

## MASTER

### Voorkennis bepalen door middel van Socrative en concept maps

van den Broek, P.J.E.J.; Marsman, J.L.

*Award date:*  
2016

[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.

# Voorkennis bepalen door middel van Socrative en concept maps

*Onderzoeksverslag Diep Leren*



Paul van den Broek  
0651238  
Natuurkunde  
Master SEC

Jolien Marsman  
0983944  
Natuurkunde  
Master SEC

Begeleider ESoE: Maaike Koopman  
Vakcode: EME41  
Omvang: 10 ECTS

Samenvatting.....	III
1.Inleiding.....	1
2.Theoretische inbedding.....	2
3.Onderzoeksvragen.....	6
4.Methode.....	8
4.1Doelgroep.....	8
4.2Procedure.....	8
4.3Instrumenten.....	9
4.4Analyse.....	10
5.Resultaten.....	12
5.1Ervaring docenten.....	12
5.2Leerling-enquête.....	12
5.3Socrative test.....	13
5.4Concept map.....	14
6.Conclusie en discussie.....	16
Referenties.....	20
Bijlage A - Socrative test.....	i
Bijlage B – Opdracht concept map.....	iv
Bijlage C – Leerling-enquête.....	vi
Bijlage D – Expert concept map.....	viii
Bijlage E – Criteria Socrative test.....	ix
Bijlage F – Criteria Concept map.....	x
Bijlage G – Resultaten Socrative test.....	xi
Bijlage H – Resultaten Concept map.....	xii
Bijlage I – Korte reflectie.....	xiii

## Samenvatting

Een belangrijke eigenschap in de handswijze van de docent om diep leren te bewerkstelligen is dat de docent kan voortbouwen op de voorkennis van de leerlingen. Om aansluiting te vinden bij de voorkennis moet de docent op de hoogte zijn van de voorkennis van de leerlingen. In dit onderzoek vergelijken we twee methodes om voorkennis te bepalen. We onderzoeken hoe een quiz met behulp van het programma Socratic zich verhoudt tot het maken van een concept map als middel van het bepalen van de voorkennis van leerlingen uit klas drie van het vwo over het begrip energie. De leerlingen zijn opgesplitst in twee groepen waarbij de methodes beurtelings worden aangeboden. Het onderzoek wees uit dat de leerlingen bij het maken van een concept map enige mate van sturing nodig hebben. Bovendien was er een activerende werking waarneembaar door het maken van de Socratic test.

# 1. Inleiding

In het onderwijs is het belangrijk dat leerlingen onderwerpen en concepten echt gaan begrijpen. Vooral bij het vak natuurkunde is het belangrijk dat de leerlingen concepten en methodes kunnen hanteren als middel om verschijnselen in de natuur en techniek te kunnen verklaren, te begrijpen en te voorspellen (Weert, Pieters en Eijkelhof, 2006). Als docent is het van belang om ervoor te zorgen dat het onderwijs precies aansluit op de behoeften van de leerlingen. De ontwikkeling van conceptuele kennis is namelijk sterk afhankelijk van de aansluiting tussen van nieuwe kennis en de voorkennis van de leerling (Roth, 1990). Wanneer deze aansluiting ontbreekt, zal het leren worden beperkt tot het uit het hoofd leren van feiten (Roth, 1990). Wanneer het onderwijs daarentegen te makkelijk is, zullen leerlingen zich gaan vervelen. Als de docent precies op het grensvlak zit, krijgen leerlingen de mogelijkheid om zelf verbanden te gaan zien en inzicht te krijgen in concepten. Kortom, ze kunnen diep gaan leren (Biggs, 1987). Het is dus essentieel dat de docent weet welke kennis de leerlingen hebben en dat hierop zo veel mogelijk wordt ingespeeld. Het bepalen van de voorkennis van de leerlingen is echter niet gemakkelijk. Vooral het testen van conceptuele kennis is lastig omdat het hierbij gaat om de relaties tussen begrippen (Krathwohl, 2002).

Op dit moment wordt er op scholen steeds meer gebruik gemaakt van smartphones en andere mobiele apparaten. Deze kunnen op een efficiënte manier worden ingezet om testen af te nemen. Voorbeelden van programma's die hiervoor gebruikt kunnen worden zijn Socrative (Méndez & Slisko, 2013) en Kahoot! (Dellos, 2015). Middels deze methodes kan op een snelle en arbeidsextensieve manier data worden verzameld over de kennis van leerlingen. Daarnaast kan een test gemakkelijk bewaard en verspreid worden waardoor deze meerdere jaren en door elke vakdocent ingezet kan worden. Deze programma's bieden daarom ook veel mogelijkheden in het bepalen van de voorkennis van de leerlingen. Het voornaamste verschil tussen Kahoot! en Socrative is dat bij Kahoot! enkel gebruik kan worden gemaakt van meerkeuzevragen en dat hier een wedstrijdelement is toegevoegd. Socrative biedt meer mogelijkheden in de vraagstelling en legt de leerlingen geen tijdsdruk op doordat het wedstrijdelement ontbreekt. We hebben daarom gekozen om het programma Socrative te onderzoeken als middel om de voorkennis te bepalen.

Nu is alleen de vraag hoe effectief Socrative is om conceptuele voorkennis op een snelle en arbeidsextensieve manier te toetsen. Om hier meer inzicht in te verkrijgen zullen we deze methode in dit onderzoek gaan vergelijken met een andere beproefde methode: het maken van een concept map.

Een concept map is een diagram die relaties tussen verschillende begrippen weergeeft. Het bestaat uit begrippen die zijn verbonden met pijlen. De pijlen beschrijven de relaties tussen de verschillende begrippen (Novak & Gowin, 1984). Het maken van een concept map bevordert diep leren omdat in een concept map nieuwe concepten worden gerelateerd aan eerder opgedane kennis (Akinsanya & Williams, 2004; Chang & Chang, 2008). Doordat in concept maps naast de begripkennis ook de relaties naar voren komen is het een goede manier om voorkennis te bepalen van conceptuele kennis (Gurlitt & Renkl, 2008).

In dit onderzoek zullen de concept map en Socrative test met elkaar vergeleken, als middel om de voorkennis van leerlingen te bepalen. Hiertoe zullen we beide methodes aanbieden aan leerlingen om voorkennis te bepalen over het onderwerp energie in de derde klas van het vwo. De onderzoeksvraag die we met dit onderzoek beantwoorden is de volgende: Hoe verhoudt Socrative zich tot het maken van een concept map als middel van het bepalen van de voorkennis van leerlingen uit klas drie van het vwo over het begrip energie?

## 2. Theoretische inbedding

In dit hoofdstuk zullen we ingaan op wat er in de literatuur is beschreven over de verschillende manieren om voorkennis te bepalen. Eerst zullen we ingaan op het verband tussen diep leren en het bepalen van voorkennis. Vervolgens zullen we uitgebreid ingaan op het belang van het activeren van voorkennis. Daarna zullen we manieren om voorkennis te activeren beschrijven waarbij we in het bijzonder ingaan op het gebruik van concept maps en een Socrative test.

### Diep leren

Sommige leerlingen zijn succesvoller dan andere. Dit kan worden veroorzaakt door het verschil in de manier waarop leerlingen leren (Chin & Brown, 2000). De manier van de leren is gerelateerd aan de leeraanpak van de leerling. In de literatuur wordt er onderscheid gemaakt tussen twee leeraanpakken: oppervlakkig leren en diep leren (Biggs, 1987; Marton, 1983). Diep leren wordt in verband gebracht met intrinsieke motivatie. Bij diep leren zijn scholieren gefocust op het begrijpen van de stof en op het leggen van connecties met hun voorkennis. Daarentegen wordt oppervlakkig leren in verband gebracht met extrinsieke motivaties. Leerlingen die oppervlakkig leren zijn vooral bezig met feitenkennis en deze feiten reproduceren. Ze leggen hierbij nauwelijks het verband met eerder opgedane kennis.

Om diep leren bij leerlingen te bewerkstelligen ligt er een grote taak bij de docent. Biggs en Tang (2011) hebben onderzoek gedaan naar welke handelingen van de docent het diep leren bij leerlingen kunnen bevorderen. Zij noemen verschillende kenmerken die diep leren kunnen bevorderen zoals het expliciet aangeven van de structuur van het onderwerp, het stimuleren van interactie met de leerlingen, het voortbouwen op de voorkennis van de student, leerlingen confronteren met misconcepten, toetsen gebruiken die gericht zijn op structuur, het creëren van een positieve sfeer waarin fouten gemaakt mogen worden en het focussen op verdiepen in plaats van verbreden.

Om diep leren te bevorderen is het dus belangrijk dat de docent zorgt voor aansluiting met de voorkennis en deze voorkennis activeert bij de leerling.

### Het belang van voorkennis activeren

Voor het activeren van voorkennis zijn veel verschillende definities. Zo hebben Jonassen en Grabowski (1993) voorkennis gedefinieerd als “de kennis, vaardigheden of bekwaamheid die een student brengt naar het leerproces”. Andere definities gebruiken termen als: “current knowledge” en “preknowledge”. Wij gebruiken in dit onderzoek een vergelijkbare definitie als is gebruikt in het artikel van Dochy, Segers & Buehl (1999). We definiëren voorkennis als de actuele kennis van een persoon die aanwezig is voor een bepaalde leertaak.

Voorkennis is een van de belangrijkste voorwaarden voor het geven van goed onderwijs (Ausubel, Novak & Hanesian, 1968; Weinert & Helmke 1998; Gurlitt & Renkl, 2008). Al in 1960 beschreef Ausubel dat er alleen sprake kan zijn van effectief leren wanneer de lerende over relevante context beschikt, en dat de nieuwe informatie kan worden geïntegreerd met bestaande kennis. Ook in de assimilatie theorie van Ausubel et al. (1968) heeft voorkennis een belangrijke plek. Onder assimilatie wordt in deze theorie de verankering van nieuwe kennis aan aanwezige relevante kennis verstaan. Hij beschrijft dat voor betekenisvol leren drie componenten belangrijk zijn: de voorkennis van de lerende, betekenisvol materiaal en het vermogen van de lerende om de voorkennis te integreren in de bestaande kennis.

Het onderzoek van Schneider, Körkel en Weinert (1989) geeft aan dat het beschikken over de juiste voorkennis kan compenseren voor weinig aanleg, terwijl veel aanleg niet kan compenseren voor weinig voorkennis. In hun onderzoek lieten ze leerlingen een tekst bestuderen. Een deel van leerlingen had wel voorkennis over het onderwerp van de tekst, een andere groep had geen kennis over het onderwerp. De leerlingen met voorkennis leerde, bij het bestuderen van de tekst, veel gemakkelijker dan de leerlingen zonder voorkennis. In dit onderzoek bleek dat er bij de leerlingen met veel

voorkennis geen verschil tussen de intelligente en minder intelligente leerlingen ontstonden in leerprestaties, maar ook bij de leerlingen met weinig voorkennis trad dit verschil tussen intelligente en minder intelligente leerlingen niet op. Dit geeft aan dat de correlatie tussen hoeveelheid voorkennis en leerprestaties blijft bestaan na het onderscheid maken in intelligentie.

In de studie van Dochy (1992) en de review die later is geschreven (Dochy et al 1999) wordt het belang van het activeren van de voorkennis benadrukt. Zij merkte een duidelijk effect van een test die zij deden om voorkennis te activeren. Zo ervaaarde 92% van de 183 gereviewde een positief effect door de test, waarbij de voorkennis 30% - 60% van de variantie verklaart in de leerprestaties. De verklaring van Dochy et al. is dat de test een positieve invloed heeft op vele factoren zoals het opslaan van de nieuwe kennis in het langetermijngeheugen en op het weer ophalen van nieuwe kennis.

### **Manieren om voorkennis te bepalen**

Bovenstaande studies wijzen erop dat het van groot belang is dat het onderwijs aansluit bij de voorkennis van de leerlingen. Om deze aansluiting te verwezenlijken moet de docent echter wel op de hoogte zijn van de voorkennis van leerlingen. De docent moet in de les een werkvorm toepassen om inzicht te krijgen in het huidige kennisniveau van de leerlingen. Er zijn verschillende werkvormen mogelijk om deze voorkennis te bepalen. Je kan leerlingen bijvoorbeeld gericht vragen naar het antwoord op een specifieke vraag of juist breder vragen naar de kennis over een bepaald onderwerp.

Wanneer je een brede vraag stelt wordt de leerling gemotiveerd om zelfstandig aan te geven wat hij/zij al weet over een bepaald onderwerp. In deze methode gaat het vooral om de associaties die de leerlingen hebben met het onderwerp. Mogelijke werkvormen hierbij passen zijn het maken van een concept map waarbij je de leerlingen vrij laat nadenken over één hoofdconcept, het voeren van een klassengesprek, brainstormen in groepen en de werkvormen 'denken, delen, uitwisselen' en 'bekend, benieuwd, bewaard' (Flokstra, 2006; Cañas & Novak, 2006).

Een andere mogelijkheid is om de leerlingen gericht naar bepaalde kennis te vragen. Dit kan bijvoorbeeld gedaan worden in de vorm van een quiz of door het maken van een diagnostische toets. Voor het afnemen van een klassikale quiz zijn er systemen ontwikkeld die de feedback van de leerlingen direct verwerken. Deze systemen heten student response systems (SRSs) (Hall, Collier, Thomas & Hilgers, 2005). Een voorbeeld van een SRS is het programma Socrative.

In dit onderzoek zullen twee verschillende methodes voor het bepalen van voorkennis bekijken. Specifieker zullen we het gebruik van de concept map vergelijken met het student response system Socrative.

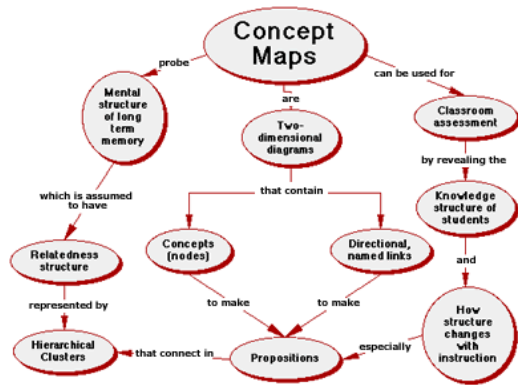
### **Het gebruik van concept maps**

Concept mapping is een veel gebruikte en onderzochte methode (Bascones & Novak, 1985; Novak, 1990; Gurlitt & Renkl, 2010; Novak & Gowin, 1984). Concept mapping wordt voor veel verschillende doeleinden gebruikt, zoals voor het delen van kennis, als een leerstrategie en als onderzoeksinstrument (Akinsanya & Williams, 2004; Budd, 2004; Koopman, Teune & Beijaard, 2011).

In 1984 is deze methode door Novak en Gowin beschreven als een manier om voorkennis te bepalen. Concept maps zijn diagrammen die relaties tussen verschillende begrippen weergeven. Hierin worden belangrijke begrippen weergegeven in een ovaal. Middels lijnen tussen de ovaal en bijbehorende woorden worden relaties tussen begrippen aangegeven (Novak & Gowin, 1984). Een voorbeeld van een concept map is weergegeven in Figuur 3.1.

De literatuur beschrijft verschillende voordelen voor het gebruik van concept maps als manier om voorkennis te bepalen. Bij het maken van een concept map is het van belang dat de leerling de definities van de losse concepten begrijpt (Simone, Schmid & McEwen, 2001). De docent kan door te kijken naar de begrippen die de leerlingen niet noemen, identificeren welke begrippen de leerlingen

waarschijnlijk niet weten. Daarnaast moet de leerling bij het maken van een concept map de verschillen en overeenkomsten tussen concepten aangegeven (Simone et al., 2001). De docent krijgt, door te kijken naar de relaties die de leerlingen leggen, inzicht in hoeverre de leerlingen het onderwerp goed begrijpen.



Figuur 3.1 Voorbeeld van een concept map (Zeilik, 2014).

Concept maps kunnen worden ingezet om de voorkennis te bepalen maar ook voor het activeren van voorkennis. In 2008 is er een onderzoek gedaan door Gurlitt en Renkl, naar het gebruik van concept maps voor het activeren van voorkennis. Ze presenteerden empirisch bewijs dat concept mapping een nuttig hulpmiddel is voor het activeren van voorkennis. In dit onderzoek werd met behulp van een pre-test en een post-test de kennis van de leerlingen voor en na het maken van de concept map bepaald. Ze vergeleken een groep leerlingen waarvan de voorkennis was geactiveerd met behulp van een concept map met een groep waarbij de voorkennis niet geactiveerd werd. De conclusie was dat het maken van concept maps zorgde voor een verbeterd resultaat van de leerlingen.

### Student response systems

Student response systems (SRSs) zijn systemen die het mogelijk maken dat studenten categorische en numerieke antwoorden geven op vragen die zijn verwerkt in een klassikale instructie (Hall et al., 2005). De reacties kunnen digitaal worden verwerkt en dit biedt de mogelijkheid voor de docent om direct feedback te krijgen over de klas. Onderzoek toont aan dat SRSs door de docent en leerlingen als positief worden ervaren (Dangel & Wang, 2008). Zo geven docenten aan dat de motivatie en betrokkenheid van de leerlingen toeneemt. Verder geven ze aan dat ze de SRSs gebruiken als activiteit voorafgaand aan de lezing, bijvoorbeeld om voorkennis te bepalen of om te kijken of leerlingen hun huiswerk hebben gedaan. Het effect van de SRSs op de leerprestaties hangt echter sterk af van de pedagogische veranderingen die moeten plaatsvinden naar aanleiding van de resultaten van de test. Het onderzoek toont aan dat SRSs, gekoppeld aan pedagogische verbeteringen, diep leren kan bevorderen bij het onderwijzen van hogere orde denkvaardigheden.

De studie van Banks (2006) bekijkt de voordelen van het gebruik van SRSs voor de docenten. Een docent kan beter feedback en onderwijs geven als hij weet wat de problemen zijn van de lerende. Wanneer de docent niet systematisch het inzicht krijgt in de resultaten van de studenten zullen veel van de misconcepten, gebreken in de voorkennis en verkeerde logica niet worden ontdekt (Dangel & Wang, 2008). In de boek van Banks (2006) wordt aangegeven dat SRSs mogelijkheden bieden voor de leerlingen om direct feedback te geven aan de docent, middels het beantwoorden van een vraag. Dit zorgt ervoor dat de docent problemen kan identificeren en gelijk aanpassingen kan doen aan zijn/haar geplande les. Ook wordt in dit boek aangegeven dat SRSs door docenten worden gebruikt om voorkennis te activeren.



Tot voor kort werden SRSs vooral gerealiseerd door middel van clickers (Beatty, Gerace, Leonard & Dufresne, 2006; Caldwell, 2007; Lopez, Love & Watters, 2014; Trees & Jackson, 2007). Clickers zijn eenvoudige toetsenborden waarmee leerlingen kunnen reageren op een meerkeuzevraag. De leerlingen reageren anoniem en de gegevens worden verzameld op de computer van de docent, die de resultaten direct kan inzien (Beatty et al., 2006). In de huidige tijd heeft vrijwel elke student een smartphone. Deze smartphones bieden de mogelijkheid om de clickers te vervangen (Matthew & Evans, 2012).

### **Socrative**

Er wordt veel geëxperimenteerd om ICT-tools te integreren in het onderwijs (Lustenhouer, 2012). Ook voor het activeren van voorkennis ontstaan door de vergroting van de ICT-mogelijkheden meer opties. Socrative is een voorbeeld van een ICT-tool die nu regelmatig gebruikt wordt in het onderwijs (Méndez & Slisko, 2013).

Socrative is een smart student response system dat kan worden gebruikt om studenten educatieve opdrachten te laten maken op smartphones, laptops en tablets (Shand, 2013). De docent ontwerpt een quiz, de leerlingen kunnen deze quiz maken met hun eigen device en de resultaten zijn direct zichtbaar voor de docent en/of leerlingen. Het systeem kan verschillende soorten vragen aanbieden zoals multiple choice, waar/niet waar vragen en vragen met korte antwoorden. Bovendien biedt het de mogelijkheid om in teams te spelen (Shand, 2013).

Er zijn naast Socrative nog enkele andere vergelijkbare programma's beschikbaar die ook worden gebruikt in het onderwijs. Een veel gebruikt voorbeeld is het programma bijvoorbeeld Kahoot! (Dellos, 2015). Bij Kahoot! staat het wedstrijdelement centraal en worden leerlingen beloond voor het snel geven van een antwoord. In dit onderzoek hebben we bewust gekozen om Socrative te gebruiken en niet Kahoot! omdat we geen wedstrijd tussen de leerlingen willen bevorderen en willen voorkomen dat de leerlingen een antwoord gokken om sneller te zijn dan een andere leerling.

Ondanks dat Socrative een relatieve nieuw product is, is er toch al enig onderzoek gedaan naar de effecten van het gebruik van deze methode. In 2016 voerden Valiente, Cazevieille en Jover een onderzoek uit over het gebruik van online-quizen bij het in kaart brengen van de kennis van leerlingen. Zij geven aan dat Socrative vooral een goed middel is om de studenten te helpen bij het vergaren van kennis, maar dat het daarnaast ook voor de docent een goed middel is om aan te tonen dat een leerling bepaalde competenties of kennis heeft. Dit onderzoek geeft aan dat de leerlingen zeer tevreden zijn over het gebruik van Socrative. Bovendien geven de studenten aan werken met Socrative gemakkelijk is omdat het te gebruiken is op ieder apparaat. Socrative zorgt dus voor een verhoogde participatie van leerlingen.

Ook in 2015 is er door Awedh, Mueen, Zafar & Manzoor onderzoek gedaan naar Socrative en andere SRSs. Ook dit onderzoek wijst uit dat Socrative een nuttig middel is omdat het de docenten helpt om het niveau van de leerlingen real time weer te geven. Daarnaast kost het gebruik van de tool geen geld en hoeven er geen clickers te worden aangeschaft. Het onderzoek toont aan dat Socrative de motivatie van de leerlingen verhoogt.

### 3. Onderzoeksvragen

In het vorige hoofdstuk is het duidelijk geworden dat het belangrijk is om voorkennis te activeren. Socrative is een relatief nieuwe methode in de vorm van een SRS om deze voorkennis te testen. Het onderzoek beschreven in dit verslag is gericht op het ontdekken van voor- en nadelen van deze methode. Hiertoe zal de Socrative test vergeleken worden met het veelgebruikte en onderzochte concept mapping.

Uit praktische overwegingen is er gekozen om deze twee methodes te testen op een enkele 3VWO-klas die net zou gaan beginnen met het hoofdstuk energie. De klas zal hiertoe opgedeeld worden in twee groepen die beurtelings aan beide methodes worden onderworpen.

De hoofdvraag van dit onderzoek luidt:

***Hoe verhoudt Socrative zich tot het maken van een concept map als middel van het bepalen van de voorkennis van drie vwo-leerlingen over het begrip energie?***

Om een antwoord te vinden op deze hoofdvraag worden de volgende drie deelvragen beantwoord:

- ***Wat zijn de (praktische) voor- en nadelen voor de docent van beide methodes?***
- ***Wat zijn de (praktische) voor- en nadelen voor de leerling van beide methodes?***
- ***Wat zijn de verschillen in de resultaten van gemeten voorkennis van de twee verschillende groepen?***

#### **Hypotheses**

Per deelvraag hebben we een hypothese opgesteld.

*Deelvraag 1: Wat zijn de (praktische) voor- en nadelen voor de docent van beide methodes?*

Voor Socrative verwachten we naar aanleiding van het onderzoek van Awedh et al. uit 2015 het voordeel dat de resultaten snel en gemakkelijk kunnen worden verwerkt. Bovendien verwachten we dat de methode weinig leestijd kost. Een nadeel dat we verwachten is dat de docent inzicht krijgt in een beperkt deel van de kennis van de leerlingen.

Voor de concept map verwachten we als voordeel dat de docent inzicht krijgt in de manier van denken van de leerlingen door de relaties tussen de begrippen die de leerlingen aangeven. Als nadeel verwachten we dat deze methode veel tijd kost.

*Deelvraag 2: Wat zijn de (praktische) voor- en nadelen voor de leerling van beide methodes?*

Voor de leerlingen verwachten we bij het maken van de Socrative dat de vraagstelling heel duidelijk is. Als nadeel verwachten we dat ze gedemotiveerd kunnen raken als ze nergens een antwoord op kunnen geven.

Voor het maken van een concept map verwachten we dat leerlingen het positief zullen ervaren dat ze creatief bezig kunnen zijn. Voor andere leerlingen kan het echter als nadeel worden ervaren dat ze vrij worden gelaten in wat ze opschrijven.

*Deelvraag 3: Wat zijn de verschillen in de resultaten van gemeten voorkennis van de twee verschillende groepen?*

We verwachten dat de leerlingen die eerst de Socrative test hebben gemaakt en daarna de concept map het even goed op de Socrative test zullen doen als de andere groep.

We verwachten dat dezelfde groep begrippen vanuit de Socratic test zullen gebruiken in de concept map, waardoor deze rijker wordt dan de andere groep in zowel het aantal begrippen als het aantal en soort relaties.

## 4. Methode

### 4.1 Doelgroep

Het onderzoek is uitgevoerd onder 27 leerlingen bij het vak Natuurkunde in 3VWO op het Cals College te Nieuwegein omdat we beiden op deze school werken. De lessen op deze school duren 65 minuten. Deze klas bestaat uit 11 jongens en 16 meiden. De leeftijd van de leerlingen varieert tussen de 14 en de 16 jaar met een gemiddelde leeftijd van 15 jaar. De leerlingen hebben met plezier meegewerkt om dit onderzoek succesvol te laten verlopen.

Deze groep leerlingen is gekozen uit praktische overwegingen. Deze klas moest namelijk aan het nieuw hoofdstuk Energie beginnen in de periode dat het onderzoek uitgevoerd werd. De andere klassen waren al begonnen aan dit hoofdstuk. Het onderwerp energie is bovendien een lastig concept voor de leerlingen, waardoor het in onze ogen interessant is om juist over dit onderwerp de (conceptuele) voorkennis te bepalen van deze groep leerlingen.

De leerlingen krijgen les vanuit het handboek nieuwe natuurkunde voor 3VWO | Gymnasium van NOVA (3<sup>e</sup> druk). Dat betekent dat de leerlingen een jaar eerder het handboek nieuwe natuurkunde voor 2VWO | Gymnasium (3<sup>e</sup> druk) hebben doorlopen. Hoofdstuk 4 in deze druk van 2VWO gaat over 'Warmte', met daarin de paragrafen '1. Warmtebronnen en brandstoffen', '2. Aardgas verbranden', '3. Geleiding en stroming', '4. Straling', '5. Isolatie'. Dat zou moeten betekenen dat de leerlingen dus al basiskennis over energie hebben.

### 4.2 Procedure

Om de hoofdvraag te beantwoorden is er een Socrative test en een concept map opdracht ontwikkeld. De ontwikkeling van deze instrumenten staat beschreven in paragraaf 4.3.

Beide instrumenten zijn in dezelfde les van 65 minuten afgenomen. Ze zijn dan ook dusdanig ontworpen dat ze allebei ongeveer even lang duurden en dit precies in de planning paste. Er is gekozen voor een enkele les omdat dit de maximaal tijd was die we met deze klas hadden.

Om de invloed van het na elkaar afnemen van twee methodes en de volgorde daarvan te kunnen monitoren is de klas in twee groepen gesplitst. Dit is willekeurig gedaan door een streep te trekken halverwege in de lijst waarop de leerlingen op alfabetische volgorde van achternaam waren gesorteerd. De ene groep heeft eerst de Socrative test gemaakt en daarna de concept map (de S-C-groep). De tweede groep heeft eerst de concept map gemaakt en daar de Socrative test (de C-S-groep).

Dat we dit onderzoek gingen uitvoeren is in een eerder les aangekondigd. Daarbij is gezegd dat de leerlingen er niet voor konden leren en dat er geen cijfer vanaf hangt. Bovendien is genoemd dat dit onderzoek een opdracht is van de lerarenopleiding.

Voor het onderzoek hebben we gezorgd dat we beschikking hadden tot een regulier practicumlokaal waar de leerlingen altijd les hebben en een gedeelte in de mediatheek waar we beschikking hadden over 16 computers voor het afnemen van de Socrative test. Aan het begin van de les werd de klas opgesplitst in twee groepen zoals hierboven beschreven.

De ene groep nam plaats in het practicum lokaal waarin de leerlingen zover mogelijk uit elkaar werden gezet. De opdracht voor de concept map werd uitgedeeld en de leerlingen werden een voorbeeld concept map voorgehouden over de school zelf, het Cals College. Hierop gingen de leerlingen aan de slag waarbij de sturing zo minimaal mogelijk werd gehouden. De enige relevante opmerking aan de leerlingen betrof dat ze de relaties tussen begrippen niet moesten vergeten omdat dit amper gebeurde. Leerlingen werden vriendelijk gevraagd om niet te overleggen.

De andere groep nam plaats aan het computereiland in de mediatheek waar internet beschikbaar op is. De leerlingen werden naar de juiste site verwezen en begonnen vervolgens zelfstandig aan de Socrative test. De leerlingen mochten zelf hun tempo bepalen en kregen geen feedback op hun gegeven antwoord. Ze konden niet terug om al beantwoorde vragen te veranderen. Leerlingen werden ook hier vriendelijk gevraagd om niet te overleggen

De centrale instructie aan het begin is binnen 5 minuten gegeven. Daarna kregen de leerlingen 25 minuten voor de Socrative test en de concept map. Vervolgens werden de leerlingen van lokaal gewisseld in 5 minuten waarbij ook vriendelijk werd gevraagd om niet te overleggen met elkaar. Vervolgens kregen de groepen weer 25 minuten de tijd. Aan het eind hielden we 5 minuten over waarin de leerlingen werd gevraagd om de leerling-enquête in te vullen op papier. Dit instrument om de mening van de leerlingen te registreren is beschreven in paragraaf 4.3.

### 4.3 Instrumenten

In dit onderzoek gebruiken we drie instrumenten. De Socrative test (Bijlage A), de concept map opdracht (Bijlage B) en de leerling-enquête (Bijlage C).

#### **Socrative test**

Er is begonnen met het in kaart brengen van de stof ze heer jaar ervoor hebben gekregen door het handboek nieuwe natuurkunde voor 2VWO | Gymnasium (3<sup>e</sup> druk) te analyseren. Hiermee hebben we een verwachting gemaakt van wat de leerlingen zouden moeten weten over dit onderwerp. Vervolgens hebben we met behulp van de onderzochte verwachtingen een expert concept map gemaakt. Deze is terug te vinden in Bijlage D. Hierin staan de begrippen, de bijbehorende relaties en concepten die relevant zijn voor het onderwerp Energie. De expert concept map hebben we als leidraad gebruikt voor het maken van de Socrative test.

De Socrative test bestaat uit 13 vragen over begrippenkennis, de relaties tussen begrippen en de juistheid van concepten. Het zijn zowel multiple choice vragen waarbij meerdere antwoorden goed kunnen zijn als open vragen. We hebben de Socrative test op dusdanige manier gemaakt dat we conceptuele kennis optimaal konden controleren. Hiertoe zorgden we voor een goede connectie tussen de vragen in de test en de verbanden in de expert concept map. Conceptuele kennis werd expliciet gevraagd omdat dit belangrijker wordt geacht dan feitenkennis om diep leren te bewerkstelligen.

De Socrative test hebben we laten controleren door Lesley de Putter, vakdidacticus Natuurkunde aan een eerstegraads lerarenopleiding, die er nog een paar fouten uit wist te halen. Daarnaast hebben we nog een paar misconcepten verwerkt op aanraden van Lesley die ons had verwezen naar de online omgeving van het Ruud de Moor Centrum (2011). Aan de hand hiervan hebben we vraag 4, vraag 6 en vraag 13 toegevoegd.

Om de betrouwbaarheid en validiteit van de test te bewaken is de test voorgelegd aan Theo Roelofs. Hij werkt al meer dan 30 jaar op het Cals College in de sectie natuurkunde. Hij was van mening dat deze test de voorkennis accuraat zou moeten kunnen inschatten.

#### **Concept map**

Bij het opstellen van de opdrachtbeschrijving voor het maken van de concept map hebben we ons voornamelijk gebaseerd op het onderzoek van Koopman et al. (2011). Zij geeft in haar onderzoek een voorbeeld van een instructie voor de leerlingen. Hierin maakt ze onderscheid tussen drie stadia: het bedenken van de begrippen, het plaatsen van de begrippen in de concept map en het beschrijven van de verbanden tussen de begrippen. Wij hebben in ons instrument deze instructie voor een groot deel intact gelaten. Een aanpassing die we hebben gedaan is dat we de instructie iets compacter hebben opgeschreven. Dit hebben we gedaan omdat onze groep maar 25 minuten krijgt om de concept map

te maken en we willen voorkomen dat ze lang bezig zijn met het lezen van de opdracht. Daarnaast hebben we de leerlingen niet het cirkelschema laten gebruiken die wel in het onderzoek van Koopman et al. (2011) is gebruikt. In ons onderzoek is de locatie van de begrippen in de concept map namelijk van ondergeschikt belang. Het gaat ons vooral om de begrippen die de leerlingen gebruiken.

Om de leerlingen op weg te helpen hebben we in de opdrachtbeschrijving ook enkele voorbeelden van concept maps toegevoegd. De opdrachtbeschrijving voor het maken van de concept map is te vinden in Bijlage B.

In de uitvoering van dit instrument hebben we, op advies van Maaïke Koopman, ervoor gekozen om de leerlingen post-its te geven om de begrippen op te schrijven. De post-its maken het mogelijk dat de leerlingen eerst alleen nadenkt over de begrippen door die op een post-its te schrijven. Hierbij hoeven de leerlingen nog niet na te denken over de plaats van het begrip binnen de concept map. Vervolgens bieden de post-its bij het maken van de concept map ook nog de mogelijkheid om de begrippen te verplaatsen.

### **Leerling-enquête**

De leerling-enquête is ontworpen om deelvraag 2 van dit onderzoek te kunnen beantwoorden. Na de les waarin de leerlingen beide methodes hebben gebruikt om voorkennis te testen wordt naar hun mening gevraagd. Daarbij werd telkens voor beide methodes gevraagd of deze als motiverend werd ervaren, of ze meer zin hebben gekregen in het aankomende hoofdstuk en of ze de methode een fijne manier vinden om te laten zien wat ze kunnen (6 vragen). Als laatste wordt gevraagd welke methode hun voorkeur krijgt (vraag 7) en waarom (vraag 8). Deze allerlaatste vraag is een open vraag. De leerling-enquête is te vinden in Bijlage C.

De leerlingen dienen de eerste zes vragen te beantwoorden op een 5 puntenschaal. Hierbij is 1 dat ze er 'totaal niet mee eens' zijn en 5 dat ze er 'helemaal mee eens' zijn.

Deze leerling-enquête is gemaakt met Socrative, maar is uitgeprint op papier. Dit is gedaan zodat de leerlingen die niet in het computerlokaal zaten ook op deze manier de enquête konden invullen.

## **4.4 Analyse**

### **Socrative**

De resultaten van de Socrative test worden automatisch online opgeslagen. De resultaten kunnen daarom ieder gewenst moment gedownload worden. De analyse van de Socrative test is gedaan aan de hand van criteria die zijn opgesteld.

In het analyseren van de Socrative test is gekozen voor een 4 puntenschaal die loopt van 0 t/m 3. Een fout antwoord is 0 punten waard terwijl een goed antwoord 3 punten waard is. We hebben voor een vierpuntenschaal gekozen omdat er meerdere open vragen of multiple choice vragen zijn waar meerdere antwoorden goed zijn. Voor deze vragen (Vragen 2, 5, 7, 10 en 12) is er per vraag een specificatie afgesproken om punten toe te kennen, waarbij de minimale score altijd 0 en de maximale score altijd 3 is.

De opgestelde criteria hebben we onafhankelijk van elkaar toegepast op de resultaten van 5 leerlingen om ze te controleren. Hieruit is gebleken dat we geen verschil hadden in het beoordelen van een Socrative test en dat we de tests betrouwbaar konden beoordelen. Op die manier zijn de criteria goedgekeurd en zijn ze op alle resultaten toegepast om de resultaten betrouwbaar te kunnen vergelijken. Deze criteria zijn terug te vinden in Bijlage E.

## Concept map

Een concept map maken is een opdracht waarbij een oneindig aantal begrippen en combinaties mogelijk zijn. Om deze concept maps toch met elkaar te kunnen vergelijken zijn er categorieën bepaald die iets zeggen over de kwaliteit van de concept map. Er zijn in totaal 11 categorieën, waar nodig kort uitgelegd. Sommige categorieën hebben echter nog meer verduidelijking nodig. Deze verduidelijking is gevat in criteria. Deze zijn terug te lezen in Bijlage F.

1. Totaalaantal begrippen. (*Criterion I*)
2. Begrippen Socrative. Om te kijken of de Socrative test invloed heeft gehad op het maken van de concept map zijn alle begrippen die voorkomen in deze test en terug te vinden zijn op de concept map geteld. (*Criterion II*)
3. Begrippen elektriciteit. Om in te schatten in welke mate de Socrative test sturend is en in welke mate sturing misschien nodig was bij het maken van een concept map. Het hoofdstuk dat op dat moment werd behandeld ging namelijk over elektriciteit. (*Criterion III*)
4. Irrelevante begrippen. Begrippen die geen connectie hebben met energie. (*Criterion IV*)
5. Relevante begrippen. Begrippen die wel een connectie hebben met energie.
6. Aantal cross links. Een crosslink is een verbinding tussen twee begrippen. (*Criterion V*)
7. Diepste link. (*Criterion VI*)
8. Percentage Socrative van het totaal aantal begrippen.
9. Percentage elektriciteit van het totaal aantal begrippen.
10. Percentage irrelevant van het totaal aantal begrippen.
11. Percentage relevant van het totaal aantal begrippen.

De resultaten gecategoriseerd zoals hierboven beschreven zijn zowel kwantitatief gedaan (absolute aantallen) als ook relatief (percentages ten opzichte van het totale aantal begrippen). Dit is gedaan zodat concept maps met veel en weinig begrippen met elkaar vergeleken kunnen worden.

Het aantal cross links is geteld om de afhankelijkheid van de begrippen in kaart te brengen en eventueel misconcepten te registreren.

De 'lengte van de diepste link' is bepaald om te kijken hoeveel en hoever de leerlingen begrepen weten te associëren. Dit is een indicatie voor hoe diep leerlingen denken en dus ook kunnen leren.

Net zoals bij de Socrative test hebben we ook bij de analyse van de concept map de criteria onafhankelijk van elkaar toegepast op de resultaten van 5 leerlingen om ze te controleren. Hierbij kwamen we al op een overeenkomst van ruim 80%. Aan de hand van deze vergelijking zijn de criteria toch nog verder aangescherpt. De aangepaste criteria die tevens zijn gebruikt om de resultaten te bepalen zijn terug te vinden in Bijlage F.

## Leerling-enquête

De leerlingen hebben op papier de leerling-enquête ingevuld waarin ze op een 5 puntenschaal aan gaven in hoeverre ze het eens waren met een stelling. Voor iedere stelling werd het gemiddelde uitgerekend. Dit gemiddelde kon dus een maximum van 5 hebben en een minimum van 1.

De antwoorden op de open vraag zijn gecategoriseerd. Zo hebben leerlingen soms dezelfde mening maar gebruiken ze andere verwoordingen. Deze meningen zijn veralgemeniseerd zodat turven mogelijk wordt. Hierbij is het mogelijk dat een leerling meerdere meningen verkondigd.

## 5. Resultaten

De resultaten van dit onderzoek bestaan uit vier onderdelen. Als eerste wordt beschreven wat de ervaring van de docenten was. Bij het tweede onderdeel worden de resultaten van de leerling-enquêtes besproken. De laatste twee onderdelen bestaan uit de resultaten van de twee methodes om voorkennis te bepalen: de Socrative test en de concept maps.

### 5.1 Ervaring docenten

De ervaring van de docenten is niet vastgelegd door een instrument, maar zijn verzameld door middel van verschillende gesprekken tussen de twee docenten (auteurs van dit verslag). Er hebben in totaal ongeveer 5 á 10 gesprekken plaatsgevonden waarin ervaringen zijn uitgewisseld. De volgende opsomming van meningen en bevindingen over de twee verschillende methodes zijn dan ook pas geschreven nadat het volledige onderzoek heeft plaatsgevonden:

- In de voorbereiding is de methode met de Socrative test kost relatief veel werk. Bij het opstellen van de vragen moet goed worden nagedacht welke kennis er getest moet worden en welke vraagstelling hier het beste bij past.
- Het afnemen van de Socrative test gaat daarentegen erg snel. Sommige leerlingen waren al naar 10 minuten klaar. Alle leerlingen waren binnen de gegeven 25 minuten klaar.
- In de voorbereiding kost de methode met de concept map weinig tijd. Echter kost de uitvoering hiervan meer tijd. De meeste leerlingen waren net of nauwelijks klaar binnen de gegeven 25 minuten.
- De verwerking van de resultaten concept map kost veel tijd. Er zijn zeker enkele uren nodig om de resultaten grondig te bekijken.
- Bij het afnemen van de Socrative test was het lastig om te voorkomen dat de leerlingen met elkaar gingen overleggen.
- Bij het afnemen van de concept map was duidelijk dat de leerlingen niet bekend waren met dit instrument. Hierdoor waren in de resultaten veel verschillende vormen van concept maps. Dit maakte de analyse lastig.
- De Socrative test geeft de docent zeer gericht informatie. Echter is de hoeveelheid informatie daarom wel beperkt en geeft hierdoor nauwelijks inzicht bestaande misconcepten.
- De concept map geeft de docent veel informatie over de associaties die de leerlingen leggen. Hierdoor zijn duidelijk verkeerde associaties en misconcepten zichtbaar. Echter is het, ondanks het juist gebruik van begrippen binnen een concept map, soms lastig om te bepalen of de leerlingen de verbanden echt begrijpen.

### 5.2 Leerling-enquête

De leerling-enquête, te vinden in Bijlage C, is afgenomen bij de 17 leerlingen die aan het onderzoek hebben deelgenomen. De enquête bestaat uit 8 vragen, 7 gesloten vragen en 1 open vraag. Tabel 5.3 geeft de resultaten van de eerste zeven vragen weer. Tabel 5.4 geeft de resultaten van vraag 8 waarin om een onderbouwing van de voorkeur wordt gevraagd.

Wat opvalt is dat er weinig verschillen te zien zijn tussen de twee methodes in de mening van de leerlingen. De leerlingen geven aan iets meer zin te hebben in het hoofdstuk door het maken van een concept map. De resultaten komen verder vrijwel overeen. Ook in de voorkeur voor de twee methodes springt er niet een methode erg uit.



Op de vraag waarom ze een bepaalde voorkeur hadden komt naar voren dat de leerlingen die de voorkeur geven aan de Socrative het waardeerde dat ze aan het denken werden gezet, de methode heel specifiek was en dat het weinig tijd in beslag nam. Leerlingen die voorkeur gaven aan de concept map legden uit dat ze met deze methode vrijer zijn en zelf dingen kunnen bedenken.

Tabel 5.3 Resultaten Leerling-enquête. De enquête bestond uit 6 gesloten vragen waarbij de leerlinge op een schaal van 1 tot 5 antwoord konden geven. Deze tabel geeft de gemiddelde score per vraag van de 22 deelnemende leerlingen. Bij vraag 7 is het aantal leerlingen genoemd die heeft gekozen voor de verschillende opties.

Nr.	Vraag	
1	Ik vond de Socrative test motiverend	2,8
2	Ik vond het maken van de concept map motiverend	2,7
3	Ik heb door het maken van de Socrative test meer zin in het hoofdstuk	2,4
4	Ik heb door het maken van de concept map meer zin in het hoofdstuk	2,7
5	Ik vond de Socrative test een fijne manier om te laten zien wat ik al ken	3,4
6	Ik vond de concept map een fijne manier om te laten zien wat ik al ken	3,4
7	Welke methode krijgt jouw voorkeur?	
	- Concept map	12x
	- Socrative test	14x
	- Geen mening	1x

Tabel 5.4 Resultaten van vraag 8 van de Leerling-enquête. De leerlingen hebben bij deze open vraag verschillende antwoorden gegeven. In dit overzicht zijn de verschillende antwoorden gegeven met daarbij de frequentie waarmee dit antwoord is gegeven. Er is onderscheid gemaakt tussen leerlingen die bij vraag 7 kozen voor de Socrative test en de leerlingen die bij die vraag kozen voor de concept map.

Vraag 8: Waarom krijgt deze methode de voorkeur?

Leerlingen die kozen voor de Socrative test zeiden:	Aantal keer	Leerlingen die kozen voor de Concept map zeiden:	Aantal keer
Ik word aan het denken gezet	5	Zelf dingen bedenken / Vrijer	6
Geen begrippen/verbanden bedenken	4	Leuk	3
Minder werk	3	Meer denkwerk	2
Geen open vraag, maar specifiek	3	Creatief	2
Omdat het online digitaal is	3	Focussen op dingen die je wel weet	2
Minder keuzevrijheid (stress)	2	Meer keuzevrijheid	2
Geen creativiteit nodig	2	Ik deed meer	1
Ik kan laten zien wat ik niet begrijp	1	Overzichtelijker	1
Geen mooi handschrift nodig	1	Niets is echt fout	1
Ik leer al van de vragen	1	Meer zin in het hoofdstuk	1
Makkelijker na te kijken	1	Makkelijker om te maken	1
Je hoeft geen boeken mee te nemen	1		

### 5.3 Socrative test

De resultaten van de Socrative test zijn geanalyseerd volgens de richtlijnen die zijn beschreven in Sectie 4.4. De resultaten per leerlingen zijn te vinden in Bijlage G. Tabel 5.1 geeft de gemiddelde resultaten van de van de Socrative test van beide groepen. Voor elke vraag was een maximale score van 3 punten te behalen en minimum score van 0 punten. Opvallend is dat de leerlingen op veel vragen slecht gescoord hebben. Daarnaast valt op dat er nauwelijks een verschil waarneembaar is tussen de twee groepen. Bij vrijwel elke vraag liggen de gemiddeldes dicht bij elkaar en is er geen systematisch verschil waar te nemen.

Tabel 5.1 Resultaten Socratic test. Per vraag wordt de gemiddelde score aangegeven van de twee groepen. Per vraag was een maximale score van 3 punten te halen. S-C staat voor de groep die eerst de Socratic test heeft gemaakt en vervolgens de concept map heeft gemaakt, C-S staat voor de omgekeerde volgorde. De resultaten van de groep S-C zijn gebaseerd op 12 leerlingen en die van groep C-S zijn gebaseerd op 15 leerlingen.

Nr.	Vraag	S-C	C-S
1	Wat is het symbool voor de grootte 'energie'?	1,8	2,0
2	Wat zijn eenheden voor 'energie'? (Meerdere antwoorden goed)	0,5	0,5
3	0,5 kWh = ... J	0,6	0,0
4	'energie' is hetzelfde als 'vermogen'	2,6	2,5
5	De eenheid van vermogen is ... (Meerdere antwoorden goed)	1,1	1,0
6	Duurzame energiebronnen zijn:	1,0	1,3
7	Noem zoveel mogelijk duurzame energiebronnen:	1,7	1,8
8	Olie, aardgas en steenkool zijn voorbeelden van	3,0	3,0
9	Bewegingsenergie, elektrische energie en warmte-energie zijn: (Meerdere antwoorden goed)	1,8	2,0
10	Noem zoveel mogelijk vormen van energie:	0,9	1,4
11	Een kolencentrale zet chemische energie om in:	0,6	1,0
12	Noem de drie manieren waarop warmte vervoerd wordt:	0,3	0,5
13	Warmte is een ...	0,8	1,0

## 5.4 Concept map

De concept maps zijn geanalyseerd zoals beschreven in Sectie 4.4. De volledige verwerking van de concept maps zijn te vinden in Bijlage H. Tabel 5.2 geeft de gemiddelde aantallen van de twee groepen. Het is te zien dat de groep die eerst de Socratic test heeft gedaan en daarna de concept map heeft gemaakt (S-C-groep) meer begrippen heeft verwerkt in de concept map. Deze toename in het totale aantal begrippen wordt vooral veroorzaakt in een toename van het aantal relevante begrippen. Het gemiddelde aantal relevante begrippen is in de S-C-groep namelijk 8,3 waar dit bij de C-S-groep 4,2 is. Ook het aantal irrelevante begrippen is hoger bij de S-C groep, het is namelijk 2,9 bij de S-C-groep en 1,9 bij de C-S-groep.

Ook is duidelijk te zien dat de leerlingen van de C-S-groep begrippen gebruiken die niet of nauwelijks verband hebben met het onderwerp energie maar meer verband hebben met het onderwerp elektriciteit. In de concept maps van de S-C-groep komen meer begrippen terug die gebruikt werden in de Socratic test.

In het gebruik van crosslinks en de diepte van de links is nauwelijks verschil waarneembaar tussen de beide groepen.

Tabel 5.2 Resultaten concept map. Per groep is het gemiddelde bepaald van het totale aantal begrippen. Van deze begrippen is bepaald of deze terugkomen in de Socrative test, sterk verband hebben met elektriciteit, relevant zijn voor het onderwerp energie of irrelevant zijn met betrekking tot dit onderwerp. Ook is het percentage van het aantal begrippen in per categorie bepaald. Naast de begrippen is ook gekeken naar het aantal crosslinks en de diepte van de diepste link.

<b>Categorie</b>	<b>S-C</b>	<b>C-S</b>
<b>Totaalaantal begrippen</b>	18,9	16,1
<b>Begrippen Socrative</b>	6,1	2,9
<b>Begrippen elektriciteit</b>	1,6	7,1
<b>Irrelevante begrippen</b>	2,9	1,9
<b>Relevante begrippen</b>	8,3	4,2
<b>Aantal crosslinks</b>	1,3	1,4
<b>Diepste link</b>	2,6	2,7
<b>Percentage Socrative</b>	32%	18%
<b>Percentage elektriciteit</b>	8%	41%
<b>Percentage irrelevant</b>	14%	13%
<b>Percentage relevant</b>	45%	27%

## 6. Conclusie en discussie

### *Deelvraag 1: Wat zijn de (praktische) voor- en nadelen voor de docent van beide methodes?*

Het gebruik van Socrative om voorkennis te activeren heeft meerdere voordelen voor de docent. Ten eerste is er slechts een eenmalige tijdsinvestering nodig om de opdrachten te maken en kost het daarna vrijwel geen tijd meer. Het systeem neemt namelijk de hele verwerking over. Ook het afnemen van de quiz neemt nauwelijks lestijd in beslag. Zeker vergeleken met het maken van een concept map is het een kleine tijdsinvestering.

Daarnaast worden de resultaten door het programma Socrative snel verwerkt en zijn ze direct in te zien in een overzichtelijk diagram. Doordat de docent direct inzicht heeft in de resultaten kan de les hier direct op aangepast worden en is er de mogelijkheid om de leerlingen direct feedback te geven.

Een nadeel van het gebruik van Socrative voor de docent is dat de docent weinig inzicht krijgt in de misconcepten van de leerlingen. Doordat de docent gericht naar bepaalde kennis vraagt zullen de leerlingen niet buiten deze kaders denken en komen er nauwelijks misconcepten aan het licht.

Voordelen van het gebruik van concept maps is dat de docent duidelijk inzicht krijgt in het denkproces van de leerlingen. De docent ziet welke verbanden er worden gelegd en kan daarbij ook gemakkelijk misconcepten herkennen. Ook wordt de creativiteit van de leerlingen aangesproken. De sfeer in de klas is fijn omdat er voor de leerlingen geen goed of fout is. Ook is het bij deze manier mogelijk om leerlingen het in groepen te laten maken.

Nadelen van het maken van een concept map zitten vooral in de praktische uitvoering en dan specifiek in de tijd die deze methode in beslag neemt. Het laten maken van de concept map kost veel lestijd. Daarnaast kost ook het verwerken en analyse van de resultaten meeste tijd. Dit duurt lang omdat elke concept map uniek is en het lastig te bepalen is wanneer iets goed is en wanneer iets fout is. De voorbereiding daarentegen kost relatief weinig tijd.

### *Deelvraag 2: Wat zijn de (praktische) voor- en nadelen voor de leerling van beide methodes?*

In de leerlingenenquête komt geen duidelijke voorkeur naar voren bij de leerlingen voor een van de twee methodes. Wel geven ze aan dat ze door het maken van de concept map meer zin in het hoofdstuk hebben dan bij het maken van de Socrative test. Ze vonden beide manieren fijne om te laten zien wat ze kunnen.

Een voordeel van de Socrative test die de leerlingen aangeven is dat ze aan het denken worden gezet en niet zelf begrippen of verbanden hoeven te bedenken. Ook waarderen ze het dat de werkvorm specifiek en weinig werk is. Daarnaast waarderen de leerlingen dat er gebruik werd gemaakt van een digitaal hulpmiddel.

Voordelen van de concept map die leerlingen aangeven is dat je de vrijheid hebt om vrij te denken. Ze geven aan dat ze het leuk vinden om te doen en dat je creativiteit wordt aangesproken.

### *Deelvraag 3: Wat zijn de verschillen in de resultaten van gemeten voorkennis van de twee verschillende groepen?*

We hebben beide methodes beurtelings aan de twee groepen aangeboden. In deze sectie beschrijven we deze conclusies op de verschillen in de resultaten van de gemeten voorkennis van de twee groepen.

#### Activerende werking

De Socrative test is in door beide groepen even goed gemaakt. Dit betekent dat het maken van een concept map zonder instructie blijkbaar niet leidt tot het ontwikkelen van nieuwe kennis, waardoor een test daarna beter kan worden gemaakt. Daarentegen is de concept map door de groep die is gestart met de Socrative aanzienlijk beter gemaakt dan door de andere groep. Dit betekent dat het

maken van een Socratic test een activerende werking had, zowel qua inhoud als het geven van een denkrichting.

De groep die eerst de Socratic test heeft gemaakt en daarna de concept map heeft een uitgebreidere concept map gemaakt. Het aantal begrippen bij die groep is groter. Niet alleen het aantal termen die terugkwamen in de Socratic test zijn toegenomen maar ook het aantal relevante en irrelevante termen nam toe. Daaruit kunnen we concluderen dat de leerlingen meer associaties kunnen maken doordat ze eerst de Socratic test hebben gemaakt. Omdat zowel de relevante als irrelevante termen toenam kunnen we zeggen dat de methode een activerende werking heeft in het herinneren en reproduceren van begrippen uit de test maar dat het niet leidt tot leren.

### Sturing

Er is duidelijk een verschil zichtbaar tussen de twee groepen in de resultaten van de concept map en minder in de resultaten van de Socratic test. De vragen in de Socratic bieden veel sturing aan de leerlingen. Bij het maken van de concept map zijn de leerlingen vrij. Deze vrijheid zorgt ervoor dat er eventuele misconcepten en fouten van leerlingen worden bepaald. Met onze methode hebben we een foutieve associatie van de leerlingen duidelijk in beeld gebracht. De leerlingen uit de groep die startte met het maken van de concept map, legde associaties die hoorde bij het onderwerp elektriciteit, het hoofdstuk waar ze op dat moment mee bezig waren, en niet of nauwelijks met andere onderdelen van onderwerp energie. Hierdoor gaf de concept map maar een beperkt deel van de kennis weer over het onderwerp energie maar kregen we wel inzicht in de associatie die de leerlingen legde. In onze methode hebben we de leerlingen vervolgens niet gestuurd. Dit zorgde ervoor dat we deze opvallende associatie hebben ontdekt maar dat we verder weinig inzicht hebben gekregen in de kennis van de leerlingen over andere onderdelen van het onderwerp energie. Om goed inzicht te krijgen in de voorkennis is er vervolgens dus enige mate van sturing nodig om te zorgen dat de leerlingen toch in de juiste richting gaan denken.

Het valt op dat het bij de ander groep, die eerst de Socratic test heeft gemaakt, een bredere focus is in de onderwerpen die aan bod komen. Het blijkt dat de Socratic test richting geeft aan bij het bepalen van de inhoud van de concept map. Door de sturing van de Socratic test weten de leerlingen bredere associaties te maken met het onderwerp energie. Hieruit kunnen we concluderen dat voor een juist gebruik van de concept map enige mate van sturing nodig is om te zorgen dat de leerlingen in de juiste richting gaan denken.

### **Discussie**

In dit onderzoek hebben we positief effect gemerkt van de Socratic test. De voorkennis van de leerlingen werd hierdoor geactiveerd. Tot op heden was er wel onderzoek gedaan naar de effecten van Socratic bij samenwerkend leren (Awedh et al., 2015). Ook was al ontdekt dat Socratic de interactie tussen de docent en leerlingen kon verhogen en dit leidt tot het verbeteren van de leerervaring van de leerlingen (Dervan, 2014). Er zijn nauwelijks studies over puur het bepalen van de voorkennis met behulp van Socratic. In deze studie hebben we laten zien dat Socratic een goed middel is om voorkennis te bepalen.

De ervaringen van de docent die we in dit onderzoek hebben ontdekt sluiten nauw aan bij de bevindingen die zijn gedaan in het onderzoek van Awedh et al. (2015). Net als in ons onderzoek wordt in het onderzoek Awedh et al. (2015) aangegeven dat de snelle verwerking van de resultaten in Socratic als positief wordt ervaren door de docent.

Ons onderzoek is gedaan onder een kleine groep studenten, namelijk één enkele klas. Hierdoor is de uitkomst vermoedelijk niet statistisch significant, maar enkel indicatief. Om beter het resultaat van beide methodes te bekijken zou er onderzoek moeten worden gedaan met meer respondenten.

We ontdekten tijdens ons onderzoek dat er bij het maken van de concept map veel verschil was tussen de groepen. Bij het geven van een opdracht om een concept map te maken is hebben gekozen voor weinig sturing. Dit heeft ons inzicht gegeven in de associaties die de leerlingen leggen bij het onderwerp energie. Zo viel op dat leerlingen energie associeerde met elektriciteit. In de concept maps van de leerlingen die de associatie legde met elektriciteit, was er veel specifieke informatie over het onderwerp elektriciteit maar weinig specifieke informatie over het kernbegrip energie. De leerlingen gingen op één randzaak erg diep in.

Wanneer je de concept niet enkel wil inzetten als methode om voorkennis te meten maar ook om het leerproces te ondersteunen is sturing wel nodig. Hierbij zouden enkele begrippen kunnen worden meegegeven aan de leerlingen die ze moeten gebruiken in hun concept map om te zorgen dat ze in de juiste richting gaan denken. Deze manier om het denkproces een richting te geven komt overeen met de manier die Novak en Cañas (2008) toepassen. Zij geven leerlingen een aantal begrippen mee die ze minimaal moeten gebruiken. Ze noemen deze verzameling begrippen een “parking lot”. Novak en Cañas (2008) geven aan dat het geven van enkele begrippen de moeilijkheid van het maken van de concept map niet wegneemt. Wel geven ze aan dat het de creativiteit van de leerlingen kan beperken. Wel zorgt het meegeven van verplichte begrippen ervoor dat de leerkracht meer inzicht krijgt in welke begrippen de leerling moeilijk kan integreren in de concept map. Dit geeft aan welke begrippen de leerling slecht begrijpt.

Een van onze tekortkomingen zit in het opstellen van de Socratic test. Terugkijkend waren de vragen te lastig voor de leerlingen. De leerlingen hebben veel vragen foutief beantwoord. Dit betekent dat het een goed middel is om het gebrek aan voorkennis te meten maar niet om de aanwezige voorkennis te meten. We zouden bijvoorbeeld een opbouw in moeilijkheid kunnen aanbrengen in de test om te kunnen bepalen waar de kennis bij de leerlingen ophoudt.

Tijdens het uitvoeren van het onderzoek hebben wij niet kunnen tegenhouden dat sommige leerlingen gingen overleggen. Dit gebeurde bij beide methodes. In de concept maps ging het overleg tussen de leerlingen vaak over het aantal begrippen dat gebruikt werd. In de concept maps is dit overleg ook niet terug te zien in de resultaten. Bij de Socratic test zijn in de resultaten wel enkele opvallende foutieve antwoorden te zien die door een paar leerlingen zijn gegeven. Dit zou van invloed kunnen zijn op de resultaten.

Het maken van een concept map is voor leerlingen best lastig, zeker wanneer het de eerste keer is. Dit is te zien in de variatie in de concept maps van de leerlingen wat analyseren lastig maakt. Het was waardevol geweest als de leerlingen meer vertrouwd waren geweest met het maken van een concept map. Dit had ervoor kunnen zorgen dat de leerlingen minder onzeker waren over de vorm van de concept map.

We hebben bij de concept map enkel gekeken naar het aantal begrippen, soort begrippen, diepte van de links en het aantal crosslinks. Waar we geen rekening mee hebben gehouden is de positie van de begrippen in de concept map. We hebben hier ook geen duidelijke instructie over gegeven naar de leerlingen toe. Echter had het wel iets kunnen vertellen over het inzicht dat de leerlingen hebben. Dit had bijvoorbeeld kunnen worden toegepast met een methode beschreven in Koopman et al. (2011). Door cirkels aan te geven rondom het middelpunt kan een duidelijke structuur ontstaan waarin verschil kan worden gemaakt in de afstand tot het hoofdbegrip.

Een laatste tekortkoming werd veroorzaakt door het tijdstip waarop we het onderzoek hebben uitgevoerd. Het onderzoek vond plaats tussen 14:00 en 15:00 in de middag. Dit was het laatste uur voor deze klas. Door dit tijdstip waren de leerlingen relatief moe van een hele dag school en wilde ze graag naar huis. Dit zou van invloed kunnen zijn op de resultaten.

### **Implicaties**

Uit ons onderzoek blijkt dat Socratic een goed middel is om voorkennis te activeren. Voor ons heeft dit onderzoek specifieke gebruikerservaring gegeven met Socratic. Dit heeft ervoor gezorgd dat wij dit middel vaker zijn gaan gebruiken. Onze collega's bevelen we ook zeker aan om Socratic in te zetten als middel om voorkennis te bepalen en te activeren.

Ook de concept map is een goede tool om voorkennis te testen. Echter brengt deze methode meer werk met zich mee zowel in de voorbereiding als in de verwerking. Bovendien hebben is het belangrijk om goed in te kunnen schatten hoeveel sturing de klas nodig heeft om in de juiste richting te kunnen werken. Wel biedt een concept map de mogelijkheid om de denkstappen te bekijken die de leerlingen maken en zijn misconcepten makkelijker te herkennen.

Uit de resultaten van de leerling-enquête blijkt dat de leerlingen geen duidelijke voorkeur hebben voor een van de twee methodes maar ze geven aan dat ze door het maken van de concept map zin hebben in het hoofdstuk. Wij adviseren daarom docenten, wanneer het doel is om de leerlingen te motiveren voor een nieuw hoofdstuk, om de methode met de concept map te gebruiken.

Samenvattend toont dit onderzoek aan dat beide methodes gebruikt kunnen worden om voorkennis te bepalen en te activeren. Beide methodes hebben specifieke voor- en nadelen. Het is aan de docent om te bepalen welke methode geschikt is voor welke klas, bij welk onderwerp en welk moment.

### **Suggesties voor vervolgonderzoek**

Ons onderzoek zou met simpele wijzigingen tot meer kwantitatieve resultaten kunnen leiden, namelijk door het gebruik van een grotere doelgroep die bekend is met het maken van concept maps. Wanneer er meerdere klassen voorhanden zijn is het ook mogelijk om de ene methode in de ene klas uit te voeren en de andere methode in de andere klas. Zo voorkom je dat de beide methodes achter elkaar in één klas moeten worden uitgevoerd.

In een ander vervolgonderzoek zou gekeken kunnen worden naar de impact van deze methodes over een langere tijd. In dit onderzoek zijn de twee methodes om voorkennis te activeren eenmaal gebruikt. Er is puur gekeken naar de resultaten van een enkele keer. In vervolgonderzoek zou onderzoek kunnen worden gedaan naar de invloed van frequent gebruik van deze methodes op bijvoorbeeld de cijfers.

Een ander mogelijk onderzoek kan zich richten op het gebruik van de resultaten van de tests door de docent. Het is goed dat de docent met deze methodes inzicht krijgt in de leerlingen maar de docent moet deze inzichten vervolgens wel kunnen vertalen naar een aanpassing van de lessen. In vervolgonderzoek zou het aanpassingsvermogen van de docenten kunnen worden onderzocht. Ook kunnen er praktische handvatten worden gezocht om docenten te helpen bij het verwerken van informatie over voorkennis in de lespraktijk.

## Referenties

- Akinsanya, C., & Williams, M. (2004). Concept mapping for meaningful learning. *Nurse education today*, 24(1), 41-46.
- Ausubel, David P. "The use of advance organizers in the learning and retention of meaningful verbal material." *Journal of educational psychology* 51, no. 5 (1960): 267.
- Ausubel, D. P., Novak, J. D., & Hanesian, H. (1968). *Educational psychology: A cognitive view*.
- Awedh, M., Mueen, A., Zafar, B., & Manzoor, U. (2015). Using Socratic and Smartphones for the support of collaborative learning. *arXiv preprint arXiv:1501.01276*.
- Bascones, J., & Novak, J. D. (1985). Alternative instructional systems and the development of problemsolving skills in physics. *European Journal of Science Education* 7 (3), 253-261.
- Banks, D. (Ed.). (2006). *Audience Response Systems in Higher Education: Applications and Cases: Applications and Cases*. IGI Global.
- Beatty, I. D., Gerace, W. J., Leonard, W. J., & Dufresne, R. J. (2006). Designing effective questions for classroom response system teaching. *American Association of Physics Teachers* 74, 31-39.
- Biggs, J. (1987). *Student approaches to learning and studying*. Melbourne: Australian Council for Educational Research.
- Biggs, J. B. & Tang, C. (2011). *Teaching for quality learning at university: What the student does*. McGraw-Hill Education (UK).
- Budd, J. W. (2004). Mind maps as classroom exercises. *The Journal of Economic Education*, 35(1), 35-46.
- Caldwell, J. E. (2007). Clickers in the Large Classroom: Current Research and Best-Practice Tips. *CBE-Life Science Education*, 6, 9-20.
- Cañas, A. J., & Novak, J. D. (2006). Implicit knowledge in concept maps and their revealing by spatial analysis of hand-drawn maps.
- Chang, S. L., & Chang, Y. (2008). Using online concept mapping with peer learning to enhance concept application. *The Quarterly Review of Distance Education*, 9(1), 17-27.
- Chin, C., & Brown, D. E. (2000). Learning in science: A comparison of deep and surface approaches. *Journal of research in science teaching*, 37(2), 109-138.
- Dangel, H. L., & Wang, C. X. (2008). Student response systems in higher education: Moving beyond linear teaching and surface learning.
- Dellos, R. (2015). Kahoot! A digital game resource for learning. *INSTRUCTIONAL TECHNOLOGY*, 49.
- Dervan, P. (2014). Increasing in-class student engagement using Socratic (an online Student Response System).
- Dochy, F. J. (1992). *Assessment of prior knowledge as a determinant for future learning: The use of prior knowledge state tests and knowledge profiles*. Utrecht: Lemma B.V.
- Dochy, F., Segers, M., & Buehl, M. M. (1999). The relation between assessment practices and outcomes of studies: The case of research on prior knowledge. *Review of educational research*, 69(2), 145-186.
- Flokstra, J. H. (2006). *Activerende werkvormen*.



- Gurlitt, J., Renkl, A., Motes, M. A., & Hauser, S. (2006). How can we use concept maps for prior knowledge activation: different mapping-tasks lead to different cognitive processes. In *Proceedings of the 7th international conference on Learning sciences* (pp. 217-221). International Society of the Learning Sciences.
- Gurlitt, J., & Renkl, A. (2008). Are high-coherent concept maps better for prior knowledge activation? Differential effects of concept mapping tasks on high school vs. university students. *Journal of Computer Assisted Learning*, 24(5), 407-419.
- Gurlitt, J., & Renkl, A. (2010). Prior knowledge activation: how different concept mapping tasks lead to substantial differences in cognitive processes, learning outcomes, and perceived self-efficacy. *Instructional Science* 38 (4), 417-433.
- Hall, R. H., Collier, H. L., Thomas, M. L., & Hilgers, M. G. (2005). A student response system for increasing engagement, motivation, and learning in high enrollment lectures. *AMCIS 2005 Proceedings*, 255.
- Jonassen, D. H., & Grabowski, B. (1993). Individual differences and instruction. *New York: Allen & Bacon*.
- Koopman, M., Teune, P., & Beijaard, D. (2011). Development of student knowledge in competence-based pre-vocational secondary education. *Learning environments research*, 14(3), 205-227.
- Krathwohl, D. R. (2002). A revision of Bloom's taxonomy: An overview. *Theory into practice*, 41(4), 212-218.
- Lopez, J. A., Love, C., & Watters, D. (2014). Clickers in Biosciences: Do they Improve Academic Performance?. *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education (formerly CAL-laborate International)*, 22(3).
- Lustenhouwer, S. (2012). Experimenteer met het toepassen van ICT in de les. *Levende Talen Magazine*, 99(5), 22-25.
- Marton, F. (1983). Beyond individual differences. *Educational Psychology*, 289-303.
- Matthew, A. F., & Evans, R. (2012). Managing distraction in 21st century learning environments.
- Méndez, D., & Slisko, J. (2013). Software Socrative and smartphones as tools for implementation of basic processes of active physics learning in classroom: An initial feasibility study with prospective teachers. *European Journal of Physics Education*, 4(2).
- Novak, J. D., & Gowin, D. B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge University Press.
- Novak, J. D. (1990). Concept mapping: A useful tool for science education. *Journal of research in science teaching* 27 (10), 937-949.
- Novak, J. D., & Cañas, A. J. (2008). The theory underlying concept maps and how to construct and use them.
- Roth, K. J. (1990). Developing meaningful conceptual understanding in science. *Dimensions of thinking and cognitive instruction*, 139-175.
- Ruud de Moor Centrum. (2011). *Kennisbank Natuurkunde, Leerlingdenkbeelden, Warmte*. Geraadpleegd op 20 november 2015, van [www.ntwpracticumnet.ou.nl/content-e/Kennisbank\\_Natuurkunde\\_Update\\_1223309736984/](http://www.ntwpracticumnet.ou.nl/content-e/Kennisbank_Natuurkunde_Update_1223309736984/)

- Schneider, W., Körkel, J., & Weinert, F. E. (1989). Domain-specific knowledge and memory performance: A comparison of high-and low-attitude children. *Journal of educational psychology, 81*(3), 306.
- Shand, K. (2013). Planning with Technology in Mind: Preparing Pre-Service Social Studies Teacher to Integrate Technology in the Classroom. *Journal of the Research Center for Educational Technology, 9*(1), 174-191.
- Simone, C. De, Schmid, R. F., & McEwen, L. A. (2001). Supporting the learning process with collaborative concept mapping using computer-based communication tools and processes. *Educational Research and Evaluation, 7*(2-3), 263-283.
- Trees, A. R., & Jackson, M. H. (2007). The learning environment in clicker classrooms: student processes of learning and involvement in large university-level courses using student response systems. *Learning, Media and Technology, 32*(1), 21-40.
- Valiente, J. D. B., Cazevaille, F. O., & Jover, J. M. N. (2016). On-line quizzes to evaluate comprehension and integration skills. *Journal of Technology and Science Education, 6*(2), 75-90.
- Weert, C. G. van, Pieters, M. L. M., & Eijkelhof, H. M. C. (2006). Natuurkunde leeft: visie op het vak natuurkunde in havo en vwo. *Amsterdam: Nederlandse Natuurkundige Vereniging.*
- Weinert, F. E., & Helmke, A. (1998). The neglected role of individual differences in theoretical models of cognitive development. *Learning and Instruction, 8*(4), 309-323.
- Zeilik, M. (2014). Classroom assessment techniques: Concept mapping. *University of New Mexico. Accessed February, 3.*

## Bijlage A - Socrative test



1. Wat is het symbool voor de grootheid 'energie'?

- A Q
- B E
- C W
- D P
- E Het juiste symbool staat er niet bij

Wat zijn eenheden voor 'energie'?

2. (Meerdere antwoorden goed)

- A W (Watt)
- B kWh (kilo Watt uur)
- C mAh (mili Ampère uur)
- D J (Joule)
- E kJ (kilo Joule)
- F J/s (Joule per seconde)

3.  $0,5 \text{ kWh} = \dots \text{ J}$

---

---

---

---

4. 'energie' is hetzelfde als 'vermogen'

- A True
- B False

5. De eenheid van vermogen is  
(Meerdere antwoorden goed)

- A mAh (mili-Ampère-uur)
  - B
  - C W (Watt)
  - D J (Joule)
  - E kJ (kilo Joule)
  - F J/s (Joule per seconde)
- 

6. Duurzame energiebronnen zijn:

- A Dure energiebronnen
  - B Goedkope energiebronnen
  - C Onuitputtelijke energiebronnen
  - D Natuurlijke energiebronnen
- 

kWh (kilo-Watt-uur)

7. Noem zoveel mogelijk duurzame energiebronnen:

---

---

---

---

8. Olie, aardgas en steenkool zijn voorbeelden van

- A Duurzame energiebronnen
  - B Circulerende energiebronnen
  - C Fossiele energiebronnen
  - D Hergebruikte energiebronnen
- 

9. Bewegingsenergie, elektrische energie en warmte-energie zijn:

(Meerdere antwoorden goed)

- A Vormen van energie
  - B Door mensen gemaakte energieën
  - C Tekorten van energie
  - D Opwekkingsmethodes van energie
  - E Bronnen van energie
- 

10. Noem zoveel mogelijk vormen van energie:

---

---

---

---

---

---

---

11. Een kolencentrale zet chemische energie om in:

- A lichtenergie
  - B thermische energie
  - C elektrische energie
  - D elektrische energie en thermische energie
  - E elektrische energie en lichtenergie
  - F thermische energie en lichtenergie
  - G elektrische energie, thermische energie en lichtenergie
- 

12. Noem de drie manieren waarop warmte vervoerd wordt:

---

---

---

---

13. Warmte is een

- A temperatuur
- B energie
- C energiewisseling

## Bijlage B – Opdracht concept map

# Maken van de concept map:

Een concept map is een manier om jouw inzicht over een bepaald onderwerp weer te geven. Concept maps bestaan uit begrippen die zijn omcirkeld. Relaties tussen deze begrippen kunnen weergegeven worden met pijlen of lijnen. Om een relatie te verduidelijken/uit te leggen kun je informatie bij de pijl zetten.

### Opdracht: Maak een concept map over het begrip Energie.

Om je op weg te helpen:

*Maak post-its met begrippen:*

- Schrijf alle begrippen over Energie die je maar te binnen schieten op een post-it. Schrijf 15 tot 30 begrippen op.
- Om op meer ideeën te komen kun je jezelf de vragen stellen: Waarom? Hoe? Wat? Waar? Wie? Wanneer?
- Lees de begrippen die je bedacht hebt. Denk na over welke begrippen bij elkaar horen.
- Bepaal 3 tot 5 begrippen die jij het belangrijkste vind.

*Maak een Concept map met de post-its:*

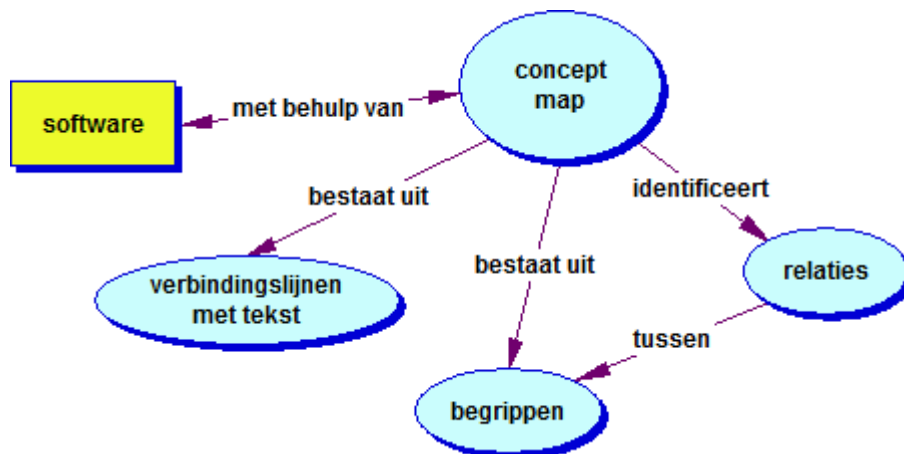
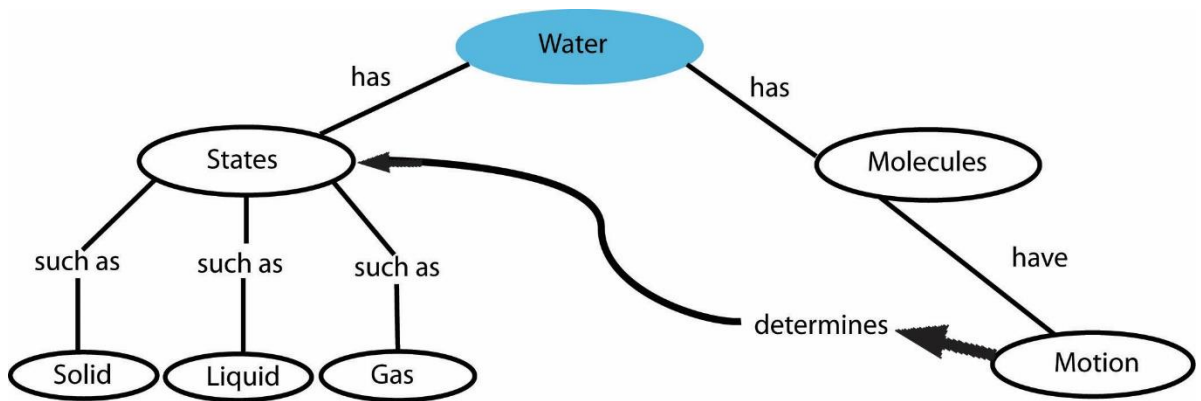
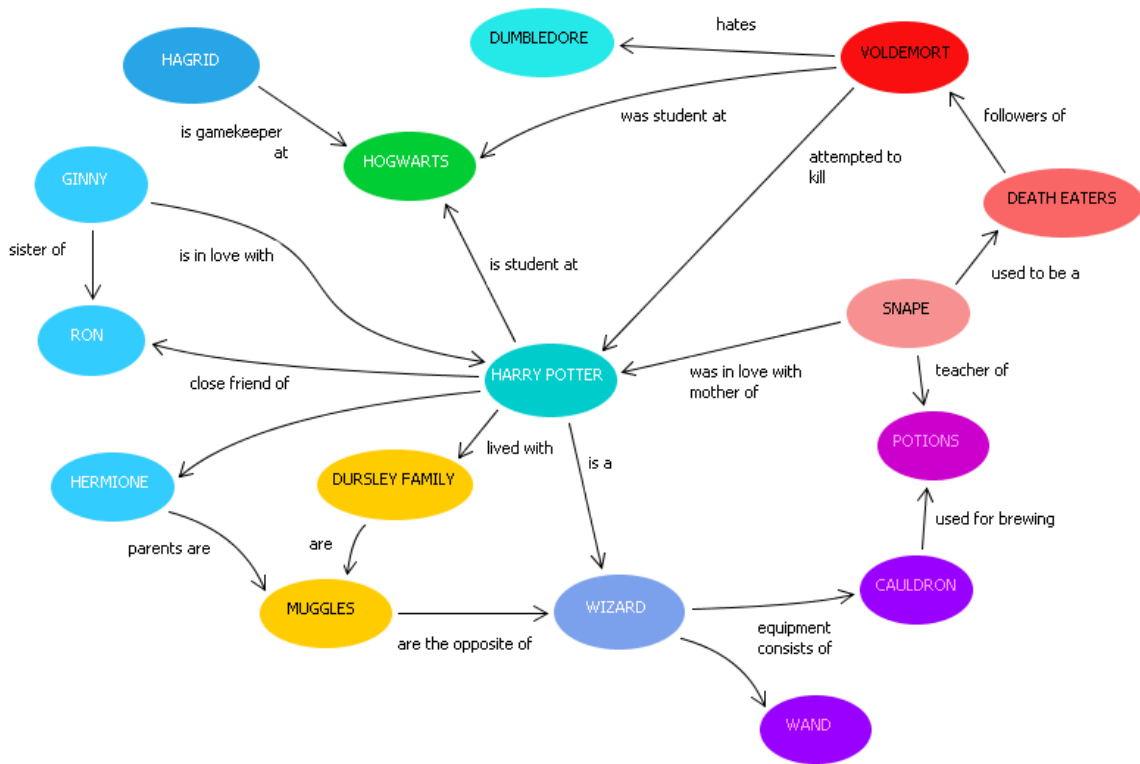
- Schrijf in het midden van je blad het woord Energie en omcirkel dit.
- Plak de postits met begrippen rond het woord Energie. Zet begrippen die met elkaar te maken hebben bij elkaar in de buurt.
- De belangrijkste begrippen staan dicht bij het midden, de minder belangrijke begrippen staan verder naar buiten.

*Maak verbindingen:*

- Verbindt de post-its die met elkaar te maken hebben met lijnen en pijlen.
- Zet bij de lijnen en pijlen een korte uitleg over wat de twee begrippen die je met elkaar verbindt met elkaar te maken hebben.

### **Een concept map kan niet goed of fout zijn! Laat zien wat je al weet over Energie.**

Een paar voorbeelden van een concept map kan je vinden op de achterkant van dit papier



## Bijlage C – Leerling-enquête

---

Ik vond de Socrative-test motiverend

5 = helemaal mee eens

1 = totaal niet mee eens

1.

A

5

B

4

C

3

D

2

E

1

---

Ik vond het maken van de conceptmap motiverend

5 = helemaal mee eens

1 = totaal niet mee eens

2.

A

5

B

4

C

3

D

2

E

1

---

Ik heb door het maken van de Socrative-test meer zin in het hoofdstuk

5 = helemaal mee eens

1 = totaal niet mee eens

3.

A

5

B

4

C

3

D

2

E

1

---

Ik heb door het maken van de conceptmap meer zin in het

hoofdstuk

5 = helemaal mee eens



4. 1 = totaal niet mee eens

A

5

B

4

C

3

D

2

E

1

---

Ik vond de Socratic-test een fijne manier om te laten zien  
wat ik al ken

5 = helemaal mee eens

5. 1 = totaal niet mee eens

A

5

B

4

C

3

D

2

E

1

---

Ik vond de conceptmap een fijne manier om te laten zien

wat ik al ken

5 = helemaal mee eens

6. 1 = totaal niet mee eens

A

5

B

4

C

3

D

2

E

1

---

7. Welke methode krijgt jouw voorkeur?

A

Socratic-test

B

Conceptmap

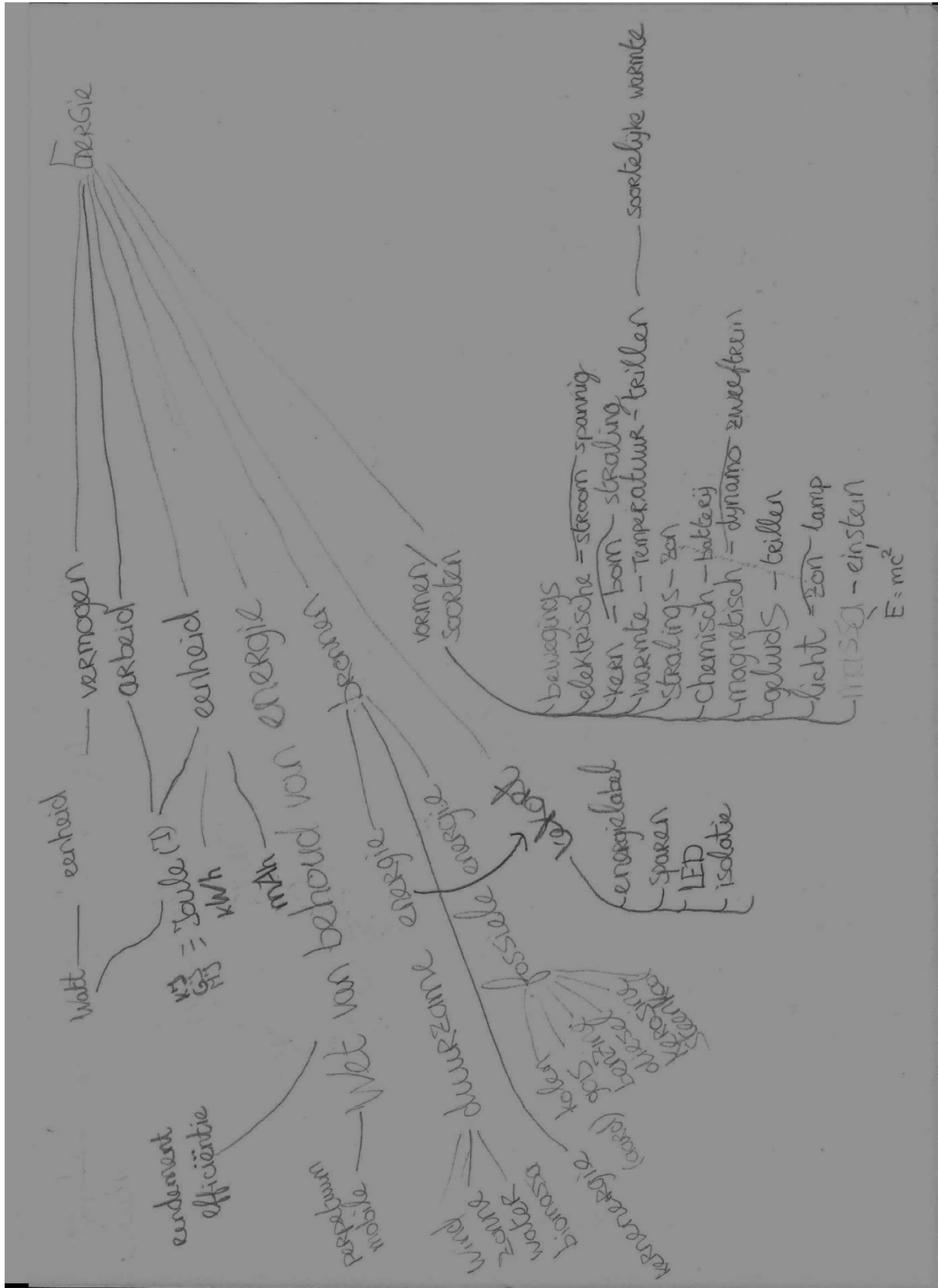
---

8. Waarom krijgt deze methode de voorkeur?

---

---

Bijlage D – Expert concept map



## Bijlage E – Criteria Socratic test

	0	1	2	3
Vraag 1	Fout			Goed
Vraag 2	Zie specificatie			
Vraag 3	Fout			Goed
Vraag 4	Fout			Goed
Vraag 5	Zie specificatie			
Vraag 6	Fout			Goed
Vraag 7	Zie specificatie			
Vraag 8	Fout			Goed
Vraag 9	Fout			Goed
Vraag 10	Zie specificatie			
Vraag 11	Fout			Goed
Vraag 12	Zie specificatie			
Vraag 13	Fout			Goed

### Specificaties

Vraag 2: Per goed +1, per fout -1. Minimum score is 0.

Vraag 5: 1 goed is 2, 2 goed is 3. Per fout -1.

Vraag 7: Per goed +1, per fout -1. Minimum score is 0, maximum score is 3.

Vraag 10: Per goed +1, per fout -1. Minimum score is 0, maximum score is 3.

Vraag 12: Per goed +1

## Bijlage F – Criteria Concept map

- I. Aantal begrippen. Een begrip is bij ons een term die op een post-it staat. Mochten er meer lossen termen op een post-it staan worden deze gezien als losse begrippen. Termen op het papier die worden verbonden met pijlen zijn ook begrippen. Begrippen (in zinnen) naast pijlen worden niet meegeteld. Het centrumbegrip energie wordt niet meegeteld.
- II. Aantal begrippen uit de socrativetest. Dit zijn de begrippen die voorkomen in de vragen en de goede antwoorden van de socrativetest.  
  
*Begrippen uit vragen en gesloten vragen:* E, J, Joule, kJ, kWh, Vermogen, P, W, Watt, J/s, duurzame energiebronnen, onuitputtelijke energiebronnen, olie, aardgas, steenkool, fossiele brandstoffen, bewegingsenergie, elektrische energie, warmte-energie, vormen van energie, chemische energie, thermische energie, warmte, energie-uitwisseling  
  
*Begrippen uit open vragen. Dit zijn begrippen uit de antwoorden die wij aan de hand van de expert concept map zouden verwachten:* stroming, straling, geleiding, zonne-energie, waterkracht, windenergie, biomassa, stralingsenergie, lichtenergie, zwaarte-energie of ieder andere genoemde vorm van energie.  
  
Let op: energieopwekkers worden niet meegerekend.
- III. Aantal begrippen dat gerelateerd is aan elektriciteit.
- IV. Aantal begrippen dat irrelevant is met betrekking tot het begrip Energie.  
Onder irrelevant wordt ook verstaan: dubbele begrippen, begrippen die te veel op elkaar lijken, foutieve formules/grootheden/eenheden  
  
Onder relevant wordt verstaan: formules in woorden, eenheden in woorden.
- V. Aantal crosslinks. Een crosslink is een verbinding tussen twee begrippen die ook al verbonden waren met het centrumbegrip.
- VI. Lengte diepste link. De lengte (aantal lijnen) van de diepste link is het aantal links naar het begrip dat de langste kortste afstand heeft naar het centrumbegrip.

## Bijlage G – Resultaten Socrative test

Tabel G.1 Resultaten van de Socrative test in de C-S-groep aan de hand van de criteria.

Vraag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
C-S 1	3	1	0	3	1	3	3	3	0	0	0	0	3
C-S 2	0	0	0	3	0	0	1	3	3	0	0	1	3
C-S 3	3	1	0	0	2	0	0	3	0	2	0	0	0
C-S 4	0	1	3	3	1	0	3	3	3	0	0	0	0
C-S 5	3	1	0	3	2	0	0	3	3	0	0	0	0
C-S 6	3	1	0	0	1	3	3	3	0	1	0	0	0
C-S 7	0	0	0	3	1	3	0	3	3	3	3	0	0
C-S 8	0	0	0	3	0	3	3	3	3	0	0	0	3
C-S 9	3	1	3	3	3	0	2	3	3	3	0	0	0
C-S 10	0	0	3	3	0	0	0	3	0	1	0	0	0
C-S 11	3	0	0	3	1	3	3	3	3	1	0	0	0
C-S 12	3	0	0	3	0	0	2	3	3	0	3	1	3
C-S 13	3	1	0	3	0	0	2	3	0	0	3	1	0
C-S 14	0	0	0	3	3	0	2	3	0	3	0	0	0
C-S 15	3	1	0	3	1	0	2	3	3	0	0	1	0
<b>Gemiddelde</b>	<b>1,8</b>	<b>0,5</b>	<b>0,6</b>	<b>2,6</b>	<b>1,1</b>	<b>1,0</b>	<b>1,7</b>	<b>3,0</b>	<b>1,8</b>	<b>0,9</b>	<b>0,6</b>	<b>0,3</b>	<b>0,8</b>

Tabel F.2 Resultaten van de Socrative test in de S-C-groep aan de hand van de criteria.

Vraag	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S-C 1	0	0	0	3	0	0	2	3	3	2	0	0	0
S-C 2	0	0	0	3	1	3	1	3	3	3	0	1	0
S-C 3	3	1	0	3	2	0	3	3	0	2	0	1	0
S-C 4	3	0	0	0	0	0	2	3	0	0	3	0	3
S-C 5	3	2	0	3	3	3	1	3	3	0	0	1	0
S-C 6	3	2	0	3	2	0	3	3	3	0	3	1	3
S-C 7	3	0	0	3	0	3	1	3	0	1	3	0	0
S-C 8	3	1	0	3	1	0	0	3	0	0	0	0	0
S-C 9	0	0	0	0	1	3	1	3	3	2	0	1	0
S-C 10	3	0	0	3	1	3	3	3	3	3	0	0	3
S-C 11	0	0	0	3	1	0	2	3	3	2	3	0	3
S-C 12	3	0	0	3	0	0	2	3	3	2	0	1	0
<b>Gemiddelde</b>	<b>2,0</b>	<b>0,5</b>	<b>0,0</b>	<b>2,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1,3</b>	<b>1,8</b>	<b>3,0</b>	<b>2,0</b>	<b>1,4</b>	<b>1,0</b>	<b>0,5</b>	<b>1,0</b>

Nr.	Vraag	Nr.	Vraag
1	Wat is het symbool voor de grootheid 'energie'?	8	Olie, aardgas en steenkool zijn voorbeelden van
2	Wat zijn eenheden voor 'energie'? (Meerdere antwoorden goed)	9	Bewegingsenergie, elektrische energie en warmte-energie zijn: (Meerdere antwoorden goed)
3	0,5 kWh = ... J	10	Noem zoveel mogelijk vormen van energie:
4	'energie' is hetzelfde als 'vermogen'	11	Een kolencentrale zet chemische energie om in:
5	De eenheid van vermogen is (Meerdere antwoorden goed)	12	Noem de drie manieren waarop warmte vervoerd wordt:
6	Duurzame energiebronnen zijn:	13	Warmte is een ...
7	Noem zoveel mogelijk duurzame energiebronnen:		

## Bijlage H – Resultaten Concept map

Tabel H.1 Resultaten van de Concept map in de C-S-groep aan de hand van de criteria.

Kenmerk	Totaalaantal Begrippen	Begrippen Socrative	Begrippen elektriciteit	Irrelevante begrippen	Relevante begrippen	Aantal crosslinks	Diepste link	Percentage Socrative	Percentage elektriciteit	Percentage irrelevant	Percentage relevant
C-S 1	19	1	17	1	0	3	3	5%	89%	5%	0%
C-S 2	18	0	5	5	8	3	4	0%	28%	28%	44%
C-S 3	15	3	10	0	2	0	2	20%	67%	0%	13%
C-S 4	17	3	13	0	1	2	3	18%	76%	0%	6%
C-S 5	17	0	3	5	9	5	3	0%	18%	29%	53%
C-S 6	9	0	5	3	1	0	2	0%	56%	33%	11%
C-S 7	14	9	3	1	1	0	2	64%	21%	7%	7%
C-S 8	12	6	1	1	4	0	1	50%	8%	8%	33%
C-S 9	18	10	1	1	6	0	3	56%	6%	6%	33%
C-S 10	8	1	2	1	4	1	2	13%	25%	13%	50%
C-S 11	20	3	6	1	10	1	6	15%	30%	5%	50%
C-S 12	13	1	8	3	1	2	2	8%	62%	23%	8%
C-S 13	15	0	9	0	6	3	3	0%	60%	0%	40%
C-S 14	30	3	23	3	1	1	3	10%	77%	10%	3%
C-S 15	16	3	0	4	9	0	2	19%	0%	25%	56%
<b>Gemiddelde</b>	<b>16,07</b>	<b>2,87</b>	<b>7,07</b>	<b>1,93</b>	<b>4,20</b>	<b>1,40</b>	<b>2,73</b>	<b>18%</b>	<b>41%</b>	<b>13%</b>	<b>27%</b>

Tabel H.2 Resultaten van de Concept map in de S-C-groep aan de hand van de criteria

Kenmerk	Totaalaantal Begrippen	Begrippen Socrative	Begrippen elektriciteit	Irrelevante begrippen	Relevante begrippen	Aantal crosslinks	Diepste link	Percentage Socrative	Percentage elektriciteit	Percentage irrelevant	Percentage relevant
S-C 1	17	7	1	2	7	3	4	41%	6%	12%	41%
S-C 2	9	1	0	1	7	1	2	11%	0%	11%	78%
S-C 3	20	7	1	0	12	0	2	35%	5%	0%	60%
S-C 4	19	8	0	1	10	2	3	42%	0%	5%	53%
S-C 5	18	11	0	0	7	0	3	61%	0%	0%	39%
S-C 6	17	8	3	0	6	2	3	47%	18%	0%	35%
S-C 7	13	6	0	0	7	2	3	46%	0%	0%	54%
S-C 8	29	11	1	7	10	0	2	38%	3%	24%	34%
S-C 9	36	6	5	8	17	2	4	17%	14%	22%	47%
S-C 10	20	3	1	5	11	0	2	15%	5%	25%	55%
S-C 11	16	4	4	8	0	3	2	25%	25%	50%	0%
S-C 12	13	1	3	3	6	0	1	8%	23%	23%	46%
<b>Gemiddelde</b>	<b>18,92</b>	<b>6,08</b>	<b>1,58</b>	<b>2,92</b>	<b>8,33</b>	<b>1,25</b>	<b>2,58</b>	<b>32%</b>	<b>8%</b>	<b>14%</b>	<b>45%</b>

## Bijlage I – Korte reflectie

### **Paul van den Broek (09-07-2016)**

Ik moet toegeven dat de samenwerking met Jolien nog beter ging dan ik aanvankelijk dacht. De praktische overweging voor de samenwerking was er zonder twijfel. We werken immers samen op dezelfde school, in dezelfde sectie, met klassen parallel aan elkaar. Qua karakters liggen we verder uit elkaar, maar daar waren we ons allebei bewust van en heeft ons mede daarom zelden geremd in het onderzoek of het schrijven van het verslag. Integendeel zelfs! We vulden elkaar soms fantastisch aan. Daar waar Jolien praktisch weet door te pakken, wist ik structuur aan te brengen.

Zeker naar het einde toe waarin er een verslag geschreven moest worden werd weer duidelijk dat de samenwerking meer dan goed was. De communicatie in deze fase is uiterst belangrijk omdat je met zijn tweeën aan hetzelfde verslag schrijft. Deze communicatie verliep echter feilloos waardoor we veel werk hebben weten te verzetten in korte tijd.

Jolien bedankt voor deze fijne samenwerking!

@ Beoordelaars: Jolien heeft op verschillende momenten meer tijd in het onderzoek gestoken dan dat ik dat heb gedaan. Als het toegestaan wordt, dan zou ik graag een half punt van ons eindpunt aan Jolien willen geven.

### **Jolien Marsman (11-07-2016)**

Over het algemeen ging de samenwerking goed. Ondanks dat Paul en ik qua persoonlijkheid en manier van werken erg verschillend zijn ging de samenwerking op veel fronten prima. Tijdens het maken van het onderzoeksplan hebben we veel samen gedaan. Bij het uitwerken van de instrumenten hebben we de taken verdeeld. Paul werd verantwoordelijk voor de Socrative test en ik nam de concept maps op me. De instrumenten hebben we samen bekeken. Daarna hebben we het onderzoek gezamenlijk afgenomen. Na de afname hebben we samen nagedacht over de analyse van de resultaten. Het uitvoeren van de analyse hebben we op een vergelijkbare manier verdeeld als dat we het maken van de instrumenten hebben verdeeld. Ik was verantwoordelijk voor de analyse van de concept maps en Paul voor de analyse van de Socrative test en de leerling-enquête. Bij het maken van het verslag is de samenwerking een beetje scheef gelopen. Aangezien ik heel graag wil afstuderen deze zomer was mijn motivatie om het verslag af te maken groot. Dit had tot gevolg dat ik een groter aandeel heb in het maken van het verslag. In de verwerking van de feedback van Maaïke Koopman hebben we beide even veel gedaan.

Ik heb een positief gevoel overgehouden aan de samenwerking. Vooral omdat we steeds een goede taakverdeling hadden en elkaar op veel punten aanvulde. Mijn praktische insteek en de analytische inzichten van Paul zorgde voor een goed team.