



---

Een ontwerpstudie naar de kenmerken van een goed Virtual Reality veldwerk

## Op aardrijkskundig veldwerk met Virtual Reality

Masterthesis  
Geografie: educatie & communicatie  
Sigrid Baars, 4290534  
[s.e.baars2@students.uu.nl](mailto:s.e.baars2@students.uu.nl)

Begeleiding: T. Favier  
[t.favier@uu.nl](mailto:t.favier@uu.nl)



Universiteit Utrecht

Afbeelding voorblad: FOTO: D-KEINE/ISTOCK, juni 2019.

## Samenvatting

Veldwerk is onlosmakelijk verbonden met aardrijkskunde. Het is een van de beste manieren om theorie en praktijk aan elkaar te verbinden. Het doen van veldwerk kan worden belemmerd door gebrek aan tijd, geld of logistieke middelen. Een opkomend alternatief voor veldwerk 'buiten in het veld' is virtueel veldwerk. Bij virtueel veldwerk blijven leerlingen in de klas en wordt de buitenwereld aan de hand van een device de klas in gehaald. In dit onderzoek ligt de focus op virtueel veldwerk aan de hand van Virtual Reality. Bij deze nieuwe toepassing van veldwerk komen praktische en didactische uitdagingen naar voren, welke worden beantwoord aan de hand van de volgende hoofdvraag: *“Wat zijn de kenmerken van een consistent, relevant, uitvoerbaar en effectief ontwerp voor virtueel veldwerk met Virtual Reality bij aardrijkskunde?”*. Dit onderzoek heeft tot doel het vergaren van kennis over virtueel veldwerk met Virtual Reality bij aardrijkskunde, alsmede het creëren van een ontwerp voor virtueel veldwerk wat inzetbaar is in de aardrijkskundeles.

De beantwoording van de onderzoeksvraag is opgesplitst in twee delen. Het eerste deel betreft een voorbereidend onderzoek op basis van literatuur. De resultaten van de literatuurstudie vormen de basis voor het tweede deel: het ontwerponderzoek. Het ontwerponderzoek is uitgevoerd naar de Educational Design Research methode. In deze onderzoeksmethode wordt er een productvoorstel geformuleerd op basis van literatuur wat middels een aantal iteratieve cycli wordt aangepast en uitgebreid. In die iteratieve cycli worden er vakdidactici, docenten en leerlingen aan de hand van interviews en evaluatiemethoden naar hun bevindingen gevraagd.

Uit het literatuuronderzoek en het ontwerponderzoek zijn 24 ontwerpprincipes naar voren gekomen. Deze 24 principes vormen tezamen het antwoord op de hoofdvraag. Ontwerpprincipes zijn eisen waaraan een ontwerp voor virtueel veldwerk met Virtual Reality zou moeten voldoen om tot consistent, relevant, uitvoerbaar en effectief ontwerp te komen. Om virtueel veldwerk met Virtual Reality nog breder inzetbaar te maken zou er vervolgonderzoek kunnen worden gedaan naar het effect op de leeropbrengst van virtueel veldwerk. Tevens kan er worden onderzocht of virtueel veldwerk met Virtual Reality ook voor andere doelgroepen of andere schoolvakken een gewenste bijdrage kan leveren.

## Abstract

Fieldwork is a part of geography education. It's an educational tool for connecting theory and practice. Doing fieldwork knows a few constraints including lack of time, financial support or transport possibilities. A relatively new alternative for doing fieldwork outside is virtual fieldwork. Students stay in the classroom and take a look at the outside world with a device. In this research, the focus is on virtual fieldwork with Virtual Reality. The use of this new educational application has practical and didactical challenges, which will be studied with the following question: *"What are the characteristics of a consistent, relevant, operable and effective design for virtual fieldwork using Virtual Reality?"*. The aim of this research is to generate knowledge about virtual fieldwork with Virtual Reality in geography education. Additionally, the aim is to create an effective design for virtual fieldwork that can be used in geography class.

To formulate an answer to the main question, this research is divided in two parts: a literature research and a design research. The results of the literature research are the basis for the design research. The design research is based on de Educational Design Research method. In this method, an educational design is formulated based on the results of the literature research. This design is proposed to geography experts, teachers and students. On the basis of iterative cycles, the educational design is extended and improved.

Based on the literature research and the design research, 24 design principles are formulated. All together, these 24 principles answer the main question. Design principles can be seen as requirements for a consistent, relevant, operable and effective design for virtual fieldwork with Virtual Reality. To broaden the operability of virtual fieldwork with Virtual Reality, further research can focus on the effect of virtual fieldwork on the learning effects. Besides further research can be done on the effectivity of virtual fieldwork with students from different age groups, or on the effectivity of virtual fieldwork with other school subjects than geography.

## Voorwoord

Deze thesis is het resultaat van een halfjaar onderzoek en is het eindproduct van mijn master geografie: communicatie en educatie aan de Universiteit Utrecht. Bij deze opleiding heb ik geleerd mijn kennis in de geografie toe te passen in de onderwijspraktijk. De wetenschap en de onderwijspraktijk zijn twee verschillende werelden en aan de hand van deze thesis heb ik geprobeerd daar een brug tussen te slaan. Op basis van inzichten uit de literatuur en interviews met experts is er een educatief ontwerp tot stand gekomen dat in de onderwijspraktijk gebruikt kan worden. Ik ben van plan het ontwerp zelf toe te passen in de klassen waar ik ga lesgeven. Ook is het ontwerp geïntroduceerd in de sectie aardrijkskunde op het Revius Lyceum in Doorn, en daar is het met groot enthousiasme ontvangen.

Het onderwerp van deze thesis is aangedragen door mijn thesisbegeleider T. Favier. Door zijn enthousiasme ben ik me meer gaan interesseren voor dit onderwerp. Blij was ik met de nieuwe ideeën en inzichten die door T. Favier gedurende het onderzoek werden aangedragen. Bovendien heeft Tim een bijdrage geleverd aan het creëren van draagvlak voor het inzetten van virtueel veldwerk bij aardrijkskunde. Gedurende het onderzoek heeft hij meerdere scholen bezocht om vormen van virtueel veldwerk uit te testen en de meningen van docenten te peilen. Wellicht zijn de resultaten van dit onderzoek daardoor beter in te zetten in de onderzoekspraktijk.

Ik wens u veel plezier toe bij het lezen en ik hoop dat u de ideeën met enthousiasme ontvangt.

Sigrid Baars,

Maarsse, juli 2019.

# Inhoudsopgave

<b>1. Inleiding .....</b>	<b>7</b>
1.1 Aanleiding .....	7
1.2 Vraagstelling .....	9
1.3 Uitgangspunten.....	10
1.4 Theoretische relevantie .....	11
1.5 Praktische relevantie .....	11
<b>2. Methode .....</b>	<b>12</b>
2.1 Voorbereidend onderzoek.....	12
2.2 Algemene kenmerken van ontwerponderzoek .....	14
2.3 Kenmerken van dit ontwerponderzoek.....	15
<b>3. Resultaten van het voorbereidend onderzoek .....</b>	<b>22</b>
3.1 Kenmerken veldwerk.....	22
3.2 Vormen van Virtual Reality .....	24
3.3 Virtual Reality in relatie tot leeropbrengst.....	25
3.4. Voordelen van virtueel veldwerk.....	26
3.5 Beperkingen virtueel veldwerk .....	27
3.6 Modellen voor virtueel veldwerk met VR.....	28
3.7 Samenvatting ontwerpprincipes literatuuronderzoek .....	30
<b>4. Resultaten ontwerponderzoek .....</b>	<b>32</b>
4.1 Formuleren productvoorstel .....	32
4.2 Van productvoorstel naar globaal uitgewerkt product .....	37
4.3 Van globaal uitgewerkt product naar gedeeltelijk uitgewerkt product .....	43
4.4 Van gedeeltelijk uitgewerkt product naar volledig uitgewerkt product .....	47
4.5 Van volledig uitgewerkt naar eindproduct .....	50
<b>5. Conclusie .....</b>	<b>53</b>
<b>6. Discussie .....</b>	<b>55</b>
6.1 Opmerkingen .....	55
6.2 Navolgbaarheid, betrouwbaarheid en validiteit.....	56
6.3 Aanbeveling vervolgonderzoek .....	57
<b>7. Literatuur .....</b>	<b>58</b>
<b>8. Overzicht bijlagen .....</b>	<b>61</b>

## 1. Inleiding

*“Bij aardrijkskunde hoort veldwerk, liefst buiten. Als dat niet mogelijk is, kan virtueel veldwerk een goed alternatief zijn.”* (Harmsen, Krikke & Van der Schee, 2015).

Aardrijkskundeonderwijs is onlosmakelijk verbonden met veldwerk. Wanneer veldwerk buiten vanwege tijdgebrek, geldgebrek of logistieke beperkingen niet uitgevoerd kan worden, kunnen nieuwe vormen van veldwerk een oplossing bieden. Virtueel veldwerk is een moderne vorm van veldwerk waarbij de basisprincipes van veldwerk worden gecombineerd met moderne technieken. Bij virtueel veldwerk blijven de leerlingen in de klas. De buitenwereld wordt aan de hand van een device de klas in gebracht. De inzet van deze nieuwe vorm van veldwerk vereist nieuwe kennis op zowel praktisch als didactisch gebied.

### 1.1 Aanleiding

Veldwerk is een essentieel onderdeel van aardrijkskunde waarmee het van zich onderscheidt van andere schoolvakken. De theorie die leerlingen in de klas hebben geleerd kan door middel van veldwerk aan de praktijk gekoppeld worden. Veldwerk is een didactisch middel om de stof uit het boek te verduidelijken. Het doen van veldwerk is ook een doel op zich. Er worden immers veldwerkvaardigheden opgedaan als samenwerken, het vergroten van de eigen verantwoordelijkheid en het analyseren van de omgeving (Bosschaart, 2009). Veldwerk kan positieve leerervaringen teweegbrengen zoals samenwerken en het vergroten van de eigen verantwoordelijkheid. Het is van groot belang voor het aardrijkskundeonderwijs. Om die redenen kan het als opvallend worden beschouwd dat veldwerk in landen als de Verenigde Staten, China, Australië en Nederland geen deel uitmaakt van het nationaal curriculum. Dit in tegenstelling tot het Verenigd Koninkrijk waar alle leerlingen in het middelbaar onderwijs minimaal drie volle dagen op veldwerk gaan. Dit is opgenomen in het Britse nationaal curriculum (Oost, De Vries, & Van der Schee, 2011).

Echter, vier op de vijf Nederlandse aardrijkskundedocenten die hebben deelgenomen aan het onderzoek van Harmsen, Krikke en Van der Schee (2015) ervaart beperkingen om op veldwerk te gaan. In de bovenbouw van het voortgezet onderwijs is het curriculum vaak zo dichtgetimmerd dat er geen ruimte is voor veldwerk. Ook zijn gebrek aan tijd voor de organisatie, geld en logistieke mogelijkheden beperkende factoren. Een opkomend alternatief voor veldwerk waarmee een aantal nadelen van regulier veldwerk worden weggenomen, is het inzetten van virtueel veldwerk in de klas. Technologische ontwikkelingen hebben ervoor gezorgd dat virtueel veldwerk eenvoudig en goedkoop in te zetten is, in toenemende mate ook voor educatieve doeleinden (Stojšić, Džigurski, Maričić, Bibić & Vučković, 2016). Het voordeel van virtueel veldwerk is dat het flexibel, goedkoop en interactief is. Bovendien biedt het de mogelijkheid meerdere plaatsen in een kort tijdsbestek te bezoeken, naar verre oorden af te reizen of naar onbegaanbare of gevaarlijke plekken te gaan (Harmsen, Krikke & Van der Schee, 2015; Favier & Booden, 2019). Deze extra functies die virtueel veldwerk met zich mee brengt kunnen het huidig aardrijkskundeonderwijs verrijken (Trouwborst & Kleinhuis, 2013).

Er bestaan verschillende vormen van virtueel veldwerk. Deze zijn onder te verdelen op basis van de bronnen die worden bekeken zoals satellietbeelden, foto's, video's of scènes. Ook zijn de vormen van virtueel veldwerk in te delen in de manier waarop er naar die beelden wordt gekeken. Dat kan namelijk middels een device zoals een tablet, PC, laptop of mobiele telefoon of met een VR-bril (Harmsen, Krikke & Van der Schee, 2015). In dit onderzoek ligt de focus op het doen van virtueel veldwerk met behulp van Virtual Reality (afgekort VR). Aan de hand van een VR-bril bekijken de leerlingen diverse foto's in 360-graden en doen op die manier veldwerk. Niet alleen voor het schoolvak aardrijkskunde is het gebruik van Virtual Reality in de les interessant. Het kan ook toegevoegde waarde hebben voor bijvoorbeeld scheikunde, biologie, geschiedenis of economie om een brug te slaan tussen theorie en praktijk. Bij het virtueel veldwerk met VR is er voor foto's als bronmateriaal gekozen omdat er veel goede foto's beschikbaar zijn en omdat het eenvoudig is deze te verwerken in een veldwerkopdracht. Door VR-brillen in combinatie met 360-graden foto's te gebruiken is het de bedoeling dat leerlingen het gevoel krijgen daadwerkelijk op een andere plek te zijn. Er is voor deze vorm van virtueel veldwerk gekozen omdat Virtual Reality van de vormen van virtueel veldwerk de grootste mate van immersie kent (Verbeek, 2016).

'Immersie' is het gevoel van onderdompeling in een andere wereld. Een grote mate van immersie kan leiden tot een wow-effect bij leerlingen. Dat gevoel van verwondering is hetgeen wat er wordt gepoogd te bereiken bij veldwerk. Het is immers van positieve invloed op de motivatie en de leeropbrengst (Gutiérrez, Mora, Diaz & González-Marrero, 2017). Uit het onderzoek van Harmsen, Krikke en Van der Schee (2015) blijkt dat docenten aardrijkskunde ervoor openstaan virtueel veldwerk in te zetten omdat het steeds laagdrempeliger wordt. Wel gaven de docenten aan nog over onvoldoende technische en didactische kennis te beschikken om virtueel veldwerk veelvuldig in de les in te zetten. Dit onderzoek betrof echter het uitvoeren van virtueel veldwerk met Google Earth. De verwachting is dat virtueel veldwerk met VR dezelfde uitdagingen kent.

Er kan worden gesteld dat het inzetten van virtueel in de aardrijkskundeles een nieuw en opkomend onderwerp is, waarover praktisch en didactisch gezien nog weinig bekend is. Gezien de beperkingen van regulier veldwerk en de uitdagingen die virtueel veldwerk met zich meebrengt, heeft dit onderzoek tot doel het creëren van een consistent, relevant, uitvoerbaar en effectief ontwerp voor virtueel veldwerk. De focus ligt op het ontwikkelen van virtueel veldwerk voor de bovenbouw van Havo en VWO gezien het gebrek aan tijd om op veldwerk te gaan daar het grootst is. Het moet voor docenten aantrekkelijk zijn virtueel veldwerk in de aardrijkskundeles in te zetten. Aangezien er nog weinig lesmateriaal beschikbaar is voor virtueel veldwerk met VR specifiek voor de bovenbouw van het Nederlands aardrijkskundeonderwijs, heeft dit onderzoek ook tot doel dat lesmateriaal te ontwikkelen. Het tweede doel van dit onderzoek is het vergaren en creëren van kennis over de kenmerken van een virtueel veldwerk met Virtual Reality.



## 1.2 Vraagstelling

Het inzetten van virtueel veldwerk met Virtual Reality in de aardrijkskundeles is een nieuw en opkomend onderwerp. Praktisch en didactisch gezien is er nog weinig bekend over dit onderwerp. Om die reden wordt er in dit onderzoek gekeken wat de ontwerpprincipes zijn voor het ontwikkelen van een virtueel veldwerk met VR bij aardrijkskunde. De hoofdvraag in dit onderzoek luidt als volgt:

*“Wat zijn de kenmerken van een consistent, relevant, uitvoerbaar en effectief ontwerp voor virtueel veldwerk met Virtual Reality bij aardrijkskunde?”*

Deze hoofdvraag zal worden beantwoord aan de hand van een literatuurstudie en een ontwerponderzoek. De literatuurstudie vormt de basis voor het ontwerponderzoek. In het ontwerponderzoek wordt er, de naam zegt het al, een ontwerp gemaakt voor een virtueel veldwerk. Het ontwerp wordt meermaals voorgelegd aan verschillende betrokken actoren. Op basis van de evaluaties en aanbevelingen wordt het ontwerp aangepast en uitgebreid. Aan de hand van meerdere ontwerpcycli kunnen er uitspraken worden gedaan over de kenmerken van een goed en geschikt virtueel veldwerk met Virtual Reality.

### 1.3 Uitgangspunten

Gezien alle opties voor het educatief ontwerp nog open liggen, is het van belang vooraf het onderzoek af te bakenen. In het onderzoek is er uitgegaan van de volgende uitgangspunten.

#### *Uitgangspunt 1*

Ten eerste is het belangrijk te noemen dat het ontwerp wordt samengesteld met als doel het stimuleren van geografisch denken. Om dit te operationaliseren wordt er ingezet op geografische werkwijzen. Deze komen terug in de eindexamenprogramma's Havo en VWO. (College voor toetsen en examens Havo, juni 2018; College voor toetsen en examens VWO, juni 2015). Virtueel veldwerk moet immers meer bijdragen van “enkel het kijken naar beelden”, zo wordt er gesteld in het artikel van Favier, Baars, Ploeg en Peeters (2019). De combinatie van het kijken naar beelden en het oefenen met geografische werkwijzen maakt virtueel veldwerk met VR interessant.

#### *Uitgangspunt 2*

Een tweede uitgangspunt betreft de werkvorm van het virtueel veldwerk. Het virtueel veldwerk wordt op basis van de sociaal-constructivistische leertheorie ontworpen. Deze theorie stelt dat leerlingen het beste leren wanneer ze actief kennis construeren in interactie met elkaar (John-Steiner & Mahn, 1996). Om deze theorie toe te passen in het ontwerp is er besloten dat de leerlingen in tweetallen het virtueel veldwerk zullen gaan uitvoeren. Ieder groepje zal een VR-bril en een opdrachtenboekje krijgen. De ene leerling moet aan de andere leerling uitleggen wat er in het beeld te zien is, waarop de andere leerling de vragen in het boekje beantwoordt.

#### *Uitgangspunt 3*

Het laatste uitgangspunt betreft de keuze voor de kwaliteit van het technisch materiaal. Eén van de doelen van het educatief ontwerp is dat het zo breed mogelijk inzetbaar is. Dat heeft tot de beslissing geleid in te zetten op relatief eenvoudige maar makkelijk te hanteren techniek. In het onderzoek zal gebruik worden gemaakt van een VR-bril waarbij de smartphone van de leerlingen als scherm fungeert. Het bedieningsgemak is groot, de beeldkwaliteit is matig. Gezien bijna alle leerlingen een smartphone tot hun beschikking hebben is dit een goedkope optie.

## 1.4 Theoretische relevantie

Er is al eerder onderzoek gedaan naar de inzetbaarheid van Virtual Reality op school, alsmede welke leereffecten dit met zich mee zou kunnen brengen. Het nadeel is echter dat deze onderzoeken niet de focus leggen op aardrijkskunde maar op meer technische vakken zoals wiskunde en scheikunde. Zo wordt er bijvoorbeeld ingegaan op de verbeelding van ruimtefiguren zoals kubussen en prisma's in Virtual Reality (Bolier, 2017; Lee & Wong, 2008). Wel is er onderzoek gedaan naar het belang van en didactiek betreffende veldwerk bij aardrijkskunde, en welke leereffecten er worden beoogd (Kwan & Chan, 2004; Dillon, Rickinson, Teamey, Morris, Choi, Sanders, & Benefield, 2006; Oost, De Vries & Van der Schee, 2011). Echter, de relatie tussen het belang van veldwerk en de mogelijkheden van Virtual Reality bij aardrijkskunde ontbreekt in de wetenschappelijke literatuur, zowel in mondiale als nationale context. Deze masterthesis kan worden gezien als een pioniersonderzoek naar de rol van Virtual Reality bij aardrijkskundig veldwerk in Nederland. Door literatuur over de relevantie van veldwerk en literatuur over de inzetbaarheid van Virtual Reality bij elkaar te brengen, en dit aan te vullen met ontwerponderzoek in de onderwijspraktijk, wordt er gepoogd het kennishiaat op te vullen. Er wordt vanuit de literatuur over veldwerk bij aardrijkskunde onderzocht of het mogelijk is die principes te gebruiken bij het ontwikkelen van een veldwerk in Virtual Reality. Het opvullen van het kennishiaat kan een positieve bijdrage leveren aan het inzetten van virtueel veldwerk in het aardrijkskundeonderwijs.

## 1.5 Praktische relevantie

Binnen het aardrijkskundeonderwijs is er veel aandacht voor veldwerk. Het belang van veldwerk wordt erkend door aardrijkskundedocenten (Harmsen, Krikke & Van der Schee, 2015; Oost, De Vries & Van der Schee, 2012). Ondanks die grote waarde die aan veldwerk bij aardrijkskunde wordt gehecht zijn er ook een aantal barrières zoals gebrek aan ervaring, tijd, middelen en medewerking op school. Virtueel veldwerk kan een oplossing vormen om toch veldwerk te kunnen doen met de klas. Echter, het aantal kant-en-klare virtuele veldwerklessen voor aardrijkskunde in Nederland is beperkt. Door technologische ontwikkelingen, zoals de opkomst van Google expedities, wordt het steeds eenvoudiger zelf een virtueel veldwerk te maken. Didactische vragen blijven echter liggen. Hoe houd je de klas erbij? Wanneer is het leerrendement het grootst? Daarnaast ontbreekt het docenten aan handvaten voor het ontwerpen en uitvoeren van virtueel veldwerk. Zodoende wordt virtueel veldwerk beperkt ingezet (Harmsen, Krikke & Van der Schee, 2015). Niet alleen kan virtueel veldwerk regulier veldwerk vervangen, het kan ook een aanvulling zijn op de aardrijkskundeles.

Er wordt in dit onderzoek wordt door middel van een ontwerpstudie een virtueel veldwerk met VR opgesteld die direct inzetbaar is in de les. Tevens biedt het onderzoek docenten handvaten om zelfstandig virtuele veldwerkvormen in te zetten in hun lessen. Als onderzoeker hoop ik hiermee te bereiken dat virtueel veldwerk vaker wordt ingezet in de les en zo het aardrijkskundeonderwijs uitdagender, diepgaander en effectiever te maken. Virtueel veldwerk moet vaker worden ingezet ter verrijking van een reguliere aardrijkskundeles. Wellicht kan het zelfs een vervanging vormen voor veldwerk buiten.

## 2. Methode

Dit onderzoek is onder te verdelen in twee grote delen: een voorbereidend literatuuronderzoek en een ontwerponderzoek. De resultaten van beide onderzoeken moeten een antwoord geven op de volgende hoofdvraag: “Wat zijn de kenmerken van een consistent, relevant, uitvoerbaar en effectief ontwerp voor virtueel veldwerk met Virtual Reality bij aardrijkskunde?”. Ter beantwoording van bovenstaande hoofdvraag zijn er twaalf deelvragen opgesteld, zie verderop in dit hoofdstuk. Deelvraag 1 tot en met 7 vormen het voorbereidend onderzoek op basis van een literatuurstudie. Deelvraag 8 tot en met 12 hebben betrekking op een ontwerponderzoek. In dit methodisch hoofdstuk wordt uiteengezet hoe het voorbereidend onderzoek in zijn werk is gegaan. Vervolgens wordt er uiteengezet wat er onder een ontwerponderzoek wordt verstaan en hoe het uitgevoerde ontwerponderzoek tot stand is gekomen.

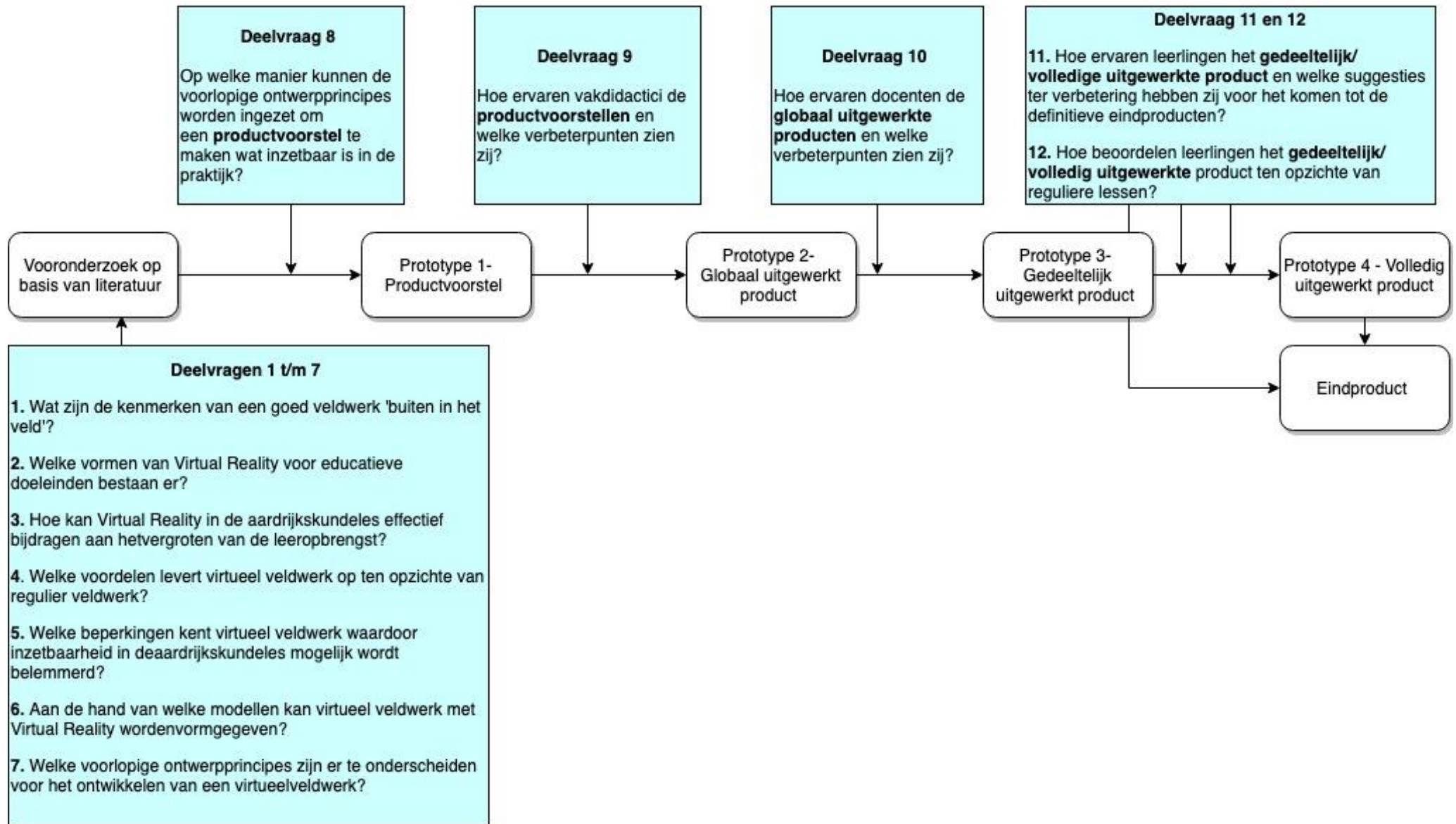
### 2.1 Voorbereidend onderzoek

Het voorbereidend literatuuronderzoek vormt de basis voor het ontwerponderzoek en is gestuurd vanuit zeven deelvragen. In het hierop volgende hoofdstuk, hoofdstuk 3, wordt er gerapporteerd over de resultaten van de literatuurstudie op basis van de zeven deelvragen:

1. Wat zijn de kenmerken van goed veldwerk ‘buiten in het veld’?
2. Welke vormen van Virtual Reality voor educatieve doeleinden bestaan er?
3. Hoe kan Virtual Reality in de aardrijkskundeles effectief bijdragen aan het vergroten van de leeropbrengst?
4. Welke voordelen levert virtueel veldwerk op ten opzichte van regulier veldwerk?
5. Welke beperkingen kent virtueel veldwerk waardoor inzetbaarheid in de aardrijkskundeles mogelijk wordt belemmerd?
6. Aan de hand van welke modellen kan virtueel veldwerk met Virtual Reality worden vormgegeven?
7. Welke voorlopige ontwerpprincipes zijn er te herleiden uit de literatuur voor het ontwikkelen van een virtueel veldwerk?

De literatuurstudie, waarin er antwoord wordt gegeven op bovenstaande vragen, kan worden gezien als de wetenschappelijke grondslag die voorafgaat aan het ontwerponderzoek. Virtual Reality voor educatieve doeleinden, specifiek voor het schoolvak aardrijkskunde, een nieuw onderwerp is, is het aantal bruikbare bronnen enigszins beperkt. Om die reden wordt er in de literatuurverkenning een synthese gemaakt van literatuur betreffende veldwerk, leeropbrengsten, beeldvorming en Virtual Reality. Zoals te zien is in figuur 1 vormt de literatuurverkenning de basis voor het beantwoorden van deelvragen 1 tot en met 7. De resultaten van dit voorbereidend onderzoek worden gebruikt om deelvraag 8 te beantwoorden en een eerste educatief ontwerp (het aan de participanten voor te leggen product) samen te stellen.

Figuur 1 – Schematische weergave onderzoeksaanpak



## 2.2 Algemene kenmerken van ontwerponderzoek

Het voorbereidend literatuuronderzoek vormt de basis voor de onderzoeksaanpak 'educational design research'. Het doel van educational design research luidt als volgt:

*"The purpose of educational design research is to develop research-based solutions for complex problems in educational practice. This type of design research is defined as the systematic analysis, design and evaluation of educational interventions with the dual aim of generating research-based solutions for complex problems in educational practice and advancing our knowledge about the characteristics of these interventions and the processes of designing and developing them."*

(Plomp en Nieveen, 2013, p.16).

Educational design research (afgekort EDR) is ontwerponderzoek waarbij het voorbereidend onderzoek de basis vormt tot het ontwerpen van een product. Deze onderzoeksmethode is geschikt om een lesvorm samen te stellen over een nieuw onderwerp, alsmede het vergaren van kennis over dat nieuwe onderwerp. Educational Design Research heeft een cyclisch karakter. Dat houdt in dat het educatief ontwerp in verschillende stadia wordt voorgelegd aan de betrokken participanten. Op basis van de aanbevelingen die door hen worden gedaan, wordt het educatief ontwerp uitgebreid en aangepast. Vervolgens wordt het opnieuw voorgelegd. Het cyclische karakter maakt het mogelijk de gebreken van het productvoorstel vroegtijdig op te sporen en vervolgens te verbeteren. Op die wijze wordt er naar een compleet praktijkgericht eindproduct toegewerkt (Plomp & Nieveen, 2013).

De meerwaarde van EDR ten opzichte van andere onderzoeksmethoden is dat er direct een brug wordt geslagen tussen theorie en praktijk. Daarin verschilt EDR van laboratoriumexperimenten, casestudies en effectmetingen. Waar andere onderzoeksmethoden namelijk een theorie uitwerken en dat in het laatste stadium al dan niet in de praktijk uittesten wordt er bij EDR in de beginfase al op praktijkniveau onderzocht. Wanneer het onderzoek nog in de startblokken staat is er al wel een praktische relevantie. Door in vroegtijdig stadium al praktijkexperts te betrekken kan er worden toe gewerkt naar een in de praktijk inzetbaar product (Plomp & Nieveen, 2013). Hoewel EDR een groot praktijkgericht karakter heeft ten opzichte van andere onderzoeksmethoden kent het ook zijn beperkingen. De kans dat een product opgesteld aan de hand van EDR grootschalig en door veel docenten in lessen wordt ingezet, is relatief klein. De oorzaak hiervan is dat EDR zeer innovatiegericht is, zo stelt Jochems (2008). Innovatiegerichtheid kan een beperking zijn wanneer docenten onvoldoende zijn uitgerust met de desbetreffende innovatie en het product daardoor in de kast blijft liggen. Daarnaast heeft ontwerponderzoek vaak geen experimenteel onderzoek tot gevolg, waardoor het als onvoldoende uitgeprobeerd kan worden gezien. Er is niet 'bewezen', bijvoorbeeld aan de hand van een effectmeting, dat ontwerp meerwaarde heeft. Plomp en Nieveen (2013) vullen als nadeel van EDR aan dat de onderzoeker meerdere functies heeft welke door elkaar heen kunnen lopen. Te weten de functie van wetenschapper, ontwerper, evaluator en uitvoerder. Een risicofactor is dat de onderzoeker onvoldoende objectief te werk gaat waardoor wetenschappelijke inzichten verweven raken met persoonlijke opvattingen.

### 2.3 Kenmerken van dit ontwerponderzoek

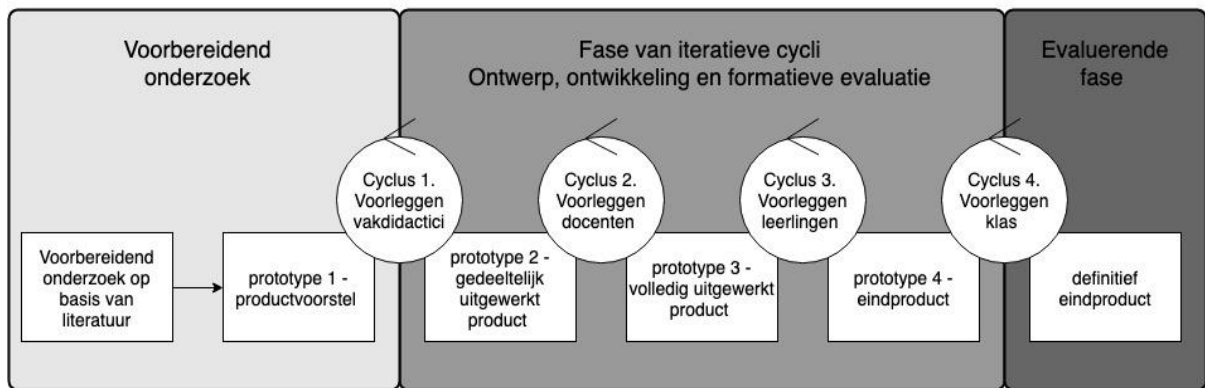
Zoals gezegd bestaat dit onderzoek uit een literatuuronderzoek en een ontwerponderzoek. In het vorige deel is beschreven wat er onder een ontwerponderzoek wordt verstaan. In dit gedeelte wordt beschreven wat de specifieke kenmerken zijn van het uitgevoerde ontwerponderzoek. Het ontwerponderzoek is vormgegeven op basis van onderstaande deelvragen. In hoofdstuk 4 worden de resultaten van het ontwerponderzoek gepresenteerd.

8. Op welke manier kunnen de voorlopige ontwerpprincipes worden ingezet om een productvoorstel te maken wat inzetbaar is in de praktijk?
9. Hoe ervaren vakdidactici de productvoorstellen en welke verbeterpunten zien zij?
10. Hoe ervaren docenten de globaal uitgewerkte producten en welke verbeterpunten zien zij?
11. Hoe ervaren leerlingen het gedeeltelijk/ volledig uitgewerkte product en welke suggesties ter verbetering hebben zij voor het komen tot de eindproducten?
12. Hoe beoordelen leerlingen het gedeeltelijk/ volledig uitgewerkte product ten opzichte van reguliere lessen?

Het onderzoek bestaat uit vier cycli van evaluatie en aanpassing (zie figuur 2). In figuur 2 is schematisch weergegeven welke cycli er zijn opgenomen en tot welke onderzoeksfase deze behoren. In de eerste cyclus is het eerste productvoorstel is voorgelegd aan vakdidactici waarop het is uitgebreid en aangepast. In de tweede cyclus is het globaal uitgewerkte product voorgelegd aan docenten. Op basis van de tips en feedback die zij geven is er een volledig product samengesteld. In de derde cyclus is dit volledige product voorgelegd aan een viertal leerlingen. De feedback die zij hebben voorzien is als input gebruikt voor het samenstellen van het volledig uitgewerkte product. Dat eindproduct is in de vierde cyclus uitgetest in een hele klas leerlingen. De evaluatie van de leerlingen is gebruikt om tot een eindproduct te komen. Het voorleggen van de producten aan de participanten vormt een basis voor het trekken van conclusies over het ontwikkelde product. De in figuur 2 weergegeven cycli leiden niet alleen tot een eindproduct wat direct inzetbaar is in de onderwijspraktijk. Ook hebben de cycli tot doel het vergaren van kennis over het nieuwe ontwerp: het gebruik van VR voor virtueel veldwerk in de aardrijkskundeles. Gedurende het proces zijn er resultaten over de vergaarde kennis en het productvoorstel gegenereerd. Na het doorlopen van de cycli is het onderwerp voor de laatste keer aangepast zodat er een eindproduct ontstaat. Op basis van het uiteindelijke productvoorstel en de verkregen kennis over het gehele proces worden een conclusie en discussie gebaseerd.



**Figuur 2 – Schematische weergave onderzoeksfasen**



Het is belangrijk te vermelden dat het educatief ontwerp niet steeds in zijn geheel is aangepast. Op basis van de aanbevelingen van de participanten zijn er steeds bepaalde delen van het productvoorstel aangepast. De aanpassingen die zijn gedaan worden vermeld in hoofdstuk 4. De verschillende componenten die zijn aangepast zijn te categoriseren naar het curriculaire spinnenweb (zie figuur 3).

**Figuur 3 – Curriculaire spinnenweb**



Bron: Van den Akker, 2003.



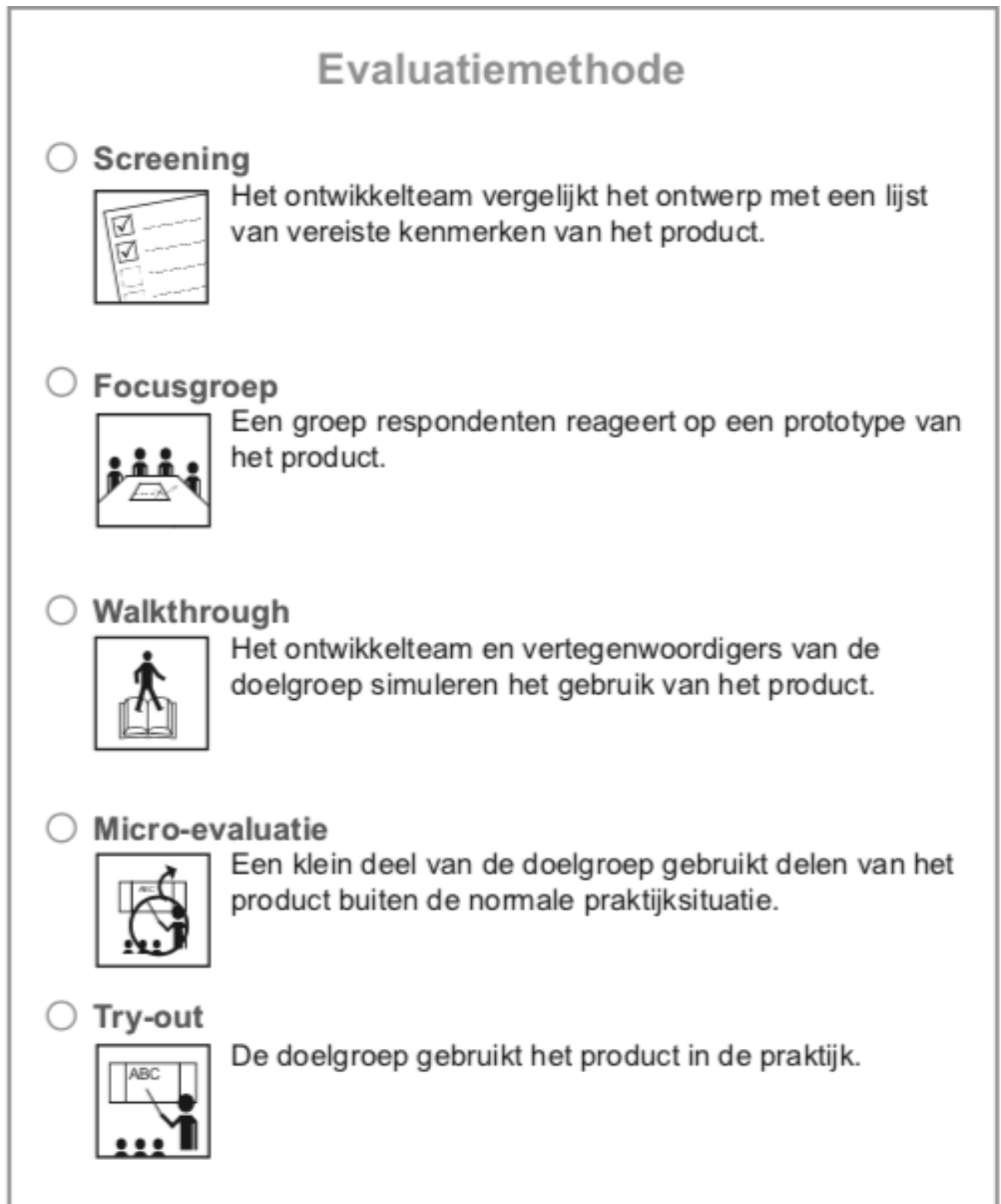
### 2.3.1. Dataverzamelingmethoden

De feedback van de participanten, welke de basis vormt voor dit onderzoek, komt voort uit semigestructureerde interviews. Het voorgelegde productvoorstel vormt de input voor het interview. Er is de participanten naar hun bevindingen gevraagd. Zodoende zijn er aan de participanten vragen gesteld als “Wat is je mening ten aanzien van de leerdoelen?”, “Draagt dit bij aan een verrijking van de leerstof?” en “In hoeverre dragen de leeractiviteiten bij aan de leerdoelen?”. Deze interviews zijn samengevat en als bijlage opgenomen. De samenvattingen van de interviews zijn geanalyseerd en op basis daarvan zijn er conclusies genoteerd over het voorgelegde productvoorstel.

Niet alleen vormen de interviews de input voor het uitbreiden en aanpassen van de productvoorstellen. Ook zijn de productvoorstellen middels verschillende evaluatiemethoden door de respondenten beoordeeld. Bij ontwerponderzoek wordt vaak gebruik gemaakt van een combinatie van verschillende evaluatiemethoden. De gehanteerde evaluatiemethodes zijn afkomstig uit het onderzoek van Nieveen, Folmer en Vliegen (2012) en te zien in figuur 4. In ieder deel van het onderzoek (zie figuur 2) is er een andere evaluatiemethode toegepast. Hoofdstuk 4, waar de resultaten van iedere cyclus worden weergegeven, is opgezet naar de desbetreffende evaluatiemethode. Hieronder wordt beschreven welke uit figuur 4 afkomstige evaluatiemethode er in welke cyclus is gehanteerd.

- Cyclus 1: Het voorleggen aan vakdidactici heeft plaatsgevonden op basis van een walkthrough. Aan de vakdidactici is het productvoorstel voorgelegd en stapsgewijs doorgenomen.
- Cyclus 2: Het productvoorstel is voorgelegd aan docenten. Aan de hand van een ‘walkthrough’ hebben de docenten het product geëvalueerd. De onderzoeker heeft hen er doorheen gepraat. Daarnaast hebben enkele docenten het product globaal uitgetest. Dit valt onder de methode ‘micro-evaluatie’.
- Cyclus 3: In de derde cyclus is het productvoorstel voorgelegd aan een viertal leerlingen. Dit vond plaats buiten de reguliere lestijden om. De gehanteerde evaluatiemethode is ‘micro-evaluatie’.
- Cyclus 4: In de vierde en laatste cyclus heeft een klas van 22 leerlingen uit 5 VWO het productvoorstel uitgeprobeerd. Middels een feedbackformulier is aan hen gevraagd hoe zij het product hebben ervaren. De doelgroep heeft het product in de praktijk gebruikt. Dit valt onder de evaluatiemethode “try-out”.

**Figuur 4 – Evaluatiemethoden**



Bron: Nieveen, N., Folmer, E., & Vliegen, S. (2012). Het evaluatiematchboard. Enschede: SLO.

### 2.3.2 Participanten

Om dit onderzoek vorm te geven is er een beroep gedaan op verschillende groepen participanten. Respectievelijk zijn dit vakdidactici, docenten aardrijkskunde en leerlingen uit de bovenbouw van Havo of VWO die eindexamen doen in aardrijkskunde. De keuze is gemaakt om als eerste vakdidactici te betrekken in het onderzoek. De eerste versie van het productvoorstel is namelijk gebaseerd op literatuur. De verwachting is dat vakdidactici van de groepen respondenten het dichtst bij de theorie staan (Jochems, 2008). De tweede groep respondenten, de docenten aardrijkskunde, vormen het koppelstuk tussen theorie en praktijk. De leerlingen die de laatste groep respondenten vertegenwoordigen staan het dichtst bij de onderwijspraktijk en zijn degene die uiteindelijk moeten leren. Deze leerlingen zijn afkomstig uit de bovenbouw van Havo en VWO. Zoals in de inleiding is genoemd ligt hier de focus. Hier is het curriculum vaak het meest dichtgetimmerd waardoor er weinig tijd is op veldwerk te gaan (Verbeek, 2006). Bovendien is het virtueel veldwerk interessanter voor docenten om in te zetten gezien het aansluit bij de examenstof. In tabel 1 is weergegeven welke participanten er worden benaderd. In deze tabel is het eindproduct niet opgenomen in de kolom 'voorgelegd product'. Het eindproduct wordt immers samengesteld op basis van de feedback op het volledig uitgewerkte product, wat participantengroep 4A krijgt voorgelegd.

**Tabel 1 – Overzicht participanten**

Cyclus en naam	Functie	Voorgelegd product	Vorm voorleggen product
<b>1A. HP</b>	Vakdidacticus Universiteit Utrecht	Productvoorstel	Individueel
<b>1B. KO</b>	Vakdidacticus HAN	Productvoorstel	Individueel
<b>1C. PL</b>	Inhoudelijk expert Zuid-Amerika	Productvoorstel	Individueel
<b>2A. II</b>	Docent aardrijkskunde Revius Lyceum Doorn	Globaal uitgewerkt product	Individueel
<b>2B. ME</b>	Docent aardrijkskunde Revius Lyceum Doorn	Globaal uitgewerkt product	Individueel
<b>2C. TF</b>	Vakdidacticus Universiteit Utrecht	Globaal uitgewerkt product	Individueel
<b>2D. SS</b>	Docent aardrijkskunde Huizermaat Huizen	Globaal uitgewerkt product	Individueel
<b>3A. 4 leerlingen</b>	4 leerlingen 5 VWO Revius Lyceum Doorn	Gedeeltelijk uitgewerkt product	In tweetallen. 2 tweetallen
<b>4A. klas van 22 leerlingen</b>	22 leerlingen 5 VWO Revius Lyceum Doorn	Volledig uitgewerkt product	In tweetallen. 11 tweetallen

### 2.3.3 Betrouwbaarheid, validiteit & navolgbaarheid

In deze paragraaf wordt bediscussieerd hoe is getracht de betrouwbaarheid, validiteit en navolgbaarheid van dit onderzoek te waarborgen.

#### *Betrouwbaarheid*

Onder betrouwbaarheid wordt verstaan *“the absence of accidental errors and is often defined as reproducibility. For qualitative research this means virtual replicability.”* (Van den Akker, Gravemeijer, McKenny & Nievee, p.76). In dit onderzoek wordt er gepoogd betrouwbaarheid te waarborgen door de stappen die tot Educational Design Research behoren strak aan te houden. Van den Akker, Gravemeijer, McKenny en Nieveen (2006) stellen dan ook dat het ontwikkelingsproces ‘research-driven’ moet zijn. De gemaakte beslissingen moeten gebaseerd zijn op het onderzochte. Specifiek voor EDR is dit van belang. De onderzoeker is immers onderzoeker, ontwerper, evaluator en uitvoerder tegelijk. Objectiviteit van het onderzoek zou hiermee in het geding kunnen komen. Om zo objectief mogelijk te werk te gaan en de betrouwbaarheid deels te kunnen waarborgen is er gedurende het hele proces sprake van evaluatie:

*“A way to manage risk in design research is through the ongoing evaluation that should be part of design research. Thus, the nature of the evaluation plan must be an important consideration in evaluating design research. Specifically, is the formative evaluation plan sufficient for determining whether or not the design is moving toward better results and more insight at every stage in the design cycle?”* (Van den Akker, Gravemeijer, McKenny & Nieveen, 2006, p.162).

Zo worden de productvoorstellen tussentijds voorgelegd aan de thesisbegeleider. Deze bekijkt de voorstellen met een frisse en objectieve blik, waarop het onderzoek zal voortborduren. Daarnaast moet er gedurende het onderzoek systematisch worden gedocumenteerd. Wanneer er aan deze voorwaarden wordt voldaan is de kans op generaliseerbaarheid van de onderzoeksresultaten het grootst.

#### *Validiteit*

Het begrip validiteit heeft betrekking op de doeltreffendheid van het onderzoek. *“Het onderzoek meet wat de onderzoeker beoogd te meten”* (Sanders, 2013). In het kader van dit kwalitatieve onderzoek is het moeilijk vooraf uitspraken te doen over de validiteit. Het ontwerp vormt immers de basis voor het onderzoek. Er kunnen wel uitspraken worden gedaan over externe en interne validiteit. Externe validiteit betreft de mogelijkheid om resultaten naar een andere context te generaliseren (Sanders, 2013). Resultaten afkomstig uit het voorbereidend literatuuronderzoek zijn contextonafhankelijk en kunnen worden gegeneraliseerd. Het ontwerponderzoek is echter zeer contextafhankelijk. Zoals gezegd is de kans groter dat onderzoeksresultaten gegeneraliseerd kunnen worden wanneer de stappen van Educational Design Research strikt zijn aangehouden. Wanneer de onderzoeksresultaten niet gegeneraliseerd kunnen worden, kunnen de gevonden ontwerpprincipes kunnen wel als richtlijn worden gebruikt bij een volgend ontwerp (Van den Akker, Gravemeijer, McKenny & Nieveen, 2006).

Interne validiteit is de mate waarin het redeneren binnen het onderzoek correct is uitgevoerd (Sanders, 2013). Bij het ontwerponderzoek is er een kanttekening te plaatsen wat betreft de interne validiteit.

### *Navolgbaarheid*

Binnen ontwerponderzoek zijn reproduceerbaarheid en generaliseerbaarheid niet de belangrijkste doelen. Ontwerponderzoek is immers zo contextafhankelijk dat reproduceerbaarheid en generaliseerbaarheid moeilijk na te streven zijn. Daarentegen is navolgbaarheid van het onderzoek zeer belangrijk. Het is vooraf niet vast te stellen hoe een ontwerponderzoek verloopt. Des te belangrijker is het duidelijk te beschrijven wat de situatie is en op basis waarvan er bepaalde beslissingen worden genomen. De systematische dataverzameling draagt bij aan het vergroten van de navolgbaarheid (Van den Akker, Gravemeijer, McKenny & Nieveen, 2006). Om de navolgbaarheid te waarborgen zijn alle onderzoeksresultaten, zoals ingevulde leerlingenboekjes, feedback van experts en versies van het productvoorstel als bijlage opgenomen. In het resultatenhoofdstuk wordt er uitgebreid gerapporteerd over het verloop van het onderzoek en de gemaakte keuzes refererend naar de onderzoeksresultaten.

#### 2.3.4 Criteria voor kwaliteit ontwerp

In dit onderzoek luidt de hoofdvraag “Wat zijn de kenmerken van een consistent, relevant, uitvoerbaar en effectief ontwerp voor virtueel veldwerk met Virtual Reality bij aardrijkskunde?”. Om een concreet antwoord te kunnen formuleren op deze vraag is het van belang te definiëren wat er onder de genoemde begrippen wordt verstaan, en op welke manier deze meetbaar gemaakt kunnen worden. Deze vier begrippen worden vaak bij Educational Design Research om de kwaliteit van een ontwerp te bepalen en om te kijken hoe de kwaliteit verhoogd kan worden. De genoemde begrippen consistentie, relevantie, uitvoerbaarheid en effectiviteit zijn afkomstig uit de formatieve evaluatie. In het kader van Educational Design Research luidt de betekenis van formatieve evaluatie als volgt:

*“A systematically performed activity (including research design, data collection, data analysis, reporting) aiming at quality improvement of a prototypical intervention and its accompanying design principles.”* (Plomp & Nieveen, 2013, p.158).

De bij formatieve evaluatie horende begrippen consistentie, relevantie, uitvoerbaarheid en effectiviteit hebben tot doel het een indruk krijgen van de kwaliteit van een ontwerp, alsook het ontwikkelen van ideeën voor het verbeteren van de kwaliteit van het ontwerp (Nieveen, Folmer & Vliegen, 2012). Onder de begrippen wordt het volgende verstaan:

- Consistentie: Het product zit logisch in elkaar.
- Relevantie: Het product voorziet in behoefte en is gebaseerd op recente inzichten.
- Uitvoerbaarheid: Het product is bruikbaar in de situatie waarvoor het is bedoeld.
- Effectiviteit: Werken met het product leidt tot het gewenste resultaat.

### 3. Resultaten van het voorbereidend onderzoek

In dit gedeelte van het rapport wordt de theoretische grondslag gelegd voor het uitvoeren van het ontwerponderzoek ontwerpstudie. De focus ligt op literatuur over veldwerk en het inzetten van Virtual Reality voor educatieve doeleinden. Er wordt aangenomen dat de ontwerpprincipes geldend voor regulier veldwerk of virtueel veldwerk mee te nemen zijn naar het ontwerpen van virtueel veldwerk met VR. De structuur van de rapportage is opgezet naar de zeven deelvragen zoals deze in het methodisch hoofdstuk zijn genoemd. De resultaten van dit voorbereidend onderzoek vormen het antwoord op deelvraag 8 en zijn het fundament voor het eerste productvoorstel. De voorlopige ontwerpprincipes die blijken uit de literatuur nodig zijn voor het samenstellen van het eerste productvoorstel. Deze zijn in de tekst dikgedrukt aangegeven.

#### 3.1 Kenmerken veldwerk

##### *Deelvraag 1: Wat zijn de kenmerken van goed veldwerk 'buiten in het veld'?*

Binnen de schoolaardrijkskunde vormt veldwerk een belangrijk hoofdbestanddeel (Oost, De Vries & Van der Schee, 2012). Onder veldwerk wordt verstaan “undertaking learning activities in outdoor settings, linked with particular curriculum subjects” (Rickinson, Dillon, Teamey, Morris, Choi, Sanders & Benefield, 2004). Doordat het veldwerk in een andere setting dan het klaslokaal plaatsvindt blijven de kennis en ervaringen die de leerlingen opdoen beter hangen. Uit het onderzoek van Dillon, Rickinson, Teamey, Morris, Choi, Sanders en Benefield (2006) blijkt dat aardrijkskundig veldwerk de in de klas opgedane kennis en vaardigheden aanvult. Een voorwaarde is dat het veldwerk goed is voorbereid en georganiseerd en dat het goed past in de lessenreeks (**Veldwerk moet geïntegreerd zijn in de lessenreeks - 1**). Een losstaande opdracht zonder uitgebreide voor- en nabespreking en losstaand van de op dat moment behandelde stof leidt tot een kleinere leeropbrengst dan een goed geïntegreerde opdracht. Ook draagt veldwerk dan niet bij aan een diepe leerervaring en blijven er ‘learning opportunities’ liggen. Het veldwerk staat dan los van de lessenserie en is een ‘stand-alone experience’ waardoor leerlingen de opgedane kennis niet direct kunnen toepassen en het veldwerk minder waardevol is. Hoe beter de relatie tussen het veldwerk en het curriculum, hoe meer betekenisvol het veldwerk is (Taylor, 2005). Het is aan de docent het veldwerk goed te integreren in de lessenserie. Tevens moet het veldwerk aansluiten bij de doelgroep (**Veldwerk moet aansluiten bij de doelgroep - 2**). Wanneer leerlingen uitgedaagd en gemotiveerd worden zal de leeropbrengst het grootst zijn. In het ontwerp moet er rekening worden gehouden met de grens tussen uitdaging en overdaad (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013).

Om veldwerk betekenisvol te maken is het van belang dat er een er link wordt gelegd tussen theorie en praktijk. Het is van belang dat leerlingen de in de klas geleerde theorie in de praktijk waarnemen, of de praktijkervaringen naderhand kunnen plaatsen aan de hand van theorie (Kisiel, 2006). (**Veldwerk moet theorie en praktijk aan elkaar verbinden - 3**). Aangezien veldwerk, mits goed aansluitend bij het curriculum, een bijdrage kan leveren aan het verwerven van kennis en vaardigheden stellen Rickinson et al. (2004) het volgende:

*“Fieldwork should be employed more widely and more frequently than is now the case because of potential learning, attitudinal, interpersonal and social outcomes.” (p.24).*

Vergeleken met een veldwerkopdracht verder van de school vandaan is veldwerk in de eigen omgeving logistiek en financieel gezien eenvoudiger te organiseren. Veldwerk uitgevoerd in de directe omgeving kan een bijdrage leveren aan het creëren van 'small environmentalists'. Dit zijn leerlingen die geografische kennis en vaardigheden opgedaan in de klas direct kunnen toepassen op de eigen leefomgeving. Door veldwerk te doen in de eigen omgeving en leerlingen op een onderzoekende manier de vraag "wat gebeurt er in jouw omgeving?" te laten beantwoorden wordt het bewustzijn over en de betrokkenheid bij de eigen omgeving vergroot (Kwan & Chan, 2004). Juist omdat veldwerk een meer onderzoekende manier van leren is dan leren in het klaslokaal, vormt het een geschikte manier om geografische kennis over de wereld te verwerven waarbij affectief en cognitief leren elkaar versterken. Bij het ontwikkelen van veldwerk is het dan ook van belang dat het zowel een affectieve als een cognitieve component heeft. **(Veldwerk moet zowel een affectieve als een cognitieve component hebben – 4)**. Leerlingen moeten iets te denken en iets te doen hebben. Ook kan het doen van veldwerk kan leiden tot individuele groei en het ontwikkelen van sociale vaardigheden. Leerlingen zijn bij veldwerk namelijk meer op zichzelf aangewezen dan in het klaslokaal waardoor ze een beroep moeten doen op hun eigen capaciteiten (MacKenzie & White, 1982).

Enkel het laten kijken naar plaatsen en het kennismaken met nieuwe lesmethoden leidt niet tot een relevante opdracht. Veldwerk moet theorie en praktijk aan elkaar verbinden. Het bezoeken van de plaats moet ondersteunend zijn voor het grotere doel (Taylor, 2005). **(Veldwerk moet een duidelijk doel hebben wat groter is dan het bezoeken van een plaats op zich - 5)**. Door de veldwerklocatie koppelen aan aardrijkskundige theorie ontstaat een complete opdracht. Wat leerlingen zien in het veld kunnen ze koppelen aan die theorie. Dat draagt bij aan het verbeteren van geografische vaardigheden als het leggen van relaties binnen en tussen gebieden, het inzichtelijk maken van fysisch-geografische en sociaalgeografische processen en het vergelijken van gebieden (Harmsen, Krikke & Van der Schee, 2015). Bosschaart (2009, p. 242) noemt enkele voorbeelden van doelen die het hoofddoel van veldwerk zouden kunnen vormen:

1. *Leren kijken/waarnemen en je ergens een voorstelling van maken.*
2. *Leren kaartlezen.*
3. *Leren wat het is om gegevens te verzamelen en die te analyseren.*
4. *Het verbinden van theorie en praktijk.*
5. *Leerlingen in de gelegenheid brengen zich te verwonderen en vragen te stellen over de diversiteit in de wereld om hen heen.*

Het laatste punt wat Bosschaart (2009) hierboven noemt, verwondering, is een belangrijk element van goed veldwerk. **(Veldwerk is anders dan les in het klaslokaal en om die reden moet het 'iets nieuws' brengen dat tot verwondering leidt - 6)**. Wanneer zintuigen worden geprikkeld leidt dat tot een grotere motivatie bij leerlingen. Dat kan vervolgens weer resulteren in een grotere leeropbrengst. Dit kan door de eigen omgeving van de leerling opnieuw bijzonder te maken of door leerlingen in aanraking te laten komen met nieuwe plekken (Hovorka & Wolf, 2009, p.90).

*"Field courses offer students a specific and often new environment in which they can make meaning and construct knowledge through interactions and the environment itself.*

*An active field experience provides students to engage in supervised learning via first-hand experience, outside the constraints of the classroom setting.”*

Bij de eerste locatie moeten leerlingen eerst even de tijd krijgen om te wennen aan de locatie, even grasduinen. De brug slaan tussen theorie en praktijk is van latere orde (H. Palings, persoonlijke communicatie, mei 2019). **(Wanneer leerlingen zich verwonderen is het didactisch gezien sterk leerlingen even de tijd te geven om zich te verwonderen - 7).**

### 3.2 Vormen van Virtual Reality

*Deelvraag 2: Welke vormen van Virtual Reality voor educatieve doeleinden bestaan er?*

Om te kunnen beschrijven welke vormen van Virtual Reality voor educatieve doeleinden er bestaan is het ten eerste van belang onderscheid te maken in de soorten Virtual Reality. Iedere vorm van Virtual Reality kent immers een andere mate van immersie en daarmee ook een ander leereffect (Lee & Wong, 2008). In het onderzoek van Lee en Wong (2008) worden drie hoofdvormen onderscheiden.

De eerste vorm van Virtual Reality die wordt onderscheiden is de semi-immersive Virtual Reality, waarbij de gebruiker zich nog wel bewust blijft van de realiteit maar wel in aanraking komt met een virtuele wereld (Lee & Wong, 2008). Een voorbeeld is een vliegsimulatie waarbij er wordt nagebootst dat de gebruiker piloot is en het vliegtuig kan besturen. Ook racegames in arcadehallen zijn een voorbeeld van semi-immersive Virtual Reality. Zoals de naam al aangeeft is de mate van immersie hier ‘semi’, voor de helft. In de virtuele wereld wordt een representatie weergegeven van de werkelijkheid waarop de gebruiker invloed kan uitoefenen door bepaalde handelingen te verrichten. Het virtuele beeld wordt weergegeven op een vaststaand scherm en komt in beweging door handelingen van de gebruiker. Specifiek voor educatieve doeleinden, kijkend naar primair en voortgezet onderwijs, is er geen semi-immersive Virtual Reality materiaal beschikbaar. Simulators zijn kostbaar, groot en worden voornamelijk ingezet voor trainingsdoeleinden. Het beoogde leereffect is bij semi-immersive VR dan ook het aanleren en verbeteren van bepaalde handelingen welke vervolgens in de werkelijkheid worden toegepast (Gutiérrez, Mora, Díaz & González-Marrero, 2017).

Bij de tweede vorm van Virtual Reality, Augmented Reality, wordt er een virtuele laag over de realiteit geplaatst. Grafische objecten worden door middel van een device in de werkelijkheid geplaatst. Dit kan bijvoorbeeld met een hololens, een iPad of de camera van een mobiele telefoon. Een wel bekend voorbeeld is de Augmented Reality Game “Pokémon Go!”. Deze vorm van Virtual Reality wordt ook wel mixed reality genoemd (Lee & Wong, 2008). Anders dan semi-immersive Virtual Reality is Augmented reality goed inzetbaar voor educatieve doeleinden. Het is met name geschikt leerlingen zich een voorstelling te laten maken van een 2D-beeld in 3D. Door middel van het gebruik van een device kunnen 2D-beelden in 3D worden weergegeven. Hierbij kan worden gedacht aan de doorsnede van een vulkaan in 3D of de weergave van een menselijke torso in 3D. Ook aan vakken als natuurkunde en scheikunde kan Augmented Reality een bijdrage leveren. 2D-beelden zoals mechanische modellen of moleculen kunnen dan in 3D worden weergegeven. Het beoogde leereffect heeft betrekking op het verduidelijken van objecten of processen die in de werkelijke wereld voorkomen (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013). Omdat er enkel een virtuele laag over de werkelijkheid wordt geplaatst blijft de gebruiker zich bewust van de realiteit. De mate van immersie is daarmee laag (Lee & Wong, 2008).



Bij fully immersive Virtual Reality sluit de gebruiker zich door middel van een bril af van de realiteit. In de bril wordt een alternatieve realiteit weergegeven. Er is zelfs interactie mogelijk tussen de gebruiker en de virtuele wereld. Van de drie vormen van Virtual Reality beleeft de gebruiker bij fully immersive VR de grootste immersie. De gebruiker sluit zich immers het meest af van de omgeving en dompelt zich onder in een virtuele wereld (Lee & Wong, 2008). Van de drie vormen van VR bestaan er voor fully immersive Virtual Reality de meeste educatieve toepassingen. Doordat de immersie groot is, is het een doeltreffende manier om leerlingen bij een onderwerp te betrekken. Het beoogde leereffect van fully immersive VR is dan niet alleen het kennismaken met die andere werkelijkheid maar zeker ook het creëren van verwondering. Een voorbeeld van een educatieve toepassing van fully immersive VR is het bekijken van 360-graden foto's aan de hand van een bril die anders niet bezocht zouden kunnen worden (Gutiérrez, Mora, Diaz & González-Marrero, 2017).

### 3.3 Virtual Reality in relatie tot leeropbrengst

*Deelvraag 3: Hoe kan Virtual Reality in de aardrijkskundeles effectief bijdragen aan het vergroten van de leeropbrengst?*

Virtual Reality kan een bijdrage leveren aan een hoge leeropbrengst. Onder leeropbrengst wordt verstaan 'het nieuw geleerde'. Het gaat hierbij om nieuw opgedane kennis en vaardigheden. Een hoge leeropbrengst heeft zodoende betrekking op een grote hoeveelheid nieuw opgedane kennis en vaardigheden. In dit gedeelte worden enkele manieren genoemd hoe virtueel veldwerk met Virtual Reality bij aardrijkskunde kan bijdragen aan een vergrote leeropbrengst. Leeropbrengst is een term die kan worden verbonden aan een opdracht of aan een leerling, maar ook aan een docent of aan een school als geheel (Vink, Smulders & De Grijter, 2008). In het kader van dit onderzoek zal de term 'leeropbrengst' betrekking hebben op de Virtual Reality opdracht.

Uit de onderzoeken van Shute, Rahimi en Emihovic (2017) en Gutiérrez, Mora, Diaz en González-Marrero (2017) is gebleken dat er een sterke samenhang bestaat tussen de mate van immersie en de leeropbrengst. Wanneer de immersie groot is, is de kans op een 'flow' bij leerlingen groter. Een flow is een leerervaring met hoge leeropbrengst, ontstaan door een combinatie van uitdaging en het inzetten van vaardigheden. Dit kan de intrinsieke motivatie sterk vergroten, en dat is wenselijk wanneer VR wordt ingezet voor educatieve doeleinden (Shute, Rahimi & Emihovic, 2017, p.72). Bovendien stellen Shute, Rahimi en Emihovic (2017, p. 72): "Het gebruik van Virtual Reality zou moeten aanzetten tot een actieve leerhouding, en op die manier kan het een betere, diepere leerervaring faciliteren.". **(Virtual Reality moet aanzetten tot een actieve leerhouding – 8)**. Onder een diepe leerervaring wordt verstaan: *"Involving the relating of knowledge to situations, hypothesizing scenarios and reflecting on outcomes. Interactive assessments can therefore help develop deeper, more constructive objectives"* (Anderson, 2013, p.386).

Productieve vaardigheden uit de taxonomie van Bloom zijn analyseren, evalueren en creëren (Anderson & Krathwol, 2001). Onder reproductieve vaardigheden wordt verstaan: onthouden, begrijpen en toepassen (Anderson & Krathwol, 2001). Anderson (2013) stelt dat de reproductieve vaardigheden uit de taxonomie van Bloom leerlingen niet aanzetten tot 'diep leren'. Leerlingen moeten niet alleen kennis consumeren. *"Assessments should require students to transform their knowledge actively, not simply repeat it."* (Anderson, 2013, p.386).

**(Opdrachten die het creëren van een diepe leerervaring tot doel hebben moeten gericht zijn op de constructivistische leerdoelen welke zich hoger in de taxonomie van Bloom bevinden - 9).** Aangezien het educatief ontwerp een hoge leeropbrengst en daarmee een diepere leerervaring tot doel heeft, is er besloten dit onderzoek in te perken tot fully immersive VR. Deze vorm van Virtual Reality kent immers de grootste mate van immersie.

Wat geldt voor veldwerk buiten geldt veelal ook voor virtueel veldwerk met VR. Het toverwoord bij het vergroten van de leeropbrengst door middel van VR is namelijk verwondering. Trouwborst en Kleinhuis (2013) stellen in hun onderzoek dat de meerwaarde van het inzetten van technologie, zoals VR, in de aardrijkskundeles het verwonderings- en verrassingselement is. **(Het eerste beeld wat de leerlingen te zien krijgen moet verwondering oproepen - 10).** Wellicht is het een voor hen onbekende plek waarover verwondering bestaat. Het verrassingselement heeft betrekking op de opdracht zelf. **(Waar de leerlingen uitkomen en wat ze op de locaties moeten doen, blijft tot op het laatste moment een verrassing - 11).** Hoe sterker het verwonderings- en verrassingselement, des te groter de motivatie om het virtueel veldwerk uit te voeren en des te groter het leerrendement.

### 3.4. Voordelen van virtueel veldwerk

*Deelvraag 4: Welke voordelen levert virtueel veldwerk op ten opzichte van regulier veldwerk?*

De toepassing van virtueel veldwerk in een educatieve setting is makkelijker geworden als gevolg van technologische ontwikkelingen. Computers en mobiele telefoons zijn steeds krachtiger geworden en foto's gemaakt met een 360-graden camera kunnen zelfs worden getoond op een reguliere computer of mobiele telefoon (Stojšić, Džigurski, Maričić, Bibić & Vučković, 2016). Ten opzichte van regulier veldwerk kent virtueel veldwerk ook een aantal voordelen. Deze voordelen van virtueel veldwerk kunnen worden meegenomen bij het ontwikkelen van virtueel veldwerk met VR. Belangrijk bij het ontwikkelen van virtueel veldwerk met VR, is dat de voordelen van virtueel veldwerk ten opzichte van regulier veldwerk worden benut. **(De voordelen van virtueel veldwerk ten opzichte van regulier veldwerk moeten worden benut – 12).** In dit gedeelte van het voorbereidend onderzoek worden een aantal van die voordelen benoemd.

Een voordeel van virtueel veldwerk in het algemeen is dat het praktisch is ten opzichte van regulier veldwerk. Virtueel veldwerk is goedkoop, kent geen logistieke uitdagingen, is flexibel, kost weinig tijd qua organisatie en in de les, en het is ook nog eens interactief (Harmsen, Krikke & Van der Schee, 2015). Shute, Rahimi en Emihovic (2017) stellen daarnaast dat het gebruik van moderne technieken in de klas, zoals bijvoorbeeld virtueel veldwerk met Virtual Reality, leidt tot een grote motivatie bij leerlingen. Het gebruik van VR is iets anders en iets nieuws. Daarmee heeft het een voordeel ten opzichte van regulier veldwerk. Leerlingen zijn nieuwsgierig en gewillig om de nieuwe werkvorm uit te proberen. Virtueel veldwerk alsook het gebruik van VR maakt het mogelijk dingen uit te proberen in de virtuele omgeving die in een werkelijke omgeving niet mogelijk zijn. Bovendien werkt het motiverend dat leerlingen een gevoel van immersie ervaren en zelf de hoofdpersoon zijn in het virtueel veldwerk (Gutiérrez, Mora, Diaz & González-Marrero, 2017). Taylor (2005) voegt daaraan toe dat virtueel veldwerk geen veiligheidsrisico's kent, niet afhankelijk is van het curriculum en niet weersafhankelijk is. Favier en Booden (2019) stellen dat docenten aan de hand van virtueel veldwerk de buitenwereld het klaslokaal in kunnen halen, met een kleine investering.

Een ander voordeel van virtueel veldwerk ten opzichte van regulier veldwerk is dat je plaatsen kunt bezoeken die voor gewoon veldwerk te ver weg, ontoegankelijk of te gevaarlijk zijn. Voorbeelden zijn een favela in Rio de Janeiro of een kopermijn in Chili. Bovendien kunnen er in een kort tijdsbestek grote afstanden en tijdspannen worden afgelegd. Virtueel veldwerk kan leerlingen dus meer bieden dan een momentopname. Bij regulier veldwerk is dat niet het geval. Ten opzichte van regulier veldwerk heeft virtueel veldwerk ook het voordeel dat het mogelijk is om een plaats voorafgaand aan het daadwerkelijke veldwerk te bezoeken, als voorbereiding. Wanneer leerlingen van tevoren rond kunnen kijken op de veldwerklocatie vormen zij zich daar al een beeld van en kunnen ze gericht op onderzoek gaan (Favier & Booden, 2019).

### 3.5 Beperkingen virtueel veldwerk

*Deelvraag 5: Welke beperkingen kent virtueel veldwerk waardoor inzetbaarheid in de aardrijkskundele mogelijk wordt belemmerd?*

Niettegenstaande de voordelen die virtueel veldwerk kent ten opzichte van regulier veldwerk, zijn er ook een aantal beperkingen te benoemen. Zo gaan er met het inzetten van nieuwe technologische middelen in een educatieve setting ook uitdagingen gepaard. Betrokken docenten moeten bekend zijn met het toepassen van virtueel veldwerk in de les. Echter, een groot aantal Nederlandse aardrijkskundedocenten geeft aan hier niet voldoende mee bekend te zijn. Het klaarzetten en het op de juiste manier installeren van de devices van de leerlingen kan daardoor een hele uitdaging zijn (Harmsen, Krikke & Van der Schee, 2015). Een ander technisch nadeel is dat er voor bepaalde vormen van virtueel veldwerk, zoals een VR-veldwerkonderzoek, mobiele telefoons nodig zijn met een grote capaciteit. Echter hebben niet alle leerlingen een telefoon met voldoende capaciteit om een virtueel veldwerkonderzoek te laten draaien of om de beelden scherp genoeg weer te geven. Deze leerlingen worden dan onbedoeld uitgesloten van de opdracht (Favier & Booden, 2019). Een andere beperking van virtueel veldwerk, specifiek voor veldwerk met VR, is het feit dat de VR-beelden duizeligheid kunnen veroorzaken. Dit is mogelijk wanneer de beelden niet goed gekalibreerd zijn met de beweging van het hoofd. Een gemiddeld virtueel veldwerk met VR, bijvoorbeeld aan de hand van 360-graden beelden van Google, kan dit veroorzaken. Leerlingen kunnen een gevoel van wagenziekte ervaren en kunnen dan niet langer deelnemen aan de expeditie. Om duizeligheid zoveel mogelijk te voorkomen moet het kijken naar de VR-beelden ingeperkt worden tot 20 minuten (Favier & Booden, 2019). **(Het kijken naar VR-beelden moet worden ingeperkt tot 20 minuten - 13).**

Een voordeel van het inzetten van virtueel veldwerk met VR is dat je een 'wow-effect' kunt creëren bij leerlingen. Het nadeel is echter dat de grens tussen het wow-effect en overladenheid dun is. Leerlingen ontvangen gedurende virtueel veldwerk veel, vaak nog onbekende informatie. Leerlingen moeten informatie uit meerdere bronnen analyseren, omgaan met de technische uitdaging van de nieuwe werkvorm en dan ook nog vragen beantwoorden. Dat vereist een zekere mate van multitasking. Leerlingen kunnen overweldigd raken en daardoor afgeleid van de opdracht (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013). Het grootste nadeel van virtueel veldwerk ten opzichte van veldwerk buiten is het gebrek aan interactie. Interactie is in Virtual Reality na te bootsen, maar het verschilt toch van de realiteit. Zintuigelijke waarnemingen als geuren, geluiden en gevoelens zijn belangrijke factoren die bijdragen aan de effectiviteit van regulier veldwerk maar ontbreken bij virtueel veldwerk (Favier & Booden, 2019).

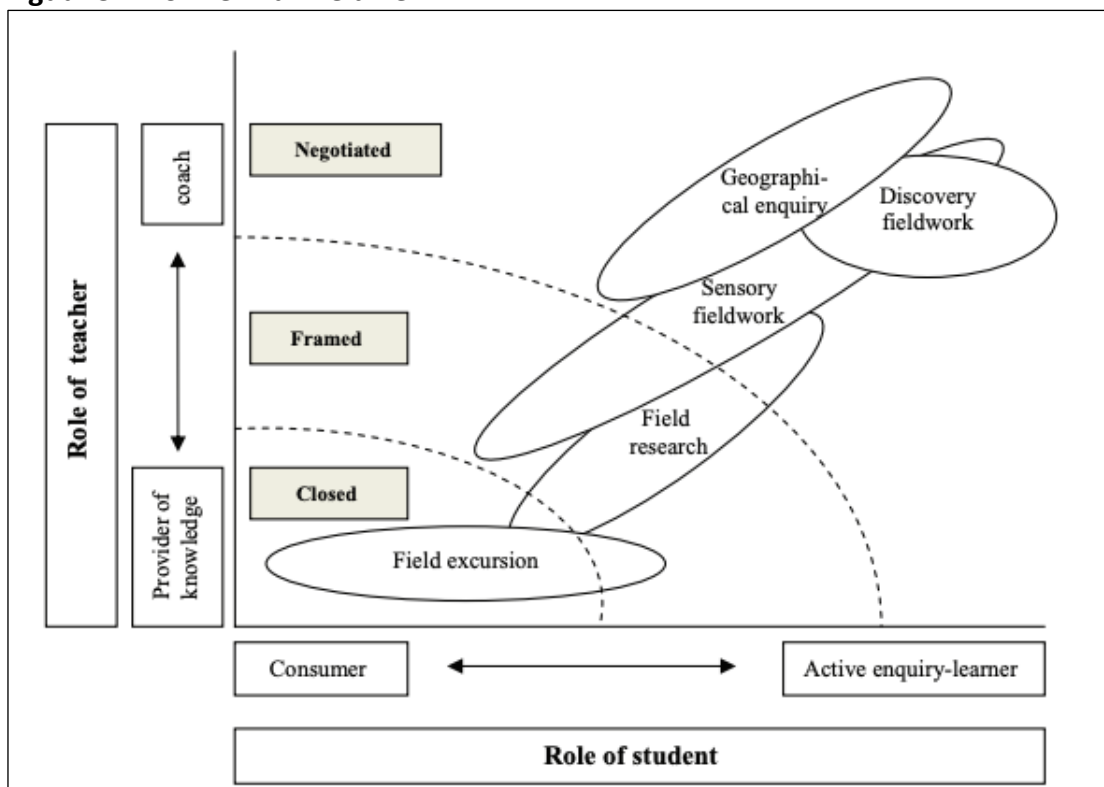
Ook is het met virtueel veldwerk niet mogelijk interactie aan te gaan met mensen op de bezochte locatie. In het opdrachtenboekje kunnen verhalen van mensen worden opgenomen en in het VR-beeld zijn tekstwolkjes te plaatsen, maar dat is echter niet hetzelfde als een interview met een lokale inwoner (Taylor, 2005). Het feit dat virtueel veldwerk weinig affectieve prikkels veroorzaakt, maakt dat het nog ontoereikend is voor het vervangen van veldwerk in de directe omgeving van de school, zo stellen Trouwborst en Kleinhuis (2013). Om plaatsen ver weg of onbegaanbaar te bezoeken vormt VR-veldwerk een goede mogelijkheid. Voor het bezoeken van plaatsen in de directe omgeving is virtueel veldwerk meer geschikt al het op een andere manier aanbieden van informatie.

### 3.6 Modellen voor virtueel veldwerk met VR

*Deelvraag 6: Aan de hand van welke modellen kan virtueel veldwerk met Virtual Reality worden vormgegeven?*

Veldwerk 'in het veld' kan op verschillende manieren aan de hand van verschillende modellen worden vormgegeven. De keuze voor de vorm van het veldwerk begint al bij de keuze voor het doel. Wanneer het virtueel veldwerk tot doel heeft leerlingen kennis te laten maken met een nieuwe omgeving is bijvoorbeeld de mate van sturing veel kleiner dan wanneer zij gerichte vragen moeten beantwoorden. Ook wat de rol van de leerling is in het veldwerk bepaalt de vorm. Leerlingen kunnen kennisconsumenten zijn of juist de onderzoeker in hun eigen veldwerkopdracht. Afhankelijk van de mate van sturing en de rol van de leerling kunnen er vijf vormen van veldwerk worden onderscheiden (Oost, De Vries & Van der Schee, 2011). In onderstaand figuur 5 zijn deze vijf vormen weergegeven.

**Figuur 5 – Vormen van veldwerk**



Tentative view on roles of teacher and student in different fieldwork strategies.

Bron: Oost, De Vries & Van der Schee, 2011, p.311.

In figuur 5 is te zien dat er onderscheid wordt gemaakt in vijf vormen van veldwerk. In de rest van deze paragraaf wordt er gekeken in hoeverre de vijf veldwerkmodellen inzetbaar zijn bij virtueel veldwerk met Virtual Reality. De eerste te onderscheiden vorm van veldwerk is die van 'geographical enquiry'. Zoals te zien is in figuur 5 is de rol van de docent hier minimaal. De leerlingen heeft bij deze vorm van veldwerk zelf de regie, van het opstellen van de onderzoeksvragen tot aan het uitvoeren van het onderzoek. Het doel van geographical enquiry fieldwork is het maken van connecties tussen de kennis die de leerling al heeft en nieuwe kennis en inzichten. Het leggen van verbanden is aan de leerling en vindt plaats op een onderzoekende manier (Oost, De Vries & Van der Schee, 2011). Geographical enquiry fieldwork is interessant maar voor virtueel veldwerk met VR niet geschikt. De mate van docentsturing is immers miniem, maar voor virtueel veldwerk met VR is wel enige docentsturing vereist. Leerlingen krijgen bij virtueel veldwerk met VR toch te maken met nieuwe lesmaterialen en technologie.

Dat er enige mate van docent sturing nodig is bij virtueel veldwerk met maakt dat discovery fieldwork ook ongeschikt is. In vergelijking tot de geographical enquiry is de leerling hier nog meer op zichzelf aangewezen: de leerling moet ook zelf het onderwerp bedenken. De leerling is niet bezig met onderzoekend leren, maar voert juist zelf het onderzoek uit (Oost, De Vries & Van der Schee, 2011). Deze vorm is dus niet geschikt voor virtueel veldwerk met VR omdat er geen docentsturing is. Daarnaast is het lastig uitvoerbaar een zelfstandig onderzoek te doen in een virtuele omgeving. De VR-beelden zijn statisch en je kunt je niet verplaatsen in de beelden.

Sensory fieldwork is de derde te onderscheiden vorm van veldwerk. De rol van de leerling alsmede de rol van de docent kan variëren. In het Nederlands aardrijkskundeonderwijs komt deze vorm van veldwerk niet veel voor. Er wordt bij deze vorm van veldwerk vooral ingezet op het affectieve aspect. Dat houdt in dat leerlingen opdrachten krijgen zoals ruiken, voelen en proeven. Aan de hand van zintuigelijke waarnemingen worden leerlingen zich bewust van een plaats en ontwikkelen ze daar een gevoel bij (Oost, De Vries & Van der Schee, 2011). Voor virtueel veldwerk met VR is deze vorm ongeschikt omdat er onvoldoende interactie met de omgeving mogelijk is.

Aan de andere kant van het spectrum staat met maximale docentsturing en de leerling als consument van kennis de 'field excursion'. Bij deze 'closed-enquiry' vorm van veldwerk wordt de leerling door de docent meegenomen op veldwerk (Oost, De Vries & Van der Schee, 2011). In tegenstelling tot de andere drie vormen van veldwerk is de field excursion wel geschikt voor virtueel veldwerk met VR. Bij een zogeheten 'VR-veldeexcursie' dragen de leerlingen een VR-bril die zij gedurende het veldwerk ophouden. De docent leidt de excursie en brengt de leerlingen van het ene beeld naar het andere. Op die manier wordt een traject afgelegd langs een aantal locaties. Leerlingen kunnen op elke locatie in alle richtingen kijken, wat de illusie geeft dat ze daarin vrij zijn. Wel kan de docent punten aanwijzen waar de leerlingen naar moeten kijken. De docent bepaalt wanneer er naar het volgende beeld gegaan wordt (Favier & Booden, 2019).

De laatste vorm van veldwerk is de 'field-research'. Field-research is minder docentgestuurd dan de field excursion. De leerlingen hebben een actievere rol in het leerproces. Er wordt aan de leerling een onderzoeksvraag voorgelegd en ze gaan zelf in het veld aan de slag om een antwoord op deze vraag te vinden (Oost, De Vries & Van der Schee, 2011). Een werkblad met hulpvragen kan de leerlingen helpen in de goede richting te onderzoeken. **(Voor virtueel veldwerk met VR waarbij leerlingen zelf aan de slag moeten, is 'field-research' geschikt - 14).** Vooraf krijgen de leerlingen een onderzoeksvraag en ze kunnen zelf door de beelden heen om een antwoord te formuleren. Field-research is een vorm van begeleid onderzoekend leren, oftewel guided enquiry. De weg naar het antwoord op de centrale vraag ligt open. Toch kan er niet van een open enquiry worden gesproken omdat er wel een centrale vraag gegeven is. Bovendien zijn de beelden en aanvullende materiaal zo vormgegeven dat ze leiden naar een antwoord op die centrale vraag (Favier & Booden, 2019). Het field-research model is in de rest van het onderzoek gehanteerd. Van de vijf veldwerkmodellen passen het field excursion en het field-research model het best erbij virtueel veldwerk met VR. Toch is de keuze gevallen op het field-research model. De leerling is hier het meest actief in het veldwerk.

### 3.7 Samenvatting ontwerpprincipes literatuuronderzoek

*Deelvraag 7: Welke ontwerpprincipes zijn er te herleiden uit de literatuur voor het ontwikkelen van een virtueel veldwerk?*

In het voorbereidend literatuuronderzoek zijn veertien ontwerpprincipes naar voren gekomen. Deze zijn hieronder weergegeven met een verwijzing naar de desbetreffende paragraaf. De ontwerpprincipes worden meegenomen bij het ontwerpen van het eerste productvoorstel.

1. Zorg dat het veldwerk goed is voorbereid en georganiseerd en dat het goed past in de lessenreeks (3.1).
2. Zorg dat het veldwerk aansluit bij de doelgroep (3.1).
3. Neem opdrachten op waarin theorie en praktijk aan elkaar verbonden worden (3.1).
4. Neem zowel een affectieve als een cognitieve component op in de opdracht (3.1).
5. Zorg dat het veldwerk een duidelijk doel heeft dat groter is dan het bezoeken van een plaats op zich (3.1).
6. Neem een element op wat het veldwerk onderscheidt van les in het klaslokaal. Veldwerk moet 'iets nieuws' brengen wat tot verwondering leidt (3.1).
7. Geef leerlingen bij de beelden even de tijd om zich te verwonderen (3.1).
8. Neem meerdere geografische werkwijzen op in de opdracht. Virtueel veldwerk met Virtual Reality moet aanzetten tot een actieve leerhouding (3.3).
9. Opdrachten die het creëren van een diepe leerervaring tot doel hebben moeten gericht zijn op de constructivistische leerdoelen welke zich hoger in de taxonomie van Bloom bevinden (3.3).

10. Het eerste beeld wat de leerlingen te zien krijgen moet verwondering oproepen (3.3).
11. Houdt de locaties en opdrachten nog even stil. Wat de leerlingen moeten doen, blijft tot op het laatste moment een verrassing (3.3).
12. De voordelen van virtueel veldwerk ten opzichte van regulier veldwerk worden benut (3.4).
13. Zorg ervoor dat het kijken naar de VR-beelden wordt ingeperkt tot 20 minuten, om duizeligheid te voorkomen (3.5).
14. Houdt als rode draad in het veldwerk de 'field-research' methode aan (3.6).

## 4. Resultaten ontwerponderzoek

Het ontwerponderzoek is schematisch weergegeven in figuur 3 (zie p.14) en is opgebouwd naar Plomp en Nieveen (2013). Het onderzoek bestaat uit vier ontwerpstappen of cycli waarmee tot een eindproduct gekomen kan worden. Gedurende het ontwerponderzoek worden deelvragen 8 tot en met 12, zoals weergegeven in hoofdstuk 2 beantwoord.

### 4.1 Formuleren productvoorstel

*Deelvraag 8: Op welke manier kunnen de voorlopige ontwerpprincipes worden ingezet om een productvoorstel te maken wat inzetbaar is in de praktijk?*

De ontwerpprincipes zoals voortgekomen uit het literatuuronderzoek worden in 4.1.1. genoemd en er wordt beschreven hoe deze zijn geoperationaliseerd in het eerste productvoorstel. Zo wordt er antwoord gegeven op deelvraag 8. Naast het antwoord op deze vraag wordt er in 4.1.2. beschreven hoe het eerste productvoorstel tot stand is gekomen.

#### 4.1.1 Ontwerpprincipes voorbereidend onderzoek

Uit het voorbereidend onderzoek is gebleken dat virtueel veldwerk voor- en nadelen kent. Om de voordelen goed te benutten en het veldwerk te laten bijdragen aan een verhoogde leeropbrengst bij leerlingen zijn er veertien ontwerpprincipes waaraan het te ontwikkelen virtueel veldwerk moet voldoen. Hieronder zullen de ontwerpprincipes uit het voorbereidend onderzoek nogmaals worden genoemd. Daarnaast zal er worden beschreven op welke manier deze ontwerpprincipes zijn ingezet bij het samenstellen van het eerste productvoorstel.

##### *Ontwerpprincipie 1: aansluiten bij lessenreeks*

Om ervoor te zorgen dat het virtueel veldwerk met VR goed aansluit in de lessenreeks en bij de stof is er gekozen het virtueel veldwerk in te bedden in de examenprogramma's Havo (2019) en VWO (2020). Taylor (2005) stelt namelijk dat een opdracht leidt tot een grotere leeropbrengst wanneer het aansluit bij de stof die op dat moment behandeld wordt. Er wordt in deze context bedoeld dat de werkwijzen en leerdoelen relevant zijn voor de leerlingen (zie bijlage 1a, p.2-3).

##### *Ontwerpprincipie 2: aansluiten bij doelgroep*

De te ontwikkelen opdracht moet aansluiten bij de doelgroep. Er moet een balans gevonden worden tussen overdaad en uitdaging voor een optimale motivatie bij leerlingen. Wanneer zij zich uitgedaagd voelen zal dat het grootste leereffect tot gevolg hebben (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013). Voor virtueel veldwerk is de doelgroep de bovenbouw van Havo en VWO. Er is voor deze doelgroep gekozen omdat het examenprogramma wat deze leerlingen volgen aan verandering onderhevig is. In 2012 is besloten dat domein D: regio Zuidoost -Azië plaats moet maken voor een nieuw onderwerp: regio Zuid-Amerika. De keuze voor een nieuw onderwerp zou volgens de examencommissie verfrissend moeten werken op het onderwijs. Zowel voor leerlingen als docenten is het een nieuw onderwerp. Werkvormen, lesmaterialen en video's over Zuidoost -Azië kunnen de kast in en moeten worden vervangen door nieuw materiaal over Zuid-Amerika. Een taak die met name op de schouders van docenten terecht komt. Natuurlijk kunnen docenten gebruik maken van de lesmethodes waarin het onderwerp Zuid-Amerika is uitgewerkt, maar het aantal werkvormen blijft daarmee beperkt.



Lesmaterialen over Zuid-Amerika die direct inzetbaar zijn in de les zijn schaars (Van der Schee, 2014). Om die reden is er gekozen “Zuid-Amerika” als onderwerp te nemen, met als doelgroep de bovenbouw van Havo en VWO.

#### *Ontwerpprincipe 3: koppelen van theorie en praktijk*

Met het veldwerk moeten de leerlingen theorie en praktijk aan elkaar kunnen verbinden. De theorie, afkomstig uit de examenprogramma's Havo (2019) en VWO (2020) wordt daarom in de 360-graden foto's weergegeven. De foto's vormen de praktijk. Er wordt gekozen voor een deductieve aanpak: de theorie uit het leerboek wordt aan de hand van foto's in de realiteit weergegeven.

#### *Ontwerpprincipe 4: cognitieve en affectieve component*

Zoals is gebleken uit het voorbereidend onderzoek, moet goed veldwerk bestaan uit een affectieve en een cognitieve component. Leerlingen moeten wat te zien en wat te doen hebben. In het eerste productvoorstel is dit ontwerpprincipe opgenomen door de leerlingen vragen te stellen (cognitief) en hen te laten rondkijken in de beelden en door de klas te bewegen (affectief).

#### *Ontwerpprincipe 5: doel*

Het is van belang dat veldwerk, dus ook virtueel veldwerk met VR, een doel heeft. Dit doel moet anders zijn dan het kennismaken met de nieuwe werkvorm en het bekijken van beelden in VR. In het leerlingenboekje zullen de doelen dan ook op de voorpagina worden opgenomen en deze zullen expliciet door de docent worden benoemd. Mogelijke doelen voor het virtueel veldwerk zijn afkomstig uit de examenprogramma's Havo en VWO. Het lijstje aan opties voor doelen (zie bijlage 1a, p.2-3) is voorgelegd aan vakdidactici, waarop er vervolgens een keuze is gemaakt.

#### *Ontwerpprincipe 6: veldwerk moet 'iets nieuws' brengen*

Veldwerk is anders dan les in het klaslokaal en om die reden moet het 'iets nieuws' brengen. Wanneer zintuigen worden geprikkeld leidt dat tot een grotere motivatie bij leerlingen. In het virtueel veldwerk met VR is het vernieuwende element het gebruik van het VR-materiaal. Daarnaast is het nieuw een kijkje te nemen in de Zuid-Amerikaanse stad.

#### *Ontwerpprincipe 7: tijd voor verwondering*

Verwondering is één van doelen van het veldwerk. Belangrijk is het dan ook leerlingen even de tijd te geven om zich te verwonderen. Om dit te waarborgen in het productvoorstel is er gekozen bij het eerste beeld nog geen diepgaande vragen te stellen. Leerlingen krijgen eerst de tijd even te grasduinen.

#### *Ontwerpprincipe 8: actieve leerhouding*

Het veldwerk moet aanzetten tot een actieve leerhouding. De kans op een diepe leerervaring is daarmee groter. Om leerlingen aan te zetten tot een actieve leerhouding zijn er in het veldwerk meerdere geografische werkwijzen betrokken. Zo moeten ze de beelden bekijken en analyseren, bron- en kaartmateriaal gebruiken en een model intekenen en dat vervolgens onderbouwen. Deze diversiteit aan opdrachten heeft tot doel de leerlingen te motiveren.

#### *Ontwerpprincipe 9: hogere leerdoelen van Bloom*

Om tot een diepere leerervaring te kunnen komen moeten de opdrachten gericht zijn op de constructivistische leerdoelen welke zich hoger in de taxonomie van Bloom bevinden. Het gaat hier om de doelen analyseren, evalueren en creëren. In het productvoorstel worden deze leerdoelen geïntegreerd door de leerlingen verschillend bronmateriaal te laten analyseren. Ook moeten ze evalueren wat ze van de situatie vinden en krijgen ze de opdracht een kaart van de stad te creëren.

#### *Ontwerpprincipe 10: verwondering*

Uit het literatuuronderzoek is gebleken dat, om leerlingen erbij te houden, het eerste beeld direct verwondering moet roepen. In het eerste productvoorstel is er dan ook gekozen een bekend beeld van Rio de Janeiro op te nemen wat de leerlingen wellicht kennen (zie bijlage 1a).

#### *Ontwerpprincipe 11: verrassingselement*

Om de motivatie en de betrokkenheid van leerlingen zo groot mogelijk te maken moet er een verrassingselement worden betrokken in het veldwerk. Waar de leerlingen uitkomen en wat ze op de locaties moeten doen blijft tot op het laatste moment een verrassing. In het leerlingenboekje zijn de namen van de bezochte locaties dan ook niet opgenomen.

#### *Ontwerpprincipe 12: voordelen VR benutten*

Om het virtueel veldwerk met VR relevant te maken is het van belang dat de voordelen van virtueel veldwerk ten opzichte van regulier veldwerk worden benut. In het productvoorstel worden er dan ook plaatsen bezocht die te ver of te gevaarlijk zouden zijn voor regulier veldwerk.

#### *Ontwerpprincipe 13: duur*

De duur van het virtueel veldwerk met VR moet worden beperkt tot 20 minuten. Op die manier kan duizeligheid worden voorkomen. In het productvoorstel wordt slechts een aantal beelden opgenomen waar de leerlingen om de beurt naar kijken. De maximale duur van 20 minuten wordt daarmee niet overschreden.

#### *Ontwerpprincipe 14: field-research*

Het veldwerkmodel dat gehanteerd kan worden voor het ontwikkelen van virtueel veldwerk met VR is het 'field-research' model. Er vindt een zekere mate van sturing door de docent plaats maar de leerlingen gaan wel zelf aan de slag. Het field-research model wordt gebruikt om de opdracht vorm te geven. De leerlingen krijgen een centrale vraag en opdracht. Ze gaan zelf in de beelden en aanvullende materialen op zoek naar het antwoord.

#### 4.1.2 Totstandkoming eerste productvoorstel

Het eerste productvoorstel is opgenomen in bijlage 1a. Bovengenoemde ontwerpprincipes zijn er in meegenomen. Kijkend naar het curriculaire spinnenweb van Van den Akker (zie figuur 3 op p.14) heeft het eerste productvoorstel betrekking op leerdoelen, leerinhoud en leeractiviteiten. Betreffende de criteria voor de kwaliteit van het ontwerp gaat het eerste productvoorstel in op consistentie. Er is voor een brede aanpak gekozen om een groot aantal mogelijkheden te kunnen voorleggen aan vakdidactici in stap 2. Zodoende zijn er in het eerste productvoorstel een groot aantal leerdoelen en werkwijzen opgenomen waaruit later een keuze moet worden gemaakt.

Zoals eerder is genoemd is er de keuze gemaakt Havo en VWO-bovenbouw als doelgroep te nemen, met als onderwerp regio Zuid-Amerika. In het examenprogramma over Zuid-Amerika komen zowel sociale als fysieke onderwerpen aan bod. Bij het ontwikkelen van lesmaterialen over Zuid-Amerika ligt het voor de hand om voor 'bekende onderwerpen' te kiezen als het Amazonegebied, ontbossing, mijnbouw, favela's of toeristische bestemmingen in Rio de Janeiro. Deze welbekende onderwerpen komen in de lesmethodes van De Geo, BuitenLand of De Wereld van sowieso aan bod, gezien het feit dat ze zijn opgenomen in het eindexamenprogramma Havo en VWO (College voor toetsen en examens, 2015). Des te interessanter is het om lesmateriaal te ontwikkelen waarin de relevante stof over Zuid-Amerika wordt toegepast, maar wat een minder clichématige invalshoek kent. In het lesmateriaal dat wordt ontworpen, wordt ingezet op "Beeldvorming over Zuid-Amerika". In de syllabus VWO 2020 (College voor toetsen en examens, 2015) staat beschreven dat leerlingen in staat moeten zijn tot het beschrijven van eigen en andermans beelden van de regio Zuid-Amerika, zo ook tot het aangeven hoe die beelden tot stand komen. Geografische werkwijzen die hierbij aansluiten:

- Beelden van Zuid-Amerika vanuit verschillende dimensies beschrijven en analyseren.
- Huidige beelden van Zuid-Amerika vergelijken met vroege beelden van Zuid-Amerika.
- Uitzonderingen op het algemene beeld van Zuid-Amerika beschrijven.

(College voor toetsen en examens, 2015, p. 28).

Een virtuele expeditie aan de hand van Virtual Reality kan een mooie ingang zijn om bij leerlingen een realistisch beeld van Zuid-Amerika te schetsen. In dit lesontwerp is ervoor gekozen te richten op de sociaalgeografische aspecten van Zuid-Amerika. De uitwerking van een sociaalgeografisch onderwerp is eenvoudiger omdat er meer foto's beschikbaar zijn voor het samenstellen van het virtueel veldwerk. Bovendien is het met fysiek geografische onderwerpen belangrijk om in- en uit te zoomen en processen op diverse schaalniveaus te bestuderen. Eerder zou de keuze dan vallen op een Google Earth opdracht waarbij makkelijk geschakeld kan worden, bijvoorbeeld tussen een plaatgrens als geheel (nationaal niveau) en het huis van iemand die aan de plaatgrens woont (lokaal niveau). Het nadeel van een veldwerk in Virtual Reality is dat er gebruik wordt gemaakt van Google Streetview, wat enkel gericht is op het lokale schaalniveau. Virtueel veldwerk leent zich om die reden minder goed voor het weergeven en bestuderen van fysieke processen. In dit lesontwerp voor een virtueel veldwerk ligt de focus dus op sociaalgeografische processen in Zuid-Amerika. Deze spelen zich af op plaatsen waar mensen zijn, en in de stad komen veel mensen bij elkaar. Aan het onderwerp "de ontwikkeling van de Zuid-Amerikaanse stad" zijn veel onderwerpen uit het examenprogramma Havo en VWO te relateren (College voor toetsen en examens, 2015).

In de VR-veldwerkexcursie wordt aan de hand van 360-graden foto's de ontwikkeling van de Zuid-Amerikaanse stad Rio de Janeiro behandeld. In het eerste productvoorstel is een overzichtskaart opgenomen waarin verschillende wijken en hoogteverschillen waar te nemen zijn. Er is voor Rio gekozen omdat deze stad in te passen is in de examenprogramma's Havo (Brazilië) en VWO (Zuid-Amerika). Er is via Google veel materiaal te vinden over Rio de Janeiro, wat de realisatie van het productvoorstel eenvoudiger maakt. Bovendien is Rio de Janeiro een stad die wellicht bekend is bij leerlingen vanwege het voetbal of de Olympische spelen. Beeldvormingsvraagstukken worden in dat geval des te interessanter. De opgenomen foto's zijn uitgekozen omdat ze allen inzicht geven in een bepaald deel van de stad (zie figuur 6 op p.40). Er is bewust voor foto's gekozen waarin veel activiteit waarneembaar is om aan het verwonderingsaspect bij te dragen.

Het eerste idee voor een verwerkingsopdracht bij deze foto's is zelf bedacht. De leerlingen gaan de locaties die zij zien in de VR-beelden op basis van kenmerken in de foto proberen in te tekenen in de plattegrond van de stad. Er is bewust gekozen voor fotolocaties die ver uit elkaar liggen en die contrasterend zijn.

## 4.2 Van productvoorstel naar globaal uitgewerkt product

### *Deelvraag 9: Hoe ervaren vakdidactici de productvoorstellen en welke verbeterpunten zien zij?*

In dit gedeelte van de resultaten wordt beschreven wat de uitkomsten zijn van de walkthrough aan vakdidactici HP, KO en PL. Ontwerpprincipes die gedurende de ontwerpcycli naar voren komen zijn dikgedrukt weergegeven. De focus lag in de eerste cyclus op de consistentie en op relevantie. De vragen die zijn opgenomen in het eerste productvoorstel zijn opgesteld om het interview met de vakdidactici te structureren (zie bijlage 1a, p. 6). Zoals in het methodisch hoofdstuk beschreven vinden de interviews met de experts op een semigestructureerde manier plaats met als input het productvoorstel. De vragen zijn opgesteld met als het doel de mening van de experts naar boven te krijgen, evenals tips om het productvoorstel verder uit te breiden en te specificeren. Aan vakdidactici wordt bijvoorbeeld gevraagd welke leerdoelen zij bij de opdracht vinden passen, welke verhaallijn er in de foto's aangebracht kan worden en welke mate van sturing er bij de opdracht past. Daarnaast wordt er aan hen gevraagd welke (didactische) kennis over regulier veldwerk er in te zetten is bij virtueel veldwerk met Virtual Reality. De aanpassingen die in deze cyclus zijn gedaan gaan over leerdoelen, leerinhouden en leeractiviteiten van het curriculaire spinnenweb (zie figuur 3, p.14). In bijlagen 2 (HP), 3 (KO) en 4 (PL) zijn samenvattingen van de interviews opgenomen. In de verwerking van de resultaten zal hier naar worden verwezen. Belangrijk om vooraf te noemen is dat aan vakdidacticus HP de eerste versie van het productvoorstel is voorgelegd (bijlage 1a). Uit het interview zijn zulke nuttige inzichten gekomen dat er is besloten het productvoorstel aan te passen naar de aanbevelingen van HP. Na deze aanpassing is het productvoorstel voorgelegd aan KO en PL. De aangepaste versie van het productvoorstel is te vinden in bijlage 1b. De aanbevelingen die de vakdidactici hebben aangedragen zijn verwerkt in het globaal uitgewerkt product, te vinden in bijlage 5.

#### 4.2.1 Ervaringen vakdidactici

##### *HP, vakdidacticus Universiteit Utrecht*

De eerste expert die heeft deelgenomen aan het onderzoek is HP. Voorafgaand aan het interview heeft HP het productvoorstel bestudeerd. Zijn eerste punt van aanbeveling is dat het niet mogelijk is alle genoemde leerdoelen in de opdracht te integreren. Het beste zou zijn om de focus te leggen op de volgende drie inhouden: geleding van de stad, stedelijke vraagstukken en beeldvorming. Kijkend naar de leerdoelen en werkwijzen zoals deze zijn genoemd in de syllabi van Havo en VWO, kunnen de volgende punten in het virtueel veldwerk naar voren komen, zo vertelt HP:

##### Kennis (leerdoelen)

- De leerling kan de stedelijke geleding van de Zuid-Amerikaanse stad beschrijven en verklaren.
- De leerling kan de stedelijke vraagstukken die spelen in de Zuid-Amerikaanse stad beschrijven en verklaren.

##### Vaardigheden (geografische werkwijzen)

- Wisselen van schaalniveau
- Wisselen tussen model en werkelijkheid

Qua verwerkingsopdracht geeft HP aan dat het sterk is om de leerlingen in verschillende wijken in de stad te laten rondkijken. Wijken die vooral verschillen op het gebied van sociaaleconomische status. Hij stelt “Als verwerkingsopdracht kunnen de leerlingen deze wijken intekenen in het model van de Zuid-Amerikaanse stad. Je zet dan in op de vaardigheid ‘het vergelijken van een model met de werkelijkheid’. Niet alleen tekenen ze de locatie in in het model, ook in een kaart van de stad. Vervolgens kunnen ze het model van de Zuid-Amerikaanse stad intekenen op de kaart van Rio de Janeiro. Je wil de leerlingen namelijk iets laten ontdekken, iets beeldvormends: klopt dat model nu met de werkelijkheid?” (bijlage 2, Int. HP, mei 2019). Het model waar HP naar verwijst is afkomstig uit Klaufus en Van Lindert (2016, p.147).

Wat betreft de sturing van de opdracht geeft HP aan dat het bijna in beton gegoten is. “Dat is nodig, want je wil dat de leerlingen iets leren over die stad. Je moet de observaties sturen om te zorgen dat de leerlingen gericht gaan kijken” (bijlage 2, Int. HP, mei 2019). **(Observaties moeten worden gestuurd om te zorgen dat leerlingen gericht gaan kijken - 15)**. Dat sturen kan volgens HP door leerlingen hun observaties te laten registreren, daarom moeten ze in tweetallen werken. Om een goede vergelijking te kunnen maken tussen de locaties moeten de leerlingen bij ieder observatiepunt naar dezelfde kenmerken kijken. Voorbeelden zijn bebouwing, activiteiten en sfeer. Zo worden de observaties gericht en gestuurd. Tot slot geeft HP aan de opdracht leuk te vinden. “De opdracht is heel geografisch. Het is leuk en er zit een goede lijn in.” (bijlage 2, Int. HP, mei 2019).

Na het interview met HP is er besloten het model van de Zuid-Amerikaanse stad, alsmede de bijbehorende leerdoelen en verwerkingsopdracht, op te nemen in het volgende productvoorstel. Dit productvoorstel is te vinden in bijlage 1b.

#### *KO, vakdidacticus en veldwerkexpert Hogeschool Arnhem-Nijmegen*

Aan KO is productvoorstel 1b voorgelegd. Het eerste dat ze aangeeft is dat, wat ik ook ontwerp, de leerdoelen en het eindproduct voor ogen moet houden. Dat is immers waar het uiteindelijk toe moet leiden. Het voornaamste doel is het leggen van een relatie tussen theorie en praktijk. KO stelt dat er bijvoorbeeld bij iedere foto een aantal begrippen worden gegeven die de situatie beschrijven. De vraag aan leerlingen is dan hoe de begrippen in de foto zijn terug te zien. “Leerlingen moeten zich aan de hand van het veldwerk een voorstelling kunnen maken van de werkelijkheid. Je mist het belevingsaspect en daarom moet je foto’s opnemen die de werkelijkheid zo goed mogelijk representeren. Het maakt niet uit als je voor willekeurige punten in de stad kiest, je kan beter voor de beste voorbeelden gaan.” (bijlage 3, Int. KO, mei 2019). **(Kies voor de beste voorbeelden waarin het meeste waar te nemen is – 16)**. Daarnaast geeft KO aan dat, wanneer je theorie uit de examenprogramma’s wil koppelen aan de foto’s, er een koppeling gemaakt moet worden tussen theorie en beleving. **(Maak een koppeling tussen theorie en beleving – 17)**. Aan de leerlingen kan worden gevraagd wat hen opvalt, wat de sfeer is of welk gevoel de foto bij hen oproept.

KO stelt verder: “Een extra dimensie die je kunt toevoegen is de fysieke omgeving. Deze ontbreekt nu in de opdracht. Het is mooi als je de leerlingen kunt laten inzien dat de opbouw van zo’n stad wordt bepaald door fysieke factoren. De favela’s liggen bijvoorbeeld op een helling en het rijke gedeelte langs de kust. Hierbij kun je sleutelvragen stellen als: ‘waarom liggen de favela’s op een helling?’.

Leerlingen moeten dan zelf op onderzoek uit.” (bijlage 3, Int. KO , mei 2019). Om de leerlingen bij de les te houden is het van belang niet alles voor te kauwen. In plaats van dat je leerlingen zegt waar ze zich in de stad bevinden, kun je ze dat zelf laten uitzoeken. Om de vragen te beantwoorden moeten de leerlingen dan wel in de beelden gaan kijken, zo vertelt KO . “Neem vragen op die alleen te beantwoorden zijn door de beelden te gebruiken.” (bijlage 3, Int. KO , mei 2019). **(Neem enkel vragen op die te beantwoorden zijn door de beelden te gebruiken – 18)**. De laatste tip die ze geeft gaat over extra bronmateriaal. “De opdracht krijgt extra diepgang wanneer leerlingen verschillende bronnen moeten analyseren. Bij de foto met de soldaten zou je bijvoorbeeld een krantenartikel kunnen opnemen over het ontruimen van de favela’s door het leger.” (bijlage 3, Int. KO , mei 2019).

#### *PL, Zuid-Amerika expert Universiteit Utrecht*

De laatste expert die in de eerste ronde is geraadpleegd is PL. PL is gespecialiseerd in vraagstukken in Zuid-Amerika. Het interview leidde dan ook tot relevante kennis over Rio de Janeiro Aan hem is productvoorstel 1b voorgelegd (zie bijlage 1b). Het eerste punt dat PL noemt over het productvoorstel is dat het model van de Zuid-Amerikaanse stad gebaseerd is op de Spaans gekoloniseerde stad. Rio de Janeiro is echter Portugees gekoloniseerd. Het model is, mede om die reden, niet toepasbaar op Rio de Janeiro. Volgens PL zullen de wijken wel grotendeels hetzelfde zijn. Hij raadt aan de opdracht toch zo te houden. Het doel is immers dat de leerlingen tot de conclusie komen dat het model van de Zuid-Amerikaanse stad niet klakkeloos op iedere stad te plakken is. Wat daar de achterliggende oorzaak van is, in dit geval dus de kolonisatie, is iets wat de leerlingen zelf uit kunnen vinden. “Aansluitend bij het model kan je inzoomen op de segregatie, de scheiding tussen arm en rijk. Als sub-onderwerp kun je daarbij nog inzoomen op de condominia en de gated communities. Op die manier breng je die scheiding goed in kaart.” (bijlage 4, Int. PL , mei 2019). Als toevoeging kunnen er satellietfoto’s opgenomen worden waarin de ontwikkeling van de stad goed te zien is. PL vertelt dat dat mooi waarneembaar is aan de hand van Google Timelapse. Dat zou ter inleiding gebruikt kunnen worden. Tot slot noemt PL nog een aantal plaatsen in Rio waarvan ik een beeld zou kunnen opnemen. Te weten: Portugese buurt, gated community, middenklasse woontorens, rijke gedeelte, favela wel en niet-gepacificeerd, olympische activiteiten en shopping malls. “Met die beelden heb je de ruimtelijke component te pakken die wij geografen graag willen zien, maar juist ook de beeldvorming. Je pakt steeds een ander element uit het model en laat dat zien.” (bijlage 4, Int. PL , mei 2019).

#### 4.2.2 Totstandkoming globaal uitgewerkt product

Op basis van de punten die de vakdidactici hebben genoemd is het globaal uitgewerkt product samengesteld (bijlage 5). Op de voorkant van het leerlingenboekje zijn ten eerste de leerdoelen en werkwijzen opgenomen, zoals die zijn gebleken uit het interview met HP. Er is besloten deze op de voorkant te zetten zodat leerlingen direct weten wat het doel is van de opdracht. Vervolgens wordt er uitgelegd hoe de opdracht in zijn werk gaat en wat de leerlingen moeten installeren. De opdracht sluit aan bij het ‘field-research’ model van Oost, De Vries en Van der Schee (2011). De leerlingen gaan uitzoeken of het model van de Zuid-Amerikaanse stad toepasbaar is op Rio de Janeiro. Om hen naar het goede antwoord te leiden is de opdracht gestuurd door middel van het leerlingenboekje. De opdracht kan worden gezien als ‘guided-enquiry’.

Zodoende gaan de leerlingen aan de hand van een VR-bril op bezoek op zes verschillende locaties, noteren kenmerken van die locaties, en tekenen de locaties in op de stadsplattegrond en in het model van de stad. De stadsplattegrond en het model van de Zuid-Amerikaanse stad zijn opgenomen als bron 1 en 2 in bijlage 5. Op aanraden van PL begint de opdracht bij de ontwikkeling van de stad als geheel. De leerlingen gaan via Google Timelapse bekijken hoe Rio de Janeiro de afgelopen 40 jaar gegroeid is (bijlage 5, p.3).

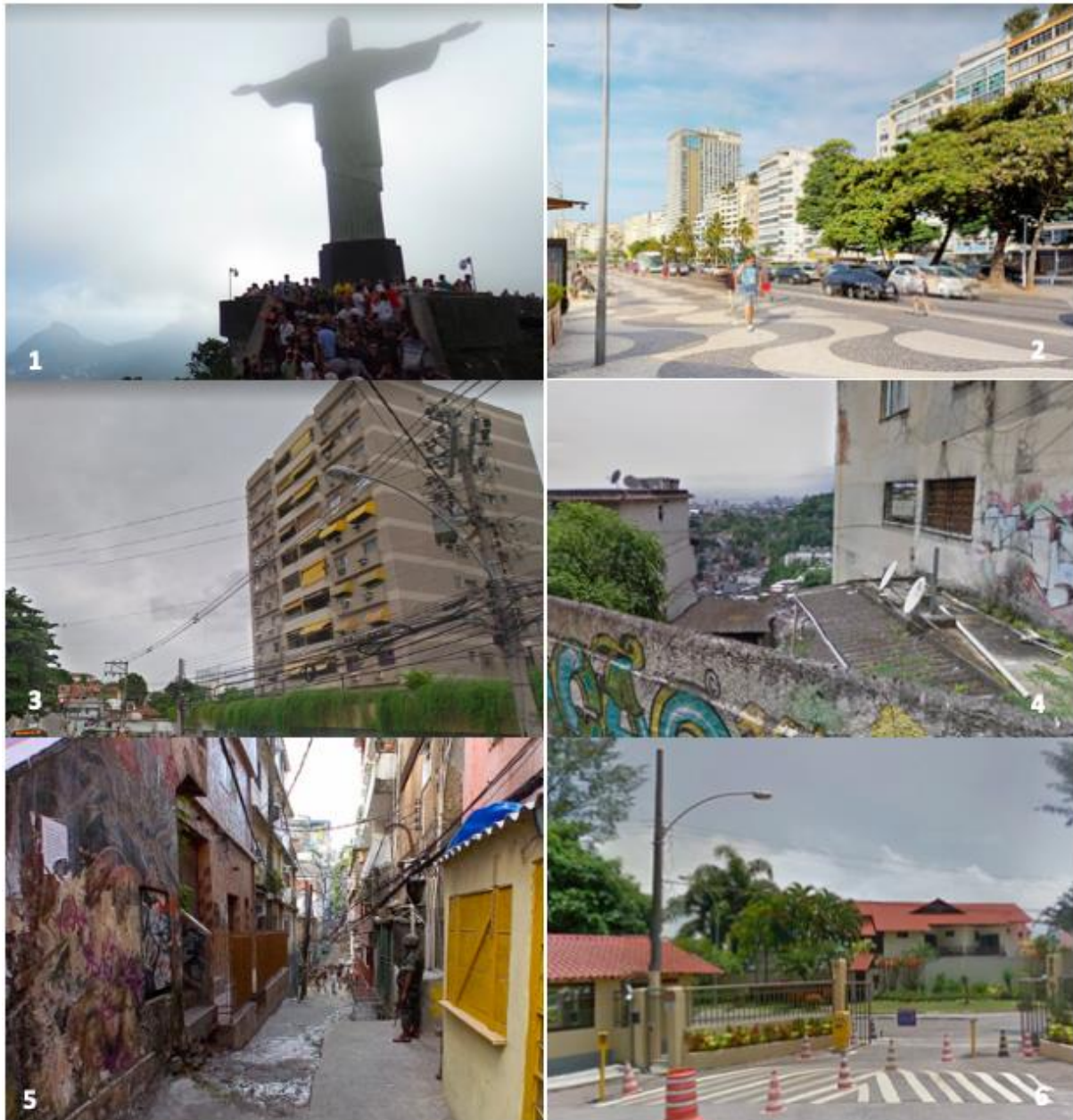
Daarna wordt er ingezoomd op delen van de stad, beginnende met het toeristisch gedeelte. Er is gekozen om 6 locaties op te nemen om zo meerdere onderdelen van het model van de Zuid-Amerikaanse stad te belichten (naar het idee van PL). Zie figuur 6 op de volgende pagina.

- Foto 1: Standbeeld Cristo Redentor
- Foto 2: Copacabana beach
- Foto 3: Condominium
- Foto 4: Favela niet-gepacificeerd
- Foto 5: Favela wel gepacificeerd
- Foto 6: Gated community

De eerste foto is die van het wereldberoemde standbeeld "Christo Redentor". Er is besloten met deze foto te beginnen naar het idee van HP. Wanneer leerlingen kennismaken met nieuwe technologie moeten ze de kans krijgen even te grasduinen, en dat kan in deze foto (ontwerpprincipe 7). Er worden bij locatie nog geen diepgaande vragen gesteld. Wel wordt aan de leerlingen gevraagd of het beeld bij locatie 1 overeenkomt met de foto die zij vooraf hebben meegenomen. Het idee van het vooraf meenemen van een foto, om vervolgens het beeld te vergelijken met de realiteit is aangedragen door HP. Zo'n vooraf meegenomen, vaak stereotype foto wordt ook wel een 'epitome foto' genoemd. Het verrassingselement is daarmee verkleind, echter is een epitome foto ook waardevol. Bij de eerste locatie, evenals bij alle andere locaties zijn rechtsboven aan iedere pagina een aantal begrippen opgenomen op aanraden van KO. De begrippen sluiten aan bij de foto. Hoe de begrippen moeten worden toegepast in de opdracht volgt later. Om de zes locaties goed met elkaar te kunnen vergelijken worden er steeds dezelfde vragen gesteld. De vragen zijn zelf opgesteld op basis van waarneembare kenmerken in de foto's. Deze vragen moeten ervoor zorgen dat de leerlingen echt gaan kijken.



Figuur 6 – Foto's locaties Rio de Janeiro



Bron: Google Streetview, 2019

Op advies van KO zijn er aanvullende vragen en bronnen opgenomen om te interpreteren wat er in het beeld te zien is. **Zo kan de aandacht van de leerlingen worden vastgehouden (Neem aanvullende bronmaterialen op - 19).** Dit geldt voor locaties 4, 5 en 6. Bij vraag 4 wordt er op aanraden van KO ingegaan op de fysische kenmerken. Ook is er een hoogte- en inkomenskaart opgenomen waarin te zien is dat het fysisch milieu van invloed is op de opbouw van de stad. Tevens gaf KO het advies bij locatie 5, de gepacificeerde favela, een aanvullend krantenartikelje op te nemen om leerlingen een beeld te geven van de situatie die speelt. Gezien de doelgroep de bovenbouw van Havo en VWO is, is ervoor gekozen het artikel in het Engels op te nemen. Als extra aanvullend beeldmateriaal zijn er bij locatie 5 en 6 luchtfoto's opgenomen waarom het verschil in stratenpatroon tussen de wijken heel goed waarneembaar is. De leerlingen moeten informatie uit meerdere bronnen samenvoegen tot een analyse van de situatie.

In de afsluitende opdracht moeten de leerlingen de verzamelde kennis reproduceren in een 'nieuw model van de Zuid-Amerikaanse stad'. Op de grijze kaart, zie bron 2 in bijlage 5, tekenen de leerlingen het model van de Zuid-Amerikaanse stad in specifiek voor Rio de Janeiro. Naderhand worden er aan hen concluderende vragen gesteld als "In hoeverre is het model geschikt?" en "Geef een verklaring waarom jouw model beter schikt is.". Kijkend naar de taxonomie van Bloom, dan zijn de concluderende vragen op het niveau van evaluatie gesteld (Anderson, 2001). Vervolgens gaan de leerlingen in groepjes van vier met elkaar de antwoorden doornemen en beantwoorden zij de vraag welke stedelijke problematiek er het eerst aangepakt moet worden. Het in groepjes nabespreken van de opdracht is aangedragen door KO. "Leerlingen moeten aan elkaar uitleggen wat ze hebben gezien en waarom ze een bepaalde mening hebben. Zo wordt de verzamelde kennis direct toegepast." (bijlage 3, Int. KO, mei 2019). **(Laat de leerlingen nabespreken in groepen. Ze leggen elkaar uit wat ze hebben gezien en waarom ze een bepaalde mening hebben – 20).**

### 4.3 Van globaal uitgewerkt product naar gedeeltelijk uit gewerkt product

*Deelvraag 10: Hoe ervaren docenten de globaal uitgewerkte producten en welke verbeterpunten zien zij?*

Het in cyclus 1 tot stand gekomen globaal uitgewerkte product is in cyclus 2 voorgelegd aan een aantal docenten aan de hand van een 'walk-through' en 'micro-evaluatie'. Op basis van de feedback die zij geven is het educatief ontwerp verder aangepast en uitgebreid. De aanpassingen in cyclus 2 sluiten aan bij leerinhoud, leeractiviteiten, bronnen en materialen en docentrollen van het curriculaire spinnenweb (zie figuur 3, p.14). In cyclus 2 wordt het productvoorstel voornamelijk beoordeeld op consistentie, relevantie en uitvoerbaarheid. In dit gedeelte wordt ook het antwoord op deelvraag 10 gegeven. Benaderde docenten zijn II en ME, werkzaam op het Revis Lyceum te Doorn. Ook aan SS het productvoorstel voorgelegd. Zij is werkzaam op het Huizermaat in Huizen. Feedback die ook wordt meegenomen in deze ronde is die van vakdidactisch expert TF. Hij is in principe geen docent in het VO, maar de feedback die hij had op dit productvoorstel is meegenomen om tot het volgende productvoorstel te komen. Deze participanten hebben tezamen de input hebben geleverd voor het gedeeltelijk uit gewerkt product. Bijlagen 5 tot en met 10 hebben betrekking op dit gedeelte.

#### 4.3.1 Ervaringen docenten

##### *II, docent Revis Lyceum Doorn*

Het productvoorstel zoals weergegeven in bijlage 5 is ten eerste voorgelegd aan II laat direct blijken dat ze zeer enthousiast is over het ontwerp. Ze geeft aan blij te zijn met nieuw materiaal over Zuid-Amerika voor de bovenbouw en biedt direct aan om het in haar Havo bovenbouwklassen uit te testen. Gezien II onder de indruk is, is er besloten eerst het leerlingenboekje door te nemen en later pas de beelden in VR te laten zien. De eerste feedback die II geeft heeft betrekking op de leerdoelen op de eerste pagina (zie bijlage 5, p.1). De volgorde is volgens haar niet logisch. Eerst een beeld vormen, dan de stedelijke vraagstukken, dan uitleggen hoe de geleding van de stad in elkaar steekt en tot slot pas benoemen hoe die geleding is ontstaan. Wat betreft de geografische werkwijzen is het volgens II beter 'het schakelen tussen schaal- en analyseniveau' te verdelen in twee losse werkwijzen (bijlage 6, Int. II, mei 2019). Verder heeft II wel het idee dat de opdracht de leerdoelen afdekt. Aan de hand van de kaart die de leerlingen gaan maken is er waar te nemen of het leerdoel gehaald is. Qua verwerkingsopdracht stelt II dat het evaluerende aspect leuk is, maar dat het nog meer moet worden vormgegeven. De nabespreking van de opdracht kan bijvoorbeeld in de vorm van een onderwijsleergesprek waarbij de leerlingen de input leveren. "Je moet alleen wat specifiekere zijn in de opdracht, want je wil dat de leerlingen uitkomen op 'het model is niet toe te passen' en 'de grootste stedelijke problematiek is het verschil tussen arm en rijk'. Dan kun je een diepgaand gesprek voeren. Voor de brugklas zou die werkvorm niet geschikt zijn." (bijlage 6, Int. II, mei 2019).

Wat betreft de begrippen weet II ook niet direct een oplossing. Wel is het slim om in de inleiding een zin op te nemen dat bovenaan iedere pagina begrippen zijn opgenomen die betrekking hebben op de foto. II ziet geen technische beperkingen. "De leerlingen zijn allemaal jonkies, dus die komen daar wel uit."

De scherpte van de beelden is echter wel matig, maar de beelden zijn leuk. “Omdat je geen interactie hebt met de omgeving moet je sprekende beelden opnemen.” (bijlage 6, Int. II, mei 2019). **(Er moeten sprekende beelden worden opgenomen omdat er geen interactie met de omgeving plaatsvindt – 21).** Aan II wordt het beeld van de favela getoond (beeld 5 in figuur 6): “Die stroomkabels, wat ziet dat eruit hè? Dit is echt van toegevoegde waarde.” (bijlage 6, Int. II, mei 2019).

*ME, docent Revis Lyceum Doorn*

ME was onder de indruk van het eerste productvoorstel en de bijbehorende beelden. “Ik heb gelijk zin dit in de klas te doen, alles ziet er netjes en aantrekkelijk uit.” Bij het kijken met de bril zei ME: “Het is weel heel gaaf te kijken met zo’n bril, ik moet gewoon weer wennen aan de echte setting.” (bijlage 7, Int. ME, mei 2019). Doordat ME zeer enthousiast was bleef kritische feedback enigszins liggen. Positieve punten waren volgens ME de afwisseling, de complete foto’s en het aanvullend materiaal. Wel gaf hij aan de beelden onscherp te vinden. De mate van immersie neemt daardoor af. Een verbeterpunt is volgens ME het rijtje vragen dat bij iedere locatie terugkomt. De vraag ‘Wie woont hier?’ is op meerdere manieren te interpreteren en zou beter aangepast kunnen worden naar ‘welke inkomensklasse’ of ‘welke bevolkingsgroep’. Op basis van de feedback van ME is er besloten specifiekere vragen op te nemen.

*SS, docent Huizermaat Huizen*

De volgende geïnterviewde docent, SS, was ook onder de indruk van het lesmateriaal. Het ging in dit interview meer over de werkvorm dan over de inhoud van de opdracht zelf. SS is benieuwd hoe dit zich uitwerkt in de klas. Naar het leerlingenmateriaal heeft ze gekeken vanuit het perspectief van de leerling. Wat haar direct opvalt is de overzichtskaart in het bronnenboekje. Deze is opgenomen in grijswaarden zodat de leerlingen erop in kunnen tekenen, maar volgens SS op deze manier niet duidelijk. “Neem dezelfde kaart nog een keer op, maar dan in kleur”. Ook geeft ze aan “De link naar Google Timelapse werkt niet goed, je komt dat uit op bosbranden in Brisbane.” (bijlage 8, Int. SS, mei 2019). Verder heeft SS in het leerlingenboekje nog een aantal typfouten gezien die aangepast moet worden. Bij het laatste deel, waarbij de leerlingen het model van de stad moeten intekenen, is het taalgebruik volgens SS niet op het niveau van de leerling. **(Het is van belang dat het taalgebruik aansluit bij de woordenschat van de leerlingen - 22).**

Op het rijtje vragen die bij iedere foto terugkomen vraagt SS zich af of de foto’s duidelijk genoeg zijn voor vragen als ‘In welke sector wordt het geld verdiend?’ en ‘Wie heeft de huizen hier gebouwd?’. Een tip die SS geeft: “Als het moeilijk is om juiste indicatoren te vinden waar de leerlingen naar moeten kijken kun je het examenprogramma erbij pakken. Achter de dingen die je in de tabel noemt zitten namelijk stedelijke vraagstukken als vervuiling, veiligheid, voorzieningen, ect.” (bijlage 8, Int. SS, mei 2019). SS vraagt zich af of de opdracht niet te lang is met 6 foto’s, maar dat zal de praktijk moeten uitwijzen. De begrippen bovenaan iedere pagina komen nu nog een beetje uit de lucht vallen volgens SS. Het is volgens haar sowieso een goed plan in de inleiding iets over de begrippen te noemen, maar er kan ook in de nabespreking iets mee gedaan worden. Er kunnen witregels opengelaten worden, dan kunnen de leerlingen tijdens de nabespreking opschrijven hoe de begrippen terug te zien zijn in de foto. De betekenis moet dan uit de beschrijving blijken.

*TF, vakdidacticus Universiteit Utrecht*

De laatste geïnterviewde participant in cyclus 2 is TF. In eerste instantie was het de bedoeling enkel docenten in cyclus 2 te betrekken. Aangezien TF met nuttige feedback kwam op het productvoorstel is er besloten zijn feedback in het onderzoek te betrekken. Anders dan de andere docenten is TF bekend met het gebruik van VR voor educatieve doeleinden. Zijn feedback heeft dan ook het meest betrekking op de didactiek. TF is positief over het doel van de opdracht: “Het is een leuke opdracht om het model te vergelijken met de werkelijkheid. Leerlingen komen tot de conclusie dat het model wel toepasbaar is op Rio omdat je de elementen kan herkennen. Maar door reliëf en hydrologie komt het ruimtelijk patroon niet overeen.” (bijlage 9, Int. TF, mei 2019).

Wel stelt TF dat de grote lijn en de centrale vraag van de opdracht scherper kan. Er moet duidelijker worden gemaakt dat de leerlingen naar losse elementen van het ruimtelijk model gaan kijken. Hoe zijn dingen als veiligheid, woningbouw en inkomen op die zes locaties geregeld? “Om die locaties op deze vlakken te vergelijken moet je die vragen in de tabel aanscherpen en in een logische volgorde zetten. ‘Wie woont hier?’ pas je aan naar ‘Welke inkomensgroep’, en ‘Hoe ziet de bebouwing eruit?’ naar ‘Door wie is dit gebouwd en waar zie je dat aan?’. De vraag over toerisme kan eruit, ik zou een vraag over werkgelegenheid toevoegen.” (bijlage 9, Int. TF, mei 2019). Tot slot vertelt TF: “Om leerlingen te prikkelen moet je dingen laten zien die anders zijn dan in Nederland. Anders zien ze niet wat de docent graag wil dat ze zien.” (bijlage 9, Int. TF, mei 2019). **(In de opdracht moeten dingen worden getoond die anders zijn dan in Nederland – 23)**. Maak vooral duidelijk ‘wie zorgt er voor wat’, welke mensen zorgen er voor welke voorzieningen. Daar kom je dan in de nabespreking op terug.” (bijlage 9, Int. TF, mei 2019).

#### 4.3.2 Totstandkoming gedeeltelijk uit gewerkt product

Het gedeeltelijk uit gewerkt product is tot stand gekomen op basis van de input van de docenten. Gezien het vorige productvoorstel al grotendeels was uitgewerkt zijn er slechts een aantal aanpassingen gedaan om tot de derde versie te komen. Het gedeeltelijk uit gewerkt product, betreffende leerlingenboekje en bronnenboekje, is opgenomen in bijlage 10.

De eerste aanpassing die is gemaakt ten opzichte van het vorige productvoorstel gaat over de leerdoelen op de voorpagina. Naar de aanbeveling van II zijn de leerdoelen in logische volgorde geplaatst en is de werkwijze ‘het schakelen tussen schaal- en analyseniveau’ verdeeld in twee losse werkwijzen. Naar de aanbevelingen van SS zijn de spelfouten uit de inleiding gehaald en is de link naar de Google Timelapse aangepast naar Rio de Janeiro. Tevens is er in de inleiding een zin opgenomen waarin er naar de begrippen wordt verwezen. Op basis van de feedback van TF over het grote doel van de opdracht is de inleiding aangescherpt. Leerlingen komen nu niet bij het eerste beeld in aanraking met het vergelijken van wijken, maar direct wanneer ze beginnen.

Naar de feedback van alle betrokken participanten in stap 3 is de veldwerktabel aangepast (zie bijlage 10, p.5). De vijf opgenomen observatiekenmerken, te weten bebouwing, infrastructuur, werkgelegenheid, voorzieningen en veiligheid, zijn opgesteld naar de punten in de examensyllabi Havo (2018) en VWO (2015). Om een stapje verder te gaan is er gekozen de vragen niet te beperken tot ‘wat zie je?’.

Er worden ook vragen gesteld als 'Door wie is dit gebouwd?' en 'Tot welke sector behoort deze werkgelegenheid?'. De zes locaties zoals genoemd op pagina 39 blijven hetzelfde. De afsluitende opdracht, het intekenen van een nieuw model, is ook hetzelfde gebleven. Wel is er een extra duidelijke overzichtskaart opgenomen in het bronnenboekje. In de discussie is een extra vraag opgenomen over hoe de begrippen bij de foto's aansluiten. Gezien ik de vraag over stedelijke problematiek belangrijk acht, is er nu voor gekozen geen vraag op te nemen over voorzieningen in de stad (zie bijlage 10, p.13). Wellicht zijn voorzieningen in het afsluitende onderwijsleergesprek op te nemen wanneer de stedelijke problematiek behandeld wordt.



#### 4.4 Van gedeeltelijk uit gewerkt product naar volledig uitgewerkt product

*Deelvraag 11: Hoe ervaren leerlingen het gedeeltelijk uitgewerkte product en welke suggesties ter verbetering hebben zij voor het komen tot het volledig uitgewerkte product?*

*Deelvraag 12: Hoe beoordelen leerlingen het gedeeltelijk uitgewerkte product ten opzichte van reguliere lessen?*

Om tot een volledig uitgewerkt product te komen wordt het volledige product (zie bijlage 10) voorgelegd aan een viertal leerlingen uit 5 VWO. Dit is cyclus 3. Deze leerlingen gaan het educatief ontwerp doorlopen voordat het aan een klas leerlingen wordt voorgelegd. De nadruk ligt op uitvoerbaarheid en effectiviteit van het ontwerp. De aanpassingen die zijn gedaan in cyclus 3 gaan over leerinhoud, bronnen en materialen en groeperingsvorm van het curriculaire spinnenweb (zie figuur 3, p.13). De leerlingen werken in tweetallen, wat betekent dat er twee groepjes van twee zijn. Aan de groepjes is gevraagd het productvoorstel uit te testen en in het werkboekje met pen aan te geven waar er foutjes en verbeterpunten zijn. Daarnaast hebben de leerlingen een feedbackformulier gekregen waarmee er wordt gevraagd naar hun bevindingen (bijlage 11). Er is voor deze manier van evalueren, de micro-evaluatie, gekozen omdat de vier leerlingen het product uittesten tijdens een reguliere les. Dat houdt in dat de leerlingen zelfstandig aan de slag zijn gegaan en ik als onderzoeker niet in de gelegenheid was hen persoonlijk te spreken en observaties uit te voeren. Aan het einde van de les is het ingevulde leerlingenmateriaal, bestaande uit boekjes en feedbackformulieren, ingenomen. Op basis van dit leerlingenmateriaal wordt er een antwoord gegeven op deelvraag 9 en 10. De feedbackpunten die de leerlingen hebben gegeven worden meegenomen bij het samenstellen van het volledig uitgewerkte product.

##### 4.4.1 Ervaringen groep leerlingen

###### *Ervaringen en verbeterpunten*

Toen in de klas werd verteld dat er leerlingen werden gezocht om een VR-les uit te testen, waren er een aantal leerlingen direct enthousiast. Er zijn vier leerlingen uitgekozen om het productvoorstel uit te testen. Ik heb specifiek gekozen voor leerlingen die serieus zijn en kritische vragen kunnen stellen aangezien die feedback die zij geven moet worden verwerkt in het volgende product. Aan het begin van de les kregen de leerlingen het productvoorstel zoals in bijlage 10 uitgedeeld, alsmede het feedbackformulier in bijlage 11 en natuurlijk een VR-bril. Het eerste punt waar de leerlingen tegenaan lopen zijn de technische uitdagingen die het nieuwe product met zich meebrengt. Zo is de opgenomen link naar Google Timelapse te lang om over te typen. Het installeren van de juiste materialen en het plaatsen van de telefoon in de brillen gaat niet direct goed. Daarnaast hebben niet alle mobiele telefoons voldoende geheugen om de app te installeren. Omdat sommige brillen niet goed aansluiten bij bepaalde mobiele telefoons zijn de beelden onscherp. Op de juiste manier scherpstellen is ook een uitdaging. **(Installeren en opstarten van het virtueel veldwerk met VR moet onder begeleiding van de docent plaatsvinden – 24)**. De leerlingen geven op het formulier dan ook aan dat de opstartfase veel tijd kost. “Het is leuk maar kost gewoon veel tijd.” (bijlage 11). Tevens raden ze aan in de les voorafgaand aan de VR-les vast de tijd te nemen alles te installeren. **(Besteed voorafgaand aan het uitvoeren van het virtueel veldwerk tijd aan het installeren en opstarten – 25)**.

Wat betreft de beelden zijn de leerlingen positief. “Het is leuk om mee te maken” en “je krijgt zo wel een goed beeld van de stad” zijn uitspraken die de leerlingen hebben opgeschreven (bijlage 11). Bovendien geven de leerlingen aan dat de zes beelden samen een goed beeld geven van de samenstelling van de stad. Wel geven beide groepen aan dat 6 beelden inclusief extra vragen en intekenen in de kaart, erg veel is. Het lijkt hen beter terug te gaan naar 4 beelden, dan is er meer ruimte voor de opstart- en afsluitende fase. Op de vragen in de tabel die bij iedere vraag terugkomen (zie bijlage 10, p. 9) hebben de leerlingen weinig commentaar. Het zou iets specifieker kunnen, waarbij er meer wordt gevraagd naar dingen die alleen in dat beeld te vinden zijn. Wel geven ze aan de verwerkingsopdracht lastig te vinden. Het is niet de uitleg die ze onduidelijk vinden. Het is juist ingewikkeld om op basis van wat je in het beeld gezien hebt de locatie in het model en de kaart in te tekenen. “Het is wel leuk om het model op deze manier te leren kennen” en “leuk, maar het is wel lastig om in te tekenen” zijn dingen die ze hebben opgeschreven (bijlage 11). Over de opdracht in het algemeen zijn de leerlingen, ondanks dat het tijdrovend is en dat het veel tijd kost, positief. Ze vinden het leuk om een keer wat anders te doen en een kijkje te nemen op plaatsen ver weg. Onder het kopje ‘top’ op het feedbackformulier hebben ze verder genoteerd “leuke ervaring”, “mooie beelden” en “originele opdracht” (bijlage 11).

Aan de leerlingen is de vraag gesteld of zij vinden dat virtueel veldwerk vaker in de aardrijkskundeles ingezet zou kunnen worden. Beide groepen geven aan dat ze het een leuke afwisseling vinden, maar omdat het zo tijdrovend is, zien zij het nog niet lesmateriaal dat vaker gebruikt zou kunnen worden. De uitvoerbaarheid zou nog verbeterd kunnen worden. De leerlingen hebben de opdracht dan ook niet af gekregen binnen 75 minuten. De verwerkingsopdracht hebben ze bekeken, maar echter niet kunnen uitvoeren. Het nieuwe lesmateriaal is leuk en het werken met een VR-bril werkt motiverend. De technische uitdagingen die deze opdracht met zich meebrengt zijn echter weer van negatieve invloed op de effectiviteit. Wat betreft relevantie geeft het volgens de leerlingen een goed kijkje in een Zuid-Amerikaanse stad. De leerstof betreffende Zuid-Amerika wordt zo wel inzichtelijker gemaakt. “Je krijgt zo wel een goed beeld van de stof” (bijlage 11). Op de vraag of virtueel veldwerk in de toekomst veldwerk buiten kan vervangen, antwoorden beide groepen heel stellig nee. “Je moet wel op de locatie zelf veldwerk uit kunnen oefenen. Je beleeft het dan op een andere manier, waarbij je ook interactie met anderen hebt.” (bijlage 11). Dit sluit aan bij ontwerpprincipe 12: virtueel veldwerk moet de meerwaarde ten opzichte van regulier veldwerk benutten.

#### 4.4.2 Totstandkoming volledig uitgewerkte product

Op basis van de feedback die de leerlingen hebben gegeven zijn er enkele aanpassingen gedaan om tot het volledig uitgewerkte product te komen (bijlage 12). De grootste verandering is dat er de keuze is gemaakt het aantal locaties van 6 naar 4 terug te brengen. De 4 leerlingen die het productvoorstel hebben getest gaven allen aan het te lang te vinden. Vooraf was het moeilijk in te schatten hoeveel tijd de leerlingen nodig zouden hebben. Van onderstaande beelden zijn foto 3 en 4 weggehaald. Beeld 3 is weggehaald omdat hierin het minst de scheiding tussen arm en rijk waarneembaar is, er was een middenklasse wijk te zien welke zich op de grens tussen het rijke en het arme deel van Rio bevindt. Er is gekozen om beeld 4 weg te halen omdat dit de foto was waarin het minste te zien was. Bij beeld 5 krijgen de leerlingen immers ook al een kijkje in een favela.



Het krantenartikel van de pacificering dat bij beeld 5 hoort krijgt hierdoor wel minder context. Er is namelijk geen niet-gepacificeerde favela meer om mee te vergelijken. Zie figuur 6 voor de foto's.

- Foto 1: Standbeeld Cristo Redentor
- Foto 2: Copacabana beach
- ~~— Foto 3: Condominium~~
- ~~— Foto 4: Favela niet-gepacificeerd~~
- Foto 5: Favela wel gepacificeerd
- Foto 6: Gated community

Naast het reduceren van het aantal foto's zijn er enkel nog kleine aanpassingen gedaan. Het verbeteren van typfouten valt daaronder. Ook is de link naar Google Timelapse verkort tot een tiny url. De leerlingen kunnen het dan makkelijker over typen (zie bijlage 12).

Niet zichtbaar in het volledig uitgewerkte product maar wel een belangrijke verandering: het begeleiden van leerlingen bij het installeren van het lesmateriaal. De vier leerlingen in de pilotronde werkten zelfstandig en zijn lang blijven hangen in de opstartfase. Wanneer deze door de docent wordt begeleid zouden de leerlingen er sneller doorheen moeten gaan. De docent kan bijvoorbeeld van tevoren aangeven dat de leerlingen plek moeten maken op hun telefoon om de app te installeren, of hoe ze hun telefoon in de bril kunnen scherpstellen.

## 4.5 Van volledig uitgewerkt naar eindproduct

*Deelvraag 11: Hoe ervaren leerlingen het volledig uitgewerkte product en welke suggesties ter verbetering hebben zij voor het komen tot eindproduct?*

*Deelvraag 12: Hoe beoordelen leerlingen het volledig uitgewerkte product ten opzichte van reguliere lessen?*

Het eindproduct is in cyclus 4 tot stand gekomen nadat het product is uitgetest door een VWO 5 klas van 18 leerlingen van het Revius Lyceum Doorn. De evaluatiemethode is hier de 'try-out'. Op 27 mei hebben deze leerlingen in tweetallen gedurende 75 minuten gewerkt aan de opdracht. Anders dan bij de vier leerlingen die eerder hebben getest, heeft de klas in de voorgaande les voorbereidingstijd gekregen om alles te installeren. In bijlage 13 zijn de feedbackformulieren van de klas opgenomen, in bijlage 14 het ingevulde leerlingenmateriaal. In bijlage 15 is een opname van de les opgenomen. Evenals in cyclus 3 ligt de nadruk in cyclus 4 op uitvoerbaarheid en effectiviteit van het ontwerp. De aanpassingen die zijn gedaan in cyclus 4 hebben betrekking op leerinhoud, bronnen en materialen en groeperingsvorm van het curriculaire spinnenweb (zie figuur 3, p.14).

### 4.5.1 Ervaringen klas leerlingen

#### *Ervaringen en verbeterpunten*

Net als het groepje leerlingen was ook de rest van de klas direct enthousiast toen zij hoorden over een VR-les. In een les voorafgaand aan het uitvoeren van 'de echte les' hebben de leerlingen de tijd gekregen zich voor te bereiden en hun telefoon juist in te stellen. Bij aanvang van de VR-les konden de leerlingen direct aan de slag. De leerlingen hebben het virtueel veldwerk met VR veelal positief ervaren. Zo noemen ze de opdracht "innovatief", "een leuke afwisseling", "wel leuk" en "leuk dat u zo uw best doet" (bijlage 13). Betreffende de uitleg en de opdrachten hadden de leerlingen enkele op- en aanmerkingen (zie bijlage 13). Deze worden hieronder genoemd.

Het virtueel veldwerk met VR is ingekort van 6 naar 4 locaties. Bij het uittesten met de klas bleek echter dat 4 locaties wel kort is. De klas was immers geen tijd meer kwijt aan het installeren. De eerste leerlingen waren na 30 minuten al klaar. Zelf gaven zij ook aan het wel kort te vinden. Wel gaven ze aan dat ze aan de hand van 4 beelden wel een goed beeld kregen van de stad. Meer beelden zou aan de beeldvorming over de stad niet veel meer veranderd hebben (bijlage 13).

Het feedbackformulier, het leerlingenboekje en het bronnenboekje is veel papier op tafel. Daardoor blijft er weinig ruimte over om te schrijven en te tekenen. Het lijkt de leerlingen beter het opdrachtenboekje en het bronnenboekje samen te nemen.

De leerlingen geven aan de foto's niet goed scherp te krijgen bij de inzetbrillen. Met het voorzetbrilletje van Homido gaat het makkelijker. Ook kost het de leerlingen tijd uit te vogelen hoe ze naar het volgende beeld moeten klikken. Er wordt aangeraden in de instructie een deel op te nemen waarin dit wordt uitgelegd.

Omdat de beelden niet altijd scherp zijn en de leerlingen toch gericht moeten kijken, krijgen er een aantal leerlingen hoofdpijn. Het lijkt hen verstandig in het boekje op te nemen dat je moet stoppen wanneer je hoofdpijn krijgt.

Bij veldwerklocatie 1 (zie bijlage 12, p.4) geven de leerlingen aan niet te weten wat er wordt bedoeld met de foto. Dit verwijst naar de voorbereidende les die een aantal leerlingen niet heeft bijgewoond.

Bij veldwerklocatie 1, waar de leerlingen kijken naar het Jezus standbeeld, vragen een aantal leerlingen zich af waarom deze toeristische attractie zich niet in het historisch centrum bevindt. Daardoor is het voor en lastig deze locatie in het model en in de kaart in te tekenen.

Bij veldwerklocaties 2, 3 en 4 is steeds dezelfde tabel met vragen opgenomen (zie bijlage 12, p.5). De leerlingen vallen hier over de vraag "door wie is het gebouwd?". Een paar leerlingen denken dat hiermee wordt bedoeld op de architect of aannemer, maar ze hebben geen idee hoe ze dat te weten zouden kunnen komen. Eenzelfde onduidelijkheid bestaat er over de vraag uit de tabel "Kijk naar de infrastructuur. Hoe is het georganiseerd?". Niet alle leerlingen begrijpen wat ze hier moeten antwoorden. Beide vragen moeten worden aangescherpt. Dit sluit aan bij ontwerpprincipie 15: de observaties moeten worden gericht.

Een laatste verbeterpunt gaat over de vormgeving van het boekje. Doordat er twee locaties zijn weggehaald ten opzichte van het vorige productvoorstel is de verwerkingsopdracht op de achterkant van het boekje terecht gekomen. Veel leerlingen hebben de laatste opdracht daardoor over het hoofd gezien en dachten na locatie 4 al klaar te zijn. Volgens de leerlingen is het handig bij de instructie al te verwijzen naar de verwerkingsopdracht. Ook kan er een extra achterpagina worden toegevoegd.

Alle leerlingen hebben opschreven het leuk te vinden om vaker virtueel veldwerk te doen. Een enkeling geeft aan het leuk te vinden, maar niet zo leerzaam. Andere leerlingen schrijven juist op dat het relevant is omdat het de leerstof inzichtelijk maakt. "Je ziet de theorie in de praktijk." en "Zo zie je beter hoe iets echt in elkaar zit." zijn uitspraken die de leerlingen doen (bijlage 13). De leerlingen vinden de opdracht relevant. Het draagt volgens hen bij aan het verkrijgen van inzicht in de leerstof. "Zo wordt het veel visueler." (bijlage 13). Daarnaast wordt er aangegeven dat het motiverend werkt om nieuw lesmateriaal uit te proberen. "Het is veel leuker dan naar een normale foto kijken. Je beleeft het heel anders." (bijlage 13). Wat betreft de uitvoerbaarheid is er door de leerlingen aangegeven dat deze wordt belemmerd doordat de brillen en daarmee de beelden van matige kwaliteit zijn. Het installeren van de juiste materialen is ook lastig. Ook is de verwerkingsopdracht, het tekenen van het model, als lastig beschouwd. **(Het is van belang dat alles wat er van de leerlingen wordt gevraagd, duidelijk en uitgebreid is uitgelegd - 26)**. In bijlage 14 zijn getekende modellen van leerlingen opgenomen. Er kan worden opgemerkt dat leerlingen het virtueel veldwerk met VR als effectief zien, wat inhoudt dat het leidt tot motivatie en leeropbrengst. Op de vraag of virtueel veldwerk regulier veldwerk kan vervangen, antwoorden de leerlingen hetzelfde. "Nee, niet geheel. De sfeer kun je uiteindelijk niet écht voelen." "Het lijkt me beter om het ook in het echt te zien om het ook beter te kunnen visualiseren." "Het is beter om er zelf te zijn en zelf rond te lopen, dat is toch een andere ervaring." Slechts één tweetal heeft een andere mening: "Ja, zo hoef je minder snel ergens naar toe." (bijlage 13).

#### 4.5.2 Totstandkoming eindproduct

In bijlage 16 is de definitieve versie van het eindproduct te zien. Op basis van de feedback die de klas leerlingen heeft gegeven, zijn er enkele aanpassingen gedaan aan de vierde versie van het productvoorstel (bijlage 12). Het betreft met name praktische aanpassingen. De grootste aanpassing is het uitbreiden van 4 naar 6 locaties. Er is gekozen voor dezelfde locaties als die eerder waren gekozen (zie figuur 6). Eerder in het onderzoek is namelijk gebleken dat de participanten deze 6 locaties representatief achtten voor Rio de Janeiro. De nummers van de locaties zijn aangepast en er is gezorgd dat de afsluitende opdracht zich niet op de achterpagina bevindt. In de voorbereiding is ook wat aangepast. In het boekje is duidelijker onderstreept dat het installeren van het materiaal voorafgaand aan de les moet plaatsvinden. Zo ook het meenemen van de epitome foto over Rio de Janeiro. Daarnaast is er extra uitleg opgenomen over het werken met de VR-bril en wat te doen bij misselijkheid. De leerlingen kwamen met de vraag waar locatie 1, het Jezus standbeeld, in de kaart moet worden ingetekend. Deze toeristische attractie bevindt zich niet in het historische centrum, waardoor het moeilijker in de kaart te plaatsen zou zijn. Er is gekozen hier geen extra hint te geven. Wanneer de leerlingen de overzichtskaart in het bronnenboekje namelijk goed bestuderen, is te zien dat de locatie van het standbeeld al in de kaart is ingetekend (zie bijlage 16). Tot slot zijn er twee vragen in de veldwerklocatie tabel verduidelijkt. Aangezien de vragen niet specifiek genoeg waren ontstond er verwarring bij de leerlingen. Bij de vraag “door wie is het gebouwd?” zijn nu een aantal voorbeeldopties opgenomen, namelijk: gemeente, woningbouw, projectontwikkelaar en zelfbouw. Ook de vraag “hoe is de infrastructuur georganiseerd?” is verduidelijkt. Leerlingen kunnen nu kiezen uit: georganiseerd, chaotisch er hier tussenin (bijlage 16).

## 5. Conclusie

Aardrijkskundeonderwijs is onlosmakelijk verbonden met veldwerk. Door middel van veldwerk kan de theorie aan de praktijk gekoppeld worden. Wanneer veldwerk 'buiten in het veld' niet of onvoldoende uitgevoerd kan worden wegens logistieke of financiële beperkingen, kan virtueel veldwerk een oplossing bieden. Virtueel veldwerk is een moderne vorm van veldwerk waarbij de basisprincipes van veldwerk worden gecombineerd met de modernste technieken. In dit onderzoek is de focus gelegd op virtueel veldwerk aan de hand van Virtual Reality. Uit de theorie is gebleken dat, hoe groter de mate van onderdompeling in de virtuele wereld, hoe groter de kans is op effectiviteit van de les. Bij Virtual Reality is die mate van onderdompeling vergeleken bij andere vormen van virtueel veldwerk het grootst. Het inzetten van virtueel veldwerk in het aardrijkskundeonderwijs, specifiek virtueel veldwerk aan de hand van Virtual Reality, is een relatief nieuw onderwerp. Zodoende brengt het een aantal praktische en didactische uitdagingen met zich mee. Dit onderzoek had tot doel het vergaren van kennis over virtueel veldwerk met VR bij aardrijkskunde, alsmede het samenstellen van een goed virtueel veldwerk met VR dat direct inzetbaar is in de aardrijkskundeles. De hoofdvraag in dit onderzoek luidde:

*“Wat zijn de kenmerken van een consistent, relevant, uitvoerbaar en effectief ontwerp voor virtueel veldwerk met Virtual Reality bij aardrijkskunde?”*

In dit onderzoek is getracht meer inzicht te krijgen in de kenmerken van een consistent, relevant, uitvoerbaar en effectief ontwerp voor virtueel veldwerk met Virtual Reality bij aardrijkskunde. Uit het literatuuronderzoek, waarin er een relatie is gelegd tussen literatuur over veldwerk en literatuur over het educatief inzetten van Virtual Reality, zijn er 14 theoretische ontwerpprincipes herleid. Deze zijn vervolgens gevalideerd in een ontwerponderzoek. In dit ontwerponderzoek is er een VR-les van de opbouw van Rio de Janeiro ontwikkeld aan de hand van vier cycli van ontwerpen, testen en evalueren. Dit ontwerpproces leidde tot een aanscherping van de theoretische principes evenals het tot stand komen van 12 praktijkgerichte ontwerpprincipes (nr. 15 t/m 26 in figuur 7).

Het antwoord op de hoofdvraag wordt geformuleerd op basis van de 26 in het onderzoek naar voren gekomen ontwerpprincipes (zie figuur 7 op de volgende pagina). Ontwerpprincipes zijn eisen waaraan het ontwerp moet voldoen om tot een consistent, relevant, uitvoerbaar en effectief ontwerp te komen. De 26 in dit onderzoek naar voren gekomen ontwerpprincipes vormen tezamen een antwoord op de hoofdvraag. Een ontwerp is consistent, wat betekent dat het logisch in elkaar zit, wanneer het voldoet aan ontwerpprincipes 1, 14, 16, 18, 21 en 22. Er kan worden gesproken van een relevant product wanneer het voorziet in de behoefte van de gebruiker en is gebaseerd op recente inzichten. Ontwerpprincipes 2, 4, 5, 6, 7, 9, 10, 11, 17, 19, 20 en 23 dragen bij aan het vergroten van de relevantie van het ontwerp. Het ontwerp is uitvoerbaar als het bruikbaar is in de situatie waarvoor het is bedoeld. Ontwerpprincipes 12, 13, 24 en 25 dragen bij aan de uitvoerbaarheid. Tot slot is een ontwerp effectief wanneer het werken met het product leidt tot het gewenste resultaat. Ontwerpprincipes 3, 8, 15 en 26 sluiten daar bij aan.

## Figuur 7 – Overzicht ontwerpprincipes

1. Zorg dat het veldwerk goed is voorbereid en georganiseerd en dat het goed past in de lessenreeks (3.1).
2. Zorg dat het veldwerk aansluit bij de doelgroep (3.1).
3. Neem opdrachten op waarin theorie en praktijk aan elkaar verbonden worden (3.1).
4. Neem zowel een affectieve als een cognitieve component op in de opdracht (3.1).
5. Zorg dat het veldwerk een duidelijk doel heeft dat groter is dan het bezoeken van een plaats op zich (3.1).
6. Neem een element op wat het veldwerk onderscheidt van les in het klaslokaal. Veldwerk moet 'iets nieuws' brengen wat tot verwondering leidt (3.1).
7. Geef leerlingen bij de beelden even de tijd om zich te verwonderen (3.1).
8. Neem meerdere geografische werkwijzen op in de opdracht. Virtueel veldwerk met Virtual Reality moet aanzetten tot een actieve leerhouding (3.3).
9. Opdrachten die het creëren van een diepe leerervaring tot doel hebben moeten gericht zijn op de constructivistische leerdoelen welke zich hoger in de taxonomie van Bloom bevinden (3.3).
10. Het eerste beeld wat de leerlingen te zien krijgen moet verwondering oproepen (3.3).
11. Houdt de locaties en opdrachten nog even stil. Wat de leerlingen moeten doen, blijft tot op het laatste moment een verrassing (3.3).
12. De voordelen van virtueel veldwerk ten opzichte van regulier veldwerk worden benut (3.4).
13. Zorg ervoor dat het kijken naar de VR-beelden wordt ingeperkt tot 20 minuten, om duizeligheid te voorkomen (3.5).
14. Houdt als rode draad in het veldwerk de 'field-research' methode aan (3.6).
15. Observaties moeten worden gestuurd om te zorgen dat de leerlingen gericht gaan kijken (4.2).
16. Ga voor de beste voorbeelden, ook als dit willekeurige punten zijn (4.2).
17. Maak een koppeling tussen theorie en beleving door leerlingen naar hun gevoel bij beelden te vragen (4.2).
18. Neem vragen op die alleen te beantwoorden zijn door de beelden te gebruiken (4.2).
19. Neem aanvullende vragen en bronnen op. Zo kan de aandacht van de leerlingen worden vastgehouden (4.2).
20. Laat de leerlingen nabespreken in groepen. Ze leggen elkaar uit wat ze hebben gezien en waarom ze een bepaalde mening hebben (4.2).
21. Neem beelden op die spreken, waarin veel te zien is (4.3).
22. Zorg dat het taalgebruik aansluit bij de woordenschat van de leerlingen (4.3).
23. Laat de leerlingen in de opdracht juist de dingen zien die anders zijn als in Nederland (4.3).
24. Installeren en opstarten van het virtueel veldwerk met VR moet onder begeleiding van de docent plaatsvinden (4.4).
25. Besteed voorafgaand aan het uitvoeren van het virtueel veldwerk tijd aan het installeren en opstarten (4.4)
26. Het is van belang dat alles wat er van de leerlingen wordt gevraagd duidelijk en uitgebreid is uitgelegd (4.5).

## 6. Discussie

In dit hoofdstuk wordt er ingegaan op enkele punten van discussie welke gedurende het onderzoek naar voren zijn gekomen. Ook worden er uitspraken gedaan over de betrouwbaarheid en validiteit van het onderzoek. Er zal worden afgesloten met een aantal aanbevelingen voor vervolgonderzoek.

### 6.1 Opmerkingen

Een opmerking die te plaatsen is bij dit onderzoek betreft de 26 ontwerpprincipes. Een aantal van deze ontwerpprincipes liggen voor hand. Er zijn zelfs een aantal principes die voor het onderwijs in het algemeen gelden. Desondanks zijn ze wel het vermelden waard. Bij het ontwerpen van virtueel veldwerk met VR moeten die principes wel worden meegenomen. Er kan niet van uit worden gegaan dat ontwerpers uit zichzelf aan alle open deuren denken. Bovendien rest de vraag of deze 26 ontwerpprincipes daadwerkelijk het begin zijn van een onderwijsinnovatie: het grootschalig inzetten van VR in lessen. Gedurende het onderzoek is namelijk gebleken dat veel docenten en leerlingen nog niet bekend zijn met het gebruik van VR in de klas. Het feit dat er beperkt onderzoek is gedaan naar de leeropbrengsten van virtueel veldwerk met VR maakt het lastig draagvlak te creëren. Om virtueel veldwerk met VR echt inzetbaar te maken moet er onderzoek worden gedaan naar het leerrendement en er moet bekendheid en draagvlak worden gecreëerd.

Een kanttekening die bij het onderzoek te plaatsen is dat de try-out van het productvoorstel niet geïntegreerd in de lessenreeks van de leerling participanten. In ontwerpprincipe 1 wordt echter wel gesteld dat integreren in de lessenreeks van belang is. Bovendien is er geen onderzoek gedaan naar wat het beste moment in de lessenreeks is om het virtueel veldwerk in te zetten. Gezien het schooljaar op zijn einde liep en de leerlingen het onderwerp Zuid-Amerika al hadden behandeld kwam het virtueel veldwerk 'uit de lucht vallen'. In dit onderzoek is de leeropbrengst van het ontwerp niet gemeten, maar mogelijk heeft het feit dat opdracht niet geïntegreerd is een negatieve invloed op de leeropbrengst.

Het feit dat de leeropbrengst niet meetbaar is gemaakt betreft een laatste punt van discussie. De bevindingen van de leerling participanten zijn in dit onderzoek alleen op een kwalitatieve manier meegenomen. Aan de producten van de leerlingen (opgenomen in bijlage 14) zijn criteria verbonden waarmee bepaald zou kunnen worden of de leerling de stof begrepen heeft. Echter, het ontwerponderzoek is de eerste stap. Een effectmeting waarin daadwerkelijk wordt gemeten of het virtueel veldwerk met VR daadwerkelijk tot een verhoogde leeropbrengst heeft geleid is de volgende stap.

## 6.2 Navolgbaarheid, betrouwbaarheid en validiteit

Zoals is beschreven in het methodisch hoofdstuk is navolgbaarheid het belangrijkste punt bij ontwerponderzoek. Navolgbaarheid is de mate waarin de in het onderzoek genomen stappen zijn uitgelegd en onderbouwd, en op die manier navolgbaar zijn gemaakt voor de lezer. Navolgbaarheid is van belang omdat ontwerponderzoek bijna niet reproduceerbaar is. De resultaten zijn dan ook niet te generaliseren naar andere contexten. De navolgbaarheid was groter geweest wanneer de interviews middels een aantal vooraf bepaalde punten had plaatsgevonden. De gemaakte keuzes hadden dan ook beter onderbouwd kunnen worden. Ook hadden de gegeven adviezen beter overwogen kunnen worden in plaats van direct ingewilligd. Echter, door niet te lang te overwegen is wel de onafhankelijkheid van de onderzoeker gewaarborgd. De resultaten kunnen niet worden gegeneraliseerd naar ander onderzoek omdat ontwerponderzoek zeer contextafhankelijk is. Wel kunnen de resultaten, dus de ontwerpprincipes, worden gehanteerd als richtlijnen voor ander ontwerponderzoek. Deze ontwerpprincipes zouden nog wel verder moeten worden uitgezocht. In dit onderzoek zijn ze aan een klein aantal participanten voorgelegd. Om de ontwerpprincipes verder uit te zoeken, kunnen deze worden voorgelegd aan een groot aantal experts en docenten. Aan hen wordt dan gevraagd welk belang er aan de principes wordt gehecht. Tevens kunnen er een aantal ontwerpprincipes worden getest in een quasi-experimenteel onderzoek.

Betrouwbaarheid is bij ontwerponderzoek altijd een aandachtspunt. De onderzoeker is immers wetenschapper, ontwerper en evaluator tegelijkertijd. In dit onderzoek is er getracht de betrouwbaarheid te waarborgen door beslissingen te nemen op basis van literatuur of op basis van de feedback van de respondenten. Objectiviteit en daarmee de betrouwbaarheid had in dit onderzoek vergroot kunnen worden wanneer de data door iemand anders dan mijzelf geïnterpreteerd zou zijn. Systematische dataverzameling is ook van belang om de betrouwbaarheid van een onderzoek te waarborgen. In het onderzoek is de data van de participanten middels interviews en evaluatiemethoden verzameld. Een kanttekening die hierbij is te plaatsen dat er in cycli 1 en 2 mondelinge interviews hebben plaatsgevonden. In cycli 3 en 4 hebben er enkel schriftelijke interviews plaatsgevonden aan de hand van een feedbackformulier. Echter heeft de gelegenheid zich niet voorgedaan de leerling participanten mondeling en 1-op-1 te interviewen. Wellicht had het tot andere resultaten geleid wanneer er in cycli 3 en 4 uitgebreidere interviews hadden plaatsgevonden. Tevens had er meer gebruik gemaakt kunnen worden van observaties om aanvullende gegevens te verzamelen.



### 6.3 Aanbeveling vervolgonderzoek

In dit onderzoek is de grondslag gelegd voor het ontwikkelen en zitten van virtueel veldwerk met VR in het aardrijkskundeonderwijs. Er zijn tal van openingen waarop vervolgonderzoek zou kunnen aanhaken. In het laatste deel van deze thesis worden een aantal aanbevelingen gedaan voor vervolgonderzoek. In dit onderzoek is er niet gekeken naar het effect op de leeropbrengst van virtueel veldwerk. Voor vervolgonderzoek is het interessant te kijken of er een verschil in leeropbrengst waarneembaar is tussen de onderzoeksgroep en de controlegroep. Als er meetbaar gemaakt kan worden of en in hoeverre virtueel veldwerk effect heeft op de leeropbrengst, wordt inzetbaarheid in de les wellicht aantrekkelijker voor scholen. Tevens kan er onderzoek worden gedaan naar virtueel veldwerk met VR bij andere doelgroepen dan de bovenbouw van Havo en VWO. Het virtueel veldwerk in dit onderzoek sloot aan bij het examenprogramma. Wellicht kan virtueel veldwerk ook in de onderbouw van het voorgezet onderwijs een middel zijn om kennis te maken met nieuwe omgevingen en leerstof te verduidelijken.

In dit onderzoek is er gebruik is gemaakt van technologie die voor handen was, maar wel een aantal praktische uitdagingen kent. Zo bleek het installeren van de juiste materialen zeer tijdrovend en gaven de leerlingen aan misselijk te worden van de beelden. Gezien de ontwikkelingen op het gebied van ICT razendsnel gaan, is het goed mogelijk dat er over een aantal jaar beter materiaal beschikbaar is. De praktische uitdagingen zijn dan veel minder aanwezig. Wanneer er beter materiaal beschikbaar is, is het interessant om te testen of het uitvoeren van virtueel veldwerk met VR dan ook makkelijker verloopt. Met het oog op inzetbaarheid van virtueel veldwerk met VR in het aardrijkskundeonderwijs is het ook relevant onderzoek te verrichten naar de prijs-kwaliteitverhouding van de VR-materialen. In dit onderzoek is er gebruik gemaakt van gratis toegankelijke software en een budget VR-bril. De kwaliteit van de beelden in het virtueel veldwerk was daardoor matig. Wanneer er onderzoek wordt gedaan naar de beste prijs-kwaliteitverhouding is het voor scholen mogelijk aantrekkelijker een klassenset aan te schaffen om zelf virtueel veldwerk uit te kunnen voeren. Eveneens zou inzetbaarheid op school kunnen worden vergroot door virtueel veldwerk met VR breder te trekken dan het aardrijkskundeonderwijs. Er zou vervolgonderzoek verricht kunnen worden naar virtueel veldwerk bij andere schoolvakken, bijvoorbeeld biologie of geschiedenis.

## 7. Literatuur

Anderson, J. (2013). Active learning through student film: a case study of cultural geography. *Journal of Geography in Higher Education*, 37(3), 385-398.

Anderson, L.W., & Krathwohl, D.R., eds. (2001). *A taxonomy for learning, teaching, and assessing: A revision of Bloom's taxonomy of educational objectives*. Boston: Allyn and Bacon.

Bosschaart, A. (2009). De eigen omgeving en veldwerk. In: Van den Berg, G., Bosschaart, A., Klokman, R., Pauw, I., Van der Schee, J., & Vankan, L. *Handboek vakdidactiek aardrijkskunde* (pp 233-268). Amsterdam: Landelijk Expertisecentrum Mens- en Maatschappijvakken.

Bolier, W. (2017). *Drawing in a Virtual 3D Space-Introducing VR Drawing in Elementary School Art Education* (Master's thesis: Universiteit Utrecht).

Dillon, J., Rickinson, M., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2006). The value of outdoor learning: evidence from research in the UK and elsewhere. *School science review*, 87(320), 107.

Favier, T.T. (mei 2019). Persoonlijke communicatie. Universiteit Utrecht.

Favier, T.T., Baars, S., Ploeg, K., & Peeters, R. (juni 2019). Waterveldwerk zonder natte voeten. *Geografie*.

Favier, T.T., & Booden, M. (juni 2019). Virtual Reality expedities. Rondkijken op plaatsen waar je anders niet kan komen. *Geografie*.

Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*, 13(2), 469-486.

Harmsen, S., Krikke, M., & Van der Schee, J.A. (2015) Virtueel veldwerk. *Geografie*. Juni 2015.

Hovorka, A. J., & Wolf, P. A. (2009). Activating the classroom: Geographical fieldwork as pedagogical practice. *Journal of Geography in Higher Education*, 33(1), 89-102.

Jochems, W. M. G. (2008). De moeizame relatie tussen onderwijspraktijk en onderzoek. In: Catteeuw, I. K., Clarebout, G., Derycke, A., Jochems, W. M. G., van Marcke, S., & Vanderhoeve, J. *Kansen voor de toekomst: onderwijs en opvoeden in de 21ste eeuw* (pp 29 - 38). Mechelen: Planteyn.

John-Steiner, V., & Mahn, H. (1996). Sociocultural approaches to learning and development: A Vygotskian framework. *Educational psychologist*, 31(3-4), 191-206.

Kisiel, J. (2006). More than lions and tigers and bears: Creating meaningful field trip lessons. *Science activities*, 43(2), 7-10.

Klaufus, C., & Van Lindert, P. (2016). *Latijns-Amerika: Een regio in beweging*. LM Publishers: Volendam.

Kwan, T., & Chan, E. (2004). Using theory of learning and awareness to bring about learning through a school-based environmental field project. *International Research in Geographical & Environmental Education*, 13(4), 303-328.

Lee, E. A. L., & Wong, K. W. (2008). A review of using virtual reality for learning. In: Pan, Z., Cheok, D.A., & Müller, W., *Transactions on edutainment I* (pp. 231-241). Liverpool: Springer Journal Sublime.

Mackenzie, A. A., & White, R. T. (1982). Fieldwork in geography and long-term memory structures. *American Educational Research Journal*, 19(4), 623-632.

McKenney, S., Nieveen, N., & van den Akker, J. (2006). Design research from a curriculum perspective. In J. van den Akker, K. Gravemeijer, S. McKenney, & N. Nieveen (Eds.), *Educational design research* (pp.62-90). London: Routledge.

Nieveen, N., Folmer, E., & Vliegen, S. (2012). *Het evaluatiematchboard*. Enschede: SLO.

Oost, K., De Vries, B., & Van der Schee, J. A. (2011). Enquiry-driven fieldwork as a rich and powerful teaching strategy—school practices in secondary geography education in the Netherlands. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 20(4), 309-325.

Oost, K., De Vries, B., & Van der Schee, J. A. (2012). Onderzoek naar veldwerk bij aardrijkskunde in het VMBO. In: Van der Schee, J.A. & Béneker, T. *Aardrijkskundeonderwijs onderzocht* (pp. 69-79). Amsterdam: Landelijk Expertisecentrum Mens- en Maatschappijvakken.

Palings, H. (mei 2019). Persoonlijke communicatie. Universiteit Utrecht.

Plomp, T. & Nieveen, N. (2013). *Educational Design Research: Part A*. Enschede: SLO - Netherlands institute for curriculum development.

Rickinson, M., Dillon, J., Teamey, K., Morris, M., Choi, M. Y., Sanders, D., & Benefield, P. (2004). *A review on outdoor learning*. Field Studies Council: Shrewsbury United Kingdom.

Sanders, P. (Red.) (2013). *Toetsen op school - Herziene versie*. Arnhem: Cito.

Stainfield, J., Fisher, P., Ford, B., & Solem, M. (2000). International virtual field trips: a new direction? *Journal of Geography in Higher Education*, 24(2), 255-262.

Stojšić, I., Džigurski, A. I., Maričić, O., Bibić, L. I., & Vučković, S. Đ. (2016). Possible application of virtual reality in geography teaching. *Journal of Subject Didactics*, 1(2), 83-96.

Shute, V., Rahimi, S., & Emihovic, B. (2017). Assesment for Learning in Immersive Environments. In: Liu, D., Dede, C., Huang, R., & Richards, J., *Virtual, Augmented and Mixed Realities* (pp. 71-88). Singapore: Springer Nature.

SLO (2016). Curriculair spinnenweb. Verkregen van <http://curriculumontwerp.slo.nl/spinnenweb>

Syllabus centraal examen 2019: Aardrijkskunde HAVO (juni 2018). College voor toetsen en examens. Derde versie. Verkregen van [https://www.examenblad.nl/examenstof/syllabus-2019-aardrijkskunde-havo/2019/havo/f=/aardrijkskunde\\_havo\\_2019\\_versie\\_3\\_nader\\_vastgesteld.pdf](https://www.examenblad.nl/examenstof/syllabus-2019-aardrijkskunde-havo/2019/havo/f=/aardrijkskunde_havo_2019_versie_3_nader_vastgesteld.pdf)

Syllabus centraal examen 2020: Aardrijkskunde VWO (juni 2015). College voor toetsen en examens. Tweede versie. Verkregen van [https://www.examenblad.nl/examenstof/syllabus-2020-aardrijkskunde-vwo/2020/vwo/f=/syllabus\\_aardrijkskunde\\_vwo\\_2\\_versie\\_2020\\_vermelding\\_gebied.pdf](https://www.examenblad.nl/examenstof/syllabus-2020-aardrijkskunde-vwo/2020/vwo/f=/syllabus_aardrijkskunde_vwo_2_versie_2020_vermelding_gebied.pdf)

Taylor, R. (2005). It's virtually fieldwork! *Teaching geography*, 4, 157-160.

Trouwborst, K., & Kleinhuis, M. (2013). Maak veldwerk app-to-date. *Geografie*. Maart 2013.

Van den Akker, J. (2003). Curriculum perspectives: An introduction. In: Van den Akker, J., Kuiper, W., & Hameyer, U. *Curriculum landscapes and trends* (pp. 1- 10). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Van den Akker, J., Gravemeijer, K., McKenney, S., & Nieveen, N. (2006). *Introducing educational design research*. Amsterdam: NWO/ PROO.

Van der Schee, J. (2009). Aardrijkskunde, wat is dat voor vak? In: Van den Berg, G., Bosschaart, A., Kolkman, R., Pauw, I., Van der Schee, J., & Vankan, L. *Handboek vakdidactiek aardrijkskunde* (pp 7-30). Amsterdam: Landelijk Expertisecentrum Mens- en Maatschappijvakken.

Van der Schee, J. (2014). Brazilië en Zuid-Amerika in het nieuwe examen havo en vwo. *Geografie*, 23(8), 38-39.

Verbeek, D. (2016). *Virtual Reality in Education?!* In: IATED, International Conference on Education and New Learning Technologies. *Proceedings of Edulearn16 conference* (pp. 6615-6623). Barcelona: IATED.

Vink, S., Smulders, L., & De Gruijter, D. (2008). *Kwaliteit van onderwijs: adviseren en reflecteren. De reflectie van vijf centrale ideeën van de Onderwijsraad in beleid, in onderzoek en in de praktijk van het onderwijs* (rapport nr. 189). Leiden: ICLON.

Wu, H. K., Lee, S. W. Y., Chang, H. Y., & Liang, J. C. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & education*, 62, 41-49.

## 8. Overzicht bijlagen

- 1a: Eerste versie productvoorstel op basis van literatuur
- 1b: Eerste versie productvoorstel op basis van literatuur met aanbeveling HP
- 2: Interview HP
- 3: Interview KO
- 4: Interview PL
- 5: Tweede versie productvoorstel: globaal uitgewerkt product
- 6: Interview II
- 7: Interview ME
- 8: Interview SS
- 9: Interview TF
- 10: Derde versie productvoorstel: gedeeltelijk uitgewerkt product
- 11: Feedbackformulier vier leerlingen
- 12: Vierde versie productvoorstel: volledig uitgewerkt product
- 13: Feedbackformulieren klas leerlingen
- 14: Producten klas leerlingen
- 15: Lesopname V5 virtueel veldwerk Rio de Janeiro
- 16: Vijfde versie productvoorstel: eindproduct