periode, nog vóór aanvang van de practica (behorende bij de aangepaste module), een enquêteformulier invullen. Dit diende om inzicht te krijgen in de beeldvorming over scheikunde, die onder 3^e klassers heerste.

Aanvankelijk werd (eind 3^e periode) een leerlingenhandleiding opgesteld met daarin:

- 1) een beschrijving en planning van de uit te voeren experimenten en ICT-opdrachten;
- 2) de eisen van het verslag van de resultaten van de experimenten en ICT-opdrachten;
- 3) een opmerking van de eindtoets over de onderzochte deelcontexten en concepten.

In overleg met Fer Coenders werd aan het begin van de 4^e periode besloten om de leerlingen niet een verslag te laten maken, maar presentaties te laten geven om te kunnen onderzoeken of er dan kennisoverdracht heeft plaatsgevonden. Er moest een presentatie worden gegeven over een gemeenschappelijk concept (ascorbinezuur ofwel vitamine C) en daarnaast over een bestudeerd fabrieksproces (Appelmoes, Chips dan wel Frisdrank). De eindtoets diende om te onderzoeken of ten eerste tijdens de gehouden presentaties kennisoverdracht heeft plaatsgevonden en ten tweede of de leerlingen de onderzochte thema's (deelcontexten en concepten) hebben begrepen. Om het leerproces tijdens de uitvoering van de practicum- en ICT-opdrachten te kunnen bijsturen zijn de taken en rollen van de leerlingen en docent vooraf vastgelegd (zie § 2.1.3).

Na het doorlopen van de introductiefase, nieuwsgierigheids- en planningsfase, verwerkings- en verdiepingsfase, werden de onderzoeksinstrumenten gebruikt die in § 3.2 vermeld staan. De verkregen data werden in spreadsheets ingevoerd en geanalyseerd.

Introductiefase (eind 3^e periode, week 15, 2010)

De onderzoeksmethode bestond ten eerste uit het formeren van 32 groepen leerlingen, bestaande uit 3-5 personen, op basis van wederzijdse affectie en de grootte van elke klas (3A t/m 3E). Daarna werd de groepen gevraagd een keuze te maken uit de 3 thema's: Appelmoes (**A**), Chips (**C**) of Frisdrank (**F**). Hierbij was het de bedoeling dat steeds 2-3 groepen aan eenzelfde thema werken. Zo ontstonden bijvoorbeeld in klas 3A de groepen: 3A-**A**1, 3A-**A**2, 3A-**C**1, 3A-**C**2, 3A-**F**1 en 3A-**F**2. Een compleet overzicht van alle 32 groepen staat in bijlage 9. Door eerst de leerlingen te vragen met wie zij graag samen in een groep willen samenwerken en pas daarna te laten kiezen welk thema zij zouden willen onderzoeken, kon de formatie van de groepen binnen elke klas binnen 1 lesuur plaatsvinden. In totaal gaat het om 134 leerlingen in de vijf 3^e klassen.

Nieuwsgierigheid- en planningsfase (begin 4^e periode, 2010)

Na het uitdelen en bespreken van de leerlingenhandleiding werden vragen van leerlingen beantwoord. Vervolgens kwam de planning van de uitvoering van de practicum- en ICT-opdrachten aan de orde (week 16 t/m 23).

Week	Thema	Onderzoeksopdrachten/-onderwerpen	Onderzoeksgroepen
15	(introductie)	(introductie)	Alle
16 17 19 20 21 22 23	Appelmoes	1. Zelf appelmoes maken 2. Fabrieksproces appelmoes (ICT) 3. Soorten appelmoes 4. Zuurgraad (pH) van appelmoes 5. Dikte van appelmoes 6. Houdbaarheid van appelmoes 7. Ascorbinezuur in appelmoes	3A-A1, 3A-A2 3B-A1, 3B-A2 3C-A1, 3C-A2 3D-A1, 3D-A2 3E-A1, 3E-A2
16 17 19 20 21 22 23	Chips	1. Fabrieksproces chips (ICT) 2. Soorten chips 3. Vetgehalte van chips 4. Zoutgehalte van chips 5. Verbrandingsenergie van chips 6. Verzadigde/onverzadigde vetten 7. Ascorbinezuur in aardappels	3A-C1, 3A-C2 3B-C1, 3B-C2, 3B-C3 3C-C1, 3C-C2 3D-C1, 3D-C2, 3D-C3 3E-C1, 3E-C2
16 16 17 19 20 21 22 23	Frisdrank	1. Limonade maken (thuis) 2. Fabrieksproces frisdrank (ICT) 3. Zuurgraad (pH) frisdrank 4. Volume gas in frisdrank 5. Welk gas in frisdrank? 6. Kleurstoffen in frisdrank 7. Magische rozijnen 8. Ascorbinezuur in frisdrank	3A-F1, 3A-F2 3B-F1, 3B-F2 3C-F1, 3C-F2 3D-F1, 3D-F2 3E-F1, 3E-F2

Verwerkingsfase

Na uitvoering van de onderzoeksopdrachten moesten de leerlingen in week 23/24 presentaties geven. De groepen die Appelmoes, Chips dan wel Frisdrank hebben onderzocht gaven een presentatie over het bepalen van ascorbinezuur (vitamine C) in resp. appels, aardappels dan wel frisdrank (ascorbinezuur is een gemeenschappelijk concept). Daarna werden presentaties gegeven over de bestudeerde fabrieksprocessen.

Verdiepingsfase

Aan het eind van de 4^e periode (week 25/26) werden afhankelijk van het onderzoeksthema Appelmoes (A), Chips (C) dan wel Frisdrank (F) de eindtoetsen A, C resp. F afgenomen. Voor deze eindtoetsen hoefden de leerlingen (net als voor de prétoets) niets uit een bepaald scheikundeboek te leren. Zij hoefden 'alleen' de concepten en hun onderzoeksresultaten, die zijn besproken, en de drie productieprocessen van Appelmoes, Chips en Frisdrank te bestuderen. De begrippen moesten eigenlijk uit de context Voedingsmiddelen gehaald en teruggebracht worden naar meer abstracte kennis. Dit wordt decontextualiseren genoemd. Hoewel deze verdiepingsfase (bijv. door constructie van Concept Maps (Zak & Munson, 2008) om de samenhang tussen concepten aan te geven) belangrijk is, was hiervoor helaas geen tijd meer. Bij een vervolgonderzoek kan dit aan de orde komen.

3.2 Instrumenten

De gebruikte onderzoeksinstrumenten worden in de onderstaande tabel weergegeven.

Onderzoeksinstrument	Doel
Enquêteformulier	vaststellen van de beeldvorming over scheikunde
Eindtoetsen en presentaties	vaststellen van de mate van kennisoverdracht
Prétoets en eindtoetsen	vaststellen van het leerrendement
Logboeken	vaststellen van de mate van samenwerking

Vanwege de grote aantallen enquêteformulieren en toetsen (prétoets en eindtoetsen), die moesten worden geëvalueerd, was er geen tijd meer om de inhoud van de logboeken te evalueren.

3.2.1 Enquêteformulier

In dit Onderzoek van Onderwijs (OvO) komen vragen 1 t/m 6 en 8 uit bijlage 1, ten aanzien van de beeldvorming over klassieke scheikunde in de 3^e klas, aan de orde.

Het was eigenlijk de bedoeling om het enquêteformulier (bijlage 1) in week 15 te laten invullen, voordat de practica zouden beginnen. Maar bij nader inzien werd besloten om dit in week 16 te laten plaatsvinden. In week 15 werd de prétoets afgenomen.

3.2.2 Eindtoetsen en presentaties

Voordat de presentaties werden gegeven moesten begin week 23 de bepaling van ascorbinezuur (vitamine C) in appels, aardappels en frisdrank plus de processchema's in de mediatheek worden ingeleverd. Deze deadline was belangrijk om er voor te zorgen dat (vrijwel) alle leerlingen op tijd hun presentaties zouden geven.

De presentaties van klas 3B werden door Coffa op de volgende onderdelen beoordeeld:

1. de logische opbouw van het verhaal;
2. de overdracht (beeld en verhaal liepen synchroon?);
3. de getoonde sheets (waren ze relevant ten aanzien van de inhoud?);
4. waren de getoonde sheets duidelijk, aantrekkelijk, creatief en goed vorm gegeven?
5. verliep het verhaal voor elk groepslid vloeiend of stotterend?
6. wisselden de groepsleden elkaar als spreker af?
7. hebben de leerlingen de presentatie goed voorbereid (proef gedraaid)?
8. gaven de leerlingen (internet/literatuur) bronnen aan?
9. werd er een samenvatting gegeven?
10. werden er verdere punten van onderzoek aangegeven?

De presentaties van klassen 3A en 3C t/m 3E werden kwalitatief door collega Meijers beoordeeld. De cijfers, voor de presentaties en eindtoetsen, moesten in zeer korte tijd in Magister (het cijferinvoersysteem van de school) worden ingevoerd. Besloten werd dat Coffa uiteindelijk alle cijfers zou vaststellen en invoeren. De cijfers voor de presentaties van klassen 3A en 3C t/m 3E werden door Coffa gebaseerd op de kwalitatieve beoordelingen van Meijers. Ten aanzien van dit onderzoek wordt het daardoor erg lastig om op dezelfde wijze, zoals bij klas 3B, naar het verband tussen de cijfers voor de groepspresentaties en die voor de individuele eindtoetsen, binnen elke onderzoeksgroep, te zoeken. Daarom werd besloten om deze evaluatie niet uit te voeren.

3.2.3 Prétoets en eindtoets (bijlagen 2 t/m 5)

Afhankelijk van het onderzochte thema, Appelmoes (A), Chips (C) dan wel Frisdrank (F), werden in week 25/26 (eind 4^e periode) eindtoetsen A, C resp. F (bijlage 3, 4 resp. 5) afgenomen. De prétoets (bijlage 2) werd in week 15 (eind 3^e periode) afgenomen.

3.3 Data-analyse

De verkregen data met betrekking tot beeldvorming, kennisoverdracht en leerrendement werden in spreadsheets ingevoerd en geëvalueerd. Voor het vaststellen van het leerrendement werd de t-toets toegepast. Dit komt in § 3.3.3 aan bod.

3.3.1 Beeldvorming

De antwoorden op de 7 vragen over beeldvorming, die in § 3.2.1 vermeld staan, worden geëvalueerd en de resultaten worden in taartdiagrammen weergegeven. Eerst wordt er per vraag een gemiddelde van de 5 klassen en vervolgens worden alle 5 klassen apart in beeld gebracht.

3.3.2 Kennisoverdracht

Na het geven van de presentaties kan de mate van kennisoverdracht niet aan de hand van de groepsresultaten worden vastgesteld. Dit kan wel indirect via evaluatie van de gemiddelde scores van de onderzoeksgroepen voor de opgaven over de drie fabrieksprocessen en ascorbinezuur in de eindtoetsen T34A, T34C en T34F (bijlage 11):

Fabrieksproces	T34A	T34C	T34F
Appelmoes	Opgave 2	Opgave 9	Opgave 9
Chips	Opgave 1	Opgave 1	Opgave 10
Frisdrank	Opgave 10	Opgave 10	Opgave 2
Ascorbinezuur	Opgave 8	Opgave 8	Opgave 8

De resultaten worden voor alle 5 klassen apart in de vorm van staafdiagrammen weergegeven.

3.3.3 Leerrendement (prétoets versus eindtoets)

Het leerrendement wordt bepaald door de gemiddelde scores van de onderzoeksgroepen voor de eindtoetsen T34A, T34C en T34F (bijlage 11) en de prétoets PT 34 (bijlage 10) met elkaar te vergelijken. De resultaten worden voor alle 5 klassen in de vorm van een matrix weergegeven. Om te beoordelen of er een significant verschil is tussen de gemiddelde scores van de onderzoeksgroepen voor de eindtoetsen T34A, T34C en T34F en de prétoets PT 34 wordt de statistische t-toets gebruikt. T34A/PT34, T34C/PT34 en T34F/PT34 zijn een aselechte steekproef van gepaarde waarnemingen.

Definitie van de t-waarde bij gepaarde waarnemingen.

Laat $(x_1, y_1), (x_2, y_2), \dots, (x_n, y_n)$ een aselechte steekproef zijn van gepaarde waarnemingen uit een simultane verdeling met verwachtingswaarden μ_x en μ_y , zo dat de verschillen $z_i = x_i - y_i$ normaal verdeeld zijn. Voor het toetsen van de nulhypothese: $H_0 : \mu_x = \mu_y$ gebruikt men de t-toets voor de enkelvoudige steekproef van de verschillen z en toetst: $H_0 : z = 0$.

Uit de steekproef volgt voor de t-waarde:

$$t = (z / SD) \sqrt{n}$$

Hierin is SD de standaarddeviatie in z en n is het aantal waarnemingen. Met behulp van een tabel van de t-verdeling (bijlage 12) kan de p-waarde worden berekend. Als $p < 0,05$ is er een significant verschil tussen x en y (Wikipedia, t-toets).

In deze module konden niet alle scheikundige concepten worden behandeld, die in bijlage 6 (Basisvorming scheikunde in 3vwo. CEVO (2008)) zijn vermeld. Dit komt omdat bijvoorbeeld verbranding wel bij de onderzoeksgroep Chips aan bod kan komen, maar niet bij de onderzoeksgroepen Appelmoes en Frisdrank. Om de resultaten van de eindtoetsen en de prétoets enigszins met elkaar te kunnen vergelijken wordt in de tabel Basischemie 3 vwo de basisconcepten, die aan bod zijn gekomen, gespecificeerd.

Tabel Basischemie 3vwo.

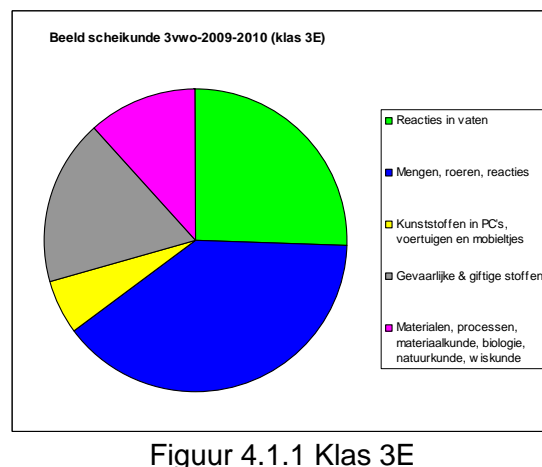
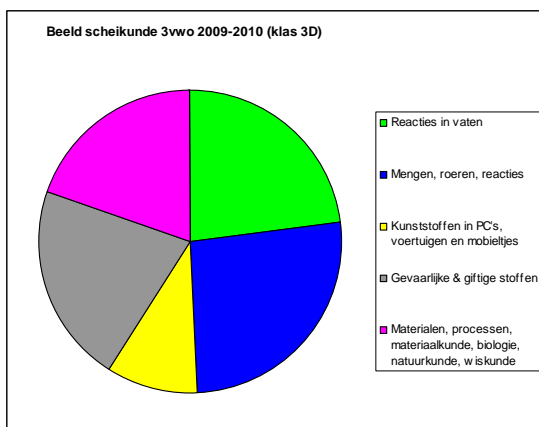
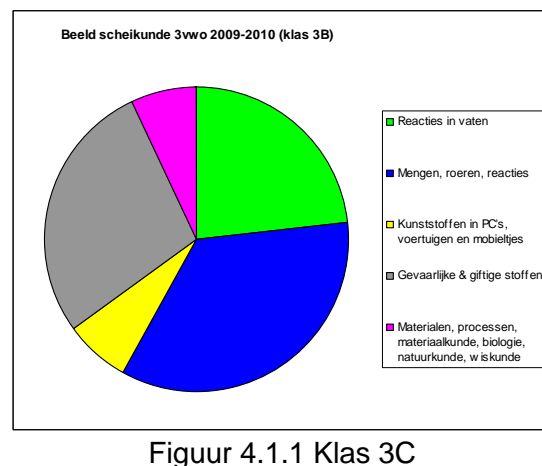
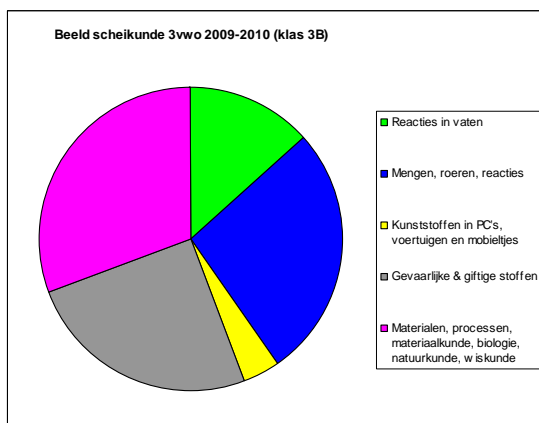
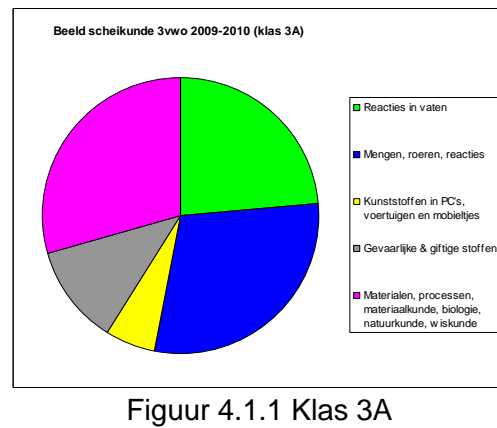
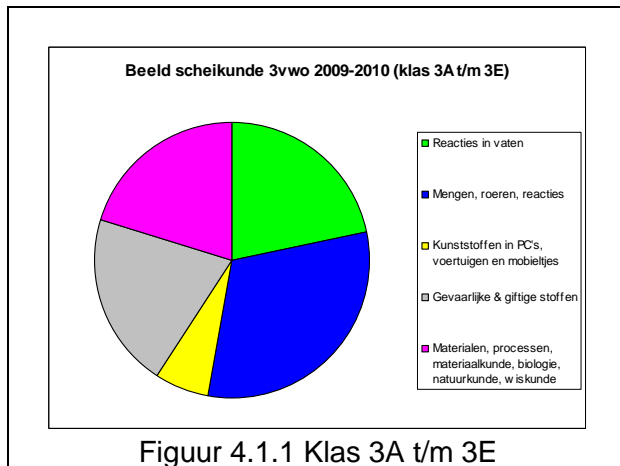
No.	Omschrijving scheikundige basisconcepten	Prétoets	Eindtoetsen		
		PT34	T34A	T34C	T34F
	<u>Zuivere stoffen en mengsels</u> De kandidaat kan				
1	aangeven wat wordt verstaan onder een zuivere stof of mengsel	x	x	x	x
2	aangeven wat wordt verstaan onder faseovergangen: 1) condenseren en verdampen, 2) stollen en smelten	x		x	
3	aangeven op welke manier een mengsel van een zuivere stof kan worden onderscheiden: 1) smeltpunt/kookpunt of 2) smeltraject/kooktraject	x		x	
4	een aantal soorten mengsels noemen en aangeven wat de kenmerken ervan zijn: 1) oplossing, 2) emulsie	x	x	x	x
5	5) een aantal scheidingsmethoden noemen, aangeven voor welk type mengsel de desbetreffende scheidingsmethode kan worden toegepast en aangeven op welke principes deze scheidingsmethoden berusten: extraheren / extractie, adsorberen / adsorptie, destilleren, de concepten destillaat en residu, filtreren, de concepten filtraat en residu, indampen	x x		x x	x x
	<u>Elementen en verbindingen</u> De kandidaat kan				
9	de toestandsaanduidingen (s), (l), (g), (aq) interpreteren	x	x	x	x
	<u>Reacties</u> De kandidaat kan				
10	aangeven wat wordt verstaan onder een chemische reactie, en onder beginstoffen, reactieproducten, wet van element- en massabehoud	x	x	x x	x
11	aangeven wat wordt verstaan onder een ontledingsreactie en thermolyse			x	
12	aangeven wat wordt verstaan onder een verbrandingsreactie, volledige en onvolledige verbranding, ontbrandingstemperatuur	x		x x	
13	aangeven dat chemische reacties gepaard gaan met een warmte-effect, dat exotherm of endotherm is	x		x	
14	van een aantal stoffen aangeven hoe ze worden aangetoond: water, koolstofdioxide, ascorbinezuur		x	x	x
	Zuurgraad (pH)	x	x		x
	Viscositeit (stoperigheid)		x		

4. Resultaten

In het navolgende komen de resultaten ten aanzien van beeldvorming, kennisoverdracht en leerrendement aan bod.

4.1 Beeldvorming

4.1.1 Als wij het hebben over scheikunde, denk je aan?

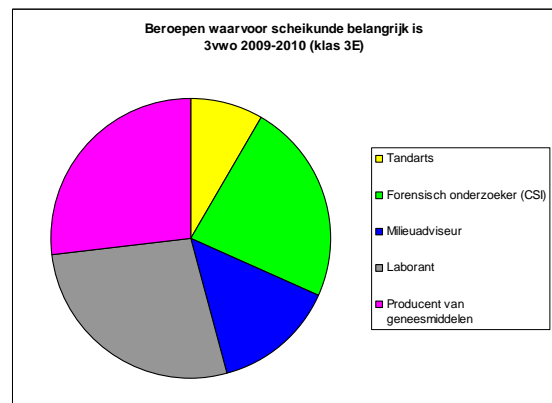
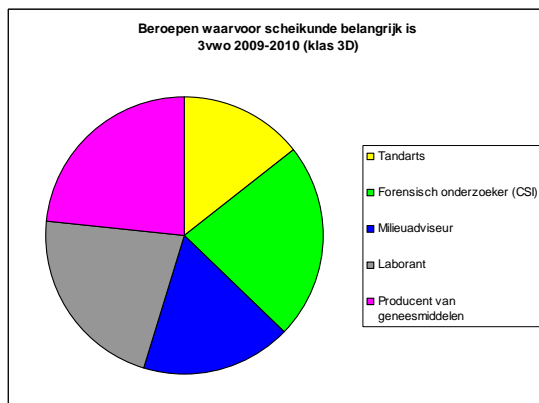
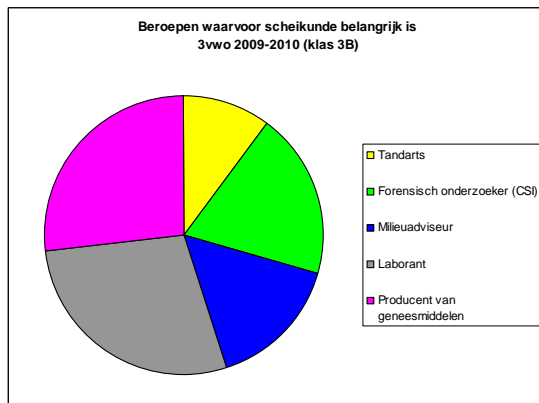
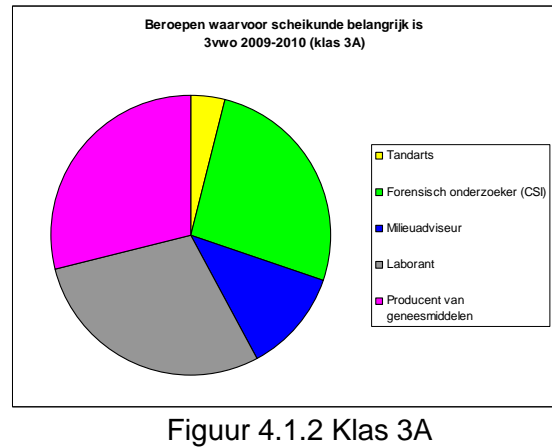
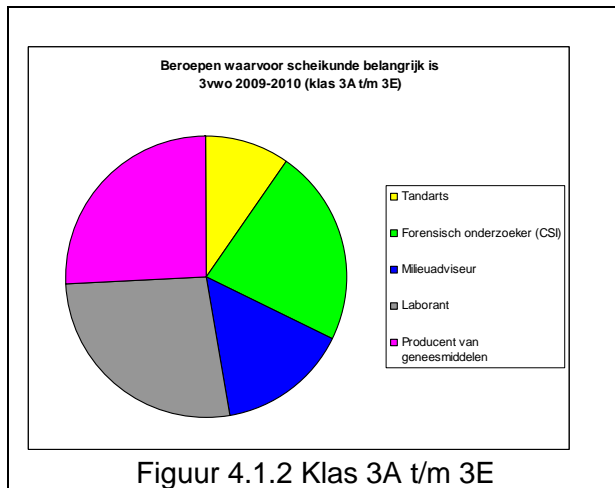


Figuur 4.1.1 Klas 3A t/m 3E is een gemiddelde van het beeld, dat de leerlingen van klassen 3A t/m 3E over scheikunde hebben:

Als wij het hebben over scheikunde, denk je aan?	%
Reacties in vaten	22
Mengen, roeren en reacties	30
Kunststoffen in PC's, voertuigen en mobieltjes	7
Gevaarlijke & giftige stoffen	21
Materialen, processen, materiaalkunde, biologie natuurkunde en wiskunde	20

De spreiding in dit beeld wordt weergegeven door de afzonderlijke vijf figuren 4.1.1 Klas 3A t/m 4.1.1 Klas 3E.

4.1.2 Voor welke van de onderstaande beroepen is scheikunde belangrijk?

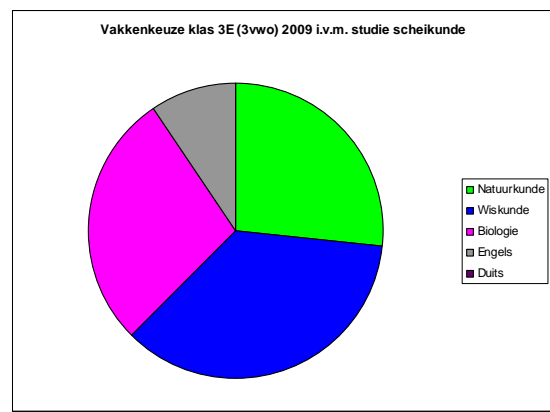
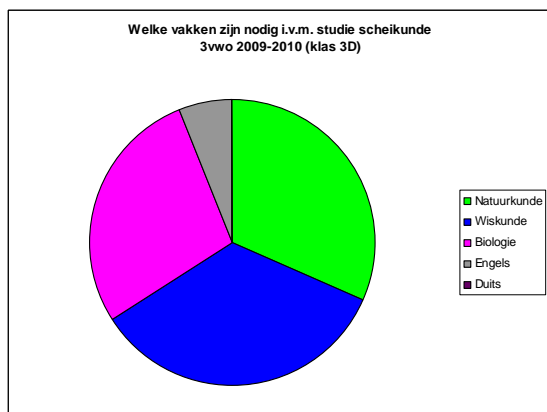
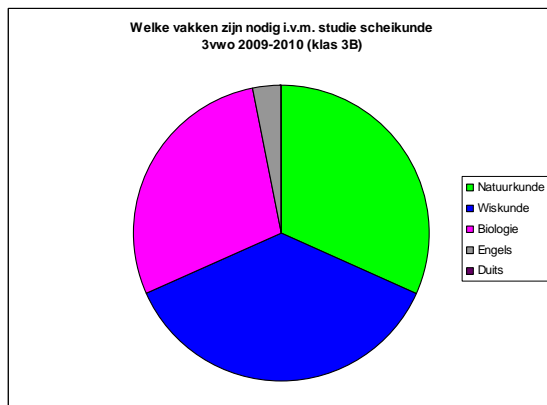
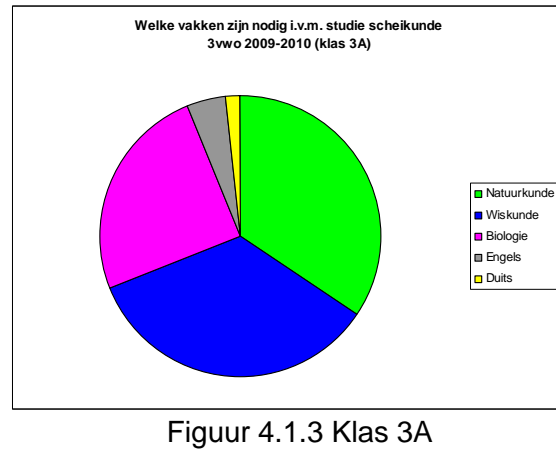
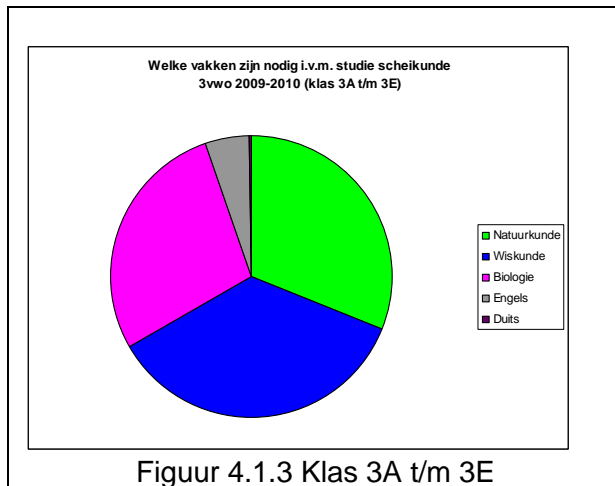


Figuur 4.1.2 Klas 3A t/m 3E is een gemiddelde wat de leerlingen van klassen 3A t/m 3E vinden over het belang van scheikunde voor bepaalde beroepen:

Voor welke van de onderstaande beroepen is scheikunde belangrijk?	%
Tandarts	10
Forensisch onderzoeker (CSI)	23
Milieuadviseur	15
Laborant	26
Producent van geneesmiddelen	26

De spreiding in dit beeld wordt weergegeven door de afzonderlijke vijf figuren 4.1.2 Klas 3A t/m 4.1.2 Klas 3E.

4.1.3 Welke schoolvakken heb je nodig als je scheikunde studeert?

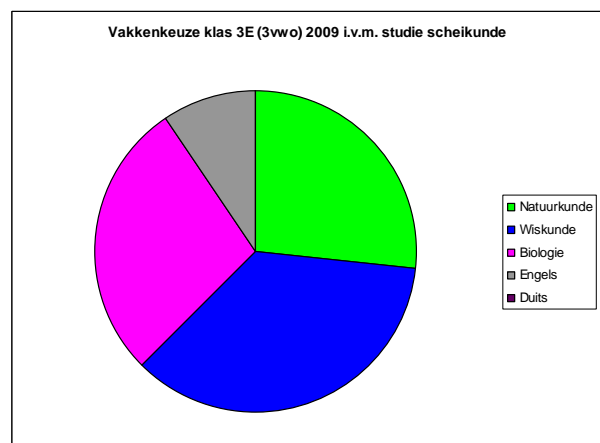
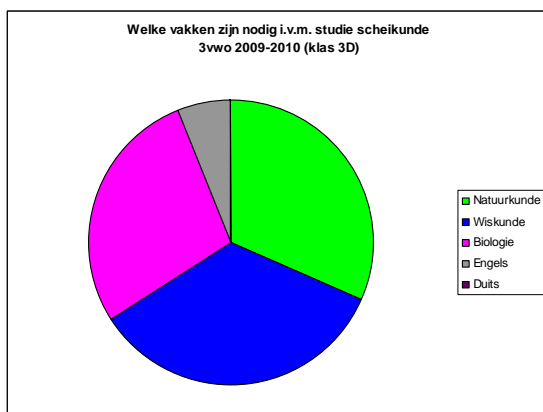
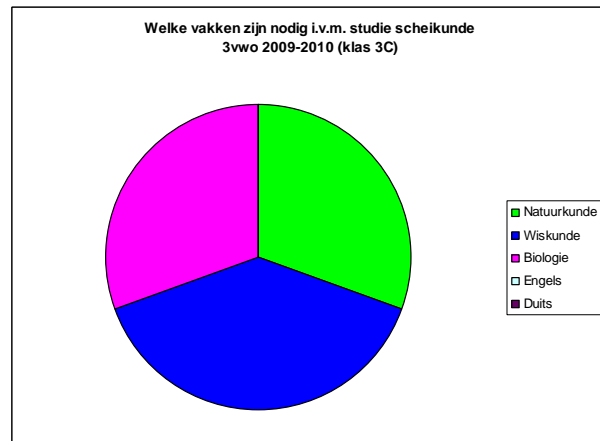
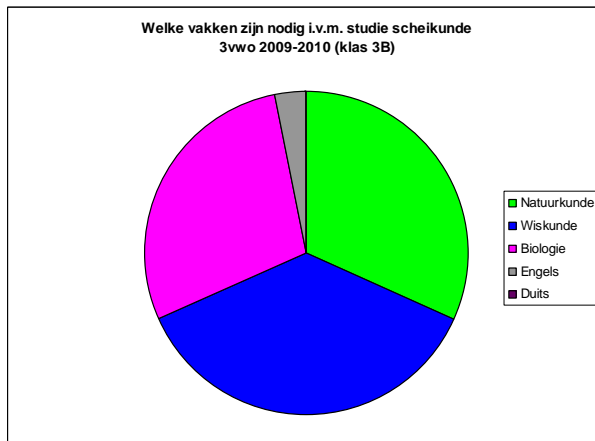
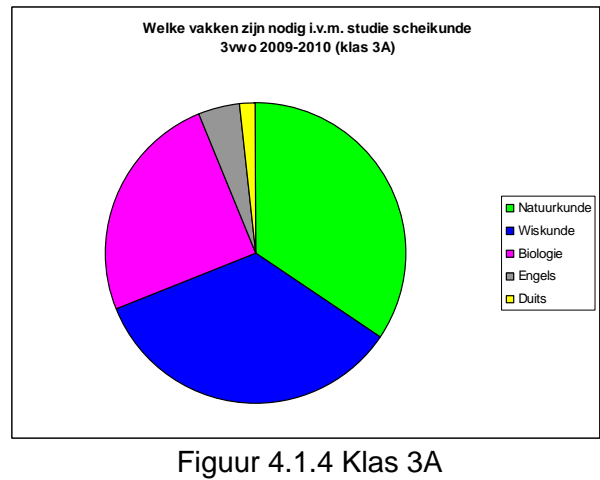
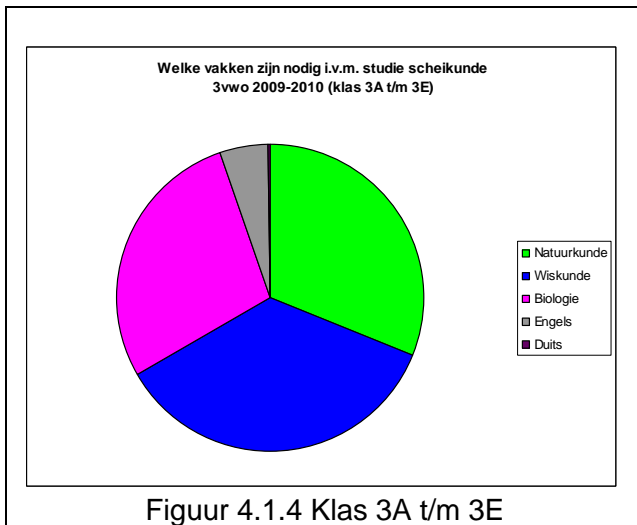


Figuur 4.1.3 Klas 3A t/m 3E is een gemiddelde wat de leerlingen van klassen 3A t/m 3E denken aan schoolvakken nodig te hebben als zij scheikunde studeren:

Welke schoolvakken heb je nodig als je scheikunde studeert?	%
Natuurkunde	31
Wiskunde	36
Biologie	28
Engels	5
Duits	0

De spreiding in dit beeld wordt weergegeven door de afzonderlijke vijf figuren 4.1.3 Klas 3A t/m 4.1.3 Klas 3E. Alleen in klas 3A denkt 2 % van de leerlingen Duits nodig te hebben als zij scheikunde studeren.

4.1.4 Tijdens de scheikundelessen worden heel veel begrippen behandeld waarvan je je afvraagt waarvoor je ze moet leren. Je bent het met deze stelling:

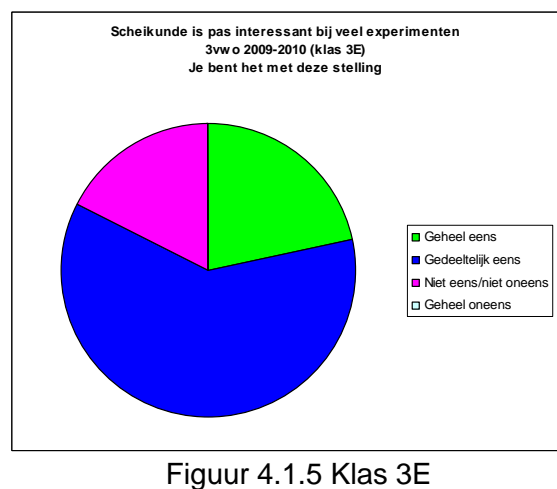
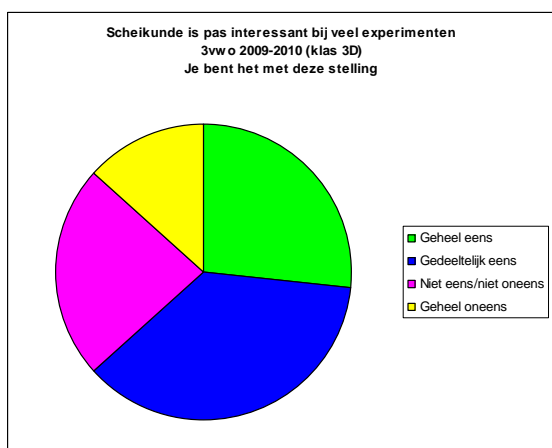
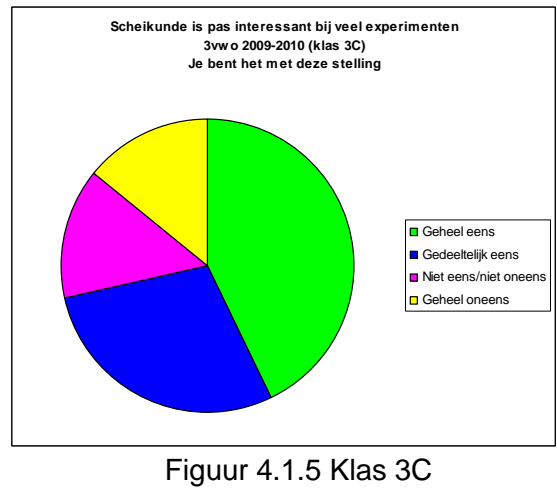
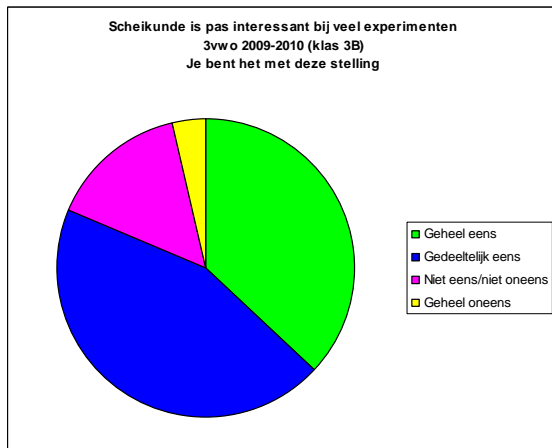
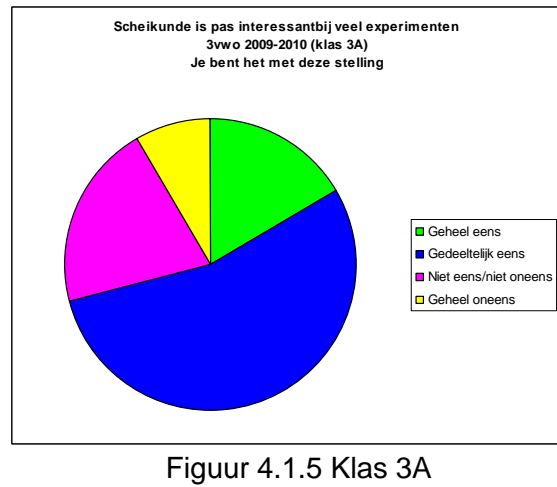
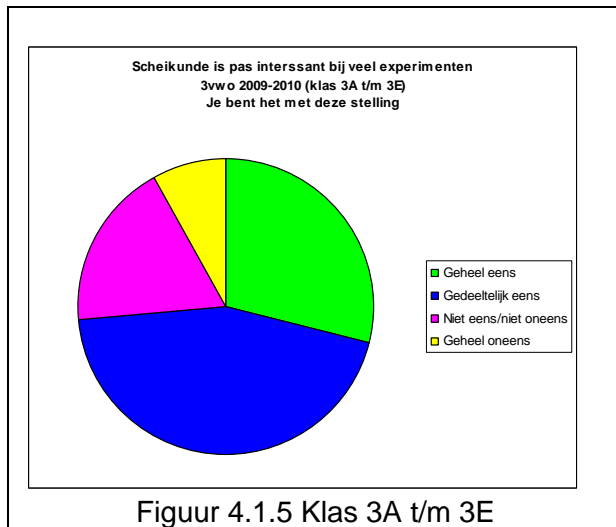


Figuur 4.1.4 Klas 3A t/m 3E is een gemiddelde van de mening van de leerlingen van klassen 3A t/m 3E over het behandelen van heel veel begrippen tijdens de scheikundelessen.

Tijdens de scheikundelessen worden heel veel begrippen behandeld waarvan je je afvraagt waarvoor je ze moet leren. Je bent het met deze stelling	%
geheel eens	22
gedeeltelijk eens	38
niet eens / niet oneens	28
geheel oneens	12

De spreiding in dit beeld wordt weergegeven door de afzonderlijke vijf figuren 4.1.4 Klas 3A t/m 4.1.4 Klas 3E.

4.1.5 Scheikunde is pas interessant als er veel experimenten worden uitgevoerd.
Je bent het met deze stelling:

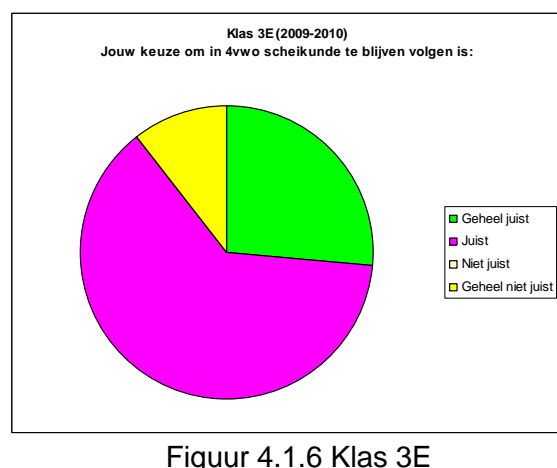
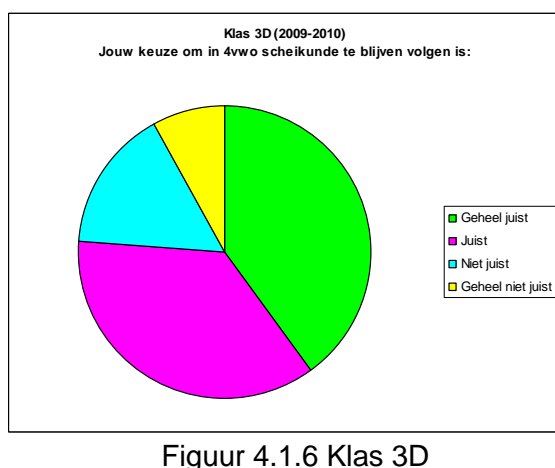
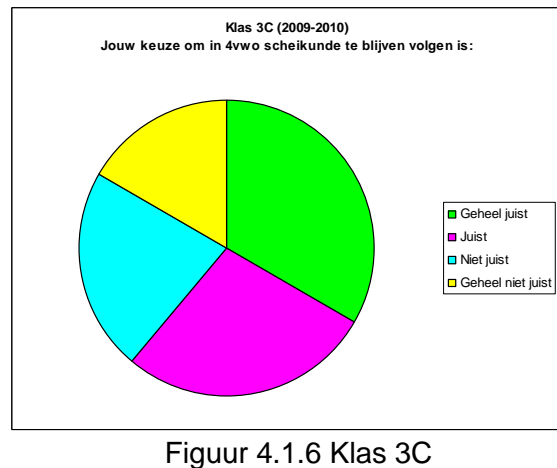
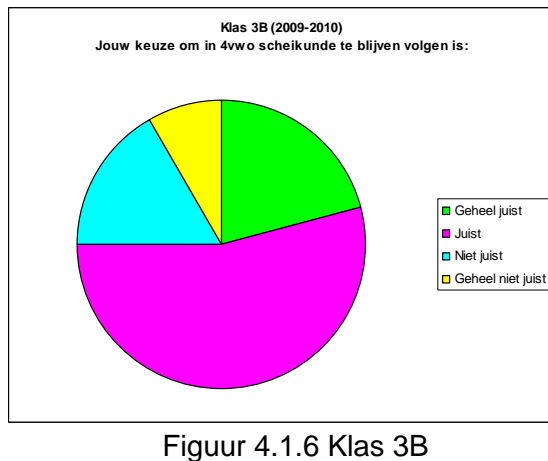
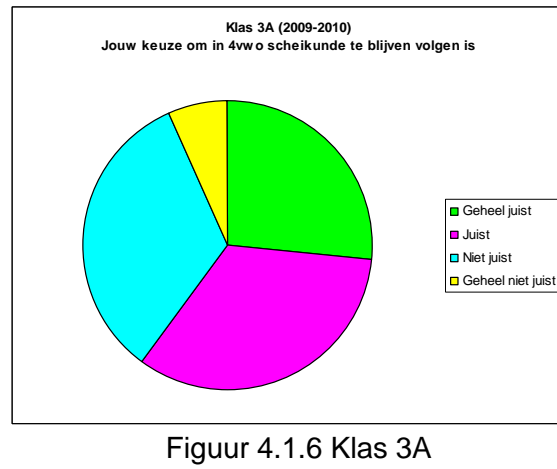
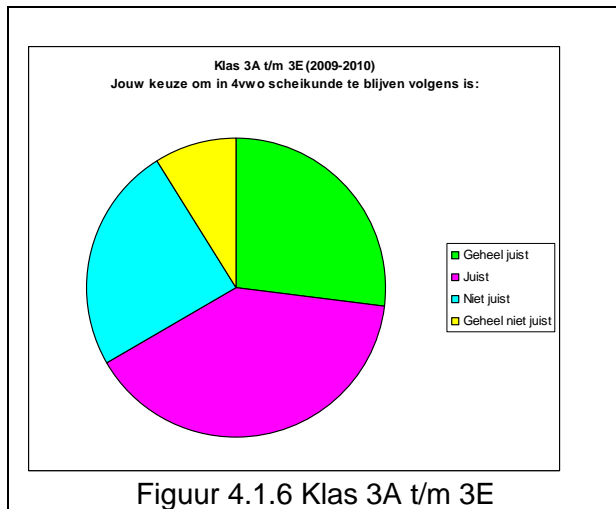


Figuur 4.1.5 Klas 3A t/m 3E is een gemiddelde van de mening van de leerlingen van klassen 3A t/m 3E over het belang van veel experimenten in de scheikunde.

Scheikunde is pas interessant als er veel experimenten worden uitgevoerd. Je bent het met deze stelling:	%
geheel eens	29
gedeeltelijk eens	45
niet eens / niet oneens	18
geheel oneens	8

De spreiding in dit beeld wordt weergegeven door de afzonderlijke vijf figuren 4.1.5 Klas 3A t/m 4.1.5 Klas 3E.

4.1.6 Tijdens de projectweek in de derde periode van dit schooljaar (2009/2010) heb je een inleiding tot de scheikunde in het vierde jaar gekregen. Op basis van deze informatie ben je van mening dat jouw keuze om scheikunde te blijven volgen:

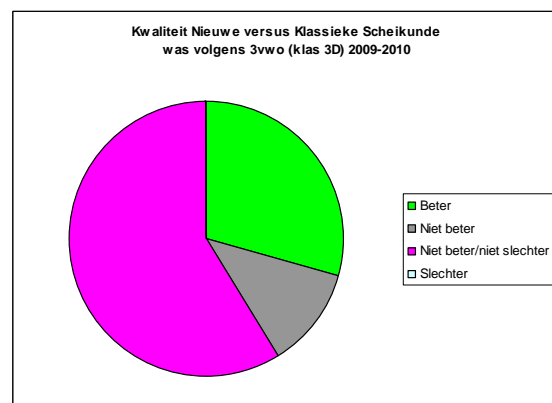
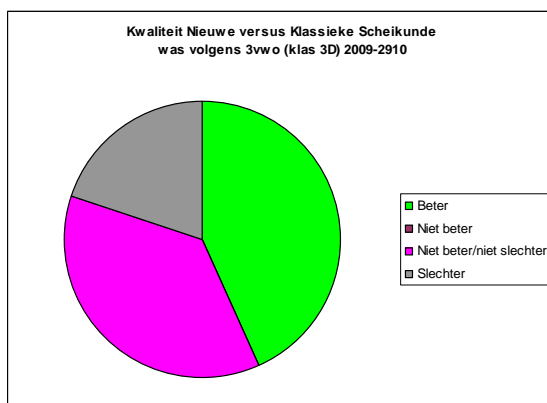
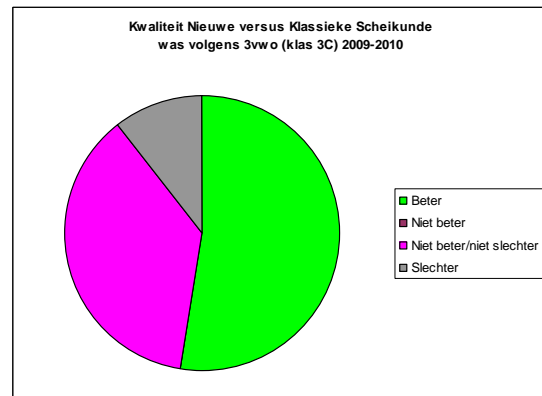
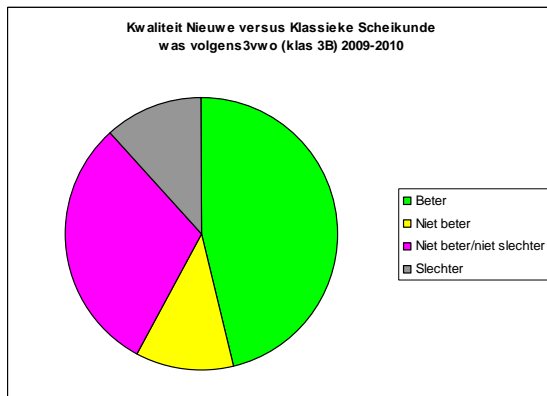
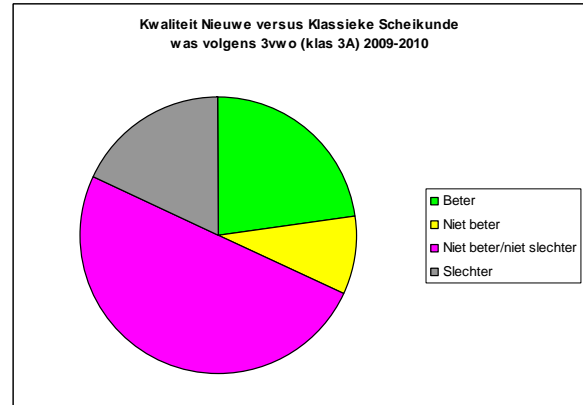
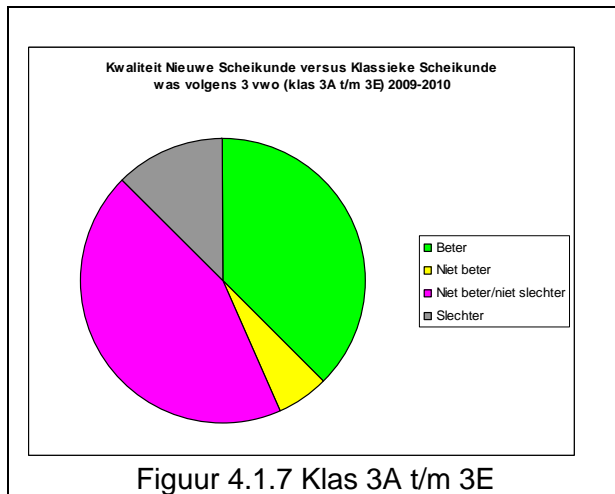


Figuur 4.1.6 Klas 3A t/m 3E is een gemiddelde van de mening van de leerlingen van klassen 3A t/m 3E over hun keuze om scheikunde te blijven volgen.

Tijdens de projectweek in de derde periode van dit schooljaar (2009/2010) heb je een inleiding tot de scheikunde in het vierde jaar gekregen. Op basis van deze informatie ben je van mening dat jouw keuze om scheikunde te blijven volgen:	%
geheel juist	27
juist	40
niet juist	24
geheel niet juist	9

De spreiding in dit beeld wordt weergegeven door de afzonderlijke vijf figuren 4.1.6 Klas 3A t/m 4.1.6 Klas 3E.

4.1.7 In de voorgaande drie perioden van dit schooljaar (2009/2010) heb je les gehad in de Klassieke Scheikunde. Nu in de vierde periode krijg je Nieuwe Scheikunde. Wat is jouw mening op het moment dat je daarmee begint. Na het lezen van de handleiding lijkt jou deze vorm van Nieuwe Scheikunde vergeleken met de Klassieke Scheikunde:



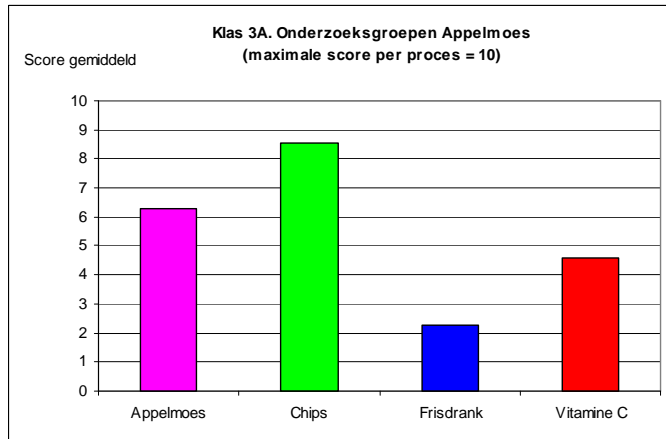
Figuur 4.1.7 Klas 3A t/m 3E is een gemiddelde van de mening van de leerlingen van klassen 3A t/m 3E over de kwaliteit van Nieuwe Scheikunde vergeleken met de Klassieke Scheikunde.

In de voorgaande drie perioden van dit schooljaar (2009/2010) heb je les gehad in de Klassieke Scheikunde. Nu in de vierde periode krijg je Nieuwe Scheikunde. Wat is jouw mening op het moment dat je daarmee begint. Na het lezen van de handleiding lijkt jou deze vorm van Nieuwe Scheikunde vergeleken met de Klassieke Scheikunde:	%
beter	38
niet beter	6
niet beter / niet slechter	43
slechter	13

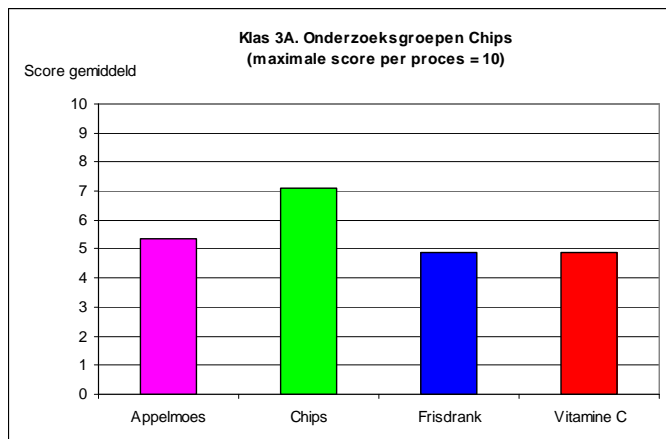
De spreiding in dit beeld wordt weergegeven door de afzonderlijke vijf figuren 4.1.7 Klas 3A t/m 4.1.7 Klas 3E.

4.2 Kennisoverdracht

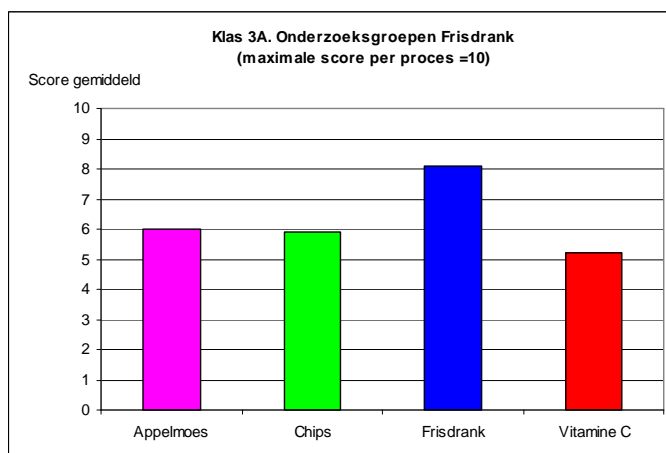
In de volgende figuren worden de gemiddelde scores voor de opgaven over de fabrieksprocessen van Appelmoes, Chips en Frisdrank, en de opgave over Vitamine C (ascorbinezuur) weergegeven. De gemiddelde scores zijn genormeerd om goed met elkaar te kunnen vergelijken. De maximale score per proces bedraagt 10.



Figuur 4.2 Klas 3A-Appelmoes/vitamine C



Figuur 4.2 Klas 3A-Chips/vitamine C

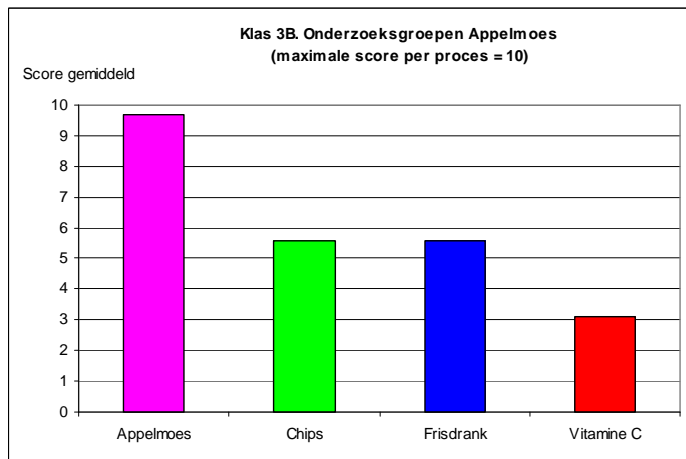


Figuur 4.2 Klas 3A-Frisdrank/vitamine C

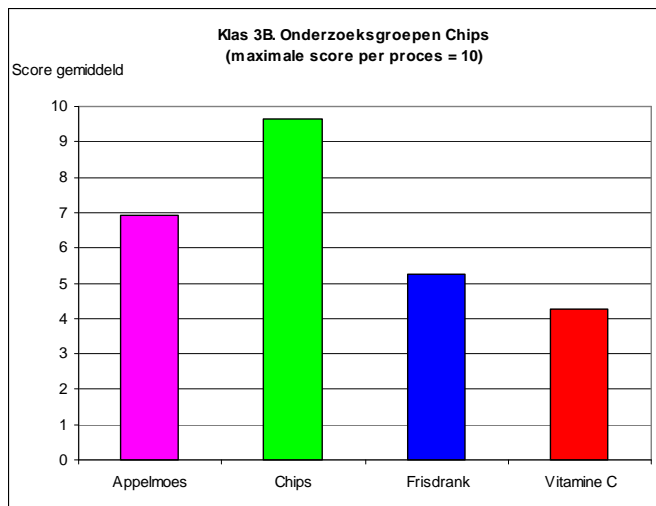
Figuur 4.2 Klas 3A-Appelmoes/vitamine C. Gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes voor de fabrieksprocessen Appelmoes, Chips en Frisdrank en de bepaling van vitamine C in klas 3A

Fabrieksproces	Gemiddelde score onderzoekgroep Appelmoes
Appelmoes	6,3
Chips	8,6
Frisdrank	2,3
Bepaling van vitamine C	4,6

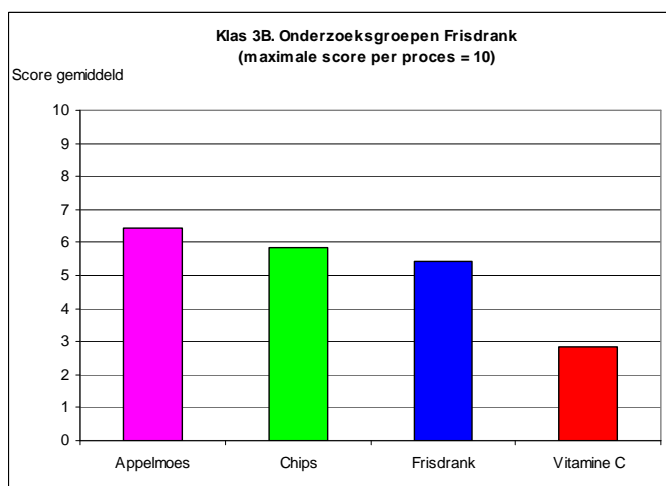
Deze gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes kunnen snel met die van onderzoeksgroepen Chips en Frisdrank worden vergeleken, door het bestuderen van figuur 4.2 Klas 3A-Chips/vitamine C resp. figuur 4.2 Klas 3A-Frisdrank/vitamine C.



Figuur 4.2 Klas 3B-Appelmoes/vitamine C



Figuur 4.2 Klas 3B-Chips/vitamine C

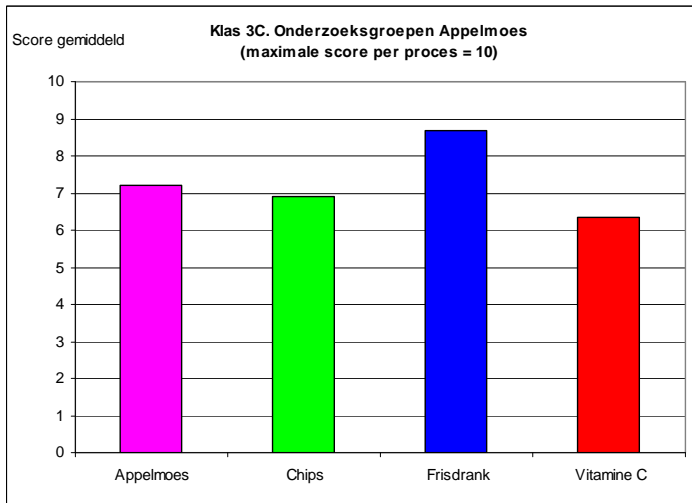


Figuur 4.2 Klas 3B-Frisdrank/vitamine C

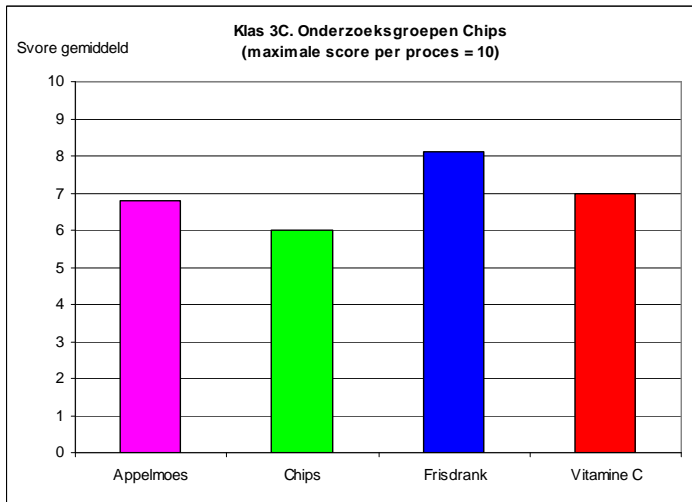
Figuur 4.2 Klas 3B-Appelmoes/vitamine C. Gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes voor de fabrieksprocessen Appelmoes, Chips en Frisdrank en de bepaling van vitamine C in klas 3B

Fabrieksproces	Gemiddelde score onderzoekgroep Appelmoes
Appelmoes	9,7
Chips	5,6
Frisdrank	5,6
Bepaling van vitamine C	3,1

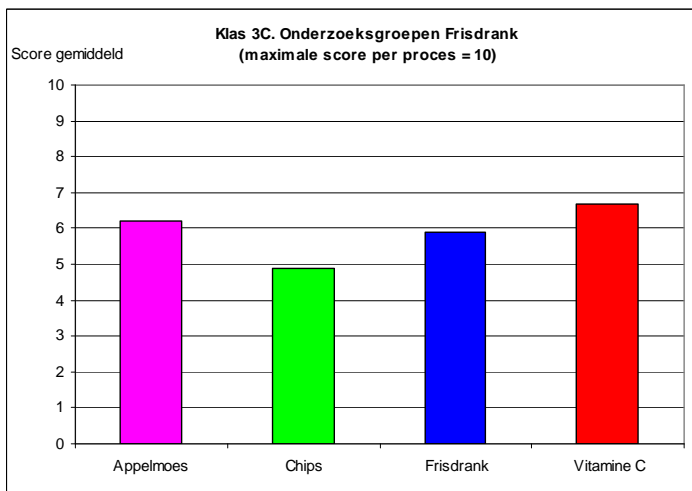
Deze gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes kunnen snel met die van onderzoeksgroepen Chips en Frisdrank worden vergeleken, door het bestuderen van figuur 4.2 Klas 3B-Chips/vitamine C resp. figuur 4.2 Klas 3B-Frisdrank/vitamine C.



Figuur 4.2 Klas 3C-Appelmoes/vitamine C



Figuur 4.2 Klas 3C-Chips/vitamine C

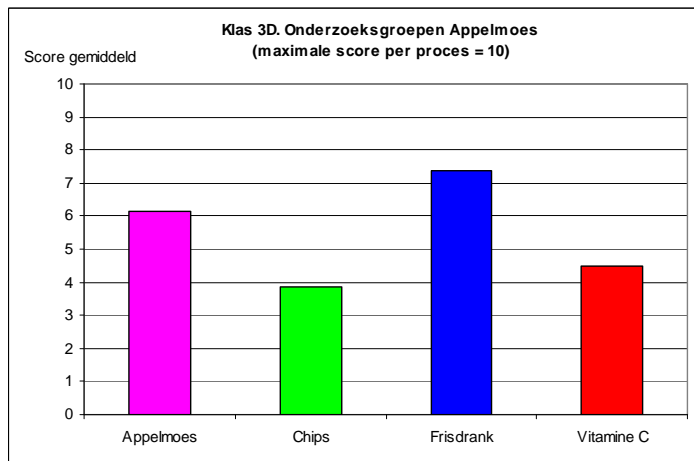


Figuur 4.2 Klas 3C-Frisdrank/vitamine C

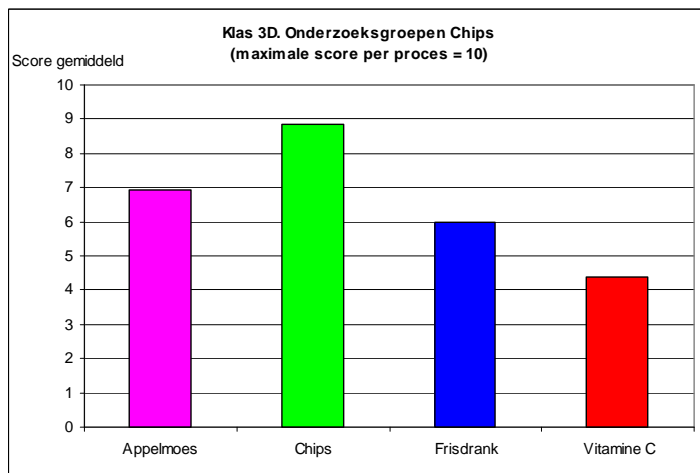
Figuur 4.2 Klas 3C-Appelmoes/vitamine C. Gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes voor de fabrieksprocessen Appelmoes, Chips en Frisdrank en de bepaling van vitamine C in klas 3C

Fabrieksproces	Gemiddelde score onderzoekgroep Appelmoes
Appelmoes	7,2
Chips	6,9
Frisdrank	8,7
Bepaling van vitamine C	6,3

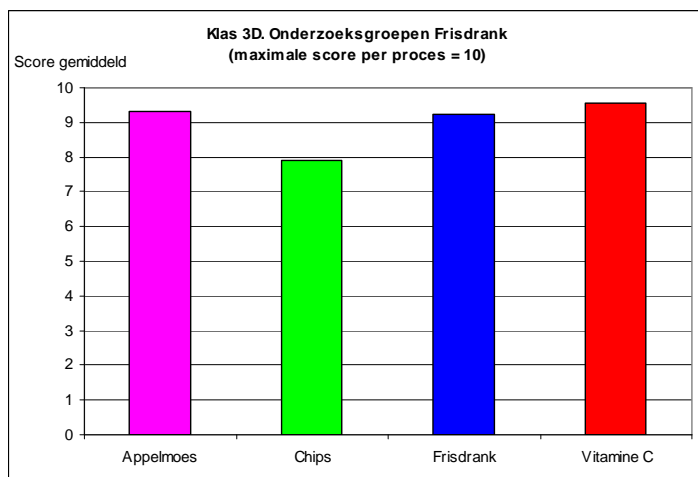
Deze gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes kunnen snel met die van onderzoeksgroepen Chips en Frisdrank worden vergeleken, door het bestuderen van figuur 4.2 Klas 3C-Chips/vitamine C resp. figuur 4.2 Klas 3C-Frisdrank/vitamine C.



Figuur 4.2 Klas 3D-Appelmoes/vitamine C



Figuur 4.2 Klas 3D-Chips/vitamine C

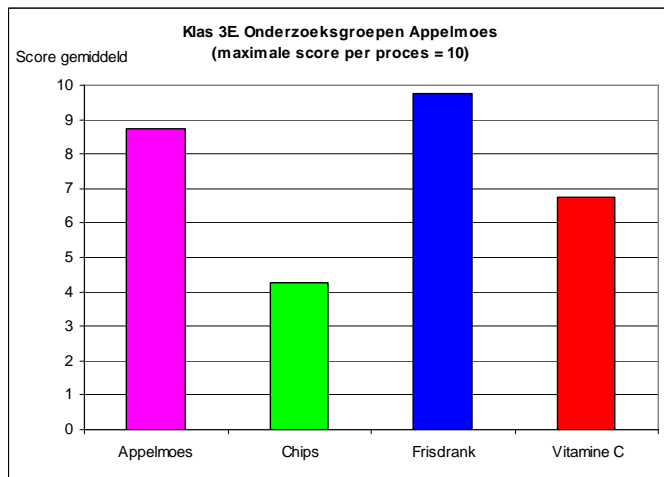


Figuur 4.2 Klas 3D-Frisdrank/vitamine C

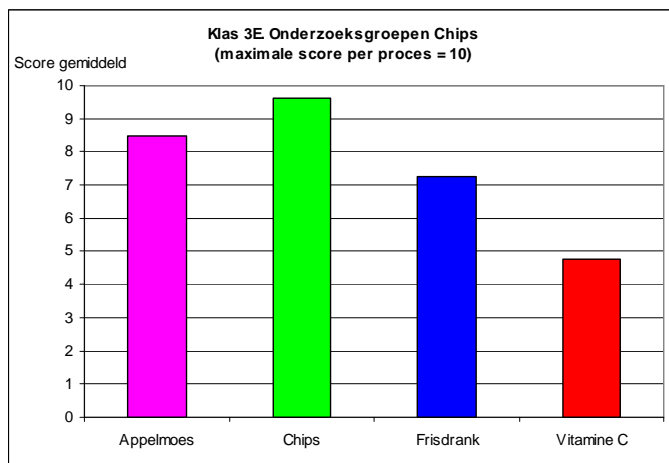
Figuur 4.2 Klas 3D-Appelmoes/vitamine C. Gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes voor de fabrieksprocessen Appelmoes, Chips en Frisdrank en de bepaling van vitamine C in klas 3D

Fabrieksproces	Gemiddelde score onderzoekgroep Appelmoes
Appelmoes	6,1
Chips	3,9
Frisdrank	7,4
Bepaling van vitamine C	4,5

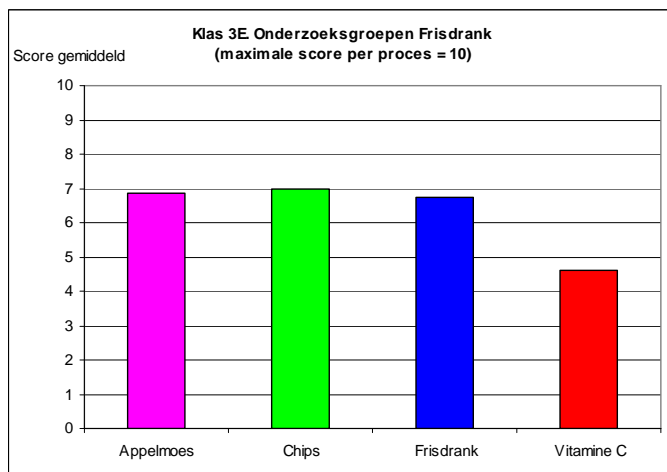
Deze gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes kunnen snel met die van onderzoeksgroepen Chips en Frisdrank worden vergeleken, door het bestuderen van figuur 4.2 Klas 3D-Chips/vitamine C resp. figuur 4.2 Klas 3D-Frisdrank/vitamine C.



Figuur 4.2 Klas 3E-Appelmoes/vitamine C



Figuur 4.2 Klas 3E-Chips/vitamine C



Figuur 4.2 Klas 3E-Frisdrank/vitamine C

Figuur 4.2 Klas 3E-Appelmoes/vitamine C. Gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes voor de fabrieksprocessen Appelmoes, Chips en Frisdrank en de bepaling van vitamine C in klas 3E

Fabrieksproces	Gemiddelde score onderzoekgroep Appelmoes
Appelmoes	8,8
Chips	4,3
Frisdrank	9,8
Bepaling van vitamine C	6,8

Deze gemiddelde scores van onderzoekgroepen Appelmoes kunnen snel met die van onderzoeksgroepen Chips en Frisdrank worden vergeleken, door het bestuderen van figuur 4.2 Klas 3E-Chips/vitamine C resp. figuur 4.2 Klas 3E-Frisdrank/vitamine C.

4.3 Leerrendement

In de onderstaande tabel 4.3 Klas 3A t/m 3E (gemiddelde scores) zijn m.b.t. de onderzoeksgroepen Appelmoes, Chips en Frisdrank de gemiddelde scores van de eindtoetsen T34A, T34C resp. T34F, en die van prétoets PT34 opgenomen.

Tabel 4.3 Klas 3A t/m 3E (gemiddelde scores)

Onderzoeksgroepen:	Gemiddelde score					
	Appelmoes		Chips		Frisdrank	
Klas	PT34	T34A	PT34	T34C	PT34	T34F
3A	3,5	5,2	4,3	5,8	5,1	6,3
3B	5,6	6,8	5,3	6,1	5,9	5,9
3C	5,8	7,7	4,2	6,0	5,1	6,1
3D	4,3	6,7	5,2	6,3	5,5	8,3
3E	5,5	7,7	4,9	6,7	5,0	5,8

Om te kunnen beoordelen of er een significant verschil is tussen de gemiddelde scores van de eindtoetsen T34A, T34C en T34F, en die van prétoets PT34, is de t-toets gebruikt.

In de onderstaande tabel 4.3 Klas 3A t/m 3E (t-toets) zijn m.b.t. de onderzoeksgroepen Appelmoes, Chips en Frisdrank de volgende zaken weergegeven:

- ◆ Het verschil tussen de tussen de gemiddelde scores van de eindtoetsen T34A, T34C en T34F, en die van prétoets PT34;
- ◆ De standaarddeviatie (SD) in het voornoemde verschil;
- ◆ Het aantal leerlingen (n), in de onderzoeksgroepen Appelmoes, Chips en Frisdrank, dat zowel de eindtoetsen als de prétoets heeft gemaakt;
- ◆ De t-waarde, berekend m.b.v. de voornoemde drie parameters[
- ◆ De p-waarde, berekend m.b.v. de t-waarde en het aantal vrijheidsgraden (n-1).

Tabel 4.3 Klas 3A t/m 3E (t-toets)

Onderzoeksgroepen Eindtoets - Pretoets	Appelmoes T34A - PT34					Chips T34C - PT34					Frisdrank T34F - PT34				
	gemiddelde	SD	n	t-waarde	p-waarde	gemiddelde	SD	n	t-waarde	p-waarde	gemiddelde	SD	n	t-waarde	p-waarde
3A	2,2	1,0	6	2,79	0,011	1,5	3,5	8	1,17	0,11	1,4	1,9	8	2,1	0,036
3B	1,2	1,0	9	3,82	0,0025	0,4	1,4	11	0,97	0,17	-0,1	1,0	5	-0,29	0,25
3C	0,9	1,1	5	1,94	0,084	1,9	1,3	8	3,81	0,0035	1,9	1,1	9	5,08	0,00075
3D	2,8	1,6	9	5,13	0,0005	1,0	1,3	13	2,81	0,0082	2,4	1,2	8	5,54	0,0005
3E	0,7	2,3	8	0,81	0,18	1,8	1,7	8	3,01	0,01	2,4	1,1	8	5,60	0,01

Als $p < 0,05$ is er een significant verschil tussen de gemiddelde scores van de eindtoetsen T34A, T34C en T34F, en die van prétoets PT34.

Tabel 4.3 Klas 3A t/m 3E (significant verschil?)

Onderzoeksgroepen Eindtoets - Pretoets	Appelmoes T34A - PT34		Chips T34C - PT34		Frisdrank T34F - PT34	
	p-waarde	significant verschil?	p-waarde	significant verschil?	p-waarde	significant verschil?
Klas						
3A	0,011	ja	0,11	nee	0,036	ja
3B	0,0025	ja	0,17	nee	0,25	nee
3C	0,084	nee	0,0035	ja	0,00075	ja
3D	0,0005	ja	0,0082	ja	0,0005	ja
3E	0,18	nee	0,01	ja	0,01	ja

5. Conclusies en discussie

In het schooljaar 2009/2010 is binnen vijf derde klassen van Gymnasium Coleanum Zwolle een onderzoek uitgevoerd waarbij een module Voedingsmiddelen is aangepast en uitgetest. Er is onderzoek verricht naar de beeldvorming van het schoolvak scheikunde. Daarnaast is onderzocht of toepassing van de voornoemde module, in het kader van Nieuwe scheikunde, tot een betere kennisoverdracht en een hoger leerrendement zal leiden in vergelijking tot de Klassieke scheikunde.

Beeldvorming (onderzoeksvraag 1)

Als wij het over scheikunde hebben denkt ongeveer de helft van de leerlingen aan mengen en roeren in vaten, en het optreden van chemische reacties. Circa 20 % denkt aan giftige en gevaarlijke stoffen, ca. 10 % aan kunststoffen in PC's, mobieltjes en auto's, en ca. 20 % aan materialen, processen, materiaalkunde, biologie, natuurkunde en wiskunde.

Leerlingen denken dat scheikunde met name belangrijk is voor producenten van geneesmiddelen, forensische onderzoekers en laboranten. Zij zijn zich er onvoldoende van bewust dat bijvoorbeeld milieuadviseurs ook kennis van scheikunde moeten hebben om milieu-problemen (veroorzaakt door giftige en gevaarlijke stoffen) te kunnen oplossen. Het zou daarom goed zijn dat leerlingen al in het 3^e leerjaar worden geïnformeerd over het belang van scheikunde voor een aantal beroepen. Dit kan bijvoorbeeld door toepassing van Qompas profielkeuze (www.qompas.nl) zoals dat binnen Lyceum De Grundel in Hengelo Ov. wordt gebruikt.

De meeste leerlingen denken terecht dat de schoolvakken natuurkunde, wiskunde en biologie nodig zijn als zij scheikunde studeren. Dit is goed omdat deze vakken nodig zijn om respectievelijk bijvoorbeeld fasen en faseovergangen te kunnen begrijpen, chemisch rekenen juist te kunnen uitvoeren en fotosynthese op chemische wijze te kunnen interpreteren.

Ruim de helft van de leerlingen is het eens met de stelling, dat het niet duidelijk is waarom het leren van heel veel chemische begrippen (concepten) nodig is.

Scheikunde is pas interessant als er veel experimenten worden uitgevoerd. Ongeveer 45 % van de leerlingen is het gedeeltelijk met deze stelling eens en ca. 30 % is het geheel daarmee eens.

Ongeveer 67 % van de (134) leerlingen is van mening dat hun keuze om in de vierde klas scheikunde te blijven volgen (geheel) juist is. Dit komt overeen ca. 90 met leerlingen. Navraag (medio oktober 2010) bij Jaap Andriessse leverde de volgende informatie op: in het schooljaar 2010/2011 volgden aanvankelijk 89 leerlingen scheikunde in de 4^e klas. Hiervan hebben 3 leerlingen eind periode 1 scheikunde laten vallen.

Circa 40 % van de leerlingen vindt dat deze vorm van Nieuwe scheikunde beter dan de Klassieke scheikunde. Nog eens ca. 40 % vindt het niet beter / niet slechter. Hierbij moet worden opgemerkt dat de leerlingen in het 2^e leerjaar erg beperkt kennis en ervaring hebben opgedaan met Nask (Natuur- en klassieke scheikunde).

Kennisoverdracht (onderzoeksvraag 2)

Onderzoeksvraag 2 bestaat in feite uit twee deelvragen:

2a) begrijpen leerlingen hun eigen onderzoeksonderwerp beter als zij het presenteren?

2b) leren de anderen ook iets van hun presentatie? Bijvoorbeeld: leren de onderzoeksgroepen Chips en Frisdrank iets over het fabrieksproces van Appelmoes als de onderzoeksgroepen Appelmoes daarover presenteren?

Tijdens de presentaties van de fabrieksprocessen Appelmoes, Chips en Frisdrank is het niet duidelijk of er kennisoverdracht heeft plaatsgevonden. Er zijn bijvoorbeeld onderzoeksgroepen Frisdrank in klas 3D, die voor alle drie fabrieksprocessen goed (8) tot zeer goed (9) scoorden. De opgave over vitamine C scoorden zij uitstekend (> 9). De onderzoeksgroepen Appelmoes in dezelfde klas scoorden voldoende (6) voor fabrieksproces Appelmoes, hun eigen onderzoeksonderwerp, en ruim voldoende (ca. 7) voor fabrieksproces Frisdrank. Maar voor fabrieksproces Chips en vitamine C waren de scores onvoldoende (4) resp. (4,5). Het lijkt er op dat zij, wat betreft de fabrieksprocessen, wel iets hebben geleerd van de onderzoeksgroepen Frisdrank, maar niet van de onderzoeksgroepen Chips.

Er kan niet in het algemeen worden gesteld, dat alle leerlingen hun eigen onderzoeksonderwerp beter begrijpen als zij het presenteren. Dit geldt alleen voor de onderzoeksgroepen Chips en Frisdrank in klas 3A, Appelmoes en Chips in klas 3B, Chips en Frisdrank in klas 3D, en Appelmoes, Chips en Frisdrank in klas 3E. Dit komt overeen met circa 2/3 van klassen A, B, D en F.

Er kan ook niet in het algemeen worden gesteld, dat alle leerlingen iets leren van de presentatie van anderen. Het lijkt er op dat de onderzoeksgroepen Chips en Frisdrank iets hebben geleerd van de presentaties van de onderzoeksgroepen Appelmoes in klas 3B. Dit geldt ook voor de onderzoeksgroepen Appelmoes en Chips, onderling, in klas 3C. Wat klas 3D betreft lijkt het dat onderzoeksgroepen Appelmoes en Chips iets hebben geleerd van onderzoeksgroepen Frisdrank. In klas 3E lijkt het dat onderzoeksgroepen Frisdrank iets hebben geleerd van onderzoeksgroepen Appelmoes en Chips. Dit komt overeen met circa 2/3 van klassen B en D, en circa 1/3 van klas E.

Bij bestudering van kennisoverdracht tijdens de presentaties van fabrieksprocessen is het mogelijk, dat leerlingen hun kennis hebben ontleend aan informatie vanuit het internet. Het is bijvoorbeeld mogelijk dat (enkele) leerlingen van de onderzoeksgroepen Appelmoes hun kennis over de fabrieksprocessen Chips en Frisdrank gedeeltelijk van de presentaties van de andere onderzoeksgroepen en van websites hebben opgedaan. Dit is wel goed, maar daarom wordt het lastig om vast te stellen van welke kennisbron(nen) leerlingen voornamelijk gebruik hebben gemaakt (van hun medeleerlingen of van het internet).

Wat betreft vitamine C hebben waarschijnlijk alleen de onderzoeksgroepen in klas C iets van elkaar geleerd. Het is niet duidelijk of dit significant is. Verder onderzoek is nodig.

Leerrendement (onderzoeksvraag 3)

De eindtoetsen (Nieuwe scheikunde, concepten periode 1 t/m 3) waren beter gemaakt dan de prétoetsen (Klassieke scheikunde, concepten periode 1 t/m 3). De gemiddelde scores voor de eindtoetsen lagen tussen 5,6 en 8,3. De gemiddelde scores voor de prétoetsen lagen tussen 3,5 en 5,9. Het lijkt er dus op dat er sprake was van een hoger leerrendement bij toepassing van Nieuwe scheikunde. Dit lijkt het hoogste bij klas 3D en het laagste bij klas 3B.

Na toepassing van de t-toets kan voorzichtig worden gesteld dat voor alle onderzoeksgroepen in klas 3D geldt, dat de gemiddelde scores voor de eindtoetsen hoger zijn dan de gemiddelde scores voor de prétoetsen. Voor klas 3B geldt dit alleen voor de onderzoeksgroepen Appelmoes.

Opgemerkt moet worden dat tijdens toepassing van de aangepaste module Voedingsmiddelen de onderzoeksgroepen Chips, in vergelijking tot de onderzoeksgroepen Appelmoes en Frisdrank, de meeste scheikundige concepten behandelt. Dit komt omdat bijvoorbeeld verbranding wel bij de onderzoeksgroep Chips aan bod kan komen, maar niet bij de onderzoeksgroepen Appelmoes en Frisdrank.

6. Aanbevelingen voor verder onderzoek

Het zou goed zijn als de module nogmaals wordt aangepast in die zin, dat de onderzoeksgroepen Appelmoes, Chips en Frisdrank even veel scheikundige concepten behandelen. Dit om er voor te zorgen dat alle leerlingen dezelfde basisvorming in de scheikunde krijgen.

In een vervolgonderzoek zou het goed zijn om de logboeken te evalueren om vast stellen in welke mate samenwerking heeft plaatsgevonden.

In dit onderzoek is alleen vooraf aan de leerlingen gevraagd wat zij van Nieuwe scheikunde vonden. In een vervolgonderzoek zou het goed zijn om na het toepassen van een module Nieuwe scheikunde de leerlingen te vragen of deze vorm van scheikunde interessanter is.

In een vervolgonderzoek is het verstandig om de presentaties te evalueren om te kijken of er een verband bestaat tussen de kwaliteit er van en de scores voor de eindtoetsen. De presentaties moeten dan wel op dezelfde wijze worden beoordeeld (bijvoorbeeld door dezelfde manier van beoordelen toe te passen).

Bij het maken van de prétoets moesten de leerlingen afgaan op hun (lange termijn) geheugen. Zij hebben namelijk niet speciaal voor geleerd, maar moesten zich herinneren wat zij in de voorgaande drie perioden hebben geleerd. Voor het maken van de eindtoetsen hoefden de leerlingen ook niet speciaal daar voor leren. Zij moesten zich herinneren wat zij van de voorgaande practica, ICT-onderzoeken en presentaties hebben opgestoken. De resultaten van de eindtoetsen en presentaties telden mee voor het eindrapport. Dit geldt niet voor de resultaten voor prétoets. De leermotivatie voor de eindtoetsen is dus anders dan die voor de prétoets. Het is interessant om vast te stellen hoeveel de leerlingen hebben onthouden van de practica, ICT-onderzoeken en presentaties.

Wat betreft vitamine C hebben waarschijnlijk alleen de onderzoeksgroepen in klas C iets van elkaar geleerd. Het is niet duidelijk of dit significant is. Verder onderzoek is nodig.

Als het mogelijk is zou het goed zijn om vast te stellen in welke mate leerlingen gebruik maken van verschillende kennisbronnen als zij les krijgen in Nieuwe scheikunde. Wat is effectiever: leren van elkaar, leren met behulp van het internet of allebei?

Het is interessant om vast te stellen hoeveel leerlingen (Nieuwe) scheikunde, na het vwo, blijven volgen om het effect van Nieuwe scheikunde te onderzoeken.

7. Literatuur

Driessen, H.P.W. & Meinema, H.A. (2003). Chemie tussen context en concept. Ontwerpen voor vernieuwing. Enschede: SLO

Apotheker, J. (2004a). ChiK in Groningen. NVOX, 29, 242-244.

Apotheker, J. (2004b). Viervlakkig chemieonderwijs in Groningen. NVOX, 29, 488-492.

van Aalsvoort, J. (2007). Welke context-concept benadering is het meest geschikt voor het ontwikkelen van scheikundeonderwijs? Tijdschrift voor Didactiek der β -wetenschappen 24 (1 & 2)

van Aalsvoort, J. (2000). Chemistry in Products. A cultural-historical Approach to initial Chemical Education. Proefschrift Universiteit Utrecht.

Westbroek, H. (2005). Characteristics of Meaningful Chemistry Education. Proefschrift Universiteit Utrecht. Utrecht, CD- β Press.

Hofstein, A. & Kesner, M. (2006). Industrial Chemistry and School Chemistry: Making chemistry studies more relevant. International Journal of Science Education, 28(9), 1017-1039.

Coenders, F. (2008). A case study of chemistry teachers' professional growth through the development and use of context based learning materials in the light of a curriculum change. Journal of Science Teacher Education, 1-24.

Steffensky, M. Parchmann, I. Schmidt, S. (2005). Alltags-vorstellungen und chemische Erklärungs-Konzepte. Chem. Unsere Zeit, (39) 274-278.

Gilbert, J.K. (2006). On the nature of 'context' in chemical education. International Journal of science education, 28 (9), 957-976.

Zak, K.M. & Munson, B.H. (2008). An Exploratory Study of Elementary Preservice Teachers' Understanding of Ecology Using Concepts Maps. The J. Environmental Education, 39 (3), 32-46.

Driessen, M. (2008). Werkversie handreiking schoolexamen Nieuwe Scheikunde havo/vwo, Voortgezet Onderwijs, SLO

CEVO (2008). Werkversie syllabus Nieuwe Scheikunde havo en vwo bij het examen-programma van Nieuwe scheikunde.

Coenders, F. (2009). Samenwerkend leren, UT-ELAN

Wikipedia, t-toets