

MASTER

Context-concept scheikunde onderwijs met behulp van concept maps

Mommers, P.P.W.; van der Meijs, Joost

Award date:
2017

[Link to publication](#)

Disclaimer

This document contains a student thesis (bachelor's or master's), as authored by a student at Eindhoven University of Technology. Student theses are made available in the TU/e repository upon obtaining the required degree. The grade received is not published on the document as presented in the repository. The required complexity or quality of research of student theses may vary by program, and the required minimum study period may vary in duration.

General rights

Copyright and moral rights for the publications made accessible in the public portal are retained by the authors and/or other copyright owners and it is a condition of accessing publications that users recognise and abide by the legal requirements associated with these rights.

- Users may download and print one copy of any publication from the public portal for the purpose of private study or research.
- You may not further distribute the material or use it for any profit-making activity or commercial gain

Take down policy

If you believe that this document breaches copyright please contact us providing details, and we will remove access to the work immediately and investigate your claim.

Context-concept scheikunde onderwijs met behulp van concept maps

Joost, J. van der Meijs, 0771478,

Scheikunde

Petri, P. Mommers, 0738243,

Scheikunde

Onderzoek van Onderwijs 10EC

Inhoudsopgave

Samenvatting.....	2
Inleiding	3
Theoretisch kader.....	5
Methode	11
Resultaten.....	17
Conclusie en discussie	38
Aanbevelingen	46
Reflectie leerproces.....	48
Literatuur.....	49
Bijlagen	51

Samenvatting

Het scheikundeonderwijs wordt de laatste jaren steeds meer in de richting van het context-concept denken gebracht. De redenering hierbij is dat leerlingen het vak beter begrijpen en makkelijker kunnen plaatsen binnen hun eigen leefwereld. In dit onderzoek wordt onderzocht in welke mate een context-gerichte uitleg met behulp van concept maps bij kan dragen aan het vermogen van leerlingen om zelf nieuwe verbanden te leggen tussen concepten en nieuwe toepassingen. Hiervoor heeft één klas een aantal weken les gekregen volgens een context-concept methode met concept maps, terwijl een andere klas van hetzelfde niveau als controleklas diende en dezelfde lesstof op de reguliere manier aangeboden kreeg. Tussen beide klassen bleek geen significant verschil te zijn ontstaan wat betreft het beheersen van de lesstof en de mogelijkheid om nieuwe verbanden te leggen met een nog onbekende toepassing.

Trefwoorden: concept maps, context-concept, onderlinge verbanden, onderwijs, scheikunde, toepassingsgerichte uitleg

Inleiding

Binnen het scheikunde onderwijs is de afgelopen jaren een omslag geweest, waarbij de stof aangeboden wordt binnen het zogenoemde context-concept onderwijs (SLO, 2016). Het doel hiervan is dat leerlingen het vak beter binnen hun leefwereld kunnen plaatsen en daardoor ook beter begrijpen. Hierbij krijgen de leerlingen de stof aangeboden via een context om de relevantie van de stof beter tot zijn recht te laten komen. De scheikundige concepten volgen vervolgens uit de context om deze te verklaren. Door middel van deze andere manier van het aanbieden van de stof, wordt er een poging gedaan de scheikunde partieel te deconceptualiseren. Het beoogde resultaat hiervan is dat de leerlingen meer het nut inzien van de scheikunde die zij leren. Wat ook met deze methode bereikt kan worden is het stimuleren van diepleeractiviteiten. Bij diepleeractiviteiten is één van de eigenschappen het toepassen van kennis, concepten, bij een nieuwe situatie, context. Hier zal dit onderzoek zich dan ook voornamelijk op focussen. Het is uiteindelijk de bedoeling dat leerlingen nieuwe contexten beter kunnen plaatsen binnen de conceptuele kennis die al bij hen aanwezig is.

In beide klassen worden contexten behandeld tijdens de uitleg, echter volgt de controleklas hierin de volgorde van het boek en wordt in de testklas de context meer benadrukt. Het boek begint elk hoofdstuk met een context, waarna vervolgens per paragraaf een aantal voorbeelden genoemd worden bij de behandelde concepten. De testklas start elke nieuwe paragraaf met een context, waarna binnen deze context de verschillende concepten en onderlinge verbanden zichtbaar worden gemaakt door middel van een concept map. Het doel hiervan is om de leerlingen eerst te prikkelen met een interessante context, zodat ze gemotiveerd zijn om te leren. Vervolgens proberen we het leggen van conceptuele verbanden door de leerlingen binnen deze contexten te bevorderen met behulp van de concept maps.

Het gebruik van concept maps binnen het voortgezet onderwijs is nog maar weinig voorkomend en het geeft een mooi kader om de concepten visueel te linken aan de contexten die behandeld worden. Tevens bieden concept maps een handige tool om ook concepten onderling te verbinden op een visuele manier. Hiermee zouden leerlingen beter verbanden kunnen leggen tussen concepten binnen een vakgebied of tussen vakgebieden (Novak, 2010). Door het maken van concept maps en verbinden van verschillende concepten trainen leerlingen een verscheidenheid aan vaardigheden (Thijs, Fisser, & Hoeven, 2014). Deze zogenoemde 21st-century skills, vormen volgens *Thijs, et. Al* de basis voor het curriculum van de toekomst. Dit onderzoek zal zich bezighouden met het gebruik van concept maps binnen scheikunde onderwijs met de vraag of het gebruik van concept maps daadwerkelijk de prestaties van leerlingen verbetert, of leerlingen beter in staat zijn om een verbinding te leggen tussen concepten en of nieuwe contexten geplaatst kunnen worden binnen het kader van bekende concepten.

Theoretisch kader

Context - concept onderwijs

Het belangrijkste begrip dat bij dit onderzoek aan bod komt is de wisselwerking tussen context en concept. De context is in dit geval een voorbeeld uit de leefwereld van de leerlingen of een voorbeeld uit de beroepspraktijk, dat wordt gekoppeld aan een concept of concepten: één of meerdere onderwerpen binnen de scheikunde.

Gilbert (Gilbert, 2006) beschrijft een aantal problemen die wereldwijd voorkomen in het scheikunde onderwijs, waaronder onder andere:

- Leerlingen begrijpen niet welke concepten onderlinge verbanden hebben, omdat de theorie wordt overgebracht in losse feiten, zonder deze concepten aan een context te koppelen.
- Leerlingen zijn wel in staat om problemen op te lossen die ze in de les behandeld hebben, maar kunnen vervolgens deze concepten niet in een andere context gebruiken.
- Leerlingen zien het belang van de stof niet in en vinden het daarom minder interessant om ervoor te leren.

Deze bron van deze problemen ligt in alle drie de gevallen bij het gebrek aan een koppeling tussen context en concept. Het schetsen van een context, waarna aan de hand daarvan verschillende concepten uitgelegd worden, zou een oplossing kunnen vormen voor deze problemen. Het kunnen toepassen van de geleerde concepten in een nieuwe context wordt transfer genoemd. Transfer kan worden ingedeeld in drie verschillende soorten: nabije transfer, verdere transfer en verre transfer (Gilbert, Bulte, Pilot, 2011). Wanneer de nieuwe context of situatie niet veel afwijkt van de context waarin het concept geleerd is, spreekt men van nabije transfer. Bij een context die veel afwijkt van de oorspronkelijke context, zal er meer van de leerling gevraagd worden, wanneer hij het geleerde concept in deze nieuwe context moet

toepassen. Hierbij is er sprake van verre transfer. Vanzelfsprekend ligt verdere transfer tussen deze twee soorten in, waarbij zowel overeenkomsten als verschillen tussen beide situaties of contexten te vinden zijn.

In het rapport “Chemie tussen context en concept” (Driessen & Meinema, 2003) wordt ook het belang van deze koppeling tussen context en concept beschreven. Hierin wordt het onderwijs verdeeld in vier schillen, waarbij het centrale concept zich in de kern bevindt. In de tweede schil wordt het verband gelegd met een macroscopische eigenschap. De derde schil bevat contexten over producten en toepassingen die samenhangen met de kennis over het centrale concept, bijvoorbeeld een onderzoek binnen een R&D afdeling van een bedrijf. In de buitenste schil worden de contexten uit de maatschappij beschreven.

In een onderzoek van *King, et. Al* (King, Bellocchi, & Ritchie, 2008) wordt onderwijs gebaseerd op concept en context met elkaar vergeleken. Ook hierin wordt de relatie van concepten met contexten uit de leefwereld besproken. De leerling die hiervoor geïnterviewd werd, gaf aan dat ze met de op context gebaseerde uitleg veel duidelijker zag wat de relevantie van het scheikundige proces was. Hierdoor was ze ook meer geïnteresseerd in het onderwerp, omdat ze zelf koppelingen met haar eigen leefwereld kon maken.

Er zijn verschillende wisselwerkingen tussen concept en context mogelijk, die kunnen worden beschreven aan de hand van een concept-contextvenster (Bruning & Michels, 2013). Dit venster bestaat uit vier vakken, waarbij in het ene uiterste de context puur als illustratief voorbeeld wordt gebruikt. Het andere uiterste is dat een context wordt gekozen en aan de hand daarvan wordt besloten welke concepten er behandeld gaan worden. *Gilbert et Al.* (Gilbert, Bulte, Pilot, 2011) beschrijft een aantal criteria voor context-gebaseerd onderwijs. Hieruit blijkt

onder andere dat de interesse moet worden gewekt bij leerlingen, door de uitleg te baseren op een bepaalde situatie waar de leerlingen deelgenoot van worden gemaakt. Deze situatie moet bij leerlingen bekend zijn, zodat zij hier zelf al bepaalde voorkennis aan koppelen. De docent kan hier dan op verder bouwen. Ook het gebruik van vaktermen moet worden gestimuleerd, zodat leerlingen gaan inzien dat zij verschillende concepten beter zullen begrijpen als de “taal van het vak” spreken. Om aan deze criteria te voldoen bij het ontwerpen van onderwijs is het van belang dat er wordt gestart vanuit een context en dat deze niet alleen ter illustratie dient. Bij het ontwerpen van onderwijs zal hier rekening mee moeten worden gehouden, aangezien niet alle vakken in het context-concept venster voldoen aan de criteria.

Concept maps

Om de relatie tussen context en concept letterlijk zichtbaar te maken kunnen concept maps worden gebruikt (Marée, 2013). Concept maps bevorderen betekenisvol, oftewel diep leren en het gebruik van Enriched Skeleton mapping, waarbij men niet vanuit niets start, maar vanuit een vooraf opgesteld “skelet”, bevordert de bekliving van de conceptuele kennis (Overbeek, 2014). In tegenstelling tot oppervlakkig leren, waarbij de leerlingen leren vanuit extrinsieke motivatie, volgt diep leren uit intrinsieke motivatie (Chin, Brown, 2000). Onder oppervlakkig leren valt het reproduceren van kennis en het memoriseren van lesstof. Echt inzicht in de stof kan echter pas bereikt worden wanneer er diepleeractiviteiten hebben plaatsgevonden. Leerlingen zijn dan in staat om nieuwe kennis aan hun voorkennis te koppelen, verbanden tussen concepten te zien en deze concepten ook in hun eigen belevingswereld te plaatsen. Het gebruik van concept maps helpt hierbij om specifieke kennisdomeinen beter te begrijpen (Novak, 2002). Ze kunnen daarom als instrument worden ingezet om klassikaal, individueel of groepsgewijs conceptuele stof te behandelen. Leerlingen verbinden de concepten onderling en vormen daarmee een basis voor het verbreden of verdiepen van hun kennis. Concept maps zijn

dus een goede manier om de transfer tussen context en concept, zoals eerder beschreven in dit hoofdstuk, te bevorderen. Naast het aanbieden van lesstof, kunnen concept maps ook gebruikt worden bij het studeren voor een toets. Leerlingen zouden hierbij meer motivatie en concentratie tonen dan leerlingen die uit een boek leren (O'Donnell A., Dansereau D., Hall R., 2002). Daarnaast kunnen concept maps misconcepten bij leerlingen gemakkelijker zichtbaar maken. Deze misconcepten kunnen het koppelen van nieuwe kennis in de weg staan, dus het is belangrijk dat ze tijdig worden ontdekt (Novak, 2010).

Naast bovengenoemde toepassingen kunnen concept maps ook als toetsingsmiddel worden gebruikt. Er is echter een grote verscheidenheid aan criteria waarop de concept map beoordeeld kan worden (Strautmane, 2012). Voor dit onderzoek zal het criterium “ Similarity to experts’ concept map” worden gebruikt. Hierbij wordt de kwaliteit van de concept maps van de leerlingen vergeleken met een vooraf opgestelde concept map door een expert, in dit geval de docent. Er is hierbij een duidelijk verschil tussen een open concept map en Enriched Skeleton mapping. In het eerste geval zullen de antwoorden van de leerlingen meer verschillen van de expert map, dan bij de laatstgenoemde methode. Bij de toetsing kan gevraagd worden om concepten in het skelet in te vullen, of juist om onderlinge verbanden tussen de gegeven concepten aan te geven (Marée, 2013).

Voor het ontworpen materiaal is gekozen voor de ontwerpprincipes beschreven door het SLO (SLO, n.d.). Hierbij is de onderzoeksvraag van dit onderzoek gekozen als rode draad door het ontwerp. De ontwerpcriteria zijn als volgt gekozen: het ontwikkeld materiaal moet bijdragen aan het verbinden van verschillende concepten en contexten, of een kruising tussen de twee, bij leerlingen die scheikunde volgen in 4-havo. Het opstellen van de criteria valt binnen het verkennend kader van het ontwerpproces (SLO, 2017). Daarna is besloten om de concept maps

te maken en te onderzoeken hoe de verschillende concepten bijeen komen binnen het kader van de concept maps. Dit past binnen de fasen van ontwerpschetsen en realiseren. Ook het maken van de korte formatieve toetsen valt hieronder. Het geproduceerd materiaal is besproken met een docent van de school waar het onderzoek is uitgevoerd. De testfase van het ontwerp is het geven van het geproduceerd les materiaal aan de leerlingen, kortom het draaien van een lessenreeks.

Onderzoeksvragen

Hoofdvraag

In hoeverre draagt een uitleg door middel van concept maps in het scheikunde onderwijs bij aan het vermogen van leerlingen om zelf conceptuele verbanden te leggen binnen een nieuwe context?

Deelvragen

1. Hoe kunnen concept maps gebruikt worden om conceptuele verbanden tussen en binnen contexten uit te leggen?
2. Wat is de beginsituatie van de leerlingen wat betreft het vermogen om deze nieuwe verbanden te leggen?
3. Wat is de bijdrage van het gebruik van concept maps aan het vermogen om nieuwe contexten te plaatsen binnen een bestaande set aan concepten?
4. Wat is het verschil tussen toetsing die op korte termijn, plusminus 1 week, wordt afgenomen en toetsing die na lange termijn, plusminus 1 maand, wordt afgenomen?

Hypothesen en verwachtingen

Onze verwachting is dat leerlingen de les(sen) interessanter vinden door de focus op de context in plaats van de concepten. Hierdoor zou de motivatie voor het vak scheikunde omhoog gaan. Daarnaast verwachten we dat de leerlingen die met de concept maps les krijgen beter zijn in het leggen van verbanden binnen de stof. Een andere verwachting die bij ons ontstaan is, is dat de stof door het gebruik van concept maps beter beklijft bij leerlingen. We willen wel een kanttekening plaatsen bij deze hypothesen. Het geven van een “leuke” les blijft subjectief. Tevens moet ook worden vermeld dat er veel verschillende invloeden zijn die bijdragen aan een succesvolle lesreeks. Deze invloeden echter liggen buiten het bereik van dit onderzoek.

Methode

Participanten

Voor de uitvoering van dit onderzoek is gebruik gemaakt van twee klassen 4-havo. Eén van de klassen fungeert binnen het kader van dit onderzoek als controlegroep, waar in het vervolg naar gerefereerd zal worden als controleklas. Hier vallen 19 leerlingen onder die het onderzoek in zijn geheel doorlopen hebben. De testklas is de klas waarbij het scheikunde onderwijs is aangeboden vanuit de context via concept maps. Hierbij waren 23 deelnemende respondenten. Leerlingen die maar voor een deel aan het onderzoek hebben meegedaan, dat wil zeggen degenen die niet aan alle toetsmomenten deel hebben genomen wegens ziekte of andere omstandigheden, zijn uitgesloten van de resultaten en niet meegenomen in de verwerking. De geslachten van de participanten zijn zowel man als vrouw, al wordt in het kader van dit onderzoek daar geen rekening mee gehouden.

Procedure

De controlegroep heeft scheikunde onderwijs genoten zoals dat nu gebruikelijk is op een reguliere school: aan de hand van de lesmethode. De testgroep kreeg het scheikunde onderwijs volgens de volgorde in de methode, om deze tussen de twee groepen constant te houden. Deze laatstgenoemde groep kreeg echter de stof aangeboden door middel van concept maps. In deze concept maps staat de context centraal en worden de verschillende concepten eraan gekoppeld. Ook worden de concepten onderling verbonden. Het gebruik en ontwerpen van deze concept maps wordt uitgebreid besproken in de resultaten (deelvraag 1) en in de volgende paragraaf. De start van de uitvoerende fase van dit onderzoek viel gelijk met de start van een nieuw hoofdstuk. De leerlingen hebben ruim twee weken les gehad met behulp van concept maps. Vanwege de beperkte tijdsplanning en ook roostertechnisch gezien was het niet mogelijk om deze periode langer te maken.

Beide klassen hebben aan de start van het onderzoek een voorkennistoets gehad, in het vervolg de Ometing genoemd. Deze Ometing diende ervoor om voor elke leerling individueel het beginniveau vast te stellen, zodat per leerling de groei gemonitord kon worden tijdens het onderzoek. Vervolgens hebben zij op twee momenten een formatieve toets gehad. Hiervoor is hen verteld dat hier niet voor geleerd hoefde te worden en dat de toetsen niet meetelden voor hun eindcijfer. De opzet van de toetsen was namelijk het testen van het actuele kennis niveau van de leerlingen. De eerste toets, ofwel de toets op korte termijn, werd gemaakt toen de leerlingen bijna twee weken les hadden gehad volgens een context-concept methode. De toets op lange termijn werd hieraan aansluitend afgenomen na een periode van 3 weken waarin de leerlingen niet met de stof bezig waren geweest, vanwege meivakantie en een activiteitenweek.

Instrumenten

Voor de testgroep zijn een aantal concept maps ontwikkeld als lesmateriaal door P. Mommers. Het vertalen van uitleg naar een concept map is als deelvraag in dit onderzoek opgenomen, vandaar dat de manier waarop de concept maps ontworpen zijn bij de resultaten besproken zal worden. De focus van dit onderzoek ligt op het kunnen leggen van onderlinge verbanden, niet op het maken van een concept map. Daarom is besloten om dit instrument in te zetten als hulpmiddel tijdens de klassikale les. Leerlingen werken dus niet zelfstandig aan een eigen concept map. Wel worden ze actief bij de uitleg betrokken, door tijdens de les als het ware samen de concept map in te vullen. Fig. 1 geeft de concept map die tijdens de eerste les van het hoofdstuk gebruikt is. De overige concept maps zijn te vinden in bijlage A. Deze concept maps worden in zijn geheel, dus inclusief uitleg bij concepten, op het bord geschreven. Leerlingen kunnen deze dan overnemen in hun aantekeningen. De les start met een korte uitleg over een context. Vervolgens wordt er een concept aan deze context gekoppeld. De leerlingen zoeken in het boek of op hun telefoon de betekenis van het concept op en deze betekenissen

worden klassikaal besproken. Vervolgens wordt gekozen voor een duidelijke betekenis, die op het bord genoteerd wordt. Het kan dus zijn dat deze betekenis enigszins afwijkt van datgene wat in de voorbereide concept maps staat.

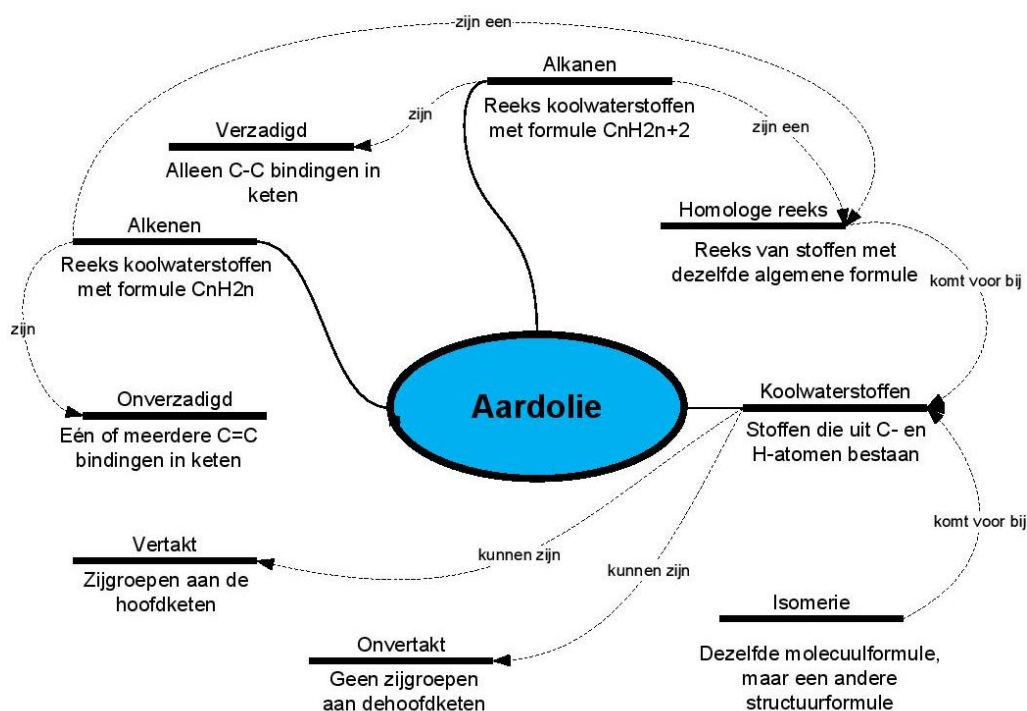


Fig. 1 Concept map van §7.2 Alkanen en alkenen

Voor beide groepen zijn een voorkennistoets en twee formatieve toetsen ontwikkeld, door beide onderzoekers. De voorkennistoets dient als 0meting en de formatieve toetsen, zie bijlage B, hebben als doel om het actuele kennis niveau van de leerlingen te meten, op zowel korte als lange termijn. Om nieuwe verbanden te kunnen leggen, moet een leerling ten eerste de benodigde concepten hiervoor goed beheersen. Daarom bestaan de toetsen uit een inhoudelijk deel met vragen en vervolgens een vraag waarbij het leggen van nieuwe verbanden getest wordt. De toetsen en concept maps zijn tevens doorgesproken met een eerstegraads scheikunde docent, de SPD van P. Mommers.

Het vermogen om nieuwe verbanden te leggen wordt getest door het maken van een concept map. Het beoordelen van de verbanden in deze concept maps kan soms lastig zijn. Er is niet maar één juist antwoord en daarnaast kan een verband zowel erg uitgebreid als kortaf beschreven worden. Daarom wordt aan de leerlingen gevraagd om dit verband beknopt in een paar woorden te omschrijven. De gevraagde verbanden kunnen immers gemakkelijk duidelijk worden gemaakt en behoeven ook geen uitgebreide formulering. Denk hierbij aan “is altijd”, “vormen samen”, enz. Wanneer een leerling de concepten goed begrijpt heeft hij hier genoeg aan. Is er een veel uitgebreidere uitleg nodig om dit verband uit te leggen, dan beheerst deze leerling dit concept waarschijnlijk nog niet helemaal en draait hij om de essentie van het verband heen.

Omdat de controleklas niet met concept maps heeft gewerkt, kon hier op de korte termijn toets niet naar gevraagd worden. Toch moest ook in deze klas het leggen van verbanden getest worden, zodat de vaardigheden van deze leerlingen vergeleken kon worden met de testklas. Er is geprobeerd om deze opdracht voor beide klassen zoveel mogelijk gelijk aan elkaar te houden. Zo kregen ze allebei het lijstje met dezelfde concepten en dezelfde structuurformule en vraagstelling. Beide klassen moesten dus dezelfde concepten verwerken, echter deed de testklas dit in een concept map en de controleklas in verhaalvorm. De leerlingen konden hiervoor kiezen uit een lijst van 14 concepten. De helft van deze concepten waren van toepassing op de structuurformule in de opdracht. De andere 7 concepten waren niet van toepassing en werden daarom fout gerekend wanneer deze werden ingevuld. Concepten die als half goed zouden kunnen worden aangemerkt zijn eigenlijk fout en geven een misconception bij de leerlingen aan. Deze antwoorden werden dus niet goed gerekend. Omdat het antwoord dus óf goed óf fout is, kunnen beide klassen op dezelfde manier worden beoordeeld. Er werd vervolgens gevraagd om ten minste twee van deze concepten aan elkaar te verbinden met een

verband. Wanneer een leerling een fout concept had ingevuld, was het echter wel mogelijk om een goed verband met dit concept te leggen, zolang het scheikundig gezien klopt. Een voorbeeld hiervan is te vinden in de resultaten. Dit geldt voor zowel de verhaalvorm als de concept maps, dus geen van beide klassen heeft hierin een voordeel. In het antwoordenmodel in bijlage B is een voorbeeld van een verband te vinden, echter was het voor de leerlingen ook mogelijk om andere, scheikundig correcte, verbanden te maken. Op de lange termijn toets is voor beide klassen een concept map opdracht toegevoegd. De reden hiervoor volgde uit de resultaten van de korte termijn toets en wordt daarom ook bij de resultaten besproken. Bij deze toets was er sprake van open en keuze concepten. De keuze concepten waren vanzelfsprekend goed of fout. Voor de open concepten werd een concept goed geteld, wanneer het op de juiste plek was ingevuld. Een concept dat op verkeerde plek stond of niets te maken had met het concept dat er aan gelinkt was, werd fout geteld. Soms heeft een leerling een concept op de verkeerde plek ingevuld, maar vervolgens een verband toegevoegd wat verklaarde waarom dit concept op deze plek stond. In dit soort gevallen is het concept goed geteld.

Voor de testklas is er een vragenlijst ontworpen over het scheikunde onderwijs dat zij gekregen hebben. Deze vragenlijst is ontworpen door beide onderzoekers van dit onderzoek. De vragenlijst heeft als doel om erachter te komen hoe de leerlingen het scheikunde onderwijs tijdens de afgelopen weken ervaren hebben. Ook kunnen leerlingen hier hun voorkeur uitspreken voor de manier van lesgeven.

Analyse

De verzamelde data is afkomstig van de resultaten van de formatieve toetsmomenten. De data is verzameld per leerling per toets moment. Hierbij is gekeken naar de totaal score die de leerling heeft behaald en het verschil en de groei voor iedere individuele leerling tussen de

resultaten die zij behaald hebben op de toetsen. Bij deze analyse is er ook onderscheid gemaakt tussen de score op inhoudelijke vragen en het vermogen om nieuwe verbanden te leggen in een (soms vooraf gedeeltelijk ingevulde) concept map.

De vragenlijst is om te achterhalen hoe de leerlingen uit de testklas het scheikunde onderwijs ervaren hebben. Om de enquête anoniem te houden, kan hierbij niet gekeken worden op individueel niveau, maar alleen naar de uitkomst van de hele klas. Omdat deze vragenlijst puur ter informatie achteraf bedoeld is en niet om bijvoorbeeld een bepaalde motivatie bij leerlingen te ontdekken, zijn hier geen statistische analyses op uitgevoerd om de vragen zo betrouwbaar mogelijk te maken.

Resultaten

De resultaten zullen hieronder per onderzoeksvraag gepresenteerd worden. In de grafieken wordt met [C] en [T] naar de controle-, respectievelijk de testklas verwezen. Vervolgens wordt er besproken hoe deze manier van lesgeven ontvangen is in de testklas en worden de resultaten van de enquête getoond.

Hoe kunnen concept maps gebruikt worden om conceptuele verbanden tussen en binnen contexten uit te leggen?

Omdat we het onderzoek hebben uitgevoerd in twee parallelklassen, die uiteindelijk op de eindtoets hetzelfde resultaat zouden moeten kunnen behalen, voelden wij ons genoodzaakt om in de testklas dezelfde opbouw van leerstof aan te houden als in de controleklas. Er is daarom per paragraaf een concept map gemaakt, waarin de bijbehorende concepten opgenomen zijn. Omdat er in de methode al een aantal geschikte contexten genoemd worden, konden deze als startpunt voor de concept map dienen. Het opzetten van de concept map is, evenals bij het uitleggen daarvan, begonnen vanuit de context. In sommige gevallen werd er nog naar meer aansprekende contexten gezocht dan diegenen die in het boek gegeven werden. Daarna zijn de concepten die in de paragraaf behandeld worden aan de context gekoppeld en eventuele verbanden tussen deze concepten zijn aangegeven. In sommige gevallen zijn er meerdere contexten in de concept map geplaatst. De ontwikkelde concept maps zijn te vinden in Fig. 1 en Bijlage A. Hoe deze concept maps in de les gebruikt zijn is beschreven in het hoofdstuk Methode: Instrumenten.

Wat is de beginsituatie van de leerlingen wat betreft het vermogen om nieuwe verbanden te leggen?

Om nieuwe verbanden te kunnen leggen met bepaalde concepten is het noodzakelijk dat leerlingen eerst weten wat deze concepten inhouden. Er is daarom een voorkennistoets gemaakt, waarbij de kennis over belangrijke concepten is getest. Op die manier werd voor zowel alle leerlingen als de beide klassen het individuele en gemiddelde startniveau vastgelegd. De meeste vragen waren gericht op de kennis over de concepten, omdat dit als de basis voor het leggen van nieuwe verbanden werd beschouwd. Er werd ook een inzicht vraag gesteld, die de leerlingen zouden kunnen beantwoorden met de stof die ze tot nu toe in de lessen behandeld hebben.

De uitslag van de voorkennistoets is weergegeven in Tabel 1. De namen van alle deelnemende leerlingen zijn om privacyredenen vervangen door nummers. Voor deze toets waren in totaal 13 punten te halen en de scores werden berekend in procenten. Leerling 11, 23, 38, 39 en 41 scoren significant hoger dan hun klasgenoten. Opvallend is dat deze leerlingen ofwel doubleurs zijn, of zijn afgestroomd van 3-vwo of 4-vwo. Leerling 39 behoort niet tot deze categorie, maar toont bij overige toetsen gedurende het hele jaar al veel inzicht. Van de groep goed scorende leerlingen heeft deze leerling wel de laagste score behaald. Een aantal van deze leerlingen heeft ook de inzicht vraag goed beantwoord.

Tabel 1 Score per leerling en per klas bij de voorkennistoets

Controleklas		Testklas	
#leerling	Score (%)	#leerling	Score (%)
1	7.7	20	0.0
2	7.7	21	15.4
3	7.7	22	7.7
4	7.7	23	53.8
5	0.0	24	0.0
6	0.0	25	0.0
7	15.4	26	15.4
8	23.1	27	0.0
9	7.7	28	0.0
10	7.7	29	0.0
11	46.2	30	0.0
12	15.4	31	0.0
13	7.7	32	7.7
14	15.4	33	0.0
15	7.7	34	15.4
16	7.7	35	7.7
17	7.7	36	7.7
18	15.4	37	0.0
19	15.4	38	53.8
		39	30.8
		40	15.4
		41	38.5
		42	0.0
Gemiddeld	11.7 ± 10.1	Gemiddeld	11.7 ± 16.9

Per klas is in Tabel 1 ook de gemiddelde score aangegeven. Deze score zal bij de volgende deelvragen gebruikt worden om de klassen met elkaar te vergelijken. Voor de voorkennistoets zijn de gemiddelde scores van beide klassen gelijk (11,7%), echter zijn de afwijkingen zo hoog dat hier niet teveel waarde aan kan worden gehecht. Over het algemeen toonde de testklas ook minder motivatie om de voorkennistoets goed te maken dan de controleklas. Dit is terug te zien in het feit dat maar liefst 11 van de 23 leerlingen uit de testklas een score van 0.0% gehaald heeft, terwijl dit in de controleklas maar voor 2 van de 19 leerlingen geldt. Dit gebrek aan motivatie zal ook van invloed zijn op het startniveau en de daaraan gekoppelde vooruitgang per klas.

In de derde klas hebben deze leerlingen op havo-niveau al een beknopt aanbod van deze stof gehad. De reproductievragen uit de voorkennistoets waarbij de conceptuele kennis, zoals bijvoorbeeld de definitie van een koolwaterstof en de algemene formule van een alkeen en alkaan, wordt getoetst, zijn in dit hoofdstuk al aan bod gekomen. Dit zou daarom door de docenten als bekend mogen worden verondersteld. Met alleen de kennis van de stof die behandeld is tijdens dit hoofdstuk in leerjaar 3 zou het mogelijk moeten zijn om een score van 38,5 % te behalen. Door ook de inzicht en toepassingsvragen goed te beantwoorden kan deze score hoger worden.

De scores op de voorkennistoets zijn echter, een aantal uitzonderingen daargelaten, erg laag, waarbij de meeste leerlingen beneden de verwachte 38,5 % hebben gescoord. Toch zijn wij er niet van overtuigd dat deze toets te moeilijk was voor de leerlingen. De vraagstelling was eenduidig, waardoor ze niet vast konden lopen op welk antwoord er werd verwacht. Wel wordt hiermee bevestigd dat er een bepaalde basis aan kennis nodig is, waarmee toepassings- en inzichtvragen kunnen worden beantwoordt. Zo kregen de leerlingen bijvoorbeeld de vraag om de structuur van cyclobutaan te tekenen. Cycloalkanen zijn niet aan bod gekomen in leerjaar 3. Wel hebben ze de structuren van simpele alkanen geleerd, van methaan tot en met hexaan. Ze hebben dus ook geleerd dat butaan bestaat uit 4 koolstofatomen. Wanneer ze alleen een keten van 4 van deze atomen hadden getekend, zonder de juiste cyclo-structuur, hadden ze hier al een punt voor kunnen krijgen. De leerlingen met voldoende inzicht konden uit de naam via het Engelse "cycle" afleiden dat er een cirkelstructuur aanwezig moet zijn. Er waren maar liefst 26 leerlingen die de structuur van hexaan goed hebben getekend. Hiervan zijn er echter maar 9 leerlingen die voor cyclobutaan een structuur met 4 koolstofatomen getekend hebben, waarvan er 5 het verband met de naam hebben gelegd en hier een cirkelvorm van gemaakt hebben. Dit waren niet alleen doubleurs of afstromers. De leerlingen die hexaan niet konden tekenen, waren

ook niet in staat om de structuur van cyclobutaan te bedenken. Over het algemeen blijkt dat de leerlingen die de reproductievragen niet konden beantwoorden ook geen antwoord op de inzichtvragen konden geven. De vaardigheid om verbanden te leggen is dus nog nauwelijks aanwezig bij beide klassen, omdat de meeste leerlingen nog niet beschikken over de benodigde basiskennis. De volgende onderzoekstoetsen zullen uitwijzen of de in theorie aanwezige voorkennis voldoende geactiveerd wordt om aan nieuwe kennis te kunnen koppelen.

Wat is de bijdrage van het gebruik van concept maps aan het vermogen om nieuwe contexten te plaatsen binnen een bestaande set aan concepten?

Voor deze deelvraag is in de toets op korte termijn een aparte vraag opgenomen. De leerlingen kregen hierbij een korte uitleg, inclusief structuurformule, van een voor hen nog onbekende stof. Daaronder kregen ze een lijstje met concepten die tot dan toe in de les behandeld waren. Aan de hand van de uitleg en de gegeven structuurformule moesten de leerlingen een concept map maken, waarin ze ook onderlinge verbanden tussen de concepten aan moesten geven. Omdat de controleklas nog niet met concept maps gewerkt had in de les, is deze vaardigheid op een andere manier getest. Deze klas kreeg dezelfde uitleg, dezelfde structuurformule en hetzelfde lijstje met concepten te zien, maar werd gevraagd om hier een verhaal van een maximaal aantal zinnen over te schrijven. In dit verhaal moest worden uitgelegd waarom er voor bepaalde concepten gekozen was en of er nog een onderling verband tussen deze concepten was.

Het resultaat van deze concept map is weergegeven in Fig. 2, waarbij op verschillende punten een score is toegekend. Leerlingen kregen een punt voor het aantal goede concepten dat ze genoemd hadden, wat maximaal 7 punten op kon leveren. Daarnaast konden er ook 7 foute concepten in de concept map verwerkt worden en voor elk verband dat goed werd aangegeven

kon ook nog 1 punt per verband behaald worden. Het totaal van zowel de goede als foute concepten wordt apart weergegeven, zodat het aantal goede en foute concepten in relatie tot het totaal kan worden gezien.

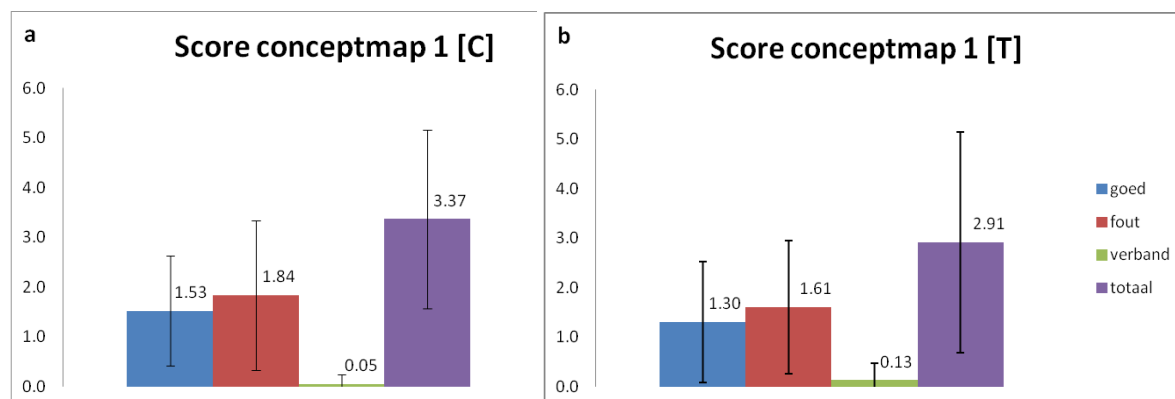


Fig. 2 Gemiddelde score concept map op korte termijn: a) controleklas; b) testklas

In de controleklas heeft op één leerling na iedereen iets opgeschreven bij deze vraag, maar bij de testklas zijn er een aantal leerlingen die niks hebben ingevuld. Het aantal leerlingen dat één of geen concepten had ingevuld was bij de testklas 6, terwijl dit er bij de controleklas maar 2 waren. Dit is terug te zien in het verschil tussen de totaalscore bij beide klassen. De controleklas scoort hier gemiddeld 3,37, terwijl de testklas maar tot een gemiddelde van 2,91 komt. Het maximaal aantal ingevulde concepten was 8 bij de testklas en 7 bij de controleklas, wat zorgt voor grote afwijkingen van deze gemiddelden. Tabel 2 geeft weer hoeveel leerlingen per klas een bepaald concept genoemd hebben. De concepten waarop de meeste fouten gemaakt zijn, zijn *vertakt/onvertakt* en *verzadigd/onverzadigd*. De testklas schrijft bij deze concepten iets vaker het juiste antwoord op dan de controleklas, maar ook vaker het foute antwoord. De aantallen in beide klassen liggen over het algemeen niet ver uit elkaar, maar opvallend is dat de controleklas vaker kiest voor alcohol en halogeenalkaan. Deze leerlingen gaven in hun verhaal aan dat ze dachten dat zwavel een halogeen was. Er was echter ook een leerling in deze klas die opschreef dat het juist geen halogeenalkaan was, omdat er geen F, I, Cl of Br atoom aanwezig was. Omdat er echter meerdere leerlingen een leeg blad hebben ingeleverd, is het

aantal leerlingen per genoemd concept erg laag waardoor uit deze resultaten geen duidelijke conclusies kunnen worden getrokken met betrekking tot beide klassen. Wel komt in beide klassen duidelijk naar voren dat de leerlingen misconcepten hebben wat betreft *vertakt/onvertakt* en *verzadigd/onverzadigd*.

Tabel 2 Aantal leerlingen dat een bepaald concept genoemd heeft per klas

	Concepten	Testklas	Controleklas
goed	alkaan	6	3
	alkaanamine	4	4
	alkaanzuur	2	3
	amine	5	7
	carbonzuur	5	7
	onvertakt	3	3
	verzadigd	5	3
fout	additiereactie	2	3
	alcohol	3	7
	alkeen	6	6
	halogeenalkaan	2	6
	onverzadigd	9	6
	substitutiereactie	4	3
	vertakt	10	8

Er waren maar een paar leerlingen die een verband wisten aan te geven. Het goed of fout rekenen van een verband was voor deze opdracht vrij gemakkelijk: wanneer een verband scheikundig gezien correct was werd het goed geteld. Zo had een leerling bijvoorbeeld opgeschreven dat de structuur een halogeenalkaan en een carbonzuur was. Door deze twee concepten aan elkaar te verbinden kwam hij tot de conclusie dat de stof een halogeenzuur was, wat overigens niet één van de te kiezen concepten was. Dit was conceptueel niet correct, de structuur bevatte immers geen halogeen. Echter klopte het verband dat hij met zijn eigen concepten gelegd heeft wel en gaf hij blijk van een vermogen om dit verband te zien en benoemen. Hij heeft daarom geen punten voor het concept gekregen, maar wel voor het verband.

Over het algemeen werd verwacht dat leerlingen hoger zouden score voor deze opgave. Opvallend is dat voor beide klassen geldt dat het aantal foute concepten hoger is dan het aantal goede concepten. Ook zijn er in totaal maar 4 leerlingen die een verband tussen concepten hebben aangegeven, en deze zaten in beide klassen. De gemiddelde scores van de testklas zijn op alle punten iets lager die van de controleklas, maar beide klassen vertonen wederom grote afwijkingen. In verhouding tot het totaal aantal ingevulde concepten scoren beide klassen gelijk op zowel het aantal goede als foute concepten. Wel kwamen in deze opdracht duidelijk de misconcepten onder leerlingen naar voren. Hier is in de lessen die nog volgden op ingespeeld.

Het is niet mogelijk om uit deze resultaten de oorzaak van het verschil in het totaal aantal ingevulde concepten af te leiden. Het is mogelijk dat dit door hetzelfde gebrek aan motivatie komt als bij de voorkennistoets, maar het kan ook zijn dat de leerlingen ondanks de gegeven lessen nog niet goed genoeg voorbereid zijn. Omdat leerlingen in de lessen niet zelf een concept map hebben gemaakt, maar deze alleen op het bord gezien hebben en eventueel als aantekening over hebben genomen, rees bij ons de vraag of we ze met deze opdracht misschien teveel in het diepe hadden gegooid. Naar aanleiding van bovenstaande resultaten is er daarom in de toets op lange termijn een nieuwe concept map opdracht toegevoegd. In deze concept map waren al een aantal concepten ingevuld en moesten er nog nieuwe verbanden gelegd worden. De leerlingen kregen hierdoor een leidraad, waardoor het makkelijker zou moeten zijn om de concept map in te vullen. Deze concept map is opgenomen in Bijlage B (Onderzoekstoets 2). De opdracht is voor beide klassen aan de toets toegevoegd, zodat het duidelijk kon worden of de testklas een voordeel zou hebben in het maken van concept maps ten opzichte van de controleklas.

Bij het toekennen van een score voor deze concept map in de lange termijn toets is er gekeken naar het aantal goede antwoorden, waarbij onderscheid gemaakt is tussen de open concepten, keuze concepten en verbanden. Voor de open concepten konden 3 punten gescoord worden, voor de keuze concepten 2 punten, en voor 1 punt kon er een extra onderling verband aan worden gegeven. In de totaalscore zijn zowel de goede als de foute antwoorden opgenomen, waardoor men hiervoor 6 punten kon scoren. De totaalscore geeft dus aan hoeveel concepten een leerling in totaal heeft ingevuld, ongeacht of deze goed of fout zijn. De gemiddelde score van elke klas is weergegeven in Fig. 3. Wederom zijn de standaardafwijkingen erg groot in vergelijking met het gemiddelde van beide klassen, waardoor de uitspraken die over deze resultaten gedaan worden niet als geheel betrouwbaar mogen worden beschouwd.

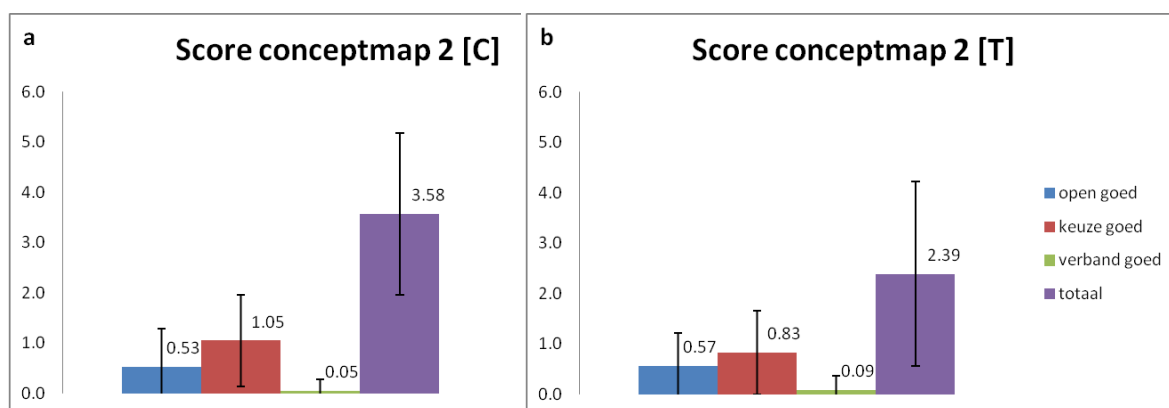


Fig. 3 Gemiddelde score concept map op lange termijn: a) controleklas; b) testklas

Ondanks dat de structuur van de concept map nu al gegeven was en de leerlingen alleen nog maar de vakjes in hoefden te vullen, zijn er in de testklas nog steeds 6 leerlingen die in totaal 0 of 1 concepten hebben ingevuld. Van deze leerlingen zijn er 4 die helemaal niets hebben ingevuld en dus ook niet de keuze concepten gekocht hebben. In de controleklas was er nog maar 1 leerling die een lege concept map inleverde. Het verschil in totaal aantal concepten is gegroeid ten opzichte van de vorige toets: gemiddeld 3,58 voor de controleklas en gemiddeld 2,39 voor de testklas. Ten opzichte van de vorige toets is dit gemiddelde voor de controleklas

dus iets gestegen en voor de testklas iets gedaald. Wanneer nu het aantal goede antwoorden wordt vergeleken met het aantal ingevulde antwoorden heeft de testklas beter gescoord dan de controleklas. Bij het interpreteren van deze resultaten moet echter rekening worden gehouden met het feit dat de controleklas tijdens deze toets pas voor het eerst een concept map te zien kreeg, terwijl de testklas hier al een ruim aantal lessen mee gewerkt had.

In beide klassen gaf in deze toets een ruime meerderheid het juiste antwoord bij *verzadigd/onverzadigd*. Het verschil tussen *vertakt* en *onvertakt* bleek voor de controleklas lastiger te zijn dan voor de testklas. Daarbij moet echter rekening gehouden worden met het feit dat nog steeds meerdere leerlingen geen keuze hadden gemaakt tussen deze concepten. Ook is het mogelijk dat in de testklas meer leerlingen goed gegokt hebben dan in de controleklas, waardoor het moeilijk is om hier conclusies over te trekken. Wat betreft het invullen van de overige concepten zitten beide klassen weer redelijk op één lijn. De leerlingen wisten ongeveer even vaak dat *water* een bijproduct van estervorming is en dat *alcohol* één van de beginstoffen is. De foute antwoorden verschillen erg van elkaar en er is geen duidelijk misconcept in te ontdekken.

Door een paar leerlingen is het verband tussen *verzadigd* en *alkaan* aangegeven, omdat een alkaan namelijk altijd verzadigd is. Iemand heeft dit nog verder uitgelegd door te verwijzen naar het feit dat een alkaan geen dubbele koolstofbindingen in de keten heeft. Andere voorbeelden van juist gegeven verbanden zijn dat een alkaan en carbonzuur samen een alkaanzuur vormen en dat een alkaan en alkeen bijna hetzelfde zijn, alleen verschillen in het feit of er wel of geen dubbele koolstofbinding aanwezig is. De verbanden die fout geteld werden hadden ofwel geen onderbouwing, waardoor het voor ons niet duidelijk was waarom dit verband er was, of waren scheikundig niet correct. Zo gaf een leerling bijvoorbeeld als

uitleg voor het verband “gokje”. In beide klassen zijn evenveel goede verbanden gegeven.

De lange termijn toets leek qua vragen op de korte termijn toets, om de resultaten zo goed mogelijk met elkaar te vergelijken. Hier kwamen wederom structuurformules en verschillende soorten reacties aan bod. Het tekenen van structuurformules ging nog vrij goed, maar de naamgeving was bij veel leerlingen weggezakt. Over het algemeen konden de leerlingen die de vraag over kenmerken van bepaalde reacties in de korte termijn toets niet goed hadden, bij deze toets ook geen juist antwoord geven. De juiste antwoorden zaten voornamelijk bij de leerlingen die deze ook in de vorige toets goed hadden, al konden sommigen nog maar één kenmerk noemen in plaats van twee. De inzichtvragen werden slecht gemaakt. Eén van deze vragen was hetzelfde als in de voorkennistoets. Opvallend was dat één van de 4 leerlingen die dit tijdens de voorkennistoets goed hadden, op de lange termijn toets een verkeerd antwoord gaf. Echter gaf nu ruim een derde van de leerlingen wel het juiste antwoord op deze vraag, terwijl de voorkennistoets niet uitgebreid na besproken is.

Bij de 0meting is het niveau van de theoretische voorkennis van de leerlingen getest, omdat het essentieel is dat een leerling de concepten kent voordat hij daarmee nieuwe verbanden kan gaan leggen. Het eerste deel van de toets op korte en lange termijn bestaat daarom ook uit theoretische vragen, om te onderzoeken of dit theoretische kennisniveau stijgt gedurende de lessen. Verwacht wordt namelijk dat wanneer een leerling weinig tot geen kennis opneemt over bepaalde concepten, dat deze dan ook niet in staat is om deze concepten in een nieuwe context te plaatsen. Daarom is het interessant om de scores voor de theoretische delen van beide toetsen per leerling te vergelijken met zijn of haar bijbehorende score voor de concept map. Een kanttekening hierbij is dat voor de concept map de kans groter is dat er goed gegokt wordt met het invullen van een concept dan voor het theoretische gedeelte.

Tabel 3 geeft een overzicht van de scores per onderdeel van de korte en lange termijn toets. Voor zowel het theorie gedeelte als de concept map staat tussen haken de maximale score aangegeven. Bij de concept map is in deze tabel alleen het aantal juist ingevulde concepten meegenomen in de score. De verwachting is dat leerlingen de theoretische kennis over de concepten nodig hebben om nieuwe verbanden te kunnen vormen. Leerlingen die het eerste deel van de toets slecht maken zouden daarom ook minder goed moeten scoren op het tweede deel, tenzij ze goed gokken. Wanneer leerlingen hoog scoren op het theoretische deel, zouden ze beter in staat moeten zijn om ook een aantal juiste concepten in de concept map te plaatsen.

De leerlingen die 0 punten scoren voor de theorie, scoren over het algemeen ook laag (0 - 2 punten) voor de concept map, met uitzondering van leerling 12. Echter, een groot aantal overige leerlingen heeft eenzelfde lage score voor de concept map. Zelfs leerlingen met een score van 5 punten voor de theorie (leerling 26, 30 en 38) hebben 0 punten behaald voor de concept map, terwijl zij volgens de verwachtingen hoog zouden moeten scoren. Ook een aantal andere leerlingen die hoog scoren voor de theorie hebben geen goede concept map score. Leerling 31 heeft zelfs 11 punten voor de theorie gehaald, maar 0 voor de concept map. Bij leerling 39 is wederom een groot verschil tussen beide scores te zien, namelijk 10,5 punten voor de theorie en voor de concept map slechts 1 punt. Al deze leerlingen zouden volgens de theorievragen de concepten die in de concept map gebruikt worden dus wel voldoende beheersen, maar missen de vaardigheid om ze op een juiste manier aan de nieuwe context te koppelen. Leerling 25 scoort bij de korte termijn toets maximaal voor de theorie en heeft 3,5 punten voor de concept map, wat wel tot één van de hoogste scores behoort. Dit is echter meer een uitzondering dan algemeen verband.

Tabel 3 Scores voor theorie en concept map op korte en lange termijn. Tussen haken staat de totale score die voor een onderdeel behaald kon worden.

Controleklas					Testklas				
Korte termijn			Lange termijn		Korte Termijn			Lange termijn	
#	Theorie (8)	Concept map (7)	Theorie (15)	Concept map (6)	#	Theorie (8)	Concept map (7)	Theorie (15)	Concept map (6)
1	4	0	5	0	20	4	1	2	4
2	6	3	9	3	21	0	2	0	1
3	0	0	0	0	22	3	3	2	0
4	4	1,5	1	0	23	3	0	7	3
5	4	2	4,5	2	24	1	1,5	1,5	1
6	1	1	0	0	25	8	3,5	5,5	2
7	3	0	5	0	26	5	0	3	1
8	6	4	4,5	2	27	2	1	0	1
9	4	1	2	3	28	2	0	1	0
10	5	2	5	4	29	3	0	1	0
11	6	1	6	5	30	5	0	8	5
12	1	2	0	4	31	4	4	11	0
13	7	2	4	2	32	4	1	3	3
14	5	1	9	0	33	4	3	3,5	0
15	4	0	4	0	34	6	1	5,5	2
16	3	2	1	1	35	3	0	3	1
17	3	2	3	1	36	0	2	2	1
18	3	3	9,5	2	37	7	1	0	1
19	7	2	4	2	38	5	0	11,5	3
					39	6	3,5	10,5	1
					40	6	2	1	2
					41	4	1	2	2
					42	4	1	1,5	0

Wat is het verschil tussen toetsing die op korte termijn, plusminus 1 week, wordt afgenomen en toetsing die na lange termijn, plusminus 1 maand, wordt afgenomen?

De leerlingen hebben na een periode van ruim 2 weken les te hebben gehad de eerste toets (op korte termijn) gehad. De stof zou bij dit toetsmoment dus nog vers in het geheugen moeten zitten. Vervolgens hebben zij 3 weken geen les gehad en aansluitend aan die periode is de toets op lange termijn afgenomen. Er werd de leerlingen gevraagd om voor beide toetsen niet te leren, zodat kon worden onderzocht of er diepleeractiviteiten hadden plaatsgevonden tijdens de lessen. Voor beide toetsen konden 15 punten gehaald worden en de score is wederom in

procenten uitgedrukt. In de toets op korte termijn werd de concept map opdracht meegeteld in de score. Het oorspronkelijke idee was om voor elk goed concept 1 punt te geven en voor elk fout concept een aftrek van 1 punt. Voor een goed verband kon de leerling dan 0,5 punt behalen en voor een verkeerd verband werd dezelfde score als minpunten gegeven. Hierdoor kwamen echter de leerlingen die veel concepten in hadden gevuld, maar ook veel fouten hadden gemaakt, op een negatieve score uit. Voor de rest van de toets hadden zij wel een goede score. Andere leerlingen die de concept map leeg hadden gelaten kwamen daardoor soms op een hogere score dan de leerlingen die wel alles ingevuld hadden. Er is daarom besloten om alleen punten toe te kennen aan de juist genoemde concepten en een bonus van 0,5 punt toe te kennen wanneer de leerling een verband had aangegeven. Omdat de lange termijn toets al ontwikkeld was voordat de korte termijn toets afgenomen werd, en naar aanleiding van deze korte termijn toets besloten is om nog een concept map opdracht toe te voegen aan de lange termijn toets, telt op de laatste toets de concept map niet mee voor de totale score. Op deze manier blijft het maximaal aantal te behalen punten ongeveer gelijk voor alle drie de toetsen. De scores die in onderstaande resultaten genoemd worden hebben dus, tenzij anders vermeld, betrekking op de korte termijn toets inclusief concept map en de lange termijn toets exclusief concept map.

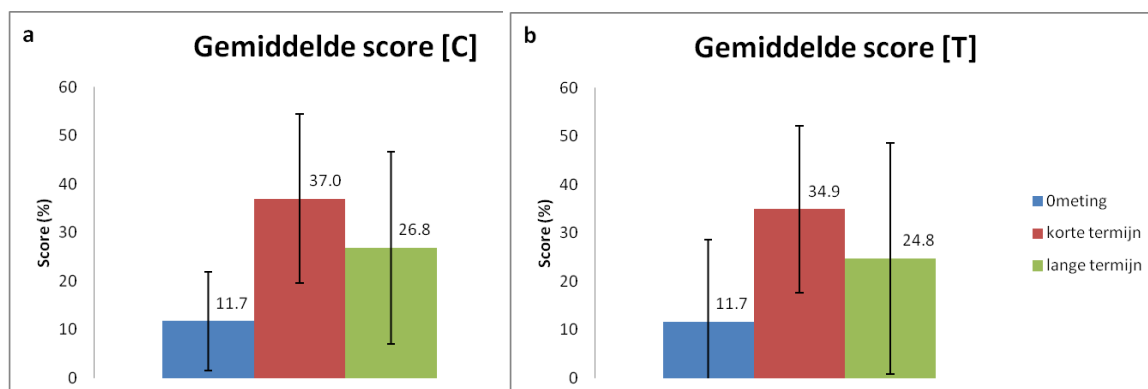


Fig. 4 Gemiddelde score Ometing, korte termijn en lange termijn: a) controleklas; b) testklas

De gemiddelde score per klas is voor beide toetsen weergegeven in Fig. 4, waar deze kan worden vergeleken met de resultaten van de voorkennistoets. Beide klassen halen voor zowel de korte als de lange termijn nagenoeg dezelfde score (~35 % en ~25 % respectievelijk). Ze verschillen een paar procent van elkaar, maar evenals bij alle overige resultaten zijn de afwijkingen te groot om dit een significant verschil te kunnen noemen. Wel is er een duidelijk verschil te zien tussen de resultaten voor de verschillende toetsen. Waar de gemiddelde score voor de 0meting nog erg laag was, is deze bij de andere twee toetsen gestegen. Er is een relatieve stijging tussen de 0meting en toets op korte termijn van ongeveer 200 %. Vervolgens is er bij de toets op lange termijn echter een relatieve daling van bijna 30 %. Wel blijft de gemiddelde score op lange termijn ruim boven de score van de voorkennistoets.

De grote afwijking van het gemiddelde komt voort uit de grote verschillen in score per leerling. Deze score is weergegeven in Fig. 5. De meeste leerlingen vertonen het gedrag volgens het gemiddelde van hun klas, waarbij ze het laagst scoren voor de 0meting, het hoogst voor de meting op korte termijn en op lange termijn tussen deze twee scores in. Er zijn echter een aantal leerlingen die een groei doormaken bij elke toets. Deze stijgende lijn is te zien bij leerling 1, 7, 14, 18, 30, 31 en 39. Op leerling 39 na zijn dit geen van allen leerlingen die op de voorkennistoets al bij de hoogst scorende leerlingen zat. Opvallend bij deze leerlingen (11, 23, 38, 39 en 41) is dat zij juist voornamelijk op een lagere score eindigen dan dat zij begonnen. Er zijn ook een aantal leerlingen die een score van 0 % halen voor de toets op lange termijn. Zowel in de controle- als de tekstklas zijn dit 3 leerlingen (leerling 3, 6, 12, 21, 27 en 37). Deze leerlingen hadden echter, met uitzondering van leerling 37, ook geen hoge score voor de overige toetsen.

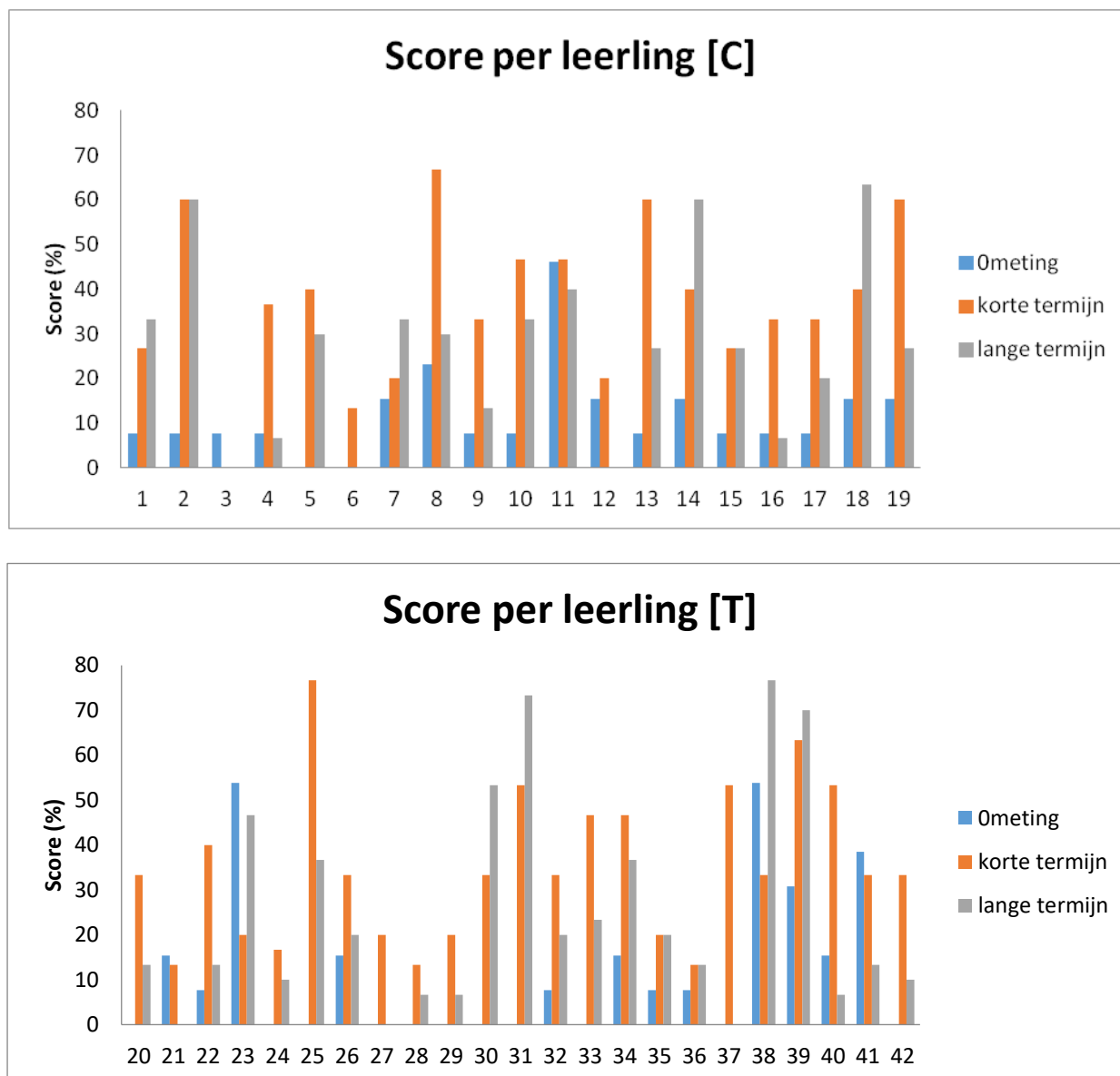


Fig. 5 Score per leerling voor alle formatieve toetsen: boven) controleklas; onder) testklas

Observaties en reacties tijdens de les

Tijdens de eerste les was het in de klas merkbaar dat er iets anders gebeurde dan normaal. Door te starten met een toepassing, wat ze van andere lessen niet gewend waren, was de aandacht er direct bij en leken leerlingen geïnteresseerder. Toen ze vervolgens zelf iets op hun telefoon op mochten zoeken werd iedereen enthousiast. De leerlingen die deze les in het boek moesten zoeken maakten al afspraken dat zij dit de volgende les op hun telefoon mochten doen. Dit opzoeken zorgde er voor dat het drukker in de klas werd en dat het langer duurde om een

concept te behandelen. De klas bleef echter tot het eind van de les geconcentreerd en actief meedoen. De les erna werden de rollen omgedraaid en deed iedereen nog steeds goed mee. Vanaf de derde les begon de sfeer in de klas wat te veranderen. Het nieuwe was er vanaf en het was ook niet meer zo spannend om iets op de telefoon op te zoeken. Toen de klas werd verzocht om hun telefoon te pakken kwamen er opmerkingen zoals “alwéér?!” op een verveelde toon. Op dit punt moest er ook strenger gecontroleerd worden of leerlingen echt een concept aan het opzoeken waren, of de kans grepen om iets anders op hun telefoon te doen. Ook kwamen er vanaf dit moment vragen van een leerling of ze niet weer normaal les zou mogen krijgen, omdat ze op deze manier haar huiswerkopgaven niet meer snapte. Aan het eind van de lessenserie gaf een andere leerling precies hetzelfde aan. Deze leerlingen probeerden tijdens de les op te letten, maar hun concentratie werd merkbaar minder omdat ze het niet goed begrepen. Nog een andere leerling gaf echter tijdens een oudergesprek aan dat hij deze manier van lesgeven beter begreep, omdat hij zo duidelijker zag wat het verband was tussen alle concepten. Zo blijkt dat het voor iedere leerling persoonlijk goed kan werken om op deze manier les geven, of juist totaal niet.

Enquête

De enquête is na de toets op lange termijn uitgereikt aan leerlingen van de testklas. De leerlingen hebben deze lijst anoniem ingevuld, zodat de antwoorden op de vragen zo eerlijk mogelijk zijn. Om het verwerken van deze vragenlijst te vereenvoudigen bestaat de lijst voornamelijk uit meerkeuzevragen. Ook maakt dit de keuze voor de leerlingen gemakkelijker ten opzichte van het toekennen van een bepaalde score op een uitspraak die wel of niet op hen van toepassing is. De volgende vragen waren opgenomen in de enquête:

1. Had je voor aanvang van het hoofdstuk al voorkennis over koolstofchemie?
 - Ja, veel voorkennis
 - Ja, een beetje voorkennis
 - Nee, nauwelijks tot geen voorkennis
2. Wordt het door middel van het gebruik van een concept map duidelijker welke onderwerpen je moet leren?
 - Ja
 - Nee
3. Worden de onderlinge verbanden tussen onderwerpen duidelijker door het gebruik van concept maps?
 - Ja
 - Nee
4. Heb je het idee dat je actiever meedoet in de les bij deze manier van lesgeven?
 - Ja
 - Soms
 - Nee
5. In de meeste lesboeken wordt eerst de theorie behandeld en vervolgens voorbeelden benoemd. Vind je scheikunde interessanter als we eerst de toepassing behandelen en daarna pas de theorie bij deze toepassing?
 - Ja
 - Soms
 - Nee

6. Zou je concept maps ook bij andere vakken willen gebruiken? Bijvoorbeeld als samenvatting van de leerstof?
 - Ja
 - Nee
7. Welke manier van onderwijs vind je het fijnst?
 - Normale lessen
 - Lessen met toepassingen en concept maps
8. Heb je verder nog opmerkingen?

De resultaten van de enquête worden hieronder puntsgewijs per vraag besproken. De uitkomst van de gehele vragenlijst is te vinden in Bijlage C. In totaal hebben er 21 leerlingen binnen de toegestane tijd gereageerd op de enquête. Hieronder kunnen ook leerlingen vallen die niet in de overige resultaten mee zijn genomen, omdat ze één van de toetsmomenten gemist hebben. Dit heeft echter geen invloed op de uitslag van deze enquête, aangezien zij wel alle lessen volgens de context-concept methode gevolgd hebben.

Een ruime meerderheid van de leerlingen geeft aan weinig (61.9 %) en nauwelijks tot geen (28.6 %) voorkennis te hebben over de te behandelen stof. Dit is in overeenstemming met de resultaten van de Ometing.

Maar liefst 71,4% van de leerlingen geeft aan dat zij het door middel van gebruik van concept maps duidelijker vinden welke onderwerpen ze moeten leren. Deze meerderheid is iets kleiner wanneer het gaat om het duidelijker worden van de onderlinge verbanden tussen onderwerpen door het gebruik van concept maps: 61,9 % kiest hier voor “ja”.

Ongeveer een derde van de leerlingen geeft aan dat ze niet actiever meedoen tijdens de les bij deze manier van lesgeven. Bijna de helft van de klas geeft aan dat zij soms actiever meedoen, en een klein aantal leerlingen heeft het idee inderdaad actiever mee te doen tijdens de les.

Ook geeft de helft van de leerlingen aan dat ze scheikunde soms interessanter vinden wanneer er eerst een toepassing behandeld wordt en daarna pas de bijbehorende theorie. De overige helft vindt de lessen wel interessanter (28,6 %) of juist niet (23,8 %). Het is de vraag of deze laatstgenoemde groep in het algemeen al een mindere interesse heeft voor scheikunde, of dat zij daadwerkelijk de voorkeur geven aan puur de concepten behandelen en daarna pas eventueel een context.

De leerlingen zijn het meest verdeeld over de vraag of zij concept maps ook zouden toepassen bij andere vakken, bijvoorbeeld als samenvatting van de leerstof. Ongeveer de helft van de klas geeft aan dat zij dit wel zouden willen, de andere helft niet.

Ook de vraag of zij deze manier van onderwijs prefereren boven de reguliere lessen levert een verdeeldheid op. Iets minder dan de helft van de leerlingen (42,9 %) geeft aan dat zij de normale lessen fijner vinden. De overige leerlingen geven de voorkeur aan lessen met toepassingen en concept maps.

In de vragenlijst was ook een mogelijkheid opgenomen om opmerkingen te plaatsen. De meeste leerlingen vulden hier niets in, of gaven een opmerking die niet over het onderzoek ging. Er was echter ook een leerling die het volgende schreef:

“Wel lessen met toepassingen maar zonder concept maps. Vind ze eerder verwarrend bij scheikunde dan handig. :(Waarschijnlijk komt dit omdat ik voor mezelf een samenvatting moet maken en dan per paragraaf dingen moet leren en ik het lastig vind om dingen in verband te zien omdat ik het dan door elkaar ga halen.”

Deze leerling heeft ook ingevuld dat hij/zij het liefst les heeft met toepassingen en concept maps. Een andere leerling gaf aan:

“Ik vind lessen met toepassingen en concept fijn maar ik snap er meer van als de les bestaat uit een presentatie met dia's zoals 'een normale les'.”

Ook deze leerling heeft als antwoord op de voorafgaande vraag gegeven dat hij/zij de voorkeur geeft aan lessen met toepassingen en concept maps. Hiermee ontstaat dus de vraag of andere leerlingen ook ditzelfde antwoord hebben gegeven omdat zij een voorkeur hebben voor de uitleg vanuit toepassingen, of dat zij daadwerkelijk de concept maps willen gebruiken.

Conclusie en discussie

Evenals in de resultaten zullen alle deelvragen apart bediscussieerd worden en voor elke deelvraag wordt ook een losstaande conclusie getrokken. Uiteindelijk wordt dit gecombineerd tot een conclusie met betrekking tot de hoofdvraag van het onderzoek.

Hoe kunnen concept maps gebruikt worden om conceptuele verbanden tussen en binnen contexten uit te leggen?

Wanneer er rekening moet worden gehouden met de lesstof uit de methode is het van belang om eerst een overzicht van de concepten te maken. Vervolgens kunnen er verschillende contexten gekozen worden waar deze concepten aan gekoppeld kunnen worden. Het is mogelijk om bepaalde concepten meerdere keren in verschillende contexten terug te laten komen. Wanneer bepaalde contexten over dezelfde lesstof gaan kunnen ze in dezelfde concept map worden geplaatst. Omdat leerlingen geen beschikking over computers hadden tijdens de les konden ze hier niet zelf mee werken. De focus lag daarom in dit onderzoek niet op het werken met concept maps, maar juist het zichtbaar maken van verbanden. Om voor de leerlingen wel de uitleg van een concept helder te krijgen is er gekozen om in de concept map zelf deze uitleg beknopt te verwerken.

Uit de resultaten van de enquête is gebleken dat de leerlingen de concept maps en contextgerichte uitleg prettig vinden om de verbanden tussen de concepten te visualiseren. Echter konden leerlingen hierbij alleen aangeven of ze één van beiden, of juist de combinatie fijn vonden. Uit opmerkingen bleek dat een aantal leerlingen voor dit antwoord hadden gekozen, omdat zij de toepassingen wel erg nuttig vonden, maar de concept maps juist niet. Het is dus de vraag of meer leerlingen deze mening delen, of dat zij het gebruik van concept maps wel verhelderend vinden.

Wat is de beginsituatie van de leerlingen wat betreft het vermogen om deze nieuwe verbanden te leggen?

Op de doubleurs en afstromers van vwo na, hadden de leerlingen nog nauwelijks voorkennis over de te behandelen stof. Beide klassen scoren gemiddeld maar ruim 10 % op de voorkennistoets, waarbij een groot aantal leerlingen 0 of 1 vraag goed beantwoord heeft. Wanneer leerlingen de betekenis van de concepten niet kennen, is het ook niet mogelijk om nieuwe verbanden te leggen tussen deze concepten. Er mag dus geconcludeerd worden dat de beginsituatie voor de meeste leerlingen zo goed als nul is.

Niet alle initieel deelnemende respondenten konden aanwezig zijn tijdens elk van de toetsmomenten. Omwille van de statistische analyse zijn zij hierdoor uit de eindresultaten gehaald. Tevens moet worden opgemerkt dat de motivatie van de testklas bij de voorkennistoets lager was dan die van de controleklas. De testklas ging pas serieus, of gemotiveerder, aan het werk bij de eerste en tweede toets. De motivatie is een factor waarvan wij verwachten dat deze van invloed is op de resultaten. De invloed van motivatie kon echter niet mee worden genomen in dit onderzoek.

Wat is de bijdrage van het gebruik van concept maps aan het vermogen om nieuwe contexten te plaatsen binnen een bestaande set aan concepten?

Beide klassen bleken moeite te hebben met het koppelen van concepten aan een nieuwe context. Leerlingen uit de controleklas probeerden dit in de eerste toets (korte termijn) in verhaalvorm. Zij vulden meer concepten in dan de leerlingen uit de testklas, die les hadden gekregen met concept maps. Wanneer het aantal juiste concepten vergeleken werd met het aantal ingevulde concepten scoorden beide klassen ongeveer gelijk. Ondanks dat beide klassen op deze opdracht anders werden beoordeeld, heeft dit in onze ogen weinig tot geen invloed gehad op de

vergelijkbaarheid van beide groepen. Zoals al in de methode is beschreven, konden beide klassen op dezelfde manier beoordeeld worden, omdat er geen half goede antwoorden waren. Een concept was wel of niet van toepassing op de nieuwe context, maar nooit een beetje. Dit maakte het gemakkelijk om beide klassen op dezelfde manier na te kijken. Het zou kunnen dat de controleklas, die het verhaal schreef, wat voordeel heeft gehad bij het benoemen van een verband. Wij kunnen ons voorstellen dat het textueel makkelijker lijkt om een verband te benoemen dan door middel van een extra verbindingslijn in de concept map. Elke leerling is namelijk gewend om in verhaalvorm antwoord te geven op een vraag, maar de leerlingen in de testklas hadden nog niet daadwerkelijk zelf een concept map getekend. Echter heeft de testklas wel al elke les zulke verbindingslijnen op het bord gezien en zouden ze daarom bekend moeten zijn met deze manier van verbanden aangeven. Tussen beide klassen was wat betreft het vermogen om verbanden te leggen echter geen significant verschil te zien en daarom wordt dit niet als daadwerkelijk voordeel gezien.

Bij de tweede toets (lange termijn) was daarom opnieuw een concept map vraag toegevoegd, om het eventuele verschil tussen beide klassen duidelijker in kaart te brengen. Er werd wederom een nieuwe context gegeven, maar dit keer kregen de leerlingen een skeleton map, waarin ook al een aantal verbanden tussen concepten waren gegeven. De leerlingen hoefden alleen de juiste concepten in te vullen en één nieuw verband te geven. Dit keer groeide het verschil tussen het aantal ingevulde concepten in het voordeel van de controleklas. Dit was tegen de verwachtingen in, aangezien de leerlingen uit deze klas voor het eerst een concept map zagen. In verhouding tot het aantal ingevulde concepten gaven de leerlingen uit de testklas echter wel meer goede antwoorden. Wat dat betreft scoort de testklas dus iets beter dan de controleklas, maar in beide klassen zitten zowel uitschieters naar boven als naar beneden, wat de afwijkingen op de gemiddelden erg groot maakt. Er kan daarom geconcludeerd worden dat

er geen significant verschil is tussen de controle- en de testklas, wat betreft het vermogen om nieuwe contexten te plaatsen binnen een bestaande set aan concepten.

In alle gebruikte literatuur verwijzingen wordt, in tegenstelling tot dit onderzoek, geconcludeerd dat het gebruik van concept maps bijdraagt aan het diep leren van leerlingen of studenten. Echter wordt er bij deze onderzoeken vanuit gegaan dat leerlingen zelf met de concept maps aan de slag gaan. Het invullen van de concept maps vervangt dan de klassikale uitleg door de docent. Omdat deze manier veel afwijkt van de methode die in de controleklas werd gebruikt, neemt dit ook de nodige risico's met zich mee. Het kan namelijk ook ten nadele van de klas werken, waardoor de leerlingen uiteindelijk niet voldoende kennis opdoen. Als beginnend docent is het vaak al een taak om te zorgen dat de leerlingen aan het eind van het hoofdstuk het juiste niveau hebben om de toets te kunnen maken. Omdat de controleklas en de testklas uiteindelijk op hetzelfde niveau moesten komen, durfden wij het bij dit onderzoek niet aan om de concept maps in deze mate toe te passen in de les. Er is gekozen voor de veilige optie om de concept maps alleen ter illustratie van de verbanden tussen contexten en concepten aan te bieden. Om daadwerkelijk resultaten te zien wordt echter verwacht dat leerlingen toch zelf intensiever met concept maps aan de slag moeten om hier vaardig in te worden, in plaats van dat het als hulpmiddel bij de lesstof wordt gebruikt.

De verwachting was dat leerlingen die hoog voor het theoriedeel van de toetsen scoren, ook een hoge score voor de concept map zouden kunnen halen. Leerlingen die een lage score behalen op de theorievragen missen kennelijk bepaalde kennis over de concepten en voor hen zou het dus moeilijker moeten zijn om deze concepten in een nieuwe context te plaatsen. Deze scores zijn per leerling naast elkaar gelegd, maar er viel geen verband tussen beide scores te ontdekken. Het kan zijn dat de leerlingen met een lage theoriescore goed gegokt hebben in de

concept map, of dat de leerlingen die goed scoren op de theorie juist de vaardigheid om ze aan nieuwe toepassingen te koppelen niet goed genoeg beheersen.

Wat is het verschil tussen toetsing die op korte termijn, plusminus 1 week, wordt afgenomen en toetsing die na lange termijn, plusminus 1 maand, wordt afgenomen?

Over het algemeen geldt dat er alleen een stijging te zien is bij toetsing op korte termijn ten opzichte van de voorkennistoets. Sommige leerlingen scoren echter voor elke toets hoger dan voor de vorige. Van de 7 leerlingen voor wie dit geldt zitten er echter maar 3 in de testklas, waardoor dit resultaat niet kan worden toegeschreven aan het feit dat er context-concept onderwijs met concept maps werd gegeven. De 2 leerlingen die relatief gezien de grootste groei doormaken zitten echter wel allebei in de testklas. Geconcludeerd kan dus worden dat er voor sommige leerlingen een stijgende lijn te zien is door de toetsen heen, maar over het algemeen neemt de actieve kennis af op lange termijn. In beide klassen scoren de meeste leerlingen wel hoger op de lange termijn toets dan op de voorkennistoets. Leerlingen hebben dus wel actief kennis opgenomen, maar hebben dit maar beperkt door diep leren gedaan, waardoor ze op de lange termijn minder kennis opgeslagen hebben. Doubleurs en afstromers van vwo laten in de meeste gevallen zelfs een dalende lijn zien over de drie toetsen. Wij hebben hiervoor geen verklaring kunnen vinden.

De lange termijn effecten van deze nieuwe manier van leren geven dus geen significant verschil tussen de controle- en de testklas. Aangezien de mate waarin stof beklijft op de lange termijn een maatstaaf is voor diep leren, mag worden geconcludeerd dat er wat betreft diepleeractiviteiten geen onderscheid te maken valt tussen beide klassen.

De concept map op lange termijn was pas na het afnemen van de toets op korte termijn toegevoegd. Om de maximale score gelijk te houden is in de toets op lange termijn de score voor de concept map wel meegenomen, maar in de toets op lange termijn niet. Hierdoor lijkt het in eerste instantie niet juist om deze scores met elkaar te vergelijken. De korte termijn toets bestaat immers uit zowel een theoretisch deel als een concept map en de lange termijn toets bevat alleen theorievragen. Echter zijn in de lange termijn toets in vergelijking tot de korte termijn toets meer inzicht vragen opgenomen. Deze vragen toetsen dus net als een concept map het inzicht in de lesstof en daarmee in hoeverre er diepleeractiviteiten hebben plaatsgevonden. Ook blijkt uit de antwoorden van de concept map op korte termijn dat er nog misconcepten over de behandelde concepten bestaan, wat inhoudt dat de theoretische kennis niet op niveau is. Met de concept map wordt dus gedeeltelijk theorie getoetst en gedeeltelijk inzicht. In beide toetsen komen dus zowel theorie als inzicht in ongeveer gelijke mate aan bod en daarom kunnen de resultaten van deze toetsen wel met elkaar vergeleken worden.

In hoeverre draagt een uitleg door middel van concept maps in het scheikundeonderwijs bij aan het vermogen van leerlingen om zelf conceptuele verbanden te leggen binnen een nieuwe context?

De resultaten van beide klassen op de onderzoekstoetsen vertonen maar kleine verschillen, die door de enorme afwijkingen van de gemiddelden niet significant genoemd kunnen worden. Voor een selecte groep leerlingen geldt dat zij diepleeractiviteiten vertoond hebben en een groei hebben laten zien bij elke onderzoekstoets. Deze leerlingen zitten echter verdeeld over beide klassen, waardoor deze vooruitgang niet gegarandeerd is veroorzaakt door de toepassingsgerichte uitleg met concept maps. Ook op de opgaven waarbij specifiek nieuwe verbanden moesten worden gelegd scoren beide klassen ongeveer gelijk.

Met het uitblijven van statistisch relevante resultaten en de afwezigheid van een zichtbaar en significant resultatenverschil tussen de groepen moet de conclusie worden getrokken dat het aanbieden van context-concept onderwijs binnen scheikunde niet voor een hele klas verbeterd wordt door het gebruik van concept maps. Op individueel niveau is er geluid gekomen dat de aangeboden methode juist wel of niet de voorkeur genoot, wat wordt ondersteund door de grote verscheidenheid aan resultaten tussen de leerlingen in de testklas. Wel blijkt dat de meerderheid van de leerlingen scheikunde interessanter vindt, wanneer het op deze manier wordt aangeboden. Dit kan uiteindelijk zorgen voor meer intrinsieke motivatie voor het vak, waardoor leerlingen er wel liever voor leren.

Om redenen die al vaker besproken zijn binnen dit verslag hebben wij er bewust voor gekozen om de concept maps klassikaal in te zetten binnen dit onderzoek. Onze onderzoeksvraag is erop gericht om deze concept maps in de uitleg in te zetten, niet om er de hele lesmethode op aan te passen. Een voordeel hiervan is dat de leerlingen niet direct in het diepe worden gegooid. Het introduceren van een nieuwe methode vergt vaak veel tijd, zeker als de methode zoveel afwijkt van wat de leerlingen gewend zijn. Deze tijd hadden wij tijdens dit onderzoek niet en wij denken dan ook niet dat het de prestaties ten goede was gekomen als de leerlingen zonder enige andere voorbereiding 2 weken volgens deze methode hadden moeten werken. Door de concept maps klassikaal aan te bieden wordt er dus een nieuwe methode voorgesteld, maar kunnen de leerlingen die dat fijn vinden toch nog gemakkelijk aan de oude methode en het boek vasthouden. Het gebruik van concept maps wordt op deze manier voorzichtig geïntroduceerd, waardoor leerlingen er aan kunnen wennen en eventueel een volgend hoofdstuk zelf met concept maps aan de slag kunnen. Ondanks dat wij hier een voordeel in zien, werkt dit tegelijkertijd ook als een nadeel binnen dit onderzoek. Uit de resultaten is gebleken dat het niet voldoende is om de concept maps alleen ter illustratie aan te bieden. De

verwachting is dan ook dat het vermogen om nieuwe contextuele verbanden te leggen pas echt significant verbeterd kan worden wanneer de leerlingen zelfstandig met de concept maps werken.

Aanbevelingen

De resultaten en daarbij behorende conclusies van dit onderzoek zijn compleet gebaseerd op de scores en meningen van leerlingen. Mensen zijn afhankelijk van gevoelens en wanneer zij zich een dag niet goed of juist geweldig voelen, beïnvloedt dit in bepaalde mate de resultaten. De leerlingen in onze doelgroep zitten daarnaast ook midden in de puberteit, waardoor hun gedrag erg afhankelijk is van het moment. Ook is elke leerling anders, wat bij ons onderzoek duidelijk heeft geleid tot uiteenlopende scores, waardoor geen significante conclusie kon worden getrokken. Wat daarom een mogelijke verbetering voor het onderzoek zou kunnen zijn, is het aantal participanten vergroten. Op dit moment was er alleen de mogelijkheid om met twee klassen te werken. Hiervan waren ook nog een aantal leerlingen ziek tijdens een toets moment, waardoor zij niet mee konden worden genomen in de resultaten. Door het aantal participanten te vergroten kunnen betrouwbaardere gemiddelden worden berekend, omdat er beter gecorrigeerd kan worden voor uitschieters naar boven of beneden. Dit houdt echter in dat het onderzoek waarschijnlijk op verschillende scholen zou moeten plaatsvinden, wat ook de invloed van verschillende docenten met zich mee brengt. Dit is dan dus een extra factor waar rekening mee gehouden dient te worden.

Aan het onderzoek hebben zowel jongens als meisjes deelgenomen. Het zou interessant kunnen zijn om hier in het onderzoek een onderscheid tussen te maken. De ontwikkeling van een meisjesbrein verloopt namelijk anders dan de ontwikkeling van een jongensbrein. Zeker op deze leeftijd, wanneer het brein volop in ontwikkeling is, zou het kunnen dat hierdoor verschillen ontstaan in de resultaten. Er kan hierbij worden gekeken naar de score van meisjes tegenover de score van jongens en of er eventueel verschil in voorkeur is voor een bepaalde lesmethode.

Vanwege de tijdsplanning en het feit dat beide klassen dezelfde eindtoets kregen en daarbij op hetzelfde eindniveau uit moesten komen, is er geen aandacht besteed aan het zelf maken van concept maps. Bij een vervolgonderzoek zou de focus meer kunnen verplaatsen naar deze concept maps. Het is een mogelijkheid dat de diepleeractiviteiten juist pas plaatsvinden wanneer leerlingen actief met de concept maps aan de slag gaan, terwijl ze nu alleen ter illustratie bij de uitleg werden gebruikt. Dit kost echter meer tijd dan klassikale uitleg en vergt een ander soort voorbereiding en planning vanuit de docent. Hier hangt ook het risico aan vast dat deze manier van lesgeven negatief wordt ontvangen door de leerlingen, waardoor zij een achterstand krijgen ten opzichte van de controleklas. Omdat deze methode zoveel verschilt van de reguliere lesmethode is besloten om voor dit onderzoek dit risico niet te nemen. Wanneer men dit vervolgonderzoek zou willen doen moet het risico echter wel genomen worden. Het maken van heldere afspraken hierover met leerlingen en eventueel sectie- en teamleiders is dan van belang, zodat er eventueel gecorrigeerd kan worden in de cijfers wanneer blijkt dat de gebruikte methode in het nadeel van de leerlingen heeft gewerkt.

Reflectie leerproces

Het is gebleken dat het doen van onderzoek in het onderwijs duidelijk verschilt van een afstudeeronderzoek binnen een onderzoeksgroep van de faculteit Scheikundige Technologie. De resultaten komen niet voor uit experimenten en apparaten, maar uit leerlingen. Het is in dit verslag al regelmatig genoemd, maar elke leerling is anders en er zijn veel factoren die invloed hebben op het presteren van de participanten. Omdat wij vanuit de bacheloropleiding en de Master Chemical Engineering gewend zijn om met exacte data te werken, waarop duidelijke conclusies kunnen worden gebaseerd, was het in eerste instantie moeilijk om de resultaten van dit onderzoek te verwerken. Echter was het ook leerzaam om deze onderzoeksopdracht in het onderwijs uit te voeren. Onderzoeksvaardigheden werden op een andere manier benut, waardoor we ons wat betreft deze vaardigheden in het algemeen breder ontwikkeld hebben. Het doel van OvO is dat het onderzoekend vermogen vergroot wordt bij leraren in opleiding. Zoals hierboven beschreven is dit doel bij ons tot uiting gekomen in dit onderzoek.

Omdat wij voor dit project zelf de concept maps ontworpen hebben en de lessen op een andere manier hebben ingevuld dan regulier, is er ook sprake van een ontwikkeling binnen het ontwerpen van onderwijs. Dit past ook binnen de visie van het ESoE, dat zij docenten willen afleveren die onder andere onderwijs ontwerpen dat rijk is aan contexten. Ondanks dat er geen eenduidige conclusie kon worden getrokken, zijn er wel aspecten uit dit onderzoek dat wij mee zullen nemen in onze manier van lesgeven. We hebben ontdekt dat het gebruik van concept maps een goede manier is om misconcepten bij leerlingen te testen. Dit zullen wij dus ook zeker toe blijven passen in de lessen. De methodes die wij in dit onderzoek gebruikt hebben bieden ons een basis voor het ontwerpen van lessen om onszelf de komende jaren als docent te blijven ontwikkelen.

Literatuur

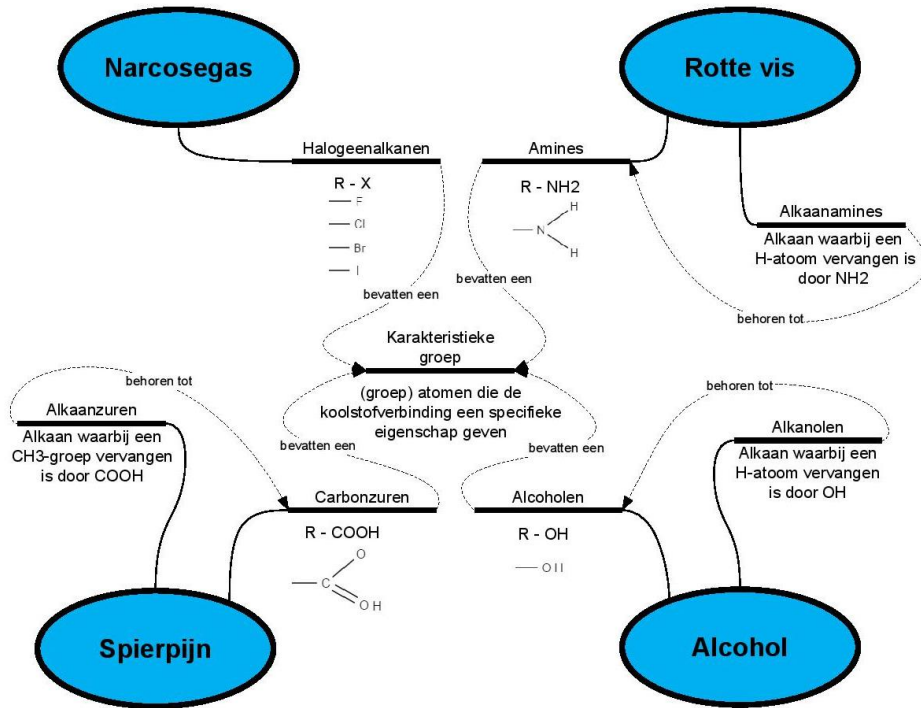
- Bruning, L., & Michels, B. (2013). Concept- contextvenster. *Zicht Op de Wisselwerking Tussen Conceptenen Contexten in Het Bèta-Onderwijs*, 1–62.
- Chin C., Brown D. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of Research in Science Teaching*, 109-138
- Driessen, H. P. ., & Meinema, H. A. (2003). Commissie Vernieuwing Scheikunde Havo en Vwo: Chemie tussen context en concept Ontwerpen voor vernieuwing, 52.
- Gilbert, J. K. (2006). On the nature of “context” in chemical education. *International Journal of Science Educaion*, 28(9), 957–976.
- Gilbert, J.K., Bulte, A.M.W., Pilot, P. (2011). Concept development and transfer in context-based science education. *International Journal of Science Education*, 33(6), 817-837.
- King, D., Bellocchi, A., & Ritchie, S. M. (2008). Making connections: Learning and teaching chemistry in context. *Research in Science Education*, 38(3), 365–384.
<https://doi.org/10.1007/s11165-007-9070-9>
- Marée, T. (2013). *Scripted collaborative enriched skeleton concept mapping to foster meaningful learning*.
- Novak, J. (2002). Meaningful learning: The essential factor for conceptual change in limited or inappropriate propositional hierarchies leading to empowerment of learners. *Learning*, 548-571.
- Novak, J. (2010). Learning, creating and using knowledge: Concept maps as facilitative tools in school and corporation. *Journal of E-Learning and Knowledge Society*, 6(3), 21–30.
- O'Donnell A., Dansereau D., Hall R. (2002). Knowledge maps as scaffolds for cognitive processing. *Educational Psychology Review*, 71-86.
- Overbeek, M. (2014). Enriched skeleton concept mapping met scripts bevordert betekenisvol leren.

- SLO. (n.d.). Ontwerpprincipes. Retrieved from <http://durftecombineren.slo.nl/Inleiding/00001/Ontwerpprincipes.doc/>
- SLO. (2016, December 14). *De Nieuwe Scheikunde*. Retrieved from <http://nieuwescheikunde.nl>
- SLO. (2017). Poster Ontwerpcyclus. Retrieved June 21, 2017, from <http://downloads.slo.nl/Documenten/Poster-A3-OenO-v2.pdf>
- Strautmane, M. (2012). Concept map-based knowledge assessment tasks and their scoring criteria: An overview. *Conference on Concept Mapping*. Valetta.
- Thijs, A., Fisser, P., & Hoeven, M. van der. (2014). 21E Eeuwse Vaardigheden in Het Curriculum Van Het Funderend Onderwijs.

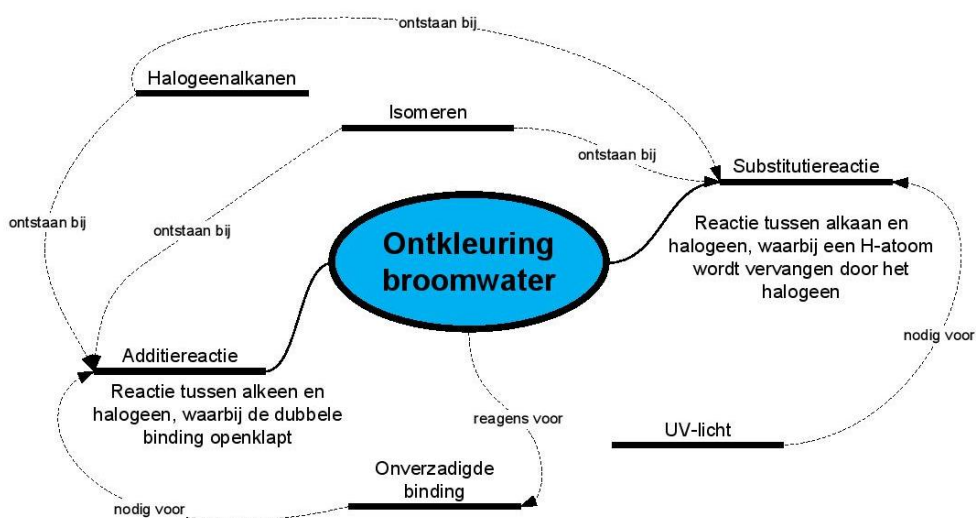
Bijlagen

Bijlage A : Ontwikkelde concept maps

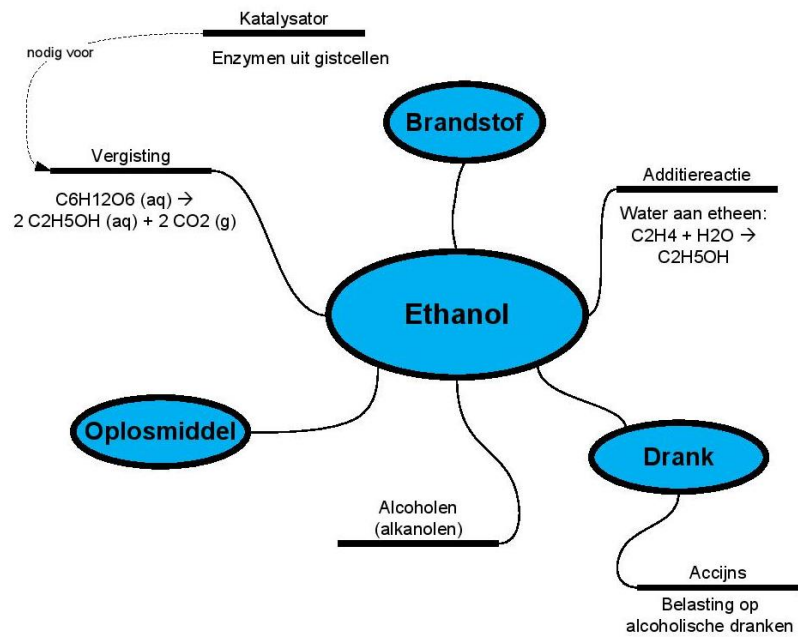
§7.3 Koolstofverbindingen met een karakteristieke groep



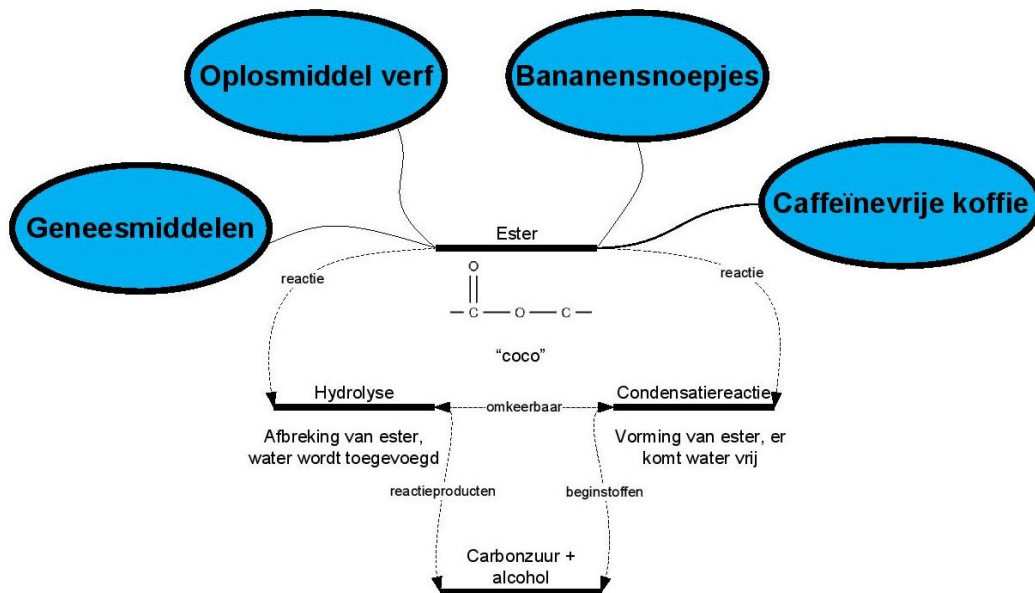
§7.4 Substitutie- en additiereacties



§7.5 Ethanol



§7.6 Esters



Bijlage B: OnderzoektoetsenVoorkennistoets

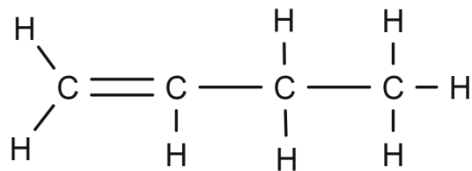
Wat zijn koolwaterstoffen?

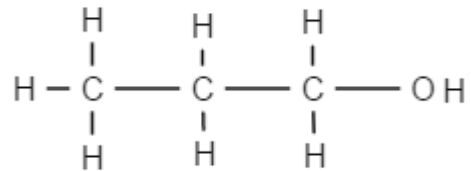
Wat is de algemene formule van een alkaan? En die van een alkeen?

Waarom lost een alcohol goed op in water?

Noem 3 voorbeelden van een karakteristieke groep.

Geef de naam van de volgende moleculen.





Teken de volgende moleculen.

hexaan

cyclobutaan

Voorkennistoets - Antwoorden

Wat zijn koolwaterstoffen?

1pt. *Stoffen die alleen maar uit koolstof en waterstof bestaan.*

Wat is de algemene formule van een alkaan? En die van een alkeen?

2pt. *alkaan: C_nH_{2n+2} (1pt.)*

alkeen: C_nH_{2n} (1pt.)

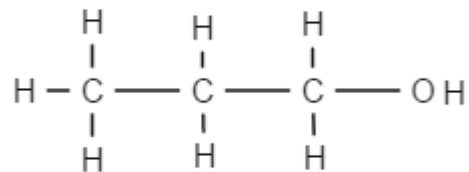
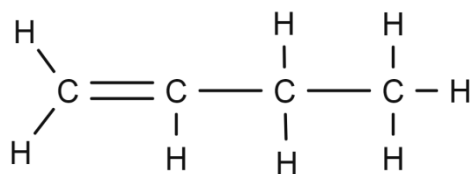
Waarom lost een alcohol goed op in water?

1pt. *Alcohol heeft een OH-groep die waterstofbruggen kan vormen met water*

Noem 3 voorbeelden van een karakteristieke groep.

2pt. *-OH, -NH₂, -X, -COOH (-1pt. per fout)*

Geef de naam van de volgende moleculen.



2pt. *but*

-1-een 2pt.

propaan-1-ol

but

(1pt.), 1-een (1pt.) propaan (1pt.), 1-ol (1pt.)

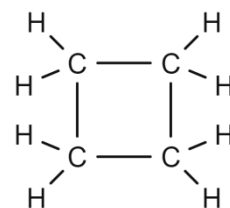
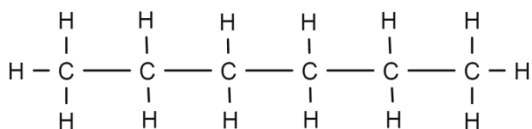
Teken de volgende moleculen.

hexaan

cyclobutaan

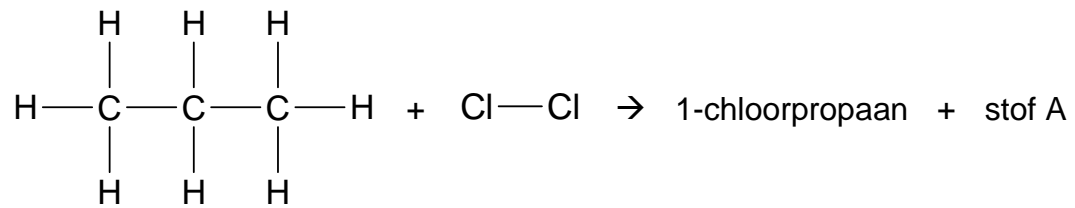
1

pt. 2pt. cyclo (1pt.), butaan (1pt.)



Onderzoekstoets 1

Bij een experiment met propaan en chloorgas verloopt de volgende reactie:



Geef de structuurformule van 1-chloorpropaan

Geef de molecuulformule van stof A

Naast 1-chloorpropaan kan er ook 2-chloorpropaan ontstaan tijdens de reactie. Deze twee stoffen hebben dezelfde molecuulformule, maar een andere structuurformule.

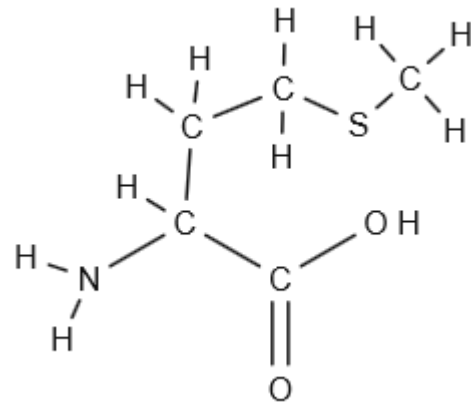
Hoe noemen we een stof die dezelfde molecuulformule heeft, maar een andere structuurformule?

Leg uit in welke verhouding 1-chloorpropaan en 2-chloorpropaan zullen ontstaan bij deze reactie.

Is bovenstaande reactie een substitutie- of additiereactie? Geef 2 chemische argumenten om je keuze te ondersteunen.

Methionine - CONTROLEKLAS -

Hier zie je de structuurformule van methionine, dat in je lichaam gebruikt kan worden bij de eiwitsynthese. Je kunt dit stofje echter niet zelf aanmaken, dus je zult het via voeding binnen moeten krijgen. Gelukkig komt methionine in veel levensmiddelen voor, waaronder vis, vlees en groente.



Leg op de volgende pagina in maximaal 15 zinnen uit wat methionine voor een soort stof is. Denk hierbij aan alles wat je in de afgelopen lessen hebt geleerd. Je mag hiervoor de concepten gebruiken die hieronder staan, maar let op: niet alle concepten zijn van toepassing op methionine. Probeer dus alle concepten die wel van toepassing zijn te verwerken in je verhaal. Beschrijf ook kort welke relaties je gekozen concepten met betrekking tot elkaar hebben.

Concepten

additiereactie

alcohol

alkaan

alkaanamine

alkaanzuur

alkeen

amine

carbonzuur

halogeenalkaan

onvertakt

onverzadigd

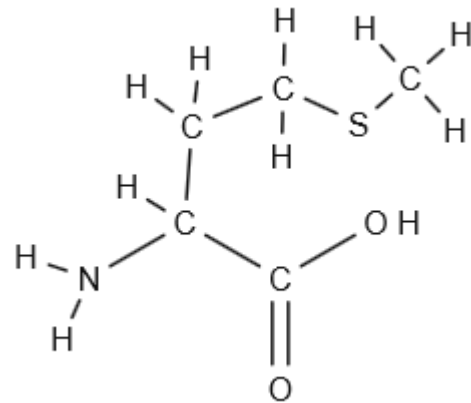
substitutiereactie

vertakt

verzadigd

Methionine - TESTKLAS -

Hier zie je de structuurformule van methionine, dat in je lichaam gebruikt kan worden bij de eiwitsynthese. Je kunt dit stofje echter niet zelf aanmaken, dus je zult het via voeding binnen moeten krijgen. Gelukkig komt methionine in veel levensmiddelen voor, waaronder vis, vlees en groente.



Maak op de bijlage een concept map, zoals we deze in de les ook gemaakt hebben. Je mag onderstaande concepten gebruiken, maar let op: niet alle concepten zijn van toepassing op methionine. Probeer dus alle concepten die wel van toepassing zijn te verwerken in de concept map. Teken pijltjes tussen de verschillende concepten die een verband met elkaar hebben, en schrijf er kort bij waarom je dit pijltje tekent.

Concepten

additiereactie

alcohol

alkaan

alkaanamine

alkaanzuur

alkeen

amine

carbonzuur

halogeenalkaan

onvertakt

onverzadigd

substitutiereactie

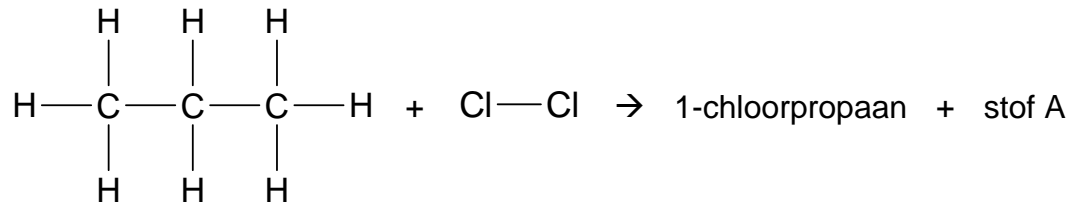
vertakt

verzadigd

Methionine

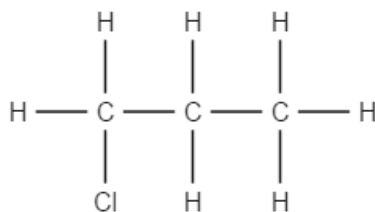
Onderzoekstoets 1 - Antwoorden

Bij een experiment met propaan en chloorgas verloopt de volgende reactie:



Geef de structuurformule van 1-chloorpropaan

2pt.



propaan (1pt.)
1-chloor (1pt.)

Geef de molecuulformule van stof A

1pt. *HCl*

Naast 1-chloorpropaan kan er ook 2-chloorpropaan ontstaan tijdens de reactie. Deze twee stoffen hebben dezelfde molecuulformule, maar een andere structuurformule.

Hoe noemen we een stof die dezelfde molecuulformule heeft, maar een andere structuurformule?

1pt. *Isomeren*

Leg uit in welke verhouding 1-chloorpropaan en 2-chloorpropaan zullen ontstaan bij deze reactie.

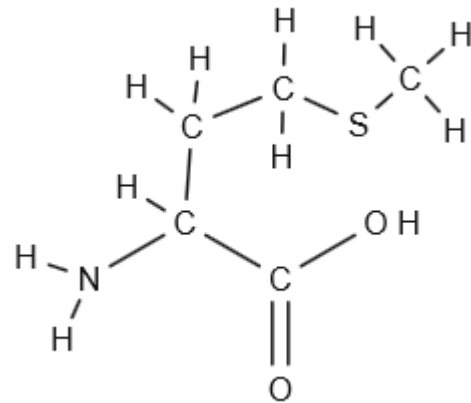
2pt. *6 mogelijkheden voor 1-chloorpropaan, 2 mogelijkheden voor 2-chloorpropaan, dus 6:2 (1pt.)*
= 3:1 (1pt.)

Is bovenstaande reactie een substitutie- of additiereactie? Geef 2 chemische argumenten om je keuze te ondersteunen.

2pt. *Het is een substitutiereactie want:*
er wordt een atoom vervangen
er zijn 2 beginstoffen en 2 eindproducten
er is geen C=C binding aanwezig in de beginstof (1pt. per juist argument)

Methionine

Hier zie je de structuurformule van methionine, dat in je lichaam gebruikt kan worden bij de eiwitsynthese. Je kunt dit stofje echter niet zelf aanmaken, dus je zult het via voeding binnen moeten krijgen. Gelukkig komt methionine in veel levensmiddelen voor, waaronder vis, vlees en groente.



Leg op de volgende pagina in maximaal 15 zinnen uit wat methionine voor een soort stof is. Denk hierbij aan alles wat je in de afgelopen lessen hebt geleerd. Je mag hiervoor de concepten gebruiken die hieronder staan, maar let op: niet alle concepten zijn van toepassing op methionine. Probeer dus alle concepten die wel van toepassing zijn te verwerken in je verhaal. Beschrijf ook kort welke relaties je gekozen concepten met betrekking tot elkaar hebben.

Concepten

7pt. 1pt. per juist concept

additiereactie

alcohol

0,5pt. bonus per juist verband

alkaan

alkaanamine

alkaanzuur

alkeen

amine

carbonzuur

halogeenalkaan

onvertakt

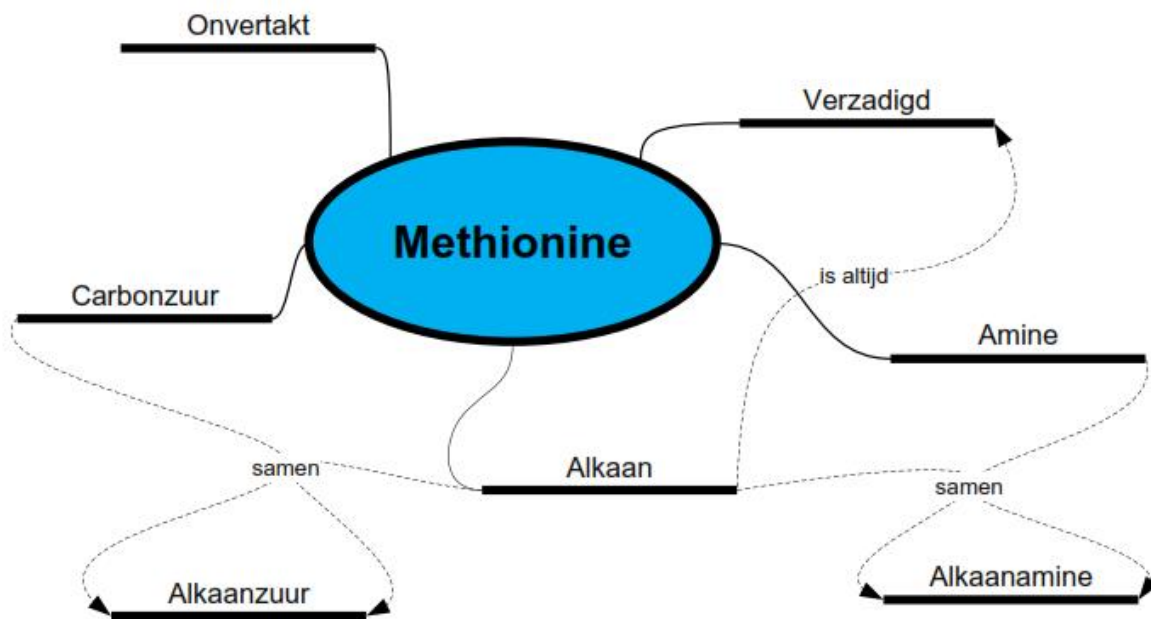
onverzadigd

substitutioreactie

vertakt

verzadigd

Voorbeeld van een concept map. Als leerlingen andere verbanden hebben gelegd en hier een goede argumentatie voor geven, ook bonuspunten toekennen.



Onderzoektstoets 2

Cfk's zijn chloorfluorkoolwaterstoffen. Ze werden vroeger gebruikt als drijfmiddel in spuitbussen. In oude koelkasten werden cfk's gebruikt als koelgas. Tegenwoordig mag dat niet meer, omdat cfk's de ozonlaag in de atmosfeer afbreken. Een voorbeeld van een cfk is $C_2F_2Cl_4$. Er bestaan twee isomeren met de molecuulformule $C_2F_2Cl_4$.

Geef de structuurformules en namen van deze twee isomeren.

Een ander voorbeeld van een cfk is CF_2Cl_2 . De grondstof waaruit deze stof wordt gemaakt is methaan, CH_4 . De bereiding van de cfk verloopt in twee stappen:

Stap I

Methaan reageert met chloor, waarbij tetrachloormethaan en waterstofchloride worden gevormd.

Stap II

Tetrachloormethaan reageert met waterstoffluoride. Bij deze reactie ontstaan CF_2Cl_2 en waterstofchloride.

Geef de reactievergelijking (in structuurformules) van stap I.

Geef 2 chemische redenen waarom de reactie in stap I *geen* additiereactie is.

Geef de reactievergelijking (in structuurformules) van stap II.

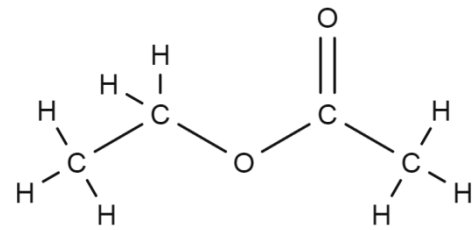
Als een fles wijn een tijdje openstaat, is de ethanol omgezet in azijnzuur (ethaanzuur). Deze omzetting vindt plaats doordat de wijn met zuurstof uit de lucht reageert in de aanwezigheid van azijnzuurbacteriën. Behalve azijnzuur ontstaat nog een ander reactieproduct.

Geef de vergelijking van deze reactie in molecuulformules.

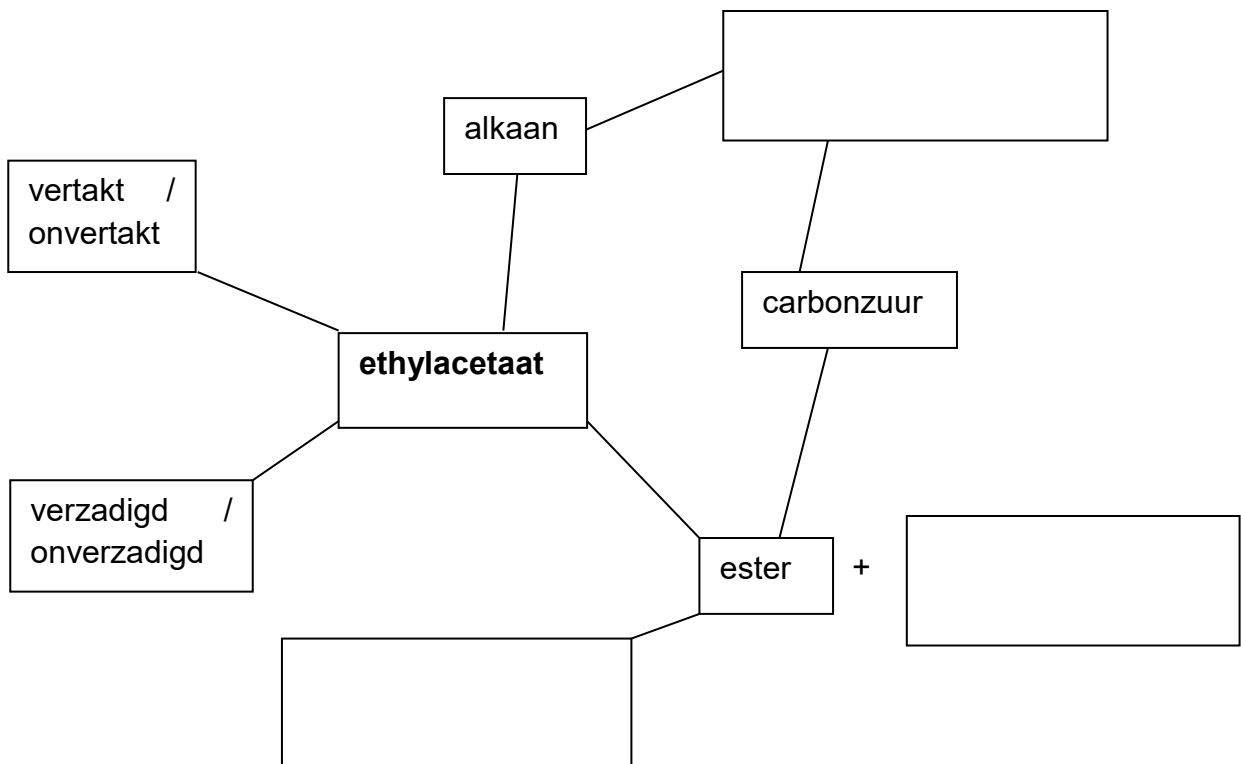
Alcohol is een hydrofiele vloeistof. Leg op basis van de structuurformule uit waarom alcohol hydrofiel is.

Concept map

Hiernaast zie je de structuurformule van ethylethacetaat, wat onder andere wordt gebruikt in oplosmiddel voor lijm en in nagellakremover. Op basis van deze structuurformule kun je een concept map maken, waar verschillende concepten (begrippen) en verbanden in weergegeven zijn.



1. Vul de lege vakken in de concept map in. Denk hierbij aan de concepten die het tijdens dit hoofdstuk hebt geleerd.
2. In de twee vakken waar twee concepten gegeven zijn, streep je het concept door dat **niet** van toepassing is op dit molecuul.
3. Het concept *alkaan* kan nog aan één ander concept gekoppeld worden. Teken een pijl tussen *alkaan* en dit concept en schrijf er kort bij waarom je dit verband hebt gekozen.

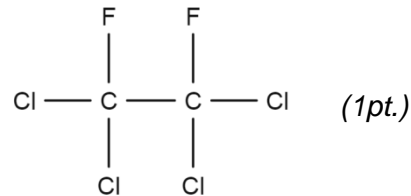
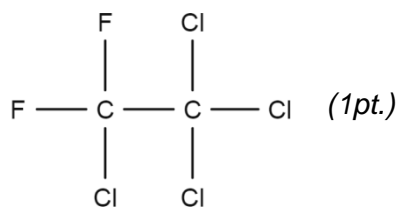


Onderzoektstoets 2 - Antwoorden

Cfk's zijn chloorfluorkoolwaterstoffen. Ze werden vroeger gebruikt als drijfmiddel in spuitbussen. In oude koelkasten werden cfk's gebruikt als koelgas. Tegenwoordig mag dat niet meer, omdat cfk's de ozonlaag in de atmosfeer afbreken. Een voorbeeld van een cfk is $C_2F_2Cl_4$. Er bestaan twee isomeren met de molecuulformule $C_2F_2Cl_4$.

Geef de structuurformules en namen van deze twee isomeren.

4pt.



1,2,2,2-tetrachloor-1,1-difluorethaan (1pt.) 1,1,2,2-tetrachloor-1,2-difluorethaan (1pt.)

Een ander voorbeeld van een cfk is CF_2Cl_2 . De grondstof waaruit deze stof wordt gemaakt is methaan, CH_4 . De bereiding van de cfk verloopt in twee stappen:

Stap I

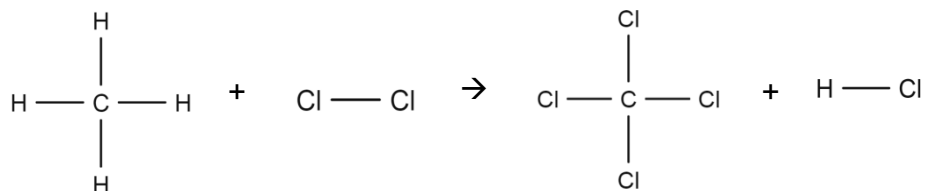
Methaan reageert met chloor, waarbij tetrachloormethaan en waterstofchloride worden gevormd.

Stap II

Tetrachloormethaan reageert met waterstoffluoride. Bij deze reactie ontstaan CF_2Cl_2 en waterstofchloride.

Geef de reactievergelijking (in structuurformules) van stap I.

2pt.



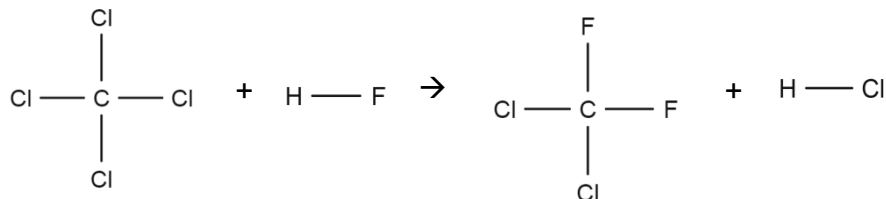
Geef 2 chemische redenen waarom de reactie in stap I geen additiereactie is.

2pt. Er is geen $C=C$ binding aanwezig in de beginstof. (1pt.)

Er zijn 2 beginstoffen en 2 reactieproducten. (1pt.)

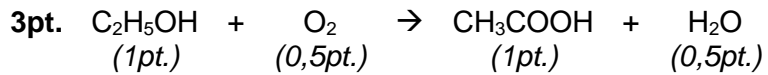
Geef de reactievergelijking (in structuurformules) van stap II.

2pt.



Als een fles wijn een tijdje openstaat, is de ethanol omgezet in azijnzuur (ethaanzuur). Deze omzetting vindt plaats doordat de wijn met zuurstof uit de lucht reageert in de aanwezigheid van azijnzuurbacteriën. Behalve azijnzuur ontstaat nog een ander reactieproduct.

Geef de vergelijking van deze reactie in molecuulformules.

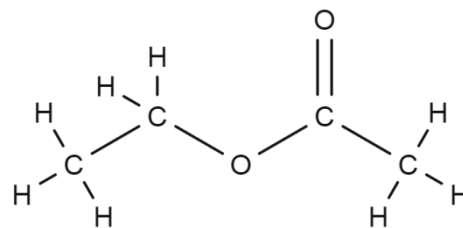


Alcohol is een hydrofiele vloeistof. Leg op basis van de structuurformule uit waarom alcohol hydrofiel is.

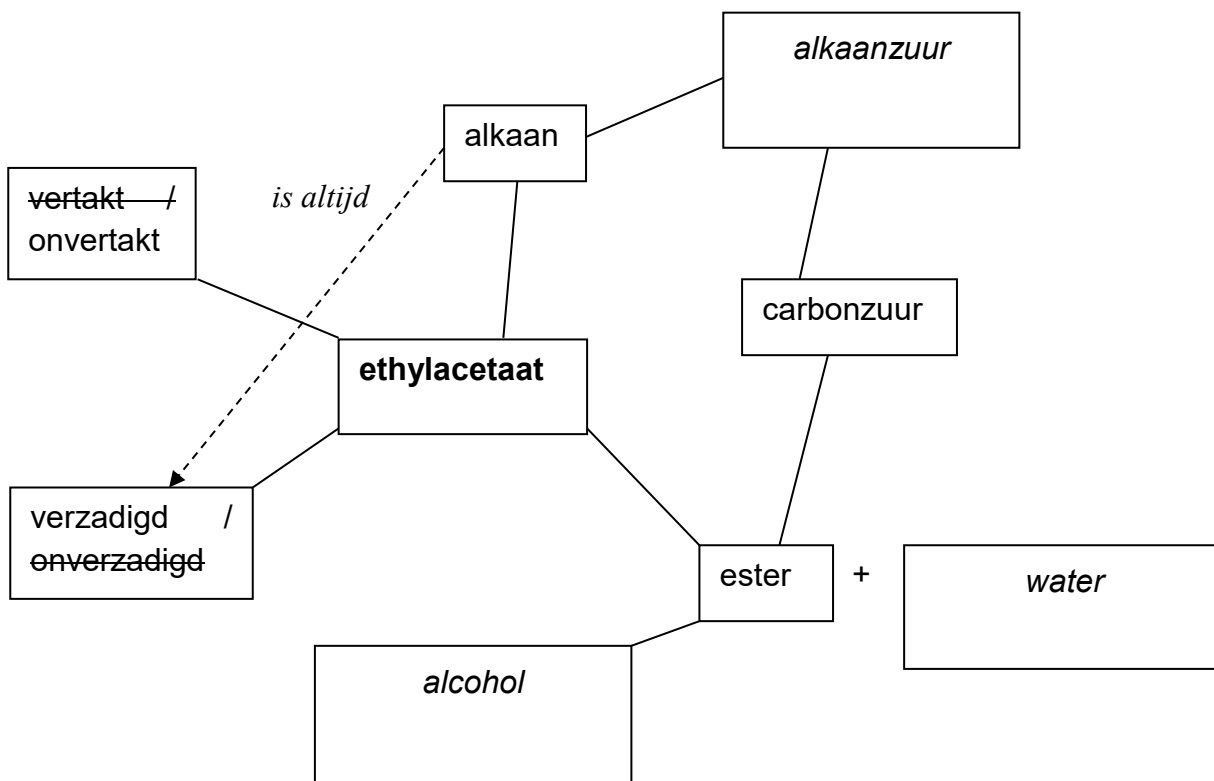
2pt. *Alcohol heeft een -OH groep (1pt.)
die waterstofbruggen kan vormen met water. (1pt.)*

Concept map

Hiernaast zie je de structuurformule van ethylethacetaat, wat onder andere wordt gebruikt in oplosmiddel voor lijm en in nagellakremover. Op basis van deze structuurformule kun je een concept map maken, waar verschillende concepten (begrippen) en verbanden in weergegeven zijn.



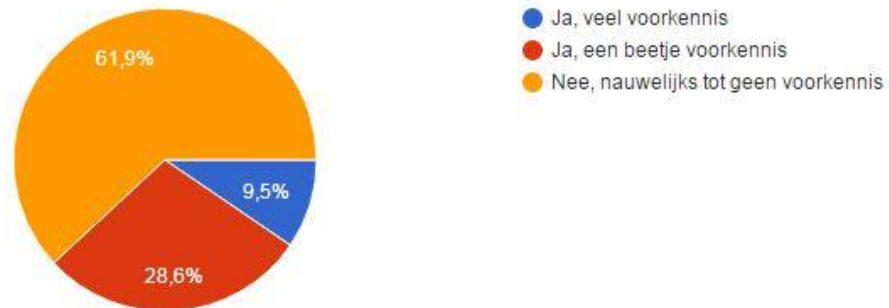
1. Vul de lege vakken in de concept map in. Denk hierbij aan de concepten die het tijdens dit hoofdstuk hebt geleerd.
2. In de twee vakken waar twee concepten gegeven zijn, streep je het concept door dat **niet** van toepassing is op dit molecuul.
3. Het concept *alkaan* kan nog aan één ander concept gekoppeld worden. Teken een pijl tussen *alkaan* en dit concept en schrijf er kort bij waarom je dit verband hebt gekozen.



Bijlage c: Uitslag enquête

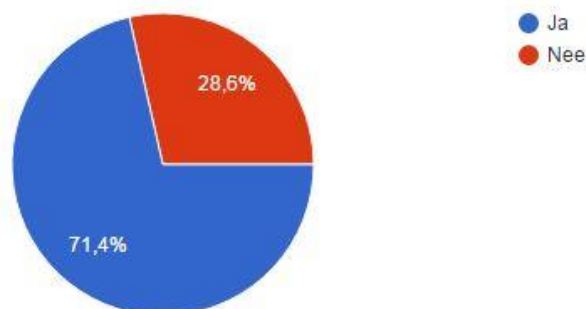
Had je voor aanvang van het hoofdstuk al voorkennis over koolstofchemie?

21 reacties



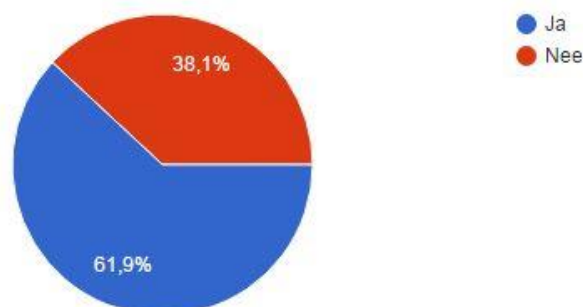
Wordt het door middel van het gebruik van een concept map duidelijker welke onderwerpen je moet leren?

21 reacties



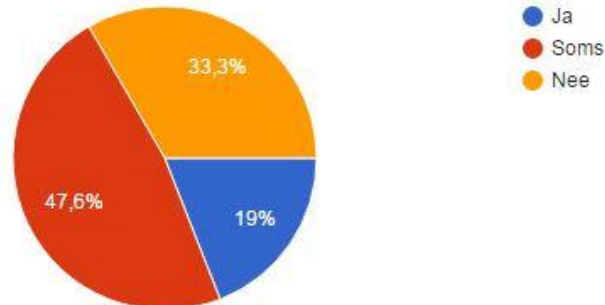
Worden de onderlinge verbanden tussen onderwerpen duidelijker door het gebruik van concept maps?

21 reacties



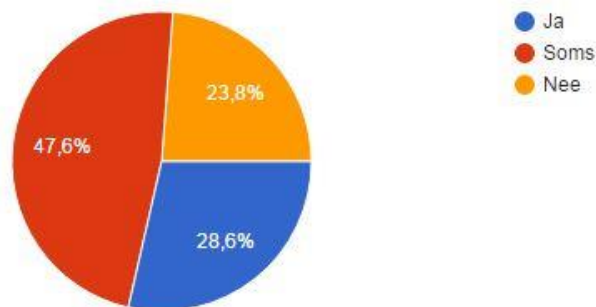
Heb je het idee dat je actiever meedoet in de les bij deze manier van lesgeven?

21 reacties



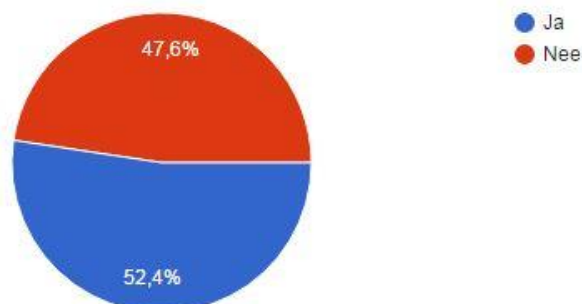
In de meeste lesboeken wordt eerst de theorie behandeld en vervolgens voorbeelden genoemd. Vind je scheikunde interessanter als we eerst de toepassing behandelen en daarna pas de theorie bij deze toepassing?

21 reacties



Zou je concept maps ook bij andere vakken willen gebruiken? Bijvoorbeeld als samenvatting van de leerstof?

21 reacties



Welke manier van onderwijs vind je het fijnst?

21 reacties

