

# **DE ROL VAN AUGMENTED REALITY IN HET ONDERWIJS**

Aantal woorden: < 17.309 >

**Emile Vyncke**

Stamnummer : 000140435384

Promotor: Prof. Dr. Amy Van Looy

Masterproef voorgedragen tot het bekomen van de graad van:

Master in de handelswetenschappen: management en informatica

Academiejaar: 2018-2019

## **VERTROUWELIJKHEIDSCLAUSULE**

Ondergetekende verklaart dat de inhoud van deze masterproef mag geraadpleegd en/of gereproduceerd worden, mits bronvermelding.

Emile Vyncke

## WOORD VOORAF

Deze masterscriptie is het sluitstuk van de opleiding Handelswetenschappen aan de Universiteit Gent. In deze periode heb ik veel kennis en vaardigheden verworven die me hielpen deze scriptie te schrijven. Bij dit eindwerk kwam de nodige inzet, energie en doorzettingsvermogen kijken. Derhalve zou ik graag een paar mensen willen bedanken die me bijstonden in dit leerrijke proces.

Allereerst zou ik graag mijn promotor professor Amy Van Looy bedanken, voor haar nuttige, kritische feedback en professionele begeleiding van deze eindscriptie. Zonder haar deskundigheid kon ik deze scriptie niet tot een goed einde brengen.

Daarnaast zou ik graag ook de medewerkers van basisschool de Kei (Lierde) willen bedanken om mij de opportuniteit te geven mijn experimenten bij hen uit te voeren. Zonder hun enthousiaste medewerking en expertise had dit experiment niet kunnen plaatsvinden.

Tot slot zou ik graag mijn familie en vrienden willen bedanken, die me in dit proces altijd hebben bijgestaan waar nodig, zowel mentale steun als naleeswerk. In het bijzonder, mijn ouders die me de kans gaven deze opleiding te volgen en altijd een vorm van steun en toeverlaat boden.

Emile Vyncke

Kruishoutem, 2019

# INHOUDSOPGAVE

<b>INLEIDING</b> .....	<b>1</b>
<b>DEEL 1: LITERATUURSTUDIE</b> .....	<b>4</b>
<b>1 AUGMENTED REALITY</b> .....	<b>1</b>
<b>1.1 CONCEPTUALISERING</b> .....	<b>1</b>
1.1.1 ACHTERGROND .....	1
1.1.2 VIRTUAL REALITY CONTINUÛM .....	1
1.1.3 DEFINITIES .....	3
<b>1.2 INTERFACES</b> .....	<b>4</b>
1.2.1 TASTBARE INTERFACES .....	5
1.2.2 COLLABORATIEVE AR-INTERFACES.....	6
1.2.3 HYBRIDE AR-INTERFACES.....	6
1.2.4 MULTIMODALE AR-INTERFACES.....	6
<b>1.3 APPARATEN</b> .....	<b>7</b>
1.3.1 HMD .....	7
1.3.2 MONITORS.....	8
1.3.3 <i>HANDHELD DISPLAYS</i> .....	8
<b>1.4 SYSTEMEN</b> .....	<b>8</b>
1.4.1 LOCATIEGEBASEERDE AR-SYSTEMEN.....	8
1.4.2 BEELDGEBASEERDE AR-SYSTEMEN .....	9
1.4.3 MOBIELE SYSTEMEN .....	9
1.4.4 PERSOONLIJKE EN PRIVATE SYSTEMEN.....	10
<b>1.5 TOEPASSINGEN</b> .....	<b>10</b>
1.5.1 MARKETING .....	10
1.5.2 MEDISCHE SECTOR .....	11
1.5.3 ENTERTAINMENT SECTOR .....	12
<b>2 AR IN EEN ONDERWIJSOMGEVING</b> .....	<b>14</b>

<b>2.1</b>	<b>AR EN MOTIVATIE.....</b>	<b>16</b>
<b>2.2</b>	<b>AR IN LEEROMGEVINGEN .....</b>	<b>16</b>
2.2.1	AR EN INSTRUCTIONAL LEARNING.....	16
2.2.2	AR EN CONSTRUCTIVISME .....	17
2.2.3	AR EN CONSTRUCTIONISME.....	17
2.2.4	AR EN COLLABORATIE.....	18
2.2.5	AR EN INFORMEEL LEREN.....	18
<b>2.3</b>	<b>AREM.....</b>	<b>19</b>
2.3.1	LEARNING CONTENT PREPARATION .....	19
2.3.2	LEARNING CONTENT USE.....	20
2.3.3	AR-KLASSEN EN -OBJECTEN .....	20
2.3.4	GEOMETRIE.....	22
2.3.5	GEDRAG .....	22
<b>3</b>	<b>AR CHALLENGES .....</b>	<b>23</b>
<b>3.1</b>	<b>PEDAGOGISCHE CHALLENGES.....</b>	<b>23</b>
<b>3.2</b>	<b>LEER GERELATEERDE CHALLENGES .....</b>	<b>24</b>
<b>3.3</b>	<b>SOCIALE CHALLENGES .....</b>	<b>24</b>
<b>4</b>	<b>ONDERZOEK IN AR .....</b>	<b>25</b>
<b>4.1</b>	<b>HUIDIG ONDERZOEK .....</b>	<b>25</b>
<b>4.2</b>	<b>LEEMTES .....</b>	<b>31</b>
4.2.1	METHODES .....	31
4.2.2	BEELDGEBASEERDE AR VS LOCATIEGEBASEERDE AR .....	32
4.2.3	VARIABELEN .....	33
4.2.4	UITVOERBAARHEID .....	34
<b>DEEL 2: METHODOLOGIE .....</b>		<b>35</b>
<b>5</b>	<b>ONDERZOEK.....</b>	<b>36</b>

<b>5.1</b>	<b>PROBLEEMSTELLING</b> .....	<b>36</b>
<b>5.2</b>	<b>ONDERZOEKSVRAAG</b> .....	<b>36</b>
<b>5.3</b>	<b>WETENSCHAPPELIJKE RELEVANTIE</b> .....	<b>38</b>
<b>5.4</b>	<b>MAATSCHAPPELIJKE RELEVANTIE</b> .....	<b>38</b>
<b>5.5</b>	<b>ONDERZOEKSMETHODE</b> .....	<b>39</b>
<b>5.6</b>	<b>EVALUATIECRITERIA</b> .....	<b>41</b>
<b>5.7</b>	<b>VARIABELEN, OPZET EN TESTEN</b> .....	<b>46</b>
5.7.1	AFHANKELIJKE VARIABELEN.....	46
5.7.2	ONAFHANKELIJKE OF EXPERIMENTELE VARIABELEN.....	47
<b>5.8</b>	<b>PARTICIPANTEN EN GDPR</b> .....	<b>50</b>
5.8.1	PARTICIPANTEN.....	50
5.8.2	GDPR.....	50
<b>DEEL 3: EMPIRISCHE STUDIE</b> .....		<b>51</b>
<b>6</b>	<b>RESULTATEN</b> .....	<b>52</b>
<b>6.1</b>	<b>TESTRESULTATEN</b> .....	<b>52</b>
6.1.1	VLAANDEREN.....	52
6.1.2	WALLONIË .....	54
<b>6.2</b>	<b>RESULTATEN MOTIVATIE</b> .....	<b>56</b>
6.2.1	RESULTATEN APARTE VRAGEN.....	56
6.2.2	RESULTATEN GEAGGREGEERD .....	65
<b>6.3</b>	<b>DISCUSSIE RESULTATEN</b> .....	<b>67</b>
6.3.1	DISCUSSIE TESTRESULTATEN.....	67
6.3.2	DISCUSSIE MOTIVATIE.....	69
<b>7</b>	<b>BEPERKINGEN EN SUGGESTIES</b> .....	<b>71</b>
<b>DEEL 4: CONCLUSIE</b> .....		<b>73</b>
<b>8</b>	<b>CONCLUSIE</b> .....	<b>74</b>

9 BIBLIOGRAFIE.....I

10 BIJLAGEN.....VII

## GEBRUIKTE AFKORTINGEN

AR	Augmented Reality
HMD	Head Mounted Display
VR	Virtual Reality
3D	Driedimensionaal
GPS	Global Positioning System
ARCA	Augmented Reality Collaborative Application
AREM	Augmented Reality Environment Modelling
OOP	Object Oriented Programming
XML	Extensible Markup Language
ARSML	Augmented Reality Scenario Modeling Language
GIF	Graphics Interchange Format
ITIA	Institute of Industrial Technologies and Automation
LPP	Learning Physics through Play Project



## LIJST VAN FIGUREN

Figuur 1: Virtual Reality Continuum (Milgram & Kishino, 1994) .....	2
Figuur 2: Theoretisch Model Hypothesen .....	37
Figuur 3: Experimenteel Design .....	40

## LIJST VAN TABELLEN

Tabel 1: Vergelijkende Tabel (1) Huidig Onderzoek AR .....	29
Tabel 2: Vergelijkende Tabel (2) Huidig Onderzoek AR .....	30
Tabel 3: Cronbach's Alpha AR .....	43
Tabel 4: Cronbach's Alpha TR .....	44
Tabel 5: Independent Samples t-test Vlaanderen .....	52
Tabel 6: Independent Samples t-test Wallonië .....	54
Tabel 7: Wilcoxon Signed Ranks Test Vraag 1 .....	57
Tabel 8: Wilcoxon Signed Ranks Test Vraag 2 .....	59
Tabel 9: Wilcoxon Signed Ranks Test Vraag 3 .....	61
Tabel 10: Wilcoxon Signed Ranks Test Vraag 4 .....	63
Tabel 11: Wilcoxon Signed Ranks Test Algemeen .....	65



# INLEIDING

Dezer dagen zijn er twee socio-economische tendensen bezig aan een opmars. Een eerste tendens wijst op een opkomende elektronische economie op basis van kennis, terwijl een tweede tendens de transformatie naar een globale informatiemaatschappij schetst. Juist door deze opmars is er nood aan creativiteit en innovatie in de hedendaagse samenleving (Wojciehowski & Cellary, 2013). Zeker op gebied van onderwijs en lesgeven heeft dit een belangrijke impact. Waar vroeger de leerling passief leerde, probeert men vandaag de dag nieuwe leermethodes toe te passen die een actieve interactie vragen van de leerling. Een voorbeeld van een dergelijke leer methode is *Augmented Reality*. Deze technologie verwijst naar het digitaal projecteren van virtuele objecten op apparaten uit de echte wereld (Cuendet, Bonnard, Do-Lenh, & Dillenbourg, 2013). Concreet heeft AR de laatste jaren veel aandacht gekregen in onderwijs- en instructieomgevingen. Daaruit volgt dat er een groeiend aantal onderzoeken zijn omtrent AR in het onderwijs (Cai, Liu, Yang, & Liang, 2019).

Derhalve is dit onderzoek ook geïnteresseerd in het onderzoeken van leerervaringen van leerlingen die in contact komen met dergelijke AR-leer methode. In dit onderzoek stellen we ons de volgende onderzoeksvraag: **Wat is de correlatie tussen AR-leer methodes en het effect ervan op leerprestaties en motivatie van leerlingen?**

Op basis van een experiment zullen we deze onderzoeksvraag behandelen. Dit gebeurt aan de hand van sessies/lessen die gegeven worden aan de leerlingen. De leerlingen krijgen dezelfde leerstof te zien, maar deze wordt op een andere manier overgebracht. Traditionele leerpraktijken focussen op interactieve sessies en het gebruik van afbeeldingen en *slides*. AR-sessies focussen zich ook op interactieve sessies, maar de leerstof wordt door middel van iPad's gegeven aan de leerlingen. Na deze korte sessies krijgen de leerlingen een test over de geziene leerstof en een vragenlijst die toetst naar de bevindingen van de lessen. De vragen in de vragenlijst toetsen specifiek naar motivatie en leergierigheid van leerlingen. Na analyse van deze data kwamen we tot de conclusie dat er wel degelijk een positieve correlatie is tussen AR-leer methodes en motivatie

van leerlingen. Echter is er geen verband gevonden tussen deze leer methode en prestaties/resultaten van leerlingen.

Deze scriptie is onderverdeeld in 4 grote delen:

**In deel 1** wordt de huidige literatuur en de bestaande kennis omtrent AR en AR in onderwijsomgevingen onderzocht. Aan de hand van deze literatuurstudie worden leemtes opgespoord en op basis daarvan kan een onderzoeksvraag worden geformuleerd.

**Hoofdstuk 1** behandelt Augmented Reality *an sich*, zonder aanwezigheid van een onderwijsfactor. Bestaande concepten in deze tak van de technologie worden besproken en kritisch geanalyseerd. Naast conceptualisering worden verscheidene apparaten en systemen besproken die ontwikkeld werden om deze technologie te implementeren.

Met de informatie omtrent AR-technologie uit hoofdstuk 1, wordt in **hoofdstuk 2** besproken hoe deze technologie geïmplementeerd wordt in een onderwijssetting. Verschillende invalshoeken en leerconstructen worden uitgediept en gelinkt aan AR-technologie.

**In hoofdstuk 3** bespreken we kort welke *challenges* AR-technologie in een onderwijsomgeving met zich meebrengt. Zowel technische als pedagogische uitdagingen worden hier aangekaart.

Aangezien AR-technologie een heel brede scope heeft, wordt in **hoofdstuk 4** systematisch onderzocht wat huidig onderzoek omtrent AR in leeromgevingen te bieden heeft. Op basis van een vergelijkende tabel kan worden bekeken welke leemtes er aanwezig zijn in huidig onderzoek, om zo ook onze probleemstelling en onderzoeksvraag te formuleren.

**In deel 2 (hoofdstuk 5)** van deze scriptie wordt de methodologische aanpak van dit onderzoek besproken. Na formulering van de probleemstelling en onderzoeksvraag aan de hand van de besproken literatuur gaan we dieper in op de relevantie van dit experiment en de statistische

variabelen die bij het experiment komen kijken. Ook de steekproef en de representatieve populatie worden besproken in deze sectie.

Na datacollectie van de tests en vragenlijsten bespreken we in **deel 3 (hoofdstuk 6)** de resultaten die voortspringen uit voorafgaand experiment. Vooreerst bespreken we statistisch de resultaten om vervolgens kritisch deze resultaten te interpreteren en te linken aan de huidige literatuur en bestaande concepten. In **hoofdstuk 7** bespreken we samenvattend wat de beperkingen waren van dit experiment en linken vervolgens deze beperkingen aan suggesties voor toekomstig onderzoek.

Op basis van een extensieve literatuurstudie, een methodologisch onderbouwd experiment en de bijbehorende resultaten, komen we in **deel 4** tot de conclusie van dit experiment. In deze conclusie nemen we alle voorgaande informatie samen om tot een algemene einduitkomst te komen omtrent AR-leermethodes in het hedendaags onderwijs.

# DEEL 1: LITERATUURSTUDIE

# 1 Augmented Reality

## 1.1 Conceptualisering

Vooraleer ons eerst te verdiepen in de correlatie tussen leermethodes en *Augmented Reality*, is het relevant om de technologie *an sich* te bestuderen. In deze sectie worden conceptualisering, interfaces, apparaten en systemen in kaart gebracht.

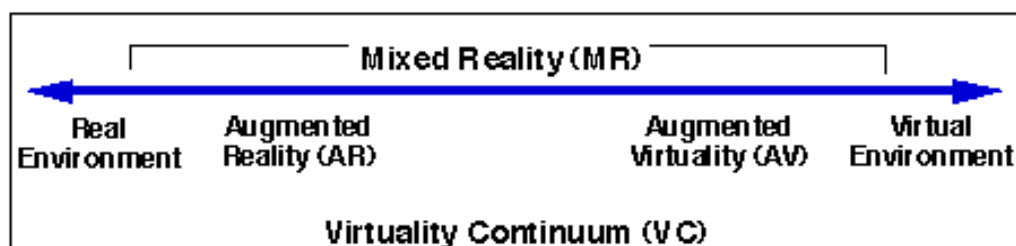
### 1.1.1 Achtergrond

Het eerste teken van een alternatieve vorm van realiteit kwam er in de jaren 1960. Ivan Sutherland, een Amerikaans grafisch ontwerper opperde het idee van een synthetische omgeving gevisualiseerd door een HMD-apparaat (zie sectie 1.3.1). Dit idee kreeg de naam VR of *Virtual Reality*. Na de ontwikkeling van VR, is daaruit AR of *Augmented Reality* ontstaan. AR ontstond in de jaren 1990, specifiek bij de productie van vliegtuigen. Erkend lucht-en ruimtevaartbedrijf “Boeing” hield zich destijds bezig met het opzetten van een AR-systeem dat virtuele elementen combineerde met echte elementen. Aangezien AR en VR veel gemeenschappelijke kenmerken vertoonden, werd de terminologie door mekaar gebruikt. In reactie hierop creëerden Milgram & Kishino het Virtual Reality Continuüm (Cheng & Tsai, 2013).

### 1.1.2 Virtual Reality Continuüm

*Augmented Reality* behoort samen met *Virtual Reality* tot een concept genaamd *Mixed Reality*. *Mixed Reality*-interfaces integreren echte en virtuele objecten met mekaar door deze samen te voegen en te linken aan een bepaalde gebruikerservaring. De term *Mixed Reality* klinkt minder bekend in de oren, omdat veel synoniemen worden gebruikt voor deze technologie. De termen *Virtual Reality* en *Augmented Reality* worden frequenter gebruikt. De verschillen tussen deze twee realiteiten worden meestal als hetzelfde ervaren terwijl dit allerminst niet de juiste opvatting is. Derhalve dat een algemeen, holistisch raamwerk is opgesteld dat deze twee verschillende concepten gaat uitleggen, genaamd *Virtual Reality Continuum* (Milgram & Kishino, 1994). Dit

continuüm heeft, zoals alle continuüms twee uiteinden: het ene uiteinde stelt volledige realiteit voor, het andere stelt volledige virtualiteit voor. Alles daartussen, wordt gezien als een mix van deze twee, genaamd *Mixed Reality*. Dit is wellicht ook een van de redenen waarom mensen *Mixed Reality* als term gaan gebruiken, omdat dit een alomvattende benaming is. In essentie kan men een stuk specifiekere te werk gaan. Als een *Mixed Reality*-interface een hoger aantal echte elementen heeft in vergelijking met virtuele elementen, wordt dit gezien als *Augmented Reality*. Als het aantal virtuele elementen de interface domineert, noemt men dit *Augmented Virtuality*. Binnen het continuüm kan je op verschillende manieren *Mixed Reality* toepassen door te “spelen” met de aantallen (percentages) van echte en virtuele elementen. Bijvoorbeeld tactiele interfaces (aan de hand van touchscreens) gaan zich sterk focussen op echte objecten met fysieke objecten als interface. Dit geeft als resultaat dat deze soort interfaces een hoog aandeel van echte elementen gaat hebben en dus meer naar de reality- kant gaan neigen op het continuüm (Büth, Juraschek, Posselt, & Herrmann, 2018). Uitgaande van dit concept, kan de functionaliteit van dit continuüm een bredere scope innemen. Men kan bijvoorbeeld dit continuüm gaan toepassen op hardware. Denk aan *head mounted* AR-brillen en hun respectievelijke graad van virtualiteit/realiteit (Wojciechowski & Cellary, 2013).



Figuur 1: Virtual Reality Continuum (Milgram & Kishino, 1994)



### 1.1.3 Definities

Doorheen de jaren hebben onderzoekers vanuit verschillende invalshoeken *Augmented Reality* gedefinieerd. Een mogelijke reden hiervoor is dat de scope van *Augmented* heel breed kan geïnterpreteerd worden.

Milgram, Takemura, Utsumi en Kishino (1994) definieerden AR op basis van twee benaderingen: de eerste was de brede benadering, waarin AR verwijst naar *“het augmenteren van natuurlijke feedback naar de gebruiker aan de hand van gesimuleerde aanwijzingen”* (p 283).

De tweede was een meer beperkte benadering, waarin AR vooral bekeken werd vanuit een technologisch standpunt. Hierin is AR-technologie een vorm van *Virtual Reality* waarin een HMD-apparaat (zie sectie 1.3.1) enige transparantie heeft, waardoor er een duidelijk zicht is op de echte wereld. Klopfer en Squire (2008) kaartten in een later onderzoek aan dat AR niet zou mogen gedefinieerd worden op basis van de beperkte benadering daar de term AR kan toegepast worden op eender welke vorm van technologie die echte en virtuele informatie gaat combineren met mekaar. Daarom creëerden Klopfer en Squire (2008) hun eigen definitie die klinkt als volgt: *“a situation in which a real world context is dynamically overlaid with coherent location or context sensitive virtual information”* (p 205).

Ander onderzoek definieerde AR-technologie aan de hand van zijn respectievelijke *features* en karakteristieken. Azuma (1997) definieerde AR als een systeem dat is opgezet om aan drie functies te voldoen. Deze drie functies zijn:

- Een combinatie van echte en virtuele werelden
- Interactie binnen de echte wereld
- Een accurate 3D-registratie van zowel echte als virtuele objecten

Carmigniani et al. (2010) definieerden Augmented Reality als volgt: *“We define Augmented Reality (AR) as a real-time direct or indirect view of a physical real- world environment that has been enhanced/ augmented by adding virtual computer- generated information to it. AR is both interactive and registered in 3D as well as combines real and virtual objects.”* (p 342). De bedoeling van AR-technologie is het vereenvoudigen van de gebruikers’ leven door het bezorgen van virtuele informatie niet enkel in zijn/haar onmiddellijke omgeving, maar ook in zijn/haar indirecte omgeving. Op deze manier wordt de perceptie van de gebruikers’ omgeving versterkt.

Kim et al. (2018) plaatsten AR-technologie binnen VR-technologie, als een onderdeel ervan: *“As one area of virtual reality, augmented reality refers to an image processing technology within three -dimensional space wherein 3D virtual images created with the computer are combined with actual images or background for interaction.”* (p 30089).

Waar sommige onderzoekers VR en AR op gelijke lijn plaatsen in een continuüm, gaan andere auteurs andere invullingen geven aan AR-technologie, in dit voorbeeld als subniveau.

Kortom is er geen uniforme definitie aanwezig van de term AR, aangezien er verschillende vertrekpunten zijn. In sectie 2 van dit hoofdstuk wordt duidelijk welke definitie het best past in de educatieve tak van AR.

## 1.2 Interfaces

AR-technologie combineert echte elementen met virtuele elementen door een bepaalde gebruikersomgeving te creëren. In deze omgeving kan de gebruiker vrij interageren met de eerdergenoemde elementen. Hiervoor moeten bepaalde technieken ontworpen worden die intuïtieve reactie tussen gebruiker en de virtuele inhoud zo optimaal mogelijk benutten. Dit wordt gedaan aan de hand van interfaces. Er bestaan verschillende soorten interfaces: tastbare interfaces, collaboratieve interfaces, hybride-interfaces, en multimodale interfaces. Elke soort interface heeft specifieke doelen en eigenschappen. (Carmigniani et al., 2010).

### 1.2.1 Tastbare Interfaces

Tastbare interfaces ondersteunen een directe interactie met de echte wereld door gebruik te maken van echte, fysieke objecten en allerlei middelen. Uit een studie van Teng en Peng (2017) werd aangetoond dat tastbare interfaces een goede methode zijn om mens-machine-interactie zo optimaal mogelijk te benutten. Door deze tastbare interface komt men onmiddellijk in contact met de objecten en kan men deze dus ook controleren. Een ander voorbeeld hiervan is TaPuMA. TaPuMa is een interface die fysieke objecten gebruikt om te interageren met digitaal geprojecteerde kaarten. De gebruiker kan elementen traceren op deze kaart door gebruik te maken van levensechte objecten die hij/zij ter beschikking heeft. Het voordeel hiervan is dat levensechte objecten eigenlijk als “vervanger” worden gebruikt van sleutelwoorden. Deze sleutelwoorden moeten in verscheidene talen vertaald worden voor buitenlandse gebruikers. Het probleem hiermee is dat de technologie omtrent deze interfaces nog lang niet op punt staat dus er zouden wel wat problemen kunnen opduiken in vertalingsprocessen. Door objecten te gebruiken wordt dit probleem vermeden (Carmigniani et al., 2010). Aan de andere kant, betekenen sleutelwoorden (indien deze juist vertaald worden) overal hetzelfde in elke taal. Bij objecten is dit niet zo. Verschillende parameters zoals leeftijd, cultuur, gender, enz. spelen een grote rol in het definiëren van deze objecten. Aangezien er soms verschillende betekenissen worden gegeven aan objecten kan dit zorgen voor inconsistente resultaten.

### 1.2.2 Collaboratieve AR-interfaces

Collaboratieve interfaces maken gebruik van meerdere schermen om vergelegen en dichtbij gelegen activiteiten te ondersteunen. Dichtbij gelegen of *co-located sharing* gebruikt 3D-interfaces om fysieke collaboratieve werkruimtes te bevorderen. In vergelegen of *remote sharing* is AR de perfecte technologie om meerdere AR- apparaten te integreren in verscheidene locaties om bijvoorbeeld teleconferenties zo optimaal mogelijk te laten verlopen. *Co-located sharing* is bedoeld om zoveel mogelijk interfacedimensies te overbruggen: meerdere gebruikers, verschillende contexten alsook applicaties, hosts, operating systems, enz. *Remote sharing* wordt vooral gebruikt voor teleconferenties maar wordt ook gebruikt voor diagnoses in ziekenhuizen, operaties en zelfs onderhoudsroutines (Carmigniani et al., 2010). Een ander voorbeeld van collaboratieve AR interfaces wordt ook gebruikt bij vliegtuigherkenning. Hiermee helpen de collaboratieve interfaces bij het snel detecteren van vliegtuigen die ver van elkaar verwijderd zijn (Lien, Nuernberger, Hölleker, & Turk, 2016).

### 1.2.3 Hybride AR-interfaces

Hybride interfaces combineren een bepaald assortiment van verschillende (maar toch complementaire) interfaces. Bovendien biedt het ook de mogelijkheid om deze te gebruiken met verschillende AR-apparaten. Wat typerend is aan dit soort interface is zijn flexibele platform, dat zonder problemen op elk moment kan geraadpleegd worden. Deze interface moet niet op voorhand “weten” welk AR-toestel gebruikt wordt. De AR-toestellen zijn onmiddellijk bruikbaar te stellen en compatibel met het platform (Carmigniani et al., 2010).

### 1.2.4 Multimodale AR-interfaces

Multimodale interfaces combineren echte, fysieke objecten met natuurlijke vormen van spraak en taal zoals spraak, *touch*, handgebaren, gesticulatie, enz. Wat heel belangrijk is aan dit soort interfaces is dat de focus niet wordt gelegd op één enkele methode, maar op verschillende. Op deze manier wil men leerlingen bepaalde (complexe) concepten beter doen begrijpen (Anderson et al., 2018). Deze types van interfaces zijn redelijk recent. Een voorbeeld hiervan is *MIT's Sixth Sense* draagbare interface, genaamd WUW. WUW verstrekt de gebruiker informatie door deze te

projecteren op bijvoorbeeld een muur aan de hand van handgebaren, armgebaren en interactie met het fysiek object zelf. Zoals reeds aangegeven is het een nieuwere vorm van werken met interfaces en is deze nog volop in ontwikkeling (Carmigniani et al., 2010).

## 1.3 Apparaten

Een interface is geen tastbaar element, maar een intermediair tussen mens en machine. De gebruiker zal dus een apparaat/toestel moeten gebruiken om via de interfaces te interageren met zowel echte als virtuele elementen. Hieronder worden enkele toestellen opgelijst.

### 1.3.1 HMD

Om virtuele illustraties in een levensecht plaatje te gaan zetten, kan de gebruiker een *Head Mounted Display* gebruiken. Optioneel kan er ook nog een randapparaat gebruikt worden dat de positie en oriëntatie van de gebruikers' hoofd bepaalt. Gezien de kost en de techniciteit van HMD zien we deze niet in iedere sector opduiken. Zeker in een educatieve setting is dit praktisch onmogelijk. HMD komt wel veel voor in de medische sector (Song, Yang, Dianat, & Azimi, 2018). Er zijn twee manieren waarop HMD kan benaderd worden: *optical see-through* en *video see-through*. *Optical see-through* stelt de gebruiker ertoe in staat om via een scherm naar de echte wereld te kijken. Dit scherm is gebaseerd op basis van optische *image combiners* (spiegels bestaande uit helft zilver, geplaatst voor de ogen van de gebruiker om het virtuele te gaan mixen met het echte). *Video see-through* wordt gebruikt aan de hand van een of twee camera's die de levensechte beelden gaan vastleggen. Deze camera's worden vastgemaakt voor de HMD. De camera's gaan de echte wereld gaan vastleggen aan de hand van afbeeldingen. Deze afbeeldingen worden geaugmenteerd met virtuele informatie en worden dan geprojecteerd op de HMD, zodat de gebruiker deze kan zien (Wojciehowski & Cellary, 2013).

### 1.3.2 Monitors

AR kan ook via monitors geconfigureerd worden. In plaats van HMD's te gebruiken wordt er gewerkt met een of twee videocamera's en een monitor. De camera's leggen opnieuw de levensechte omgeving vast en het geaugmenteerde deel wordt geprojecteerd op de monitor (Wojciechowski & Cellary, 2013).

### 1.3.3 Handheld Displays

Een voorbeeld van *handheld displays* zijn mobiele telefoons. Maar ook gebruik van iPad's of andere tablets kan heel nuttig zijn. In dit experiment zal gebruik gemaakt worden van iPad's. Het gebruik en de implementatie van bijvoorbeeld mobiele apparaten wordt besproken in volgende sectie *Systemen*.

## 1.4 Systemen

Analoog met het principe van het definiëren van AR is er geen uniforme manier om aan de slag te gaan met AR-technologie. Er zijn verschillende methodes om de onderliggende AR-technologie te integreren en configureren op een apparaat. Hieronder volgen enkele systemen om AR-technologie te configureren.

### 1.4.1 Locatiegebaseerde AR-systemen

Dit soort systemen gebruiken data voor het positioneren van mobiele apparaten, aan de hand van *Global Positioning Systems (GPS)* of *WiFi-based positioning systems*. Het locatiegebaseerde systeem stelt de gebruiker in staat om zichzelf fysiek te bewegen met zijn mobiel apparaat in de echte wereld. Gebruikers kunnen computergegenereerde informatie observeren op hun mobiel apparaat. Tijdens dit proces is de informatie afhankelijk van de locatie waarin de gebruiker zich bevindt, in een bepaalde omgeving (Wojciechowski & Cellary, 2013). Onderzoek van Tan, Chang en Kinshuk (2015) toont aan dat de combinatie van *location-awareness* en contextuele leermethoden een positief effect heeft op het contextualiseringsproces van leerlingen. Ook zorgt het voor een meer persoonlijke leerervaring en houdt het de leerlingen geïnteresseerd.

### 1.4.2 Beeldgebaseerde AR-systemen

In vergelijking met het locatiegebaseerde systeem, focust het beeldgebaseerde AR-systeem op herkenningstechnieken die gebruikt worden om fysieke objecten te detecteren in de echte wereld. Binnen beeldgebaseerde systemen is er nog eens een opdeling tussen *marker-based en marker-less tracking*. De eerste vereist het gebruik van artificiële markeringen in de echte wereld om fysieke objecten te kunnen detecteren. De tweede gebruikt geen artificiële markeringen maar in plaats daarvan detecteert het fysieke objecten aan de hand van natuurlijke eigenschappen van deze objecten (Wojciechowski & Cellary, 2013).

### 1.4.3 Mobiele Systemen

Een mobiel systeem is een systeem dat de gebruiker ertoe in staat stelt om zich vrij te bewegen in een ruimte en ook buiten deze ruimte te gaan. Dit kan door draadloze systemen te gebruiken. Vooraleer mensen gebruik willen maken van AR-systemen moeten ze eerst goed weten welk systeem de beste toepassing biedt, zodat ontwerpers goed hun design kunnen afstellen op de noden van de onderzoekers en onder andere ook weten welke traceersystemen ze moeten gebruiken. *Fixed systems* of vaste systemen maken bijvoorbeeld geen gebruik van GPS-tracing, terwijl mobiele systemen hier wel gebruik van maken (Carmigniani et al., 2010). AR mobiele systemen zijn zowel mobiele applicaties als draadloze systemen. AR mobiele systemen bevatten draagbare mobiele interfaces die de gebruiker hanteert om te interageren met digitale informatie die aan hem/haar gepresenteerd wordt als een laag bovenop een fysiek object of platform. Een voorbeeld van een mobiele AR-applicatie is *HP Reveal*. *HP Reveal* (vroeger *Aurasma*) is een van de vele AR-applicaties die gebruikt wordt voor educatieve doeleinden (Marcel, 2019). Ook in dit onderzoek wordt er gebruik gemaakt van de *HP Reveal* AR-app. Extra informatie hierover kan u terugvinden in de methodologiesectie. Een belangrijke vereiste van AR mobiele systemen is dat de aandacht van de gebruiker meer gevestigd is op de applicatie *an sich*, dan op het AR-apparaat en dat vooral de informatie op een duidelijke en juiste manier gepresenteerd wordt.

#### 1.4.4 Persoonlijke En Private Systemen

Een belangrijke functionaliteit die mobiele systemen bieden is dat informatie persoonlijk moet zijn. Hiermee wordt bedoeld dat informatie alleen maar beschikbaar mag zijn voor andere gebruikers indien de huidige gebruiker hiervoor toestemming geeft. Een systeem kan ook als sociaal inacceptabel gezien worden als de privacy errond niet op de juiste manier wordt geïmplementeerd. De ideale balans die een mobiel systeem moet bieden is: het bieden van private informatie dat kan gedeeld worden met anderen indien de huidige gebruiker dit wenst. Dit lijkt niet altijd even makkelijk te zijn aangezien er soms een dunne lijn is tussen wat privaat en wat publiek is (Carmigniani et al., 2010).

### 1.5 Toepassingen

Zoals reeds aangekaart in vorige secties biedt AR-technologie een zekere functionaliteit voor gebruikers. De scope waarop AR-technologie kan toegepast worden is heel breed, dus een onderverdeling in verschillende “segmenten” kan de toepassing ervan beter in kaart brengen. Carmigniani et al. (2010) onderscheidden vier hoofdtakken: marketing, de medische sector, de entertainmentsector en het onderwijs. Aangezien onderwijs de *main topic* van deze scriptie is, zal deze hier niet besproken worden maar specifiek en grondiger in volgende sectie behandeld worden.

#### 1.5.1 Marketing

De meest voorkomende toepassing van AR in marketing is het promoten van nieuwe producten. Bekende technieken zijn markerings die gebruikt worden om bepaalde eigenschappen van producten aan te duiden. Bepaalde magazines met specifieke producten hierin worden voor een webcam gehouden en door het gebruik van software wordt er virtueel een product geprojecteerd op deze markering. Een goed voorbeeld hiervan is het bedrijf MINI, die in 2008 een AR-advertentie introduceerde in allerhande Duitse auto-magazines. Het concept bestond eruit dat de lezer de site van MINI bezocht en vervolgens de advertentie voor zijn/haar webcam hield. Als resultaat kreeg de lezer een 3D-MINI-auto geprojecteerd op zijn/haar scherm. (Carmigniani et al., 2010).



Niet enkel in de auto-industrie maar ook in andere industrieën wordt dit soort AR-technologie gebruikt: de meubilairsector, de brillensector, horloges en de schoonheidssector zijn een paar voorbeelden hiervan (Scholz & Duffy, 2018). Het merendeel hiervan ligt binnen de scope van detailhandel, waar men de laatste jaren actief op zoek is naar nieuwe methodes en technologieën om klantenervaring te verbeteren. Wat nu reeds gebruikt wordt zijn allerhande apps die de consument kan downloaden om de “*customer journey*” als het ware zo aangenaam mogelijk te doen verlopen. Waar AR-technologie vooral bij kan helpen is bijvoorbeeld virtuele informatie in een echte omgeving plaatsen aan de hand van dit soort apps. Rese, Baier, Geyer-Schulz en Schreiber (2017) onderzochten AR-technologie in de retailsector en concludeerden dat dit positieve resultaten met zich meenam.

AR-technologie biedt niet enkel oplossingen naar de klant toe. Ook kan het kostenbesparend zijn voor bedrijven. Waar vroeger veelal prototypes moesten gemaakt worden in bepaalde industrieën, komt dezer dagen AR-technologie daar in tussen. Industriële bedrijven hebben veel kosten aan het productieproces vooraleer een product effectief klaar is voor consumptie. Niet alleen productiekosten, maar ook *test runs* moeten in acht genomen worden om te kijken of het product wel klaar is voor de markt en of het voldoet aan de verwachtingen van de consument. Aan ITIA (*Institute of Industrial Technologies and Automation*) werkt men aan AR en VR systemen die gebruikt worden als ondersteunende tool bij het ontwikkelen van virtuele prototypes (Carmigniani et al., 2010).

### 1.5.2 Medische Sector

De meest gebruikte applicaties in de medische sector verhouden zich tot *image guides* en robotgassisteerde operaties. De voorbije jaren is er veel onderzoek gevoerd om AR te incorporeren in medische beeldvorming. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van diverse types van medische beeldvorming zoals bijvoorbeeld videomateriaal dat wordt opgenomen door een camera en geprojecteerd op een monitor. Aan de andere kant zorgt dit wel voor limitaties voor de chirurg aangezien deze een stuk minder natuurlijk en intuïtief te werk zal kunnen gaan. Daarom dat AR

ook gebruikt wordt in diagnosevorming (Carmigniani et al., 2010). Veel onderzoekers voeren studies uit naar AR interactieve systemen om medische diagnoses zo accuraat en correct mogelijk te laten verlopen. Een voorbeeld hiervan is de *ICAR-CNR* groep uit Napels die onderzoek doet naar het gebruik van AR om arthritis te detecteren. Dit doen ze door MR afbeeldingen bovenop de patiënt's hand of pols te houden.

Niet alleen in chirurgie maar ook in tandheelkunde biedt AR oplossingen. Specifiek in wortelkanaalbehandeling doen er zich dezer dagen veel inconsistenties en fouten voor. Wortelkanaalbehandeling is een heel belangrijke stap in het voorbereiden van het vullen van gaatjes bij patiënten. In een studie van Song, Yang, Dianat en Azimi (2018) werd er onderzocht of AR-technologie het aantal problemen en inconsistenties kon minimaliseren. Resultaten hiervan waren positief en bevorderden de werkmethodes aangaande wortelkanaalbehandeling.

### 1.5.3 Entertainment Sector

Voorbeelden van toepassingen van AR in de entertainment sector zijn:

- Culturele apps met *sightseeing* -en museumgids
- *Gaming apps* met AR-interfaces

#### **Cultuur**

In culturele toepassingen zijn er bepaalde systemen die AR gebruiken om bijvoorbeeld oude ruïnes te projecteren (Huang, Liu, & Wang, 2009). In musea worden ook museumgidsen aan de hand van AR-technologie gebruikt. Met een mobiele telefoon/smartphone als interface kan er in het museum via lensconfiguratie informatie gepresenteerd worden aan de gebruiker. Voordelen hiervan zijn: efficiënte communicatie met de gebruiker door middel van multimediapresentaties, natuurlijk en intuïtieve technieken en lage onderhoudskosten voor het museum. Het leerproces is helemaal anders wanneer je dit vergelijkt met een gidsboekje waarin je nummertjes en pagina's opzoekt. Het is een interessantere manier om informatie te vergaren en bij te leren op een educatieve, fijne manier (Carmigniani et al., 2010).

### ***Gaming Apps***

In dit technologisch tijdperk is er een stijgende interesse naar interactieve, inzichtelijke spelletjes gebaseerd op AR en VR-technologie. Om zo een soort games te maken moet er vooreerst een “touchless”, interactief design opgezet worden. De manier waarop huidige AR-games werken is dat gebruikers via hand/voetengebaren voor de camera bewegen, zodat via de technologie een virtueel object getriggerd wordt. Lv, Halawani, Feng, ur Rehman en Li (2015) voerden reeds onderzoek hoe gebruikers omgaan met verschillende soorten AR-technologie aan de hand van drie simpele games die ze ontwikkelden. Op basis van deze games kwamen Lv et al. (2015) tot de conclusie dat sociale aannemelijkheid van *AR games* enorm kan verschillen afhankelijk van de setting waarin deze games zich bevinden. In een publieke sitting is de sociale aannemelijkheid een stuk groter in vergelijking met bijvoorbeeld een werksetting. Op gebied van gebruiksvriendelijkheid werd er liefst gewerkt met Google Smart Glasses.

## 2 AR In Een Onderwijsomgeving

Ofschoon AR de voorbije jaren veel aandacht heeft gekregen in de onderzoekswereld, is er nog altijd geen uniforme term voor. Verschillende onderzoekers geven andere nuances aan definities. Zoals veel opkomende technologieën, is de educatieve waarde ervan niet enkel gebaseerd op het gebruik van deze technologie, maar is deze ook afhankelijk van de manier waarop AR wordt ontworpen, geïmplementeerd en geïntegreerd in formele en informele leerprincipes (Wu, Lee, Chang, & Liang, 2013).

De invalshoek van waaruit gekeken wordt ligt onder veel discussie, dus een uniforme definitie is niet makkelijk te vinden. Aan de ene kant is de brede invalshoek interessanter voor onderwijzers omdat deze AR via de brede definitie op verschillende manieren kunnen implementeren (HMD, desktop computers, enz). Aan de andere kant opteren veel onderzoekers voor de begrensde aanpak omdat het dieper ingaat op de technologische setting ervan (Wu et al. 2013).

Een van de grote redenen waarom *Virtual Reality* wordt gebruikt in leeromgevingen is dat virtuele omgevingen meer vormen van interactiviteit met zich meenemen. De gebruikers kunnen vrij rondwandelen in de omgeving, de omgeving van verschillende invalshoeken observeren en ook interageren met virtuele objecten. De technologische kennis van *Virtual Reality* staat echter nog lang niet op punt en daarenboven is het ook een heel dure aangelegenheid (Wojciechowski & Cellary, 2013). Het is dan ook hier dat *Augmented Reality* zijn intrede gaat maken. In vergelijking met *Virtual Reality*, zorgt *Augmented Reality* voor een aanvulling van de gebruikers' perceptie. Dit gebeurt aan de hand van toevoeging van computergegenereerde informatie geregistreerd door levensechte applicaties. Wat *Augmented Reality* doet is virtuele objecten fusioneren met echte objecten, wat resulteert in *Augmented Reality*-omgevingen. In zulke omgevingen is het voor de gebruiker ook perfect mogelijk om te interageren met virtuele objecten zonder gebruik te maken van dure, gesofisticeerde technologieën (Wojciechowski & Cellary, 2013).

AR- omgevingen bieden een optimale *learning-by-doing* ervaring door het toepassen van fysieke bewegingen in een zintuigelijke omgeving. Daardoor draagt het ook bij tot situationeel leren dat

stelt dat het leerproces altijd moet plaatsvinden in de juiste context waarin het wordt toegepast. Doordat er een goede balans wordt geboden tussen virtuele aspecten en de levensechte applicatie ervan, wordt het ook gemakkelijker voor de leerling om de geleerde principes effectief te gaan toepassen in een realistische situatie (Wojciechowski & Cellary, 2013).

Drie grote voordelen die *Augemented Reality* met zich meeneemt in leeromgevingen zijn: actief bezig zijn, kostenefficiëntie en veiligheid:

1. AR-omgevingen laten het toe om leerstof op een belangrijke en duidelijke manier over te brengen. Deze omgevingen spelen een grote rol in verscheidene leeractiviteiten, aangezien *learning by doing in* veel takken van onderwijs wordt uitgevoerd.
2. Kostenreductie speelt ook een grote rol bij AR doordat speciale en dure software-oplossingen niet moeten ontworpen worden binnen AR-omgevingen.
3. Veiligheid is ook zeer belangrijk aangezien leeromgevingen niet altijd, maar toch veel te maken hebben met kinderen. Doordat een virtueel element wordt toegevoegd kan de leerling zich perfect voorbereiden op een veilige manier en daardoor niet in gevaar worden gebracht. Eens de leerling leert omgaan met de technologie in een virtuele setting, zal hij/zij er des te beter mee kunnen omgaan in een levensechte toepassing ervan. Uiteraard is niet alles gevaarlijk in zo'n omgevingen, maar in sommige gevallen speelt veiligheid een belangrijke rol. (Wojciechowski & Cellary, 2013).

## 2.1 AR En Motivatie

Onderzoek van Di Serio et al. (2013) toont aan dat leerlingen die gemotiveerd zijn om te leren meer in staat zijn tot het benutten, doorzetten en expanderen van moeite omtrent taakvervolgding. Di Serio et al. (2013) definieerden motivatie als: *“Motivation provides a source of energy that is responsible for why learners decide to make an effort, how long they are willing to sustain an activity, how hard they are going to pursue it, and how connected they feel to the activity.”* (p. 586). De voorbije jaren is er al veel onderzoek geweest naar het gebruik van technologie en de impact ervan op motivatie tot leren. Voorbeelden hiervan zijn: gebruik van computers, multimedia, *whiteboards*, internet, enz. Er zijn reeds verscheidene studies uitgevoerd die toetsen of er een correlatie bestaat tussen motivatie en de resultaten van een leerling. Pintrich (1999) toonde aan dat er drie types van motivatie bestaan: zelfeffectiviteit, taakwaarde en goaloriëntatie en deze zijn predictors van zelfregulatie.

## 2.2 AR In Leeromgevingen

### 2.2.1 AR En Instructional Learning

*Instructional learning is teacher-based, skill-based, productgeoriënteerd, non-interactief en voorspelbaar.* In tegenstelling tot de constructivistische aanpak (die we later zien) wordt instructioneel leren aan de andere kant van het spectrum gezet. Er is dus wel een grote kloof tussen deze twee. Hoe gaat men die kloof dichten? Tangworakithaworn, Gilbert en Wills (2011) beweren dat dat deze kloof kan gedicht worden door juist gebruik te maken van leerprincipes en materialen. Tangworakithaworn et al. (2011) voerden een onderzoek aan de hand van een case studie. Deze case studie paste *Augmented Reality* toe op een verzameling van prescriptieve, *skill-based* leermodules die typerend zijn voor instructioneel leren. *The Engineering Technology Research Center of Shanghai Open University* ontwikkelde een AR-gebaseerd leersysteem, dat interactieve leerprocessen ondersteunde met verschillende apparaten. Het systeem werd ontwikkeld voor leerlingen uit het lager onderwijs om ze te doen bijleren over de sterren en planeten. In dit AR systeem werden typische instructionele modules gehanteerd om deze achteraf te kunnen toetsen. Dit AR-systeem biedt de opportuniteit om formele leerprincipes te combineren

met informele leerprincipes. Ook al heeft het systeem interactieve trekjes (niet typerend voor instructioneel leren), wordt de leerling in grote mate begeleid aan de hand van *instruct-dispensed modules*. (Wang, Callaghan, Bernhardt, White, & Peña-Rios, 2017).

### 2.2.2 AR En Constructivisme

Aangaande AR-leermethodes wordt er veelal gebruik gemaakt van een constructivistische aanpak. Hierin is de leraar eerder een coördinator in het leerproces ipv een verstrekker van informatie. Voorbeelden van deze constructivistische methodes zijn: experimenten, discussiegroepen, projecten enz. Deze activiteiten stimuleren de leerling om actief en interactief bij te leren. (Wojciechowski & Cellary, 2013). Een belangrijk principe hiervan heet de *learning-by-doing* methode of experiëntieel leren. De determinant hiervan is interactie. Steuer (1992) definieerde interactie als: *“The extent to which users can participate in modifying the form and content of a mediated environment in real time.”* (p. 14).

### 2.2.3 AR En Constructionisme

Constructionisme wordt kort door de bocht ook wel eens *learning by making* genoemd (Papert & Harel, 1991). Terwijl constructivisme verwijst naar leeropportunities om op verder te bouwen en te exploreren, gaat constructionisme een stapje verder. Constructionisme gaat specifieker te werk en zoekt naar meetbare resultaten, producten en constructen die resulteren uit constructivistische activiteiten. Deze twee constructen zijn alletwee gebaseerd op constructivisme maar doelen op andere resultaten. *The University of Essex* deed onderzoek naar AR toepassingen in laboratoria, specifiek *laboratory-based learning* die zich bezighoudt met allaerhande processen. Deze processen worden in deze thesis niet verder besproken, aangezien de techniciteit buiten de scope van de literatuur valt. In grote lijnen komt het erop neer dat deze computers in labo's en de technologie binnenin deze computers moeilijk zichtbaar kan gesteld worden aan leerlingen. Hier doet AR dan ook zijn intrede. *Augmented Reality* kan zo ontwikkeld worden om deze verborgen technologieën te ontmaskeren en ze dan ook op een visueel aantrekkelijke manier te presenteren aan leerlingen. Voorbeelden van zo'n technologie bevinden zich in elektronische uurwerken, auto's, thermostaten enz. (Wang et al., 2017).

#### 2.2.4 AR En Collaboratie

*Collaborative learning* houdt in dat twee of meer leerlingen tegelijkertijd iets proberen leren. Doordat online cursussen in de opmars zijn wordt de kloof tussen traditionele leeromgevingen en geografisch gescheiden leeromgevingen meer en meer gedicht. Deze kloof wordt gedicht door onder andere AR. Door bovenop de fysieke omgeving van het traditionele klaslokaal een laag met afbeeldingen van participanten die zich ver van mekaar bevinden te plaatsen, wordt dit verwezenlijkt. Ook in *Essex Univeristy* werd hiervoor een AR-systeem ontwikkeld (Alzahrani, Gardner, Callaghan, & Alrashidi, 2015). *Augmented Reality Collaborative Application of ARCA* stelt leerlingen ertoe in staat om *live* afbeeldingen van zichzelf (allemaal op verschillende locaties) te gaan plaatsen binnen een locale fysieke omgeving. Dit kan verwezenlijkt worden door *smart-glasses*, smartphones of tablets. Een ARCA-omgeving zorgt ervoor dat virtuele learners kunnen communiceren met leerlingen die leren via traditionele methodes. Je kan deze virtuele ervaring perfect analoog stellen met een levensechte bijeenkomst, wat voordelen biedt. Vergemakkelijkt door technologieën zoals tablets, smartphones, *goggles* of *glasses*, brengt deze nieuwe virtuele ruimte veel voordelen met zich mee op educationeel vlak. Terwijl het ARCA systeem slechter scoorde dan traditionele leermethodes, scoorde het wel stukken beter in vergelijking met andere conventionele online web-gebaseerde methodes die zich bezighouden met collaboratieve methodes (Wang et al., 2017).

#### 2.2.5 AR En Informeel Leren

Verscheidene studies hebben aangetoond dat AR-gebaseerde systemen betere leersystemen zijn dan traditionele leermethodes. Het genereert minder menselijke fouten en zorgt voor betere tijdallocatie van taken. AR-systemen laten toe om aan *training-by-doing* te doen en bieden ook een interessante ervaring waarin de gebruiker op een aangename manier kan interageren met bepaalde informatie in een specifieke omgeving (Pena-Rios, Hagaras, Owusu, & Gardner, 2017).



Hieronder een meer toegelicht voorbeeld:

Een Brits telecombedrijf heeft een systeem ontwikkeld speciaal om techniekers en ingenieurs bij te staan om complexe installaties en onderhoud uit te voeren, vooral als het aankwam op moeilijk bereikbare plaatsen enz. Het systeem bezorgde de techniekers een infrastructuur-layout van specifieke locaties, waarin de techniekers allerhande informatie konden bekijken: ondergrondse bekabeling, *mappings*, instructies enz. Om deze layout te kunnen presenteren werd gebruik gemaakt van GPS-ontvangers en een kompassensor in een mobiele telefoon. Via een applicatie kon de locatie waargenomen worden van de techniker of ingenieur en deze stuurt dan informatie naar de server. Via de server wordt dan de afstand tussen de specifieke apparatuur en de positie van de ingenieur of techniker berekend (Wang et al., 2017).

## 2.3 AREM

Een veelgebruikt model binnen leeromgevingen, is ARIES. Dit model wordt gebruikt om 3D beeldgebaseerde AR- leeromgevingen te creëren en presenteren. ARIES is een veelgebruikt theoretisch model voor het creëren van AR -leeromgevingen. ARIES is een e-learning systeem dat leraren gebruiken als middel om deel te nemen in het autorisatieproces van educatieve scenario's. Het helpt ook leraren bij het opstellen van leeromgevingen voor educatieve doeleinden. Het ARIES -systeem wordt gekaderd binnen een groter systeem dat AREM noemt (*Augmented Reality Environment Modeling*). In AREM, worden scenarios en objecten gedefinieerd als instanties van klassen aan de hand van het principe van OOP (*Object-Oriented Programming*). Binnen dit principe zijn er twee processen aanwezig. Het proces dat instaat voor het creëren van leerstof heet *learning content preparation*. Het proces dat instaat voor het gebruik van deze leerstof heet *learning content use*. (Wojciechowski & Cellary, 2013)

### 2.3.1 Learning Content Preparation

Stap 1 : opstellen van een formulier (met daarin scenarioklassen en objectklassen) waarin visuele en gedragsmatige aspecten worden gedefinieerd. Klassen worden eigenlijk in een vroeger stadium al gedefinieerd door de technische staff die zich bezighoudt met het programmeren van 3D-

beeldvorming en het schrijven van high-level code in XML. Deze informatie is redelijk technisch, dus in dit onderzoek gaan we hier niet verder op in.

Stap 2: In dit proces wordt de effectieve leerstof onderverdeeld in leerscènes en leerobjecten (gebaseerd op de voorgedefinieerde klassen). Hoe wordt dit specifiek gedaan? Scenario's en objecten worden gedefinieerd door experts aan de hand van grafische gebruikersinterfaces. Niet door te programmeren maar door bepaalde domeinexpertise toe te passen, kan *high quality content* gedefinieerd worden (Wojciechowski & Cellary, 2013).

### 2.3.2 Learning Content Use

Stap 1: Wanneer de leerstof volledig is opgesteld, kan het vervolgens gebruikt worden in de klaslokalen. Vooral eer de les begint, vindt er een proefopstelling plaats van de respectievelijke leerinhoud door een instructeur. De instructeur kiest een gepast scenario uit en stelt deze in voor gebruik tijdens de les. Op basis van die geselecteerde scène wordt de AR-omgeving gecreëerd. Deze proefopstelling hoeft niet gedaan te worden door programmeurs en kan evengoed uitgevoerd worden door mensen die de kennis hebben om de les te begeleiden. Na deze proefopstelling is de AR-omgeving klaar voor gebruik en kan het leerproces beginnen. Tijdens dit proces kunnen de leerlingen interageren met de leerstof aan de hand van objecten aanwezig in de AR-omgeving. (Wojciechowski & Cellary, 2013)

### 2.3.3 AR-klassen En -objecten

Zoals reeds aangegeven, steunt het AREM model op een paar principes: AR-klassen en AR-objecten (OOP). De manier waarop AR-klassen en AR-objecten conventioneel worden gebruikt, wordt niet ondersteund in een AR-omgeving. Dus om in AR-omgevingen succesvol te kunnen werken, dient de scope van deze twee constructen, aangepast te worden. AR-objecten: zijn representaties van virtuele objecten, echte objecten en scenario's samengesteld uit deze twee vorige. AR-klassen: worden gecreëerd in het *content-design*-stadium, terwijl AR-objecten worden gecreëerd in het *content-creation*-stadium. AR klassen bestaan uit de basiskarakteristieken van het objectgeënteerde paradigma. Voorbeelden hiervan zijn: attributen, operaties en overerving. Als

deze constructen geplaatst worden in een AR-omgeving, worden er nog andere eigenschappen toegevoegd aan de reeds bestaande, waaronder: 3D-geometrie, interactief gedrag, mediaobjecten en aggregaties met andere klassen. Een klasse is eigenlijk een groep van AR-objecten die gezamenlijke karakteristieken delen met mekaar (Wojciechowski & Cellary, 2013)

Er bestaan ook specifieke relaties tussen AR-klassen: specificatie, compositie en inperking. Specialisatie bepaalt de hiërarchische structuur van klassen, waar bijvoorbeeld een klasse een specialisatie is van een andere klasse. Compositie en inperking zijn gelijkaardige soorten van aggregaties, waar een klasse ook deel uitmaakt van een andere klasse. Attributen worden gebruikt voor het beschrijven van visuele gedragsmatige en semantische karakteristieken van AR-objecten. Juist door die reden worden de attributen van de AR-klasse gebruikt voor parametrisatie van de geometrie en het gedrag. Als dit in een educatieve context wordt geplaatst worden deze klassen gebruikt voor het specificeren van leerobjecten. Objecten van een klasse stellen specifieke instanties voor die zich voordoen in de AR-omgeving. Deze objecten worden onderverdeeld in domeinconcepten en presentatieconcepten (Wojciechowski & Cellary, 2013).

Domeinconcepten kunnen direct gerelateerd worden aan de domeinspecifieke kennis. Presentatieconcepten daarentegen worden gelinkt aan de presentatie van kennis. Bijvoorbeeld in het terrein van chemie, zijn domeinconcepten o.a.: liquide, vast, zuur, base, enz. Voorbeelden van presentatieconcepten zijn: glas en materiaal dat men nodig heeft voor het opstellen en uitvoeren van genetische chemische experimenten zoals pipetten, cilinders, testbuisjes en meer. Voor het specificeren van klassen en objecten is er een bepaalde taal ontwikkeld op basis van XML, deze taal heet *Augmented Reality Scenario Modeling Language* of ARSML. (Wojciechowski & Cellary, 2013).

### 2.3.4 Geometrie

Elke klasse mag een bepaalde geometrie bevatten, dit is een 3D digitaal model dat specificeert hoe de objecten geïnstantieerd van deze klasse visueel worden voorgesteld in een omgeving. Geometrie kan op verschillende manieren gecodeerd worden, een voorbeeld van zo'n taal is X3D (Walczack & Cellary, 2003). Geometrie van een klasse kan direct geparametriseerd worden met de attributen van zijn respectievelijke klassen, maar ook indirect met de attributen van diens klassen. (White et al., 2004).

### 2.3.5 Gedrag

Gedrag in klassen wordt gedefinieerd door twee soorten operaties: methodes en activiteiten. In tegenstelling tot activiteiten die data gaan verwerken binnen een bepaalde termijn, zijn methodes sequenties van bevelen die op een efficiënte en snelle manier kunnen werken. Activiteiten beschrijven gedrag van objecten op basis van tijd. Elk object kan een verschillend aantal activiteiten bevatten. Elke activiteit definieert een interactiecontext voor instanties van een klasse. Een interactiecontext specificeert de klassen van objecten die kunnen interageren met verschillende objecten (Wojciechowski & Cellary, 2013)

## 3 AR Challenges

Naast opportuniteiten van AR en AR in ondewijsomgevingen, staat deze technologie ook voor enkele uitdagingen. Deze uitdagingen worden hieronder opgesomd.

### 3.1 Pedagogische *Challenges*

Eerst en vooral kan het gebruik van AR in klaslokalen beperkingen met zich meebrengen. Niet iedere school wil met deze technologie werken, aangezien sommige scholen niet altijd het budget ervoor hebben. Ook staan onderwijzers er negatief en sceptisch tegenover. De leeractiviteiten die geassocieerd worden met AR gaan meestal gepaard met innovatieve aanpakken zoals participatieve simulaties en studiogebaseerde pedagogie. Deze innovatieve aanpak biedt zeker interessante mogelijkheden, maar er is wel een grote kloof tussen deze aanpak en conventionele leermethodes. Deze kloof zorgt ervoor dat veel onderwijzers er niet voor openstaan.

Institutionele beperkingen presenteren zich ook. Onderwijzers moeten een bepaald leerpakket binnen een termijn afkrijgen en innovatieve AR technologie kan hierbij een remmend effect veroorzaken, wat niet optimaal is voor de onderwijzers' planning. Wat heel belangrijk is, is dat in de toekomst de ontwerpers van AR-systemen deze kloof zoveel mogelijk proberen dichtend zodat de AR technologie in een beter daglicht komt te staan in het onderwijs (Wu et al., 2013).

Een tweede pedagogische limitatie gaat over het instructionele design. Hoe kan men informatie op een vloeiende manier overbrengen van de echte wereld naar de virtuele wereld en vice versa? Dit is een instructionele *challenge* voor velen. Bepaalde vormen van richtlijnen omtrent deze instructionele setting zouden een duidelijker beeld kunnen geven aan onderwijzers en designers (Squire & Klopfer, 2007).

Een laatste inconsistentie in AR-omgevingen betreft de inflexibiliteit van de inhoud van een AR systeem. In sommige onderwijsinstellingen is het leerplan zodanig strict vastgelegd dat onderwijzers geen leerobjectieven kunnen stellen en deze dan natuurlijk ook niet kunnen afstemmen op AR-technologie. Dit duidt eerder de inflexibiliteit van sommige educationele systemen aan, maar niet van AR technologie (Wu et al., 2013).

## 3.2 Leer Gerelateerde Challenges

Ook zijn er limitaties op het gebied van de gebruiker, aldus de leerling. In een AR leeromgeving kan er een soort van cognitieve overbelasting ontstaan als gevolg van grote hoeveelheden informatie die AR-technologie levert aan de gebruiker. Een voorbeeld hiervan is het gebruik van nieuw materiaal, enz. Het zorgt ervoor dat gebruikers moeten leren multitasken met deze technologie en dat is voor sommige leerlingen - met de nadruk op jongere leerlingen - een heuse uitdaging. Veel leerlingen die deelnamen aan voorafgaand onderzoek (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009) duiden onderzoekers erop dat AR-technologie een heel overweldigend gevoel geeft en soms verwarrende gevolgen met zich kan meebrengen, mede door zijn complexiteit (Wu et al., 2013).

## 3.3 Sociale Challenges

Een opkomend probleem bij mobiele AR systemen is de sociale acceptatie ervan. Wat hiermee bedoeld wordt is dat de ontwikkelaars van AR systemen rekening moeten houden met de noden van de eindgebruiker. Zowel de toestellen als applicaties moeten op een sociaal acceptabele en natuurlijke wijze gepresenteerd worden. (Carmigniani et al., 2010).

AR-systemen die geïmplementeerd zijn in mobiele applicaties moeten subtiel, discreet gepresenteerd zijn, zodat de gebruiker niet afgeleid is. Zeker als de gebruiker een intensieve "taak" moet uitvoeren in de applicatie. Een andere pertinente factor die meespeelt bij sociale acceptatie van AR, is dat de gebruiker de applicatie op een natuurlijke wijze kan gebruiken. Wanneer dit op een onnatuurlijke wijze verloopt, is de AR-ervaring niet optimaal en kan dit resulteren in vertekende resultaten (Carmigniani et al., 2010).

## 4 Onderzoek In AR

Het is belangrijk om te identificeren wat onderzoek omtrent AR en leermethodes kan/zou moeten inhouden. Aangezien de scope hiervan heel breed wordt geïnterpreteerd, moet dit op een duidelijke en afgebakende manier gedocumenteerd worden. Door dit op een overzichtelijke wijze voor te stellen kunnen potentiële leemtes en hun belang beter geïdentificeerd worden. We beginnen eerst met wat huidig onderzoek omtrent AR te bieden heeft. Vervolgens bespreken we de leemtes van huidig onderzoek. Logischerwijs kunnen niet alle reeds bestaande onderzoeken overlopen worden, maar in deze sectie werden de meest belangrijke onderzoeken eruit gehaald. AR kan men in vele sectoren terugvinden, maar in deze scriptie ligt de focus specifiek op AR in het onderwijs.

### 4.1 Huidig Onderzoek

Dat AR -technologie de laatste jaren veel aandacht heeft gekregen, werd duidelijk in de vorige secties. Desalniettemin gaf Martin et al. (2011) reeds aan dat AR op gebied van onderzoek nog maar de eerste stappen heeft gezet. Vooral op gebied van onderwijs zijn er nog veel opportuniteiten die dienen ontdekt te worden. Hieronder zullen verschillende soorten onderzoeken aangaande AR in het onderwijs besproken worden om vervolgens in een tabel te plaatsen.

In een studie van **Martín-Gutiérrez et al. (2010)** werd een beeldgebaseerd AR-boekstelsel ontwikkeld in de opleiding grafisch ingenieur. De hardware setup bestond uit een desktop pc, een webcam en het boek dat bestond uit speciale labels (met daarin AR-technologie). Eens een *marker* binnenin het label van het boek werd gedetecteerd, werd een 3D virtueel object geprojecteerd op de desktop pc. Op deze manier konden leerlingen het 3D-object zo bestuderen om allerlei features ervan te ontdekken en bijvoorbeeld de ruimtelijke capaciteit ervan te kunnen inschatten. Het AR-boek kon ook 360 graden gekanteld worden, wat soms handig kon zijn wanneer sommige 3D-objecten van een specifieke invalshoek moesten bekeken worden. Deze vorm van leren zorgt ervoor dat grafische ingenieurs interactief kunnen omgaan met 3D objecten zonder op papier te

werken. Deze manier van werken biedt ook een veel praktischere aanpak. Op basis van een validatie-studie met 24 leerlingen van *University of Laguna (Spanje)* kwamen Martin-Gutiérrez et al. (2010) tot de conclusie dat deze AR-training een meetbare, positieve impact had op het ruimtelijk vermogen van leerlingen.

Op gebied van astronomie voerden **Shelton en Stevens (2004)** een onderzoek naar het ruimtelijk concept van planetaire stelsels aan de hand van een beeldgebaseerd AR systeem (HMD). Hierin konden leerlingen de ruimtelijke afstanden tussen planeten en conceptuele veranderingen hierin bestuderen. Op basis van videotape analyses creëerden Shelton en Stevens (2004) methodes die beschrijven hoe leerlingen omgaan met conceptuele veranderingen in planetaire stelsels.

**Andujar, Mejias en Marquez (2011)** ontwikkelden in het kader van afgelegen laboratoria een AR-systeem dat leerlingen ondersteunde in het studeren van conservatietechnieken omtrent vis. De leerlingen konden aan de hand van AR-technologie een virtuele vislijn gebruiken om te interageren met potentiële, virtuele vervuilende elementen. In het kort diende dit systeem voor het aanduiden van het belang van conservatie in biologie. Op basis van een experiment vonden Andujar et al. (2011) meerdere voordelen van het gebruik van AR-technologie bij het ontwikkelen van virtuele laboratoria.

Omtrent locatiegebaseerde AR voerden **Klopfer en Squire (2008)** onderzoek naar het belang van chemische lekken in waterbekkens. Aan de hand van een game die werkte op basis van locatiegebaseerde AR, speelden de leerlingen ingenieurs in een gesimuleerd spel, waarin verscheidene vervuilingsscenario's werden gepresenteerd. Door deze game konden leerlingen het belang en het gevaar van vervuiling van water inschatten in het kader van chemische processen. Op basis van DSR-studies concludeerden Klopfer en Squire (2008) dat locatiegebaseerde AR-games in een milieusetting succesvol zijn in leeromgevingen.



In 2006 voerden **Kerawalla et al.** onderzoek naar AR-leermethodes in het lager onderwijs. Tot op vandaag is er weinig bestaand onderzoek dat AR incorporeert op het niveau van lager onderwijs. In dit onderzoek lichtte een comparatieve studie toe hoe leerlingen in het lager onderwijs (10-jarigen) omgaan met AR-leermethodes. Kerawalla et al. (2006) concludeerden dat kinderen die in contact kwamen met een AR virtuele spiegelinterface minder geëngageerd waren om bij te leren in vergelijking met traditionele leermethodes. Op basis van deze conclusie ontwikkelden Kerawalla et al. (2006) vier basisvereisten om AR-leermethodes efficiënt toe te passen in het basisonderwijs:

1. AR content dient flexibel genoeg te zijn opdat leraren/leraressen deze kunnen aanpassen naar de noden van de leerlingen.
2. Het curriculummateriaal moet in dezelfde tijdsframe gegeven kunnen worden zoals deze in traditionele leermethodes aangeeft.
3. De leerlingen moeten de kans krijgen AR-technologie te ontdekken op een interactieve, natuurlijke manier.
4. Het karakter van de AR-applicaties ontwikkeld voor leerdoeleinden dient in overeenstemming te zijn met de huidige institutionele richtlijnen.

Omtrent motivatie in het onderwijs voerden **Di Serio et al. (2013)** onderzoek naar de correlatie tussen AR en motivatie. Aan de hand van een survey opgesteld door Keller (2010) vonden Di Serio et al. (2013) een positieve correlatie tussen AR en motivatie van leerlingen in het secundair onderwijs. Vier factoren omtrent motivatie werden opgenomen in de survey: aandacht, relevantie, zelfzekerheid en voldoening. Specifiek aandacht en voldoening leverden hoge positieve correlaties met AR in vergelijking met traditionele *slide-based* leersessies. Ook hier werd er geconcludeerd dat de technologie qua maturiteit zeker nog kan groeien, desalniettemin motivatie errond al zeker op punt staat.

**Enyedy, Danish, Delacruz en Kumar (2012)** ontwikkelden het *Learning Physics through Play Project* speciaal voor kinderen tussen 6-8 jaar. De opzet van dit project was om aan de hand van games

wetenschappelijke constructen (bijvoorbeeld Newton' s wetten) te introduceren aan leerlingen. Het onderzoeksdesign was gebaseerd op twee principes:

1. Het gebruik van sociaal spel in de vorm van interactieve sessies ter ondersteuning van het onderzoek.
2. Progressieve symbolisatie om leerlingen te helpen betekenis te geven aan objecten.

Bouwend op deze twee principes werden er pre- en posttests gegeven om aan te tonen hoe leerlingen betekenis gaven aan bepaalde wetenschappelijke constructen. Op basis van deze tests konden Enyedy et al. (2012) wel degelijk concluderen dat jonge leerlingen (indien juist begeleid) aan complexe wetenschappelijke constructen betekenis kunnen geven.

**Squire en Klopfer (2007)** onderzochten de vooruitgangen in *handheld computing*, specifiek de draagbaarheid, interactiviteit en gevoeligheid ervan. In hun onderzoek toetsten ze naar het pedagogisch potentieel van Augmented Reality-simulaties in *environmental engineering* door leerlingen als het ware onder te dompelen in de rol van wetenschappers. De rol die ze bekleedden hield in dat ze op een heel praktische manier leerden omgaan met bijvoorbeeld databronnen, het vormen en analyseren van hypothesen, enz. Door deze leerlingen onder te dompelen in simulaties concludeerden Squire en Klopfer (2007) dat deze helpen bij het begrijpen van wetenschap in de praktijk en het triggeren van reeds bestaande kennis.

In een studie **van McCall et al. (2011)** er gepeild naar leerlingen hun gepercipieerde aanwezigheid aan de hand van zelfgerapporteerde vragenlijsten wanneer ze in AR-locatie game-omgevingen aanwezig waren. In deze game werden de leerlingen ondergedompeld in een omgeving waar ze de historiek van een stad moesten ontdekken aan de hand van allerlei positiegeoriënteerde en geaugmenteerde elementen (bekende figuren, standbeelden, bekende bezienswaardigheden, enz). Op basis van kwalitatieve interviews, observaties, enz. concludeerden McCall et al. (2011) dat de mate van gepercipieerde aanwezigheid afhankelijk is van de aard van de taken/opdrachten die leerlingen krijgen in een *Augmented Reality Location Aware Game*.

Titel en Auteur(s)	Publicatiejaar	Titel/Onderzoeksvraag	Methodologie	Resultaten
Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students (Martin-Gutierrez et al.)	2010	Wat is de impact van een AR-boek voor ruimtelijke capaciteiten op onderwijs?	Validatie-onderzoek (beeldgebaseerd)	De training gebaseerd op het AR-boek heeft een positieve impact op het ruimtelijk vermogen van leerlingen. 100 % van de respondenten vonden dat het AR-boek aangenaam was om te gebruiken.
Using coordination classes to interpret conceptual change in astronomical thinking (Shelton & Stevens)	2004	Leerden leerlingen bij over planetaire relaties? Wat leerden ze precies? Op welke manier leerden ze dit?	Kwalitatieve videotape-analyse (beeldgebaseerd)	Op basis van videotape-analyses konden de onderzoekers een methode vinden om te beschrijven hoe leerlingen omgaan met conceptuele veranderingen van planetaire stelsels.
Augmented Reality for the Improvement of Remote Laboratories: An Augmented Remote Laboratory (Andujar et al.)	2011	Wat zijn de voordelen van AR-technieken omtrent het creëren van afgelegen virtuele laboratoria?	Experiment (beeldgebaseerd)	Enkele voordelen geconcludeerd uit dit onderzoek: 1) een realistischere setting; 2) dezelfde fysieke laboratoriumsettings kunnen gebruikt worden voor verschillende experimenten. 3) makkelijker om experimenten te verifiëren, ook biedt het de opportuniteit om bepaalde experimenten op juist dezelfde manier uit te voeren als in traditionele laboratoria.
Environmental Detectives—the development of an augmented reality platform for environmental simulations (Klopfer et al.)	2008	Hoe gaat de procesontwikkeling van een Augmented Reality Platform voor milieusimulaties in zijn werk?	DSR (Design Based Research) (locatiegebaseerd)	Aan de hand van vier case studies vond men een snelle prototype-aanpak nuttig voor het definiëren van <i>Location-Aware Augmented Reality Games</i> . Derhalve werd ook geconcludeerd dat deze games succesvol kunnen zijn in een leeromgeving.

Tabel 1: Vergelijkende Tabel (1) Huidig Onderzoek AR

Titel en Auteur(s)	Publicatiejaar	Titel/Onderzoeksvraag	Methodologie	Resultaten
Making it real: exploring the potential of Augmented Reality for teaching primary school science (Kerawalla et al.)	2006	Wat is het potentieel van Augmented Reality in het leerproces van basisschoolonderwijs?	DSR (Design Based Research) (beeldgebaseerd)	Augmented Reality leermethodes ondersteunen leerlingen in het begrijpen van hoe zon en aarde tegenover elkaar staan. Echter waren leerlingen minder geëngageerd in het leerproces omdat de AR-sessies minder interactief waren.
Impact of an augmented reality system on students' motivation for a visual art course (Di Serio et al.)	2013	Wat is de impact van een Augmented Reality Systeem op de motivatie van leerlingen in een visuele kunstcursus?	Survey (beeldgebaseerd)	Er is een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en de motivatie van leerlingen.
Learning physics through play in an augmented reality environment (Enyedy et al.)	2012	Wat is de impact van een Augmented Reality Systeem op het leerproces van kinderen tussen 6-8 jaar (wetenschappelijk)?	DSR (Design Based Research) (locatie-en beeldgebaseerd)	Leerlingen, kunnen indien juist begeleid via AR-leermethodes betekenis geven aan complexe constructen in hun leerplan.
Augmented reality simulations on handheld computers (Squire et al.)	2007	Hoe kunnen <i>handheld</i> Augmented Reality Technologieën en spelbelevens ingezet worden om onderzoek te verrijken en een nieuw paradigma bieden voor milieu- en wetenschapsonderwijs?	Case Study (locatiegebaseerd)	AR-Simulation Games dienen als een ondersteunende factor bij het begrijpen van wetenschap in de praktijk en het triggeren van reeds bestaande kennis.
Using presence to evaluate an augmented reality location aware game (McCall et al.)	2011	Wat is de mate van gepercipieerde aanwezigheid bij het gebruik van Augmented Reality Location Aware Games	Vragenlijsten, observaties, semi-gestructureerde interviews (locatiegebaseerd)	De mate van gepercipieerde aanwezigheid is afhankelijk van de aard van de taken/opdrachten die leerlingen krijgen in een <i>Augmented Reality Location Aware Game</i> .

Tabel 2: Vergelijkende Tabel (2) Huidig Onderzoek AR

## 4.2 Leemtes

Nadat huidig onderzoek omtrent AR in het onderwijs is besproken, evalueren we dit onderzoek en concluderen welke leemtes en opportuniteiten dit onderzoek met zich meeneemt. Om het overzicht duidelijker te maken worden de leemtes opgedeeld in enkele secties: methodologie, beeldgebaseerde vs locatiegebaseerde AR, variabelen en uitvoerbaarheid.

### 4.2.1 Methodes

In de toekomst kan men de functionaliteiten van AR verder uitdiepen, door een stap verder te gaan in het identificeren van effectieve curriculaire en technologische karakteristieken van AR. De resultaten van deze studies kunnen theorieën opwekken en de verzameling van instructionele patronen en designprincipes kunnen hierdoor worden uitgebreid (Wu et al., 2013).

Verscheidene studies omtrent beeldgebaseerde en locatiegebaseerde AR onderzochten leerprocessen aan de hand van verschillende methodes. Methodes zoals interviews, observaties, analyses enz. werden door mekaar gebruikt om een beter beeld te krijgen van leerlingen en hun respectievelijke leerprocessen. Ookal werden deze meermaals gebruikt in studies, kunnen *mixed methods* zorgen voor een nog betere en specifiekere kijk op leerprocessen (Cheng & Tsai, 2013).

Veel studies focusten zich op ontwikkeling, gebruiksvriendelijkheid, en implementatie van AR-apparaten. Wat ook opviel is dat het onderzoeksdesign van deze studies relatief simpel, *small-sampled* en op korte termijn werd voorgesteld. De meeste studies zijn zelf *design-based research* en casestudies (Wu et al., 2013).

#### 4.2.2 Beeldgebaseerde AR Vs Locatiegebaseerde AR

Problemen aangaande leerervaring - die zich vooral voordoen in locatiegebaseerde AR-omgevingen - kunnen in de toekomst ook ingecorporeerd worden in beeldgebaseerde AR-omgevingen. Instructionele activiteitsdesigns en management-uitdagingen zijn uitdagingen die in locatiegebaseerde AR voorkomen. Maar deze uitdagingen kunnen ook toegepast worden in het kader van beeldgebaseerde AR-methodes. Om nog een stapje verder te gaan, werd in verscheidene onderzoeken voorgesteld om de **experimentele methode** toe te passen om leerervaring van leerlingen te analyseren (motivatie, cognitieve triggers) (Cheng & Tsai, 2013).

Relatief gezien zijn de leerprocessen en resultaten van AR-gerelateerd onderzoek nog maar weinig bestudeerd aan de hand van AR beeldgebaseerde studies. Onderzoeken die wel beeldgebaseerde studies uitvoerden, legden de focus dan niet op leerprocessen en/of resultaten. In dit gebied is duidelijk een leemte aanwezig en kan toekomstig onderzoek deze leemte opvullen.

Anderzijds in locatiegebaseerde AR studies lag de focus dan wel meer op leerkenmerken en leerervaring. Bij locatiegebaseerde AR- studies lag de focus ook op gepercipieerde immersie en problemen met software en hardware. De reden hiervoor is dat in locatiegebaseerde AR- studies deze variabelen extra aandacht vereisen. Bovendien, op het gebied van onderzoeksmethodiek werd eerder gebruik gemaakt van kwalitatieve methodes (bijvoorbeeld interviews, observaties, videotapes en discours analyse). Ookal werden er toch een paar kwantitatieve methodes gebruikt voor *learning outcomes* te analyseren (pre and post surveys), namen kwalitatieve methodes toch de bovenhand (Cheng & Tsai, 2013).

Terwijl beeldgebaseerde AR meer ondersteuning biedt op gebied van "ruimtelijk" vermogen, praktische vaardigheden en conceptuele verstandhouding, blijkt dit ook het geval te zijn bij locatiegebaseerde AR. In verschillende AR-onderzoeken werd ofwel beeldgebaseerde ofwel locatiegebaseerde AR gebruikt, maar nooit op complementaire basis. Redenen hiervoor zouden kunnen zijn dat het veel uitdagingen met zich meebrengt om deze twee systemen gemengd met mekaar te gebruiken. Deze twee systemen steunen op verschillende principes, en botsen soms met mekaar, dus het is niet altijd even gemakkelijk om deze op mekaar af te stemmen. Maar eens

hiervoor een oplossing is gevonden, kan onderzoek gedaan worden in combinatie met deze twee systemen in een leeromgeving (Cheng & Tsai, 2013).

### 4.2.3 Variabelen

Bij vorige onderzoeken kwamen standaard variabelen zoals gender, leeftijd en voorafgaande kennis voor in locatiegebaseerde *AR-learning*. Maar er zijn ook nog veel andere variabelen die dienen onderzocht te worden. Leerlingen hun “ruimtelijke” capaciteiten kunnen bijvoorbeeld een interessante onderzoeksvariabele zijn in beeldgebaseerde AR-studies. Alhoewel een beeldgebaseerd experiment een positieve stimulant kan zijn van ruimtelijk vermogen, kunnen leerlingen hun vermogen om 3D-objecten te definiëren in de weg komen te staan van hun leerervaringen, leerproces of leerperformantie. Bovendien kunnen leerlingen hun gepercipieerde aanwezigheid (actief meedoen enz.) een belangrijke variabele zijn in toekomstig onderzoek naar leerprincipes, leerervaringen, enz. Aanwezigheid wordt gedefinieerd als een gebruikers “mentale staat van zijn” in de echte wereld of in een virtuele omgeving. Deze waargenomen aanwezigheid is vooral onderzocht in VR-gerelateerde studies, maar zou misschien ook kunnen doorgetrokken worden naar AR- gebaseerde studies. Ook in een andere studie is er zelfs een correlatie gevonden tussen waargenomen aanwezigheid en de mate van plezier (Cheng & Tsai, 2013).

Veel AR-studies focusten zich op gebruikersinterfaces en diens eigenschappen van interactie-ervaring. Echter, gebruikersinterfaces’ eigenschappen zijn niet de enigste variabelen die relevant zijn voor interactie-ervaring. Aangezien AR zich veel bezighoudt met gebruikersinteracties, wordt er gesuggereerd dat *usability goals* en *user experience goals* ook kunnen worden opgenomen in toekomstige studies. *Usability goals*: hieronder zitten verscheidene cognitieve dimensies zoals effectiviteit, efficiëntie, veiligheid, leerbaarheid, enz. Echter kan deze variabele ook impact hebben op andere variabelen zoals voldoening, plezier, fun, entertainment, behulpzaamheid, enz. Deze laatste zijn typerend voor *user experience goals*. Dit toont aan dat deze twee soorten objectieven complementair kunnen gebruikt worden (Preece, Rogers, & Sharp, 2002).

Een succesvol AR- ontwerp wordt niet alleen beïnvloed door cognitieve percepties maar ook door hun huidige staat wanneer ze interageren met een product. In de tak van wetenschap en onderwijs wordt er gesuggereerd om gebruik te maken van *motivation beliefs* in wetenschappelijke conceptuele veranderingen die naast cognitieve factoren staan. Ookal verschillen de motivationele factoren met *user experience goals*, hebben deze laatste toch een invloed op gebied van affectieve leerproblemen (Cheng & Tsai, 2013).

#### 4.2.4 Uitvoerbaarheid

##### **Stabiliteit**

In vorige studies (Dunleavy, Dede, & Mitchell, 2009) is het duidelijk geworden dat de huidige AR-systemen veel operationele problemen ondervinden. Voorbeelden hiervan zijn systeemcrashes, GPS-fouten (alleen bij locatiegebaseerde AR) of hardwarestoringen. Hoewel technische assistentie hiervoor een oplossing kan bieden, geeft dit nog altijd geen oplossing voor het stabiliteitsprobleem. Een andere optie kan bijvoorbeeld het gebruik van grafische herkenning zijn voor GPS-traceerproblemen (Cheng & Tsai, 2013).

##### **Interactie**

Op gebied van interactieve problemen, worden vooral suggesties gedaan omtrent flexibiliteit en controleerbare systemen (Kerawalla et al., 2006). Bewegingsgebaseerde technologie kan gebruikt worden om de interactie-ervaring van leerlingen te versterken binnen het leerproces. *Gesture-based technology*—die gebaseerd is op *touch, swipe, jump en move*—zou nog niet direct kunnen geïncorporeerd worden in AR-systemen, aangezien deze technologie nog niet helemaal op punt staat, maar binnen vier à vijf jaar is dit zeker een mogelijkheid (Cheng & Tsai, 2013).



## **DEEL 2: METHODOLOGIE**

## 5 Onderzoek

### 5.1 Probleemstelling

Op basis van een extensieve literatuurstudie, waarin de huidige literatuur met zijn opportuniteiten en leemtes werden gedefinieerd, kunnen we in de volgende sectie deze leemtes proberen opvullen aan de hand van een methodologisch onderzoek. Kort opgesomd waren de grootste leemtes:

1. Nood aan experimenteel onderzoek om leerervaringen van leerlingen te analyseren
2. Focus op motivatie van leerlingen
3. Complementair gebruik van locatie- en beeldgestuurde AR-technologie
4. Gebruik van andere variabelen (onder andere leerprestaties)

Deze leemtes worden ook verder uitgediept in de sectie *Wetenschappelijke Relevantie*

### 5.2 Onderzoeksvraag

Aan de hand van twee hypothesen zullen we proberen de onderzoeksvraag te verklaren. De onderzoeksvraag luidt als volgt: **Wat is de correlatie tussen AR-leermethodes en het effect ervan op motivatie/prestaties van leerlingen?** De hypothesen luiden als volgt:

**Hypothese 1: Er is een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en prestaties van leerlingen.**

**Hypothese 2: Er is een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en motivatie van leerlingen.**

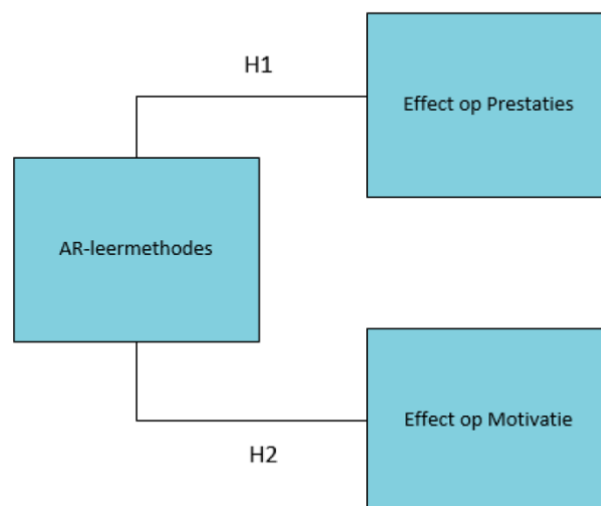
Om de hypothesen in een breder, theoretisch kader uit te leggen werd een model opgesteld. Later zal dit model ook uitgebreid worden om de context van het onderzoek beter te visualiseren.

**H1: Er is een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en prestaties van leerlingen.**

Doorheen de jaren is er al veel onderzoek gevoerd omtrent AR in onderwijsomgevingen. Aangaande variabelen kwamen veel dezelfde variabelen terug zoals motivatie, leerervaring, ruimtelijk vermogen, enz. Een variabele die nog niet is uitgediept is het effectieve effect op de prestaties/resultaten van leerlingen. Waar in traditionele methodes een correlatie bestaat tussen motivatie en resultaten (Di Serio et al., 2013), bekijken we hier de variabele resultaten/prestaties apart en onderzoeken we of deze een positieve correlatie hebben met de AR-leermethode, los van de variabele motivatie, die in de volgende hypothese wordt uitgediept.

**H2: Er is een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en motivatie van leerlingen.**

Net zoals in het onderzoek van Di Serio et al. (2013) zal in deze scriptie de correlatie tussen AR-leermethodes en diens effect op motivatie worden onderzocht. Di Serio et al. (2013) ondervonden reeds een positieve correlatie tussen deze twee variabelen. In dit onderzoek werd zelf ook aangegeven dat gelijkaardige studies nog een extra versterkend effect kunnen geven. Ook zo kan een factor van *nouveauté* minder sterk aanwezig zijn in toekomstig onderzoek.



*Figuur 2: Theoretisch Model Hypothesen*

## 5.3 Wetenschappelijke Relevantie

Verscheidene elementen uit de literatuur duiden aan dat AR en onderzoek daaromtrent nog veel potentieel heeft. Hieronder worden een paar grote leemtes uitgediept:

1. Cheng en Tsai (2013) duiden aan dat binnen educatief onderzoek omtrent AR nog altijd te weinig **kwantitatieve** methodes aanwezig zijn. Voorbeelden van huidige onderzoeken gebruiken kwalitatieve methodes zoals interviews, observaties enz. Een experiment creëert een kwantitatieve setting met duidelijke afgebakende variabelen.
2. Di Serio et al. (2013) waren een van de weinige onderzoekers die erin slaagden een significante correlatie te vinden tussen motivatie en AR-leermethodes. Toekomstig onderzoek kan deze correlatie alleen maar proberen versterken. Daarom onderzoekt dit experiment nogmaals de correlatie tussen deze twee variabelen.
3. Meer variabelen kunnen onderzocht worden in een AR-setting. Niet alleen motivatie en leerervaring zijn belangrijk in het onderwijs. Resultaten en prestaties zijn ook een factor waar aandacht op gevestigd moet worden.

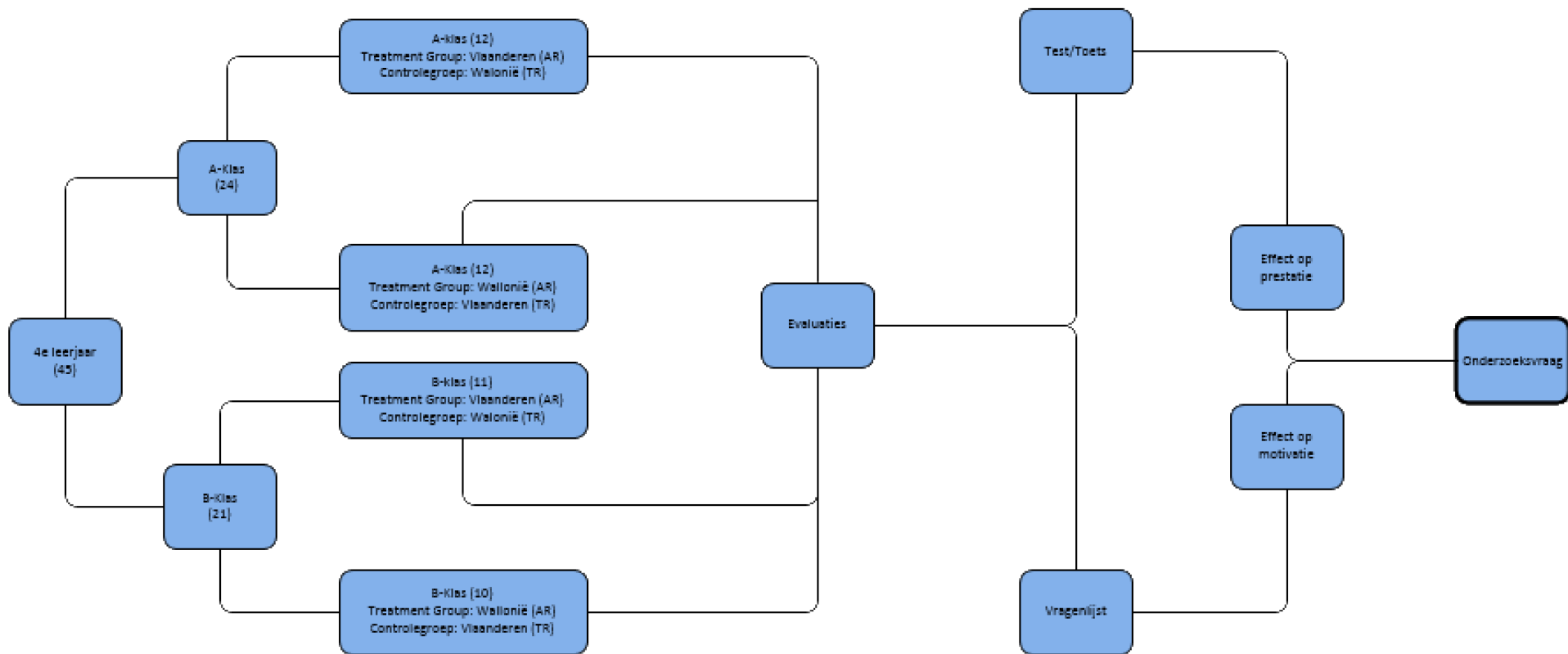
## 5.4 Maatschappelijke Relevantie

Wojciechowski en Cellary (2013) toonden reeds aan dat er twee tendensen aan een opmars bezig zijn. Een van deze twee tendensen is de transformatie naar een globale informatiemaatschappij. Net zoals andere constructen in de samenleving, moet onderwijs hierop creatief en innovatief inspelen. AR biedt hierin een interessante oplossing omdat informatievergaring hier op een creatieve, meer interactieve manier gebeurt. Meer actieve leermethodes zorgen ervoor dat de leerlingen op een andere manier informatie vergaren, wat zeker interessant kan blijken in het kader van deze tendens. Daarom is het onderzoek naar AR-leermethodes (die *in se* heel interactief gedefinieerd zijn) relevant naar de toekomst toe.

## 5.5 Onderzoeksmethode

Voor het onderzoeken van de hypothesen werd een experiment uitgevoerd dat het verschil onderzocht tussen de AR-leermethode en de traditionele leermethode.

In deze scriptie werd de *“Two Group Posttest-only Design”* gehanteerd. Dit is een van de meest gebruikelijke experimentele designs, mede door zijn simpele configuratie. Binnen de populatie werden er willekeurig leerlingen uitgekozen om vervolgens toe te voegen aan zowel de *treatment group* als de controlegroep. Er vond geen pre-test plaats, uiteraard wel een post-test, waar er twee soorten tests werden afgenomen. De resultaten van deze tests werden dan met elkaar vergeleken om een significant verschil te onderzoeken. Om het experiment te visualiseren werd dit ook in een modelvorm gegoten zodat men goed kan zien hoe in dit experiment te werk is gegaan.



Figuur 3: Experimenteel Design

45 Leerlingen van het vierde leerjaar werden onderverdeeld in twee klassen. De A-klas bestond uit 24 leerlingen, de B-klas bestond uit 21 leerlingen. Het lesonderwerp behandelde België en zijn 10 provincies, waar deze gesitueerd zijn op de landkaart en wat typerend is aan elke provincie. Omwille van praktische redenen werd zowel de A-klas als de B-klas nog eens opgedeeld in twee delen. De ene helft van de A-klas leerde over Vlaanderen via de AR-leermethode (*treatment group*), terwijl de andere helft van de A-klas op hetzelfde moment leerde over Vlaanderen via de traditionele leermethode (controlegroep). Een leersessie duurde telkens 25 minuten. Nadat deze 25 minuten waren verstreken werd er een *switch* uitgevoerd. De leerlingen die over Vlaanderen hadden geleerd via de AR-leermethode kregen vervolgens in de laatste 25 minuten de leerstof over Wallonië voorgeschoteld via de traditionele leermethode. De leerlingen die over Vlaanderen hadden geleerd via de gewone leermethode kregen een sessie over Wallonië aan de hand van de AR-leermethode.

Deze “way of working” werd op compleet dezelfde manier toegepast in de B-klas. Het voordeel dat deze methode met zich meebrengt is dat iedere leerling aan de hand van de AR-leermethode geleerd heeft + iedere leerling heeft alle leerstof over België te zien gekregen.

## 5.6 Evaluatiecriteria

### **Validiteit**

Het voordeel van een experiment is dat diens omgeving een hoge interne validiteit biedt (Mendling, Strembeck, & Recker, J. 2012). Interne validiteit houdt in dat je vanuit de gekozen onderzoeksmethode de juiste conclusies kunt trekken. Een alomvattende vraag die hierop betrekking heeft is: “Meten we wel wat we willen meten?”

Bij het uitvoeren van een experiment is de mate van controle zeer hoog, wat ervoor zorgt dat je het experiment heel nauwkeurig kunt afstemmen op de variabelen die je dient te onderzoeken. Daardoor kunnen deze variabelen nauwkeuriger gemeten worden en bijgevolg ook nauwkeuriger geïnterpreteerd worden.

Echter mag dit niet de overhand nemen. Overmanipulatie en een te hoge controle over het experiment, kunnen de validiteit van het experiment drastisch aantasten. Hieronder een paar voorbeelden die validiteit in het gedrang brengen:

1. Foute selectie van proefpersonen: proefpersonen moeten representatief zijn voor de populatie waarop je je hypothesen wilt toepassen (**externe validiteit**).
  - a. Bij dit experiment waren de proefpersonen leerlingen van het vierde leerjaar. Bijgevolg zal een generalisatie naar algemeen onderwijs niet altijd even accuraat zijn, maar is het wel generaliseerbaar naar lager onderwijs toe.
  
2. Foute selectie van proefpersonen: er mogen geen grote, interne verschillen zijn tussen proefpersonen. Dit zorgt voor een bias. Een aselechte toewijzing van proefpersonen is een pertinente vereiste hiervoor (**interne validiteit**).
  - a. De selectie van proefpersonen gebeurde op een compleet willekeurige basis.
  
3. Extern voorval: vooraf moet het experiment goed voorbereid zijn om externe voorvallen op een proactieve manier te voorkomen. Deze externe voorvallen kunnen een onbalans of een negatieve factor zijn voor het experiment. Dit heeft vervolgens een slechte impact op de resultaten en kan vertekende conclusies teweegbrengen. Ook al heet dit een extern voorval, heeft dit toch een paradoxale impact op de **interne validiteit** van een experiment.
  - a. In dit experiment hebben we zoveel mogelijk externe triggers proberen uitsluiten. De sessies vonden plaats in een lokaal, net zoals in een traditionele setting. Het experiment ging door tijdens de lessen. Speeltijden, wegenwerken en andere triggers van buitenaf vonden niet plaats.
  
4. Eigenschappen van de steekproef: controlevariabelen zoals leeftijd, sekse enz. mogen niet lukraak gegeneraliseerd worden.
  - a. De leerlingen hadden allen dezelfde leeftijd en er was een eerlijke mix van sekse aanwezig.



## Betrouwbaarheid

Voor het meten van betrouwbaarheid werden beide vragenlijsten getest via Cronbach's Alpha.

### AR

Betrouwbaarheidsstatistieken	
Cronbach's Alpha	Hoeveelheid Items
,468	4

Statistieken Items			
	Gemiddelde	Standaardafwijking	N
VRAAG_1_AR	4,8222	,38665	45
VRAAG_2_AR	4,7333	,53936	45
VRAAG_3_AR	4,5333	,84208	45
VRAAG_4_AR	4,8667	,34378	45

Inter-Item Correlatiematrix				
	VRAAG_1_AR	VRAAG_2_AR	VRAAG_3_AR	VRAAG_4_AR
VRAAG_1_AR	1,000	-,124	,228	,331
VRAAG_2_AR	-,124	1,000	,120	,417
VRAAG_3_AR	,228	,120	1,000	,408
VRAAG_4_AR	,331	,417	,408	1,000

Tabel 3: Cronbach's Alpha AR

TR

Betrouwbaarheidsstatistieken	
Cronbach's Alpha	Hoeveelheid Items
,854	4

Statistieken Items			
	Gemiddelde	Standaardafwijking	N
VRAAG_1_TR	4,5778	,78303	45
VRAAG_2_TR	4,1333	1,03573	45
VRAAG_3_TR	4,2444	1,06931	45
VRAAG_4_TR	4,5111	,94441	45

Inter-Item Correlatiematrix				
	VRAAG_1_TR	VRAAG_2_TR	VRAAG_3_TR	VRAAG_4_TR
VRAAG_1_TR	1,000	,519	,588	,606
VRAAG_2_TR	,519	1,000	,586	,672
VRAAG_3_TR	,588	,586	1,000	,639
VRAAG_4_TR	,606	,672	,639	1,000

Tabel 4: Cronbach's Alpha TR

Hetgeen Cronbach's Alpha definieert is de mate van betrouwbaarheid van de onderzochte variabelen. Per test waren er vier vragen die dienden ingevuld worden. Deze vier vragen doelden uiteindelijk naar hetzelfde construct: motivatie. Door deze vragen te aggregeren met elkaar, kwamen we te weten hoe representatief iedere vraag is voor de mate van algemene motivatie.

Bij de AR-vragen hebben we een Cronbach's Alpha van 0,468. De aggregeerde vragen kunnen als betrouwbaar bestempeld worden indien Cronbach's Alpha groter is dan 0,6 of 0,7. De AR-vragen kwamen niet tot boven deze drempel. Men moet daarbij wel rekening houden met het feit dat er maar 45 respondenten de tests hebben ingevuld. Uitschieters wegen sneller door bij een lager aantal respondenten. Aangezien Cronbach's Alpha te klein is, hebben we de vragen afzonderlijk met elkaar vergeleken, aangezien *composite scores* een meer vertekend beeld kunnen geven.

De oorzaak van de ietwat lagere Cronbach's Alpha kan mogelijks vraag 2 zijn. Als we kijken naar de *Inter-Item Correlation Matrix* zien we dat de correlaties met andere vragen heel laag tot soms negatief zijn. De correlaties tussen de andere vragen zijn relatief hoog.

Cronbach's Alpha bij de traditionele vragen ligt een stuk hoger dan bij AR. Cronbach's Alpha hier is 0,85 wat duidt op een hoge betrouwbaarheid. Ook liggen de *inter-item correlations* beduidend hoog.

In het algemeen kunnen we stellen dat de desbetreffende *Likertschalen* redelijk betrouwbaar zijn. Behalve bij de AR-vragen schieten deze wat tekort, maar dit kan te maken hebben met de negatieve correlaties bij de tweede vraag.

## 5.7 Variabelen, Opzet En Testen

### 5.7.1 Afhankelijke Variabelen

In dit experiment werden twee afhankelijke variabelen onderzocht: prestaties en motivaties.

#### **Prestaties**

*Prestaties* werden gemeten door een posttest/toets te geven aan de leerlingen. Voor leerlingen die Vlaanderen leerden via de AR-methode waren de vragen volledig dezelfde als voor de leerlingen die Vlaanderen hadden geleerd via de gewone leer methode. Dit is een pertinente vereiste voor het onderzoeken van deze variabele, aangezien we anders deze scores niet kunnen vergelijken met elkaar. De vraagstelling en moeilijkheidsgraad werden vooraf afgetoetst met de leraressen die hieromtrent meer expertise hebben. Ook de behandelde leerstof was geschikt voor leerlingen uit het vierde leerjaar. De leerstof kwam rechtstreeks uit het taken- en leerstofpakket opgesteld door de Vlaamse overheid. Dit is een belangrijke vereiste aangezien de leeromgeving van de leerlingen zo natuurlijk mogelijk moest voorgesteld worden in een experiment. Voorbeelden van de twee testjes kan u vinden in bijlage 1.

#### **Motivatie**

*Motivatie* werd gemeten aan de hand van een korte vragenlijst (post) die werd gegeven aan de leerlingen. De tests werden niet op dezelfde dag gegeven maar de dag erna zodat de leerlingen niet al te overweldigd waren door de AR-ervaring. Zoals ook in de literatuurstudie aangegeven, ondervonden onderzoekers (Wu et al., 2013) dat veel leerlingen de AR-ervaring overweldigend of “*too much*” vonden. Daarom werd er een tijdspanne van een dag gebruikt, voordat de tests konden doorgaan. Zeker op basisschoolniveau moeten leerlingen leerstof op een natuurlijke manier kunnen verwerken, waarbij ze de tijd nodig hebben om de materie te laten rusten.

Bij het meten van motivatie werd een *Likertschaal* van vijf “posities” gebruikt. 1 stond voor “Niet leuk;” 3 stond voor “Weet ik niet;” 5 stond voor “Superleuk”. Er werd getoetst naar zowel de bevindingen van een AR-sessie en de bevindingen van een traditionele leer methode. Ook werd er getoetst of de leerlingen in de toekomst opnieuw zouden willen werken via de AR-methode. Ook

dit werd terug afgetoetst op het gewone leerniveau. Dit zorgt voor een accurate vergelijking tussen de twee leermethodes die in de volgende sectie (onafhankelijke variabelen) zullen besproken worden. Voorbeelden van de beide vragenlijsten kan u terugvinden in bijlage 2.

### 5.7.2 Onafhankelijke Of Experimentele Variabelen

Ook in deze sectie zijn er twee variabelen aanwezig. Aan de ene kant vind je de AR-leermethode, aan de andere kant vind je de gewone leer methode. Deze twee variabelen zijn eerder kwalitatieve variabelen en kunnen niet zoals kwantitatieve variabelen, volledig accuraat afgebakend worden.

#### **Gewone Leermethode**

De manier waarop gewone lesmethodes in zijn werk gaan gebeurt aan de hand van twee componenten:

1. Visuele Triggers

Een belangrijk onderdeel van hedendaagse onderwijsvorming is het gebruik van visuele triggers (vooral afbeeldingen) om de aandacht te trekken van leerlingen + de leerstof interessant en luchtig te houden. De twee leraressen van het vierde leerjaar maakten gebruik van PowerPoints met allerlei afbeeldingen. Deze afbeeldingen verschilden van de afbeeldingen gebruikt in de AR-sessie. De traditionele methode maakte GEEN gebruik van animatiefoto's maar wel van echte afbeeldingen.

2. Interactiviteit

Een andere factor die heel belangrijk is in het onderwijs wijst op een proactieve, interactieve aanpak. Gebruikmakend van vragen aan de leerlingen, houden leraressen de leerlingen tijdens de les actief bezig met de leerstof. Ook maken ze gebruik van speelse anekdotes om de leerstof interessant te houden.

## AR-leermethode

Bij de AR-leermethode waren er -naast de evidente AR-insteek- gelijkaardige componenten aanwezig als die van traditionele leermethodes. Eerst werd er een korte presentatie (PowerPoint) (bijlage 3) gegeven rond Vlaanderen/Wallonië. De reden hiervoor is dat aan de hand van de PowerPoint de leerlingen informatie verkregen op een manier die hen niet onbekend was. De afbeeldingen die werden gebruikt waren geen echte afbeeldingen maar vooral animatiefoto's en GIF's (*Graphics Interchange Format*). De reden hiervoor is dat deze foto's later werden gebruikt in het tweede luik van de AR-sessie. Waarom animatiefoto's gebruikt werden is om te kijken of leerlingen beter reageren op animatiefoto's dan op echte afbeeldingen. Na deze korte presentatie vond er een interactieve sessie plaats waar leerlingen aan de hand van een *Augmented Reality App* "HR Reveal" vrij aan de slag konden gaan met de iPad's. De manier waarop de AR-technologie werd geïmplementeerd in de leeromgeving gebeurde als volgt:

Vooraan in de klas lagen er vijf bladen (A4-formaat) met daarop een kaart van de respectievelijke provincies (bijlage 4). De bedoeling van het experiment is dat leerlingen over een specifieke provincie "hooverden" met de iPad. Eens de kaart (geconfigureerd in de *HP Reveal App*) werd herkend door de AR-technologie binnenin de app, verschenen de overeenkomstige afbeeldingen (uit de PowerPoint) op de kaart. De intentie hiervan was het creëren van een visuele trigger bij de leerlingen door dezelfde afbeeldingen te doen verschijnen. Ook bij AR-technologie komt, net zoals bij traditionele leermethodes, de component van een visuele trigger terug. Het verschil tussen de twee is dat bij de AR- leermethode de triggers verschijnen door het "hooveren" van de iPad + het gebruik van bewegende beelden. De andere, traditionele methode gebruikt stilstaande afbeeldingen op een PowerPoint.

Shatri en Buza (2017) duiden aan dat dezer dagen jonge generaties veel gebruik maken van visuele tools. Visualisering wordt gezien als een tool dat kan helpen in de beslissingsvorming en leerprocessen van leerlingen.

Na de AR -sessie vond er een korte *recap* plaats waarbij alle provincies nog eens werden overlopen en besproken. In dit experiment wouden we dat de leerstof regelmatig terugkwam door ze meermaals te presenteren aan de leerlingen. Eerst via de PowerPoint-sessie, vervolgens via de iPad's en als laatste de korte "recap".

## Testen

Om de twee hypothesen te kunnen onderzoeken werkten we met verschiltoetsen. Dit is vereist bij dit experiment zodat we het verschil tussen de twee onafhankelijke variabelen kunnen onderzoeken.

Bij hypothese 1 (**Er is een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en de prestaties van leerlingen**) werd een onafhankelijke t-toets gebruikt. Onze onafhankelijke variabele (de leermethode) is een nominale variabele. De afhankelijke variabele (prestatie) werd gemeten aan de hand van post-testjes. Elke vraag stond op 5 punten en de leerlingen kregen een score op 5. De prestatievariabele is bijgevolg een schaalvariabele. Een onafhankelijke t-toets wordt gebruikt wanneer de gemiddeldes van een afhankelijke schaalvariabele (prestatie) dienen te worden vergeleken tussen twee onafhankelijke groepen (AR-leermethode vs traditionele methode) (UCLA, z.d.).

Bij hypothese 2 (**Er is een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en motivatie van leerlingen**) werd de *Wilcoxon Signed Ranks Sum Test* uitgevoerd. De onafhankelijke variabele (leermethode) is opnieuw nominaal. De afhankelijke variabele (motivatie) werd gemeten aan de hand van vragenlijsten. Deze vragenlijsten bestonden uit een *Likertschaal* met 5 posities. Bijgevolg is onze afhankelijke variabele ordinaal. Aangezien elke respondent twee van deze vragenlijsten diende in te vullen is er geen sprake van twee onafhankelijke groepen maar van twee verschillende "observaties" binnen een groep. Normaliter wordt hiervoor een gepaarde t-test gebruikt, maar deze wordt vooral gebruikt indien het verschil tussen de twee observaties in de vorm van een numerieke waarde kan worden aangeduid, aldus een schaalvariabele. Bij deze variabele werkten

we met ordinale variabelen (*Likertschaal*) dus past de *Wilcoxon Signed Ranks Sum Test* hier beter (UCLA, z.d.).

## 5.8 Participanten En GDPR

### 5.8.1 Participanten

De participanten in dit experiment waren 45 leerlingen uit het vierde leerjaar lager onderwijs. De reden waarom dit onderzoek participanten uit het lager onderwijs koos, is dat AR-technologie een nieuwe technologie is die nog niet genoeg ontwikkeld is om in hogere onderwijsvormen toe te passen. In het lager onderwijs bestaat het leerstofpakket uit duidelijk afgebakende onderwerpen die concreet omschreven en gedefinieerd kunnen worden in het experiment. De bedoeling van een experiment is om een zo realistisch mogelijke setting te creëren. Dit kan het best verwezenlijkt worden door in het basisonderwijs het experiment uit te voeren, waar controle een stuk makkelijker gaat.

### 5.8.2 GDPR

Gelet op de wetgeving omtrent privacy en verstrekking van gegevens (GDPR) dienden ouders vooreerst toestemming te geven om hun kinderen te laten deelnemen aan het experiment. Hiervoor werd een brief opgesteld die werd meegegeven aan de leerlingen. Elke ouder heeft hiervoor zijn toestemming gegeven, waardoor iedere leerling aldus zonder problemen kon deelnemen aan het experiment. In bijlage kan u de toestemmingsbrief terugvinden (bijlage 5).



## **DEEL 3: EMPIRISCHE STUDIE**

## 6 Resultaten

### 6.1 Testresultaten

#### 6.1.1 Vlaanderen

Groepsstatistieken				
	VLAANDEREN	N	Gemiddelde	Standaardafwijking
TEST_VLAANDEREN	Traditioneel	22	3,5455	1,32655
	AR	23	3,5435	1,17660

Independent Samples Test					
		Levene's Test voor gelijkheid van varianties	t-test voor gelijkheid van gemiddeldes		
		Significantie	Significantie (2-tailed)	Verschil Gemiddelde	Verschil standaardafwijking
TEST_VLAANDEREN	Gelijke Varianties	,641	,996	,00198	,37339

Tabel 5: Independent Samples t-test Vlaanderen

Bij het vergelijken van de testresultaten in Vlaanderen werd er een onafhankelijke t-test afgenomen. Deze test onderzoekt het verschil tussen testresultaten in AR-leeromgevingen en traditionele leeromgevingen.

De dag na het experiment werden er tests gegeven aan de leerlingen. Voor zowel de leerlingen die via AR geleerd hadden als voor de leerlingen die via de traditionele methode geleerd hadden, was deze test compleet dezelfde. In totaal waren er 23 leerlingen, verspreid over twee klassen die hebben geleerd over Vlaanderen in de AR-sessies. 22 Andere leerlingen leerden over Vlaanderen via de gewone methode.

De leerlingen die over Vlaanderen hadden geleerd via AR behaalden een gemiddelde score van 3,54/5. Leerlingen die via de traditionele methode leerden behaalden een gemiddelde score van 3,55/5. Kijkend naar de standaardafwijking van beide groepen leerlingen assumeren we dat de varianties van beide groepen gelijk zijn aan mekaar. Dit wordt ook bevestigd door te kijken naar de significantiewaarde van *Levene's test for equality of variances* ( $p=0,641$ ).

Op basis van deze t-test kunnen we resulteren dat er geen significant verschil is tussen de resultaten van leerlingen die via AR leren en leerlingen die via traditionele methode geleerd hebben ( $p=0,996$ ). De nulhypothese wordt dus aanvaard.

### 6.1.2 Wallonië

Groepsstatistieken				
	WALLONIË	N	Gemiddelde	Standaardafwijking
TEST_WALLONIË	Traditioneel	23	3,5435	1,11715
	AR	22	3,1136	1,38815

Independent Samples Test					
		Levene's Test voor gelijkheid van varianties	t-test voor gelijkheid van gemiddeldes		
		Significantie	Significantie (2-tailed)	Vershil Gemiddelde	Vershil standaardafwijking
TEST_WALLONIË	Gelijke Varianties	,250	,259	,42984	,37480

Tabel 6: Independent Samples t-test Wallonië

Bij het vergelijken van de testresultaten in Wallonië werd er opnieuw een onafhankelijke t-test afgenomen. Deze test onderzocht het verschil tussen testresultaten in AR-leeromgevingen en traditionele leeromgevingen.

In totaal waren er 22 leerlingen die hebben geleerd over Wallonië in de AR-sessie en 23 leerlingen leerden over Wallonië via de traditionele methode.

Leerlingen die over Wallonië geleerd hadden via AR-sessies scoorden beduidend lager in vergelijking met de andere groepen leerlingen. Leerlingen behaalden via de AR-sessies een score van gemiddeld 3,11/5. Leerlingen die over Wallonië hadden geleerd via de traditionele methode behaalden een gemiddelde score van 3,54/5 op de test. Deze score is vergelijkbaar met de score van leerlingen die traditioneel over Vlaanderen leerden. Ook hier gaan we ervan uit dat er gelijke varianties zijn aan de hand van de standaardafwijking + de significantiewaarde van *Levene* ( $p=0,250$ ). Ook al scoort de *treatment group* minder dan de controlegroep, is er geen significant verschil tussen de twee variabelen ( $p=0,259$ ). De nulhypothese wordt hier terug aanvaard.

## 6.2 Resultaten Motivatie

### 6.2.1 Resultaten Aparte Vragen

Ook de dag na het experiment omtrent AR in België, kregen de leerlingen twee vragenlijstjes voorgeschoteld. Aan de hand van *Likertschalen* konden de leerlingen een score van 1-5 geven. De vragen waren gelijkaardig aan elkaar en toetsten naar dezelfde bevindingen, niettegenstaande de vragen gingen over twee verschillende sessies. Aangezien we het verschil in scores willen weten tussen de twee vragen over dezelfde steekproef, werd de niet-parametrische *Wilcoxon* verschiltoets toegepast. In volgende secties wordt iedere vraag apart behandeld, om vervolgens deze resultaten samen te nemen en tot een algemene conclusie te komen. De reden waarom we iedere vraag apart bekijken is omdat de betrouwbaarheidstest (Cronbach's Alpha) omtrent AR-vragen onvoldoende hoog was.

Vraag 1 (AR): Op een schaal van 1-5 hoe leuk vond je de les van meester Emile?

Vraag 1 (TR): Op een schaal van 1-5 hoe leuk vond je de les van juf Els/Ingrid?

Beschrijvende Statistieken					
	N	Gemiddelde	Standaardafwijking	Minimum	Maximum
VRAAG_1_AR	45	4,8222	,38665	4,00	5,00
VRAAG_1_TR	45	4,5778	,78303	1,00	5,00

Rangen				
		N	Gemiddelde Rang	Som van de Rangen
VRAAG_1_TR - VRAAG_1_AR	Negatieve Rangen	11 <sup>a</sup>	9,18	101,00
	Positieve Rangen	5 <sup>b</sup>	7,00	35,00
	Gelijkspel	29 <sup>c</sup>		
	Total	45		

Test Statistieken <sup>a</sup>	
	VRAAG_1_TR - VRAAG_1_AR
Z	-1,821 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,069
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Gebaseerd op positieve ranks	

Tabel 7: Wilcoxon Signed Ranks Test Vraag 1

### **Beschrijvende statistieken**

Omtrent de algemene bevindingen van de les gaven de leerling een gemiddelde van 4,82/5 bij de AR-sessies en een gemiddelde van 4,57/5 bij de traditionele lessen. De minimumscore die gegeven werd bij AR was 4/5, terwijl deze bij traditionele sessies 1/5 was.

### **Rangen**

In de respondentengroep van 45 leerlingen waren er 11 gevallen waarin de leerlingen een hogere score gaven aan de AR-sessies dan aan de traditionele sessies. 5 van die 45 respondenten vonden de traditionele lessen aangenamer dan de AR-sessies.

### **Test Statistieken**

Desalniettemin de voorkeur meer neigt naar de AR-sessies vindt er geen significant verschil plaats in de eerste vragen van beide tests ( $p = 0,069$ ).



**Vraag 2 (AR): Op een schaal van 1-5 hoe leuk vond je het om via de iPad's de Vlaamse en Waalse provincies te leren?**

**Vraag 2 (TR): Op een schaal van 1-5 hoe leuk vond je het om via de traditionele manier de Vlaamse en Waalse provincies te leren?**

In een tweede vraag werd er getoetst naar de leerervaringen van de leerlingen. Het gebruik van de iPad's werd vergeleken met de traditionele leermethoden:

Beschrijvende Statistieken					
	N	Gemiddelde	Standaardafwijking	Minimum	Maximum
VRAAG_2_AR	45	4,7333	,53936	3,00	5,00
VRAAG_2_TR	45	4,1333	1,03573	1,00	5,00

Rangen				
		N	Gemiddelde Rang	Som van de Rangen
VRAAG_2_TR - VRAAG_2_AR	Negatieve Rangen	23 <sup>a</sup>	16,11	370,50
	Positieve Rangen	7 <sup>b</sup>	13,50	94,50
	Gelijkspel	15 <sup>c</sup>		
	Total	45		

Test Statistieken <sup>a</sup>	
	VRAAG_2_TR - VRAAG_2_AR
Z	-2,928 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,003
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Gebaseerd op positieve ranks	

*Tabel 8: Wilcoxon Signed Ranks Test Vraag 2*

### **Beschrijvende Statistieken**

Omtrent plezier aangaande iPad's gaven de leerlingen een gemiddelde score van 4,73/5 bij de AR-sessie terwijl de score bij de traditionele lessen een stuk lager lagen: 4,13/5. De minimum score bij AR sessies was 3/5, terwijl opnieuw het minimum bij traditionele sessies 1/5 was.

### **Rangen**

Van de 45 respondenten gaf de meerderheid van de leerlingen (23) een hogere score op de AR-sessies dan op de traditionele sessies. 7 van de 45 respondenten gaven hogere scores bij de traditionele sessies.

### **Test Statistieken**

Bij deze vraag is er een significant verschil tussen AR en traditionele leermethodes ( $p = 0,03$ ).

**Vraag 3 (AR): Hoe leuk zou je het vinden om andere landen te exploreren aan de hand van iPad's?**

**Vraag 3 (TR): Hoe leuk zou je het vinden om andere landen te exploreren aan de hand van traditionele leermethodes?**

In deze vraag werd er getoetst naar de leergierigheid van de leerlingen. Zijn ze bereid om in de toekomst terug te leren via de iPad's of blijven ze toch liever bij de traditionele methodes?

Beschrijvende Statistieken					
	N	Gemiddelde	Standaardafwijking	Minimum	Maximum
VRAAG_3_AR	45	4,5333	,84208	1,00	5,00
VRAAG_3_TR	45	4,2444	1,06931	1,00	5,00

Rangen				
		N	Gemiddelde Rang	Som van de Rangen
VRAAG_3_TR - VRAAG_3_AR	Negatieve Rangen	13 <sup>a</sup>	12,73	165,50
	Positieve Rangen	9 <sup>b</sup>	9,72	87,50
	Gelijkspel	23 <sup>c</sup>		
	Total	45		

Test Statistieken <sup>a</sup>	
	VRAAG_3_TR - VRAAG_3_AR
Z	-1,307 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,191
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Gebaseerd op positieve ranks	

*Tabel 9: Wilcoxon Signed Ranks Test Vraag 3*

### **Beschrijvende Statistieken**

Omtrent leergierigheid zagen we geen grote verschillen tussen AR en traditionele leermethodes. De gemiddelde scores lagen dichtbij elkaar. Leerlingen gaven een gemiddelde van 4,53/5 bij de AR-sessies en 4,24/5 bij de traditionele sessies. Wat hier opvalt is dat beide minimumscores 1/5 waren.

### **Rangen**

Bij de rangen waren de aantallen verdeeld. 13 van de 45 respondenten gaven een hogere score aan AR-sessies, terwijl 9 van de 45 een hogere score gaven aan traditionele sessies.

### **Test Statistieken**

Desalniettemin bij AR-sessies de gemiddelde score hoger is dan bij traditionele sessies, ondervinden we geen significant verschil tussen deze twee variabelen ( $p = 0,191$ ).

Vraag 4 (AR): Op een schaal van 1-5 hoe leuk vond je het om afbeeldingen en bewegende beelden te bekijken aan de hand van de iPad's?

Vraag 4 (TR): Op een schaal van 1-5 hoe leuk vond je het om afbeeldingen te bekijken op het bord/PowerPoint?

Beschrijvende Statistieken					
	N	Gemiddelde	Standaardafwijking	Minimum	Maximum
VRAAG_4_AR	45	4,8667	,34378	4,00	5,00
VRAAG_4_TR	45	4,5111	,94441	1,00	5,00

Rangen				
		N	Gemiddelde Rang	Som van de Rangen
VRAAG_4_TR - VRAAG_4_AR	Negatieve Rangen	10 <sup>a</sup>	8,90	89,00
	Positieve Rangen	4 <sup>b</sup>	4	16,00
	Gelijkspel	31 <sup>c</sup>		
	Total	45		

Test Statistieken <sup>a</sup>	
	VRAAG_4_TR - VRAAG_4_AR
Z	-2,335 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,020
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Gebaseerd op positieve ranks	

Tabel 10: Wilcoxon Signed Ranks Test Vraag 4

### **Beschrijvende Statistieken**

Bij de laatste vraag omtrent triggers en afbeeldingen lagen de gemiddeldes hoger bij de AR-sessies. Leerlingen gaven een gemiddelde van 4,87/5 bij de afbeeldingen en bewegende beelden via de iPad en een gemiddelde van 4,51/5 bij de traditionele representatie van afbeeldingen. De minimumscore bij AR-sessies was 4/5. Bij traditionele sessies was dit 1/5.

### **Rangen**

In 31 van de 45 gevallen waren de scores gelijk aan elkaar, maar bij de andere 14 gevallen gaven dubbel zoveel leerlingen een hogere score aan de AR-sessies dan aan de traditionele sessies.

### **Test statistieken**

De p-waarde geeft aldus aan dat er een significant verschil is tussen de AR-leermethodes en traditionele leermethodes ( $p=0,020$ ).

## 6.2.2 Resultaten Geaggregeerd

Beschrijvende Statistieken					
	N	Gemiddelde	Standaardafwijking	Minimum	Maximum
ALG_AR	45	4,7389	,34933	3,50	5,00
ALG_TR	45	4,3667	,80411	1,00	5,00

Rangen				
		N	Gemiddelde Rang	Som van de Rangen
ALG_TR – ALG_AR	Negatieve Rangen	27 <sup>a</sup>	18,19	491,00
	Positieve Rangen	9 <sup>b</sup>	19,44	175,00
	Gelijkspel	9 <sup>c</sup>		
	Total	45		

Test Statistieken <sup>a</sup>	
	ALG_TR – ALG_AR
Z	-2,507 <sup>b</sup>
Asymp. Sig. (2-tailed)	,0012
a. Wilcoxon Signed Ranks Test	
b. Gebaseerd op positieve ranks	

Tabel 11: Wilcoxon Signed Ranks Test Algemeen

Na een analyse per vraag te hebben uitgevoerd, dient het nuttig te zijn deze scores samen te nemen en alsnog te vergelijken met elkaar. Zo krijgt men een algemeen beeld van de bevindingen, leergierigheid en aantrok tot visuele triggers. Door deze vragen samen te nemen komen we tot een vraagstelling die doelt naar een positieve correlatie tussen een AR-leermethode en motivatie van leerlingen.

### **Beschrijvende Statistieken**

In totaliteit gaven de 45 leerlingen een gemiddelde van 4,74/5 bij de AR-sessies. De traditionele sessies scoorden minder en behaalden een gemiddelde van 4,36/5. De minimumscore bij AR-sessies waren 3,50/ 5 wat redelijk hoog is. De minimumscore bij traditionele sessies was 1/5.

### **Rangen**

Als we naar de aantallen gaan kijken ziet we dat een grote meerderheid (27/45) leerlingen een algemene hogere score gaven bij de AR-sessies. Slechts 9 van de 45 respondenten gaf een hogere score aan traditionele sessies.

### **Test Statistieken**

In conclusie kunnen we stellen dat er een significant verschil is tussen de twee vragenlijsten omtrent motivatie bij leeromgevingen ( $p=0,012$ ), aldus een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en motivatie van leerlingen.



## 6.3 Discussie Resultaten

In deze sectie worden de gerapporteerde resultaten beargumenteerd, geanalyseerd en teruggekoppeld aan relevante literatuur. Een kritische inkijk is hier belangrijk om tot een juiste conclusie te komen.

In dit onderzoek waren er twee hypothesen aanwezig:

**Hypothese 1: Er is een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en prestaties/resultaten van leerlingen.**

**Hypothese 2: Er is een positieve correlatie tussen AR-leermethodes en motivatie van leerlingen.**

Op basis van de resultaten konden we deze hypothesen ofwel aanvaarden of verwerpen. Indien een hypothese werd aanvaard of verworpen, proberen we in deze sectie hiervoor een verklaring te zoeken.

### 6.3.1 Discussie Testresultaten

#### Vlaanderen

Uit de testresultaten van Vlaanderen concludeerden we dat er geen positieve correlatie aanwezig is tussen de prestaties/resultaten van leerlingen en de AR-leermethode. Veel studies onderzochten reeds hoe AR (en ook VR) kan toegepast worden in een onderwijssetting, maar vooralsnog werd geen onderzoek gevoerd op gebied van prestaties. Veel onderzoek toetste naar de gebruiksvriendelijkheid en leerervaring van leerlingen terwijl effectieve resultaten niet werden onderzocht. Er is hiervoor ook een duidelijke reden, die ook door meerdere onderzoekers bevestigd wordt. Garcia-Bonete, Jensen en Katona (2018) concludeerden vanuit hun onderzoek dat AR-technologie nog veel meer kan evolueren qua maturiteit om effectief als leermethode toegepast te worden. Vooraleer we effectief de technologie kunnen correleren met de prestaties van leerlingen, dient de technologie eerst verder uitgediept te worden. Desalniettemin we geen positieve correlatie ondervonden aangaande testresultaten in Vlaanderen, waren de gemiddeldes nagenoeg identiek aan elkaar. Deze testresultaten duiden dan ook aan dat AR zeker potentieel biedt voor de toekomst.

## Wallonië

Uit de testresultaten aangaande leerstof over Wallonië kon ook geen positieve correlatie tussen AR-leermethodes en prestaties worden ontwaard. Bij deze tests lag het gemiddelde zelfs lager bij de AR-sessies (3,11/5) dan bij de traditionele leersessie (3,54/5). Een reden hiervoor kan zijn dat de leerlingen minder voeling hadden met dit onderwerp. De school waar de experimenten zijn uitgevoerd bevindt zich in Lierde, Oost-Vlaanderen, waardoor de voeling met de Waalse provincie op zich minder groot kan zijn. Wat opviel is dat leerlingen een stuk enthousiaster waren bij het onderwerp Vlaanderen, aangezien zij hier ook meer over wisten. Lierde ligt bijvoorbeeld dicht bij de stad Geraardsbergen, waar zich net zoals in Brussel ook een Manneke Pis standbeeld bevindt (Manneke Pis kwam voor in het leerstofpakket over België). Na analyse van de tests werd het ook duidelijk dat bijna alle leerlingen de vraag over Manneke Pis juist hadden beantwoord. De voeling die leerlingen bij dit specifieke stukje leerstof hadden, reflecteerde zich dan ook in de resultaten.

Mogelijks kan uit de lagere scores worden afgeleid dat naarmate de leerstof moeilijker of uitdagender wordt, een AR-leermethode nog niet volledig de juiste oplossing biedt. Bij het verschil tussen AR en traditionele leermethodes op Vlaams gebied waren de gemiddeldes quasi gelijk. Bij Wallonië daalde het gemiddelde aanzienlijk bij de AR-leermethode, terwijl dit op traditioneel niveau hetzelfde gemiddelde gaf als de gemiddeldes van Vlaanderen. Deze bevindingen kunnen zeker relevant zijn voor toekomstig onderzoek aangaande cognitieve denkpatronen van leerlingen.

Zowel in het gedeelte Wallonië als het gedeelte Vlaanderen bevonden zich afbeeldingen en bewegende beelden (GIF's). In Wallonië bevonden er zich echter toevallig meer bewegende beelden op de iPad's dan bij de Vlaamse AR-sessie. Ook al creëren bewegende beelden een aangenaam gevoel bij de leerlingen (zie resultaten vraag 3 vragenlijst), reflecteert dit zich niet meteen in de resultaten. De scores bij Wallonië lagen nog altijd een stuk lager dan bij Vlaanderen.

In het **algemeen** kunnen we stellen dat er op vandaag geen significant verschil is tussen AR-leermethodes en traditionele leermethodes aangaande de prestaties van leerlingen. Er is dus geen

positieve correlatie tussen AR-leermethodes en prestaties, wat ook wil zeggen dat er geen negatieve correlatie aanwezig is.

Het lijkt erop dat AR-leermethodes nog lang niet op punt staan. Aan de hand van dit experiment kunnen we wel duidelijk stellen dat AR-leermethodes potentieel hebben om in de toekomst geïncorporeerd te worden in het onderwijs. Op basis van gelijkaardige resultaten kunnen we stellen dat AR-leermethodes op een complementaire basis met traditionele leermethodes zouden kunnen gebruikt worden. Deze idee kan evident interessant zijn om in toekomstig onderzoek na te gaan.

### 6.3.2 Discussie Motivatie

Bij **vraag 1** van de motivatietests was er geen significant verschil tussen de antwoorden op de AR-sessies en de antwoorden op de traditionele sessies. In de vraag werd er getoetst naar de algemene bevindingen van de leerlingen bij beide sessies. Ook al is er geen significant verschil tussen de twee sessies qua plezier, liggen de gemiddeldes bij de AR-sessies hoger. De traditionele sessies scoren ook redelijk hoog, wat doet vermoeden dat de huidige leermethoden ook goed aangepast zijn aan de noden van de leerlingen.

Bij **vraag 2** werd er getoetst naar de algemene mate van plezier bij het werken de iPad's. Hier kon een significant verschil tussen AR-leermethodes en traditionele leermethodes worden ontwaard. Het gebruik van de iPad's wordt op deze school reeds toegepast, maar niet op regelmatige basis. Wanneer de iPad's dan wel mogen gebruikt worden door de leerlingen, geeft dit hen een aangenaam gevoel. Hier moet wel rekening gehouden worden met het concept van *nouveauté*, dat zeker een impact kan spelen in toekomstige leerervaringen. De nieuwheid van een construct kan de interesse en leergierigheid ernaar vergroten. Eens deze factor van nieuwheid wegvalt, bestaat de kans dat de bijkomende interesse en leergierigheid ernaar zullen dalen. Voor toekomstig onderzoek kan dit een belangrijke factor zijn om in overweging te nemen. Zo kan op langere termijn werken bijvoorbeeld zorgen voor verschillen tussen leerervaringen. Het concept van *nouveauté* werd ook bevestigd in een onderzoek van Wojciechowski en Cellary (2013).

Bij vraag **3** werd er getoetst naar het gebruik van iPad's in de toekomst (bijvoorbeeld voor andere leerstof). Hier wordt dus de leergierigheid van de leerlingen onderzocht. Ook al scoren de AR-sessies alweer beter, is er geen significant verschil gevonden tussen de twee sessies. Hieruit kan worden afgeleid dat de leergierigheid op zich niet in sterk verband staat met AR-leermethodes. Leergierigheid zal mogelijks een sterkere stimulans nodig hebben dan enkel het gebruik van AR-technologie.

Bij vraag **4** werd er getoetst naar de bevindingen van het gebruik van GIF's en afbeeldingen bij de AR-sessies in vergelijking met traditionele sessies. Hier werd wel een significant verschil gevonden tussen de twee. GIF's en bewegende beelden zorgen klaarblijkelijk voor een positief effect op de motivatie van de leerlingen. Visuele triggers zijn al een tijdje een onderdeel van de huidige leermethodes, maar wanneer deze nog extra in het daglicht worden gezet, zoals bij de AR-sessies, zien we duidelijke verschillen.

**Algemeen** kunnen we stellen dat AR-leermethodes een stimulans zijn voor de motivatie bij leerlingen in het lager onderwijs. Di Serio et al. (2013) duiden eerder aan dat er een positieve correlatie bestaat tussen AR-leermethodes en motivatie van leerlingen. In dit experiment werd dit alsnog bevestigd. Ook al is er geen significant verschil gevonden bij elke vraag, zien we dat we bij aggregatie van deze vragen we stuiten op een significant verschil. In deze discussie was het vooral belangrijk om sommige verschillen of gelijkenissen te onderzoeken en te kijken wat de mogelijke redenen hiervoor waren. Deze opmerkingen kunnen dan ook een handige input zijn omtrent verdere ontwikkelingen in AR-technologie.

## 7 Beperkingen En Suggesties

In deze sectie zullen de beperkingen van dit onderzoek worden besproken en doen we suggesties voor toekomstig onderzoek

Zoals elk onderzoek had ook dit onderzoek zijn beperkingen. De grootste beperking van dit onderzoek zit hem voornamelijk in de leerstof die de leerlingen voorgeschoteld kregen. De leerstof over Vlaanderen en Wallonië wordt gekaderd binnen een groter opleidingsonderdeel genaamd WERO (Wereldoriëntatie). WERO is maar 1 van de vele vakken uit het leerplan van lagere scholen, opgesteld door de Vlaamse Overheid. Hoe leerlingen de leerervaringen beleven op gebied van andere vakken kunnen we uit dit onderzoek niet afleiden. De keuze van leerstofonderwerpen kan een belangrijke variabele zijn die dient meegenomen te worden in toekomstig onderzoek.

Zoals in de literatuursectie reeds werd voorgesteld, kan toekomstig onderzoek in AR-technologie nog verder gaan. Terwijl veel onderzoeken ofwel beeldgebaseerde AR-technologie, ofwel locatiegebaseerde AR hanteren, is tot op vandaag nog geen onderzoek uitgevoerd waarin deze op een complementaire basis worden toegepast. Ook in dit onderzoek was er slechts sprake van 1 soort AR-technologie, beeldgebaseerde AR.

Een andere beperking kan schuilen in de respondenten en hun aantal. In dit onderzoek waren er 45 participanten die enthousiast deelnamen. Deze leerlingen kwamen allen uit het vierde leerjaar. Qua generalisering van dit experiment, kunnen we in principe alleen maar conclusies baseren op het vierde leerjaar. Leerlingen uit kleuter- en peuterklassen bezitten vanzelfsprekend niet dezelfde leercapaciteiten van leerlingen uit het vierde leerjaar. Toekomstig onderzoek zou een cross-sectionele studie kunnen uitvoeren die de impact van AR-technologie in het onderwijs bekijkt op basis van verschillende doelgroepen.

AR-technologie zal de komende jaren meer en meer in het onderwijs gebruikt worden. Op politiek gebied zijn er reeds initiatieven om een innovatiever beleid te voeren in het onderwijs. In een artikel van Huysentruyt en Cornillie (2018) werd er een voorstel aangekondigd om in het kader van

*Smart Education a @ Schools* zes nieuwe projecten te introduceren in Vlaamse scholen. Enkele onderwerpen zijn: slim observeren in de kleuterklas, leertraject voor verkeersinzicht, slimme chatbot voor studievoordigheden, AR-apps omtrent wetenschap, enz. In toekomstig onderzoek kunnen dergelijke projecten dieper onderzocht worden om hun effectieve bijdrage aan het (Vlaamse) onderwijs te toetsen.

## DEEL 4: CONCLUSIE

## 8 Conclusie

De intentie van deze scriptie was om te onderzoeken of er een correlatie aanwezig was tussen een AR-leermethode en het effect ervan op prestaties/motivatie van leerlingen.

Vooreerst werd er een grondige literatuurstudie uitgevoerd waarin de bestaande terminologie, *challenges* en leemtes werden onderzocht. In **hoofdstuk 1** bespraken we de reeds bestaande terminologie rond AR-technologie. Hieruit konden we concluderen dat er geen uniforme definitie bestaat voor *Augmented Reality*. De reden hiervoor is dat *Augmented Reality* in veel sectoren voorkomt, waardoor *Augmented Reality* verschillende soorten invullingen krijgt. Ook gingen we dieper in op de soorten interfaces, apparaten en systemen die gebruikt worden bij deze technologie. Hierin kwamen we te weten dat er verschillende benaderingen zijn om aan de slag te gaan met AR, elk met hun specifieke doel en eigenschappen. Het onderscheid tussen locatiegebaseerde AR en beeldgebaseerde AR bleek een interessant gegeven te zijn, waar we later ook nog bepaalde suggesties rond gaven.

In **hoofdstuk 2** werd AR-technologie op basis van de geziene informatie uit hoofdstuk 1 gelinkt aan leeromgevingen. Hierin bespraken we soorten leermethodes en gingen we dieper in op AREM, een veelgebruikt model binnen AR leeromgevingen. Hoofdstuk 2 was een van de belangrijkste hoofdstukken in de literatuurstudie omdat dit hoofdstuk de brug vormt tussen AR-technologie en onderwijs. Een goede verstandhouding omtrent deze twee principes was uitermate belangrijk voor het uitvoeren van dit onderzoek.

In **hoofdstuk 3** bespraken we kort welke *challenges* AR in een leeromgeving met zich meebrengt. Uiteraard brengt AR veel pedagogische en leergereleerde *challenges* met zich mee, maar de sociale acceptatie ervan toont aan ook belangrijk te zijn. Technische *challenges* werden hier niet uitdrukkelijk besproken aangezien deze niet bijdragen aan de scope van het onderzoek. De techniciteit van AR-technologie werd reeds aangehaald in vorige hoofdstukken.



In **hoofdstuk 4** werd een mini-SLR uitgevoerd die naging wat huidig onderzoek omtrent AR in het onderwijs reeds inhoudt. Het voordeel van een SLR-methode is de systematische aanpak ervan. Door vergelijkende tabellen te gebruiken kwamen we op een overzichtelijke manier tot inzichten aangaande onderzoek in AR. Na een grondige SLR-studie kwamen we tot de conclusie dat er op drie grote gebieden leemtes aanwezig zijn. Op gebied van methodologie zijn nog niet alle opties overlopen. Het locatiegebaseerde vs beeldgebaseerde verhaal kan nog beter uitgediept worden en complementaire vormen hiervan kunnen in de toekomst interessante resultaten tweebrengen. Als laatste dienen er nog veel andere variabelen zoals *motivation beliefs, usability goals en user experience* opgenomen te worden in toekomstig onderzoek.

In **deel 2** van deze scriptie bespraken we de methodologische fundering van dit onderzoek. Op basis van de extensieve literatuurstudie konden we een probleemstelling en onderzoeksvraag formuleren. Zo kwamen we tot de volgende onderzoeksvraag: **Wat is de correlatie tussen AR-leermethodes en het effect ervan op leerlingen?** Alvorens aan de slag te gaan met het experiment dienden we zorgvuldig een experimenteel design op te stellen dat grondig de te doorlopen stappen bespreekt. In de wetenschappelijke en maatschappelijke relevantie-sectie stelden we de vraag of dit onderzoek wel degelijk bijdraagt aan de maatschappij en/of de wetenschap. Op basis van de literatuur en het maatschappelijk onderzoek, ondervonden we dat dit bij dit experiment wel degelijk het geval is. Vervolgens bespraken we het experimenteel design, waarin time-management van de sessies en de opdeling van de klassen werd besproken. Vervolgens bespraken we in de sectie evaluatiecriteria de validiteit en betrouwbaarheid van het experiment. Een experimentele omgeving biedt een hoge validiteit, aangezien we het experiment heel goed kunnen afstemmen op de te onderzoeken variabelen. Wanneer we dit teveel doen, kan de externe validiteit aangetast worden. Zorgvuldigheid was aldus belangrijk bij het experiment. Vervolgens bespraken we de te onderzoeken variabelen, welk meetniveau deze hebben en hoe we deze soorten variabelen het best kunnen analyseren aan de hand van de juiste tests. Voor prestaties (schaal) werd een onafhankelijke t-test gebruikt, terwijl bij motivatie (ordinaal) de *Wilcoxon signed ranks sum test* werd uitgevoerd. Dit zijn beiden verschiltoetsen die nagingen of er een significant verschil was tussen AR-leermethodes en traditionele leermethodes.

Als laatste bespraken we ook de participanten en motivatie hierrond, alsmede de GDPR-conformiteit die de laatste jaren veel aandacht heeft gekregen.

In **deel 3** bespraken we de resultaten van het experiment. Aan de hand van onze twee tests konden we onze resultaten eerst op een objectieve manier neerschrijven, om deze vervolgens kritisch te interpreteren in de discussiesectie. Op vlak van prestaties vonden we geen significant verschil, en ook geen positieve correlatie, tussen de twee sessies terug. Dit wil ook zeggen dat er geen negatieve correlatie was, wat kan wijzen op het toekomstig potentieel van AR-technologie in het onderwijs. Ook op complementaire basis zou deze technologie kunnen onderzocht worden. Op gebied van motivatie bespraken we vooreerst elke vraag uit de vragenlijst apart. De reden hiervoor was dat het resultaat op de betrouwbaarheidstest in de methodologiesectie, te laag was. Op basis van de *Wilcoxon signed ranks sums test* concludeerden we dat in twee van de vier vragen een positieve correlatie aanwezig was tussen AR-leermethodes en motivatie van leerlingen. Eens we deze resultaten aggregaerden zagen we deze positieve correlatie alsnog terugkeren.

In de discussiesectie concludeerden we, zoals vele onderzoekers voor ons, dat AR-technologie nog in de kinderschoenen staat, en het vooralsnog te vroeg is om prestaties te gaan toetsen aan deze nieuwe leer methode (Garcia-Bonete, Jensen, & Katona, 2018). Dit experiment was echter een van de weinige onderzoeken die effectief de variabele resultaten opnam in zijn tests. De resultaten zijn alleszins veelbelovend naar de toekomst toe. Aangaande motivatie concludeerden we net zoals Di Serio et al. (2013) dat er wel degelijk een positieve correlatie bestaat tussen AR-leermethodes en motivatie van leerlingen. In conclusie aanvaardden we ten slotte hypothese 2 en verwerpen we hypothese 1.

Kortom kunnen we besluiten dat dit een leerrijk experiment was waarin we te weten zijn gekomen hoe AR-technologie in een onderwijssetting kan toegepast worden. Met veelbelovende resultaten kunnen we stellen dat AR-technologie (indien nog verder uitgebreid) zeker zijn functionaliteit heeft/kan hebben binnen het onderwijs.



## 9 Bibliografie

- Alzahrani, A., Gardner, M., Callaghan, V., & Alrashidi, M. (2015). Towards Measuring Learning Effectiveness considering Presence, Engagement and Immersion in a Mixed and Augmented Reality Learning Environment. *Workshop Proceedings of the 11th International Conference on Intelligent Enviroments*, 19, 252-261.
- Andujar, J., Mejias, A., & Marquez, M. (2011). Augmented reality for the improvement of remote laboratories: an augmented remote laboratory. *Trans Educ*, 54(3), 492-500.
- Azuma, R. T. (1997). A Survey of Augmented Reality. *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 6(4), 355-385.
- Büth, L., Juraschek, M., Posselt, G., & Hermann, C. (2018). Supporting SMEs towards adopting mixed reality: A training concept to bring the reality-virtuality continuum into application. *16 th International Conference on Industrial Informatics*, 544-549.
- Cai, S., Liu, E., Yang, Y., & Liang, J. (2019). Tablet-based AR technology: Impacts on students' conceptions and approaches to learning mathematics according to their self-efficacy. *British Journal of Educational Technology*, 50(1), 248-263.
- Carmigniani, J., Fuhr, B., Anisetti, M., Ceravolo, P., Damiani, E., & Ivkovic, M. (2010). Augmented Reality Technologies, Systems and Applications. *Springer Science+ Business Media*, 51, 341-377.
- Cheng, K., & Tsai, C. (2013). Affordances of Augmented Reality in Science Learning: Suggestions for Future Research. *Journal of Science Education and Technology*, 22(4), 449-462.
- Cuendet, S., Bonnard, Q., Do-Lenh, S., & Dillenbourg, P. (2013). Designing Augmented Reality for The Classroom. *Computers & Education*, 69, 557-569.

- Di Serio, A., Ibanez, M., & Kloos, C. (2013). Impact of an Augmented Reality System on students' motivation for a visual art course. *Computers & Education*, 69, 586-596.
- Dunleavy, M., Dede, C., & Mitchell, R. (2009). Affordances and Limitations of Immersive Participatory Augmented Reality Simulations for Teaching and Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 18(1), 7-22.
- Enyedy, N., Danish, J., Delacruz, G., & Kumar, M. (2012). Learning physics through play in an augmented reality environment. *International Journal of Computer-supported Collaborative Learning*, 7(3), 347-378.
- Garcia-Bonete, M., Jensen, M., & G., K. (2018). A practical guide to developing virtual and augmented reality exercises for teaching structural biology. *Biochemistry and Molecular Biology Education*, 47(1).
- Huang, Y., Liu, Y., & Wang, Y. (2009). AR-View: an Augmented Reality Device for Digital Reconstruction of Yuangmingyuan. *International Symposium on Mixed and Augmented Reality-Arts, Media and Humanities*, 3-7.
- Huysentruyt, A., & Cornillie, F. (2018, 21 11). *KuLeuven*. Opgehaald van KuLeuvenKulak: <https://www.kuleuven-kulak.be/nl/nieuws/vlaanderen-versterkt-innovatief-onderwijs-dankzij-educatieve-technologie>
- Keller, J. (2010). Motivational design for learning and performance. *Science + Business Media*, 227-286.
- Kerawalla, L., Luckin, R., S., S., & A., W. (2006). "Making it real": exploring the potential of augmented reality for teaching primary school science. *Virtual Reality 2006*, 10(3), 163-174.
- Kim, T., Huh, J., & Kim, J. (2018). Bi-directional education contents using VR equipment and augmented reality. *Multimedia Tools and Applications*, 77(22), 30089-30104.

- Klopfer, E., & Squire, K. (2008). Environmental Detectives - the development of an augmented reality platform for environmental simulations. *ETR&D-Educational Technology Research and Development*, 56(2), 203-228.
- Lien, K., Nuernberger, B., Höllerer, T., & Turk, M. (2016). PPV: Pixel-Point-Volume Segmentation for Object Referencing in Collaborative Augmented Reality. *International Symposium on Mixed and Augmented Reality*, 77-83.
- Lv, Z., Halawani, A., Feng, S., ur Rehman, S., & Li, H. (2015). Touch-less interactive augmented reality game on vision-based wearable device. *Pers Ubiquit Comput*, 19, 551-567.
- Marcel, F. (2019). Mobile Augmented Reality learning objects in higher education. *Research in Learning Technology*, 27, 2133.
- Martiin-Gutierrez, J., Luis Saorin, J., Contero, M., Alcañiz, M., Perez- Lopez, D., & Ortega, M. (2010). Design and validation of an augmented book for spatial abilities development in engineering students. *Comput Graph*, 34(1), 77-91.
- Martin, S., Diaz, G., Sancristobal, E., Gil, R., Castro, M., & Peire, J. (2011). New technology trends in education: seven years of forecasts and convergence. *Comput Educ*, 57(3), 1893-1906.
- McCall, R., Wetzel, R., Löschner, J., & A-K., B. (2011). Using presence to evaluate an augmented reality location aware game. *Pers Ubiquit Comput*, 15(1), 25–35.
- Mendling, J., Strembeck, M., & Recker, J. (2012). Factors of process model comprehension— Findings from a series of experiments. *Decision Support Systems*, 53(1), 195-206.
- Milgram, P., & Kishino, F. (1994). A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays. *Transactions on Information and Systems*, E77D, 12, 1321-1329.
- Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A., & Kishino, F. (1994). Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and telepresence technologies*, 2351, 282-292.

- Papert, S., & Harel, I. (1991). Situating Constructionism. *Constructionist Learning*.
- Pena-Rios, A., Hagrais, H., Gardner, M., & Owusu, G. (2017). A Fuzzy Logic Based System for Geolocated Augmented Reality Field Service Support. *International Conference on Fuzzy Systems*.
- Pintrich, P. (1999). The role of motivation in promoting and sustaining self-regulated learning. *International Journal of Educational Research*, 31(6), 459–470.
- Preece, J., Rogers, Y., & Sharp, H. (2002). Interaction design: Beyond human-computer interaction. *Wiley, NY*.
- Rese, A., Baier, D., Geyer-Schulz, A., & Schreiber, S. (2017). How augmented reality apps are accepted by consumers: A comparative analysis using scales and opinions. *Technological Forecasting and Social Change*, 124, 306-319.
- Scholz, J., & Duffy, K. (2018). We ARE at home: How augmented reality reshapes mobile marketing and consumer-brand relationships. *Journal of Retailing and Consumer Services*, 44, 11-23.
- Shatri, K., & Buza, K. (2017). The Use of Visualization in Teaching and Learning Process for Developing Critical Thinking of Students. *European Journal of Social Sciences*, 4(1).
- Shelton, B., & Stevens, R. (2004). Using coordination classes to interpret conceptual change in astronomical thinking. *Proceedings of the 6th international conference for the learning sciences*.
- Song, T., Yang, C., Dianat, O., & Azimi, E. (2018). Endodontic guided treatment using augmented reality on a head-mounted display system. *Healthcare Technology Letters*, 5(5), 201-207.
- Squire, K., & Klopfer, E. (2007). Augmented reality simulations on handheld computers. *J Learn Sci*, 16(3), 371–413.
- Steuer, J. (1992). Defining Virtual Reality: Dimensions Determining Telepresence. *Journal of Communication*, 42(4), 73-93.

- Tan, Q., Chang, W., & Kinshuk (2015). Location-Based Augmented Reality for Mobile Learning: Algorithm, System, and Implementation. *Electronic Journal of E-learning*, 13(2), 138-148.
- Tangworakitthaworn, P., Gilbert, L., & Wills, G. (2011). Towards a Matching Strategy of Constructivism and Instructionism. *The 19th International Conference on Computers in Education*.
- Teng, C., & Peng, S. (2017). Augmented-Reality-Based 3D Modeling System Using Tangible Interface. *Sensors and Materials*, 29(11), 1545-1554.
- UCLA. (z.d.). *UCLA Institute for digital research and education*. Opgehaald van <https://stats.idre.ucla.edu/spss/whatstat/what-statistical-analysis-should-i-usestatistical-analyses-using-spss/>
- Walczak, K., & Cellary, W. (2003). X-VRML for Advanced Virtual Reality Applications. *Computer Society Press*, 36(3), 89-92.
- Wang, M., Callaghan, V., Bernhardt, J., White, K., & Pena-Rios, A. (2018). Augmented reality in education and training: pedagogical approaches and illustrative case studies. *J Ambient Intell Human Comput*, 9, 1391-1402.
- White, M., Larokapis, F., Mourkoussis, N., Basu, A., Darcy, J., Petridis, P., Sifniotis, M., & Lister, P. (2004). ARCOLite-an XML based system for building and presenting virtual museum exhibitions using Web3D and augmented reality. *Theory and Practice of Computer Graphics 2004, Proceedings*, 94-101.
- Wojciechowski, R., & Cellary, W. (2013). Evaluation of learners' attitude toward learning in ARIES augmented reality environments. *Computers & Education*, 68, 570-585.
- Wu, H., Lee, S., Chang, H., & Liang, J. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Computers & Education*, 62, 41-49.





# 10 Bijlagen

## Bijlage 1.1: Prestatietest 1

### FOCUSTHEMA 6 - EVALUATIE OPEN BOEK

4e leerjaar

Naam: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

#### Vraagjes Vlaanderen (Emile)

1. Welk muziekfestival vindt jaarlijks plaats in Vlaams-Brabant?
2. In welke stad kan je manneke Pis vinden?
3. In welke provincie is Kai Mook geboren?
4. In welke stad ligt het Gravensteen?
5. Welke fruitsoort is typisch Limburgs?

#### Vraagjes Wallonië (juf Els/Ingrid)

1. In welke provincie ligt Pairi Daiza en welk dier staat er op het logo?
2. In welke provincie praten ze zowel Frans als Duits?
3. In welke provincie ligt de citadel van Dinant?
4. Welk pretpark bevindt zich in Waals-Brabant?
5. Welk wild dier kan je vinden in Luxemburg?

## Bijlage 1.2: Prestatietest 2

### FOCUSTHEMA 6 - EVALUATIE OPEN BOEK

4e leerjaar

Naam: \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_

#### Vraagjes Vlaanderen (juf Els/Ingrid)

1. Welk muziekfestival vindt jaarlijks plaats in Vlaams-Brabant?
2. In welke stad kan je manneke Pis vinden?
3. In welke provincie is Kai Mook geboren?
4. In welk stad ligt het ~~Gravensteen~~?
5. Welke twee fruitsoorten zijn typisch Limburgs?

#### Vraagjes Wallonië (Emile)

1. In welke provincie ligt ~~Pari Daiza~~ en welk diertje staat er op het logo?
2. In welke provincie praten ze zowel Frans als Duits?
3. In welke provincie ligt de citadel van Dinant?
4. Welk pretpark bevindt zich in Waals-Brabant?
5. Welk wild dier kan je vinden in Luxemburg?

## Bijlage 2.1: Vragenlijst 1

### Vragenlijst

1. Op een schaal van 1-5, hoe leuk vond je de les van meester Emile?

Helemaal niet leuk			Weet ik niet		Superleuk
1	2	3	4	5	

2. Op een schaal van 1-5, hoe leuk vond je het met de iPad's de provincies te leren?

Helemaal niet leuk			Weet ik niet		Superleuk
1	2	3	4	5	

3. Op een schaal van 1-5, hoe leuk zou je het vinden om andere landen te leren kennen via de iPad's?

Helemaal niet leuk			Weet ik niet		Superleuk
1	2	3	4	5	

4. Op een schaal van 1-5, hoe leuk vond je het om foto's en bewegende beeldjes te bekijken met de iPad's?

Helemaal niet leuk			Weet ik niet		Superleuk
1	2	3	4	5	

## Bijlage 2.2 Vragenlijst 2

1. Op een schaal van 1-5, hoe leuk vond je de les van juf Ingrid/Els?

Helemaal niet leuk		Weet ik niet		Superleuk
1	2	3	4	5

2. Op een schaal van 1-5, hoe leuk vond je het om op de gewone manier de provincies te leren (in de les van juf Ingrid/Els)?

Helemaal niet leuk		Weet ik niet		Superleuk
1	2	3	4	5

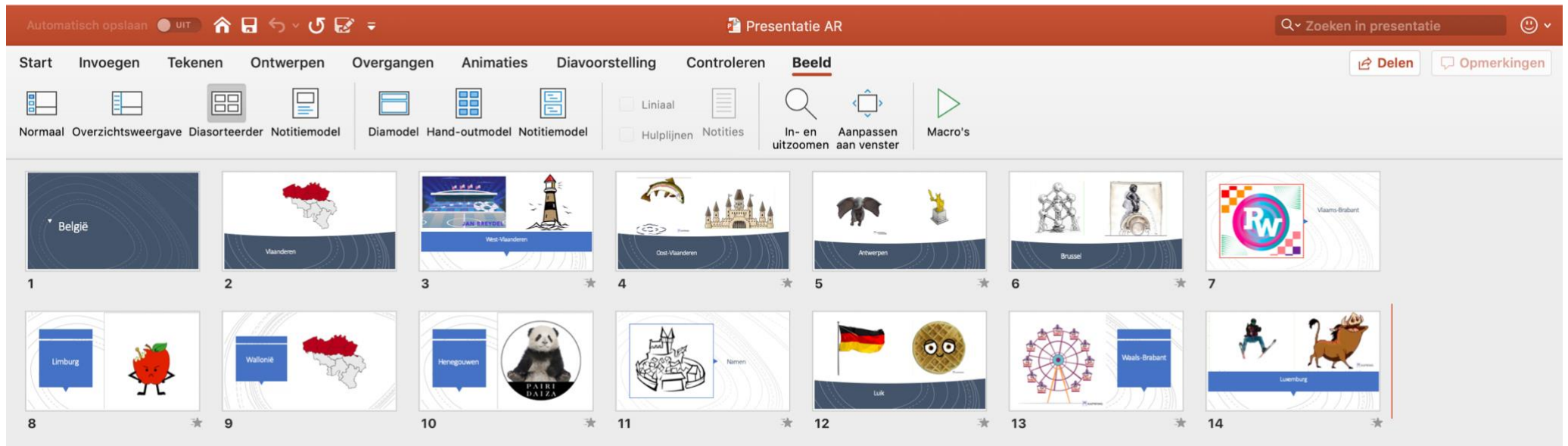
3. Op een schaal van 1-5, hoe leuk zou je het vinden om andere landen te leren kennen via de gewone manier (in een les van juf Ingrid/Els)?

Helemaal niet leuk		Weet ik niet		Superleuk
1	2	3	4	5

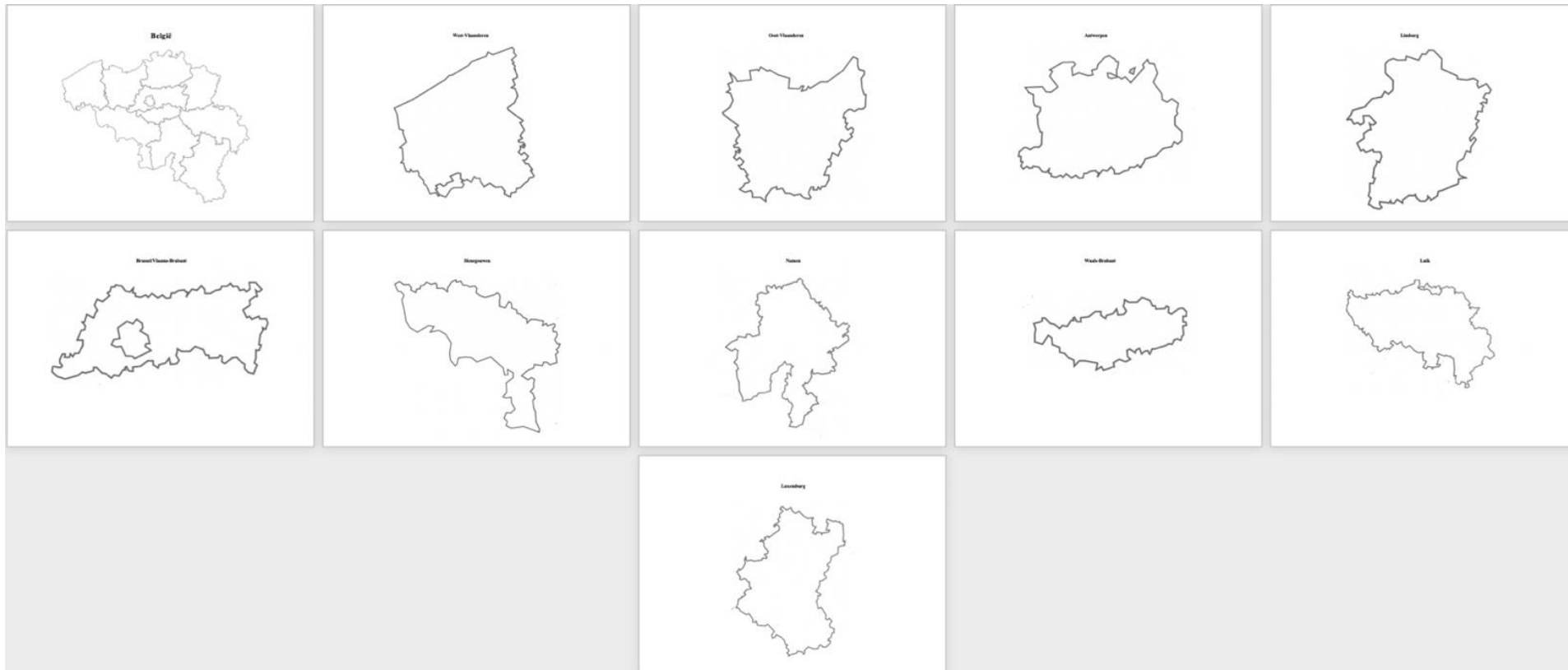
4. Op een schaal van 1-5, hoe leuk vond je het om foto's te zien op het bord (in de les van juf Ingrid/Els)?

Helemaal niet leuk		Weet ik niet		Superleuk
1	2	3	4	5

# Bijlage 3: PowerPoint



## Bijlage 4: Provincies



## Bijlage 5: Toestemmingsbrief GDPR



E emile.vynck@ugent.be  
M +32 472 89 91 06  
België

[www.ugent.be](http://www.ugent.be)

DATUM  
19 april 2019

### Experiment Masterproef AR

Beste ouder(s) 1/1

In het kader van mijn masterscriptie '*De Rol van AR in het onderwijs*' voer ik onderzoek uit naar de rol van AR (Augmented Reality) in het onderwijs. AR is een opkomende technologie die met behulp van allerhande apparaten (Smartphones, Tablets, enz) informatie gaat verstrekken aan eindgebruikers. In het kader van onderwijs biedt deze technologie allerhande functionaliteiten. Mijn onderzoek gaat na of AR-technologie een positief effect heeft/kan hebben op het leergedrag (motivatie, resultaten) van leerlingen. Daarvoor dien ik een klein experiment (1 lesuur) uit te voeren die deze hypothese gaat onderzoeken. Gelet op de wetgeving omtrent privacy en verstrekking van gegevens (GDPR) dient u als ouder hiervoor eerst en vooral uw toestemming te verlenen. Mag ik u daarom vriendelijk verzoeken, indien akkoord, dit document te willen ondertekenen en mij via de leerkracht terug te bezorgen? Indien u zich niet akkoord kan verklaren, zal uw zoon/dochter het experiment niet meevolgen en evident de gewone lestijden meevolgen.

|

Alvast bedankt voor uw medewerking.

Emile Vyncke

Masterstudent

Handelswetenschappen

Afstudeerichting Management en IT

