

Ontwikkeling en validatie van een analyse-instrument voor het beoordelen van de kwaliteit van mindmaps binnen het Viewbrics project.

Development and validation of an instrument of analysis for the assessment of mind maps within the Viewbrics project.

Ellis van Beek-Sweep

Master Onderwijswetenschappen
Open Universiteit

Datum: 19 Mei 2018
Studentnummer: 851409389
Begeleiding: Kevin Ackermans, MEd

Inhoudsopgave

| | |
|--|-----------|
| SAMENVATTING..... | 3 |
| SUMMARY | 4 |
| 1. INLEIDING | 5 |
| 1.1 PROBLEEMSTELLING & DOELSTELLING | 5 |
| 1.2 INTRODUCTIE VAN HET ONDERWERP MINDMAPS | 6 |
| 1.3 DE OPBOUW EN STRUCTUUR VAN EEN MINDMAP | 8 |
| 1.4 ANALYSE VAN MINDMAPS..... | 9 |
| 1.5 ANALYSE VAN MINDMAPS AAN DE HAND VAN EEN SCORINGSMETHODE | 9 |
| 1.6 ANALYSE VAN MINDMAPS AAN DE HAND VAN EEN EXPERTVERGELIJKING..... | 13 |
| 1.7 MODERNE TECHNIEKEN VOOR HET ANALYSEREN VAN MINDMAPS | 14 |
| 1.8 VRAAGSTELLING EN HYPOTHESEN | 14 |
| 2. METHODE..... | 16 |
| 2.1 ONDERZOEKSGROEP | 16 |
| 2.2 MATERIALEN | 17 |
| 2.3 PROCEDURE | 18 |
| 2.4 DATA-ANALYSE..... | 20 |
| 3. DESIGN | 21 |
| 3.1 ONTWIKKELING VAN EEN VALIDE ANALYSE-INSTRUMENT..... | 21 |
| 3.2 KENMERKEN VAN HET VIEWBRICS PROJECT..... | 21 |
| 3.3 METEN VAN MENTALE MODELLEN DOOR MIDDEL VAN MINDMAPS..... | 24 |
| 3.4 TOEPASBAARHEID VAN ANALYSEMETHODEN | 25 |
| 3.5 WEGING VAN SCORES | 26 |
| 4. RESULTATEN..... | 29 |
| 4.1 INTERBEOORDELAARSBETROUWBAARHEID | 29 |
| 4.2 INTRABEOORDELAARSBETROUWBAARHEID | 31 |
| 4.3 GEBRUIKSVRIENDELIJKHEID | 31 |
| 5. CONCLUSIE & DISCUSSIE | 32 |
| 6. REFERENTIES | 34 |

Samenvatting

Het hier beschreven onderzoek betreft het ontwikkelen en valideren van een betrouwbaar en bruikbaar analyse-instrument voor het beoordelen van de kwaliteit van mindmaps binnen het Viewbrics project. Het Viewbrics project is een langlopend praktijkgericht onderwijsonderzoek dat door het NRO wordt gefinancierd. Het onderzoek is gericht op vaardighedenonderwijs en focust op de vraag of door middel van een 'rubric' met videobeelden de complexe vaardigheden samenwerken, presenteren en informatievaardigheden beter aan te leren zijn.

Aan het onderzoek werken drie scholen voor voortgezet onderwijs mee: het Sint- Janscollege (Hoensbroek), het Porta Mosana College (Maastricht) en het Connect College (Echt). Deze onderzoeksscholen hebben drie bestaande klassen met het havo-/vwo-/gymnasiumniveau (enkele groepen volgen tweetalig onderwijs) voor dit onderzoek beschikbaar gesteld. Gedurende een periode van 24 weken wordt binnen deze onderzoeksscholen driemaal het effect van rubrieken en videovoorbeelden gemeten.

Voor het meten van het effect worden mindmaps ingezet waarmee de mentale modellen van de deelnemende leerlingen over de complexe vaardigheden samenwerken, presenteren en informatievaardigheden gemeten worden. Om de hypothesen van het onderzoek te kunnen toetsen moeten de mindmaps worden geanalyseerd, een instrument hiervoor was echter niet voor handen.

Het analyse-instrument is ontwikkeld door een afweging te maken tussen de in de literatuur beschreven analysemethoden en de kenmerken van de mindmaps in het Viewbrics project. Door middel van een herhaalde meting met het in dit onderzoek ontwikkelde analyse-instrument is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid, de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid en de gebruiksvriendelijkheid vastgesteld.

Een mindmap kan worden gezien als een grafische representatie van een mentaal model. De kwaliteit van een mentaal model wordt bepaald door de breedte, diepte en sterkte van het mentale model. Wanneer dit toegepast wordt op mindmaps kunnen het aantal concepten in de mindmap inzicht geven in de breedte van het mentale model. De diepte van het mentale model kan worden afgelezen aan het aantal lineaire verbanden en het niveau van de hiërarchieën in de mindmap. En aangegeven relaties tussen concepten en complexe verbanden tussen kennissegmenten maken het mogelijk uitspraken te doen over de sterkte van het mentale model.

Het in dit onderzoek ontwikkelde analyse-instrument is een betrouwbare scoringsmethode waarmee punten kunnen worden toegekend aan de componenten concepten, lineaire verbanden, hiërarchieën, relaties en complexe verbanden in een mindmap. Deze score geeft een indicatie van het mentale model. Dit maakt het mogelijk het effect van een interventie te bepalen door scores uit de eerste, tweede en derde meting met elkaar te vergelijken.

Summary

This research is based on the development and validation of a reliable and user friendly instrument of analysis for the assessment of mind maps within the Viewbrics project. The Viewbrics project is a NRO funded long-term practice based educational research. The research focuses on the effective teaching of skills in Dutch education. The main research question is whether using a 'rubric' with video examples will stimulate teaching and learning the complex skills of information literacy, giving presentations and working in teams.

Three Dutch schools for higher general secondary education and pre-university education are participating in the research: the Sint- Janscollege (located in Hoensbroek), the Porta Mosana College (located in Maastricht) and the Connect College (located in Echt). Each school has made it possible to execute the research within three already existing class formations. Some of these classes are given bilingual education (Dutch and English). The research takes place in a time period of 24 weeks.

The effect in skill acquisition is measured by making a comparison of the students' mental models about information literacy, giving presentations and working in teams. To gain insight in the students' mental models they are asked to make mind maps about these topics in three different points in time within the 24 weeks. In order to test the hypotheses of the research these mind maps must be analyzed. Unfortunately, no directly applicable instrument of analysis was found.

The instrument of analysis is developed by studying techniques of mind map analysis in the literature and by taking the characteristics of the mind maps in the Viewbrics project in consideration. The instrument of analysis developed in this research was tested by multiple people, multiple times to be able to make assumptions about the interrater reliability, the intrarater reliability and the usability of the instrument.

A mind map can be seen as a graphic representation of a mental model. To be able to judge the quality of a mental model the width, depth and strength of the model have to be determined. It is possible to judge the quality of a mental model through a mind map. The amounts of concepts in the mind map give insight in the width of the mental model. The depth of the mental model can be determined by looking at the structure of the concepts and the number of hierarchies. The strength of a mental model is shown in a mind map by the use of relationships between concepts and complex relationships between different segments of the mind map.

The instrument of analysis that has been developed through this research is a reliable method of scoring which makes it possible to award points for the components concepts, linear structure, hierarchies, relationships and complex relationships in a mind map. The amount of points scored gives an indication of the quality of the mental model. This makes it possible to measure the effect of the intervention by comparing the scores of the multiple measurements.

1. Inleiding

1.1 Probleemstelling & doelstelling

Het hier beschreven onderzoek maakt deel uit van een langlopend praktijkgericht onderzoek naar het formatief toetsen van complexe vaardigheden als samenwerken, presenteren en informatievaardigheid door middel van een 'rubric' met videovoorbeelden. Onder leiding van Associate Professor dr. Ellen Rusman is in september 2015 vanuit het Welten-instituut het Viewbrics project gestart. Binnen dit project zijn er in samenwerking met docenten, studenten, leerlingen en onderzoekers rubrieken met videovoorbeelden ontworpen voor de complexe vaardigheden samenwerken, presenteren en informatievaardigheid, die toegepast kunnen worden in de onderbouw van het voortgezet onderwijs met atheneum/gymnasiumniveau.

Het onderzoek wordt op dit moment vervolgd met een praktijkonderzoek binnen de onderbouw van voortgezet onderwijs scholen in Limburg. Met dit praktijkonderzoek wordt de verwachting getoetst dat videovoorbeelden bij beoordelingsrubrieken de beeldvorming- en beheersing van en de feedback op een complexe vaardigheid verbeteren. De deelnemende leerlingen zijn onderverdeeld in drie groepen, de controlegroep, oftewel de 0-groep, waarbij geen interventie gepleegd wordt, een experimentele groep (de 1-groep) waarin de deelnemende leerlingen de beoordelingsrubrieken alleen met tekst gepresenteerd krijgen en een tweede experimentele groep (de 2-groep) waarbij gebruik gemaakt gaat worden van beoordelingsrubrieken met videovoorbeelden (Rusman, 2015).

Om inzicht te krijgen in de mentale modellen over de complexe vaardigheden maken de ongeveer 270 deelnemende leerlingen gedurende een periode van 24 weken driemaal drie mindmaps op papier (elke leerling maakt drie losse mindmaps, één mindmap per vaardigheid). De eerste meting, M0, geeft de baseline. Na een periode van 12 weken volgt de tweede meting (M1) en na een periode van nog eens 12 weken volgt de derde meting (M2).

Uit onderzoek van Wheeldon en Faubert (2009) blijkt dat mindmaps of conceptmaps goed gebruikt kunnen worden voor dataverzameling in kwalitatief onderzoek omdat het een unieke manier is voor respondenten om hun ervaringen en attitudes in een duidelijk grafisch beeld te laten zien. De keuze voor een papieren mindmap in plaats van een digitale mindmap komt voort uit het onderzoek van Stokhof, Sluijsmans, Vlokhoven en Peters (2012) waaruit blijkt dat het maken van een papieren mindmap het verwerven van basiskennis beter ondersteunt dan het maken van een digitale mindmap en dat sluit goed aan bij de doelgroep van het Viewbrics project, namelijk de onderbouw van het voortgezet onderwijs op vwo-niveau. Een kritisch punt bij het gebruiken van een dergelijke methode van dataverzameling is dat mindmaps van proefpersonen niet altijd overeenkomen met de traditionele definities van een mindmap waardoor de analyse bemoeilijkt kan worden. Het verschil in mindmaps kan onder andere worden veroorzaakt door het feit dat vrouwen het maken van een mindmap

makkelijker vinden dan mannen (Czuchry & Dansereau, 1996) en het ervaren van onwennigheid met het maken van mindmaps (Wheeldon & Faubert, 2009). Om de onderlinge conformiteit te bevorderen krijgen de deelnemende leerlingen bij de start van dit onderzoek een workshop over het maken van mindmaps.

De mindmaps die voortkomen uit dit onderzoek moeten worden geanalyseerd maar er is nog geen manier vastgesteld waarop deze analyse moet plaatsvinden. Het doel van dit onderzoek is dan ook een valide, betrouwbaar en bruikbaar analyse-instrument voor mindmaps te ontwerpen dat gebruikt kan worden in het onderzoek met als doel de verkregen data te analyseren en antwoord te geven op de onderzoeksvraag uit het Viewbrics project. Namelijk is er sprake van een positief effect van het gebruik van de rubrics en de videobeelden op de kwaliteit van feedback en de beheersing van de gemeten vaardigheden: presenteren, samenwerken en informatievaardigheid.

1.2 Introductie van het onderwerp mindmaps

Door het maken van een mindmap maakt een persoon een visuele representatie van hoe bepaalde informatie in het geheugen is opgeslagen. Het menselijk geheugen is op te delen in het werkgeheugen en het langetermijngeheugen. Het opslaan van informatie begint met een zintuigelijke waarneming waarna er in het werkgeheugen controleprocessen gestart worden om de informatie te verwerken en in het langetermijngeheugen op te slaan. Voorbeelden van dergelijke controleprocessen zijn het organiseren en elaboreren waarbij kennis uit het langetermijngeheugen opgehaald wordt waaraan de nieuwe informatie gekoppeld kan worden. Belangrijk daarbij is dat het werkgeheugen verschillende verwerkingssystemen heeft voor verbale en visuele informatie, het geheugen is dus in staat om zowel woorden als beelden op te slaan (Ji Ma, Hussain, & Bays, 2014; Luck & Vogel, 1997).

De manier waarop informatie in het lange termijn geheugen is opgeslagen wordt een cognitieve structuur genoemd; een cognitieve structuur is opgebouwd uit concepten, proposities en beelden. Een concept of propositie ontstaat wanneer iets met regelmaat wordt waargenomen en er relatie tussen objecten of gebeurtenissen wordt gelegd. Beelden zijn representaties van objecten en gebeurtenissen in de vorm van afbeeldingen die ontstaan na een visuele waarneming. De (hiërarchische) ordening van concepten, proposities en beelden wordt een semantisch netwerk genoemd (Anderson, 1990; Ormrod, 2003). Het ophalen van een semantisch netwerk over een bepaald concept kan volgens Buzan en Buzan (2010) het beste met een mindmap omdat de opbouw en structuur van een mindmap overeenkomen met de multidimensionale werking van de hersenen.

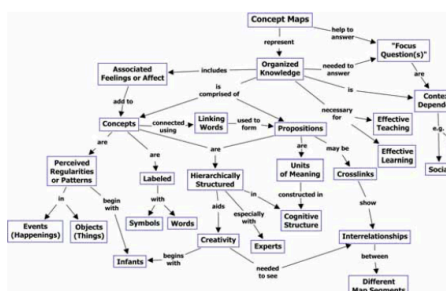
De term mindmap is een soort verzamelwoord. Er zijn vele verschillende manieren waarop mensen een visuele representatie van kennis kunnen maken. Figuur 1 is een weergave van de meest eenvoudige manier van mindmappen, die wordt ook wel een woordspin genoemd. Een woordspin bevat een centraal onderwerp in het midden met daaromheen associaties met dit onderwerp, zonder dat

hier duidelijk structuren of relaties in zijn aangebracht. De traditionele conceptmap, zoals te zien is in Figuur 2 (Novak & Cañas, 2008, p. 2), is ontwikkeld door Novak en Gowin (1984). Een concept map bestaat uit een opbouw in concepten met een duidelijke hiërarchische structuur waarin door middel van pijlen relaties worden aangegeven. Buzan introduceerde rond 1960 de term mindmap (Buzan & Buzan, 2010) ; ook hij gaat uit van een centraal concept, hiërarchische structuur en relaties maar beschrijft een vrijere vorm dan een conceptmap. In een mindmap is er geen sprake van een lineaire ordening waarbij iedere rij een gedetailleerdere uitwerking van het concept is, maar de maker plaatst het concept in het midden waarvandaan vertakkingen aangebracht worden om het concept in categorieën op te delen. De hiërarchische structuur wordt duidelijk gemaakt door te variëren in lettergrootte en relaties en verbanden worden door middel van verschillende kleuren aangebracht. Ook is er in een mindmap ruimte om met afbeeldingen te werken. Figuur 3 bevat een illustratie van een mindmap.

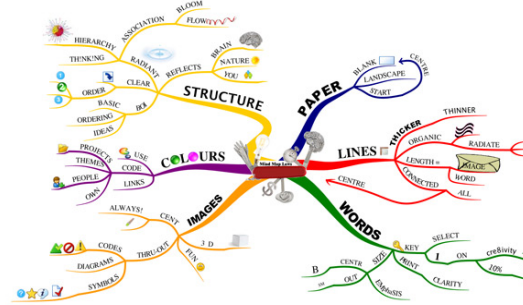
Deze verschillende vormen en definities van maps kunnen voor verwarring zorgen. In de hieronder beschreven opbouw en structuur van een mindmap wordt gepoogd een algemeen beeld van de techniek van het maken van een visuele representatie van kennis uiteen te zetten, hierin worden de definities en beschrijvingen van Buzan en Buzan (2010) en Novak en Cañas (2008) gecombineerd.



Figuur 1



Figuur 2



Figuur 3

Figuur 1. Voorbeeld van een woordspin.

Figuur 2. Voorbeeld van een concept map. Een uitwerking van een concept map. Bovenin staat het centrale concept en de map heeft een duidelijke hiërarchische structuur waarin de relaties met pijlen zijn aangegeven. Overgenomen uit “The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them,” door J.D. Novak en A.J. Cañas, (2008), p. 2. Verkregen op 2 oktober, 2017 van <http://eprint.ihmc.us/5/2/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>

Figuur 3. Voorbeeld van een mindmap. Een uitwerking van een mindmap, waarin het centrale concept in het midden wordt geplaatst en door middel van vertakkingen in verschillende concepten wordt opgedeeld. De hiërarchische structuur is aangebracht door verdere vertakkingen, lijnen dikker en

dunner, woorden groter en kleiner te maken. Overgenomen van www.tonybuzan.com door T. Buzan. Verkregen op 2 oktober, 2017, van <http://www.tonybuzan.com/about/mind-mapping/>

1.3 De opbouw en structuur van een mindmap

Een mindmap is opgebouwd aan de hand van concepten en relaties tussen de concepten. Het startpunt is een centraal thema, idee of vraag en wordt bij het creëren van de mindmap bovenaan of in het midden geplaatst. De eerste vertakkingen (lijnen) zijn bedoeld om ordening aan te brengen en het centrale thema op te delen in categorieën. Dit opdelen in categorieën is vergelijkbaar met hoe een hoofdstuk in een lesboek wordt opgedeeld in deelonderwerpen (Buzan & Buzan, 2010). De categorieën worden aan het uiteinde van de lijn geplaatst (vaak in vakjes of cirkels). Vanuit deze categorieën ontstaan meerdere vertakkingen die op hun beurt ook weer tot specifieke en gedetailleerde associaties leiden. Al deze associaties worden aan het einde van de lijn geplaatst. Tussen de verschillende associaties kunnen ook relaties bestaan. Deze worden aangegeven door de associaties met een lijn te verbinden en het karakter van de relatie kort langs de lijn te schrijven, bijvoorbeeld het aangeven van oorzaken of gevolgen. Dit wordt een propositie genoemd (Novak & Cañas, 2008).

Er kan op verschillende manieren een hiërarchische structuur in een mindmap worden aangebracht. Novak en Cañas (2008) beschrijven een lineaire ordening waarin de belangrijkste concepten bovenaan worden geplaatst en de minst belangrijke concepten of de concepten die het minst relatie hebben met het centrale thema onderin. Buzan en Buzan (2010) plaatsen het centrale thema in het midden en brengen hiërarchische structuur aan door middel van lijnen, lettergrootte, lijndikte en kleuren ¹.

Zowel de hierboven beschreven opbouw van een mindmap en de voorbeelden in Figuren 1, 2 en 3 laten zien dat vooral taal een belangrijke rol speelt bij het maken van een mindmap. Maar zoals eerder besproken is het menselijk geheugen ook in staat om een langere tijd beelden vast te houden. Een beeld roept volgens Buzan en Buzan (2010) meer associaties op en is niet afhankelijk van taalkennis. Buzan en Buzan (2010) pleiten daarom voor een sterkere nadruk op het gebruik maken van beelden in mindmaps door bijvoorbeeld kleine tekeningetjes bij de woorden te maken. Dit is terug te zien in Figuur 3 waarin gebruik wordt gemaakt van kleine visuele symbolen en plaatjes.

Om een generaliseerbare analysemethode te kunnen gebruiken is het van belang dat verschillen in kwaliteit die veroorzaakt kunnen worden door beïnvloedende factoren als geslacht en onkunde niet worden meegenomen in een analyse (Wheeldon & Faubert, 2009). Het toevoegen van tekeningen wordt volgens Buzan en Buzan (2010) sterk beïnvloed door het gevoel van kunde: mensen achten zichzelf vaak niet vaardig in het tekenen. Het gebruik maken van digitale tools bij het creëren van

¹ Al het bovenstaande kan het best worden geïllustreerd met visuele voorbeelden, Figuur 2 is een voorbeeld van een concept map volgens Novak en Cañas (2008) en Figuur 3 laat de uitwerking van een mindmap volgens Buzan en Buzan (2010) zien.

mindmaps maakt het toevoegen van beelden eenvoudiger. Daar er in dit onderzoek mindmaps op papier worden gemaakt, zal de toevoeging van afbeeldingen niet meegenomen worden in de analyse.

1.4 Analyse van mindmaps

Het maken van een mindmap komt in het onderwijs veel voor. Farrand, Hussain en Hennessy (2002) toonden aan dat het maken van een mindmap een effectieve studietechniek is binnen medische opleidingen. Stokhof et al. (2012) onderzochten de mogelijkheden om het maken van mindmaps in te zetten bij het stimuleren van vraaggestuurd onderwijs in het basisonderwijs. Zij kwamen tot de conclusie dat mindmaps een goed middel zijn om de voorbereiding, uitvoering en evaluatie van vraaggestuurd onderwijs te ondersteunen.

Binnen onderzoek worden mindmaps ingezet als een methode om data te verzamelen. Mindmaps geven inzicht in de mentale modellen en denkprocessen van proefpersonen en geven de mogelijkheid om kwantitatieve data te visualiseren. Volgens Novak en Cañas (2008) is het laten maken van mindmaps een snelle en effectieve manier om de onderzoeker inzicht te geven in eventuele veranderingen in het denken van proefpersonen na een interventie. Ook incidenteel leren wordt op deze manier inzichtelijk en meetbaar.

Ruiz-Primo en Shavelson (1996) geven een overzicht van 21 studies (in de periode 1978 tot en met 1994) waarin het maken van conceptmaps is gebruikt als een beoordelingsmethode. Binnen deze studies werden verschillende manieren gebruikt om de gemaakte maps te analyseren en van een score te voorzien. Hoewel er een grote variatie in de analysemethoden bleek te zijn, waren Ruiz-Primo en Shavelson (1996) in staat deze op te delen in drie categorieën. De eerste methode focust op het scoren van onderdelen in de gemaakte map. De tweede methode is het vergelijken van de mindmaps van de lerende met die van een expert. Ten derde zijn er varianten te zien die een combinatie van de twee methodes gebruiken bij het analyseren van de mindmaps.

1.5 Analyse van mindmaps aan de hand van een scoringsmethode

In een analysemethode waarbij het scoren van onderdelen gehanteerd wordt, wordt gekeken naar de breedte (aantal concepten), diepte (hiërarchische structuur) en relaties (verbinding tussen concepten) van de gemaakte mindmap. Novak en Gowin (1984) ontwierpen een scoringsstelsel op de componenten proposities, hiërarchie, verbindingen en voorbeelden; een overzicht van dit scoringsstelsel is te zien in Tabel 1. Dit scoringsstelsel kan echter alleen worden toegepast op de techniek van de conceptmap zoals Novak en Gowin (1984) deze beschrijven en is niet toepasbaar op maps die een andere vorm aannemen; daarom is deze analysetechniek niet toe te passen op de maps uit het Viewbrics project die meer de vorm van een mindmap aannemen zoals Buzan en Buzan (2010) deze beschrijven.

Tabel 1

Scoringssysteem van Novak en Gowin (1984)

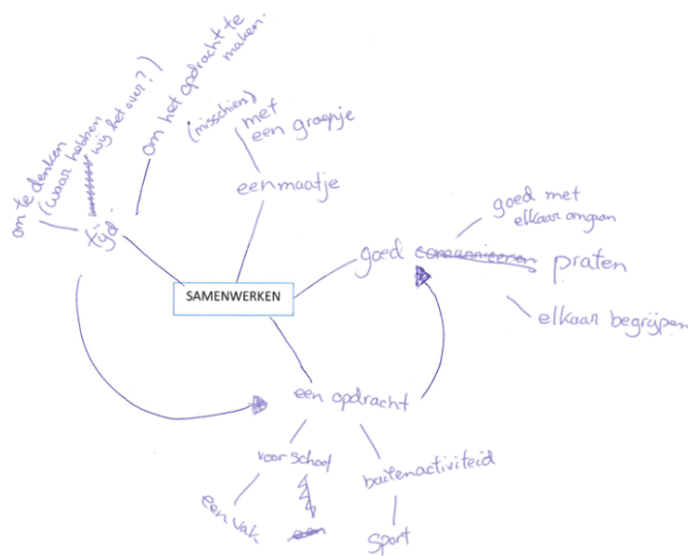
In dit scoringssysteem worden vier componenten van concept maps beschreven met daarbij de toegekende score. De score kan per onderzoek variëren om meer nadruk te leggen op een bepaald component.

| Component | Beschrijving | Score |
|--------------|--|---|
| Proposities | Is de relatie tussen twee concepten aangegeven met een lijn en een verbindingswoord? Is de relatie valide? | 1 punt voor elke betekenisvolle en valide propositie |
| Hiërarchie | Heeft de map een hiërarchische structuur? Is ieder opvolgend concept specifieker en minder algemeen dan het concept erboven (in de context van het materiaal)? | 5 punten voor elk valide niveau in de hiërarchie |
| Verbindingen | Heeft de map betekenisvolle verbindingen met verschillende segmenten in de map? | 10 punten voor elke valide en significante verbinding, met uitleg wat de karakteristiek van het verband is 2 punten voor een valide verbinding zonder uitleg |
| Voorbeelden | Specifieke gebeurtenissen of objecten die een valide voorbeeld zijn | 1 punt per voorbeeld |

Noot. Aangepast van: Novak, J.D., Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, Verenigd Koninkrijk: Cambridge University Press.

Turns, Atmans en Adams (2000) beschrijven een methode waarbij het scoringssysteem wordt opgebouwd aan de hand van het aantal concepten, het aantal verbindingen, het aantal relaties tussen concepten, het aantal hiërarchische niveaus en het aantal voorbeelden. Door de wegingen te bepalen (per concept één punt en per relatie twee punten) kan er nadruk worden gelegd op bepaalde onderdelen. Aan de hand van het scoringssysteem van Turns et al. (2000) krijgt de mindmap over de complexe vaardigheid samenwerken van een van de proefpersonen in het Viewbrics project in Figuur 4 een score van 36 punten: er zijn 14 concepten, 13 verbindingen, 2 relaties (tussen ‘tijd’ en ‘een opdracht’ en tussen ‘een opdracht’ en ‘goed praten’, welke relatie hiertussen bestaat is niet helder, de pijlen geven wel een richting aan maar wat daar mee bedoeld wordt blijft open voor interpretatie), er is

sprake van 6 hiërarchische niveaus omdat de concepten ‘tijd’, ‘een maatje’, ‘goed praten’ en ‘een opdracht’ verder zijn uitgesplitst en het concept ‘een opdracht’ heeft twee vertakkingen met de concepten voor ‘school’ en ‘buitenactiviteit’ en deze zijn ook beide weer verder uitgesplitst. Als laatste is er nog één voorbeeld in deze mindmap opgenomen, onder het concept ‘om te denken’, wat vanuit het concept ‘tijd’ komt staat tussen haakjes het voorbeeld: ‘waar hebben wij het over’. Bij het toekennen van deze score is geen gebruik gemaakt extra wegingen, alle onderdelen zijn dus even belangrijk.



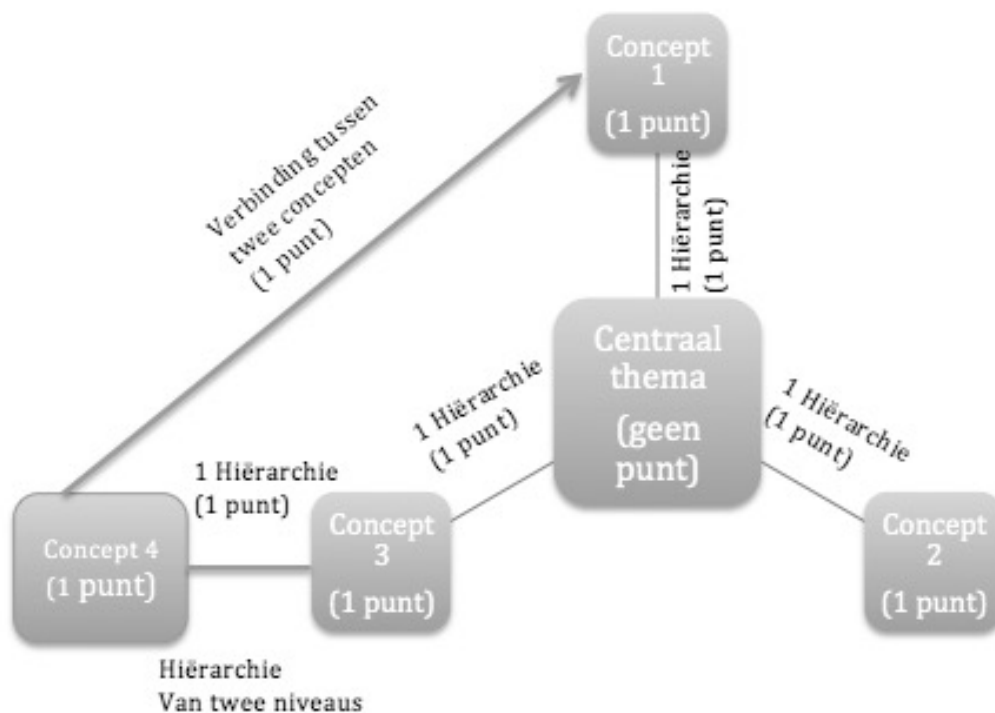
Figuur 4. Mindmap over de complexe vaardigheid samenwerken van een proefpersoon uit het Viewbrics project.

Besterfield-Sacre, Gerchak, Lyons, Shuman en Wolfe (2004) beschrijven een analyse van mindmaps aan de hand van het tellen van het aantal concepten, het tellen van het aantal vertakkingen vanuit het centrale concept (hiërarchie), het toekennen van een score voor het hoogste niveau van hiërarchie in de mindmap. Daarnaast telden ze het aantal verbindingen tussen concepten. Om bovenstaande verder te verhelderen geeft Figuur 5 inzicht in de verschillende componenten concept, hiërarchie, hiërarchisch niveau, verbinding en het toekennen van scores. Wanneer we deze methode toepassen op de mindmap uit het Viewbrics project in Figuur 4 komt er een totale score van 32 uit. Er zijn 14 concepten, 13 vertakkingen, het hoogste hiërarchie niveau is 3 en het aantal verbindingen is 2.

Een hoge score op aantal concepten, niveau van hiërarchie en aantal verbindingen laat volgens Besterfield-Sacre et al. (2004) zien dat er sprake is van een goede integratie van kennis. De methode van Besterfield-Sacre et al. (2004) geeft een beter inzicht in hoe ver de mindmap in gaat op details dan de methode van Turns et al. (2000). Daarentegen geeft het scoren van het aantal voorbeelden wat

opgenomen is in de analysetechniek van Turns et al. (2000) inzicht in hoeverre een proefpersoon een concept kan toepassen.

Het probleem met deze manieren van scoren is dat het weinig inzicht geeft in de inhoud van de mindmap. Daarom spreken Novak en Gowin (1984) over valide proposities en voegen Turns et al. (2000) de extra dimensies valide en invalide proposities en compleetheit toe. Een analysemodel aan de hand van een mindmap van een expert geeft meer inzicht in de validiteit van concepten en proposities en in de compleetheid van de door de lerende gemaakte mindmap.



Figuur 5. Illustratie bij scoringsysteem van Besterfield-Sacre et al. (2004).

In deze figuur is een mindmap te zien die het scoringsysteem van Besterfield-Sacre et al. (2004) illustreert. Voor het centrale thema (of concept) worden geen punten toegekend omdat dit gegeven is. De gehele mindmap bestaat uit vier concepten en scoort daarmee dus vier punten. Vanuit het centrale punt zijn drie hiërarchieën te zien (vanuit centraal thema naar concept 1, concept 2 en concept 3) en vanuit concept 3 is een hiërarchie aangebracht naar concept 4. Dit betekent dat voor het aantal hiërarchieën vier punten worden toegekend. Daarnaast is er sprake van één hiërarchie van twee niveaus (van concept 3 naar concept 4) wat een score van twee punten oplevert. Tussen concept 1 en concept 4 is een relatie gelegd door middel van een verbindingslijn, hiermee wordt één punt gescoord. De totale score voor de hier gebruikte mindmap is dus 11 punten.

1.6 Analyse van mindmaps aan de hand van een expertvergelijking

Voor een analyse waarbij de mindmap vergeleken wordt met die van een expert moet eerst worden bepaald welke persoon in staat is een mindmap te maken die representatief is voor de kennis in dat domein. Daarbij gaat het er om dat deze persoon een mindmap maakt die volledig is (alle belangrijke concepten binnen het domein bevat) en de ideale organisatie van informatie weergeeft. Aan de hand van deze variabelen (volledig en ideale organisatie) kan worden bepaald wie de aangewezen persoon is om een expertmindmap te maken. De expert kan een docent zijn of een expert in het vakgebied, maar ook een goed presterende leerling zou een expertmindmap kunnen maken.

Wanneer mindmaps geanalyseerd worden met een expertmap wordt aangeraden meerdere expertmaps te gebruiken. Wanneer er maar van één expert een voorbeeld is zijn de scores erg afhankelijk van de kennis en de cognitieve structuren van die ene persoon (Ruiz-Primo & Shavelson, 1996).

De tweede stap in het analyseren van een mindmap aan de hand van een expertvoorbeeld is het scoren van de overlap tussen de mindmaps van de lerende en die van de expert. In het overzicht van Ruiz-Primo en Shavelson (1996) is een methode beschreven waarbij overlap van concepten geteld werd en uitgedrukt in een schaal van compleet, substantieel, gedeeltelijk, klein en geen/irrelevant. Daarnaast werd gekeken naar overlap in de proposities (verbinding tussen concepten) en deze werden ingeschaald in de categorie sterk, medium, zwak en geen.

Rye en Rubba (2002) hebben een onderzoek uitgevoerd waarbij de gemaakte mindmaps gescoord werden aan de hand van een hiervoor opgestelde 'rubric' die bestond uit de onderdelen concepten en relaties (waarmee ze proposities bedoelen). Concepten werden gescoord aan de hand van overlap met de concepten in de expertmindmap waarbij deze opgedeeld waren in centrale concepten (3 punten) en overige concepten (2 punten), daarnaast kenden ze een punt toe voor ieder concept dat niet overeen kwam met de expertmindmap maar wel degelijk met het onderwerp te maken had. Ook voor het onderdeel relaties werd er gekeken naar overlap met de expertmindmap (6 punten) maar er werden ook punten toegekend voor het maken van andere valide relaties tussen concepten uit de expertmindmap, of tussen een concept uit de expertmindmap en een eigen concept (4 punten). Wanneer een lerende een valide relatie maakte tussen twee eigen concepten werden er 2 punten toegekend. Uit het bovenstaande blijkt dat het onderdeel relaties zwaarder gewaardeerd werd. Dit is gedaan omdat relaties beter inzicht geven in de mate van begrip bij een lerende dan concepten. Omdat er bij het scoren ook punten toegekend worden voor concepten en relaties buiten de expertmindmap heeft dat als gevolg dat het scoren gedaan moet worden door iemand met voldoende kennis van het onderwerp (McClure, Sonak & Suen, 1999)

Er zijn verschillende manieren om de scoringsmethode en de expertmap met elkaar te combineren. Novak en Gowin (1984) scoorden ook de expertmap met het door hen ontworpen scoringsstelsel en

vergeleken de score van de mindmap van de lerende met die van de expert. De hierboven beschreven methode van Rye en Rubba (2002) combineert in feite ook een scoringsysteem met de expertmap door punten toe te kennen aan overlappende elementen. Besterfield-Sacre et al. (2004) hebben een combinatiemethode gebruikt waarbij in de eerste plaats de mindmaps gescoord zijn aan de hand van de eerder beschreven methode en ten tweede de mindmaps beoordeeld zijn door een expert uit het kennisdomein. Deze scores zijn met elkaar vergeleken.

1.7 Moderne technieken voor het analyseren van mindmaps

Wat opvallend is aan bovenstaande analysemethoden is dat nergens gebruik wordt gemaakt van de middelen die de moderne techniek ons biedt. Novak en Cañas (2008) beschrijven wel een door hen ontwikkelde digitale tool om conceptmaps mee te maken; de web-based tool CMAP. In dit artikel worden de vele mogelijkheden om CMAP toe te passen besproken, maar hierbij wordt geen informatie gegeven over methodes om de maps die met deze techniek gemaakt worden te analyseren. Het onderzoek van Derbentseva, Safayeni en Cañas (2007) gaat dieper in op CMAP als een tool voor het visualiseren van dynamisch denken, maar ook uit de methodeanalyses in dit onderzoek komen geen digitale analysemethoden naar voren voor het scoren van de gemaakte maps.

Jamieson (2012) maakt wel gebruik van een digitale techniek om mindmaps te analyseren, namelijk de GraphCrunch II tool. Dit is een tool die ontworpen is om wiskundige grafieken met elkaar te vergelijken. Jamieson (2012) beargumenteert dat er gelijkenissen zijn tussen mindmaps en wiskundige grafieken; de concepten in een mindmap komen overeen met knooppunten in een grafiek en de lijnen kunnen worden gezien als de hoeken van een grafiek. De GraphCrunch II tool kan op die manier de mindmap van een expert vergelijken met die van een lerende. Het gaat hier dan echter wel om gesloten mindmaps, waarbij vooraf het aantal concepten is vastgesteld.

Een moderne techniek die gebruikt zou kunnen worden bij het analyseren van mindmaps is de techniek van kunstmatige intelligentie. IBM Watson™ Visual Recognition service heeft een tool ontwikkeld voor het inzetten van visuele herkenning. Deze zou gebruikt kunnen worden om een mindmap te vergelijken met een expertmap of zou op een snelle manier concepten, proposities, hiërarchieën en relaties kunnen tellen.

1.8 Vraagstelling en hypothesen

Een mindmap is een grafische representatie van kennis en is opgebouwd uit een centraal concept, wat door middel van lineaire verbanden uitgesplitst wordt in meerdere concepten (hiërarchische structuur) tussen deze concepten kunnen relaties en complexe verbanden aangegeven worden. Om de kwaliteit van een mindmap te beoordelen kunnen verschillende analysemethoden worden gebruikt. Zo kan er gebruik worden gemaakt van een structurele methode waarbij aan verschillende componenten

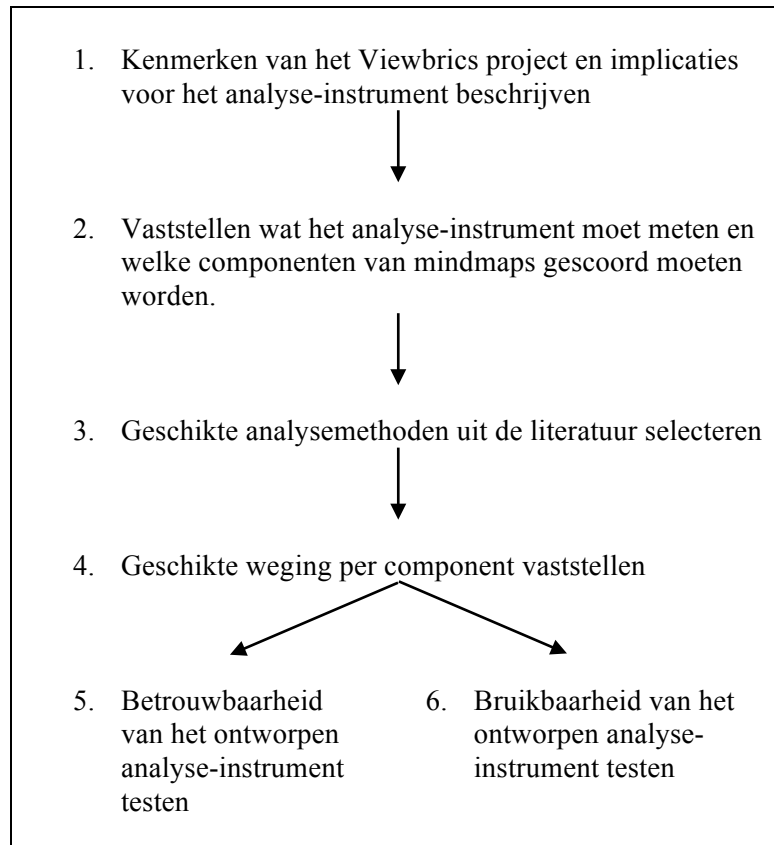
(concepten, hiërarchische structuur, relaties en verbanden) een bepaalde score wordt toegekend. Door wegingen te bepalen (per concept één punt en per relatie twee punten) kan er nadruk worden gelegd op een bepaald component van mindmaps. Een andere analysemethode is de expertvergelijking waarbij een voorbeeld mindmap wordt opgesteld die de juiste en volledige kennis bevat en waarin de informatie op de meest ideale manier is geordend. Bij de beoordeling van een mindmap met een expertvergelijking wordt dan gekeken naar de mate van overlap van concepten, hiërarchische structuur, relaties en verbanden. Een derde mogelijke methode is het maken van een combinatie tussen een scoringssysteem en een expertvergelijking, hierin wordt bijvoorbeeld een score toegekend aan overlappende concepten en proposities. Daarnaast bieden digitale technieken ook mogelijkheden om verschillende mindmaps met elkaar te vergelijken.

De vraagstelling in dit onderzoek komt overeen met de doelstelling. Het gaat in dit onderzoek om het ontwikkelen en valideren van een analyse-instrument waarmee de hypothesen van het Viewbrics project kunnen worden getoetst. De centrale vraag is dan ook: is het mogelijk om een valide, betrouwbaar en bruikbaar analyse-instrument voor de mindmaps in het Viewbrics project te ontwerpen, met daarbij de verwachting dat dit mogelijk is.

Om deze vraag te beantwoorden moet eerst worden vastgesteld welke componenten (concepten, proposities, hiërarchieën, relaties, verbanden en voorbeelden) van mindmaps gescoord moeten worden om een uitspraak te kunnen doen over de kwaliteit van de mentale modellen over complexe vaardigheden van de deelnemende leerlingen. Met andere woorden: wat moet er precies worden gemeten en welke onderdelen van mindmaps komen daarmee overeen. Daarnaast moet voor het scoren van de componenten bepaald worden of er componenten van mindmaps zijn die belangrijker zijn binnen dit onderzoek en dus een zwaardere weging moeten krijgen. Het antwoord op bovenstaande vragen moet leiden tot een valide ontwerp van het analyse-instrument waarbij afwegingen zijn gemaakt tussen de in de literatuur beschreven analysemethoden en de kenmerken van de mindmaps in het Viewbrics project. Naast het ontwerpen van een valide analyse-instrument moeten ook de betrouwbaarheid en de gebruiksvriendelijkheid van het instrument worden getoetst. Hieronder volgt een overzicht van de deelvragen en een grafische representatie van de variabelen en deelvragen (Figuur 6).

- Welke kenmerken van het Viewbrics project hebben implicaties voor het analyse-instrument?
- Welke componenten van mindmaps moeten in het analyse-instrument worden opgenomen om uitspraken te kunnen doen over de kwaliteit van de mindmap en daarmee de mentale modellen van een complexe vaardigheid?
- Welke analysemethoden uit de literatuur zijn geschikt om te gebruiken binnen dit onderzoek?

- Welke weging van scores moet worden toegekend zodat de nadruk op de juiste componenten ligt?
- Is het ontwikkelde analyse-instrument betrouwbaar?
- Is het ontwikkelde analyse-instrument gebruiksvriendelijk?



Figuur 6. Grafische representatie van het onderzoeksmodel

2. Methode

2.1 Onderzoeksgroep

Bij het Viewbrics project zijn meerdere scholen voor voortgezet onderwijs betrokken. Docenten en leerlingen van het Sint- Janscollege in Hoensbroek zijn betrokken geweest bij het ontwikkelen van de beoordelingsrubrieken en op het Grotius College in Heerlen werden de opnames voor de videorubrieken gemaakt. Het praktijkonderzoek waar dit onderzoek deel van uitmaakt wordt uitgevoerd op het Sint- Janscollege (Hoensbroek), het Porta Mosana College in Maastricht en het Connect College in Echt. In totaal zijn er ongeveer 270 deelnemende leerlingen.

Op het Sint- Janscollege wordt het onderzoek uitgevoerd binnen drie bestaande klassen. Klas SB1GT bestaat uit 30 leerlingen en is een brugklas met het gymnasiumniveau waar tweetalig

onderwijs wordt gegeven. Klas SB1D bestaat uit 32 leerlingen en is een brugklas met het havo/vwo-niveau. Binnen deze klas is er één leerling die geen portretrecht heeft afgegeven. Klas SB1E bestaat uit 28 leerlingen en is eveneens een brugklas met het havo/vwo-niveau. De leeftijd van de leerlingen en de verdeling jongens en meisjes per klas is vooralsnog onbekend.

Ook binnen het Porta Mosana College wordt met drie bestaande klassen meegewerkt aan het onderzoek. Klas MA1G bestaat uit 25 leerlingen, waarbij twee leerlingen ervoor hebben gekozen niet mee te werken aan het onderzoek (twee leerlingen hebben geen informatie wat betreft deelname en portretrecht getekend dus die worden onder de opt-out gerekend). Het betreft een brugklas met leerlingen met zowel het havo/vwo-advies als een vwo-advies. Klas MAT1C bestaat uit 28 leerlingen. Van één van de leerlingen uit deze klas mag geen beeldmateriaal worden gemaakt. Klas TT1D bestaat uit 26 leerlingen en in deze klas heeft één leerling geen portretrecht afgegeven. Beide klassen zijn brugklassen met een vwo-niveau; de leerlingen in deze klassen volgen tweetalig onderwijs. Ook van het Porta Mosana College zijn leeftijden van de leerlingen en de verdeling jongens en meisjes van de klassen vooralsnog onbekend.

Binnen het Connect College wordt het onderzoek uitgevoerd in een drietal klassen van het tweede leerjaar. Klas A2A bestaat uit 24 leerlingen, klas A2B bestaat uit 22 leerlingen, in beide klassen zitten leerlingen met het vwo-niveau. Klas G2A bestaat uit 23 leerlingen, de leerlingen in deze klas hebben een gymnasiumniveau. Van het Connect College is vooralsnog geen informatie over de leeftijd van de leerlingen en de verdeling jongens en meisjes in de klassen, ook is er nog geen informatie over eventuele opt-out gevallen.

De mindmaps uit de steekproef zijn met het ontwikkelde analyse-instrument beoordeeld door de auteur en twee onafhankelijke assessoren. De twee onafhankelijke assessoren zijn beide docenten in het voortgezet onderwijs, de heer Coen Veldhorst is docent aardrijkskunde aan het Calvijn Groene Hart te Barendrecht en het Kesper college te Gouda en mevrouw Rozan de Wit is docent dienstverlening en producten aan het Anna NEXT-vmbo, een onderdeel van het Anna van Rijn college te Nieuwegein.

2.2 Materialen

Voor het uitvoeren van dit onderzoek is een verscheidenheid aan materialen ontwikkeld, deze materialen zijn samengevoegd tot een analysepakket. Het analysepakket voor de assessoren bestond uit de hieronder beschreven onderdelen.

Ten eerste bevatte het analysepakket een uitleg met een korte samenvatting van het doel en de opzet van dit onderzoek, een overzicht van de verschillende documenten in het analysepakket met een uitleg waar deze voor dienen, hoe deze gebruikt moesten worden en met welk programma het bestand te openen was. Daarnaast kregen de assessoren het ontwikkelde analyse-instrument (Tabel 3) met een

uitgewerkt voorbeeld (Figuur 8). Voor het testen van de betrouwbaarheid en gebruiksvriendelijkheid van het analyse instrument is een steekproef van 63 mindmaps uit de nulmeting van het onderzoek gemaakt. De keuze voor dit aantal mindmaps komt overeen met het aantal mindmaps wat in een vergelijkbaar onderzoek van McClure et al. (1999) is gebruikt. De complete steekproef is aan de hand van de drie vaardigheden (informatievaardigheid, presenteren en samenwerken) onderverdeeld in drie datasets van 21 mindmaps. Alle drie de datasets bevatten evenveel mindmaps uit de verschillende deelnemende scholen (Sint- Janscollege, Porta Mosana College en Connect College) en de verschillende onderzoekscondities (controleconditie, tekstconditie en videoconditie). De datasets zijn tot stand gekomen door per vaardigheid, onderzoeksschool en onderzoeksgroep (controle, tekst en video) het eerste aantal mindmaps uit het bestand van de nulmeting over te nemen en te anonimiseren. De naam, klas en school van de leerling zijn verwijderd en de mindmap kreeg in plaats daarvan een code die correspondeert met de onderzoeksschool en vaardigheid. Wanneer een mindmap van een specifieke leerling al in een eerdere dataset gebruikt was, is deze overgeslagen en de eerstvolgende mindmap geselecteerd. Enkele mindmaps zijn uitgesloten vanwege de slechte leesbaarheid. Om ervoor te zorgen dat alle assessoren de data op dezelfde manier noteerden, is per vaardigheid een datatabel meegestuurd waar de scores per mindmap ingevoerd konden worden. Als laatste bevatte het analysepakket een tabel waarin de beoordelaars de tijd die het scoren kostte bij konden houden en eventuele opmerkingen die tijdens het beoordelen opkwamen konden noteren.

Nadat de mindmapscores van de eerste analyses van de beoordelaars geanalyseerd waren, is het analyse-instrument aangepast. Per component is een uitgebreidere uitleg toegevoegd. Daarnaast bleek één mindmap dubbel in de dataset met mindmaps over de vaardigheid samenwerken te staan, deze is voor de tweede analyseronde vervangen.

2.3 Procedure

Het hier beschreven onderzoek maakt deel uit van het praktijkonderzoek van het Viewbrics project. Binnen dit praktijkonderzoek zijn per onderzoeksschool drie klassen geselecteerd die onderverdeeld zijn over de verschillende experimentele condities: een controlegroep, een groep waar alleen gebruik wordt gemaakt van een 'rubric' met tekst en een derde groep waarbij gebruik wordt gemaakt van een 'rubric' die ondersteund wordt door videovoorbeelden. Alle groepen starten met een workshop over het maken van een mindmap waarbij direct de nulmeting wordt uitgevoerd. Daarna starten de verschillende interventies (bij de controlegroep wordt geen interventie gedaan) en na een periode van ongeveer 12 weken wordt een tweede meting verricht. Een overzicht van de indeling van de groepen en de opzet van het onderzoek staan in Tabel 2 op de hierna volgende bladzijde.

Tabel 2

Schematisch overzicht van onderzoeksopzet van het Viewbrics project

| | | | | | |
|--|--|-------------------|----|----------------------|-----------------|
| Controle conditie : | W | O1 | | O2 | O3 |
| Interventie conditie 1: | W | O1 | X1 | O2 | O3 |
| Interventie conditie 2: | W | O1 | X2 | O2 | O3 |
| W= | Workshop over maken van een mindmap | | | | |
| O1= | Nulmeting: meting van beheersingsniveau van leerlingen voor de vaardigheden presenteren, samenwerken en informatievaardigheid bij alle groepen d.m.v. mindmaps. | | | | |
| | | Sint- Janscollege | | Porta Mosana College | Connect College |
| X0 | | | | | |
| Controle conditie | | SB1GT | | MA1G | A2B |
| X1 | | | | | |
| Rubric (tekstconditie) | | SB1D | | MAT1C | G2A |
| X2 | | | | | |
| Rubric met videovoorbeelden (videoconditie) | | SB1E | | TT1D | A2A |
| O2= | Tweede meting: meting van beheersingsniveau van leerlingen voor de vaardigheden presenteren, samenwerken en informatievaardigheid bij alle groepen d.m.v. mindmaps. | | | | |
| O3= | Derde meting: meting van beheersingsniveau van leerlingen voor de vaardigheden presenteren, samenwerken en informatievaardigheid bij alle groepen d.m.v. mindmaps. | | | | |

Het analyse-instrument is ontwikkeld door afwegingen te maken tussen de kenmerken van het Viewbrics project en de in de literatuur beschreven analysemethoden. Het ontwerpen van het analyse-instrument is tegelijkertijd gestart met de nulmeting in het Viewbrics project.

Na het ontwikkelen van het analyse-instrument is het instrument door onafhankelijke beoordelaars gebruikt om een steekproef van 63 mindmaps van de nulmeting te scoren. De gebruikte mindmaps zijn voor deze procedure geanonimiseerd. Tijdens het scoren van de mindmaps is de tijd die het scoren van de mindmaps kost bijgehouden en zijn eventuele op- of aanmerkingen die tijdens het scoren ontstonden genoteerd om inzicht te krijgen in de bruikbaarheid van het analyse-instrument. Met de

mindmapscores uit deze eerste analyse is de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van het instrument bepaald. Vanuit de resultaten uit deze eerste analyse is besloten om een uitgebreidere uitleg per te scoren onderdeel aan het analyse-instrument toe te voegen.

Daarna volgde twee keer eenzelfde procedure waarin het instrument zowel door de auteur als door dezelfde twee onafhankelijke beoordelaars gebruikt is om nogmaals de mindmaps te beoordelen. Aan de hand van deze scores is zowel de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid als de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van het instrument bepaald.

2.4 Data-analyse

Om de betrouwbaarheid van het ontwikkelde analyse-instrument vast te stellen is zowel de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid als de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van het instrument bepaald. Dit is gedaan door op drie verschillende momenten door drie verschillende personen, de auteur en twee onafhankelijke assessoren de mindmaps uit de steekproef met het analyse-instrument te scoren. De data is geanalyseerd door met SPSS (versie 24) het intraclass correlatie coëfficiënt te bepalen.

Om de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de eerste meting te bepalen is een ICC-analyse uitgevoerd gebaseerd op gemiddelde metingen ($k = 3$), absolute-agreement, 2-way random-effects model, waarbij de totale score van de mindmaps per assessor voor alle drie de vaardigheden zijn vergeleken. De keuze voor dit model is gemaakt omdat alle drie de assessoren dezelfde dataset hebben beoordeeld en de assessoren geen specifieke karakteristieken hebben (Koo & Li, 2016).

De variatie in ICC waardes per vaardigheid leidde ertoe dat de scores per onderdeel van de mindmaps waarbij het verschil in totale score van de drie assessoren gemiddeld groter was dan 10 punten nader zijn bekeken. Hieruit volgde een ICC-analyse gebaseerd op gemiddelde metingen ($k = 3$), absolute-agreement, 2-way random-effects model, uitgevoerd op de score van het onderdeel lineaire verbanden van alle drie de vaardigheden om de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van het onderdeel lineaire verbanden te bepalen.

Bij de tweede en derde meting is alleen voor de totale score van de mindmaps per assessor de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid met een ICC-analyse gebaseerd op gemiddelde metingen ($k = 3$), absolute-agreement, 2-way random-effects model, per vaardigheid bepaald.

De intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid is per assessor voor alle drie de vaardigheden bepaald met een ICC-analyse gebaseerd op gemiddelde metingen ($k = 2$), absolute-agreement, 2-way mixed effects model, omdat hier sprake is van een herhaalde meting (Koo & Li, 2016).

3. Design

3.1 Ontwikkeling van een valide analyse-instrument

Om een geschikte methode van analyse te selecteren of te ontwerpen moet eerst worden gekeken naar de kenmerken van de mindmaps die binnen dit onderzoek gemaakt worden. Hieronder worden de kenmerken van de mindmaps binnen het Viewbrics project en de implicaties voor het analyse-instrument beschreven. Daarna worden er werkbare oplossingen aangedragen die uiteindelijk leiden tot de uiteenzetting van de meest geschikte oplossing en het ontwerp van het analyse-instrument.

3.2 Kenmerken van het Viewbrics project

De mindmaps worden gemaakt door leerlingen in het eerste en tweede leerjaar van het voortgezet onderwijs in het havo/vwo/gymnasiumniveau. Er is binnen het onderzoek gekozen om de mindmaps op papier te laten maken in plaats van gebruik te maken van eventuele digitale tools. Deze keuze is onderbouwd vanuit het onderzoek van Stokhof et al. (2012). Uit dat onderzoek blijkt dat het maken van een papieren mindmap het verwerven van basiskennis beter ondersteunt en dat sluit goed aan bij de doelgroep van het Viewbrics project.

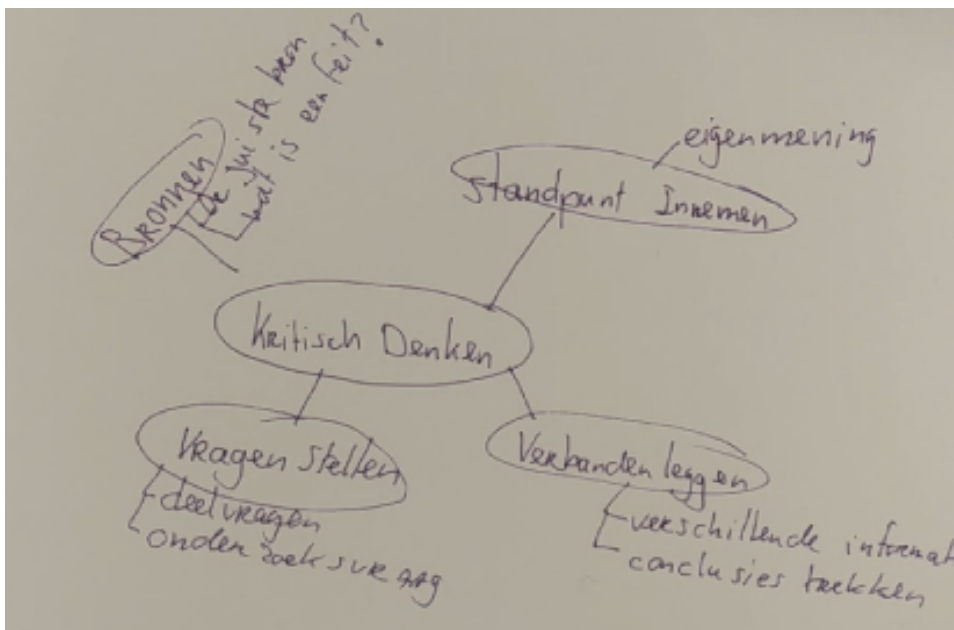
Er worden binnen dit onderzoek per meting drie mindmaps gemaakt, voor iedere te onderzoeken complexe vaardigheid één. Vanuit praktisch oogpunt is daarom een methode waarbij gebruik wordt gemaakt van een expertvergelijking niet ideaal. Voor het toepassen van een dergelijke methode moeten er experts worden benaderd op het gebied van samenwerken, presenteren en informatievaardigheden. Het is sneller en praktischer om één analyse-instrument te ontwerpen dat op alle mindmaps binnen het Viewbrics project kan worden toegepast.

Met een online vragenlijst is onderzocht hoeveel ervaring de deelnemende leerlingen hebben met het maken van mindmaps. Uit de resultaten van deze vragenlijst bleek dat de proefpersonen beginnende mindmappers zijn. Om een generaliseerbare analysemethode te kunnen ontwerpen is het van belang dat verschillen in kwaliteit die veroorzaakt kunnen worden door deze mate van ervaring niet worden meegenomen in de analyse. De geringe ervaring met mindmappen van de deelnemende leerlingen en het feit dat het binnen dit onderzoek om mindmaps op papier gaat heeft als implicatie dat componenten, zoals het toevoegen van kleuren en afbeeldingen, niet terugkomen in het ontwerp van het analyse-instrument.

De verschillende mate van ervaring met het maken van een mindmap kan tot gevolg hebben dat de gemaakte mindmaps sterk in vorm variëren. Deze variatie kan het ontwerpen van een valide analyse-instrument bemoeilijken. Wanneer de mindmaps in vorm sterk afwijken van de traditionele definitie kunnen er volgens Wheeldon en Faubert (2009) problemen ontstaan met het analyseren omdat er bij

mindmaps die in vorm afwijken onderdelen van de mindmap buiten de te scoren componenten vallen. Dergelijke mindmaps zouden daarmee een lagere score toegekend krijgen.

Bij de start van het praktijkonderzoek binnen het Viewbrics project is er een workshop gegeven aan de deelnemende leerlingen over het maken van een mindmap om de onderlinge conformiteit van de mindmaps te verhogen. Bij het ontwerpen van het analyse-instrument moet dus worden uitgegaan van de techniek van mindmappen die binnen deze workshop behandeld is. Figuur 7 is een afbeelding van een mindmap over kritisch denken zoals deze gepresenteerd is aan de deelnemende leerlingen in de workshop. Het centrale concept is in het midden geplaatst en is uitgesplitst in categorieën, deze categorieën zijn verder uitgediept in één of twee specifiekere concepten. Deze vorm van een mindmap komt niet overeen met de definitie van een conceptmap zoals Novak en Gowin (1984) deze beschrijven; de analysemethode die zij beschrijven is volledig gespecificeerd op de door hen beschreven definitie van een conceptmap en kan dus niet in dezelfde vorm worden toegepast op de mindmaps in het Viewbrics project.



Figuur 7. Voorbeeld mindmap uit de workshop

Overgenomen uit de PowerPoint van Kevin Ackermans die bij de workshop gebruikt is. Verkregen op 6 november, 2017 van Kevin Ackermans.

Niet alleen de vorm van de mindmaps binnen dit onderzoek kan variëren, er is ook sprake van verschillen op het gebied van inhoud. De leerlingen stellen een mindmap op met zelf gegenereerde concepten, wat ook wel een open map genoemd wordt (Turns et al., 2000). Om het genereren van concepten op gang te helpen is er in de eerder besproken workshop aandacht besteed aan het opdelen

van het centrale concept in verschillende categorieën. De leerlingen kregen een drietal vragen: wat moet jij weten om deze vaardigheid goed te kunnen, wat moet jij oefenen om deze vaardigheid goed te kunnen en wat is belangrijk als iemand anders deze vaardigheid uitoefent.

Omdat in de eerste plaats een leerling alleen concepten kan genereren vanuit het eigen referentiekader wordt verwacht dat de mindmaps die gemaakt zijn tijdens de nulmeting sterk variëren op het gebied van inhoud. Bij de latere metingen zou het zo kunnen zijn dat de inhoud van de mindmaps binnen de twee experimentele condities minder varieert omdat deze groepen materiaal aangeboden hebben gekregen waarin concepten omtrent de complexe vaardigheden samenwerken, presenteren en informatievaardigheden zijn gepresenteerd. Echter, bij het maken van een open map bestaat nog steeds de mogelijkheid dat leerlingen concepten met dezelfde strekking op een verschillende manier formuleren.

Deze variatie op inhoud en formulering heeft als implicatie dat het voor het analyseren van de mindmaps binnen het Viewbrics project niet mogelijk is om digitale technieken zoals de Graph Crunch II methode van Jamieson (2012) en de Visual Recognition software van IBM Watson™ te gebruiken. Binnen deze software wordt een analysetechniek gebruikt die specifiek gericht is op het vinden van overeenkomsten. Dit heeft als gevolg dat een mindmap die wel volledig en valide is, maar waarin de concepten op een andere manier geformuleerd zijn toch een lage score zal krijgen.

Wat het analyseren van de mindmaps van het Viewbrics project lastig maakt is dat de mindmaps gericht zijn op het weergeven van mentale modellen van de deelnemende leerlingen over de complexe vaardigheden samenwerken, presenteren en informatievaardigheid.

De in het theoretisch kader beschreven analysemethodes zijn gebaseerd op declaratieve domeinkennis (Besterfield-Sacre et al., 2004; Jamieson, 2012; Novak & Gowin, 1984; Ruiz-Primo & Shavelson, 1996; Rye & Rubba, 2002; Turns et al., 2000). Declaratieve domeinkennis wordt expliciet aangeleerd binnen de vakken en bestaat uit feiten, definities en verbanden daartussen. Een representatie van een mentaal model van een complexe vaardigheid ontwikkelt zich echter ook buiten lessituaties om en vraagt om meer dan alleen declaratieve kennis. Een dergelijk mentaal model is opgebouwd uit een betekenisvolle constructie van zowel declaratieve als procedurele kennis en wordt sterk beïnvloed door opgedane ervaringen en eigen overtuigingen (Riemer & Schrader, 2016). Ook dit maakt een methode met een expertvergelijking minder goed toepasbaar.

Uit het bovenstaande is duidelijk geworden dat de kenmerken van het Viewbrics project de volgende gevolgen hebben voor het selecteren of ontwerpen van een geschikte analysemethode.

Gevolg 1: Omdat er binnen dit onderzoek mindmaps worden gemaakt over verschillende complexe vaardigheden en het praktischer is om één analyse-instrument te hebben waarmee de kwaliteit van alle gemaakte mindmaps kan worden beoordeeld, is een expertvergelijking geen geschikte methode.

Gevolg 2: Omdat de mindmaps gemaakt worden door beginnende lerenden zal er in de analysemethode geen score opgenomen worden voor afbeeldingen en kleuren.

Gevolg 3: Omdat de mindmaps binnen dit onderzoek in vorm afwijken van de traditionele definitie van een conceptmap, kunnen analysemethodes die specifiek gericht zijn op conceptmaps, zoals die van Novak en Gowin (1984), niet direct worden toegepast.

Gevolg 4: De mogelijke variatie op inhoud van de mindmaps die veroorzaakt wordt door het feit dat de concepten in de mindmaps door de deelnemende leerlingen zelf gegenereerd worden, heeft als gevolg dat de digitale analysemethoden niet kunnen worden gebruikt.

Gevolg 5: Binnen het Viewbrics project gaat het om mindmaps over complexe vaardigheden die niet zoals declaratieve domeinkennis expliciet in lessituaties worden aangeleerd. Daarnaast worden met de mindmaps de mentale modellen gemeten, deze worden sterk beïnvloed door eigen ervaringen en overtuigingen (Riemer & Schrader, 2016). Dit maakt een methode met een expertvergelijking minder goed toepasbaar.

3.3 Meten van mentale modellen door middel van mindmaps

Het gaat in het Viewbrics project om het meten van ontwikkeling in mentale modellen en daarmee rijst de vraag hoe mentale modellen gemeten kunnen worden. In het onderzoek van Dhindsa, Kasim en Anderson (2011) wordt een flowmaptechniek gebruikt om de cognitieve structuren van proefpersonen inzichtelijk te krijgen. Zij beschrijven een cognitieve structuur aan de hand van een zevental variabelen: concepten, enkel statement (een voorbeeld van een enkel statement is te zien in Figuur 7, onder bronnen staat de opmerking wat is een feit?), lineair verband (verband tussen opeenvolgende concepten), complex verband (verband tussen concepten uit verschillende segmenten), focuspunt (een concept waaruit of waarnaartoe drie of meer verschillende complexe verbanden lopen), dichtheid van de associaties (aantal lineaire verbanden en complexe verbanden) en aantal niet correcte of onzinnige concepten. Het meten van de ontwikkeling in mentale modellen is ook het onderwerp van het onderzoek van Riemer en Schrader (2016). Zij gebruikten een structurele methode waarbij ze het begrip van het domein (concepten), de organisatie van concepten (hiërarchische structuur) en de relaties tussen de concepten hebben gemeten. Volgens Ross en Allen (2012) worden mentale modellen van proefpersonen inzichtelijk wanneer de proefpersonen zelf concepten genereren, deze ordenen en daar relaties tussen leggen. Deze methode komt terug in de wijze waarop de mindmaps binnen het Viewbrics project tot stand komen.

Om de kwaliteit van een mentaal model te kunnen beoordelen moet er gescoord worden op de volgende componenten; de breedte van het model, de diepte van het model en de sterkte van het model (Turns et al., 2000). De breedte van het model kan worden bepaald door de hoeveelheid informatie die de mindmap bevat te scoren door het aantal concepten te tellen (Besterfield-Sacre et al., 2004;

Dhindsa et al., 2011; Rye & Rubba, 2002; Turns et al., 2000). Om de diepte van het model te bepalen moet worden gekeken naar in hoeverre concepten tot in detail zijn uitgesplitst, oftewel de hiërarchische structuur. Dit kan door het tellen van het aantal lineaire verbanden. Dit wordt ook wel een 'concept link' genoemd (Besterfield-Sacre et al., 2004; Dhindsa et al., 2011; Evrekli, Inel & Günay Balim, 2010). Daarnaast kan het toekennen van een score aan het hoogste hiërarchische niveau direct inzicht geven in hoeverre het centrale concept is uitgediept (Besterfield-Sacre et al., 2004).

Relaties zijn verbindingen tussen concepten binnen eenzelfde kennissegment en zijn een representatie van de sterkte van dat kennissegment in het mentale model. Het aantal complexe verbanden (ook wel 'cross-links' genoemd) in een mindmap geven inzicht in de relaties tussen informatie uit verschillende kennissegmenten in het mentale model van de proefpersoon. Wanneer er aan een relatie tussen twee concepten uit verschillende segmenten een verbindingswoord wordt toegevoegd, maakt dat ook het karakter van de relatie duidelijk. Het leggen van complexe verbanden vraagt om een sterk niveau van elaboratie en evaluatie van kennis. Een mindmap die een sterk mentaal model weergeeft bevat dus veel complexe verbanden (Dhindsa et al., 2011; Novak & Cañas, 2008). De sterkte van het model kan dus worden bepaald door het tellen van het aantal relaties en complexe verbanden.

3.4 Toepasbaarheid van analysemethoden

In een onderzoek naar validiteit van analysemethoden voor conceptmaps hebben McClure et al. (1999) een zestal verschillende methoden getest. Zij onderzochten de holistische methode waarbij de mindmap beoordeeld werd op volledigheid en begrip van de concepten en een score op een schaal van 1 tot 10 werd toegekend, de relationele methode waarbij een aantal punten wordt toegekend aan iedere propositie (twee concepten verbonden door een pijl met een beschrijving van het karakter van de relatie) en de structurele methode, zoals beschreven door Novak en Gowin (1984), waarbij een score toegekend werd aan proposities, hiërarchische niveaus en complexe verbanden. Voor alle drie de methoden bestonden twee condities: de conditie zonder expertmap en een conditie met een expertmap.

Uit het onderzoek bleek dat alle methoden valide waren, behalve de structurele methode waar gebruik werd gemaakt van een expertmap. De relationele methode waarbij gebruik is gemaakt van een expertmap zorgde voor de hoogste correlatie wat tot de conclusie zou kunnen leiden dat dit een goede manier is om mindmaps te scoren. Echter, hierbij moet een kanttekening geplaatst worden; in het onderzoek van McClure et al. (1999) gaat het om conceptmaps die gemaakt zijn aan de hand van de traditionele definitie zoals Novak en Gowin (1984) deze beschrijven. Daarnaast zijn de concepten in de conceptmaps in het onderzoek niet door de proefpersonen zelf gegenereerd. Een gesloten mindmap waarbij gebruik wordt gemaakt van vooraf geselecteerde concepten maakt het makkelijker om uitspraken te doen over de volledigheid van de mindmap en een holistische analysemethode toe te

passen. Wanneer er bij de analyse alleen gekeken wordt naar de relaties die in de mindmap voorkomen, geeft dit verder geen informatie over de breedte en diepte van het mentale model van de proefpersoon.

Zoals eerder beschreven, worden de mindmaps binnen het Viewbrics project door onervaren proefpersonen gemaakt en is het leggen van complexe verbanden niet in de workshop behandeld. Met een relationele analysemethode bestaat derhalve de kans dat de mindmaps een lage score opleveren. Het is daarom de beste oplossing om voor het Viewbrics project een structurele analysemethode te ontwerpen.

3.5 Weging van scores

Om door middel van een mindmap inzicht te krijgen in een mentaal model van een proefpersoon moeten in een structureel analyse-instrument het aantal concepten, de lineaire verbanden, de hiërarchische niveaus en aantal complexe verbanden worden opgenomen. Door verschillende wegingen te bepalen (per concept één punt en per relatie twee punten) kan er nadruk worden gelegd op bepaalde onderdelen (Turns et al., 2000).

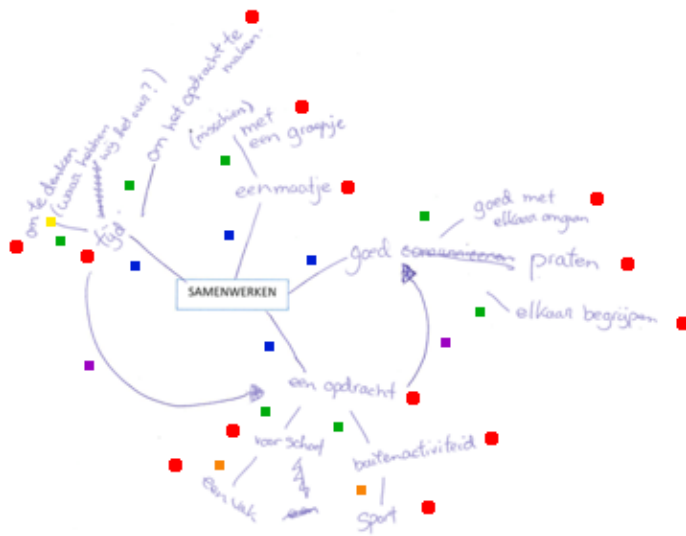
Bij het toekennen van een score voor concepten wordt er onderscheid gemaakt tussen valide concepten en niet valide concepten. Een concept is niet valide als het concept duidelijk niets te maken heeft met de complexe vaardigheid die in de mindmap centraal staat. Neem als voorbeeld een mindmap over de complexe vaardigheid presenteren en één van de opgeschreven concepten is het woord fiets. Het concept heeft duidelijk geen verband met presenteren er worden dus voor een dergelijk concept geen punten toegekend. In sommige gevallen worden concepten in een mindmap verduidelijkt met een enkel statement zoals een voorbeeld, vraag of een stelling; ook deze moeten worden gescoord omdat ze inzicht geven in het begrip van het concept (Dhinsda et al., 2011; Novak & Gowin, 1984; Novak & Cañas 2008).

Wanneer een concept in meerdere lineaire verbanden is uitgediept, geeft dat aan dat het mentale model van de proefpersoon voor dat segment van de kennis erg sterk is (Bestefield-Sacre et al. 2004). In de methode die Evrekli et al. (2010) beschrijven, worden lineaire verbanden per hiërarchisch niveau gescoord. Voor lineaire verbanden in het eerste hiërarchische niveau worden 2 punten toegekend, de daaropvolgende lineaire verbanden zijn 4 punten waard, de daaropvolgende 6 en zo verder.

Hoewel er in de workshop geen voorbeeld gegeven is van relaties en complexe verbanden, is het wel belangrijk deze te scoren omdat juist relaties en complexe verbanden kennisintegratie en uitwisseling van kennis tussen verschillende kennisdomeinen laten zien. Het leggen van een relatie is daarbij een eenvoudigere cognitieve activiteit dan het leggen van een complex verband, daarom krijgen complexe verbanden een zwaardere weging in de analyse (Novak & Cañas, 2008). In de structurele methode van Novak en Gowin (1984) worden voor complexe verbanden alleen punten

toegekend wanneer de karakteristiek van het verband duidelijk is aangegeven. Omdat de mindmaps binnen het Viewbrics project door onervaren proefpersonen worden gemaakt en het leggen van complexe verbanden niet in de workshop is behandeld bestaat de kans dat de mindmaps amper scoren op complexe verbanden. Daarom is het verstandig om bij de analyses van de mindmaps van het Viewbrics project wel punten toe te kennen voor complexe verbanden waarvan de karakteristiek niet verduidelijkt is, maar dan wel een minder aantal punten. Vanuit al het bovenstaande is een structureel analyse-instrument ontstaan dat in Tabel 3 wordt weergegeven. Figuur 8 bevat een uitgewerkt voorbeeld van de analyse aan de hand van een mindmap uit het Viewbrics project.

| Tabel 3 | | |
|---|--|---|
| Ontwikkelde analyse-instrument voor mindmaps in het Viewbrics project | | |
| Component | Beschrijving | Score |
| Concept | Valide concept | 1 punt |
| | Niet valide concept (onzinnig woord, geen connectie met centraal concept) | 0 punten |
| | Enkel statement (voorbeeld, vraag, stelling) | 1 punt |
| Lineaire verbanden | verband tussen op een volgende concepten | (per niveau 2 punten toevoegen) |
| | | 1 ^e niveau 2 punten |
| | | 2 ^e niveau 4 punten |
| | | 3 ^e niveau 6 punten |
| Hiërarchisch niveau | Hoogste aantal lineaire verbanden (Zie uitgewerkt voorbeeld voor verdere uitleg) | 4 ^e niveau 8 punten |
| | | Score overeenkomend met niveau van lineair verband (1, 2, 3, 4) |
| Relaties | Verbindingen tussen concepten in hetzelfde segment | 3 punten |
| Complexe verbanden | Verbindingen tussen concepten uit verschillende kennissegmenten | Geen uitleg karakteristiek van het verband 5 punten |
| | | Wel uitleg karakteristiek van het verband 10 punten |



| Legenda bij uitgewerkt voorbeeld | | | |
|----------------------------------|---|---|---------------------------------------|
| ● | Concept | ■ | 2° niveau lineair verband |
| ■ | Enkel statement | ■ | 3° niveau lineair verband |
| ■ | 1° niveau lineair verband | ■ | Complex verband zonder uitleg |
| Concept | Valide concept | 1 punt | 13 * 1 = 13 |
| | Niet valide concept | 0 punten | Geen |
| | Enkel statement | 1 punt | 1 * 1 = 1 |
| Lineaire verbanden | verband tussen op een volgende concepten | (per niveau 2 punten toevoegen) 1° niveau 2 punten 2° niveau 4 punten 3° niveau 6 punten 4° niveau 8 punten | 4 * 2 = 8 7 * 4 = 28 2 * 6 = 12 |
| Hiërarchisch niveau | Hoogste aantal lineaire verbanden | Score overeenkomend met niveau van lineair verband (1, 2, 3, 4) | 3 |
| Relaties | Verbindingen tussen concepten in hetzelfde segment | 3 punten | Geen |
| Complexe verbanden | Verbindingen tussen concepten uit verschillende kennissegmenten | Geen uitleg karakteristiek van het verband 5 punten | 2 * 5 = 10 |
| | | Wel uitleg karakteristiek van het verband 10 punten | Geen |
| Totale score | 75 | | |

Figuur 8. Uitgewerkt voorbeeld van de toepassing van het ontwikkelde analyse-instrument op een mindmap uit het Viewbrics project.

4. Resultaten

4.1 Interbeoordelaarsbetrouwbaarheid

Uit de interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsanalyse van de eerste meting kwam bij het onderdeel informatievaardigheid een waarde voor overeenkomst tussen de drie assessoren van $ICC(2,3) = .998$ [Interval 95% = .996 - .999] $p < 0,01$. Voor de vaardigheid presenteren was de waarde van de overeenkomst tussen de assessoren $ICC(2,3) = .995$ [Interval 95% = .988 - .998] $p < 0,01$. De mate van overeenkomst tussen de assessoren voor de vaardigheid samenwerken was een stuk lager dan die van de twee andere vaardigheden namelijk $ICC(2,3) = .975$ [Interval 95% .948 - .989] $p < 0,01$.

Dit leidde tot het nader bekijken van de scores per onderdeel voor de mindmaps waarbij de totale score per assessor gemiddeld meer dan 10 punten verschilde. Daaruit bleek dat de grootste verschillen in het onderdeel lineaire verbanden zaten. Daarom is er van de data van de eerste meting ook de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid van de totale score op het onderdeel lineaire verbanden bepaald. Voor informatievaardigheid had de overeenkomst op de score op lineaire verbanden een waarde van $ICC(2,3) = .998$ [Interval 95% = .996 - .999] $p < 0,01$. Voor presenteren was dat $ICC(2,3) = .995$ [Interval 95% = .988 - .998] $p < 0,01$ en voor de vaardigheid samenwerken $ICC(2,3) = .968$ [Interval 95% = .933 - .986] $p < 0,01$. Aan de hand van deze resultaten is het analyse-instrument aangepast. Voor de tweede en derde meting zijn exact dezelfde methoden gebruikt. De aangepaste versie van het analyse-instrument staat in Tabel 4, in de tabel wordt verwezen naar het uitgewerkte voorbeeld in Figuur 8.

Tabel 4

Gereviseerde versie ontwikkelde analyse-instrument voor mindmaps in het Viewbrics project

| Component | Beschrijving | Score |
|-----------|--|----------|
| Concept | Valide concept | 1 punt |
| | Niet valide concept <i>Herhaling centrale onderwerp of absoluut geen verband met het centrale onderwerp</i> | 0 punten |
| | Enkel statement <i>Een woord of zin bij een concept dat geen nieuwe uitleg geeft, zoals een voorbeeld, een vraag of een stelling over het concept.</i> | 1 punt |

| | | |
|---------------------|--|--|
| Lineaire verbanden | Verband tussen op een volgende concepten. <i>Niet valide concepten en enkele statements tellen niet mee in de lineaire verbanden. Het totale aantal lineaire verbanden komt dus overeen met het aantal valide concepten.</i> | Per niveau 2 punten toevoegen 1 ^e niveau 2 punten 2 ^e niveau 4 punten 3 ^e niveau 6 punten 4 ^e niveau 8 punten Etc. |
| Hiërarchisch niveau | Hoogste aantal lineaire verbanden <i>Zie uitgewerkt voorbeeld voor verdere uitleg</i> | Score overeenkomend met niveau van lineair verband (1, 2, 3, 4) |
| Relaties | Verbindingen tussen concepten in hetzelfde kennissegment <i>Een kennissegment is het stuk van de mindmap dat voortkomt uit het eerste lineaire verband. De mindmap in het voorbeeld hieronder heeft dus vier kennissegmenten</i> | 3 punten |
| Complexe verbanden | Verbindingen tussen concepten uit verschillende kennissegmenten | Geen uitleg karakteristiek van het verband 5 punten Wel uitleg karakteristiek van het verband 10 punten |

Bij de interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsanalyse van de tweede meting lagen de waarde van overeenkomst voor informatievaardigheid (ICC (2,3)= .998 [Interval 95%= .995 - .999] p=<0,01) en presenteren (ICC(2,3)= .999 [Interval 95%= .997 - .999] p=<0,01) dicht bij elkaar. De waarde van overeenkomst voor de vaardigheid samenwerken (ICC (2,3)= .968 [Interval 95%= .933 - .986] p=<0,01) viel niet alleen lager uit dan de twee andere vaardigheden maar bleek ook lager te zijn dan bij de eerste meting.

Uit de interbeoordelaarsbetrouwbaarheidsanalyse van de derde meting bleek dat de waarden van overeenkomst voor informatievaardigheid (ICC (2,3)= .998 [Interval 95%= .995 - .999] p=<0,01) en presenteren nog steeds dicht bij elkaar liggen (ICC(2,3)= .997 [Interval 95%= .993 - .999] p=<0,01). Ook bij de derde meting blijkt de waarde van overeenkomst voor de vaardigheid samenwerken lager te zijn, maar deze is wel hoger dan bij de tweede meting ICC (2,3)= .976 [Interval 95%= .950 - .989] p= <0,01.

4.2 Intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid

Met de data van de tweede en de derde meting is de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van de assessoren voor alle drie de vaardigheden bepaald. De overeenkomst op informatievaardigheid heeft voor de auteur een waarde van $ICC(2,2) = .999$ [Interval 95% = .998 - 1.000] $p < 0,01$, voor presenteren is dat $ICC(2,2) = .993$ [Interval 95% = .984 - .997] $p < 0,01$ en de waarde voor samenwerken valt lager uit namelijk, $ICC(2,2) = .984$ [Interval 95% = .955 - .994] $p < 0,01$.

De waardes van overeenkomst van de eerste onafhankelijke assessor liggen hoger dan die van de auteur. Zowel op informatievaardigheid als op de vaardigheid presenteren komt de analyse uit op de volgende waarde $ICC(2,2) = 1.000$ [Interval 95% = 1.000 - 1.000] $p < 0,01$. De vaardigheid samenwerken valt ook voor assessor 1 lager uit $ICC(2,2) = .999$ Interval 95% = .998 - 1.000 $p < 0,01$.

Uit de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheidsanalyse van de tweede onafhankelijke assessor komt voor informatievaardigheid een waarde van $ICC(2,2) = .998$ [Interval 95% = .995 - .999] $p < 0,01$, voor de vaardigheid presenteren $ICC(2,2) = .995$ [Interval 95% = .988 - .998] $p < 0,01$, en voor samenwerken $ICC(2,2) = .998$ [Interval 95% = .995 - .999] $p < 0,01$.

4.3 Gebruiksvriendelijkheid

Om inzicht te krijgen in de gebruiksvriendelijkheid van een instrument moet er volgens Frøkjær, Hertzum en Hornbæk (2000) gekeken worden naar de effectiviteit en bruikbaarheid van het instrument en de tevredenheid van de gebruikers. Effectiviteit en tevredenheid zijn getoetst aan de hand van opmerkingen van de assessoren, deze worden in de conclusie en discussie besproken.

Bruikbaarheid kan volgens Frøkjær et al. (2000) gemeten worden door te testen hoeveel tijd er nodig is om een taak uit te voeren. De bruikbaarheid van het analyse-instrument is getest door de assessoren de tijd die het scoren kostte te laten noteren. Tabel 5 geeft een overzicht hoe lang het scoren van één mindmap per vaardigheid gemiddeld duurde in de eerste, tweede en derde meting.

| | Eerste meting | Tweede meting | Derde meting |
|-----------------------|---------------|---------------|--------------|
| Informatievaardigheid | 2,6 minuten | 1,7 minuten | 1,2 minuten |
| Presenteren | 1,9 minuten | 1,6 minuten | 1,2 minuten |
| Samenwerken | 1,3 minuten | 1,3 minuten | 1,1 minuten |
| Gemiddeld | 1,9 minuten | 1,5 minuten | 1,2 minuten |

5. Conclusie & Discussie

Het doel van dit onderzoek was het ontwerpen van een valide, betrouwbaar en gebruiksvriendelijk analyse-instrument om de in het Viewbrics project gemaakte mindmaps te analyseren en daarmee de hypothesen van het Viewbrics project te kunnen toetsen. De centrale vraag in dit onderzoek was dan ook of het mogelijk is een dergelijk instrument te ontwerpen, met daarbij de verwachting dat dit mogelijk is.

Om een valide analyse-instrument te ontwerpen moest goed worden gekeken naar de kenmerken van de mindmaps in het Viewbrics project en de implicaties die deze hadden voor het te ontwerpen analyse-instrument. De onder design beschreven kenmerken en implicaties leidden tot de conclusie dat er voor het analyseren van de mindmaps in het Viewbrics project het beste gebruik kon worden gemaakt van een structurele analysemethode waarin het aantal concepten, de hiërarchische structuur, het aantal relaties en complexe verbanden worden gescoord. Het in dit onderzoek ontwikkelde analyse-instrument (Tabel 4) is een eclectische samenstelling van in de literatuur beschreven scoringssystemen. Zo bevat het ontwikkelde analyse-instrument elementen van het scoringssysteem van Novak en Gowin (1984), Bestefield-Sacre et al. (2004), Evrekli et al. (2010) en Turns et al. (2000).

De betrouwbaarheid van het ontwikkelde analyse-instrument is gemeten door op drie verschillende momenten door drie verschillende personen een steekproef van 63 mindmaps met het analyse-instrument te laten scoren. De data is geanalyseerd door met SPSS (versie 24) het intraclass correlatie coëfficiënt te bepalen.

Uit de eerder beschreven resultaten kan worden geconcludeerd dat de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van het instrument van excellent niveau is maar dat deze waarde voor de vaardigheid samenwerken lager uitvalt (Koo & Li, 2016). Naar aanleiding van de analyse van de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van de totale score op het onderdeel lineaire verbanden is het analyse-instrument aangepast met een uitgebreidere beschrijving per te scoren onderdeel (Tabel 4). Door middel van deze revisie is getracht de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van de totale score van de mindmaps voor informatievaardigheid, die voor presenteren en die voor samenwerken) dichter bij elkaar te brengen. Na het aanpassen van het analyse-instrument lagen de intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid van informatievaardigheid en die van presenteren daadwerkelijk dichter bij elkaar maar de waarde van samenwerken viel wederom lager uit. Ondanks dat de revisie van het analyse-instrument niet voor alle vaardigheden het gewenste effect had, werd een verdere aanpassing van het analyse-instrument niet nodig geacht omdat de interbeoordelaarsbetrouwbaarheid nog steeds van excellent niveau is (Koo & Li, 2016).

De intrabeoordelaarsbetrouwbaarheid bleek voor alle drie de assessoren van excellent niveau te zijn (Koo & Li, 2016). Vanuit alle bovenstaande beschreven resultaten van de data-analyses kan worden geconcludeerd dat het ontwikkelde analyse-instrument zeer betrouwbaar is.

De keuze voor een structurele methode had als gevolg dat er één algemeen analyse-instrument is ontwikkeld waarmee alle mindmaps in het Viewbrics project kunnen worden gescoord. Dit maakt het instrument ook effectiever. De beoordelaar hoeft zich niet per vaardigheid opnieuw in het analyse-instrument te verdiepen. Om naast de betrouwbaarheid ook de bruikbaarheid van het instrument te testen hebben de assessoren de tijd die het scoren kostte bijgehouden.

Uit de gegevens van Tabel 5 valt op te maken dat het scoren van de mindmaps per meting steeds minder tijd kostte. Omdat er in het Viewbrics project door ongeveer 270 leerlingen drie maal drie mindmaps worden gemaakt (een totaal van ongeveer 2430 mindmaps), is het prettig dat met het ontwikkelde analyse-instrument het scoren van een mindmap niet veel tijd kost.

Het scoren van de mindmaps aan de hand van het analyse-instrument gaat volgens de assessoren makkelijker wanneer de mindmaps op papier kunnen worden beoordeeld. Door gebruik te maken van verschillende kleuren stiften kunnen zoals in het uitgewerkte voorbeeld (Figuur 8), de verschillende te scoren onderdelen worden bepaald, waarna het tellen een stuk makkelijker gaat.

Vanuit bovenstaande conclusies blijkt dat het ontwikkelde analyse-instrument valide, betrouwbaar en bruikbaar is, echter hierbij moet een aantal kanttekeningen worden geplaatst. Ten eerste moet worden opgemerkt dat de mindmaps die in dit onderzoek gescoord zijn uit de nulmeting van het Viewbrics project kwamen, daarom niet erg uitgebreid waren en dus een redelijk lage score kregen. Bij de mindmaps uit de steekproef die wel uitgebreid waren, blijkt de toegekende totaalscore sterker te variëren dan bij minder uitgebreide mindmaps. Het is dus verstandig om de betrouwbaarheid van het analyse-instrument nogmaals te testen, maar dan met uitgebreidere mindmaps of mindmaps die gemaakt zijn door proefpersonen die meer ervaring hebben met het maken van een mindmap.

Uit de opmerkingen van de assessoren kan worden opgemerkt dat er sprake was van een grote variatie in vorm van de mindmaps, deze variatie bemoeilijkte het scoren op de verschillende onderdelen aanzienlijk. Dit is in overeenkomst met de conclusie van Wheeldon en Faubert (2009) dat een variatie in vorm van mindmaps het analyseren bemoeilijkt. Een advies voor het Viewbrics team is dan ook om met diegenen die de mindmaps gaan analyseren samen een aantal mindmaps uit het onderzoek te bekijken en door te lopen aan de hand van het analyse-instrument zodat alle te scoren onderdelen helder zijn. Daarnaast wordt geadviseerd het beoordelen op papier te doen met verschillende kleuren stiften.

De grote variatie in vorm van de mindmaps kan ook gevolgen hebben voor de generaliseerbaarheid van de analyses van het Viewbrics project. Om uitspraken te kunnen doen over de ontwikkeling in de

mentale modellen van de leerlingen is het verstandiger om naar de verschillen in scores te kijken op individueel niveau in plaats van de gemiddelde score te gebruiken.

Om het effect van de interventies van het Viewbrics project aan de hand van de mindmaps te kunnen bepalen moeten ook eventuele meewerkende factoren gecontroleerd worden. Zo kunnen geslacht, leeftijd en ervaring met het maken van een mindmap sterk van invloed zijn op de kwaliteit van een mindmap (Bestefield-Sacre et al. 2004; Czuchry & Dansereau, 1996; Wheeldon & Faubert, 2009) en daarmee de interpretatie van de kwaliteit van het mentale model.

Een mooie afsluiting van dit onderzoek komt uit de opmerkingen van een van de onafhankelijke assessoren die zelf veel gebruik maakt van mindmaps in haar onderwijspraktijk. Zij zou graag gebruik willen kunnen maken van een dergelijk analyse-instrument om beter feedback te kunnen geven op de mindmaps die de leerlingen maken. Wellicht ligt een doorontwikkeling van het ontwikkelde analyse-instrument als beoordelings- en feedbackinstrument voor het onderwijs in het verschiet.

6. Referenties

- Anderson, J.R. (1990). *Cognitive psychology and its implications*. New York: Freeman.
- Besterfield-Sacre, M., Gerchak, J., Lyons, M., Shuman, L.J., Wolfe, H. (2004). Scoring Concept Maps: An Integrated Rubric for Assessing Engineering Education. *Journal of Engineering Education*, 93(2), 105-115. doi: 10.1002/j.2168-9830.2004.tb00795.x
- Buzan, T., Buzan, B. (2010). *The mind map book*. London, Verenigd Koninkrijk: BBC Books.
- Czuchry, M., Dansereau, D. F. (1996). Node-link mapping as an alternative to traditional writing assignments in undergraduate psychology courses. *Teaching of Psychology*, 23(2), 91–96. doi: http://dx.doi.org/10.1207/s15328023top2302_4
- Derbentseva, N., Safayeni, F., Cañas, A. J. (2007). Concept mapping: Experiments on dynamic thinking. *Journal of Research in Science Teaching*, 44(3), 448–465. Doi: 10.1002/tea.20153
- Dhindsa, H.S., Kasim, M., Anderson, O.R. (2011). Constructivist- Visual Mind Map Teaching Approach and the Quality of Students' Cognitive Structures. *Journal of Science Education and Technology*, 20, 186-200. doi: 10.1007/s10956-010-9245-4
- Evrekli, E., Inel, D., Günay Balim, A. (2010). Development of a scoring system to assess mind maps. *Procedia Social Behavioral Sciences*, 2, 2330-2334. doi: 10.1016/j.sbspro.2010.03.331
- Farrand, P., Hussain, F., Hennessey, E. (2002). The efficacy of the 'mind map' study technique. *Medical Education*, 36, 426-431. doi: 10.1046/j.1365-2923.2002.01205.x
- Frøkjær, E., Hertzum, M., & Hornbæk, K. (2000). Measuring usability: Are effectiveness, efficiency, and satisfaction really correlated? Paper presented at the 345-352. doi:10.1145/332040.332455

Jamieson, P. (2012). *Using Modern Graph Analysis Techniques on Mind Maps to Help Quantify Learning*. Verkregen op 2 oktober, 2017 van

<https://pdfs.semanticscholar.org/c942/d6b4b1f5a88bb9de24acffe84d61d52f4d07.pdf>

Ji Ma, W., Husain, M., & Bays, P. M. (2014). Changing concepts of working memory. *Nature Neuroscience*, 17(3), 347–56. <https://doi.org/10.1038/nn.3655>

Koo, T.K., & Li, M.Y. (2016). A Guideline of Selecting and Reporting Intraclass Correlation Coefficients for Reliability Research. *Journal of Chiropractic Medicine* 15 (2), 155–163. doi: 10.1016/j.jcm.2016.02.012

Luck, S. J., & Vogel, E. (1997). The capacity of visual working memory for features and conjunctions. *Nature*, 390(6657), 279–281. <https://doi.org/10.1038/36846>

McClure, J.R., Sonak, B., Suen, H.K. (1999). Concept map assessment of classroom learning: Reliability, validity and logistical practicality. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (4), 475-492. doi: 10.1002/(SCI)1098-2736(199904)36:43.0.CO;2-O

Novak, J.D., Gowin, D.B. (1984). *Learning how to learn*. Cambridge, Verenigd Koninkrijk: Cambridge University Press.

Novak, J.D., Cañas, A.J. (2008). *The Theory Underlying Concept Maps and How to Construct and Use Them*. Verkregen op 2 oktober, 2017 van

<http://eprint.ihmc.us/5/2/TheoryUnderlyingConceptMaps.pdf>

Ormrod, J.E. (2003). *Educational Psychology – Developing learners*. Upper Saddle River, NJ: Pearson-Merrill Prentice Hall.

Riemer, V., & Schrader, C. (2016). Impacts of behavioral engagement and self-monitoring on the development of mental models through serious games: Inferences from in-game measures. *Computers in Human Behavior*, 64, 264-273. Doi: <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.06.057>

Ross, S., & Allen, N. (2012). Examining the convergent validity of shared mental model measures. *Behavior Research Methods*, 44 (4), 1052-1062. Doi: DOI 10.3758/s13428-012-0201-5

Ruiz-Primo, M.A., Shavelson, R.J. (1996). Problems and Issues in the Use of Concept Maps in Science Assessment. *Journal of Research in Science Teaching*, 33(6), 569-600. Verkregen op 2 oktober, 2017 van [https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43561475/Problems_and_Issues_in_the_Use_of_Concep20160309-24133-jzk4yx.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1511188545&Signature=T3CQCOT1XOfPN1ZEtN8N9DXJQug%3D&response-content disposition=inline%3B%20filename%3DProblems_and_issues_in_the_use_of_concep.pdf](https://s3.amazonaws.com/academia.edu.documents/43561475/Problems_and_Issues_in_the_Use_of_Concep20160309-24133-jzk4yx.pdf?AWSAccessKeyId=AKIAIWOWYYGZ2Y53UL3A&Expires=1511188545&Signature=T3CQCOT1XOfPN1ZEtN8N9DXJQug%3D&response-content%20disposition=inline%3B%20filename%3DProblems_and_issues_in_the_use_of_concep.pdf)

Rusman, E., Martínez-Monés, A., Boon, J., Rodríguez-Triana, M.J., Villagrà-Sobrino, S. (2014). Gauging Teachers' Needs with Regard to Technology-Enhanced Formative Assessment (TEFA) of 21st Century Skills in the Classroom. *Proceedings of the Computer Assisted Assessment (CAA)*

conference. *Research into E-Assessment. Communications in Computer and Information Science*, 439. 1-14. doi: 10.1007/978-3-319-08657-6_1

Rusman, E. (2015). *Aanvraagformulier langlopen onderwijsonderzoek 2015, Volledige aanvraag*. Verkregen op 24 augustus, 2017 van Kevin Ackermans. (<https://www.nro.nl/kb/405-15-550-formatief-toetsen-van-vaardigheden-middels-rubrics-met-videovoorbeelden-in-het-voortgezet-onderwijs/>)

Rye, J.A., Rubba, P.A. (2002). *Scoring Concept Maps: An Expert Map-Based Scheme Weighted for Relationships*. Verkregen op 2 oktober, 2017 van <http://andrei.clubcisco.ro/cursuri/5master/aac-sac/misc/Scoring%20Concpet%20Maps.pdf>

Stokhof, H., Sluijsmans, D., Vlokhoven, H., Peters, M. (2012). *Mind the map, Mindmaps inzetten voor vraaggestuurd leren*. Zoetermeer, Nederland: Kennisnet

Turns, J., Atman, C., Adams, R. (2000). Concept Maps for Engineering Education: A Cognitively Motivated Tool Supporting Varied Assessment Functions. *IEEE Transactions on Education*, 43 (2), 164-173. doi: 10.1109/13.848069

Wheeldon, J., Faubert, J. (2009) Framing Experience: Concept Maps, Mind Maps, and Data Collection in Qualitative Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 8 (3), 68-83. doi: <https://doi.org/10.1177/160940690900800307>