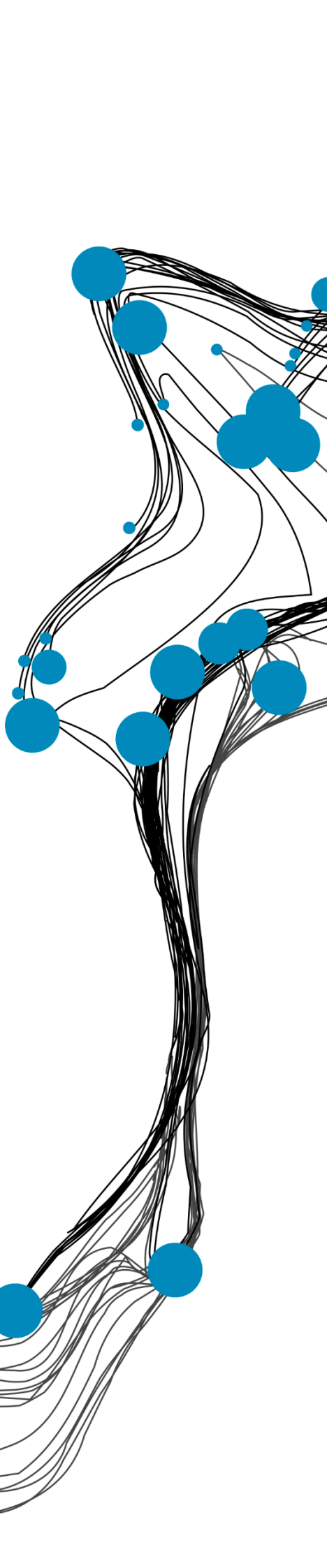




Verslag Onderzoek van Onderwijs (10 ECTS)

Ontwerp van lesmodule voor de kwaliteitsverbetering van onderzoeksvragen

Auteur: Mattijs Mientki

Studentnummer: s1215434

Universiteit: Universiteit Twente

Faculteit: BMS - ELAN

Opleiding: Educatie en Communicatie in de Bètawetenschappen, Natuurkunde

School: Het Erasmus

Begeleiders: dr. ir. H.J. Pol & dr. J.T. van der Veen



HET
ERASMUS

UNIVERSITY OF TWENTE.

Samenvatting

Een goede onderzoeksvraag is cruciaal voor een goed onderzoek, zoals Einstein al inzag (Ditkoff, z.d.). Het maken van een goede onderzoeksvraag wordt door leerlingen vaak als erg lastig ervaren (Stokking e.a., 2004, p. 106). Binnen de literatuur zijn er weinig diepgaande onderzoeken over onderzoeksvragen gevonden. Daarom is er in dit onderzoek onderzocht wat de kwaliteit van onderzoeksvragen is bij vwo-leerlingen (met natuurprofielen) van het Erasmus en hoe de kwaliteit van de onderzoeksvraag verbeterd kan worden. Vervolgens is een lesmodule ontworpen om deze verbetering te kunnen realiseren.

In deze ontwerpopdracht is op basis van uit de literatuur gevonden criteria voor een goede onderzoeksvraag, een rubric ontwikkeld om onderzoeksvragen te analyseren (en te becijferen). De rubric is verbeterd in drie evaluatiestappen: een try-out fase, een expertreview, en tijdens het scoren van de onderzoeksvragen. Met behulp van de rubric zijn de onderzoeksvragen van profielwerkstukken van vwo-leerlingen van schooljaar 2018-2019 geanalyseerd.

Met behulp van de rubric voor onderzoeksvragen is ontkracht dat vwo-leerlingen op het Erasmus met O&O beter zijn in het definiëren van onderzoeksvragen.

Op basis van de resultaten van de analyse zijn een aantal verbeterpunten gevonden. Een aantal van deze verbeterpunten kunnen prima worden afgevangen door het juist toepassen van een goede structuur van het onderzoek en het bijbehorende verslag. Een aantal andere verbeterpunten zijn lastig te vangen met een goede structuur en deze zijn daarom verwerkt in een lesmodule.

Er is een modulaire lesmodule van ongeveer 100 minuten over onderzoeksvragen ontwikkeld voor bovenbouw leerlingen met natuurprofielen van het voortgezet onderwijs. Hierbij gaan de leerlingen zelf onderzoeksvragen bedenken, bestaande onderzoeksvragen verbeteren aan de hand van een aantal verschillende opgaven en uiteindelijk de zelf bedachte onderzoeksvragen verbeteren waarbij alle dingen die geleerd zijn terugkomen. Leerlingen leren hierbij niet-eenduidig woordgebruik in onderzoeksvragen te herkennen en te vervangen, een onderzoeksvraag af te bakenen en aannames te herkennen. Deze lesmodule is verbeterd aan de hand van expertreviews van vakdocenten, waarna de lesmodule is getest op universitaire studenten. De lesmodule werd als zeer positief ervaren door zowel de vakdocenten als studenten en de gestelde leerdoelen werden vaak goed tot zeer goed behaald. Daarnaast is waardevolle feedback uit de test gehaald en verwerkt in de eindversie van de lesmodule, wat resulteerde in een nog een betere lesmodule.

Iedereen wordt aangemoedigd om de ontwikkelde rubric voor verdere onderzoeks- of onderwijsdoelen te gebruiken en aan te passen naar eigen wens, zo lang er maar gerefereerd wordt naar deze publicatie.

Inhoudsopgave

1	Inleiding.....	1
2	Methode	5
2.1	Methode deelvraag 1.....	5
2.2	Methode deelvraag 2.....	5
2.3	Methode deelvraag 3.....	5
2.4	Methode hoofdvraag	5
2.5	Methode deelvraag 4.....	6
2.6	Methode deelvraag 5.....	6
2.7	Gebruik van gegevens	6
3	Theorie achter kwalitatieve onderzoeksvragen.....	7
4	De rubric.....	11
4.1	Literatuur over rubrics	11
4.1.1	Prestatiecriteria en beoordelingsmodellen	11
4.1.2	Soorten rubrics.....	11
4.1.3	Eisen aan een goede rubric.....	12
4.2	Het ontwikkelen van de eerste versie van de rubric	13
4.2.1	Context.....	13
4.2.2	Soort rubric	13
4.2.3	Inhoud	13
4.2.4	Helderheid.....	13
4.2.5	Aantal score niveaus	14
4.2.6	Praktische toepasbaarheid.....	14
4.2.7	Technische degelijkheid	14
4.2.8	De eerste versie van de rubric	14
4.3	Evaluatiestappen van de rubric	15
4.3.1	Try-out van de rubric	15
4.3.2	Feedback van vakdocent.....	16
4.3.3	Het scoren van de onderzoeksvragen.....	16
4.4	Resultaten rubric scores	18
4.5	Resultaten O&O	20
4.6	Resultaten structuur	21
5	De lesmodule	23
5.1	Leerdoelen van de lesmodule	23

5.2	Eisen aan de lesmodule	24
5.2.1	Behalen leerdoelen	24
5.2.2	Praktisch toepasbaar.....	25
5.2.3	Begrijpbaar	25
5.2.4	Geschikt voor verschillende niveaus.....	25
5.2.5	Leerdoelen meten.....	25
5.3	Literatuur over werkvormen.....	25
5.4	Onderdelen van de lesmodule	26
5.5	Expert reviews lesmodule	28
5.6	Testen lesmodule.....	28
5.6.1	Antwoorden van de studenten	28
5.6.2	Evaluatieformulieren en toelichtingen	30
5.7	Modulariteit van lesmodule.....	31
6	Conclusie	33
7	Aanbevelingen	35
	Referenties.....	37
	Appendix A T-toets van scoreverschillen	39
	A.1 T-toets O&O.....	39
	A.2 T-toets ORTAH-structuur	39
	Appendix B Lesmodule.....	39
	B.1 Docentenhandleiding.....	39
	B.2 Presentatie.....	41
	B.3 Opgave 1: Zelf onderzoeksvragen bedenken	44
	B.4 Opgave 2: Niet-eenduidige woorden.....	45
	B.5 Opgave 3: Aannames variant 1	47
	B.6 Opgave 4: Afbakening.....	50
	B.7 Opgave 5: Verbeteren (zelfbedachte) onderzoeksvragen	52
	B.8 Opgave 3: Aannames variant 2	53
	B.9 Evaluatie.....	56
	B.10 Antwoordmodel Lesmodule	57
	Opgave 1: Zelf onderzoeksvragen bedenken.....	57
	Opgave 2: Niet-eenduidige woorden.....	57
	Opgave 3: Aannames	57
	Opgave 4: Afbakening.....	58
	Opgave 5: Verbeteren (zelfbedachte) onderzoeksvragen	59
	B.11 Resultaten lesmodule	60

B.11.1 Opgave 1: Zelf onderzoeksvragen bedenken	60
B.11.2 Opgave 2: Niet eenduidige woorden	60
B.11.3 Opgave 3: Aannames	64
B.11.4 Opgave 4: Afbakening.....	67
B.11.5 Opgave 5: Verbeteren (zelfbedachte) onderzoeksvragen.....	69
B.12 Ingevuld reflectieformulieren	70

Voorwoord

Hoewel dit een individueel onderzoek was had ik er niet hetzelfde van kunnen maken zonder de hulp van een aantal mensen. Ik wil daarbij specifiek de volgende mensen bedanken: Henk Pol voor alle hulp, begeleiding en de vele handige tips. Ik heb zelden iemand gehad die met zoveel plezier een onderzoek begeleidt en je hulp was echt waardevol. Henk-Jan groote Beverborg, Adinda van Beugen en Sander Veltkamp voor de waardevolle feedback op zowel de rubric als de lesmodule. Jos Nijhof, Niels Top, Birgit Stolk en Robert van Dinteren voor het helpen uittesten van de lesmodule en de waardevolle feedback die zij daarbij gegeven hebben. Mijn ouders voor het nalezen van het verslag. En als laatste wil ik nog het Erasmus bedanken dat ik profielwerkstukken heb mogen gebruiken voor dit onderzoek.

1 Inleiding

Het doel van deze opdracht is om een leermiddel te ontwerpen waardoor vwo-leerlingen (met profiel NG,NT of NG-NT) op het Erasmus beter worden in het definiëren van een onderzoeksvraag voor hun profielwerkstuk. De context, het belang en de in dit onderzoek gestelde onderzoeksvragen worden in dit hoofdstuk beschreven. Vervolgens wordt in hoofdstuk 2 ingegaan op de gebruikte methodes om antwoorden te vinden op deze onderzoeksvragen. In hoofdstuk 3 worden op basis van de literatuur de criteria voor een goede onderzoeksvraag opgesteld. Deze zijn samen met de eisen voor een goede rubric gecombineerd tot een rubric voor het scoren van onderzoeksvragen zoals beschreven in §4.1 en 4.2. In §4.3 is beschreven hoe de rubric geëvalueerd en verbeterd is tot de uiteindelijke eindversie. De rubric is vervolgens gebruikt om de onderzoeksvragen van de profielwerkstukken van schooljaar 2018-2019 te scoren op elk van de criteria en deze scores te analyseren zoals beschreven in §4.4. De resultaten uit de analyse zijn vervolgens gebruikt om een lesmodule te ontwerpen zoals beschreven in hoofdstuk 5.

De uitvoering van dit onderzoek is gedaan op de havo/vwo-locatie van het Erasmus in Almelo. Op deze school zijn ze de begeleiding en beoordeling van profielwerkstukken aan het herstructureren. Hiervoor zijn een handleiding en een rubric voor het profielwerkstuk (PWS) gemaakt. De handleiding is zowel voor leerlingen als begeleiders een hulp. De rubric is aanpasbaar voor verschillende soorten onderzoek: literatuuronderzoek, experiment, enquête, interview of technisch ontwerp. Wegingen zijn aanpasbaar voor ieder individueel PWS, echter moet dit wel van tevoren worden vastgesteld, zo weten de leerlingen en de begeleider vanaf het begin waar ze aan toe zijn. Het PWS bestaat uit verschillende fases, waar er bij vwo een deel van de 1^e fase, de oriëntatiefase, plaatsvindt in het voorlaatste jaar. Dit betekent dat normaal gesproken dit schooljaar de vwo-leerlingen die in hun voorlaatste schooljaar zitten een begin maken met hun PWS. Echter vanwege de corona-crisis werden de scholen gesloten en werd het profielwerkstuk dus naar volgend jaar geschoven.

Naast de ontwikkelingen rond het PWS, zijn er ontwikkelingen om een vak academische vaardigheden op te richten. Hiervoor is al in kaart gebracht wat er bij de verschillende vakken wordt gedaan aan academische vaardigheden en geconstateerd dat hier veel overeenkomsten bij zijn. Het idee is dat ze bij dit vak academische vaardigheden leren die ze bij de andere vakken kunnen toepassen. Wat leerlingen op dit moment al krijgen aan academische vaardigheden is afhankelijk van de vakken die ze hebben gehad en wellicht zelfs van hoe ze die vakken hebben gekregen.

Er zijn wel onderzoeken gedaan naar onderzoeksvaardigheden, maar er zijn er geen bestaande onderzoeken gevonden die gedetailleerd kijken naar de onderzoeksvraag, dit wordt vaak meegenomen als slechts een klein onderdeel van het onderzoek. Daarom is het interessant om hier in meer diepte naar te kijken en verder detailonderzoek naar te doen.

Onderzoeksvragen definiëren komt in het examenprogramma vwo van natuurkunde, scheikunde en biologie met vrijwel dezelfde bewoordingen voor (Kortland e.a., 2019). Het staat in het algemene domein A *Vaardigheden* en in domein I *Onderzoek en ontwerpen*. Zo staat er in subdomein A5 *Onderzoeken*.

“Een natuurwetenschappelijk probleem herleiden tot een (of meer) onderzoeksvraag(en)”(Aan, 2016)

Maar waarom is een goede onderzoeksvraag dan belangrijk? Zoals Einstein al zei:

"If I had an hour to solve a problem and my life depended on the solution, I would spend the first 55 minutes determining the proper question to ask, for once I know the proper question, I could solve the problem in less than 5 minutes." (Ditkoff, z.d.)

Nu is de vraag of hij dit echt gezegd heeft en worden er veel verschillende varianten van deze quote genoemd, maar de essentie van de boodschap blijft waar. De kwaliteit van de oplossing is direct gerelateerd aan het vermogen om het probleem te identificeren. Het is beter om eerst goed het probleem te identificeren en een goede onderzoeksvraag op te stellen, dan om gelijk te gaan onderzoeken. Een goede onderzoeksvraag is de basis voor een goed onderzoeksplan. Met een goed uitgewerkte onderzoeksvraag heb je de meeste onderdelen van een onderzoeksplan paraat. Je hebt dan een precies en functioneel geformuleerde vraag, uitgewerkt in gestructureerde deelvragen een uitwerking van relevantie en een theoretisch kader voor inhoudelijke verankering. Daarnaast heb je voor de methode al heel veel gedaan door de onderzoeksvraag precies en functioneel te maken. Het belangrijkste wat je dan nog moet doen is een onderzoeksstrategie of type onderzoek uitzoeken (Oost & Markenhof, 2006). *"Goede onderzoeksvragen leveren niet noodzakelijk goed onderzoek op, maar slecht opgestelde of geconstrueerde vragen zullen waarschijnlijk problemen veroorzaken die alle volgende stadia van een onderzoek beïnvloeden"*(Agee, 2009).

Een goede onderzoeksvraag is dus van belang voor een goed onderzoek en het definiëren hiervan wordt vaak door leerlingen als lastig ervaren.

"According to the teachers, their students have between a fair amount and a great deal of difficulty formulating a problem and a research question (80%)" (Stokking e.a., 2004, p.106).

Het doel van dit onderzoek is het ontwerpen van een leermiddel om leerlingen hun onderzoeksvraag beter te laten definiëren.

Hiervoor wordt er eerst onderzocht hoe goed leerlingen al zijn in het definiëren van onderzoeksvragen en waar dus nog mogelijkheid is tot verbetering. Dit wordt gedaan door middel van een rubric die zal worden ontwikkeld. Deze rubric zou kunnen worden geïntegreerd in de bestaande rubric voor het beoordelen van profielwerkstukken, zodat leerlingen en docenten nog beter weten waarop ze zullen worden beoordeeld als het gaat om de onderzoeksvraag. Dit leidt tot de volgende hoofdvraag:

"Welk leermiddel kan worden ontworpen om vwo-leerlingen (met profiel NG,NT of NG-NT) op het Erasmus beter te laten worden in het definiëren van de onderzoeksvraag voor hun profielwerkstuk?"

Met 'beter' wordt hiermee bedoeld dat deze hoger scoort op de criteria voor een kwalitatieve onderzoeksvraag. Hoe dit wordt bepaald zal verder worden toegelicht in §2.2.

Om deze onderzoeksvraag te beantwoorden zullen er eerst een aantal deelvragen worden beantwoord:

1. Aan welke eisen voldoet een goede onderzoeksvraag?
2. Hoe goed zijn de vwo-leerlingen van het Erasmus op dit moment in het definiëren van een onderzoeksvraag?
 - a. Hoe scoren de leerlingen op deze verschillende eisen?
 - b. Waar zit er nog ruimte voor verbetering?
3. Wat zijn mogelijke leermiddelen om leerlingen te helpen hoe je een goede onderzoeksvraag definieert?

Zoals eerder beschreven, hangt de ervaring die leerlingen hebben met academische- en onderzoeksvaardigheden af van welke vakken de leerlingen hebben gevolgd. Daarom is het interessant om te kijken of leerlingen die bepaalde vakken hebben gevolgd beter zijn in het definiëren van onderzoeksvragen. In dit ontwerp onderzoek is ervoor gekozen om te kijken naar de invloed van het vak ‘Onderzoek en Ontwerpen’ afgekort O&O. De naam van het vak suggereert al dat leerlingen in dit vak bezig zijn met onderzoeksvaardigheden. Over het definiëren van onderzoeksvragen staat in het examenprogramma van het vak O&O in subdomein ‘A5 Onderzoeken’ het volgende: *“De kandidaat kan in contexten een vraagstelling uitwerken in een onderzoeksvraag en onderzoeksopzet”* (Schalk & Bruning, 2014). Aangezien het definiëren van een onderzoeksvraag dus onderdeel van het examenprogramma van O&O is de volgende onderzoeksvraag met hypothese toegevoegd:

4. Is er een duidelijk verschil tussen de kwaliteit van onderzoeksvragen bij leerling die O&O hebben gevolgd en leerlingen die dit niet hebben gedaan?
 - a. Hypothese: Leerlingen die O&O hebben gevolgd zijn beter in het definiëren van een onderzoeksvraag.

Tijdens het scoren van de profielwerkstukken viel het op dat een deel van de leerlingen een vaste structuur in het verslag hanteerde met de volgende onderdelen: Oriëntatie onderwerp, Rechtvaardiging, Theorie, Afbakening en Hoofd- en deelvragen. Hiernaar zal in het vervolg worden gerefereerd als de ORTAH-structuur. Het vermoeden was dat deze structuur helpt om een kwalitatief betere onderzoeksvraag te maken, daarom is er een extra deelvraag met hypothese opgesteld:

5. Is er een duidelijk verschil tussen de kwaliteit van onderzoeksvragen van leerlingen die de ORTAH-structuur hanteren in hun verslag en leerlingen die dit niet doen?
 - a. Hypothese: Profielwerkstukken waarbij de ORTAH-structuur gehanteerd wordt, zullen kwalitatief betere onderzoeksvragen hebben omdat een aantal belangrijke aspecten van een goede onderzoeksvraag verwerkt zitten in deze structuur.

2 Methode

In dit hoofdstuk is beschreven hoe de verschillende deelvragen en de hoofdvraag beantwoord zullen worden en welke onderzoeksmethodes daarvoor worden gebruikt.

2.1 Methode deelvraag 1

Om erachter te komen aan welke eisen een goede onderzoeksvraag voldoet wordt een literatuurstudie uitgevoerd. Aan de hand hiervan zal een lijst met eisen worden opgesteld waaraan een goede onderzoeksvraag moet voldoen. Deze lijst zal worden gebruikt om een rubric te ontwikkelen, zodat deze rubric gebruikt kan worden om de daadwerkelijke onderzoeksvragen van leerlingen te beoordelen.

2.2 Methode deelvraag 2

Er zal een rubric worden ontwikkeld op basis van de eisen gevonden in deelvraag 1. Daarnaast wordt er voor deze rubric gekeken naar de eisen die moeten worden gesteld aan een goede rubric op basis van de literatuur. De score van deze rubric wordt gebruikt om de score hoe goed de onderzoeksvraag aan de verschillende eisen voldoet en is dus een maat is voor hoe 'goed' of hoeveel 'beter' een onderzoeksvraag is.

Er zal gewerkt worden met bestaande profielwerkstukken van het afgelopen schooljaar (schooljaar 2018-2019) omdat dit de enige profielwerkstukken zijn die nog beschikbaar waren. Van deze profielwerkstukken zullen de onderzoeksvragen worden gescoord en geanalyseerd met behulp van de ontwikkelde rubric, om zo te zien wat de huidige kwaliteit van onderzoeksvragen is en waar nog ruimte voor verbetering zit. Deze informatie wordt vervolgens gebruikt om de leermiddelen te ontwikkelen die toegepast kunnen worden om leerlingen beter te laten worden in het definiëren van onderzoeksvragen.

Binnen de alfa en bèta richtingen van het voorgezet onderwijs kan het zijn dat er een andere aanpak voor onderzoeksvragen gebruikt wordt. Daarom is er voor deze ontwerp opdrachten gekozen om niet alle profielwerkstukken te vergelijken, maar om binnen het VWO te kijken naar de profielen NT, NG en NG-NT. Door te focussen op deze profielen wordt er gericht gekeken naar het natuurwetenschappelijk onderzoek. Hierdoor wordt het aantal verschillende type onderzoeken, waar wellicht hele andere eisen voor de onderzoeksvraag gelden, beperkt. Daarnaast blijft er met deze selectie een groot genoeg aantal profielwerkstukken (21 van de 28) over voor een degelijk onderzoek.

2.3 Methode deelvraag 3

De mogelijke leermiddelen om leerlingen te helpen onderzoeksvragen te definiëren, zullen worden gezocht aan de hand van literatuuronderzoek en eigen inspiratie.

2.4 Methode hoofdvraag

De gevonden en bedachte leermiddelen uit deelvraag 4 worden gecombineerd met de informatie gewonnen uit analyse van de onderzoeksvragen om de leermiddelen te ontwikkelen.

Het was daarbij de bedoeling om de ontworpen leermiddelen daadwerkelijk ook te testen op vwo-leerlingen van het Erasmus die in hun voorlaatste jaar hiermee zouden beginnen. Dit ging vanwege de corona-crisis niet door. Daarom zijn er twee alternatieve evaluatiestappen voor de leermiddelen bedacht. Er zal eerst feedback van collega docenten worden gevraagd. Daarna zullen de leermiddelen als tweede evaluatiestap worden uitgetest met een aantal universitaire studenten als leerlingen. Nu zijn universitaire studenten een andere doelgroep dan 6 vwo-leerlingen, maar ook voor studenten van de

universiteit blijft het lastig om goede onderzoeksvragen te definiëren. Daarom zijn de ontwikkelde leermiddelen ook relevant voor hen en zal het uittesten nog steeds waardevolle feedback opleveren. Deze feedback zal vervolgens worden gebruikt om de leermiddelen te verbeteren.

2.5 Methode deelvraag 4

Om de hypothese 'Leerlingen die O&O hebben gevolgd zijn beter in het definiëren van een onderzoeksvraag' te testen, wordt er gekeken of leerlingen in de bovenbouw het vak onderzoek en ontwerpen (O&O) hebben gevolgd. De profielwerkstukken worden daarna opgedeeld in drie groepen: de eerste groep bestaat uit alleen leerlingen met O&O (*volledig O&O*), de tweede groep bestaat uit zowel leerlingen met O&O als leerlingen zonder O&O (*deels O&O*), de derde en laatste groep bestaat volledig uit leerlingen zonder het vak O&O (*geen O&O*). De scores (op de verschillende criteria) van deze drie verschillende groepen is vervolgens vergeleken. Op basis hiervan wordt gekeken wat de invloed van het vak O&O is op de kwaliteit van de onderzoeksvraag.

2.6 Methode deelvraag 5

Om te kijken of er een duidelijk verschil is tussen de kwaliteit van onderzoeksvragen van leerlingen die de ORTAH-structuur hanteren in hun verslag en leerlingen die dit niet doen is een vergelijkbare methode gebruikt als voor de invloed van het vak O&O. De profielwerkstukken zijn opgedeeld in de groepen met en zonder ORTAH-structuur, om vervolgens de gemiddelde rubric scores op elk criterium te vergelijken.

2.7 Gebruik van gegevens

Omdat de profielwerkstukken van het afgelopen schooljaar zijn, zijn deze eigendom van de school. De profielwerkstukken en de informatie welke vakken deze leerlingen hebben gevolgd zullen alleen gebruikt worden als daar expliciet toestemming voor wordt verleend. Alle verzamelde informatie van de profielwerkstukken wordt met naam verzameld zodat deze gekoppeld kan worden aan het wel of niet volgen van het vak O&O. De informatie over de profielwerkstukken, vakken en de testresultaten van de ontwikkelde leermiddelen zal echter wel anoniem worden verwerkt. Daarnaast zullen alle namen worden verwijderd uit de ruwe data nadat dit onderzoek is afgerond, zodat resultaten nog wel goed terug te vinden zijn zonder dat gevaar ontstaat voor het onnodig opslaan van persoonsgegevens.

3 Theorie achter kwalitatieve onderzoeksvragen

In dit hoofdstuk wordt er op basis van een literatuuronderzoek beschreven wat de criteria zijn van een kwalitatieve goede onderzoeksvraag en zal hiermee deelvraag 1 worden beantwoord. De belangrijkste criteria worden hiervoor uitgekozen en in het volgende hoofdstuk gebruikt als verschillende criteria binnen de rubric voor onderzoeksvaardigheden.

Duidelijke plek

Een goede onderzoeksvraag of probleemstelling heeft een duidelijke plek in het verslag en moet dus duidelijk en herkenbaar terug te vinden zijn in het verslag. De lezer van een verslag moet niet de onderzoeksvraag hoeven af te leiden uit bijvoorbeeld de onderzoekstructuur. Er moet geen twijfel bestaan over wat de onderzoeksvraag is, anders verliest deze zijn verduidelijkende werking. Een onderzoeksvraag hoort dan ook thuis in de introductie (Swalesj & Christine B, 2004) van een verslag en niet ergens aan het einde van een verslag.

Passend

Het is belangrijk dat de onderzoeksvraag past bij het doel, dit is iets wat je eigenlijk overal terugvindt in de literatuur, alleen wordt het op verschillende wijzen ingevuld of benoemd: het past bij het probleem (Ratan e.a., 2019), het sluit aan bij de probleemanalyse (van der Donk & van Lanen, 2016, p. 115), het past bij het onderwerp (Ratan e.a., 2019), het past bij de opdracht (Ottevanger e.a., 2014, p. 15). Voordat je een onderzoeksvraag gaat definiëren ga je na wat het doel is van het onderzoek. Bij het onderzoeksdoel kunnen verschillende vragen worden bedacht. Hierbij is het niet alleen belangrijk dat een onderzoek bij het onderwerp past maar dat de onderzoeksvraag daarbij ook echt bijdraagt aan het realiseren van het doel van het onderzoek. Zo kan het doel van een onderzoek zijn om het aantal aanmeldingen op school te verhogen, daarbij zou de volgende vraag bedacht kunnen worden: *“Hoe zorgen we ervoor dat de formatie op school niet beïnvloed wordt door het aantal aanmeldingen voor het nieuwe schooljaar?”* (van der Donk & van Lanen, 2016, p.114) Hoewel deze vraag dus heel erg met het onderwerp te maken heeft is dit niet een vraag die helpt het doel, namelijk het verhogen van het aantal aanmeldingen, te bereiken. Dus onder *passend* wordt verstaan dat de onderzoeksvraag bij het onderwerp en doel past en daar ook expliciet aan bijdraagt.

Eenduidig

De onderzoeksvraag moet daarnaast helder (Oost & Markenhof, 2006, p. 26) oftewel *eenduidig* zijn geformuleerd (van der Donk & van Lanen, 2016, p. 127). Dit wil zeggen *“dat iets maar voor één uitleg vatbaar is”* (“Eenduidig - de betekenis volgens Redactie Ensie”, z.d.). Hiervoor moeten zo min mogelijk vage of *niet-eenduidige* woorden zoals ‘soms’, ‘steeds’, ‘beter’, ‘de rol van’ of ‘de mate waarin’ worden gebruikt.

Opbrengst

Een ander aspect wat belangrijk is voor een goede onderzoeksvraag is de beoogde opbrengst (van der Donk & van Lanen, 2016, p. 115)(Oost & Markenhof, 2006, p. 36) op de gezochte antwoorden (Ottevanger e.a., 2014, p. 15). Door de opbrengst duidelijk te maken legt de onderzoeker de onderzoekstructuur in grote lijnen vast. Vervolgens kunnen de deelvragen worden gedefinieerd die de onderzoekstructuur nog verder kunnen verduidelijken (Oost & Markenhof, 2006, p. 53).

Afbakening

De afbakening van het onderwerp (Oost & Markenhof, 2006, pp. 22–28), het domein waar de onderzoeksvraag betrekking op heeft, of de reikwijdte (van der Donk & van Lanen, 2016, pp. 121–123) geven aan wat er allemaal wel en niet wordt meegenomen in een onderzoek. Een goed uitgangspunt hierbij is dat het haalbaar moet zijn in de desbetreffende tijdsperiode (Ratan e.a., 2019)(van der Donk & van Lanen, 2016, p. 121). Daarnaast kan de onderzoeker een goed afgebakende onderzoeksvraag gebruiken om te beslissen wat wel en niet relevant is voor het beantwoorden van de onderzoeksvraag. Maar het helpt ook begeleiders en lezers om te beoordelen of het terecht is dat er voor een bepaalde benadering is gekozen of dat er aspecten buiten beschouwing zijn gelaten (Oost & Markenhof, 2006, pp. 22–28). Een goede afbakening zorgt er bovendien voor dat het duidelijk is waar de geldigheid van het onderzoek ophoudt.

Aannames

In heel veel onderzoeksvragen zitten vaak aannames verwerkt, neem bijvoorbeeld de volgende vraag. *“Hoe kan ik met de inzet van extra spelvormen de motivatie in de les bij leerlingen laten toenemen?”* (van der Donk & van Lanen, 2016, p.128) Hierin zit al een aanname, namelijk dat met inzet van extra spelvormen leerlingen gemotiveerd zouden raken. Nu is het zeker niet verkeerd om aannames zoals deze in een onderzoeksvraag te verwerken zolang deze aannames maar goed zijn onderbouwd.

Deelvragen

Een onderzoeksvraag is vaak te groot om in een keer volledig te onderzoeken, daarom kun je de hoofdvraag opdelen in deelvragen. Daarbij is het belangrijk dat de antwoorden op de deelvragen je in staat stellen om de hoofdvraag te beantwoorden (van der Donk & van Lanen, 2016, p. 123). Daarnaast helpen de deelvragen de onderzoekstructuur te verduidelijken zoals beschreven bij de *opbrengst*.

Ethiek

Het onderzoek en daarmee dus ook de onderzoeksvraag moet ook ethisch verantwoord zijn (van der Donk & van Lanen, 2016, p. 128)(Ratan e.a., 2019). Nu is dit niet relevant voor alle type onderzoeken. Het zal met name bij maatschappelijke, sociale of medische onderzoeken relevant kunnen zijn. Omdat er in dit onderzoek alleen gekeken wordt binnen de natuurprofielen zal dit niet vaak van toepassing zijn en is ervoor gekozen om ethiek dus niet mee te nemen als beoordelingscriterium.

Vraag

Soms wordt er in de literatuur genoemd dat de onderzoeksvraag of probleemstelling ook echt een vraag moet zijn (Ottevanger e.a., 2014). Echter, wordt dit niet in alle literatuur genoemd, zo stellen Oost & Markenhof (2006) het volgende: *“De probleemstelling kan worden gepresenteerd als een vraag of als een hypothese”*. Omdat hier dus geen consensus over is binnen de literatuur is er een keuze gemaakt. Daarbij is er hier gekozen voor de stelling van Oost en Markenhof omdat zowel een onderzoeksvraag als een hypothese tot een waardevol onderzoek kan leiden. (zie ook het onderdeel Ja-Nee-vraag iets verderop)

Vernieuwend

Een onderzoek moet ook vernieuwend zijn (Ratan e.a., 2019), het heeft geen zin om iets te onderzoeken dat al algemeen bekend is. Iets wat zo op te zoeken is, is niet het onderzoeken waard, tenzij je iemands anders werk wil valideren. Voor leerlingen kan het echter wel van meerwaarde zijn als ze er zelf voldoende van kunnen leren, want uiteindelijk is dat het hoofddoel van een profielwerkstuk. Maar ook daarvoor moet het niet te makkelijk op te zoeken zijn, want anders zal de leerwaarde laag zijn. Echter, kan het per leerling verschillen of een specifiek onderzoek leerwaarde heeft of niet: zo kan een leerling

die nog niet zoveel weet van een ontwerp een meer verkennend onderzoek doen waar hij heel veel van leert. Terwijl een leerling die al veel meer weet over dit onderwerp een meer verdiepend onderzoek zal moeten uitvoeren op ditzelfde onderwerp om een leerwaarde te vormen voor deze leerling. De definitie van een probleem “moeilijkheid” of “vraagstuk” (van der Sijs, 2001) geeft al aan dat een probleem niet voor iedereen hetzelfde is: iets wat voor de één een moeilijkheid of vraagstuk is, is voor de andere heel gemakkelijk of bekend. Het kan dus heel lastig zijn om in te schatten of een bepaald onderzoek leerwaarde heeft voor een leerling, zeker door iemand die de leerling niet goed kent. Om deze reden is ervoor gekozen om dit criterium niet op te nemen in de rubric.

Ja/nee-vraag

Soms wordt er gesteld dat een onderzoeksvraag geen ja/nee vraag mag zijn. Zo moet volgens Zwijsen (2019) de onderzoeksvraag een open vraag zijn en mag het dus geen ja of nee vraag zijn. Schievink & Vergeer (2017) zeggen zelfs het volgende *“Een vraag die je met ja of nee kunt beantwoorden is natuurlijk geen basis voor een profielwerkstuk.”* zonder dat dit verder wordt toegelicht. Van der Donk & van Lanen (2016, p. 126) stellen ook dat een gesloten vraag die met ja of nee beantwoord kan worden niet geschikt is als onderzoek. Hierbij wordt er echter wel een toelichting gegeven. Er wordt gesteld dat een gesloten vraag een ultiem oordeel veronderstelt waarbij je geen nuances kunt aanbrengen.

Echter, kan een ja/nee vraag ook een vorm van hypothese zijn en is er eerder gesteld dat de onderzoeksvraag een vraag of een hypothese mag zijn. Een testbare hypothese is een stelling die bewezen of ontkracht kan worden (Engago, 2020). Dit betekent dat nuances bij een hypothese dus vermeden moeten worden. De stelling kan worden ontkracht, bewezen of het is niet mogelijk om deze te ontkrachten of te bewijzen op basis van de resultaten. Er zit geen mogelijkheid tussen de drie opties. Omdat een ja/nee vraag ook een vorm van hypothese kan zijn, is het hebben van een open (en dus geen ja/nee) vraag daarom niet meegenomen als vereiste voor een goede onderzoeksvraag.

Alle eisen

Er zijn dus verschillende eisen voor een goede kwalitatieve onderzoeksvraag uit de literatuur gekozen en besproken. Zoals hierboven beschreven worden een aantal eisen niet meegenomen in de beoordeling voor de onderzoeksvragen. De eisen aan de onderzoeksvraag die wel worden meegenomen in de rubric zijn:

- De *duidelijke plek* van de onderzoeksvraag (hierbij wordt ook meegenomen of er dus wel een onderzoeksvraag of hypothese aanwezig is);
- Of de onderzoeksvraag *passend* is;
- Of de onderzoeksvraag *eenduidig* is;
- Of de *opbrengst* duidelijk is;
- Of de onderzoeksvraag voldoende *afgebakend* is;
- Of eventuele *aannames* goed zijn onderbouwd.

4 De rubric

In dit hoofdstuk wordt de ontwikkeling en het gebruik van de rubric voor onderzoeksvragen beschreven. In §4.1 wordt met behulp van literatuur onderzocht aan welke eisen een goede rubric voldoet. Daarna wordt er in §4.2 met de in hoofdstuk 3 beschreven criteria de eerste versie van de rubric opgesteld. Vervolgens worden in §4.3 de evaluatiestappen beschreven om uiteindelijk tot de eindversie van de rubric te komen. Deze rubric is vervolgens gebruikt om de onderzoeksvragen van profielwerkstukken te beoordelen, waarvan de resultaten beschreven zijn in §4.4. Vervolgens is er gekeken naar het verschil in scores tussen de drie groepen profielwerkstukken met volledig O&O leerlingen, zonder O&O leerlingen en de gemengde groep (deels O&O) waarvan de resultaten beschreven zijn in §4.5. Daarna zijn de profielwerkstukken met en zonder ORTAH-structuur vergeleken waarvan de resultaten gepresenteerd zijn in §4.6.

4.1 Literatuur over rubrics

In deze paragraaf wordt er op basis van de literatuur gekeken naar de verschillende beoordelingsmodellen zoals een rubric. Daarnaast wordt er gekeken waar een kwalitatief goede rubric aan voldoet. Dit zal vervolgens worden gebruikt om de eerste versie van de rubric te ontwikkelen zoals beschreven is in §4.2.

4.1.1 Prestatiecriteria en beoordelingsmodellen

Prestatiecriteria zijn richtlijnen, regels of principes waarmee de reacties, producten of prestaties van leerlingen worden beoordeeld. Ze beschrijven waar je naar moet zoeken in producten of prestaties om kwaliteit te beoordelen (Arter & McTighe, 2001, p.4).

Met de prestatiecriteria duidelijk is het nog steeds mogelijk verschillende beoordelingsmodellen te maken, zoals een checklist, een prestatie lijst ("performance list") en een rubric. Een rubric is de uitgeschreven versie van de criteria met de mogelijke score niveaus gedefinieerd en beschreven. Een rubric verschilt daarbij tot de andere beoordelingsmodellen omdat alle score mogelijkheden per criterium apart zijn uitgewerkt, soms nog met voorbeelden ter verduidelijking. Een rubric zorgt daarbij voor duidelijke prestatiecriteria wat een aantal voordelen heeft. Zo zorgt het ten eerste voor betere consistentie in beoordelingen, ten tweede helpt het de docent de instructiedoelen helder te krijgen en als derde verduidelijken ze de leerdoelen bij leerlingen als deze gedeeld worden. (Arter & McTighe, 2001, p.1-16).

4.1.2 Soorten rubrics

Een holistische rubric met maar één score geeft geen gedetailleerde analyse van goede en slechte punten en is daardoor niet zo bruikbaar voor analyse of voor het helpen plannen van een instructie. Een analytische rubric met scores op verschillende aspecten geeft daarentegen meer specifieke informatie over de sterke en zwakke punten die gebruikt kunnen worden om instructie te focussen op specifieke gebieden. Daarnaast helpt een analytische rubric leerlingen beter te begrijpen waar kwalitatief werk aan voldoet en is het geschikter voor het beoordelen van complexe werken zoals onderzoeksprojecten (Arter & McTighe, 2001, p. 21).

4.1.3 Eisen aan een goede rubric

Om te controleren of een rubric goed is, kun je deze op vijf eigenschappen scoren (Arter & McTighe, 2001, pp. 42–75):

1. De inhoud;
2. De helderheid;
3. Aantal score niveaus;
4. Praktische toepasbaarheid;
5. Technische degelijkheid.

Dit zijn gelijk de eigenschappen waar de rubric zo goed mogelijk op moet scoren. Er zal in §4.2 worden ingegaan hoe deze eigenschappen terugkomen in de te ontwikkelen rubric. Eerst zullen de eigenschappen verder worden toegelicht.

De inhoud moet hierbij alle essentiële aspecten bevatten en dekt daarbij datgene af wat we als docent nodig hebben om de kwaliteit goed te beoordelen. Daarnaast reflecteert de inhoud van een goede rubric ook het ‘best thinking’ van het veld (Arter & McTighe, 2001, p. 8). Dit wil zeggen dat de aspecten in de rubric gebaseerd zijn op de consensus binnen het onderzoeksveld, als deze consensus aanwezig is.

Een rubric is helder als het waarschijnlijk is dat docenten en leerlingen de beschrijvingen in de rubric hetzelfde interpreteren (Arter & McTighe, 2001, p. 48). Dit is idealiter te controleren door dit echt te testen op docenten en leerlingen.

Het aantal scoremogelijkheden moet juist gekozen worden, hierbij is het een kwestie van niet te veel, maar ook niet te weinig mogelijkheden. Zo zorgen te veel mogelijkheden, ervoor dat het lastig wordt voor leraren en leerlingen om de verschillende niveaus te onderscheiden (meer dan acht is vaak te veel), terwijl te weinig scoremogelijkheden het minder goed mogelijk maken om onderscheid in kwaliteit te maken (minder dan vier is vaak te weinig) (Arter & McTighe, 2001, p. 31). Daarnaast worden oneven score niveaus vaak vermeden omdat de tendens om gemiddeld te scoren dan wordt doorbroken.

De praktische toepasbaarheid gaat om het gebruikersgemak. Zo is het handig als de rubric niet te groot is waardoor deze enigszins te onthouden is en het duidelijk is hoe resultaten uit de rubric gebruikt kunnen worden voor instructie (Arter & McTighe, 2001, p. 49).

Een echte goede rubric is van technisch hoge kwaliteit, dat wil zeggen, dat er ‘hard’ bewijs is dat criteria het doel goed beoordelen, dat het consistent gebruikt wordt door verschillende docenten en dat de score representeert waar de leerling toe in staat is. Dit is na te gaan door daadwerkelijke meerdere mensen hetzelfde werk met de rubric te laten beoordelen en werk van verschillende leerlingen hierin mee te nemen. Het taalgebruik in een kwalitatief goede rubric is begrijpbaar voor verschillende leerlingen (Arter & McTighe, 2001, pp. 50–51).

4.2 Het ontwikkelen van de eerste versie van de rubric

In §4.1.3 werd beschreven wat de eisen zijn aan een goede rubric. In deze paragraaf zal eerst in §4.2.1 nog even kort de context worden beschreven waarin de rubric zal worden gebruikt. Daarna zal in §4.2.2 de keuze voor het type rubric worden toegelicht. Dit wordt gevolgd door de toelichting hoe er aan de verschillende eisen gesteld in §4.1.3 zal worden voldaan. Hierbij komen respectievelijk de inhoud, de helderheid, het aantal score niveaus, de praktische toepasbaarheid en technische degelijkheid langs in §4.2.3 t/m §4.2.7. Op het einde in §4.2.8 wordt de eerste versie van de rubric gepresenteerd.

4.2.1 Context

De rubric zal worden gebruikt voor het scoren van onderzoeksvragen van profielwerkstukken. Hierbij is het hoofddoel om op een gestructureerde manier te achterhalen wat de huidige kwaliteit is van de onderzoeksvragen en wat er nog verbeterd kan worden. Het idee is dat deze rubric uiteindelijk geïmplementeerd kan worden in de gehele rubric voor profielwerkstukken die recentelijk ontwikkeld is op het Erasmus, dit is echter niet het hoofddoel. De twee doelen stellen ook andere eisen aan de rubric. Deze context zal worden meegenomen om te bepalen hoe belangrijk in deze situatie de verschillende eisen van een goede rubric zijn.

Om in te kaart te brengen hoe goed de onderzoeksvragen momenteel zijn, zullen de onderzoeksvragen worden vergeleken met alle eisen waar een perfecte onderzoeksvraag aan moet voldoen. Als de rubric daadwerkelijk voor het beoordelen en becijferen van profielwerkstukken wordt gebruikt, zal er meegenomen moeten worden wat er redelijkerwijs verwacht mag worden van een examenkandidaat op het voortgezet onderwijs. Er wordt dus eerst een rubric ontwikkeld om onderzoeksvragen te analyseren. Deze rubric kan later worden aangepast zodat deze ook geschikt is om daadwerkelijk onderzoeksvragen van profielwerkstukken te becijferen.

4.2.2 Soort rubric

De rubric zal worden gebruikt om uitgebreide analyse te maken van de onderzoeksvragen. Het is dus belangrijk om met behulp van de rubric informatie over de sterke en zwakke punten te krijgen en niet alleen een enkele score. Dit is de hoofdreden dat er is gekozen voor een analytische i.p.v. een holistische rubric. Daarnaast heeft een analytische rubric nog het voordeel dat het leerlingen meer inzicht biedt waar kwalitatief werk aan moet voldoen en is een analytische rubric geschikter voor onderzoeksprojecten. Aangezien het opstellen van een onderzoeksvraag voor (een profielwerkstuk) onderdeel is van een onderzoeksproject is de keuze voor analytische rubric logisch.

4.2.3 Inhoud

Om te zorgen dat de rubric de essentiële aspecten bevat en het 'best thinking' van het veld reflecteert zijn de criteria gevonden op basis van een literatuurstudie over onderzoeksvragen, zoals beschreven in hoofdstuk 3. Hierin is duidelijk uitgelegd welke aspecten worden meegenomen en waarom.

4.2.4 Helderheid

Bij ieder criterium en scoreniveau wordt een beschrijving toegevoegd ter verduidelijking en deze beschrijvingen zullen in het ontwerp van de rubric zo helder mogelijk worden geformuleerd. Vervolgens zal er tijdens de verschillende evaluatiestappen beschreven in §4.3 iedere keer worden gekeken of beschrijvingen nog beter kunnen.

4.2.5 Aantal score niveaus

Door een even aantal scoreniveaus toe te passen dwing je mensen om een niet neutrale positie in te nemen. Om dan ook meer dan drie scoreniveaus te hebben, is gekozen voor vier scoreniveaus in de rubric. Daarnaast heeft dit als bijkomend voordeel dat de rubric gemakkelijker geïmplementeerd kan worden in de bestaande rubric voor profielwerkstukken, omdat deze ook over vier score niveaus beschikt.

4.2.6 Praktische toepasbaarheid

Om de rubric praktisch toepasbaar te houden is deze niet te groot gemaakt zodat deze op één pagina of beeldscherm kan worden weergegeven. Daarnaast is er ruimte voor commentaar gelaten zodat de scores kunnen worden toegelicht. In de digitale versie is er nog de toevoeging dat als de score op een criterium wordt ingevuld, automatisch ook de beschrijving van dit scoreniveau wordt gemarkeerd. Zo kan gemakkelijk worden gecontroleerd of de beschrijving overeenkomt met de gescoorde onderzoeksvraag.

4.2.7 Technische degelijkheid

Met name als de rubric gebruik gaat worden voor het becijferen van profielwerkstukken is de technische degelijkheid belangrijk. In de eerste fase waar deze alleen gebruikt wordt door mijzelf is dit iets minder van belang. Daarom zal de technische degelijkheid gecontroleerd moeten worden als de rubric wordt aangepast voor becijfering.

4.2.8 De eerste versie van de rubric

Bij het ontwerp van de rubric wordt er op verschillende manier voldaan aan de eisen van een goede rubric zoals beschreven in de vorige paragrafen. De criteria van de rubric zijn gebaseerd op de literatuurstudie over kwalitatieve onderzoeksvragen zoals beschreven in hoofdstuk 3. In §4.2.5 is er al toegelicht waarom er voor vier scoreniveaus is gekozen. Vervolgens zijn er beschrijvingen bij elke vier scoreniveaus en zes criteria bedacht. Bij ieder criterium en scoreniveau wordt een beschrijving toegevoegd ter verduidelijking en deze beschrijvingen zullen in het ontwerp van de rubric zo helder mogelijk worden geformuleerd. Vervolgens zullen tijdens de verschillende evaluatiestappen beschreven in §4.3, deze beschrijvingen steeds worden verbeterd. De eerste versie, weergegeven in figuur 1, is dus nog voor de aanpassingen van deze verschillende evaluatiestappen.

Criteria	Niveau 1	Niveau 2	Niveau 3	Niveau 4	weging	punten
Duidelijke plek Met een duidelijke plek wordt bedoeld dat de onderzoeksvraag niet verstopt zit in een stuk tekst, maar een duidelijke en logische plek heeft zodat de lezer meteen weet wat de onderzoeksvraag is.	Het is onduidelijk wat de onderzoeksvraag is of er kunnen meerdere onderzoeksvragen worden afgeleid uit het verslag.	Met enige moeite kan je de onderzoeksvraag achterhalen.	Het is zonder enige twijfel duidelijk wat de onderzoeksvraag is, maar deze staat niet in het begin van het verslag.	Het is zonder enige twijfel duidelijk wat de onderzoeksvraag is en deze staat in het begin van het verslag.		
Passend Met passend wordt bedoeld dat onderzoeksvraag enerzijds niet bij een heel ander onderwerp hoort. Anderzijds wordt hiermee bedoeld dat deze helpt het doel te bereiken. Zo kan het doel van een onderzoek zijn om het aantal aanmeldingen op school te verhogen met 10%.	Past totaal niet bij het onderwerp/probleem of doel.	Past redelijk bij het onderwerp/probleem maar hoeft het doel niet te bereiken.	Past goed bij het onderwerp/probleem maar hoeft niet te helpen het doel te bereiken.	Past bij het onderwerp en helpt het doel te bereiken.		
Eenduidig Eenduidig betekent dat iets maar voor één uitleg vatbaar is.	Is totaal niet eenduidig en er kan van alles mee worden bedoeld worden. Kan op meer dan 5 manieren worden geïnterpreteerd.	Kan op meer dan twee manieren worden geïnterpreteerd. Of het bevat twee woorden zoals 'soms', 'steeds', 'beter', 'de rol van', 'de mate waarin' worden.	Is redelijk eenduidig en helder, maar zou op twee manieren kunnen worden geïnterpreteerd. Of het bevat één woord zoals 'soms', 'steeds', 'beter', 'de rol van', 'de mate waarin' worden.	Is eenduidig en helder gedefinieerd. Deze kan op niet op verschillende manieren worden geïnterpreteerd en bevat geen woorden zoals 'soms', 'steeds', 'beter', 'de rol		
Opbrengst De opbrengst is het gene wat het onderzoek moet opleveren. Als het type onderzoek duidelijk is dan is het type opbrengst al enigszins helder. Denk aan de volgende type onderzoeken. 1. Beschrijvende 2. Vergelijkende	Het is niet af te leiden wat voor type onderzoek het is.		Maakt duidelijk wat voor type onderzoek het is maar niet wat de verwachte opbrengst.	Maakt duidelijk wat voor een type onderzoek het is en wat de verwachte opbrengst is.		
Afbakening De afbakening van de onderzoeksvraag geeft aan wat er wel niet wordt meegenomen.	Er zijn geen inperkingen zichtbaar. Het is niet duidelijk wat er wel en niet wordt meegenomen.	Er zijn wel inperkingen zichtbaar die duidelijk maken wat er wordt meegenomen maar de onderzoeksvraag is nog niet voldoende ingeperkt. Of er zijn teveel inperkingen zichtbaar.	Het is duidelijk gemaakt wat wel en niet wordt meegenomen met voldoende maar niet te veel inperkingen.	Het is duidelijk gemaakt wat wel en niet wordt meegenomen met voldoende maar niet te veel inperkingen. De inperkingen zijn goed beargumenteerd (in de tekst).		
Aannames Vaak zitten er aannames in een onderzoeksvraag. Dit is geen probleem zo lang deze goed zijn onderbouwd.	Er zit meer dan één aanname in de onderzoeksvraag verwerkt die niet is onderbouwd.	Er zit één aanname in de onderzoeksvraag verwerkt die niet is onderbouwd.	Alle aannames zijn onderbouwd, maar zonder goede bronnen.	Alle aannames die in de onderzoeksvraag zitten zijn met goede bronnen onderbouwd of er zitten geen onredelijke aannames in de onderzoeksvraag.		
Score						0.0

Figuur 1: Versie 1 van de analytische rubric voor onderzoeksvragen met de zes gekozen criteria en vier scoreniveaus met beschrijvingen van ieder scoreniveau.

4.3 Evaluatiestappen van de rubric

De in §4.2.8 beschreven eerste versie van de rubric is in drie stappen geëvalueerd en verbeterd. De eerste stap was een try-out op een paar profielwerkstukken (§4.3.1). Vervolgens is de rubric voorzien van feedback door een vakdocent (§4.3.2) en als laatste kwamen er nog verbeterpunten naar boven tijdens het daadwerkelijk scoren van de onderzoeksvragen van de profielwerkstukken (§4.3.3).

4.3.1 Try-out van de rubric

De eerste versie van de rubric is getest door er een aantal profielwerkstukken mee te beoordelen en te kijken wat verbeterpunten zijn, zonder te kijken naar wat de resulterende scores zijn. Er is hierbij alleen gekeken naar mogelijkheden tot verbetering van de rubric, zoals situaties waarin het onduidelijk is welke score toegekend moet worden.

Tijdens het beoordelen was het niet helder wat er wel en niet mee moest worden genomen om de scores te bepalen. Om dit te verhelderen en daarmee te zorgen dat er consequent hetzelfde wordt meegenomen tijdens het bepalen van de score, is er bij alle criteria een vermelding toegevoegd wat er wel en niet wordt meegenomen om de score te bepalen. Dit kan zijn de hoofdvraag, de deelvragen, de begeleidende tekst of een combinatie van meerdere van deze elementen. Daarnaast was de beschrijving

bij elk criterium niet even duidelijk en zijn deze beschrijvingen daarom vervangen door heldere waarde-neutrale definities.

Een van de scoreniveaus van het criterium *duidelijke plek* had de beschrijving: *‘De onderzoeksvraag moet in het begin van het verslag staan’* dit is echter *niet-eenduidig* en is dus vervangen door *‘de onderzoeksvraag staat in de inleiding en dus niet alleen in de samenvatting’*. Het was verder lastig om de deelvragen mee te nemen in het criterium *opbrengst*, daarom is gekozen om een apart criterium *deelvragen* aan te maken. Het criterium *opbrengst* is beperkt tot twee scoreniveaus omdat de mogelijke andere scoreniveaus vaag waren en daardoor alleen maar voor meer verwarring zouden zorgen.

Deze aanpassingen resulteerde in versie 2 van de rubric die voorzien is van feedback door een vakdocent, zoals beschreven in §4.3.2.

4.3.2 Feedback van vakdocent

Van een natuurkunde vakdocent van de stageschool heb ik feedback gekregen op versie 2 van de rubric. De feedback was met name positief met nog een aantal verbeterpunten. Verder ontbraken er nog het aantal punten dat wordt toegekend per scoreniveau

De punten 1 t/m 4 zijn respectievelijke toegekend aan de score niveaus 1 t/m 4 zodat deze gebruikt kunnen worden om een cijfer te bepalen. Deze puntenverdeling is zo gekozen zodat deze overeenkomt met de puntenverdeling in de bestaande rubric voor profielwerkstukken.

Een aantal *niet-eenduidige* scorebeschrijvingen zijn aangepast of weggehaald. Dit resulteert in nog maar drie scoreniveaus bij het criterium *passend*. Hierbij is er gekozen voor 1 punt als de onderzoeksvraag niet past bij het onderwerp of het doel, 3 punten voor als dit wel het geval is en 4 punten als de onderzoeksvraag ook nog het doel helpt te bereiken. Dit is gedaan omdat er een groot verschil zit tussen een onderzoeksvraag die past of niet, dus het is goed als er meer dan 1 punt verschil zit tussen deze niveaus. Verder is er bij het criterium *opbrengst* wat nog maar uit twee scoreniveaus bestaat gekozen voor een maximale score van vier punten om het overzichtelijk te houden. Daarnaast is er gekozen voor twee punten verschil omdat ook hier de twee opties ver uit elkaar resulterend in mogelijke scores van twee of vier punten op het criterium *opbrengst*.

Omdat er niet één criterium belangrijker is bevonden dan een ander is voor elk criterium een weging van 1 toegekend. Al deze aanpassingen zijn verwerkt in de derde versie van de rubric. Met deze versie van de rubric is begonnen aan het scoren van de onderzoeksvragen van profielwerkstukken zoals beschreven in §4.3.3.

4.3.3 Het scoren van de onderzoeksvragen

Tijdens het scoren bleek het praktisch nooit voor te komen dat er geen enkele deelvraag hielp om de hoofdvraag te beantwoorden. Er wordt niet verwacht dat dit überhaupt voor gaat komen bij profielwerkstukken in het algemeen. Daarom is de beschrijving: *“Er zijn deelvragen maar deze helpen niet het de hoofdvraag te beantwoorden”* weggehaald en zijn de niveaus van het criterium *deelvragen* vervangen door het aantal deelvragen dat niet helpt de hoofdvraag te beantwoorden. Deze en eerder beschreven verbeteringen zijn allemaal verwerkt in de eindversie van de rubric.

Er is daarnaast nog één aanpassing gedaan nadat de profielwerkstukken al waren gescoord. Zo wordt er nu bij het criterium *afbakening* alleen nog maar gekeken naar de hoofdvraag. Dit kwam naar boven tijdens het ontwerpen van de lesmodule. Het is namelijk belangrijk om de *afbakening* in de hoofdvraag

te verwerken zodat je laat zien waar de geldigheid van het onderzoek ophoudt, zoals ook beschreven in de lesmodule in appendix B. Tijdens het scoren van de profielwerkstukken werden hier ook nog de deelvragen in meegenomen waardoor de scores op het criterium *afbakening* hoger kunnen uitvallen. Er is echter uit praktische overwegingen besloten om de profielwerkstukken niet weer opnieuw te scoren. Ook deze aanpassing is verwerkt, resulterend in de eindversie van de rubric zoals te zien is in figuur 2.

Criteria	Niveau 1 (1 punt)	Niveau 2 (2 punt)	Niveau 3 (3 punt)	Niveau 4 (4 punt)	weging	punten
Duidelijke plek (alleen hoofdvraag) Met een duidelijke plek wordt bedoeld hoe duidelijk het is wat de onderzoeksvraag is en of deze op een logische plek staat.	Het is onduidelijk wat onderzoeksvraag is en deze is niet te achterhalen.	Het is niet duidelijk wat de onderzoeksvraag is maar deze is af te leiden door de lezer.	Het is zonder enige twijfel duidelijk wat de onderzoeksvraag is, maar deze staat niet in de inleiding.	Het is zonder enige twijfel duidelijk wat de onderzoeksvraag is en deze staat in de inleiding en dus niet alleen in de samenvatting. Er mag een oriëntatie voor de introductie staan.	1	1
Passend (alleen hoofdvraag + tekst voor onderwerp/probleem) Met passend wordt de maat waarin de onderzoeksvraag bij het onderwerp/probleem past bedoeld en hoe goed deze het doel helpt te bereiken.	Past totaal niet bij het onderwerp.	-	Past goed bij het onderwerp maar hoeft niet te helpen het doel te bereiken.	Past goed bij het onderwerp en helpt het doel te bereiken.	1	3
Eenduidig (alleen hoofdvraag) Eenduidig betekent dat iets maar voor één uitleg vatbaar is.	Is totaal niet eenduidig en er kan van alles mee worden bedoeld worden. Kan op meer dan 5 manieren worden geïnterpreteerd.	Kan op meer dan twee manieren worden geïnterpreteerd. Of het bevat twee woorden zoals 'soms', 'steeds', 'beter', 'de rol van', 'de mate waarin' worden.	Is redelijk eenduidig en helder, maar zou op twee manieren kunnen worden geïnterpreteerd. Of het bevat één woord zoals 'soms', 'steeds', 'beter', 'de rol van', 'de mate waarin' worden.	Is eenduidig en helder gedefinieerd. Deze kan op niet op verschillende manieren worden geïnterpreteerd en bevat geen woorden zoals 'soms', 'steeds', 'beter', 'de rol van', 'de mate waarin' worden.	1	2
Deelvragen (hoofdvraag + deelvragen) Deelvragen zijn extra onderzoeksvragen die bedoeld zijn om te helpen de hoofdvraag te beantwoorden.	Er zijn geen deelvragen	Er zijn deelvragen maar twee of meer helpen niet de hoofdvraag te beantwoorden.	Er zijn meerdere deelvragen en maximaal één helpt niet de hoofdvraag te beantwoorden.	Er zijn meerdere deelvragen en de hoofdvraag die allemaal helpen de hoofdvraag te beantwoorden.	1	4
Opbrengst (alleen hoofdvraag) De geplande opbrengst is dat gene wat het onderzoek moet opleveren. Dat kan bijvoorbeeld zijn: - een ontwerp - een beschrijving van iets - een systematische beoordeling - de oorza(ak)en van een probleem	-	Het is onduidelijk wat de geplande opbrengst is.	-	Het is duidelijke wat de geplande opbrengst is.	1	2
Afbakening (hoofdvraag + deelvragen en waar vermeld tekst) De afbakening van de onderzoeksvraag geeft aan wat er wel en niet wordt meegenomen. Er zijn vaak inperkingen nodig, denk aan een specifieke groep mensen of type product, om het onderzoek haalbaar te maken.	De vraag is te algemeen. Er zijn geen inperkingen zichtbaar. Het is niet duidelijk wat er wel en niet wordt meegenomen.	Er zijn wel inperkingen zichtbaar die duidelijk maken wat er wordt meegenomen maar het is nog niet voldoende ingeperkt. Of er zijn teveel inperkingen zichtbaar.	Het is duidelijk wat wel en niet wordt meegenomen d.m.v. voldoende maar niet te veel inperkingen, maar deze zijn niet goed beargumenteerd (in de tekst).	Het is duidelijk wat wel en niet wordt meegenomen gemaakt d.m.v. voldoende maar niet te veel inperkingen. en De inperkingen zijn goed beargumenteerd (in de tekst).	1	3
Aanname (hoofdvraag en tekst) Een aanname is iets wat voor waar aangenomen wordt terwijl dit niet zeker is. Vaak zitten er aannames in een onderzoeksvraag. Dit is geen probleem zo lang deze goed zijn onderbouwd.	Er zit meer dan één aanname in de onderzoeksvraag verwerkt die niet is onderbouwd (in de tekst).	Er zit één aanname in de onderzoeksvraag verwerkt die niet is onderbouwd (in de tekst).	Alle aannames zijn onderbouwd (in de tekst), maar zonder goede bronnen.	Alle aannames die in de onderzoeksvraag zitten zijn met goede bronnen onderbouwd (in de tekst) of Er zitten geen aannames in de vraag.	1	4
Score						6,8

Figuur 2: Eindversie van de rubric voor onderzoeksvragen, met 7 criteria met waarde neutrale definities, 4 scoreniveaus met punten en omschrijvingen per niveau. Er is bij iedere criterium aangegeven wat er wordt meegenomen om de score te bepalen en bij scoreniveaus als dit verschilt per niveau. Er zijn voorbeeldscores ingevuld waarbij de desbetreffende beschrijvingen automatisch zijn gemarkeerd in groen.

4.4 Resultaten rubric scores

In deze paragraaf worden de scores van de onderzoeksvragen geanalyseerd. Dit wordt gedaan door naar de scores per criterium te kijken. Vervolgens worden de scores vergeleken tussen leerlingen met en zonder O&O. Er wordt geëindigd met de vergelijking van scores van verslagen met de ORTAH-structuur en verslagen zonder.

De in de vorige paragraaf beschreven rubric is gebruikt om de onderzoeksvragen van de 21 profielwerkstukken van de natuurprofielen te scoren, de resulterende scores zijn te zien in tabel 1.

Tabel 1: Rubric scores van de onderzoeksvragen per onderdeel en per profielwerkstuk. De eerste rij geeft aan of de ORTAH-structuur is gebruikt in het verslag (J=Ja, N=nee). De tweede rij (O&O) geeft aan of iedereen in de groep het vak O&O had =1, een deel van de groep O&O had =2 of niemand in de groep O&O had =3 in de bovenbouw. De laatste kolom geeft de gecorrigeerde gemiddelde, waarbij de profielwerkstukken #4,13 en 16 zijn weggelaten. Ook de aantal keren dat een gemiddelde score is gehaald is gecorrigeerd door deze profielwerkstukken weg te laten (gec. # score).

ORTAH	J	J	J	N	J	N	N	N	N	N	N	J	J	N	N	N	J	J	N	N							
O&O	1	3	2	1	1	3	2	3	3	2	3	2	1	3	2	1	3	1	2	2	3	gec. # score	gem.	gec. gem.			
PWS nummer	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21						
Duidelijke plek	4	3	4	1	4	3	4	2	4	4	4	4	1	4	2	1	2	2	4	4	4	0	4	2	12	3.1	3.4
Passend	4	3	4	1	4	4	4	4	3	4	4	4	1	3	3	1	3	4	4	4	3	0	0	6	12	3.3	3.7
Eenduidig	4	2	4	1	3	2	4	4	3	3	4	1	1	3	4	1	4	4	4	4	4	1	2	4	11	3.0	3.4
Deelvragen	4	4	4	1	4	2	4	1	4	4	4	4	1	4	1	1	1	3	4	4	4	3	1	1	13	3.0	3.3
Opbrengst	4	2	4	2	2	2	4	4	4	4	4	4	2	4	4	2	4	4	2	4	2	0	5	0	13	3.2	3.4
Afbakening	4	2	2	1	2	2	4	4	3	3	2	2	1	3	4	1	1	2	3	2	2	1	9	4	4	2.4	2.6
Aannames	4	4	2	1	2	4	4	4	3	4	4	4	1	3	2	1	4	4	4	4	4	0	3	2	13	3.2	3.6
Cijfer	10	7.1	8.6	2.9	7.5	6.8	10	8.2	8.6	9.3	9.3	8.2	2.9	8.6	7.1	2.9	6.8	8.2	8.9	9.3	8.2	tot. gem.		3.0	3.3		
																					tot. gem. cijfer		7.6	8.4			

Als er gekeken wordt naar de scores zijn er een aantal dingen die opvallen: Ten eerste zijn er drie profielwerkstukken (#4,13 en 16) die minimaal scoren op alle onderdelen, dit is omdat het hier totaal niet duidelijk was wat de onderzoeksvraag was. Nu zou er gezegd kunnen worden dat je als lezer zou kunnen bedenken wat een geschikte onderzoeksvraag zou kunnen zijn bij dit onderzoek. Echter, gaat het in dit onderzoek juist om de kwaliteit van de door leerlingen gedefinieerde onderzoeksvragen, dus een onderzoeksvraag beoordelen die de leerlingen niet zelf hebben bedacht zal geen meerwaarde hebben. Deze leerlingen hebben geen onderzoeksvraag en scoren daarom terecht laag in de rubric over onderzoeksvragen.

Als er wordt gekeken naar de scores op de verschillende onderdelen dan trekken deze drie profielwerkstukken de gemiddeldes omlaag en ook niet gelijk, omdat er bij het criterium *opbrengst* minimaal een 2 wordt gescoord. Hierom, is er gekozen om ook gecorrigeerde gemiddeldes te bepalen waarbij de drie profielwerkstukken zonder onderzoeksvragen zijn weggelaten, deze zijn te zien in de laatste kolom van tabel 1. Om dezelfde reden zijn de aantallen hoe vaak een bepaalde score is gehaald ook gecorrigeerd door deze drie profielwerkstukken weg te laten (zie gec. # score in tabel 1), waardoor deze aantallen op een totaal van 18 profielwerkstukken komen.

Als er gekeken wordt naar hoe goed leerlingen op dit moment scoren moeten deze drie minimale scores worden meegenomen en wordt er dus gemiddeld een 7.6 gescoord, wat op zich als een goed cijfer

klinkt. Echter is een goede onderzoeksvraag van belang voor een goed onderzoek en is onderzoeksvraag pas echt goed als er maximaal wordt gescoord op alle criteria en het cijfer dus een 10 is. Het cijfer op zichzelf zegt dus niet zoveel er wordt vooral gekeken waar er nog verbetering mogelijk is. Om te kijken waar er nog verbetering mogelijk is worden deze drie minimale scores weggelaten en wordt er dus naar het gecorrigeerde gemiddelde per criteria gekeken en doen er dus 18 i.p.v. 21 profielwerkstukken in totaal mee.

Bij het criterium *duidelijke plek* is het van drie leerlingen niet duidelijk wat de onderzoeksvraag is, van vier leerlingen is dit te achterhalen door de lezer, en bij twee leerlingen is de vraag wel duidelijk maar is de plek onjuist. Voorbeelden waarom er niet volledig werd gescoord is omdat de onderzoeksvraag niet als een vraag of hypothese was geschreven, het hebben van twee losse hoofdvragen of een onderzoeksvraag die alleen in de onderzoeksopzet aan het einde van het verslag stond. Bij 6 van de 18 profielwerkstukken is er dus al verbetering mogelijk door de onderzoeksvraag duidelijker en op de juiste plek te noteren.

7 van de 18 profielwerkstukken bevatte *niet-eenduidige* woorden, voorbeelden uit de gescoorde profielwerkstukken zijn: 'hoe', 'de maatschappij', 'de gevolgen', 'de invloed', 'het beste', 'waarde', 'functie', 'nabije toekomst'.

Er waren een aantal profielwerkstukken zonder deelvragen (score 1 op het criterium *deelvragen*), verder waren er twee profielwerkstukken waar een aantal deelvragen niet hielpen de hoofdvraag te beantwoorden. Het viel verder op dat sommige profielwerkstukken de deelvragen alleen als hoofdstuknamen hadden verwerkt, waarvoor geen punten zijn toegekend.

De *opbrengst* was bij 13 van de 18 profielwerkstukken duidelijk. Verder viel erop dat een lage score op dit criterium regelmatig samenviel met het gebruik van *niet-eenduidige* woorden.

Als er wordt gekeken naar de scores per criterium, dan valt het op dat er goed wordt gescoord op het criterium *passend*. Hierbij is maar liefst twaalf keer 4 punten gescoord (de onderzoeksvraag helpt het doel te bereiken) en zes keer 3 punten (de onderzoeksvraag past goed bij het onderwerp maar hoeft niet te helpen het doel te bereiken). De meeste scores van 3 punten waren omdat het doel niet duidelijk was, hierdoor kon er niet vastgesteld worden of de onderzoeksvraag helpt het doel te bereiken. De hoge score (gem 3.7) voor dit criterium, wordt ook gedeeltelijk verklaard doordat scoreniveau 2 ontbreekt.

Het criterium waarop aanmerkelijk minder wordt gescoord is de *afbakening* met een gemiddelde van 2.6. Hierbij is er vaak 2 punten (te weinig inperkingen) gescoord aantal keren 3 (niet goed beargumenteerde inperkingen) en slecht vier keer 4 punten (goed beargumenteerde inperkingen). Bij dit criterium waren er twee opvallende dingen: ten eerste valt het samen met het gebruik van *niet-eenduidige* woorden zoals 'de maatschappij' en ten tweede zijn er profielwerkstukken waar er wel inperkingen zijn gemaakt maar deze niet in de hoofdvraag zijn verwerkt.

Veel onderzoeksvragen hadden geen of goed onderbouwde *aannames*, waardoor er hier gemiddeld een 3.6 op is gescoord. De aannames die niet waren onderbouwd, waren vrij subtiel en het vermoeden is dat de leerlingen niet doorhebben dat er eigenlijk een aanname in hun onderzoeksvraag zit verwerkt. Verder waren er twee profielwerkstukken die de aannames wel onderbouwden maar zonder goede bronnen.

4.5 Resultaten O&O

Hier worden de scores van de groepen volledig, gedeeltelijk en zonder O&O beschreven en geanalyseerd.

De gemiddelde rubric scores van de verschillende groepen, *volledig bovenbouw O&O* groepsleden (6 profielwerkstukken), *deels bovenbouw O&O* (7 profielwerkstukken) en *leerlingen met geen bovenbouw O&O* (8 profielwerkstukken) zijn te zien in figuur 3. De profielwerkstukken zonder onderzoeksvraag en dus minimale score zijn hierbij wel meegenomen, omdat dit ook belangrijke resultaten zijn. Hierin is duidelijk te zien dat groep *volledig O&O* aanmerkelijk minder scoort dan de andere twee groepen op alle criteria. Dit is omdat de drie profielwerkstukken zonder onderzoeksvraag (#4,13 en 16) allemaal groepen waren met *volledig O&O* leerlingen.

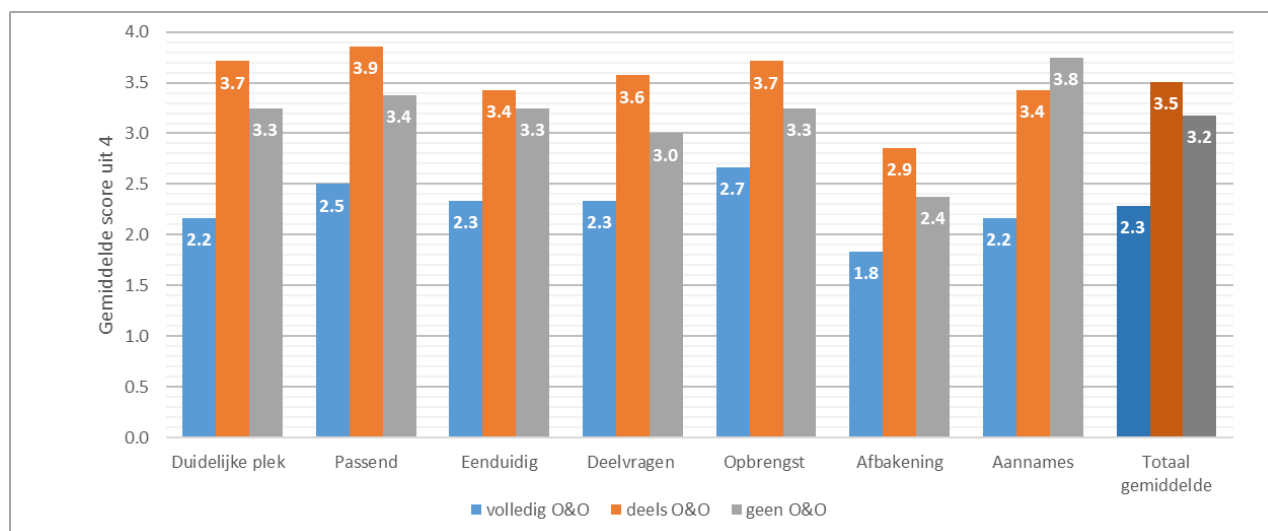
Om te kijken of de verschillen niet kunnen worden toegekend aan toeval, is ook gekeken of er statistisch significant verschillen zijn op basis van deze kleine test grootte. Volgens McClave (2016) is voor het vergelijken van kleine steekproeven (groepen kleiner dan 30) de t-toets een geschikte methode, waarbij ook rekening gehouden wordt met de test grootte. Met behulp van de t-toets zijn de p-waardes bepaald om te bepalen hoe groot de kans is dat de verschillen tussen de groepen kunnen worden toegekend aan toeval. Dit is gedaan aan de hand van een tweezijdige t-toets waarbij is aangenomen dat de externe invloeden voor de groepen gelijk zijn en daarom de varianties voor beiden groepen als gelijk mogen worden aangenomen. Alle p-waardes zijn terug te vinden in appendix A.1. Hierbij zal er worden verwezen naar een verschil met 95% betrouwbaarheid ($p < 0.05$) als een 'statistisch significant' verschil en zal er worden gesproken over een 'tendens' wanneer er met 80% betrouwbaarheid ($p < 0.20$) een verschil is aangetoond.

Met behulp van de t-test is er aangetoond dat de totaal gemiddelde score en de scores op het criteria *duidelijke plek* van de groep *volledig O&O* en van *deels O&O* statistisch significant van elkaar verschillen. Daarnaast is er een tendens zichtbaar dat de groep *volledig O&O* lager scoort op alle overige criteria dan de groep *deels O&O*. Als de groep *geen O&O* wordt vergeleken met de groep *volledig O&O* dan is er een tendens zichtbaar (met 80% betrouwbaarheid zekerheid te zeggen) dat op het totaal gemiddelde de groep *geen O&O* gemiddeld hoger scoort dan de groep *volledig O&O*.

Als de groepen *geen O&O* en *deels O&O* worden vergeleken, is te zien dat de groep met *deels O&O* leden gemiddeld beter scoort op elk criterium behalve op *aannames*, maar hier is alleen bij het criterium *passend* een tendens zichtbaar. Er moet wel rekening worden gehouden dat alle invloeden buiten O&O, zoals de begeleiding, de ervaring van leerlingen bij andere vakken en de manier van werken van leerlingen hierin niet zijn meegenomen. Daarnaast zijn de test aantallen vrij klein, maar is er op basis van de t-test te zeggen hoe groot de kans is dat de verschillen bij deze kleine aantallen door toeval kunnen worden verklaard.

Alle profielwerkstukken zonder onderzoeksvraag vallen binnen de *volledig O&O* groep en er is een statistisch significant verschil aangetoond tussen de totaal gemiddelde scores van de groepen *volledig O&O* en *deels O&O*, daarnaast is er een tendens zichtbaar dat de groep *geen O&O* lager scoort dan *deels O&O*. Op basis van deze resultaten is de hypothese 'Leerlingen die O&O hebben gevolgd zijn beter in het definiëren van een onderzoeksvraag' verworpen. De groepen met *deels O&O* leerlingen lijken het beste te zijn in onderzoeksvragen definiëren. Echter, zijn de verschillen te klein om op basis van deze resultaten te kunnen concluderen dat de groep *deels O&O* beter is dan de groep *geen O&O*, er is namelijk statistisch geen tendens zichtbaar tussen deze twee groepen.

Na navraag bij de coördinator van het vak O&O op het Erasmus blijkt dat er bij het vak niet echt met onderzoeksvragen, maar met projectdoelen wordt gewerkt. Deze projectdoelen worden vervolgens gespecificeerd in tussenstappen die te vergelijken zijn met deelvragen (S. ten Heggeler, persoonlijke communicatie, 01-07-2020). Dit kan verklaren waarom de hypothese is ontkracht en waarom groep *volledig O&O* de meeste profielwerkstukken zonder onderzoeksvragen bevat en daarmee ook het laagste scoort van de drie groepen.



Figuur 3: Rubric scores voor de profielwerkstukken voor de drie groepen: volledig O&O, deels O&O en geen O&O.

4.6 Resultaten structuur

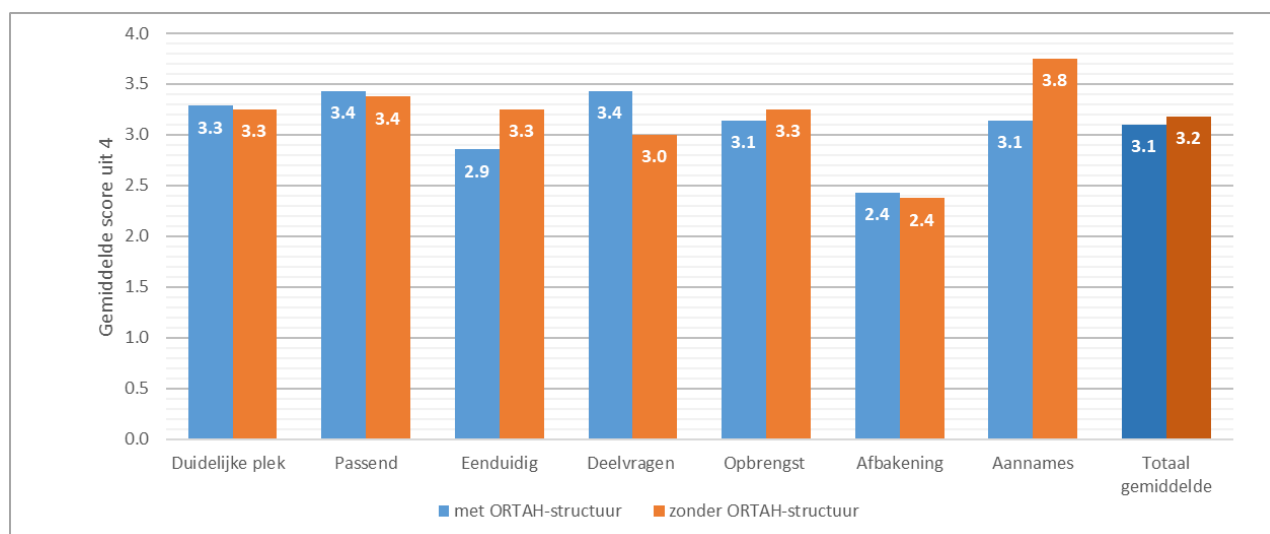
De scores tussen verslagen met en zonder de ORTAH-structuur worden in deze paragraaf vergeleken.

De rubric scores voor de groepen met en zonder Oriëntatie onderwerp, Rechtvaardiging, Theorie, Afbakening en Hoofd- en deelvragen (ORTAH-structuur) zijn te zien in figuur 4. Hierin is te zien dat score op de meeste onderdelen erg vergelijkbaar is. Alleen bij het criterium *deelvragen* is er een aanmerkelijk verschil zichtbaar. Dit is met name omdat in de groep met ORTAH-structuur er slechts één groep is zonder deelvragen terwijl er in de groep *zonder ORTAH-structuur* vijf profielwerkstukken zijn zonder deelvragen. Echter op de andere criteria, zoals de *afbakening*, scoren profielwerkstukken *met ORTAH-structuur* nagenoeg gelijk aan de profielwerkstukken zonder deze structuur.

Ook voor de vergelijking van deze twee groepen zijn met behulp van de t-toets weer p-waardes bepaald, weergegeven in appendix A.2. Hier is er op geen enkel criterium een tendens zichtbaar, oftewel de kans is groter dan 20% dat dit de verschillen door toeval komen. Dus ook over het score verschil op het criterium *deelvragen* is niet met genoeg zekerheid te zeggen dat dit niet door toeval wordt veroorzaakt.

Je zou verwachten dat de het onderdeel afbakening in de structuur helpt bij een beter afgebakende onderzoeksvraag. Echter, was in veel gevallen de *afbakening* buiten de hoofdvraag om gedaan. Nu is het mogelijk om dit mee te nemen, maar dit onderzoek gaat over de onderzoeksvragen en dus is het daarnaast heel belangrijk dat de *afbakening* ook terugkomt in de hoofdvraag. Door alle inperkingen in de hoofdvraag te verwerken, wordt het duidelijk gemaakt waar de geldigheid van het onderzoek ophoudt. Zo zou iemand bijvoorbeeld de onderzoeksvraag kunnen hebben “Stoot een bus op accu’s

minder CO₂ uit dan het huidige verkeer?” Vervolgens wordt de CO₂ uitstoot van bus op accu's vergeleken met een dieselbus. Met deze resultaten kan de onderzoeksvraag eigenlijk niet beantwoord worden. Men kan dan alleen zeggen dat de bus op accu's minder CO₂ uitstoot dan een dieselbus, maar de vergelijking met een auto, trein of ander 'huidig' verkeersmiddel is niet gemaakt. Daarom is er besloten om eigenschappen zoals inperkingen ook alleen mee te nemen in de hoofdvraag. In de rubric gebruikt tijdens het scoren van de profielwerkstukken, werden afbakeningen in de deelvragen nog wel meegenomen. Dit is dus aangepast naar alleen de hoofdvraag in de eindversie van de rubric. Hierdoor kunnen de scores op het criterium *afbakening* dus hoger zijn uitgevallen dan op basis van de eindversie van rubric het geval zou zijn.



Figuur 4: Rubric scores voor profielwerkstukken met ORTAH-structuur en zonder.

5 De lesmodule

Nadat verschillende voorbereidende deelvragen zijn beantwoord wordt er in dit hoofdstuk ingegaan op de hoofdvraag van dit onderzoek “Welk leermiddel kan worden ontworpen om vwo-leerlingen (met profiel NG,NT of NG-NT) op het Erasmus beter te laten worden in het definiëren van de onderzoeksvraag voor hun profielwerkstuk?” Hiervoor is eerst gekeken naar de leerdoelen, zie §5.1. Vervolgens zijn de eisen voor de lesmodule opgesteld, zoals beschreven in §5.2. Hierna wordt in §5.3 op basis van literatuur beschreven welke werkvormen toepasselijk zijn voor dit doel. Daarna wordt er in §5.4 ingegaan op onderdelen van de lesmodule, gevolgd door de expertreview van de lesmodule in §5.5. In §5.6 is beschreven hoe de les uiteindelijk is uitgetest op universitaire studenten waarmee de lesmodule verder is geëvalueerd en verbeterd. In §5.7 wordt nog besproken hoe specifieke onderdelen van de lesmodule los gegeven kunnen worden.

5.1 Leerdoelen van de lesmodule

In deze paragraaf wordt eerst beschreven welke leerdoelen gekozen zijn voor de lesmodule.

Bij het ontwerpen van deze module is er gebruik gemaakt van de analyse van de profielwerkstukken van 6 vwo-leerlingen met natuurprofielen zoals beschreven in §4.4 t/m 4.6. Dit betekent echter niet dat de toepassing van de lesmodule beperkt is tot dit niveau. De lesmodule zal ontwikkeld worden voor bovenbouw leerlingen die in ieder geval al bekend en enigszins ervaren zijn met het opstellen van onderzoeksvragen.

Heel veel belangrijke eigenschappen van een goede onderzoeksvraag kunnen waarschijnlijk worden opgevangen door de structuur aan te houden die sommige leerlingen al hebben toegepast in de beoordeelde profielwerkstukken: Oriëntatie onderwerp, Rechtvaardiging, Theorie, Afbakening en Hoofd- en deelvragen (ORTAH). Echter er is geen statistisch verschil aangetoond tussen profielwerkstukken waarbij deze structuur wel toegepast wordt en profielwerkstukken waar dit niet is gedaan. Dit is deels te verklaren doordat deze leerlingen wel vaker inperkingen hadden, maar dat deze niet zijn verwerkt in de hoofdvraag. Om dit af te vangen is het leerdoel ‘Je ziet in dat *aannames* en inperkingen ook in de hoofdvraag verwerkt moeten worden’ als één van leerdoelen voor de lesmodule gesteld.

Uit een gesprek met S. Veltkamp (docent Erasmus) blijkt dat de inzet van de ORTAH-structuur binnen de school een hele tijd geleden afgesproken is, maar dit wordt niet meer structureel door de begeleiders ingezet, waardoor het bij sommige profielwerkstukken terug te vinden is en bij andere niet (S. Veltkamp, persoonlijke communicatie, 12-05-2020). Er zijn plannen om dit weer op een vergelijkbare manier te standaardiseren.

Op het criterium *afbakening* werd duidelijk minder gescoord en er is daarom gekozen om deze bewust op te nemen in de lesmodule. Omdat de *afbakening* vaak onvoldoende was door het gebruik van *niet-eenduidige woorden* komt ook het gebruik van *niet-eenduidige woorden* terug in de lesmodule. Er is daarnaast gekeken, welke criteria waarschijnlijk lastig zijn om met de ORTAH-structuur af te vangen en dus terug moeten komen in de lesmodule: Er is daarom gekozen om het gebruik en het onderbouwen van *aannames*, de *afbakening* van de onderzoeksvraag en *eenduidig* woordgebruik terug te laten komen in de lesmodule. Hoewel er dus op het criterium *aannames* al heel goed gescoord is, wordt dit criterium wel meegenomen in de lesmodule. Dit omdat het criterium waarschijnlijk niet goed afgevangen kan

worden door het goed gebruiken van de juiste structuur. De gestelde leerdoelen van de lesmodule zijn daarbij:

1. Je bent in staat niet-eenduidige woorden te herkennen in een onderzoeksvraag en daar een vervanging voor te bedenken;
2. Je bent in staat aannames te herkennen in een onderzoeksvraag;
3. Je bent in staat aannames te onderbouwen;
4. Je bent in staat onderzoeksvragen in te perken om zo een onderzoeksvraag beter te specificeren;
5. Je ziet in dat aannames en inperkingen ook in de hoofdvraag verwerkt moeten worden;
6. Je ziet in dat een onderzoeksvraag iets is wat niet gelijk vast hoeft te staan, maar gedurende het onderzoek verbeterd kan worden.

Er zijn in dit onderzoek ook een aantal verbeterpunten in de onderzoeksvragen naar voren gekomen waarvan verwacht wordt dat deze goed afgevangen kunnen worden met het goed toepassen van de ORTAH-structuur. Dit zijn nog steeds belangrijke verbeterpunten voor de onderzoeksvragen, maar omdat deze door de structuur kunnen worden afgevangen heeft het geen meerwaarde om deze in de lesmodule in te bouwen. Daarom is er besloten deze punten niet mee te nemen in de lesmodule. Het gaat daarbij om de volgende verbeterpunten:

- Het wel en niet hebben van een onderzoeksvraag;
- De onderzoeksvraag op de juiste plek in het verslag: dus ergens in de inleiding en niet alleen in samenvatting of onderzoeksmethode;
- Deelvragen definiëren bij de hoofdvraag en dus niet alleen als hoofdstuknamen.

De bovenstaande leerdoelen zijn dus wel belangrijk om mee te nemen tijdens het aanleren van goede structuur zoals de eerdergenoemde ORTAH-structuur.

5.2 Eisen aan de lesmodule

De lesmodule die zal worden ontworpen, zal aan een minimaal aantal eisen moeten voldoen. Deze eisen worden in deze paragraaf verder besproken.

Het kunnen bepalen van de zes gestelde leerdoelen is de eerste eis aan de lesmodule. Hier is een vijftal eisen aan toegevoegd, waarbij de eisen voor de lesmodule op het volgende neerkomen:

1. Behalen leerdoelen;
2. Praktisch toepasbaar;
3. Begrijpbaar;
4. Geschikt voor verschillende niveaus;
5. Leerdoelen meten;

Deze verschillende eisen worden verder toegelicht in §5.2.1 t/m §5.2.5.

5.2.1 Behalen leerdoelen

De leerlingen moeten met behulp van de lesmodule de zes gestelde leerdoelen (beschreven in §5.1) kunnen halen. Het behalen van de leerdoelen is niet alleen iets zwart-wits, het is niet zo dat je het leerdoel alleen wel of niet kan halen. Je kunt de leerdoelen in verschillende mate behalen en het is dus lastig hier een harde eis aan te stellen. Echter gaan de studenten waarop de lesmodule getest gaat

worden, het behalen van de leerdoelen scoren, waarbij de mogelijkheden zijn: niet, nauwelijks, redelijk, goed en zeer goed. Hierbij wordt de eis gesteld dat er minimaal redelijk moet worden gescoord op alle leerdoelen en gemiddeld een goed.

5.2.2 Praktisch toepasbaar

Een tweede eis is dat het goed praktisch toepasbaar is, dat wil zeggen dat het zodanig is uitgewerkt dat de docent er niet te veel voorbereidingstijd aan kwijt is, maar ook dat het binnen 1 of 2 lessen toe te passen is. Als het namelijk langer duurt is de kans kleiner dat er tijd voor gevonden kan worden om het toe te passen, omdat er nog meer zaken komen kijken bij profielwerkstukken of andere vormen van onderzoek.

5.2.3 Begrijpbaar

De lesmodule moet daarnaast ook begrijpbaar zijn voor zowel leerlingen als docenten. Dit betekent dat er simpel taalgebruik moet worden gebruikt en dat het een logische structuur moet hebben.

5.2.4 Geschikt voor verschillende niveaus

Er zullen flinke verschillen kunnen zijn in het niveau van de leerlingen, omdat sommige leerlingen andere vakken of docenten hebben gehad. Dit is ook terug te zien in de scores van de geanalyseerde onderzoeksvragen (zie tabel 1, op pagina 18). Hierin is te zien dat er van een 2.9 tot een 10 wordt gescoord, met verscheidende punten ertussen in. Daarom is het ook van belang, dat het geschikt is voor verschillende leerling niveaus, zodat de lesmodule gebruikt kan worden voor de gehele klas.

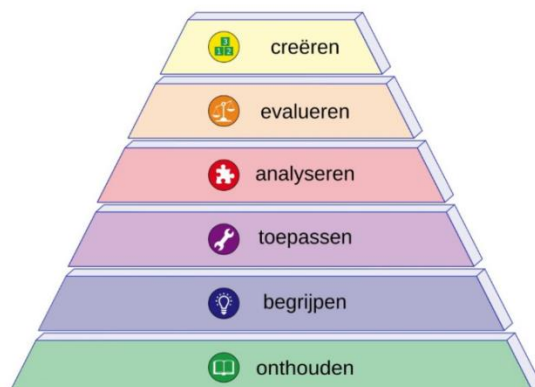
5.2.5 Leerdoelen meten

Zoals beschreven in §5.2.1 is de maat waarin de gestelde leerdoelen worden behaald van belang. Het is dan ook van belang dat zowel de leerling als de docent inzicht krijgen in de mate waarin de leerdoelen behaald zijn en de gebieden waar de leerling zich nog verder in kan ontwikkelen. De lesmodule zal dus inzicht moeten geven in hoeverre de leerdoelen zijn behaald.

5.3 Literatuur over werkvormen

Met de leerdoelen en eisen is er vervolgens gekeken wat geschikte werkvormen zijn, zoals beschreven in deze paragraaf.

Voor het ontwikkelen van de lesmodule over onderzoeksvragen is het van belang om na te gaan wat toepasselijke werkvormen zijn, dit hangt ook af van het toepasselijke leerniveau. Zo zijn er verschillende indelingen in leerniveaus te maken zoals de vier niveaus van Ebbens & Ettenkoven: 1 onthouden, 2 begrijpen, 3 integreren, 4 creatief toepassen (Ebbens & Ettenkoven, 2015, pp. 24–29). Waarbij in niveau 4 het ontwerpen van een hypothese of onderzoeksvraag past (Ebbens & Ettenkoven, 2015, p. 28). Een ander bekende indeling van leerniveaus is de taxonomie van Bloom. Hoewel er genoeg discussie is of dit wel in 'hogere' en 'lagere' niveaus ingedeeld moet worden gaat het hier om de verschillen. Daarom zal de discussie over de niveauverschillen buiten beschouwing worden gelaten. Een voorbeeld van een overzicht van de taxonomie van Bloom is weergegeven in figuur 5.



Figuur 5: Taxonomie van Bloom (September onderwijs, z.d.)

Een onderzoeksvraag definiëren is een vorm van ontwerpen en valt dus in het niveau creëren, maar eigenlijk valt het onder veel meer niveaus: zo moet je voor het maken van een goede onderzoeksvraag je goed inlezen in het onderwerp en moet je het probleem te analyseren. Als er gekeken wordt naar de verschillende criteria in de rubric, vallen deze ook in verschillende niveaus uiteen. Het hebben van een onderzoeksvraag op een logische plek in het verslag, is iets wat je moet onthouden. Of een onderzoeksvraag *eenduidig* is, voldoende is *afgebakend* en geen slecht onderbouwde argumenten heeft, ontdek je pas je als je een al bedachte onderzoeksvraag gaat evalueren en verbeteren. Zo valt het maken van een goede onderzoeksvraag dus onder verschillende niveaus maar hoofdzakelijk in de drie niveaus: Creëren, evalueren en analyseren.

Een onderzoeksvraag definiëren is een deel van onderzoeksvaardigheden, dus is het ook effectiever als leerlingen onderzoekend leren. Bij het onderzoekend leren is het van belang dat de rol van de docent verschuift van informatieverstrekker naar begeleider van het leerproces (Kortland e.a., 2019, p. 58)(Bybee e.a., 2008, Hst. 4). De werkvorm die hierbij past is dus niet een directe instructie, maar juist de actievere werkvormen waarbij leerlingen zelf aan de gang gaan. Waarbij ze zelf moeten analyseren, evalueren en creëren, deze manieren van werken zullen dus ook terugkomen in de lesmodule.

5.4 Onderdelen van de lesmodule

De leerdoelen beschreven in §5.1 zijn gecombineerd met de geschikte werkvormen om tot een lesmodule te komen. De onderdelen van deze lesmodule worden in deze paragraaf kort besproken.

De lesmodule (te vinden in appendix B) bestaat uit de onderstaande onderdelen.

1. Het nut van een goede onderzoeksvraag introduceren;
2. Zelf onderzoeksvragen bedenken;
3. Opgave *niet-eenduidige* woorden;
4. Opgave *aannames*;
5. Opgave *inperkingen*;
6. Verbeteren (zelfbedachte) onderzoeksvragen;
7. Evaluatie lesmodule.

Er is gekozen om leerlingen actief zelf onderzoeksvragen te laten bedenken en deze later te laten evalueren en te verbeteren om daarbij alle gestelde leerdoelen te laten terugkomen. Enerzijds omdat dit geschikte lesvormen zijn voor deze toepassing zoals beschreven in §5.2 Anderzijds omdat dit het dichtst

bij de het uiteindelijke doel komt, namelijk dat leerlingen voor hun eigen profielwerkstuk of onderzoek betere onderzoeksvragen definiëren.

Het eerste deel bestaat uit een klassikaal deel waarbij het belang van een goede onderzoeksvraag wordt geïntroduceerd aan de hand van een presentatie, zie appendix B.2. Daarna krijgen de leerlingen een stukje tekst en gaan ze daar zelf onderzoeksvragen bij bedenken die ze inleveren aan het einde van de opdracht, zoals beschreven in appendix B.3

Hierna gaan de leerlingen aan de gang met de drie specifieke opgaven voor *niet-eenduidige* woorden, *aannames* en *afbakening*. Tussen elke opdracht worden de gemaakte opdrachten besproken, zodat leerlingen van elkaar kunnen leren en hun eigen leren ook zichtbaar wordt.

In de opdracht voor *niet-eenduidige* woorden (appendix B.4) krijgt de leerling een lijst met onderzoeksvragen, waarbij hij *niet-eenduidige* woorden moet onderstrepen en een nieuwe vervangende onderzoeksvraag moet noteren.

Daarna gaat de leerling in de volgende opdracht (zie appendix B.5) proberen aannames te herkennen aan de hand van twee concept cartoons. Waarbij de concept cartoons verschillende onderzoeksvragen over één onderwerp bevatten. Door meerdere vergelijkbare onderzoeksvragen naast elkaar te zien is het makkelijker voor leerlingen om aannames te herkennen. De leerlingen moeten hierbij ook noteren wat de benodigde informatie is die ze nodig hebben om deze aannames te onderbouwen. Er is ook een alternatieve variant op deze opgave ontworpen waarbij de leerlingen meer samen bezig gaan. Deze versie is dus vooral geschikt om fysiek op school toe te passen en is weergegeven in appendix B.8.

In appendix B.6 is beschreven hoe de leerlingen met opgave 4 bezig gaan met afbakening. Hierbij krijgen de leerlingen drie vergelijkbare onderzoeksvragen die in verschillende maten zijn afgebakend, waarbij ze één onderzoeksmethode krijgen. Ze moeten hierbij de verschillen noemen en ze moeten uitleggen welke van deze drie onderzoeksvragen ze met de genoemde onderzoeksmethode kunnen beantwoorden en waarom. De drie specifieke opgaven passen bij de leerdoelen 1 t/m 4, waarbij opgave 4 over afbakening ook bijdraagt aan leerdoel 5: 'Je ziet in dat aannames en inperkingen ook in de hoofdvraag verwerkt moeten worden'.

In de laatste opgave komen alle leerdoelen samen. Leerlingen gaan de zelfbedachte onderzoeksvragen van hun zelf en van klasgenoten verbeteren door *niet-eenduidige* woorden te vervangen, aannames te noteren en de vraag verder af te bakenen wanneer nodig, zie appendix B.7. Door ze hun eigen vragen te laten verbeteren en ze hierop te wijzen kunnen ze inzien dat een onderzoeksvraag iets is wat niet gelijk vast hoeft te staan, maar gedurende het onderzoek verbeterd kan worden. Aan het eind van deze lesmodule (appendix B.9) zit nog een evaluatieformulier die is gebruikt om de lesmodule te evalueren en daarmee te kunnen verbeteren. Er is ook een antwoordmodel beschikbaar in appendix B.10 die als richtlijn gebruikt kan worden. Maar ook andere antwoorden die door leerlingen worden bedacht en goed zijn onderbouwd, zijn zeer wel mogelijk.

5.5 Expert reviews lesmodule

In de deze paragraaf wordt er kort besproken wat er uit de expert reviews naar voren kwam en tot welke aanpassingen in de lesmodule dit heeft geleid.

De lesmodule is voorgelegd aan drie natuurkunde vakdocenten waarna zij een expert review hebben gegeven over de lesmodule. Hierbij is gevraagd naar goede punten van de lesmodule en mogelijke verbeterpunten. Een aantal voorbeeld antwoorden van positieve zaken zijn:

“Je hebt een duidelijke lesmethode geschreven, waarvan ik denk dat die goed in te zetten is bij de leerlingen die een PWS moeten schrijven.

“Het is concreet geformuleerd met duidelijke voorbeelden.”

“Ik denk dat de verschillende oefeningen die je erin hebt verwerkt prima zijn.”

“Leuk dat je wat samenwerkingsopdrachten en cartoons in de opdrachten hebt gezet.”

“De voorbeelden die je geeft zijn relevant en goed”

Een aantal verbeterpunten die werden genoemd zijn:

Het moet nog worden herschreven, zodat het makkelijk gebruikt kan worden door de docent.

Hier en daar loopt een zin niet echt lekker en moeten verwijzingen of figuurnummers worden aangepast.

Het is belangrijk om eerst onderzoeksvragen in het algemeen te introduceren.

De inhoud en de opdrachten waren dus goed en deze zijn dan ook niet aangepast. Op basis van ontvangen feedback zijn er met name tekstuele aanpassingen gedaan, is de lesmodule verder uitgewerkt zodat het direct als document kan worden uitgedeeld aan de leerlingen. Tevens is er een begeleidende PowerPoint presentatie gemaakt voor de docent waarbij onderzoeksvragen worden geïntroduceerd. Hierna is de lesmodule uitgetest en geëvalueerd met een aantal universitaire studenten als leerlingen. De resultaten hiervan zijn beschreven in de volgende paragraaf.

5.6 Testen lesmodule

De lesmodule is tijdens een digitale les uitgetest op een aantal universitaire studenten. Uit deze test zijn op verschillende manieren verbeterpunten gehaald. Er is daarvoor gekeken welke antwoorden de studenten hebben gegeven bij de verschillende opgaven en wat ze zeiden tijdens besprekingen van de opgaven, zie §5.6.1. Daarnaast is er gekeken naar de ingevulde evaluatieformulieren en de mondelinge toelichting die de studenten daar nog bij gaven, beschreven in §5.6.2.

5.6.1 Antwoorden van de studenten

De antwoorden die de studenten voor de verschillende opgaven hebben ingevuld zijn weergegeven in appendix B.11. Er is te zien dat niet-eenduidige woorden goed worden herkend, maar deze soms ook worden vervangen door woorden die eveneens niet-eenduidig zijn. De studenten gaven aan dat ze de niet-eenduidige woorden goed konden herkennen maar dat het bedenken van een goed alternatief soms lastig was.

Tijdens het bespreken van opgave 2 werd het duidelijk dat de studenten het af en toe lastig vonden om vervangende woorden, voor de *niet-eenduidige* woorden te bedenken omdat zij niet weten wat de schrijver hiermee bedoelt. Ten eerste is dat al een hele leerzame les, want dat is de reden dat *niet-eenduidige* woorden vermeden moeten worden. Het is dus goed om dit te benadrukken en dit is dan ook toegevoegd als tip aan de docentenhandleiding. Daarnaast is het dus heel belangrijk om als docent duidelijk aan te geven dat het dus niet uitmaakt of de door de leerling bedachte vervanging wel overeenkomt met het origineel onderzoek. De docent zal hierin ook moeten ondersteunen, omdat dit in het begin lastig kan zijn voor leerlingen. Ook dit is meegenomen in de docentenhandleiding.

Uit de antwoorden wordt ook duidelijk dat de ene student er langer overdoet dan de ander, en in sommige opgaven niet erg ver komt. Het is dus goed dat er voldoende (extra) opgaven zijn om de snellere leerlingen bezig te houden. Daarnaast geeft het aan dat het goed is om meer tijd te nemen voor deze lesmodule.

Tijdens deze test is variant 1 van de opgave over aannames gebruikt aangezien variant 2 lastiger was te realiseren in een digitale les. Variant 2 weergegeven in appendix B.8, is echter wel een mooie variant waarbij de leerlingen meer van elkaar kunnen leren doordat ze samen discussiëren over de verschillende onderzoeksvragen die ze hebben gekregen. Er is te zien dat er bij de opgave over aannames (appendix B.11.3), aannames zijn gevonden die nog niet in het antwoordmodel stonden. Het is alleen maar positief als er meer aannames worden gevonden, want dit betekent dat de studenten goed kritisch hebben gekeken naar de onderzoeksvragen. Zoals al eerder is benoemd, is het antwoordmodel ook slechts een richtlijn en hulpmiddel.

Bij opgave 4 Afbakening wordt er gevraagd welke drie onderzoeksvragen, die in verschillende mate zijn afgebakend, kunnen worden beantwoord met het gegeven onderzoek. Het was hierbij vrij duidelijk welke onderzoeksvraag wel en welke onderzoeksvraag niet kan worden beantwoord. Dit is ook te zien aan de antwoorden van de studenten, die allemaal aangeven dat alleen vraag 3 kan worden beantwoord. Mooi is dat een van de studenten ook goed had opgemerkt dat er een *niet-eenduidig* woord in de onderzoeksvragen zat verwerkt. Deze student heeft dus al gelijk toegepast wat er bij vorige opgave geleerd is!

Als er wordt gekeken naar de resultaten van opgave 5, het verbeteren van (zelfbedachte) onderzoeksvragen (appendix B.11.5), dan is te zien dat *niet-eenduidige* woorden zijn vervangen en dat de onderzoeksvragen verder zijn afgebakend. Aannames zaten niet in de originele vragen en daardoor zijn deze ook niet vervangen of onderbouwd. De vervangingen zelf zijn nog steeds niet altijd even eenduidig. De studenten gaven daarbij ook aan dat het soms lastig was om een goede vervanging te bedenken. Het is dus belangrijk om als docent hierin te ondersteunen en ook aan te geven dat het tijdens een daadwerkelijk onderzoek makkelijker is, aangezien je dan weet wat je ongeveer wilt onderzoeken.

De lesmodule duurde in het geheel wat langer dan 60 min. Zoals eerder besproken kwamen sommige studenten nog niet heel ver in de opdrachten. Dus om de lesmodule beter tot zijn recht te laten komen is het goed om meer tijd te nemen. Daarom is de lesmodule geschikter voor ongeveer 2 lessen van 50 min.

Als docent was het prima om deze lesmodule te geven. De lesmodule is zodanig uitgewerkt dat deze zelf met minimale uitleg duidelijk is voor de studenten. Daarnaast geeft het antwoordmodel een basis om te

kijken of er nog andere mogelijke antwoorden zijn. De lesmodule is dus goed uitgewerkt en duurt niet al te lang en is dus goed praktisch toepasbaar (eis 2).

5.6.2 Evaluatieformulieren en toelichtingen

De studenten hebben aan het einde van de lesmodule een evaluatieformulier ingevuld. De goede punten en verbeterpunten die hierin naar boven kwamen worden hier besproken. Hierbij worden ook de mondelingen toelichtingen meegenomen die de studenten aan het einde van de lesmodule gaven.

Positieve punten die in de evaluatie werden genoemd zijn: Een duidelijke gestructureerde opbouw en de beginopdracht die op het einde terugkomt werden specifiek als zeer positieve punten genoemd. Er zijn voldoende (extra) opgaven om zowel langzame als snelle leerlingen bezig te houden. De lesmodule is hierdoor geschikt voor verschillende leerling-niveaus en voldoet dus aan eis 4. De opdrachten waren duidelijk en begrijpbaar, er zijn nauwelijks vragen gekomen over wat de bedoeling was, dus ook aan eis 3 'begrijpbaar' is voldaan.

Als er gekeken wordt naar in hoeverre de studenten denken de leerdoelen te hebben behaald met deze lesmodule, zijn deze hoofdzakelijk met goed tot zeer goed beoordeeld. Het onderbouwen van aannames is ook een keer als redelijk beoordeeld, waarbij er ook werd genoemd dat dit niet heel erg direct terugkomt in de lesmodule omdat de focus meer ligt op het herkennen van aannames. Aan de eis om gemiddeld goed en minimaal redelijk op elk leerdoel te scoren, is dus voldaan.

Verbeterpunten die naar boven zijn gekomen, is het duidelijker terug laten komen van het leerdoel 'Je ziet in dat een onderzoeksvraag iets is wat niet gelijk vast hoeft te staan, maar gedurende het onderzoek verbeterd kan worden.' Dit is een onderdeel waar de docent bij opgave 4 en op het einde, duidelijk op moet terugkomen. Dit is tijdens deze testles in mindere mate gedaan. Dit is dus een verbeterpunt wat meegenomen is in de docenthandleiding van de lesmodule.

Daarnaast werd het door sommige studenten als lastig ervaren om te beoordelen hoe goed je de leerdoelen had behaald. Aan eis 5 van de lesmodule 'Leerdoelen meten' was dus wel enigszins voldaan, maar hier is nog ruimte voor verbetering. Zo kwam iemand met de tip om de leerdoelen beter te toetsen, door bijvoorbeeld een eindtoets toe te voegen. Het originele idee was om de eindopgave waarbij leerlingen zelf hun eigen onderzoeksvragen verbeteren als een vorm van formatieve toetsing te gebruiken, maar dan kun je resultaten van leerlingen lastig vergelijken door de verscheidenheid aan onderzoeksvragen. Deze eindopgave is daarom uitgebreid met een aantal standaardvragen die de leerlingen moeten verbeteren. Het blijft daarbij wel belangrijk dat de leerlingen feedback van de docent (en wellicht ook van klasgenoten) krijgen om een beeld te krijgen wat ze al goed doen en wat ze nog beter kunnen doen.

5.7 Modulariteit van lesmodule

De uiteindelijke lesmodule is modulair, dat wil zeggen dat het bestaat uit losse opgaven die in principe apart kunnen worden toegepast voor de verschillende criteria: het gebruik van *niet-eenduidige* woorden, de onderzoeksvragen *afbakenen* en *aannames* onderbouwen. Echter is het wel aan te raden om opgave 3 over *afbakening* niet los te doen van de opdracht voor het vervangen van *niet-eenduidige* woorden omdat er in dit onderzoek is aangetoond dat de beperkte afbakening ook vaak komt door *niet-eenduidig* woordgebruik. Verder is het bedenken en verbeteren van eigen onderzoeksvragen (opgave 1 en 5) hetgeen dat het dichtst bij de werkelijkheid komt en dat als erg positief is ervaren. Dus het is aan te raden om deze opgave toe te passen, waarbij de criteria die worden meegenomen in deze opdracht kunnen worden uitgebreid of juist kunnen worden gereduceerd.

6 Conclusie

Na alle verschillende onderdelen te hebben beschreven, wordt eerst de context kort herhaald, vervolgens wordt er in dit hoofdstuk teruggekeken naar alle deelvragen en de hoofdvraag en wordt beschreven wat voor conclusies kunnen worden getrokken uit de gestelde vragen.

Onderzoeksvragen definiëren komt voor in het examenprogramma van natuurkunde, scheikunde en biologie. Een goede onderzoeksvraag is van belang voor een goed onderzoek en het definiëren hiervan wordt door leerlingen vaak als lastig ervaren. Op het Erasmus zijn ze de begeleiding en beoordeling van profielwerkstukken aan het herstructureren. Daarom is ervoor gekozen om een ontwerpopdracht over onderzoeksvragen bij profielwerkstukken te starten met de volgende ontwerpvraag:

“Welk leermiddel kan worden ontworpen om vwo-leerlingen (met profiel NG,NT of NG-NT) op het Erasmus beter te laten worden in het definiëren van de onderzoeksvraag voor hun profielwerkstuk?”

Er zijn verschillende deelvragen opgesteld om deze onderzoeksvraag te beantwoorden, beschreven in hoofdstuk 1, de conclusies hiervan worden nu beschreven gevolgd door de beschrijving van het ontwerp.

Met behulp van verschillende literatuur is bepaald waar een goede onderzoeksvraag aan moet voldoen. De onderzoeksvraag heeft een *duidelijk plek*, past bij het doel van het onderzoek, is *eenduidig* geformuleerd, heeft *deelvragen* die helpen de hoofdvraag te beantwoorden, maakt duidelijk wat de verwachte *opbrengst* is, is voldoende *afgebakend*, bevat alleen goed onderbouwde *aannames*, is een vraag of een hypothese, is ethisch verantwoord en is vernieuwend of in geval van profielwerkstukken biedt het een leerwaarde voor de leerlingen.

Deze criteria, afgezien van de laatste twee (zie voor de toelichting hoofdstuk 3), zijn gebruikt om een rubric te maken om onderzoeksvragen te analyseren. Dit resulteert in een rubric met zeven criteria: *duidelijke plek*, *passendheid*, *eenduidigheid*, *deelvragen*, *opbrengst*, *afbakening* en *aannames*. De rubric is in drie evaluatiestappen verbeterd. Vervolgens is met behulp van deze rubric de kwaliteit van onderzoeksvragen van vwo-profielwerkstukken met natuur profielen van studiejaar 2018-2019 van het Erasmus gescoord.

De gemiddelde behaalde score van 7.6/10 klinkt vrij hoog, maar aangezien een kwalitatief goede onderzoeksvraag van groot belang is voor een goed onderzoek, is het doel niet een hoog cijfer maar een 10. Er is dus zeker nog voldoende ruimte voor verbetering op de verschillende gestelde criteria. Zo kan meer dan een derde van de onderzoeksvragen verbeterd worden door duidelijk te maken wat de onderzoeksvraag is en deze op de juiste plek in het verslag te zetten. Er zijn ook nog profielwerkstukken zonder deelvragen of waar sommige deelvragen niet helpen de hoofdvraag te beantwoorden. Verder zijn er kleine verbeteringen te behalen bij het gebruik en onderbouwen van *aannames* en in meerdere mate door het vervangen van *niet-eenduidige* woorden. Het criterium waar aanmerkelijk minder op werd gescoord is de *afbakening* hier is dus duidelijke verbetering mogelijk. Ook viel een lagere score op dit criterium vaak samen met het gebruik van *niet-eenduidige* woorden.

Met behulp van de rubric voor onderzoeksvragen is ontkracht dat vwo-leerlingen op het Erasmus met O&O beter zijn in het definiëren van onderzoeksvragen. De groep met alleen leerlingen met O&O bevatte de meeste profielwerkstukken zonder onderzoeksvraag en scoorde significant minder dan de groep met deels O&O leerlingen. Bovendien was er ook een tendens zichtbaar dat de groep *volledig*

O&O lager scoort dan de groep zonder O&O leerlingen. De groep met deels O&O leerlingen scoorde vergelijkbaar als de groep zonder O&O leerlingen. Het ontkrachten van de hypothese en het feit dat dat de groep *volledig* O&O de meeste profielwerkstukken bevatte zonder onderzoeksvraag kan worden verklaard doordat de leerlingen bij O&O met projectdoelen in plaats van onderzoeksvragen werken. Dit bleek naderhand uit navraag bij de O&O coördinator.

Met dezelfde rubric zijn er geen significante verschillen aangetoond in de kwaliteit van onderzoeksvragen tussen profielwerkstukken waarbij de paragrafen Oriëntatie onderwerp, Rechtvaardiging, Theorie, Afbakening en Hoofd- en deelvragen (ORTAH-structuur) aanwezig was en profielwerkstukken waarbij deze structuur niet aanwezig was.

In de vergelijkingsonderzoeken (O&O) en (ORTAH-structuur) moet er wel rekening mee worden gehouden dat alle externen invloeden zoals de begeleiding, de ervaring van leerlingen bij andere vakken en de manier van werken van leerlingen, hierin niet zijn meegenomen. Daarnaast zijn de test aantallen klein, in totaal 21 profielwerkstukken verdeeld over 2 tot 3 groepen, voor de vergelijkingen. Toch is op basis van de t-toets een significant verschil aangetoond in de vergelijking van O&O groepen. De andere verschillen die zijn gevonden zijn dus niet significant te noemen op basis van de kleine testgroep. Om hier dus meer over te kunnen zeggen moeten grotere aantallen worden getest.

Het maken en verbeteren van een onderzoeksvraag is een onderzoeksvaardigheid waarbij een leerling op een onderzoekende manier met leerniveaus analyseren, evalueren en creëren bezig is. Een werkvorm die hierbij past is dus een werkvorm waarbij de leerling zelf actief bezig gaat met creëren analyseren en evalueren en waarbij de docent een meer begeleidende rol krijgt. Tijdens het ontwerpen van de lesmodule is er uiteindelijk gekozen om dicht bij het uiteindelijk doel te blijven door leerlingen zelf onderzoeksvragen te laten bedenken en vervolgens nadat ze met verschillende opdrachten hebben geoefend, deze zelfbedachte onderzoeksvragen te verbeteren.

Er is een modulaire lesmodule van ongeveer 100 min over onderzoeksvragen ontwikkeld voor bovenbouw leerlingen met natuurprofielen van het voortgezet onderwijs. Hierbij gaan de leerlingen zelf onderzoeksvragen bedenken, bestaande onderzoeksvragen verbeteren aan de hand van een aantal verschillende opgaven en uiteindelijk de zelfbedachte onderzoeksvragen verbeteren waarbij alle dingen die geleerd zijn terugkomen. Leerlingen leren hierbij *niet-eenduidig* woordgebruik in onderzoeksvragen te vervangen, een onderzoeksvraag *af te bakenen* en *aannames* te herkennen. Deze lesmodule is verbeterd aan de hand van expertreviews van vakdocenten. Daarna is de lesmodule getest op universitaire studenten waarbij de lesmodule als erg positief is ervaren en de gestelde leerdoelen vaak goed tot zeer goed werden behaald. Daarnaast is er waardevolle feedback uit de test gehaald en verwerkt in de eindversie van de lesmodule. Wat resulteert in een nog een betere lesmodule.

7 Aanbevelingen

In dit hoofdstuk worden aanbevelingen gedaan voor het gebruik van de rubric en mogelijk vervolgonderzoek, aanbevelingen voor het gebruik van de lesmodule zijn verwerkt in de docentenhandleiding in appendix B.1.

Er zou meer aandacht in het onderwijs en onderzoek moeten gaan naar het goed leren definiëren van onderzoeksvragen. Hiervoor is het ook belangrijk dat leerlingen echt inzien wat het belang is van een goede onderzoeksvraag. Zo zou je om dit te kunnen realiseren, leerlingen een onderzoek kunnen laten uitvoeren met een onderzoeksvraag bedacht door een andere leerling. Zo zien leerlingen ook in dat een onderzoeksvraag voor zichzelf misschien duidelijk lijkt, maar dat er vaak meer nodig is om een echt goede onderzoeksvraag te definiëren.

De ontwikkelde rubric is gebruikt voor de analyse van onderzoeksvragen bij profielwerkstukken. Hij kan ook worden toegepast om daadwerkelijk onderzoeksvragen van leerlingen te becijferen. Er zijn dan echter wel een aantal zaken waar rekening mee moet worden gehouden:

1. Er zal een keuze moeten worden gemaakt hoe zwaar de onderzoeksvraag meetelt ten opzichte van de rest van het project en op basis daarvan zal het aantal punten moeten worden geschaald.
2. Het is geadviseerd om te testen of de rubric helder en technisch degelijk is, door verschillende docenten met deze rubric een aantal werken te laten beoordelen, zoals beschreven in §4.1.3.
3. Het kan goed zijn om na te denken of bepaalde leerlingen met meer ervaring in onderzoeksvragen ook hogere doelen zouden moeten nastreven. Je beoordeelt dan dus op de groei en niet op het absolute niveau. Om dit te realiseren met de rubric zullen de puntenverdeling of zelfs de niveaus van de rubric aangepast moeten worden.

Het vooronderzoek waarop de lesmodule is gebaseerd, is alleen gedaan op vwo-profielwerkstukken met natuur profielen van het Erasmus, dit betekent echter niet dat de lesmodule niet ook op andere niveaus en profielen is toe te passen. Hiervoor zal er echter eerst moeten worden gekeken of onderzoeksvragen in andere profielen aan dezelfde eisen moeten voldoen. Ook zal er moeten worden ingeschat of het niveau geschikt is voor de doelgroep.

Het is interessant om te kijken of andere vakken dan O&O of andere methodes dan de ORTAH-structuur een positief effect hebben op de kwaliteit van onderzoeksvragen. Daarom is het goed om onderzoek te doen naar meer profielwerkstukken, ook op andere scholen, op andere niveaus dan vwo en bij andere profielen. Het is dan goed om externe factoren zoals begeleiding en ervaring bij andere vakken mee te laten wegen of zoveel mogelijk hetzelfde te houden.

Hoewel er dus niet is aangetoond dat het gebruik van de ORTAH-structuur resulteert in betere onderzoeksvragen, is de verwachting toch dat het aanleren van een juiste structuur, mits goed toegepast, kan helpen om de kwaliteit van onderzoeksvragen te verbeteren. Gevonden verbeterpunten zoals het ontbreken van een onderzoeksvraag, een onjuiste plek van de onderzoeksvraag en het expliciet definiëren van deelvragen als deelvragen en dus niet als hoofdstuknamen, kunnen tijdens het toepassen van de structuur worden meegenomen.

Iedereen wordt aangemoedigd om de ontwikkelde rubric voor onderzoeks- of onderwijsdoelen te gebruiken en aan te passen naar eigen wens, zo lang er maar gerefereerd wordt naar deze publicatie. De module omvat nu een aantal belangrijke eigenschappen van een goede onderzoeksvraag. Verdere

uitbreiding zodat alle belangrijke eigenschappen van een goede onderzoeksvraag terugkomen en een goede structuur gebruikt wordt tijdens het onderzoeken en schrijven, is ook aan te raden.

De onderzoeksvraag wordt nog iets te vaak gezien als het slechts een klein onderdeel van het onderzoek, maar het is een cruciaal onderdeel dat wanneer goed uitgevoerd de kwaliteit van het onderzoek flink kan verbeteren, zoals Einstein al beseftte. Ook binnen veel onderzoek wordt de onderzoeksvraag slechts als een klein onderdeel van onderzoeksvaardigheden meegenomen en wordt hier dus weinig aandacht aan besteed. Vandaar nog de volgende boodschap voor de lezer:

De onderzoeksvraag is het onderzoeken waard!

Referenties

- Aan, C. (2016). *Syllabus 2020 Natuurkunde vwo. 1*, 13–14. Geraadpleegd van <https://www.examenblad.nl/examen/natuurkunde-vwo-2/2020/vwo>
- Agee, J. (2009). Developing qualitative research questions: A reflective process. *International Journal of Qualitative Studies in Education*, 22(4), 431–447. <https://doi.org/10.1080/09518390902736512>
- Arter, J. A., & McTighe, J. (2001). *Scoring rubrics in the classroom : using performance criteria for assessing and improving student performance* (T. R. Guskey & R. J. Marzano, red.). Thousand Oaks, California: Corwin Press INC.
- Bybee, R., Carlson-Powell, J., & Trowbridge, L. (2008). *Teaching secondary school science: Strategies for developing scientific literacy*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Merrill Prentice Hall.
- Ditkoff, M. (z.d.). The Heart of Innovation. Geraadpleegd 1 mei 2020, van http://www.ideachampions.com/weblogs/archives/2020/01/post_118.shtml#comments
- Ebbens, S., & Ettekenoven, S. (2015). *Effectief leren: basisboek* (4e druk). Groningen / Houten: Noordhoff Uitgevers.
- Eenduidig - de betekenis volgens Redactie Ensie. (z.d.). Geraadpleegd 17 april 2020, van <https://www.ensie.nl/redactie-ensie/eenduidig>
- Engago. (2020, april 7). How to Develop a Good Research Hypothesis - Enago Academy. Geraadpleegd 28 juni 2020, van <https://www.enago.com/academy/how-to-develop-a-good-research-hypothesis/>
- Klein, A. (New S. (2020). Wolkenkrabbers gemaakt van bamboe uit de magnetron. Geraadpleegd 23 mei 2020, van <https://newscientist.nl/nieuws/wolkenkrabbers-gemaakt-van-bamboe-uit-de-magnetron/>
- Kortland, K., Mooldijk, A., & Poorthuis, H. (2019). *Handboek natuurkundendidactiek* (Epsilon uitgever, Red.). Amsterdam.
- McClave, J. T., Sincich, T., & Knyppstra, S. (2016). *Statistiek* (12e ed.). Amsterdam: Pearson Benelux.
- Oost, H., & Markenhof, A. (2006). Een onderzoek voorbereiden LK -. In HBUitgevers (Red.), *Leren onderzoeken ; dl. 1 TA - TT - (1e dr.)*. Baarn SE: HBUitgevers.
- Ottevanger, W., Oorschot, F., Spek, F., & Boerwinkel, D. (2014). *Kennisbasis natuurwetenschappen en technologie voor de onderbouw vo: Een richtinggevend leerplankader*. Geraadpleegd van <https://dSPACE.library.uu.nl/handle/1874/306259>
- Ratan, S. K., Anand, T., & Ratan, J. (2019, januari 1). Formulation of research question-Stepwise approach. *Journal of Indian Association of Pediatric Surgeons*, Vol. 24, pp. 15–20. https://doi.org/10.4103/jiaps.JIAPS_76_18
- Schalk, H., & Bruning, L. (2014). Handreiking schoolexamen Onderzoek & ontwerpen havo / vwo. *SLO*.
- Schievink, H., & Vergeer, S. (2017). Onderzoeksvragen - Profielwerkstuk HAVOVWO. Geraadpleegd 28 juni 2020, van <http://pwshandleiding.weebly.com/onderzoeksvragen.html>
- September onderwijs. (z.d.). De Taxonomie van Bloom. Geraadpleegd 13 mei 2020, van <https://septemberonderwijs.nl/de-taxonomie-van-bloom/>
- Stokking, K., Van der Schaaf, M., Jaspers, J., & Erkens, G. (2004, februari). Teachers' assessment of students' research skills. *British Educational Research Journal*, Vol. 30, pp. 93–116. <https://doi.org/10.1080/01411920310001629983>
- Swales, J., & Christine B, F. (2004). *Academic Writing for Graduate Students: Essential Skills and Tasks* (2e ed.). Ann Arbor, MI: University of Michigan Press.
- van der Donk, C., & van Lanen, B. (2016). *Praktijkonderzoek in de school* (3e ed.). Bussum: Uitgeverij Coutinho.
- van der Sijs, N. (2001). *Chronologisch woordenboek · dbnl* (2e ed.). Geraadpleegd van https://www.dbnl.org/tekst/sijs002chro01_01/colofon.php
- Zwijzen. (2019). Hoe formuleer je een onderzoeksvraag? Geraadpleegd 28 juni 2020, van

<https://www.zwijzen.nl/inspiratie/hoe-formuleer-je-een-onderzoeksvraag>

Appendix A T-toets van scoreverschillen

A.1 T-toets O&O

Tabel 2: P-waardes op basis van de tweezijdige t-toets met gelijke varianties tussen de drie verschillende groepen, volledig O&O (groep 1), deels O&O (groep 2) en geen O&O (groep 3). De waardes gemarkeerd in groen ($p < 0.05$) zijn met 95% betrouwbaarheid verschillend te noemen en worden daarmee aangeduid als 'statistisch significant', de waardes gemarkeerd in geel ($0.05 < p < 0.20$) zijn met 80% betrouwbaarheid verschillend te noemen en worden daarom beschreven als een 'tendens'.

	Groep 1-2	Groep 2-3	Groep 1-3
Duidelijke plek	0.033	0.299	0.111
Passend	0.056	0.063	0.178
Eenduidig	0.163	0.738	0.177
Deelvragen	0.119	0.408	0.412
Opbrengst	0.059	0.346	0.317
Afbakening	0.102	0.324	0.349
Aannames	0.091	0.420	0.014
Gemiddelde	0.035	0.693	0.111

A.2 T-toets ORTAH-structuur

Tabel 3: P-waardes op basis van de tweezijdige t-toets met gelijke varianties tussen de groep met en zonder ORTAH-structuur. Hierbij zijn er geen significante verschillen en is ook geen tendens zichtbaar sinds alle p-waardes hoger zijn dan 0.20.

Duidelijke plek	0.613
Passend	0.672
Eenduidig	0.621
Deelvragen	0.326
Opbrengst	0.765
Afbakening	0.885
Aannames	0.899
Gemiddelde	0.808

Appendix B Lesmodule

B.1 Docentenhandleiding

Deze lesmodule is ontwikkeld om leerlingen beter te laten worden in het definiëren en verbeteren van onderzoeksvragen. Daarbij worden de volgende zaken geoefend: het vervangen van *niet-eenduidig* woordgebruik, het herkennen en onderbouwen van *aannames* en het *afbakenen van de onderzoeksvraag*. Andere belangrijke eigenschappen van een goede onderzoeksvraag komen hierbij niet aan bod omdat deze grotendeels af te vangen zijn door een duidelijke structuur in een verslag aan te houden zoals Oriëntatie onderwerp, Rechtvaardiging, Theorie, Afbakening en Hoofd- en deelvragen (ORTAH). De leerdoelen die daarbij aan bod komen zijn:

1. Je bent in staat niet-eenduidige woorden te herkennen in een onderzoeksvraag en daar een vervanging voor te bedenken;
2. Je bent in staat aannames te herkennen in een onderzoeksvraag;
3. Je bent in staat aannames te onderbouwen;
4. Je bent in staat onderzoeksvragen in te perken om zo een onderzoeksvraag beter te specificeren;
5. Je ziet in dat aannames en inperkingen ook in de hoofdvraag verwerkt moeten worden;
6. Je ziet in dat een onderzoeksvraag iets is wat niet gelijk vast hoeft te staan, maar gedurende het onderzoek verbeterd kan worden.

De lesmodule bestaat uit een aantal onderdelen:

1. Het nut van een goede onderzoeksvraag introduceren;
2. Opgave 1: Zelf onderzoeksvragen bedenken;
3. Opgave 2: Niet-eenduidige woorden;
4. Opgave 3: Aannames;
5. Opgave 4: Inperkingen;
6. Opgave 5: Verbeteren (zelfbedachte) onderzoeksvragen;
7. Evaluatie lesmodule

Rol van docent:

Je hebt als docent een begeleidende en sturende rol. Zeker aan het begin van iedere opgave, is het goed om rond te lopen en te observeren of leerlingen de opdracht goed begrepen hebben. Verder is het belangrijk dat de opgaven, tussendoor worden besproken binnen een groep leerlingen of met de docent. Zo kunnen de leerlingen van elkaar leren en kun je de opdracht afsluiten en doorgaan met de volgende opdracht.

Specifieke tips:

Opgave 2: Leerlingen vinden het waarschijnlijk lastig om vervangende woorden, voor de *niet-eenduidige* woorden te bedenken, omdat zij niet weten wat de schrijver hiermee bedoelt. Ten eerste is dat al een hele leerzame les, want dat is de reden dat *niet-eenduidige* woorden vermeden moeten worden. Daarnaast is het dus heel belangrijk om aan te geven dat het dus niet uitmaakt of de door de leerling bedachte vervanging wel overeenkomt met het origineel onderzoek.

Opgave 5: De laatste opdracht waarbij leerlingen zelfbedachte onderzoeksvragen gaan verbeteren is een mooie manier van formatieve toetsing. Het is dus belangrijk dat de leerlingen feedback van de docent (en wellicht ook van klasgenoten) krijgen om een beeld te krijgen wat ze al goed doen en wat ze nog beter kunnen doen. Daarnaast zitten hier voor iedereen een tweetal dezelfde onderzoeksvragen bij, waardoor een vergelijking tussen de leerlingen mogelijk is.

De uiteindelijke lesmodule is modulair, dat wil zeggen dat het bestaat uit losse opgaven die in principe apart kunnen worden toegepast voor de verschillende criteria: het gebruik van *niet-eenduidige* woorden, de onderzoeksvragen *afbakenen* en *aannames* onderbouwen. Echter is het wel aan te raden om opgave 3, over *afbakening*, niet los te doen van de opdracht voor het vervangen van *niet-eenduidige* woorden, omdat er in dit onderzoek is aangetoond dat de beperkte afbakening ook vaak komt door *niet-eenduidig* woordgebruik. Verder is het bedenken en verbeteren van eigen onderzoeksvragen (opgave 1 en 5), hetgeen dat het dichtst bij de werkelijkheid komt, als erg positief ervaren. Dus het is aan te raden om deze opgave toe te passen, waarbij de criteria die worden meegenomen in deze opdracht dus kunnen worden uitgebreid of juist kunnen worden gereduceerd.

B.2 Presentatie

Onderzoeksvragen

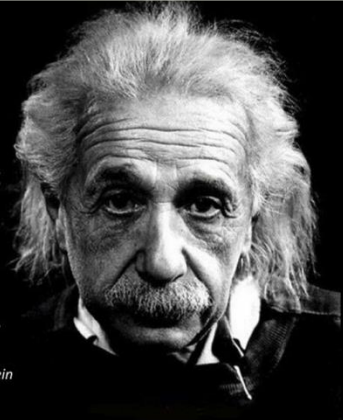
Beter worden in het definiëren en verbeteren van onderzoeksvragen

Belang van een goede onderzoeksvraag

- Het maakt duidelijk aan de lezer maar ook voor jezelf wat je gaat onderzoeken
- Welke deelvragen moet ik daarvoor beantwoorden?
- Onderzoeksvraag is de basis voor een goed onderzoeksplan
- Wat is de verwachte opbrengst?

"If I had an hour to solve a problem and my life depended on the solution, I would spend the first 55 minutes determining the proper question to ask, for once I know the proper question, I could solve the problem in less than 5 minutes."

- Albert Einstein



Een goede onderzoeksvraag

- Uitwerking van relevantie
- Een theoretisch kader voor inhoudelijke verankering
- Maken duidelijk wat de verwachte opbrengst is
- Heeft deelvragen die helpen de hoofdvraag te beantwoorden en de structuur van het onderzoek verduidelijken
- **Eenduidig:** Kan niet op verschillende manieren worden geïnterpreteerd
- **Afbakening:** Geven duidelijk aan wat er wel en niet wordt meegenomen
- **Aannames:** Bevat alleen goed onderbouwde aannames

Mogelijke structuur

1. Oriëntatie onderwerp
2. Rechtvaardiging
3. Theorie
4. Afbakening
5. Hoofd- en deelvragen



Leerdoelen

- Je bent in staat aannames te herkennen in een onderzoeksvraag
- Je bent in staat aannames te onderbouwen
- Je bent in staat onderzoeksvragen in te perken om zo een onderzoeksvraag beter te specificeren
- Je ziet in dat aannames en inperkingen ook in de hoofdvraag verwerkt moeten worden
- Je ziet in dat een onderzoeksvraag iets is wat niet gelijk vast hoeft te staan, maar gedurende het onderzoek verbeterd kan worden

Planning

- 1.1.2) Zelf onderzoeksvragen bedenken
- Introductie over onderzoeksvragen
- 1.1.3) Opgave niet eenduidige woorden
- 1.1.4) Opgave aannames
- 1.1.5) Opgave inperkingen
- 1.1.6) Verbeteren (zelfbedachte) onderzoeksvragen
- 1.1.7) Evaluatie

B.3 Opgave 1: Zelf onderzoeksvragen bedenken

Lees de onderstaande tekst en bedenk daarbij vier verschillende onderzoeksvragen, de kwaliteit en het type onderzoeksvraag maken daarbij niet uit.

“Wetenschappers maakten een uitzonderlijk sterk en lichtgewicht materiaal van bamboe uit de magnetron. Dit materiaal is nuttig om een nieuwe generatie wolkenkrabbers, auto’s en vliegtuigen te bouwen.

Op dit moment gebruikt de bouw vooral staal, beton en baksteen. Maar deze zijn niet hernieuwbaar en de productie draagt enorm bij aan de totale uitstoot broeikasgassen.

Bamboe, aan de andere kant, is een snelgroeiend, hernieuwbaar materiaal. Veel Aziatische landen gebruiken het al in huizen en bouwsteigers. Maar bamboe is in natuurlijke vorm niet sterk genoeg om hoge gebouwen van te bouwen.

Om de bamboe sterker te maken, behandelden materiaalkundige Liangbing Hu en collega’s van de Universiteit van Maryland in de Verenigde Staten dit met chemicaliën om houtstof te verwijderen. Vervolgens deden ze de bamboe in de magnetron om water eruit te verwijderen. Dit zorgde ervoor dat de bamboe kromp met ongeveer een derde van zijn formaat en dat de cellulose vezels in hele dichte lagen samenpakten.

Deze dichtgepakte celluluselagen konden sterke chemische verbindingen, genaamd waterstofverbindingen, aangaan. Dit versterkte de bamboe terwijl het nog steeds licht bleef, zegt Hu.”(Klein, 2020).

Bedachte onderzoeksvragen:

B.4 Opgave 2: Niet-eenduidige woorden

Door niet-eenduidige woorden te vervangen zorg je dat de onderzoeksvraag duidelijk wordt voor jezelf en voor de lezers. Daarom ga je oefenen met het herkennen en vervangen van niet-eenduidige woorden.

Je krijgt zo een lijst met onderzoeksvragen, onderstreep zoveel mogelijk woorden die niet-eenduidig of vaag zijn. Bij deze woorden bedenk je gelijk wat een alternatieve bewoording zou kunnen zijn.

Voorbeelden van niet-eenduidige woorden zijn: 'soms' en 'beter'. Want hoe vaak wordt er bedoeld met 'soms'? Het is niet duidelijk wanneer iets 'beter' is, want waarop ga je de twee zaken dan vergelijken. Een mogelijke manier om niet-eenduidige woorden te vinden, is door de volgende twee vragen te stellen, stel je dan ook deze twee vragen bij de verschillende onderzoeksvragen:

1. Kan de vraag op meerdere manieren worden geïnterpreteerd?
2. Is er iets wat een vage grens aangeeft, een grens die dus bij iedere persoon anders kan liggen, zoals bij het woord 'soms'?

Voorbeeld onderzoeksvraag:

Zijn Nederlanders regelmatig beter in sporten dan Belgen?

Kan de vraag op meerdere manieren worden geïnterpreteerd? Wordt er bedoeld dat Nederlanders beter zijn in het behalen van goede sportresultaten of dat Nederlanders beter zijn in überhaupt zich ertoe te zetten om te sporten? Het wordt **beter** is dus niet heel eenduidig in deze vorm.

Is er iets wat een vage grens aangeeft, een grens die dus bij iedere persoon anders kan liggen, zoals bij het woord 'soms'? **Regelmatig**, is dit 1 keer per week, is dit in 10 procent van de gevallen of is dit bij meer dan de helft van de keren, dat is totaal onduidelijk.

Bekijk de lijst met onderzoeksvragen met niet-eenduidige woorden, onderstreep de niet-eenduidige woorden en noteer een onderzoeksvraag waarbij het niet-eenduidige woord vervangen is:

1. Is een medische commerciële DNA-test van Nederlandse commerciële aanbieders een wolf in schaapskleren?
 - a. Vervangende vraag:
2. Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de nabije toekomst voor de maatschappij?
 - a. Vervangende vraag:
3. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - a. Vervangende vraag:
4. Op welke manier kun je basisschoolleerlingen uit de bovenbouw het beste begeleiden bij het maken van keuzes wat betreft een gezonde levensstijl?
 - a. Vervangende vraag:
5. Wat is de invloed van ammoniak in de lucht op het voorkomen van korstmossen op eikenbomen in Twente?
 - a. Vervangende vraag:
6. Wat zijn de gevolgen van kernenergie op de buurtbewoners?
 - a. Vervangende vraag:
7. Wat is de beste manier om energie op te wekken?
 - a. Vervangende vraag:

8. Hoe juist zijn de historische data in films?
 - a. Vervangende vraag:
9. Wat is de mate waarin het oorlogsverleden het huidige leven van Nederlanders nog steeds beïnvloedt.
 - a. Vervangende vraag:
10. Is het wel of niet een goed idee dat politici op sociale media gaan?
 - a. Vervangende vraag:
11. Hoe geschikt is zonne-energie als duurzame energiebron voor Twente?
 - Vervangende vraag:

B.5 Opgave 3: Aannames variant 1

In een onderzoeksvraag kunnen aannames verwerkt zitten. Op zichzelf is dit geen probleem, maar het is wel belangrijk dit te kunnen herkennen en te onderbouwen. Zo zorg je ervoor dat je onderzoek niet op onwaarheden of ongegronde aannames wordt gebaseerd.

3a) Bekijk figuur 6 waar je een glas ziet wat gevuld is met water en ijs, hierbij zijn druppels aan de buitenkant zichtbaar. Noteer bij iedere onderzoeksvraag welke aannames je vindt, er hoeven niet in elke vraag aannames verwerkt te zitten.

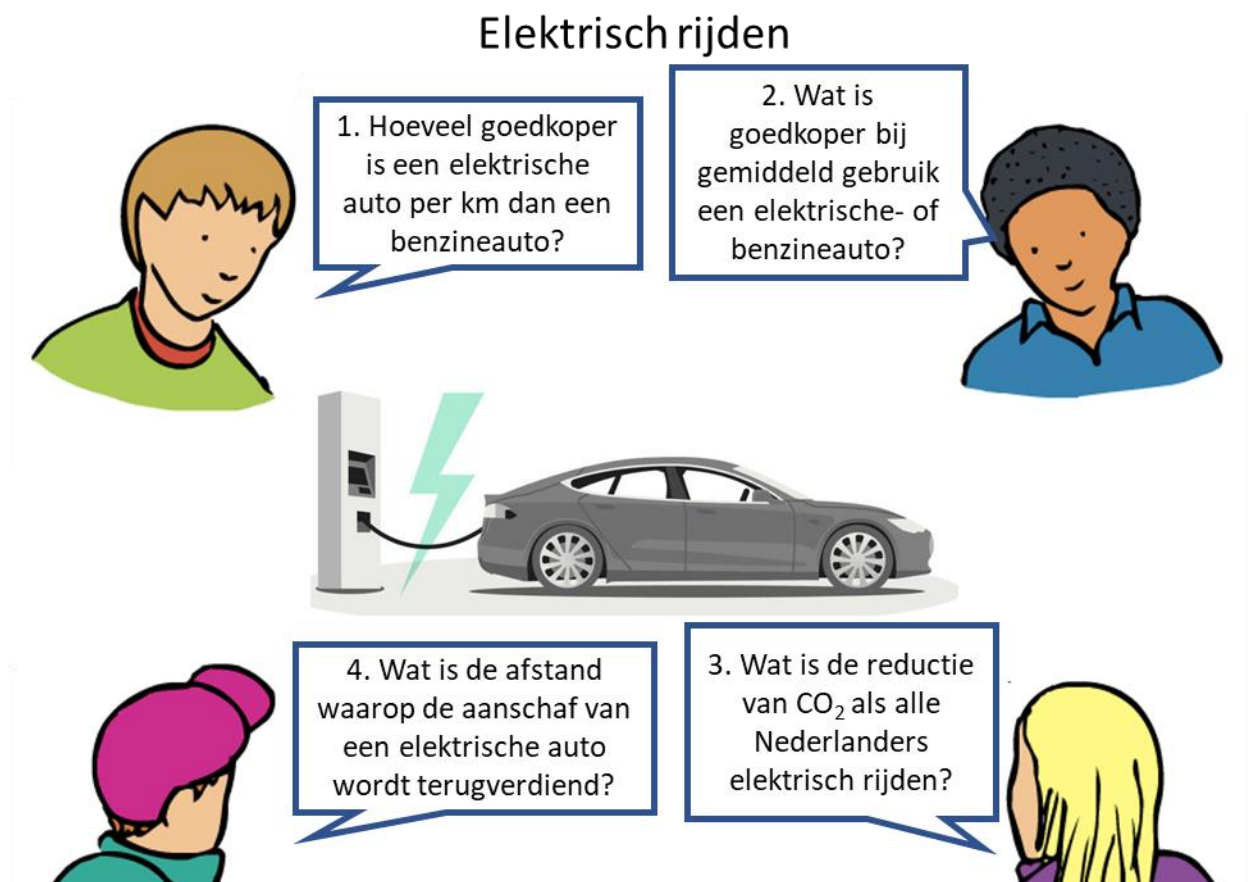
1. Hoe lekt het water door het glas?
 - Aannames:
2. Waar komt het vocht op de buitenkant vandaan?
 - Aannames:
3. Hoeveel waterdruppels zitten er aan de buitenkant?
 - Aannames:
4. Hoe komt het water aan de buitenkant?
 - Aannames:



Figuur 6: Concept cartoon over aannames in onderzoeksvragen over een glas gevuld met water en ijs

3b) Bekijk figuur 7 en noteer weer bij iedere onderzoeksvraag welke aannames je vindt. Noteer bij elke aanname ook welke informatie je zou moeten hebben om dit te onderbouwen. Je hoeft deze informatie er niet daadwerkelijk bij te zoeken.

1. Hoeveel goedkoper is een elektrische auto per km dan een benzineauto?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
2. Wat is goedkoper bij gemiddeld gebruik een elektrische- of benzineauto?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
3. Wat is de reductie van CO₂ als alle Nederlanders elektrisch rijden?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
4. Wat is de afstand waarop de aanschaf van een elektrische auto wordt terugverdiend?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:



Figuur 7: Concept cartoon over aannames in onderzoeksvragen over elektrisch rijden

3c) Bekijk de onderstaande lijst met onderzoeksvragen over verschillende onderwerpen. Noteer weer per vraag de aannames die je tegenkomt en welke informatie je nodig hebt om dit te onderbouwen.

1. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
2. Hoeveel duurzamer is het om van het gas af te gaan in een gemiddeld Nederlands huis?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
3. Waarom zijn Nederlanders altijd beter in sport dan Belgen?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
4. Wat zijn de gevolgen van plastic soep en hoe kan deze vermeden worden?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
5. Hoe vaak moet de trein rijden tussen Amsterdam en Utrecht zodat passagiers de treindienst met een 7 of hoger beoordelen.
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:

B.6 Opgave 4: Afbakening

Een onderzoeksvraag begint vaak met een grof idee en de onderzoeksvraag zal daardoor vaak ook te breed zijn. Door middel van afbakening van de onderzoeksvraag blijft het onderzoek haalbaar en laat je zien waar de geldigheid van het onderzoek ophoudt.

Hier zijn drie vergelijkbare onderzoeksvragen.

1. Kan het klimaat op scholen verbeterd worden met planten?
2. Kan het klimaat in klaslokalen in Nederland verbeterd worden met behulp van planten?
3. Kan het klimaat in de lokalen aan de zuidkant van het Frankenlaan college verbeterd worden met behulp van planten.

4a) Benoem de verschillen tussen de onderzoeksvragen.

- Verschillen:

4b) Stel je voor het onderzoek voor alle drie is gelijk: Er wordt onderzocht wat het klimaat is in lokalen aan de zuidkant van het Frankenlaan college, waarna er wordt gekeken hoe dit met behulp van planten kan worden verbeterd en vervolgens wordt dit uitgetest.

4c) Geef nu bij elk van de 3 onderzoeksvragen aan of je deze kan beantwoorden met het onderzoek aangeven bij stap 4b, leg uit waarom wel of niet

- Uitleg:

4d) Discussie en bespreking resultaten.

Extra oefening: Voor een aantal van de onderstaande onderzoeksvragen noteer je als je iets ziet wat te breed kan zijn (dit kan ook door het gebruik van vage of niet-eenduidige woorden). Geef vervolgens één of meerdere mogelijke inperkingen.

1. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - Te breed:
 - Mogelijke inperkingen:
2. Wat is de invloed van drones op de huidige maatschappij?
 - Te breed:
 - Mogelijke inperkingen:
3. Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de nabije toekomst voor de maatschappij?
 - Te breed:
 - Mogelijke inperkingen:
4. Wat is het verschil tussen het cholesterolgehalte in de jaren zeventig en nu.
 - Te breed:
 - Mogelijke inperkingen:
5. Hoe worden zonnecellen gemaakt?
 - Te breed:
 - Mogelijke inperkingen:
6. Zijn Nederlanders gemiddeld beter in sporten dan Belgen?
 - Te breed:
 - Mogelijke inperkingen:

7. Wat is de mate waarin het oorlogsverleden het huidige leven van Nederlanders nog steeds beïnvloedt.
 - Te breed:
 - Mogelijke inperkingen:

B.7 Opgave 5: Verbeteren (zelfbedachte) onderzoeksvragen

Je krijgt nu twee onderzoeksvragen bedacht door een klasgenoot, deze ga je samen met twee van je zelf bedachte onderzoeksvragen verbeteren. Voer eerst elke opgave uit voor één eigen onderzoeksvraag en één onderzoeksvraag van je klasgenoot en laat de andere twee nog even voor wat het is.

5a) Kies één onderzoeksvraag van je zelf en één van de ontvangen onderzoeksvragen van je klasgenoot en beantwoord daarbij vragen 5b t/m 5d.

5b) Ga op zoek naar niet-eenduidige of vage woorden, noteer deze en verzin een goede vervanging. Noteer daarna de nieuwe onderzoeksvraag.

5c) Ga op zoek naar aannames, noteer deze en noteer wat je zou moeten weten om dit te kunnen onderbouwen.

5d) Ga op zoek naar zaken die te algemeen zijn en noteer deze. Bedenk vervolgens een mogelijke inperking en noteer de nieuwe onderzoeksvraag met inperkingen.

Neem nu de volgende twee onderzoeksvragen.

1. Wat kunnen we het beste doen om leerlingen gezond te laten eten?
2. Wat is de invloed van het gebruik van smartphones op school?

5e) Herhaal stappen b t/m d voor de hierboven beschreven onderzoeksvragen.

5f) (extra) Ben je klaar, herhaal stappen b t/m d voor twee overgebleven onderzoeksvragen van jezelf en je klasgenoot.

Onderzoeksvragen voor verbetering:

Onderzoeksvragen na verbetering:

Waarschijnlijk zul je zien dat je je eigen onderzoeksvragen en/of die van anderen hebt kunnen verbeteren. Het ontwikkelen van een goede onderzoeksvraag is iets wat niet in één keer gebeurt maar juist het terugkijken en verder specificeren van het onderzoek draagt bij aan een goede onderzoeksvraag.

Door niet-eenduidige woorden te vervangen zorg je dat de onderzoeksvraag duidelijk is voor jezelf en voor de lezers. Door het afbakenen houd je het onderzoek haalbaar en laat je zien waar de geldigheid ophoudt. En door aannames te onderbouwen laat je zien dat je onderzoeksvraag en dus je onderzoek niet op onwaarheden is gebaseerd.

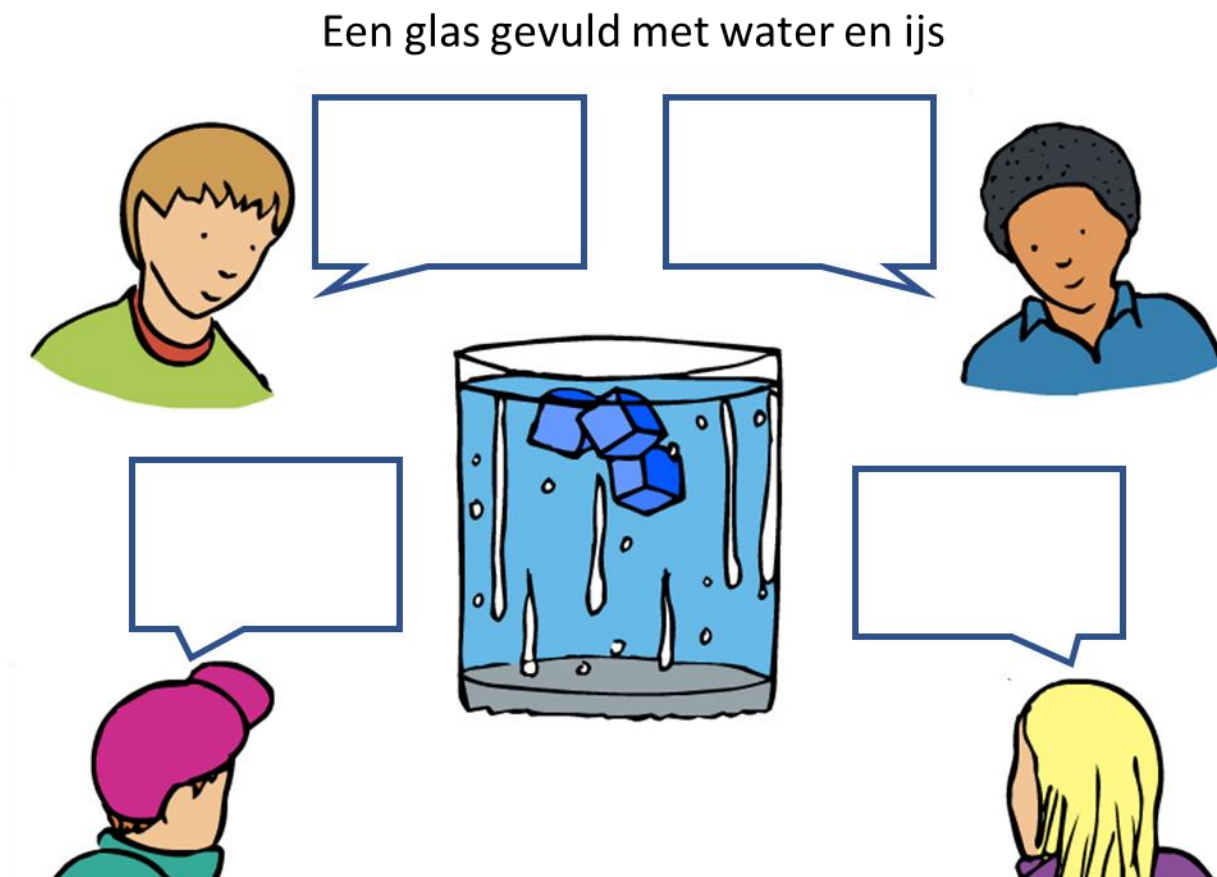
B.8 Opgave 3: Aannames variant 2

In een onderzoeksvraag kunnen aannames verwerkt zitten. Op zichzelf is dit geen probleem, maar het is wel belangrijk dit te kunnen herkennen en te onderbouwen. Zo zorg je ervoor dat je onderzoek niet op onwaarheden of ongegronde aannames is gebaseerd.

Je krijgt twee afbeeldingen te zien waarbij vier leerlingen bij één onderwerp verschillende onderzoeksvragen hebben bedacht. Ieder van jullie krijgt één onderzoeksvraag bij elke afbeelding.

3a) Bekijk figuur 8, waar je een glas ziet dat gevuld is met water en ijs, hierbij zijn druppels aan de buitenkant zichtbaar. Jij krijgt hier van de docent één onderzoeksvraag bij. Noteer bij deze onderzoeksvraag welke aannames je kunt herkennen.

3b) Bekijk de onderzoeksvraag die bij figuur 9 hoort en noteer weer de aannames je kunt vinden in de onderzoeksvraag. Noteer daarna ook welke informatie je nodig hebt om deze aannames te kunnen onderbouwen, je hoeft deze informatie niet op te zoeken.

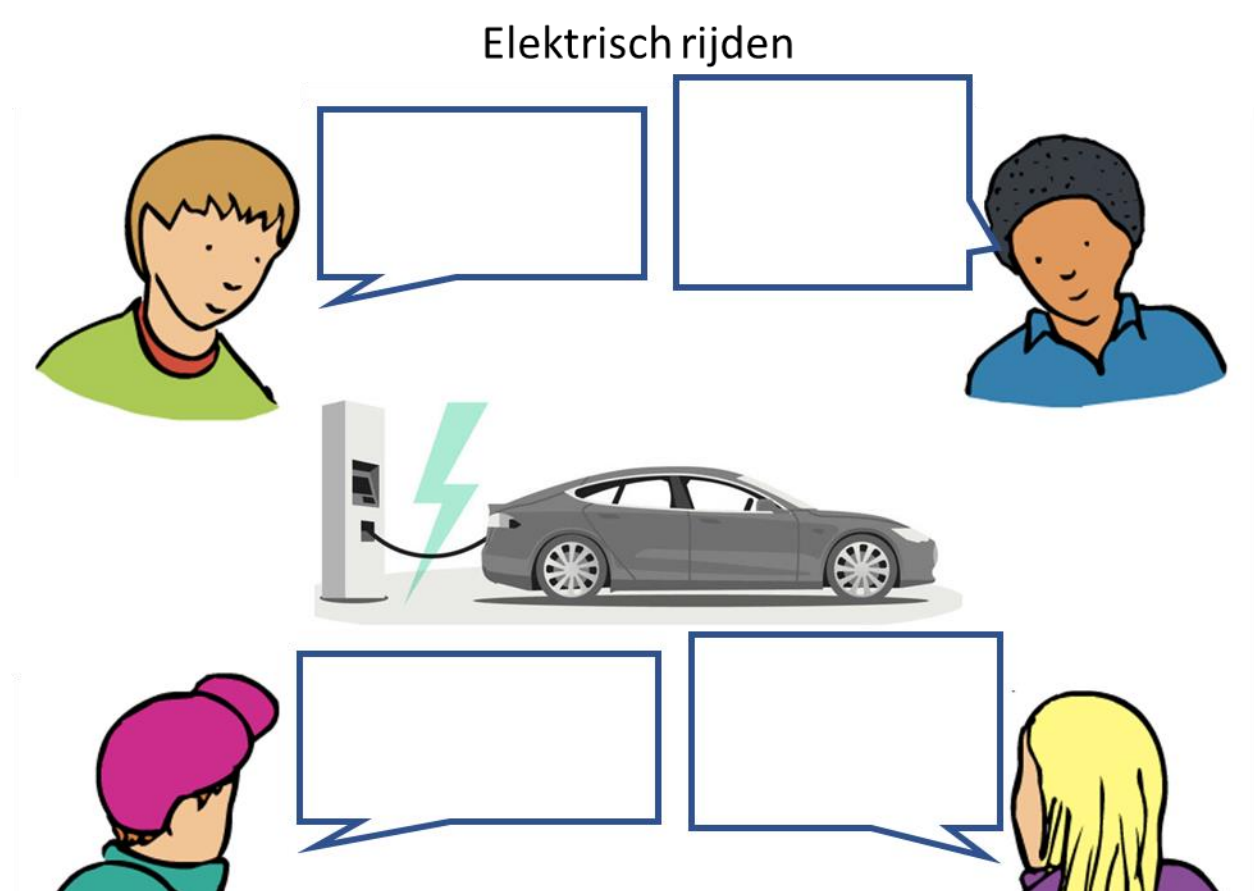


Figuur 8: Lege concept cartoon over aannames in onderzoeksvragen over een glas gevuld met water en ijs

3c) Jullie gaan in een groepje bespreken welke onderzoeksvraag jullie hebben gekregen bij figuur 8 en welke aannames jullie hierbij hebben kunnen vinden. Als je de resultaten vergelijkt vind je dan

vergelijkbare aannames of juist heel anders? Kun je nu nog meer aannames vinden in jouw onderzoeksvraag of die van een andere, bespreek dit met het groepje.

3d) Doe hetzelfde bij figuur 9, bespreek ook de informatie die je nodig hebt om de aannames te onderbouwen. Zijn de andere leerlingen het met je eens? Kun je aannames vinden die de andere nog niet hadden gevonden?



Figuur 9: Lege concept cartoon over aannames in onderzoeksvragen over elektrisch rijden

3e) Bekijk de onderstaande lijst met onderzoeksvragen over verschillende onderwerpen. Noteer weer per vraag de aannames die je tegenkomt en welke informatie je nodig hebt om dit te onderbouwen.

1. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
2. Hoeveel duurzamer is het om van het gas af te gaan in een gemiddeld Nederlands huis?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
3. Waarom zijn Nederlanders altijd beter in sport dan Belgen?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:

4. Wat zijn de gevolgen van plastic soep en hoe kan deze vermeden worden?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
5. Hoe vaak moet de trein rijden tussen Amsterdam en Utrecht zodat passagiers de treindienst met een 7 of hoger beoordelen.
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:

B.9 Evaluatie

Na deze lesmodule ben ik nieuwsgierig naar jouw mening. Laat weten wat je goed vond aan de lesmodule (Top) en wat je als een verbeterpunt ziet (Tip).

Top	Tip

Geef voor de onderstaande leerdoelen aan in hoeverre je deze hebt behaald met behulp van deze lesmodule en geef waar mogelijk een toelichting.

Niet	Nauwelijks	Redelijk	Goed	Zeer goed	Toelichting
1. Je bent in staat niet-eenduidige woorden te herkennen in een onderzoeksvraag en daar een vervanging voor te bedenken.					
☐	☐	☐	☐	☐	
2. Je bent in staat aannames te herkennen in een onderzoeksvraag					
☐	☐	☐	☐	☐	
3. Je bent in staat aannames te onderbouwen.					
☐	☐	☐	☐	☐	
4. Je bent in staat onderzoeksvragen in te perken om zo een onderzoeksvraag beter te specificeren.					
☐	☐	☐	☐	☐	
5. Je ziet in dat aannames en inperkingen ook in de hoofdvraag verwerkt moeten worden.					
☐	☐	☐	☐	☐	
6. Je ziet in dat een onderzoeksvraag iets is wat niet gelijk vast hoeft te staan, maar gedurende het onderzoek verbeterd kan worden.					
☐	☐	☐	☐	☐	

B.10 Antwoordmodel Lesmodule

Opgave 1: Zelf onderzoeksvragen bedenken

Geen fout of goed.

Opgave 2: Niet-eenduidige woorden.

De lijst met onderzoeksvragen is hieronder gegeven met de niet-eenduidige woorden dikgedrukt, het is mogelijk dat leerlingen meer niet-eenduidige woorden vinden. Dit is alleen maar goed om te stimuleren, de onderstaande lijst is dan ook slechts een leidraad.

1. Is een medische commerciële DNA-test van Nederlandse commerciële aanbieders een **wolf in schaapskleren**?
2. Wat is de **waarde** en de **functie** van een hyperloop in de **nabije toekomst** voor de **maatschappij**?
3. **Hoe** kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
4. Op welke manier kun je basisschoolleerlingen uit de bovenbouw **het beste** begeleiden bij het maken van keuzes wat betreft een gezonde levensstijl?
5. Wat is de invloed van ammoniak in de lucht op het **voorkomen** van korstmossen op eikenbomen in Twente?
6. Wat zijn de **gevolgen** van kernenergie op de buurtbewoners?
7. Wat is de **beste** manier om energie op te wekken?
8. **Hoe juist** zijn de historische data in films?
9. Wat is **de mate** waarin het oorlogsverleden het huidige leven van Nederlanders nog steeds beïnvloedt.
10. Is het wel of niet een **goed idee** dat politici op sociale media gaan?
11. **Hoe geschikt** is zonne-energie als duurzame energiebron voor Twente.

Opgave 3: Aannames

Een glas gevuld met water en ijs:

1. Hoe lekt het water door het glas?
 - Aannames: Het gaat om waterdruppels, en het lekt door het glas.
2. Waar komt het vocht op de buitenkant vandaan?
 - Aannames: Geen, het wordt niet aangenomen dat het water is of door het glas lekt.
3. Hoeveel waterdruppels zitten er aan de buitenkant?
 - Aannames: Het zijn waterdruppels.
4. Hoe komt het water aan de buitenkant?
 - Aannames: Het zijn waterdruppels.

Elektrisch rijden:

1. Hoeveel goedkoper is een elektrische auto per km dan een benzineauto?
 - Aannames: Elektrische rijden is goedkoper km
 - Benodigde informatie: kosten per km van benzine en elektrisch rijden
2. Wat is goedkoper bij gemiddeld gebruik een elektrische- of benzineauto?
 - Aannames: geen
 - Benodigde informatie: geen

3. Wat is de reductie van CO₂ als alle Nederlanders elektrisch rijden?
 - Aanname: Elektrisch rijden zorgt voor een CO₂-reductie
 - Benodigde informatie: Welk vervoer wordt vervangen en wat is het verschil in CO₂ uitstoot.
4. Wat is de afstand waarop de aanschaf van een elektrische auto wordt terugverdiend?
 - Aanname: De aanschafwaarde van een elektrische auto is hoger, maar de lopende kosten zijn lager.
 - Benodigde informatie: De vaste en lopende kosten van een elektrische auto en (benzineauto)

Dit zijn voorbeelden van aannames die verwerkt zitten in de lijst met onderzoeksvragen:

1. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - a. Een hyperloop kan het toekomstige Europese verkeer vervangen.
2. Hoeveel duurzamer is het om van het gas af te gaan in een gemiddeld Nederlands huis?
 - a. Het is duurzamer om van het gas af te gaan.
3. Waarom zijn Nederlanders altijd beter in sport dan Belgen?
 - a. Nederlanders zijn altijd beter in sport dan Belgen.
4. Wat zijn de gevolgen van plastic soep en hoe kan deze vermeden worden?
 - a. De gevolgen van de plastic soep zijn slecht.
5. Hoe vaak moet de trein rijden tussen Amsterdam en Utrecht zodat passagiers de treindienst met een 7 of hoger beoordelen.
 - Passagiers beoordelen de treindienst nu lager vanwege het tekort aan het aantal treinen.

Opgave 4: Afbakening

Kun je zeggen dat het klimaat in alle klassen in Nederland of zelf scholen verbeterd kan worden? Misschien is bij de ene school het zuurstofgehalte een probleem en bij de andere de vochtigheid of temperatuur. Belangrijk is dus dat je beseft voor welke vraag? de resultaten geldig zijn en dit geef je weer met een goed afgeperkte onderzoeksvraag zoals vraag 3. Een onderzoek naar verschillende klaslokalen in Nederland kan, maar dit moet dan wel haalbaar zijn binnen de tijd en voor een profielwerkstuk is dat bijvoorbeeld lastig.

Voorbeelden wat ingeperkt kan worden bij de extra opgave:

1. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - Te breed: Ga je het met trein-, vlieg- of autoverkeer?
 - Mogelijke inperkingen: Treinverkeer
2. Wat is de invloed van drones op de huidige maatschappij?
 - Te breed: Welke invloed, privacy, veiligheid, kosten, mogelijkheden? En welke maatschappij, ga je daarvoor wereldwijd.
 - Mogelijke inperkingen: privacy.
3. Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de nabije toekomst voor de maatschappij?
 - Te breed: Waarde en functie wat betreft goedkoop verkeer, snel verkeer? Nabije toekomst van 1 jaar, 10 jaar 100
 - Mogelijke inperkingen:

4. Wat is het verschil tussen het cholesterolgehalte in de jaren zeventig en nu.
 - Te breed: Bij welke groep mensen? Is dat alle Nederlanders, iedereen boven de 30?
 - Mogelijke inperkingen:
5. Hoe worden zonnecellen gemaakt?
 - Te breed: Welke type zonnecellen ga je naar kijken? Als je bijvoorbeeld naar één type gaat kijken dan kun je niet beantwoorden hoe alle verschillende types worden gemaakt.
 - Mogelijke inperkingen:
6. Zijn Nederlanders gemiddeld beter in sporten dan Belgen?
 - Te breed: Nederlanders is een grote groep, hoeveel mensen moet je hiervoor vergelijken om dit te kunnen beantwoorden?
 - Mogelijke inperkingen:
7. Wat is de mate waarin het oorlogsverleden het huidige leven van Nederlanders nog steeds beïnvloedt.
 - Te breed: Van welke oorlog? Welke Nederlanders, wat voor invloed.
 - Mogelijke inperkingen:

Opgave 5: Verbeteren (zelfbedachte) onderzoeksvragen

Voor de zelfbedachte onderzoeksvragen zijn geen vastgestelde antwoorden goed of fout, dit zal de docent zelf moeten inschatten.

Voor de twee gegeven onderzoeksvragen zijn de volgende verbeteringen mogelijk:

1. Wat kunnen we het beste doen om leerlingen gezond te laten eten?
 - a. Niet-eenduidig: wie is we? Is dat de schoolleiding, de leerling, de ouders etc.
 - b. Niet eenduidig: het beste, wordt hiermee bedoeld het effectiefst? Het goedkoopst?
 - c. Afbakening: om ze op school gezonder te laten eten, of om ze thuis gezonder te laten eten.
 - d. Aanname: Leerlingen eten op dit moment niet gezond. Onderbouwen of vervangen door gezonder.
 - e. Niet-eenduidig: wat wordt er verstaan onder gezond. Uitleggen of toespitsen zoals bijvoorbeeld minder vet of meer fruit.
 - f. Mogelijke alternatieve vraag: Wat kan de schoolleiding doen om zo effectief mogelijk leerlingen meer fruit te laten eten.
2. Wat is de invloed van het gebruik van smartphones op school?
 - a. Niet eenduidig: 'de invloed' vervangen door bijvoorbeeld 'de invloed op de concentratie van leerlingen in de les' of 'de invloed op communicatie tussen leerlingen', 'de invloed op het gebruik van digitale leermiddelen'
 - b. Afbakening: 'School', zijn dit alle scholen? Waar in de school? Mogelijke afbakeningen zijn bijvoorbeeld 'in de les', 'op school X', 'in de aula'
 - c. Mogelijke alternatieve vraag: Wat is de invloed van smartphones op de concentratie van leerlingen in 3 havo van het Mozart Lyceum?

B.11 Resultaten lesmodule

B.11.1 Opgave 1: Zelf onderzoeksvragen bedenken

Student 1

Zijn de kosten voor het bewerken van de bamboe rendabel?

Is de methode van bewerking duurzaam genoeg om een significant verschil te maken ten opzichte van de vorige productiewijze?

Is de bewerkte bamboe sterk genoeg om echt als vervanging te dienen voor staal?

Is de bewerkte bamboe makkelijk te gebruiken in de bouw in verhouding tot de huidige materialen.

Student 2

Wat voor invloed hebben waterstofverbindingen op de structuur van celluloselagen?

Welke factoren bepalen de sterkte van de structuur van bamboe?

Welke materiaaleigenschappen zijn belangrijk voor de bouw van wolkenkrabbers?

Hoe kan men de bouw verduurzamen door gebruik van hernieuwbare materialen?

Student 3

Wat is de totale uitstoot van broeikasgassen van bamboe t.o.v. staal, beton en baksteen?

Kan de bamboeconstructie over een langere tijd zijn kracht behouden?

Wat gebeurt er als het bamboe object in brand staat?

Is het fabricageproces makkelijk op te schalen?

Student 4

Wat zijn de effecten van de chemicaliën op het milieu?

Is bamboe op grote schaal te gebruiken in de bouw?

Wat zijn de (geluids)isolatiekwaliteiten van bamboe in de bouw?

Is bamboe een rendabel product voor in de bouw?

Hoe zit het met de brandwerendheid van bamboe?

B.11.2 Opgave 2: Niet eenduidige woorden

Student 1

Bekijk de lijst met onderzoeksvragen met niet eenduidige woorden, onderstreep niet eenduidige woorden en noteer een onderzoeksvraag waarbij het niet eenduidige woord vervangen is:

1. Is een medische commerciële DNA-test van Nederlandse commerciële aanbieders een wolf in schaapskleren?
 - a. Vervangende vraag: Brengt een medisch commerciële DNA-test van Nederlandse commerciële aanbieders gevaren met zich mee?
2. Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de nabije toekomst voor de maatschappij?
 - a. Vervangende vraag: Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de komende (...) jaar voor de maatschappij?
3. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - a. Hoe kan een hyperloop bijdragen aan het Europees verkeer in onze huidige staat?
4. Op welke manier kun je basisschoolleerlingen uit de bovenbouw het beste begeleiden bij het maken van keuzes wat betreft een gezonde levensstijl?
 - a. Vervangende vraag:
5. Wat is de invloed van ammoniak in de lucht op het voorkomen van korstmossen op eikenbomen in Twente?
 - a. Vervangende vraag:
6. Wat zijn de gevolgen van kernenergie op de buurtbewoners?
 - a. Vervangende vraag:
7. Wat is de beste manier om energie op te wekken?
 - a. Vervangende vraag:
8. Hoe juist zijn de historische data in films?
 - a. Vervangende vraag:
9. Wat is de mate waarin het oorlogsverleden het huidige leven van Nederlanders nog steeds beïnvloedt.
 - a. Vervangende vraag:
10. Is het wel of niet een goed idee dat politici op sociale media gaan?
 - a. Vervangende vraag:
11. Hoe geschikt is zonne-energie als duurzame energiebron voor Twente.
 - Vervangende vraag:

Student 2

Bekijk de lijst met onderzoeksvragen met niet eenduidige woorden, onderstreep niet eenduidige woorden en noteer een onderzoeksvraag waarbij het niet eenduidige woord vervangen is:

1. Is een medische commerciële DNA-test van Nederlandse commerciële aanbieders een wolf in schaapskleren?
 - a. Vervangende vraag: Wat is de bijdrage van een medisch commerciële DNA-test van Nederlandse commerciële aanbieders?
2. Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de nabije toekomst voor de maatschappij?
 - a. Vervangende vraag: Wat is de functie van een hyperloop voor de toekomstige maatschappij?
3. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - a. Vervangende vraag:
4. Op welke manier kun je basisschoolleerlingen uit de bovenbouw het beste begeleiden bij het maken van keuzes wat betreft een gezonde levensstijl?
 - a. Vervangende vraag: Hoe kun je basisschoolleerlingen uit de bovenbouw begeleiden bij het maken van keuzes betreffende een gezonde levensstijl?
5. Wat is de invloed van ammoniak in de lucht op het voorkomen van korstmossen op eikenbomen in Twente?

- a. Vervangende vraag:
- 6. Wat zijn de gevolgen van kernenergie op de buurtbewoners?
 - a. Vervangende vraag: Welke invloed heeft kernenergie op de gezondheid van omringende bewoners binnen een straal van 10 kilometer
- 7. Wat is de beste manier om energie op te wekken?
 - a. Vervangende vraag:
- 8. Hoe juist zijn de historische data in films?
 - a. Vervangende vraag:
- 9. Wat is de mate waarin het oorlogsverleden het huidige leven van Nederlanders nog steeds beïnvloedt.
 - a. Vervangende vraag:
- 10. Is het wel of niet een goed idee dat politici op sociale media gaan?
 - a. Vervangende vraag:
- 11. Hoe geschikt is zonne-energie als duurzame energiebron voor Twente.
 - Vervangende vraag:

Student 3

Bekijk de lijst met onderzoeksvragen met niet eenduidige woorden, onderstreep niet eenduidige woorden en noteer een onderzoeksvraag waarbij het niet eenduidige woord vervangen is:

Noteer een onderzoeksvraag waarbij het niet eenduidige woord vervangen is:

- 1. Is een medische commerciële DNA-test van Nederlandse commerciële aanbieders een wolf in schaapskleren?
 - a. Vervangende vraag: Is een commerciële DNA-test van Nederlandse aanbieders.
- 2. Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de nabije toekomst voor de maatschappij?
 - a. Vervangende vraag:
- 3. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
- 4. Op welke manier kun je basisschoolleerlingen uit de bovenbouw het beste begeleiden bij het maken van keuzes wat betreft een gezonde levensstijl?
 - a. Vervangende vraag:
- 5. Wat is de invloed van ammoniak in de lucht op het voorkomen van korstmossen op eikenbomen in Twente?
 - a. Vervangende vraag:

Student 4

Bekijk de lijst met onderzoeksvragen met niet eenduidige woorden, onderstreep niet eenduidige woorden en noteer een onderzoeksvraag waarbij het niet eenduidige woord vervangen is:

- 1. Is een medische commerciële DNA-test van Nederlandse commerciële aanbieders een wolf in schaapskleren?
 - a. Vervangende vraag: Is een medische commerciële DNA-test van Nederlandse commerciële aanbieders onschuldig?
- 2. Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de nabije toekomst voor de maatschappij?
 - a. Vervangende vraag: Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de komende 5 jaar voor de maatschappij?

3. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen? Hoe kan een hyperloop het Europees verkeer de komende 5 jaar vervangen?
4. Op welke manier kun je basisschoolleerlingen uit de bovenbouw het beste begeleiden bij het maken van keuzes wat betreft een gezonde levensstijl?
 Vervangende vraag: Op welke manier kun je basisschoolleerlingen uit de bovenbouw begeleiden bij het maken van keuzes wat betreft een gezonde? levensstijl?
5. Wat is de invloed van ammoniak in de lucht op het voorkomen van korstmossen op eikenbomen in Twente?
 - a. Vervangende vraag:??? Hoe ga je dit meten??
6. Wat zijn de gevolgen van kernenergie op de buurtbewoners?
 Vervangende vraag: Wat zijn de economische, psychische etc. gevolgen van kernenergie op de buurtbewoners?
 - a.
7. Wat is de beste manier om energie op te wekken?
 - a. Vervangende vraag: Welke manier om energie op te wekken is het meest economisch, milieuvriendelijkst etc.? (dus uitsplitsen)
8. Hoe juist zijn de historische data in films?
 - a. Vervangende vraag:

B.11.3 Opgave 3: Aannames

Student 1

3a) Bekijk figuur 8, waar je een glas ziet wat gevuld is met water en ijs, hierbij zijn druppels aan de buitenkant zichtbaar. Noteer bij iedere onderzoeksvraag welke aannames je vindt, er hoeven niet in elke vraag aannames verwerkt te zitten.

1. Hoe lekt het water door het glas?
 - Aannames: het water lekt door het glas
2. Waar komt het vocht op de buitenkant vandaan?
 - Aannames: het is vocht wat op de buitenkant zit
3. Hoeveel waterdruppels zitten er aan de buitenkant?
 - Aannames: het is water wat er aan de buitenkant zit
4. Hoe komt het water aan de buitenkant?
 - Aannames: het is water wat er aan de buitenkant zit

3b) Bekijk figuur 9 en noteer weer bij iedere onderzoeksvraag welke aannames je vindt. Noteer bij elke aanname ook welke informatie je zou moeten weten om dit te onderbouwen. Je hoeft deze informatie er niet daadwerkelijk bij te zoeken.

1. Hoeveel goedkoper is een elektrische auto per km dan een benzineauto?
 - Aannames: een elektrische auto is goedkoper dan een benzineauto
 - Benodigde informatie: empirische informatie dat een elektrische auto goedkoper is. Ook rekening houdend met verschillende variabelen zoals: 'geld dit bij elke snelheid'.
2. Wat is goedkoper bij gemiddeld gebruik een elektrische- of benzineauto?
 - Aannames: er is een van 2en goedkoper.
 - Benodigde informatie: wat wordt er gedefinieerd als gemiddeld gebruik.
3. Wat is de reductie van CO₂ als alle Nederlanders elektrisch rijden?
 - Aannames: er is een reductie van CO₂ als alle Nederlanders elektrisch rijden
 - Benodigde informatie: onderzoek naar de uitstoot van CO₂ van beide soorten auto's
4. Wat is de afstand waarop de aanschaf van een elektrische auto wordt terugverdiend?
 - Aannames: een elektrische auto kan terugverdiend worden. Er zijn verschillende elektrische auto's met andere verbruiken en dus moet er gespecificeerd worden om welke auto het zou gaan.
 - Benodigde informatie: info over de kosten en verbruiken.

Student 2

3a) Bekijk figuur 8, waar je een glas ziet wat gevuld is met water en ijs, hierbij zijn druppels aan de buitenkant zichtbaar. Noteer bij iedere onderzoeksvraag welke aannames je vindt, er hoeven niet in elke vraag aannames verwerkt te zitten.

1. Hoe lekt het water door het glas?
 - Aannames: Het water beweegt vanuit het glas naar de buitenkant
2. Waar komt het vocht op de buitenkant vandaan?
 - a. Aannames: De druppels op de buitenkant zijn vocht.
3. Hoeveel waterdruppels zitten er aan de buitenkant?

- b. Aannames: De druppels aan de buitenkant bestaat uit water
- 4. Hoe komt het water aan de buitenkant?
 - c. Aannames: Het water in het glas verplaatst naar buiten.

3b) Bekijk figuur 9 en noteer weer bij iedere onderzoeksvraag welke aannames je vindt. Noteer bij elke aanname ook welke informatie je zou moeten weten om dit te onderbouwen. Je hoeft deze informatie er niet daadwerkelijk bij te zoeken.

1. Hoeveel goedkoper is een elektrische auto per km dan een benzineauto?
 - Aannames: Een elektrische auto is goedkoper dan een benzineauto
 - Benodigde informatie: Elektriciteitskosten om auto op te laden, omzetting elektrische energie in arbeid. Omzetting benzine in arbeid. Kosten benzine.
2. Wat is goedkoper bij gemiddeld gebruik een elektrische- of benzineauto?
 - Aannames: Ze kunnen niet even duur zijn
 - Benodigde informatie: Hetzelfde als bij 1
3. Wat is de reductie van CO₂ als alle Nederlanders elektrisch rijden?
 - Aannames: Elektrisch rijden stoot minder CO₂ uit (dan benzine).
 - Benodigde informatie: CO₂ productie bij opwekking elektriciteit, bij gebruik elektriciteit.
4. Wat is de afstand waarop de aanschaf van een elektrische auto wordt terugverdiend?
 - Aannames: Elektrische auto kan je gratis opladen
 - Benodigde informatie: Hoe wordt elektriciteit opgewekt?

3c) Bekijk de onderstaande lijst met onderzoeksvragen over verschillende onderwerpen. Noteer weer per vraag de aannames die je tegenkomt en welke informatie je nodig hebt om dit te onderbouwen.

1. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - Aannames: Een hyperloop is een vervanging van het huidige verkeersmodel
 - Benodigde informatie: Concurrentie
2. Hoeveel duurzamer is het om van het gas af te gaan in een gemiddeld Nederlands huis?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:

Student 3

3a) Bekijk figuur 8, waar je een glas ziet wat gevuld is met water en ijs, hierbij zijn druppels aan de buitenkant zichtbaar. Noteer bij iedere onderzoeksvraag welke aannames je vindt, er hoeven niet in elke vraag aannames verwerkt te zitten.

1. Hoe lekt het water door het glas?
 - Aannames: het glas lekt
2. Waar komt het vocht op de buitenkant vandaan?
 - d. Aannames: vandaag beetje vaag
3. Hoeveel waterdruppels zitten er aan de buitenkant?
 - e. Aannames: de druppels bestaan uit water, ze zijn telbaar (grootte?) stabiel
4. Hoe komt het water aan de buitenkant?
 - f. Aannames: de druppels bestaan uit water

3b) Bekijk figuur 9 en noteer weer bij iedere onderzoeksvraag welke aannames je vindt. Noteer bij elke aanname ook welke informatie je zou moeten weten om dit te onderbouwen. Je hoeft deze informatie er niet daadwerkelijk bij te zoeken.

1. Hoeveel goedkoper is een elektrische auto per km dan een benzineauto?
 - Aannames: elektrisch is goedkoper
 - Benodigde informatie: prijs van elektriciteit/ km vs. benzine km
2. Wat is goedkoper bij gemiddeld gebruik een elektrische- of benzineauto?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
3. Wat is de reductie van CO₂ als alle Nederlanders elektrisch rijden?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:
4. Wat is de afstand waarop de aanschaf van een elektrische auto wordt terugverdiend?
 - Aannames:
 - Benodigde informatie:

B.11.4 Opgave 4: Afbakening

Student 1

4a) Benoem de verschillen tussen de onderzoeksvragen.

- Verschillen: de vragen worden steeds specifieker gesteld. Voornamelijk de locatie waarnaar gekeken wordt. Van een volledige school naar een klaslokaal naar een klaslokaal aan de zuidkant van een specifieke school. Dit maakt het onderzoek steeds een stukje specifieker.

4b) Stel je voor het onderzoek voor alle drie is gelijk: Er wordt onderzocht wat het klimaat is in lokalen aan de zuidkant van het Frankenlaan college, waarna er wordt gekeken hoe dit met behulp van planten kan worden verbeterd en vervolgens wordt dit uitgetest.

4c) Geef nu bij elk van de 3 onderzoeksvragen aan of je deze kan beantwoorden met het onderzoek aangeven bij stap 4b, leg uit waarom wel of niet

- Uitleg: De 3e onderzoeksvraag kan beantwoord worden (als er eerst een specifieke voorwaarde gesteld wordt aan de term “verbeterd”. De andere 2 onderzoeksvragen kunnen slechts deels beantwoord worden aangezien er slechts voor 1 voorbeeld is onderzocht en er bij veel andere lokalen en scholen andere factoren zullen komen kijken.

Student 2

4a) Benoem de verschillen tussen de onderzoeksvragen.

- Verschillen: 2 en 3 zijn veel specifieker qua locatie.

4b) Stel je voor het onderzoek voor alle drie is gelijk: Er wordt onderzocht wat het klimaat is in lokalen aan de zuidkant van het Frankenlaan college, waarna er wordt gekeken hoe dit met behulp van planten kan worden verbeterd en vervolgens wordt dit uitgetest.

4c) Geef nu bij elk van de 3 onderzoeksvragen aan of je deze kan beantwoorden met het onderzoek aangeven bij stap 4b, leg uit waarom wel of niet

- Uitleg: Alleen onderzoeksvraag 3 kan beantwoord worden. Vraag 1 en 2 kunnen niet beantwoord worden omdat het klaslokaal niet representatief staat voor klaslokalen in Nederland en al helemaal niet op alle scholen (in de wereld?)

4d) Discussie en bespreking resultaten.

Extra oefening: Voor een aantal van de onderstaande onderzoeksvragen noteer als je iets ziet wat te breed kan zijn (dit kan ook door het gebruik van vage of niet eenduidige woorden) voor onderzoeksvraag en geef een voorbeeld van een inperking.

1. Hoe kan een hyperloop het toekomstige Europees verkeer vervangen?
 - Te breed: Europees
 - Mogelijke inperkingen: Nederland, gemeente, wijk
2. Wat is de invloed van drones op de huidige maatschappij?
 - Te breed: huidige maatschappij, invloed
 - Mogelijke inperkingen: effecten op vliegverkeer in Nederland, rondom Schiphol,
3. Wat is de waarde en de functie van een hyperloop in de nabije toekomst voor de maatschappij?
 - Te breed: waarde, functie, nabij, maatschappij
 - Mogelijke inperkingen:

4. Wat is het verschil tussen het cholesterolgehalte in de jaren zeventig en nu.
- Te breed:
 - Mogelijke inperkingen:

Student 3

4a) Benoem de verschillen tussen de onderzoeksvragen.

- Verschillen: 1. klimaat op alle scholen en ruimtes in deze scholen.
 - 2. Klimaat in klaslokalen in Nederland
 - 3. Klimaat in specifiek klaslokaal

4b) Stel je voor het onderzoek voor alle drie is gelijk: Er wordt onderzocht wat het klimaat is in lokalen aan de zuidkant van het Frankenlaan college, waarna er wordt gekeken hoe dit met behulp van planten kan worden verbeterd en vervolgens wordt dit uitgetest.

4c) Geef nu bij elk van de 3 onderzoeksvragen aan of je deze kan beantwoorden met het onderzoek aangeven bij stap 4b, leg uit waarom wel of niet

- Uitleg: 1. Nee, alleen in lokalen, niet in andere ruimtes
 - 2. nee, hoe zit het met noord/ oost/ zuid en andere variabelen
 - 3. Ja.

B.11.5 Opgave 5: Verbeteren (zelfbedachte) onderzoeksvragen

Student 1

Niet gedaan, moest eerder weg.

Student 2

Onderzoeksvragen voor verbetering:

Wat voor invloed hebben waterstofverbindingen op de structuur van celluloselagen?

Wat zijn de effecten van de chemicaliën op het milieu?

Onderzoeksvragen na verbetering:

Op welke manier dragen waterstofverbindingen bij aan de structuur van celluloselagen?

Wat is de uitstoot van broeikasgassen van chemicaliën gebruikt voor de verwerking van bamboe?

Student 3:

Onderzoeksvragen voor verbetering:

Wat zijn de effecten van de chemicaliën op het milieu?

Is het fabricageproces makkelijk op te schalen?

Onderzoeksvragen na verbetering:

Hebben de chemicaliën om houtstof te verwijderen uit bamboe schadelijk effect op de omgeving?

Kan het fabricageproces worden opgeschaald zodat het proces efficiënter wordt?

B.12 Ingevuld reflectieformulieren

Student 1

Na deze lesmodule ben ik nieuwsgierig naar jouw mening. Laat weten wat je goed vond aan de lesmodule (Top) en wat je als een verbeterpunt ziet (Tip).

Top	Tip
Lekker specifieke delen van het onderwerp waarnaar gekeken werd en voor elk deel een mooie oefening.	Lesmodule viel langer uit dan verwacht. Het was grotendeels van de tijd best duidelijk wat er specifiek bedoeld werd met de opgaven en soms was er niet heel veel ruimte om echt met een uitdagende opdracht even iets verder na te denken (kan ook komen omdat ik nog niet heel ver was gekomen met de meeste opgaven).
De eerste opdracht die aan het einde weer terugkomt is een heel goede manier om de voortgang daadwerkelijk te testen.	

Geef voor de onderstaande leerdoelen aan in hoeverre je deze hebt behaald met behulp van deze lesmodule en geef waar mogelijk een toelichting.

Niet	Nauwelijks	Redelijk	Goed	Zeer goed	Toelichting
1. Je bent in staat niet-eenduidige woorden te herkennen in een onderzoeksvraag en daar een vervanging voor te bedenken.					
☐	☐	☐	☒	☐	
2. Je bent in staat aannames te herkennen in een onderzoeksvraag					
☐	☐	☐	☒	☐	Dit kan je natuurlijk altijd heel ver trekken aangezien er in elke onderzoeksvraag wel wat aannames zitten.
3. Je bent in staat aannames te onderbouwen.					
☐	☐	☐	☒	☐	
4. Je bent in staat onderzoeksvragen in te perken om zo een onderzoeksvraag beter te specificeren.					
☐	☐	☐	☐	☒	
5. Je ziet in dat aannames en inperkingen ook in de hoofdvraag verwerkt moeten worden.					
☐	☐	☐	☒	☒	
6. Je ziet in dat een onderzoeksvraag iets is wat niet gelijk vast hoeft te staan, maar gedurende het onderzoek verbeterd kan worden.					
☐	☐	☒	☐	☐	Is niet heel direct teruggekomen in de module.

Student 2

Na deze lesmodule ben ik nieuwsgierig naar jouw mening. Laat weten wat je goed vond aan de lesmodule (Top) en wat je als een verbeterpunt ziet (Tip).

Top	Tip
Geeft veel inzicht in onderzoeksvragen Geeft de leerling structuur in het formuleren van een onderzoeksvraag Opbouw is goed, begint met makkelijke voorbeelden en gaat daarna richting lastige voorbeelden.	Leerdoelen, hoe test je deze? Misschien een eindtoets. Ik krijg wel het gevoel dat ik beter ben in herkennen maar een vervanging zoeken is nog lastig

Geef voor de onderstaande leerdoelen aan in hoeverre je deze hebt behaald met behulp van deze lesmodule en geef waar mogelijk een toelichting.

Niet	Nauwelijks	Redelijk	Goed	Zeer goed	Toelichting
7. Je bent in staat niet-eenduidige woorden te herkennen in een onderzoeksvraag en daar een vervanging voor te bedenken.					
☐	☐	☐	☒	☐	
8. Je bent in staat aannames te herkennen in een onderzoeksvraag					
☐	☐	☐	☐	☒	
9. Je bent in staat aannames te onderbouwen.					
☐	☐	☐	☒	☐	
10. Je bent in staat onderzoeksvragen in te perken om zo een onderzoeksvraag beter te specificeren.					
☐	☐	☐	☒	☐	
11. Je ziet in dat aannames en inperkingen ook in de hoofdvraag verwerkt moeten worden.					
☐	☐	☐	☐	☒	
12. Je ziet in dat een onderzoeksvraag iets is wat niet gelijk vast hoeft te staan, maar gedurende het onderzoek verbeterd kan worden.					
☐	☐	☐	☒	☐	

Student 3

Na deze lesmodule ben ik nieuwsgierig naar jouw mening. Laat weten wat je goed vond aan de lesmodule (Top) en wat je als een verbeterpunt ziet (Tip).

Top	Tip
Goede intro en terugkoppeling aan het einde. Bij vragen waren de eerste simpel, mooi om binnen te komen. Veel opties, waardoor trage en snelle studenten door kunnen werken.	

Geef voor de onderstaande leerdoelen aan in hoeverre je deze hebt behaald met behulp van deze lesmodule en geef waar mogelijk een toelichting.

Niet	Nauwelijks	Redelijk	Goed	Zeer goed	Toelichting
1. Je bent in staat niet-eenduidige woorden te herkennen in een onderzoeksvraag en daar een vervanging voor te bedenken.					
☐	☐	☐	☐	☒	
2. Je bent in staat aannames te herkennen in een onderzoeksvraag					
☐	☐	☐	☒	☐	
3. Je bent in staat aannames te onderbouwen.					
☐	☐	☒	☐	☐	Dit is niet direct teruggekomen (wel indirect)
4. Je bent in staat onderzoeksvragen in te perken om zo een onderzoeksvraag beter te specificeren.					
☐	☐	☐	☒	☐	
5. Je ziet in dat aannames en inperkingen ook in de hoofdvraag verwerkt moeten worden.					
☐	☐	☐	☐	☒	
6. Je ziet in dat een onderzoeksvraag iets is wat niet gelijk vast hoeft te staan, maar gedurende het onderzoek verbeterd kan worden.					
☐	☐	☐	☐	☒	

