

# AUGMENTED REALITY IN HET ONDERWIJS

HOGESCHOOL VAN AMSTERDAM | GAME DEVELOPMENT  
LARS FASIL – 3 DECEMBER 2017

# Inhoudsopgave

<b>1. Samenvatting .....</b>	<b>2</b>
<b>2. Inleiding .....</b>	<b>3</b>
2.1 Hoofdvraag: .....	3
2.2 Deelvragen: .....	3
<b>3. Methodes.....</b>	<b>4</b>
3.1 Zoekmethodes.....	4
3.2 Relevante onderzoeken selecteren.....	5
<b>4. Deskresearch resultaten .....</b>	<b>5</b>
4.1 Augmented Reality .....	5
4.1.1 Oorsprong.....	5
4.1.2 Microsoft Hololens .....	6
4.1.3 Mogelijkheden voor de educatie.....	6
4.2 Onderzoek 1: “The Effect of an Augmented Reality Enhanced Mathematics Lesson on Student Achievement and Motivation”(Estapa, A., & Nadolny, L. 2015) .....	7
Lesson’s learned .....	7
4.3 Onderzoek 2: “Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention” (Pérez-López, D. & Contero, M. 2013).....	7
Lesson’s learned .....	8
4.4 Onderzoek 3: “Reading an augmented reality book: An exploration of learners’ cognitive load, motivation, and attitudes” (Kun-Hung, C., 2017).....	8
Lesson’s learned .....	8
4.5 Lesson’s Learned in de Nederlandse leeromgeving .....	8
4.6 Ontwikkelde ‘geschiedenis opdracht’ applicatie.....	9
<b>5. Onderzoeksvoorstel.....</b>	<b>10</b>
Inleiding .....	10
Hypothese en verklaring .....	10
Werkwijze en materialen .....	10
<b>6. Conclusie .....</b>	<b>11</b>
<b>7. Bronnenlijst.....</b>	<b>12</b>
<b>8. Bijlage .....</b>	<b>13</b>

## 1. Samenvatting

Augmented Reality/AR is niets nieuws aangezien het eerste concept ervan al in 1901 was bedacht door L. Frank Baum (Johnson, J. 2012), en daarna voor het eerst echt uitgevoerd werd in 1992 door Louis Rosenberg die het eerste AR systeem ontwikkelde genaamd Virtual fixtures voor de Amerikaanse luchtmacht. Tegenwoordig zijn er door steeds krachtigere en kleinere computers mee mogelijkheden door vrijgekomen. Veel van deze mogelijkheden kunnen als educatief leermiddel worden gebruikt in het onderwijs.

De meest voordehand liggende functie die kan worden ingezet voor leerdoeleinde zijn de virtuele modellen die een AR apparaat in de echte wereld kan projecteren. De Microsoft Hololens is een goed voorbeeld van wat er gedaan kan worden met AR. Dit is namelijk een head mounted device/HMD. Je kan dit apparaat op je hoofd zetten en er als een bril doorheen kijken. Deze projecteert dan de modellen/hologrammen op de schermen in de bril. De gebruiker kan dan ook daadwerkelijk om de hologrammen heen lopen die altijd perfect worden laten zien vanuit zijn of haar perspectief. De gebruiker krijgt dan een extreem goed beeld van deze modellen en figuren door de opgewekte illusie dat deze echt bestaan. Er zijn al diverse applicatie demo's ontwikkeld waar je gedetailleerde lichamelijke modellen van mensen kan zien en bestuderen.

modellen van lichamen van mensen  
grote

De geanalyseerde studies in dit onderzoek gaven aan dat een grootte limitatie tijdens het experimenteren met AR het aantal proefpersonen is. Dit kan komen omdat het AR als leermiddel in het onderwijs nog iets redelijk nieuws en onbekends is. Dit kan ook zorgen voor lage belangstelling op het gebied en kleine budgets in goedgekeurde onderzoeken

Verder is er echter wel van de meeste onderzoeken uit de resultaten gebleken dat AR wel degelijk helpt bij het opzetten van een positieve leeromgeving en dat deze positieve effecten heeft op het kennisbehoud van leerlingen. Er is gedocumenteerd dat de studenten ook meer motivatie hebben om door te gaan met leren als er AR technologie bij komt kijken.

## 2. Inleiding

Op 18 september 2017 begon ik met mijn stage bij het bedrijf SLB-diensten. Een deel van wat dit bedrijf doet is het presenteren van de applicaties van de Microsoft Hololens. Dit doen ze aan leerlingen op het voortgezet onderwijs en het mbo. De leerlingen mogen zelf ook de Hololens gebruiken om kleine opdrachten te maken. Ik vroeg me af of deze methode met de Hololens beter werkt door de visualiserende hulpmiddelen die deze biedt. Ik besloot dat deze vraag de kern van mijn onderzoeksverslag werd. De volgende hoofd- en deelvragen zijn hiervoor ontwikkeld.

### 2.1 Hoofdvraag:

Welke voordelen in de leeromstandigheid van het Nederlandse VO kunnen we documenteren uit een experiment uitgevoerd met een AR applicatie die is gebouwd rondom de Lesson's Learned van vorige onderzoeken?

### 2.2 Deelvragen:

1. Welke experimenten zijn er gedaan met augmented reality in de educatieve omgeving waarbij het effect is gemeten?
2. Welke 'Lessons learned' volgen er uit de bij deelvraag 1 gevonden onderzoeken?
3. Hoe zijn die 'Lessons learned' toe te passen op de Nederlandse onderwijssituatie (mbo en vo)?
4. Zijn er verbeteringen ten opzichte van huidige lesmethodes vergeleken met een applicatie gebouwd op basis van de conclusies van deelvraag 3?

### 3. Methodes

#### 3.1 Zoekmethodes

Voor dit onderzoek is er gezocht naar relevante artikelen met betrekking tot eerder verrichte en onderzoeken waarvan de resultaten gedocumenteerd zijn. Hiervoor is Google Scholar gebruikt met een specifieke combinatie zoekopdrachten. Een eis van de benodigde artikelen was dat de woorden 'Educatie' of 'Onderwijs', en 'Augmented reality' of 'AR' in de titel van het artikel gebruikt werden omdat het dan met zekerheid te zeggen is dat die onderwerpen centraal staan.

Omdat het concept van moderne Augmented reality nog nieuw is zullen we de publicaties van latere jaren als **betrouwbaarder beschouwen**. We hebben ook het aantal citaten gedocumenteerd om te laten zien hoeveel resultaten ook daadwerkelijk artikelen zijn.

De eerste ronde zoekopdrachten **werden** in het Nederlands gedaan maar was vooraf al **weinig hoop voor**. **is geen correcte zin.**

hier kan je vragen over krijgen, misschien iets nuanceren?

Tabel 1		
Zoekopdracht (sinds 2010)	Aantal resultaten	Waarvan citaten
allintitle: augmented reality OR ar AND onderwijs	0	0
allintitle: augmented reality OR ar AND leren	0	0
allintitle: augmented reality OR ar AND educatie	0	0

Zelfs als we naar alle zoekresultaten vanaf 2010 keken bleef het aantal 0. Er zijn nog meer synoniemen van 'onderwijs' en 'educatie' gebruikt voor het zoeken maar dit maakte geen verschil.

We zijn overgestapt naar Engelse zoekopdrachten en deze gaven iets meer resultaten.

Tabel 2		
Zoekopdracht (sinds 2017)	Aantal resultaten	Waarvan citaten
allintitle: augmented reality OR ar AND education	30	8
allintitle: augmented reality OR ar AND school	4	1
allintitle: augmented reality OR ar AND teaching	11	1
allintitle: augmented reality OR ar AND learning OR learn	58	5
allintitle: augmented reality OR ar AND lesson	0	0

Tabel 3		
Zoekopdracht (sinds 2016)	Aantal resultaten	Waarvan citaten
allintitle: augmented reality OR ar AND education	53	14
allintitle: augmented reality OR ar AND school	7	1
allintitle: augmented reality OR ar AND teaching	19	3
allintitle: augmented reality OR ar AND learning OR learn	101	8
allintitle: augmented reality OR ar AND lesson	0	0

Tabel 4		
Zoekopdracht (sinds 2013)	Aantal resultaten	Waarvan citaten
allintitle: augmented reality OR ar AND education	116	24
allintitle: augmented reality OR ar AND school	12	5
allintitle: augmented reality OR ar AND teaching	44	12
allintitle: augmented reality OR ar AND learning OR learn	210	37
allintitle: augmented reality OR ar AND lesson	1	0

Tabel 5	
Publicatiejaar	Aantal artikelen
2017	88
2016	68
2015	60
2013 - 2015	89
<b>Totaal</b>	<b>305</b>

Het totale aantal resultaten vanaf 2013 exclusief de citaten zijn er 305. Er is een subtiele maar wel degelijke groei in artikelen te zien naarmate de jaren verstrekken. Dit zou een indicatie kunnen zijn van toenemende populariteit van augmented reality.

zij zijn niet 'gegaan', jij hebt een selectie gedaan op basis van criteria.

### 3.2 Relevante onderzoeken selecteren

De resultaten van de zoekopdrachten zijn door een aantal criteria gegaan om op die manier alleen de relevante artikelen over te houden.

Het publicatiejaar is het eerste waarnaar is gekeken. Met de gedachte dat er meer betrouwbare resultaten publiek worden gemaakt en er over het algemeen meer onderzoek zal zijn gedaan is er besloten dat artikelen uit het huidige jaar de grootste waarde bevatten. erg gewaagd, bijvoorbeeld ook het aantal citaten.

Toen is er gekeken naar titels voor een snel overzicht van artikelen die te weinig met ons onderwerp te maken hebben om iets toe te voegen aan het onderzoek.

Tot slot zijn de overige artikelen eerst intern gescand op relevantie voor ons onderwerp en daarna op betrouwbaarheid onderzocht. hoe ging dat?

## 4. Deskresearch resultaten

In dit hoofdstuk hebben is er eerst gekeken naar wat Augmented reality precies inhoud en zijn daarna de relevante selectie onderzoeken opgesomd en geanalyseerd.

### 4.1 Augmented Reality

#### 4.1.1 Oorsprong

Anders dan de bekende Virtual reality waar de hele echte wereld wordt vervangen door een virtualiteit, gaat Augmented reality of AR over het veranderen, aanpassen en toevoegen van verschillende elementen in de echte wereld.

AR is niks nieuws sinds het eerste concept ervan al in 1901 was bedacht door L. Frank Baum de auteur van The wizard of Oz (Johnson, J. 2012), en daarna voor het eerst echt uitgevoerd was in 1992 door Louis Rosenberg die het eerste AR systeem ontwikkelde genaamd Virtual fixtures, dit deed hij in de US airforce research laboratory en demonstreerde de voordelen doormiddel van menselijke prestaties. (Rosenberg, L. 1903) In het heden zie je AR vooral terugkomen in de bekende toepassingen zoals Pokémon Go en google Skymap. plaatjes!

en je kan er 'vrij' mee rondlopen

De head mounted device of HMD, is waar veel mensen naar uitkijken, het is een AR apparaat dat je op je hoofd zet als een soort helm met een bril en computer erin verwerkt. Hiermee kan je zonder je handen te gebruiken toch veel relevante digitale informatie binnenkrijgen. Dit is onder andere bekend gemaakt door alle science fiction films en serie waar deze technologie toentertijd erg overdreven was. Nu zijn we eigenlijk helemaal niet meer zover van deze technologie verwijderd.

welke tijd? toentertijd moet naar iets specifiek verwijzen.

#### 4.1.2 Microsoft Hololens

Na de gefaalde poging van Google om AR brillen open te stellen voor de publieke consument met de Google Glass is de Microsoft Hololens nu **langzaam opgang** aan het komen voor het echte werk. Al is het scherm van de Hololens aan de wat kleine kant, het is momenteel de meest geavanceerde AR/MR bril op de markt die gebruik maakt van een ingebouwde computer. Dit betekent dat de Hololens niks anders nodig heeft naast **stroom** om volledig te werken.

batterijen hoop ik? het lijkt hier op een verlengsnoer

Het simuleren, scannen, meten en opnemen vereist veel processing power. Normale computers die normale taken verrichten komen dan ook weg met normale processors, dit zijn de central processing unit (CPU) en graphics processing unit (GPU). Voor de veel ingewikkeldere en langere berekeningen die de hololens elke frame ongeveer 230 keer moet uitvoeren zijn deze processoren niet genoeg. Microsoft heeft hierom een nieuwe ~~derde~~ processor uitgevonden genaamd de 'Holographic processing unit' ofwel HPU.

De Input krijgt de hololens doormiddel van een versnellingsmeter die acceleratie van het apparaat bijhoudt, een gyroscoop die de hoeken van de hololens meet om op die manier de **hologrammen** **holografische** wereld te kunnen schetsen in het geheugen. Om altijd te kunnen weten in welke richting de hololens op wijst ten opzichte van de wereld zit er ook een magnetometer in. Die meet de magnetische krachten van de aarde net als een kompas en berekent op die basis waar de noord, oost, zuid en west richtingen zijn.

#### 4.1.3 Mogelijkheden voor de educatie

Al is het idee van AR in het onderwijs niet erg nieuw, de onderzoeken er naar zijn nog wel erg beperkt. Toch is het een goed begin om zicht te krijgen op mogelijke toekomstige obstakels.

je gebruikt sowieso erg weinig komma's, maar deze was echt nodig.

In (Wu, H. 2013) is duidelijk gemaakt dat het implementeren van een AR applicatie in het onderwijs nog best lastig kan zijn. Voor jonge kinderen kan de cognitieve belasting die AR met zich meebrengt teveel worden **daar** moet dus een manier omheen worden bedacht. Ook is in traditioneel onderwijs de leraar de **bron** van aandacht, maar dit zou kunnen veranderen als AR niet alleen als hulpmiddel wordt gezien zoals een boek of een smartboard maar ook werkelijk de gehele les dreigt over te nemen.

AR kan op veel manieren ingezet worden voor educatieve doeleinden. Met de functie om de omgeving te scannen en er voorgeprogrammeerde objecten in te herkennen en benadrukken is AR een uitstekend hulpmiddel om bij klassenuitjes op historische locaties extra informatie te geven over bijvoorbeeld **te** monumenten die er te zien zijn (De Lange, R. 2017). De applicatie zou bij ruïnes een model kunnen laten zien van hoe het er vroeger uitzag. Bij bezoeken aan musea kan er extra informatie worden weergegeven bij elk schilderij of kunstwerk. Deze informatie kan in tegenstelling tot bordjes gepersonaliseerd worden zodat het afgestemd kan worden op het niveau en de interesse van de leerling/gebruiker.

staan de quotes hier goed?

Ook de tekstherkenning functie kan veel bieden voor de educatie. Met de **Big 'Bird's Words'** app kunnen kinderen namelijk in hun **eigen** bepaalde makkelijke woorden opzoeken en die met de applicatie scannen om bijvoorbeeld spelletjes te winnen.

Interactieve print of AR books zijn nog wel het populairst in de bekeken onderzoeken. Ze bieden extra informatie bij een element in het boek als hiernaar gekeken wordt met het AR apparaat. De interesse hiervan komt waarschijnlijk door het feit dat het zo'n simpele toevoeging is aan het traditionele schoolsysteem, aangezien elk boek met de juiste afbeeldingen hiermee zal werken.

#### 4.2 Onderzoek 1: “The Effect of an Augmented Reality Enhanced Mathematics Lesson on Student Achievement and Motivation” (Estapa, A., & Nadolny, L. 2015)

Het doel van dit eerste onderzoek was evalueren of er verandering plaats vond in de resultaten en **motivatie van ruimtelijk** dimensioneer inzicht en analyse. Er zijn 61 studenten tussen de leeftijden 13 en 19 bestudeerd en de resultaten hiervan zijn gemeten met pre-, post-, en vertraagd-post prestatie tests, en een IMMS Survey voor de motivatie.

De testsubjecten zijn op een willekeurige manier verdeeld in een **conceptuele** controle- en experimentele groep. Beide groepen kregen dezelfde opdracht die ze met hun **conceptueel** wiskundige kennis moesten oplossen, het verschil zat in de hulpmiddelen die ze daarbij kregen. De experimentele groep maakte gebruik van interactieve print, hiermee kregen ze direct feedback en informatie over de afbeelding waarop gericht werd met de tablet 's camera (figuur 1. **In bijlage**). De controle groep kreeg ook een tablet, maar moest hiermee zelf **handmatig** de benodigde informatie opzoeken.

Liever in de tekst

De gevonden resultaten ondersteunen de claim dat het gebruik van technologie binnen een wiskundeles de prestaties van studenten zal verbeteren, en dat het gebruik van augmented reality de motivatie om te leren kan verbeteren. Na het analyseren van de indruk die technologie maakt op het conceptueel en technisch nadenken over wiskunde is echter gebleken dat de uitkomsten nog te gevarieerd zijn en er dus meer onderzoek vereist is om tot een concrete conclusie te kunnen komen over deze specifieke onderdelen.

##### Lesson's learned

- Klein aantal proefpersonen zorgt voor **minder betrouwbare** resultaten.
- Met alleen een enquête en een toets als **meetmethodes**, limiteer je de uitgebreidheid van je resultaten.
- Er is geen rekening gehouden met de **afleidfactor**. **die moet je dan wel uitleggen**

#### 4.3 Onderzoek 2: “Delivering educational multimedia contents through an augmented reality application: A case study on its impact on knowledge acquisition and retention” (Pérez-López, D. & Contero, M. 2013)

Dit onderzoek is verricht om het gebruik van augmented reality als multimedia ondersteuning te analyseren tijdens het leerproces over het verteringsstelsel en bloedvatensysteem. Ook wordt er gekeken naar de impact van augmented reality op het kennisbehoud. De gebruikte AR applicatie combineert **verbale** **orale** uitleg met 3d modellen en animaties van anatomische structuren. Een valideringsonderzoek is gebruikt om het kennisbehoud te meten bij 39 testsubjecten met een gemiddelde leeftijd van 10.05 **jaar**. Het onderzoek is neergezet om de resultaten makkelijk te kunnen vergelijken met de traditionele leerprocessen.

In de eerste applicatie begint met een model van een naakt mens (figuur 2. In **bijlage**). Zodra de gebruiker de AR marker (figuur 3. In bijlage) dichterbij de camera toe beweegt wordt het model half doorzichtig waardoor het verteringsstelsel zichtbaar wordt (figuur 4. In bijlage). Dit zorgt ervoor dat de gebruiker de alle verschillende organen in detail kan bekijken. Daarnaast kan er ook nog dieper in worden gegaan op de individuele organen door op de knoppen **op** user interface te drukken.

in de tekst

In de tweede applicatie is het verteringsproces geïllustreerd als er een koekje wordt gegeten, vanaf het begin tot het eind (figuur 5. In bijlage).



In de derde applicatie zijn de belangrijkste delen van de bloedsomloop te zien. En **net als** **zoals** bij de eerste en tweede applicatie wordt er informatie bij gegeven.

De vierde en laatste applicatie geeft een gedetailleerde visuele representatie van hart bewegingen en animaties van de bloedsomloop bij het hart.

De resultaten zijn getoetst door doormiddel van 23 open vragen. Deze toets is 3 keer uitgevoerd op verschillende momenten. De eerste direct na het gebruiken van de applicaties, de tweede onaangekondigd 2 weken later, en de derde onaangekondigd 4 weken later.

Zoals verwacht **was** er de eerste keer geen groot verschil tussen de gemiddelde scores van de controle en experimentele groep. Bij de tweede en derde test **is** er echter wel een significant verschil geconstateerd.

Dit onderzoek demonstreert dat het gebruik van augmented reality tegenover traditionele leermethodes een **erg** positief effect kan hebben op kennisbehoud van leerlingen.

**groot of weglaten**

#### Lesson's learned

- Klein aantal proefpersonen zorgt voor minder betrouwbare resultaten.
- De duidelijke resultaten laten zien dat kennisbehoud goed te toetsen is met deze techniek.
- Er zijn goede resultaten bij kinderen met een leeftijd rond de 10 jaar.

#### 4.4 Onderzoek 3: "Reading an augmented reality book: An exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes" (Kun-Hung, C., 2017)

In deze studie is onderzoek gedaan naar de cognitieve belasting, motivatie en het gedrag rondom het controle- en nuttigheidsgevoel van studenten die bezig zijn met een augmented reality boek activiteit.

Het experiment telde 153 universiteitsstudenten. De experimentele groep begon met het lezen van een AR boek. Ze deden dit met behulp van een tablet PC waarover ze ervoor gebruiksinstructies hadden meegekregen. Toen elk testsubject ervaring had opgedaan met het AR boek werden ze getest op de mentale belasting die deze methode van lezen misschien met zich mee bracht, motivatie om verder te lezen en algemene houding die ze overhielden aan de ervaring.

De resultaten van dit experiment gaven aan dat over het algemeen de studenten minder cognitieve belasting ervaarden, grotere motivatie hadden om door te gaan, en een positieve houding overhielden aan het lezen van een AR boek. Verschillend van vorige experimenten hoeven de waarnemingen van lage cognitieve belasting niet te garanderen op een positieve leerervaring. Dit komt omdat motivatie de intermediaire rol speelt tussen waarnemende cognitieve belasting en bereidheid tot leren. Alleen als het testsubject motivatie factoren zoals aandacht en zelfvertrouwen significant genoeg waren, speelde nuttigheidsgevoel en cognitieve belasting een rol op de leerervaring.

#### Lesson's learned

- Er is meer onderzoek nodig om een duidelijke definitie te krijgen van de correlatie tussen de motivatie, cognitieve belasting, en leergierigheid van de student. **Is er ook nog wat geleerd over de toegepaste AR interventie? Wat werkt wel of niet in AR?**

#### 4.5 Lesson's Learned in de Nederlandse leeromgeving

Er is niet veel nodig om de gevonden lesson's learned om te **zetten** naar Nederlandse standaarden. Het voornaamste **probleem** bij de bestudeerde onderzoeken **waren** de kleine groepen testsubjecten die er gebruikt waren. Nu is dit technisch gezien eenvoudig op te lossen door meer scholen en

klassen van hetzelfde niveau en studierichting in je onderzoek te betrekken. Alleen is dit niet altijd realistisch te verwezenlijken in verband met mankracht en andere resources zoals tijd en geld.

Op het gebied van testen naar resultaten is de afleidingfactor in Nederland ook iets om rekening mee te houden. Dit probleem zou kunnen worden geëlimineerd of op zijn minst **verkleind** kunnen worden door bijvoorbeeld de omgeving van de testsubjecten beperkt te houden in **grote** en veelvoorkomende bronnen van afleiding in het onderwijs **te ontnemen** bijvoorbeeld mobieltjes. **weg te nemen**

Verder zou de uitgebreidheid in de resultaten kunnen worden vergroot doormiddel van de toevoeging van directe feedback, bijgehouden met aantekeningen. Dit zou informatie kunnen geven over de bruikbaarheid en gebruiksvriendelijkheid van het product met of zonder voorafgaande uitleg.

#### 4.6 Ontwikkelde 'geschiedenis opdracht' applicatie

Er is een applicatie ontwikkeld die kan worden ingezet als leermiddel op het voortgezet onderwijs.

De Applicatie is ontwikkeld voor de Microsoft Hololens en met de lesson's learned uit **deelvraag 2 in** gedachten. De opdracht hiervoor kwam van de **geschiedenisleraar** Dick Stoel op het Montessori **leraar geschiedenis** college en is bedacht om de leerlingen op een leukere manier een bepaalde geschiedenisles te leren doormiddel van spel. Het is dan ook een 'serious game', een spel met als hoofddoel ervan te leren.

De les die je hoort te leren bij deze opdracht gaat over de symbolische elementen en de betekenissen daarachter in het schilderij van Van Eyck. Op dit schilderij uit 1434 staan Giovanni Arnolfini en zijn vrouw op afgebeeld (Figuur 6. In **bijlage**). Arnolfini kwam uit een zeer invloedrijke koopmansfamilie en wilde onder andere zijn rijkdom weergeven in schilderij.

**zin loopt niet goed**  
De opdracht luid: "De 10 voorwerpen waar symboliek **in zitten verstopt** in het schilderij en moeten met de hololens bekeken kunnen worden. Leerlingen moeten als het ware in het schilderij kunnen lopen. Wanneer een leerling een voorwerp heeft gevonden moet er een tekst verschijnen met een opdrachtje om uit te gaan zoeken welke symboliek er in het voorwerp verstopt zit. Het kan dus een soort puzzel worden. De leerling met de hololens zoekt een aantal voorwerpen waar symboliek in zit en geeft dit door aan hun groepje (ik ga uit van één hololens per groepje van vier leerlingen). Daarna gaat een andere leerling met de hololens kijken en noemt er ook twee of drie. **Enz.** Daarna gaat het groepje aan de slag om de symboliek op te zoeken."

Wat Dick wilde bereiken met deze opdracht was een niveau van betrokkenheid voor de leerlingen dat op papier moeilijk te verwezenlijken was. Een leergierigheid en motivatie opbouwen doormiddel van spel.

Een van de belangrijkste lesson's learned uit onderzoek 1: de afleidfactor, wordt gelijk behandeld met de keuze van technologie. Uit een studie van Alzahrani (Alzahrani, A., et al. 2015) is gebleken dat AR apparaten die je op je hoofd zet, ofwel HMD(head mounted devices), zoals de Microsoft Hololens zorgen voor het gevoel van isolatie, selectieve aandacht, en interface awareness. Isolatie was een van de bedachte mogelijk oplossingen die getest zou kunnen worden in het experiment. Het bewijs van verhoogde interface awareness en selectieve aandacht zou ook een teken kunnen zijn dat de afleiding die de gebruiker zou kunnen ervaren, kan worden verminderd door het gebruik van een HMD in plaats van een tablet.

## 5. Onderzoeksvoorstel

### Inleiding

Het doel van dit experiment is ontdekken of we wat verwachte resultaten te zien krijgen op basis van de gevonden deskresearch experimenten, en of we mogelijke nieuwe 'lessons learned' eruit kunnen halen die alleen betrekking hebben tot het Nederlandse onderwijs.

We willen er dus achter komen of de informatie uit de lessons learned (van de bestudeerde onderzoeken) die we verwerkt hebben in het ontwikkelen van de applicatie, ervoor zorgt dat de resultaten omhoog gaan vergeleken met die van de onderzoeken.

### Hypothese en verklaring

De hypothese voor dit experiment luidt als volgt: Als de experimentele groep de Microsoft Hololens gebruiken als hulpmiddel tijdens de 'Hololens geschiedenis opdracht' terwijl de controlegroep een geprinte versie van dezelfde opdracht maakt, zal de experimentele groep de verkregen informatie langer vasthouden en meer motivatie hebben om de opdracht te maken.

### Werkwijze en materialen

Het experiment heeft (#1 klas VO) testsubjecten die in 2 groepen worden verdeeld, de experimentele groep en controlegroep. Beide groepen zullen in een aparte ruimte worden gezet zodat al het contact verbroken is en geen afleiding voor elkaar **kunnen zijn**. Hierna worden beide groepen onderverdeeld in kleinere sub-groepjes van 4 subjecten elk. Elk sub-groepje binnen de experimentele- en controlegroep zal aan dezelfde werken. Alleen de experimentele groep heeft hierbij de geschiedenis opdracht applicatie op de Hololens om hierbij te helpen. De controle groep doet deze zelfde opdracht op papier.

grammaticaal  
niet OK

Materialen:

- Microsoft Hololens – X aantal keer
- Op papier geprinte geschiedenis opdracht – X aantal keer
- 1 VO klas (niveau nog irrelevant)
- 2 beschikbare lokalen

## 6. Conclusie

In dit gedeelte van het onderzoek zal ik de conclusies trekken en de eerder getrokken conclusies nog een keer herhalen

Om ~~mee~~ te beginnen, er zijn nog zeer weinig experimenten uitgevoerd met HMD's als bron van AR waarbij de resultaten ook werkelijk gemeten zijn. Dit **heel** gezorgd voor zeer weinig data op het specifieke gebied waarop dit onderzoeksverslag is gebaseerd. De meeste uitgevoerde experimenten hebben een tablet of webcam als bron van AR. Dit betekent dat er nog veel fieldresearch moet worden gedaan op dit gebied om concrete conclusies te kunnen trekken.

De geanalyseerde studies in dit onderzoek gaven aan dat een **grote** ~~grootte~~ limitatie tijdens het experimenteren met AR het aantal proefpersonen is. Dit kan komen omdat het AR als leermiddel in het onderwijs nog iets redelijk nieuws en onbekends is. Dit kan zorgen voor lage belangstelling op het gebied en kleine **budgetten** in goedgekeurde onderzoeken. **die AR brillen zijn ook heel duur...**

Verder komen de meeste onderzoeken tot de conclusie dat AR wel degelijk helpt bij het opzetten van een positieve leeromgeving. Er is gedocumenteerd dat de leerlingen meer motivatie hebben om door te gaan met leren als er AR technologie bij komt kijken.

Ook zijn op gebied van kennisbehoud de resultaten positief. In het onderzoek van Pérez-López (Pérez-López, D. & Contero, M., 2013) is te zien dat leerlingen die met behulp van AR modellen en animaties de geleerde lessen veel langer vasthouden dan de leerlingen die op de traditionele manier dezelfde stof leerden.

De vergelijking van de schoolsystemen in de landen waar de geanalyseerde onderzoeken werden verricht met de schoolsystemen in Nederland was niet te complex. Het grootste verschil is met bijvoorbeeld het derde onderzoek (Kun-Hung, C., 2017) dat in China plaatsvond was dat de studenten daar over het algemeen meer discipline hebben en respect voor de docenten (Wang, W., 2015) en daardoor minder geneigd zijn afgeleid te worden door dingen die niet bij de les horen zoals mobieltjes.

Ik verwacht dus ook dat de resultaten van het onderzoeksvoorstel niet ver van de resultaten af zullen liggen van de geanalyseerde onderzoeken. Als ze toch verschillen verwacht ik dat ze positiever zullen zijn omdat er bij het ontwerpen van de geschiedenis applicatie rekening is gehouden met de lesson's learned van de vorige onderzoeken.

## 7. Bronnenlijst

1. Estapa, A., & Nadolny, L. (2015). "The Effect of an Augmented Reality Enhanced Mathematics Lesson on Student Achievement and Motivation." *Journal of STEM Education: Innovations and Research*, 16(3), 40.
2. 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." *School of Computer Science and Electronic Engineering, University of Essex, UK*
3. Abernathy, M., Houchard, J., Puccetti, M., and Lambert, J, "Debris Correlation Using the Rockwell WorldView System", *Proceedings of 1993 Space Surveillance Workshop 30 March to 1 April 1993*, pages 189-195
4. Johnson, Joel. "The Master Key": L. Frank Baum envisions augmented reality glasses in 1901 *Mote & Beam* 10 September 2012.
5. Wang, W. "Respecting teachers, discipline key in Chinese classrooms", *Global Times*(2015)
6. Kun-Hung, C. "Reading an augmented reality book: An exploration of learners' cognitive load, motivation, and attitudes" *Australasian Journal of Educational Technology*, 2017, 33(4).53 (2017)
7. Pérez-López, D. & Contero, M, delivering educational multimedia contents through an Augmented reality application: a case study on its impact on knowledge acquisition and retention. (2013)
8. Saltan, F. & Arslan, Ö, "The Use of Augmented Reality in Formal Education: A Scoping Review" *EURASIA Journal of Mathematics Science and Technology Education*(2016)
9. L. B. Rosenberg, "The Use of Virtual Fixtures to Enhance Operator Performance in Telepresence Environments" *SPIE Telemanipulator Technology*, 1993
10. Johnson, J. "The Master Key": L. Frank Baum envisions augmented reality glasses in 1901 *Mote & Beam* 10 September (2012)
11. Wu, H.-K. e. (2013). "Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education." *Computers & Education*(62), 41-49.
12. Yuen, S. G. (2011). "Augmented reality: An overview and five directions for AR in education." *Journal of Educational Technology Development and Exchange*, 119-140.
13. De Lange, R. & Lodewijk, M. (2017) "Virtual Reality & Augmented Reality in het primair onderwijs." *Universiteit Leiden*

## 8. Bijlage



Figuur 1. Print gebaseerde AR-test (Estapa, A., & Nadolny, L. (2015))

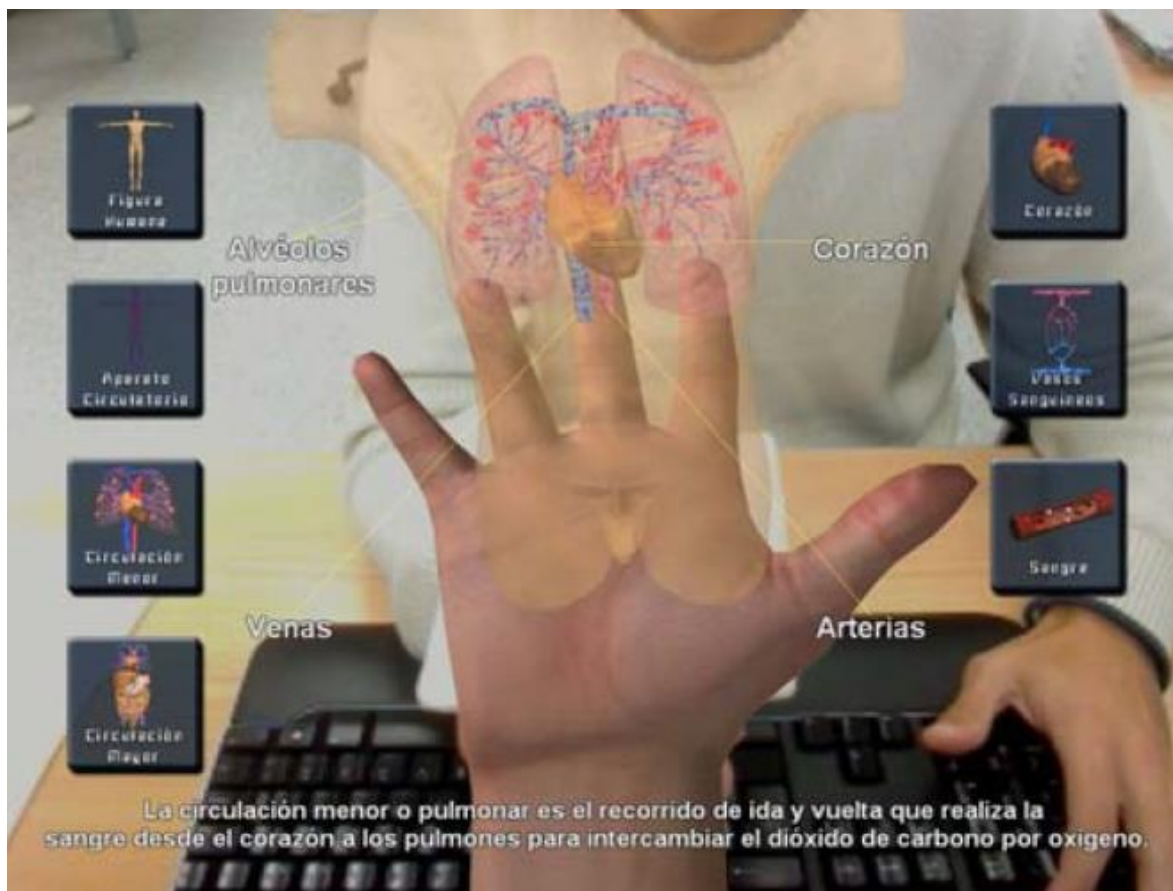


Figuur 2. Virtueel model van menselijk lichaam (Pérez-López, D. & Contero, M. 2013)

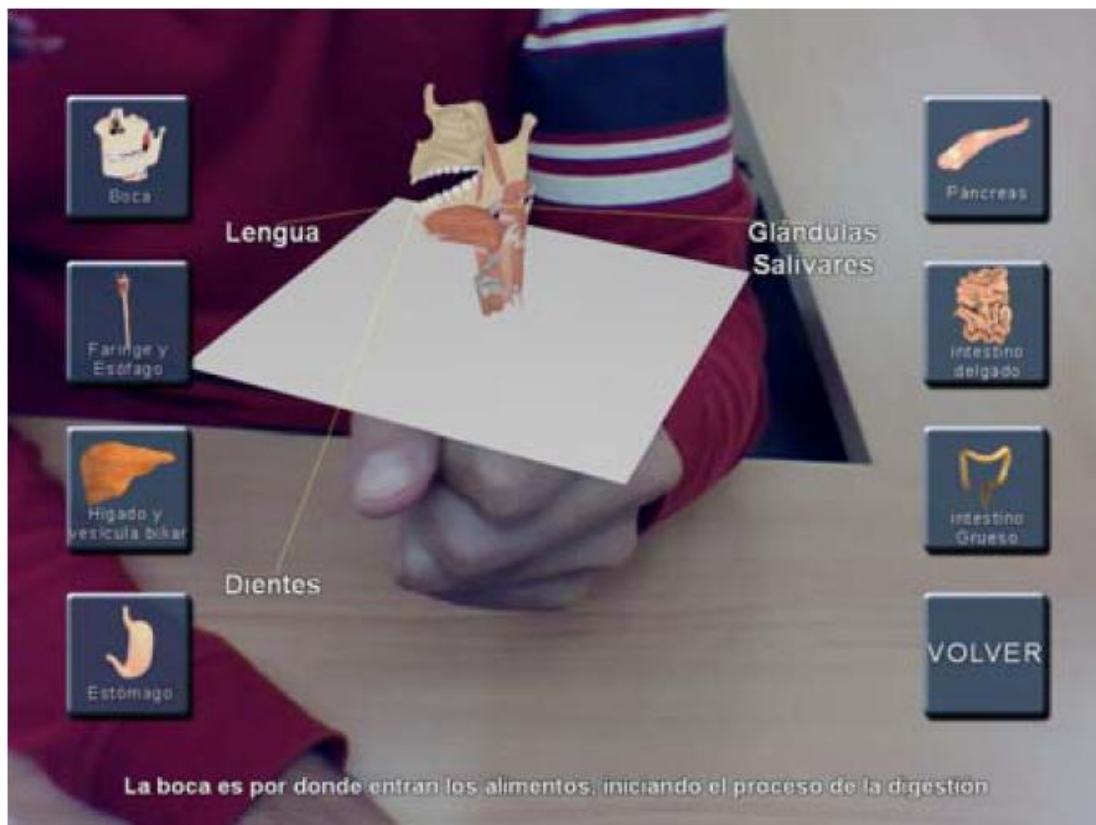




Figuur 3. AR marker op stokje (Pérez-López, D. & Contero, M. 2013)



Figuur 4. Interne organen zichtbaar



*Figuur 5. Verteringsproces koekje (Pérez-López, D. & Contero, M. 2013)*





Figuur 6. Van Eyck's Giovanni Arnolfini