

Virtual reality in het onderwijs: Hoe efficiënt inzetten in de klas?

An Serneels (Thomas More Mechelen - lerarenopleiding)

Er werd reeds veel gezegd en geschreven over "virtual reality". De laatste jaren kent deze nieuwe technologie een hele snelle evolutie. De VR-technologie wordt dan ook meer en meer ingezet in verschillende vormen en domeinen van het onderwijs (Radianti, Majchrzak, Fromm, & Wohlgenannt, 2020).

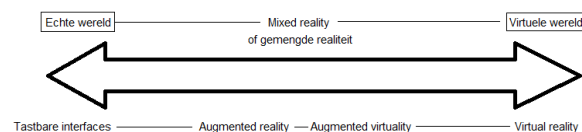
Maar hoe kan je deze nieuwe technologie als leerkracht nu efficiënt inzetten in de eigen klaspraktijk?

In deze review zetten we enkele kernpunten uit de literatuur op een rijtje. We gaan onder andere dieper in op wat virtual reality nu eigenlijk is, wat de mogelijkheden/beperkingen zijn en we geven jullie enkele praktische en didactische tips mee voor de implementatie van virtual reality in de klas.

1. Theoretische achtergrond

VR/AR/MR

Je wordt om de oren geslagen met allerlei termen; VR, AR, MR, immersie of juist niet... Om deze begrippen uit te leggen, gebruiken we het continuüm van Kishino en Milgram (1994).



Figuur 1 Het virtuele continuüm – gebaseerd op Kishino en Milgram (1994)

Dit hele continuüm noemen we mixed reality (een mix tussen de virtuele en de echte realiteit of kortweg MR) waarbij we, naargelang de wisselwerking tussen de werkelijke omgeving en de virtuele wereld, van het ene uiterste naar het andere kunnen evolueren. Op dit moment gebruiken we echter de term XR of extended reality om het volledige continuüm van AR, MR en VR te beslaan. Mixed reality wordt niet

langer als overkoepelende term gebruikt, maar wel als een aparte technologie, een speciale vorm van augmented reality.

Uiterst links op dit continuüm staat de "echte wereld" en de technologie die we in de "echte wereld" gebruiken, de tastbare interfaces. Dit kan gaan over het besturen van het elektrisch fornuis of gebruik maken van een afstandsbediening voor de televisie. Uiterst rechts staat de "virtuele wereld", ver weg van de echte, tastbare wereld. Tussenin bestaan er nog enkele mengvormen; namelijk augmented reality (kortweg AR) of verhoogde realiteit en augmented virtuality of verhoogde virtualiteit (kortweg AV). Met augmented reality bedoelen we het toevoegen van een digitaal beeld bovenop de realiteit. Bij augmented virtuality worden beelden uit de werkelijkheid als digitale elementen geïntegreerd in de virtuele wereld.

Mixed reality is een bijzondere vorm van augmented reality, waarbij er een interactie is tussen de realiteit om je

heen en het digitale beeld. Er wordt immers met dieptescanning gewerkt: het digitale beeld wordt in de fysieke ruimte geplaatst en niet gewoon ervoor, zoals bij augmented reality.

Immersief of niet?

AR, MR en VR worden vaak immersieve technologieën genoemd. Afhankelijk van hun plaats op het bovenvermelde continuüm zijn ze meer of minder immersief. Augmented reality is dus een stuk minder immersief dan virtual reality, maar ook binnen deze technologie zijn er gradaties van immersie. In de huidige literatuur wordt een duidelijk onderscheid gemaakt tussen immersieve VR of niet-immersieve VR. Het verschil zit in de mate waarin je als gebruiker in de virtuele wereld aanwezig bent en meegesleept wordt in het verhaal/de simulatie/de ervaring. Je wordt als het ware ondergedompeld in het gebeuren en kan ook interageren met de virtuele wereld. Het besef van tijd en realiteit ebben weg (Jennett, et al., 2008). Dat gevoel van aanwezig te zijn in een virtuele wereld, noemen we 'presence'.

Een niet-immersieve virtuele ervaring krijg je bij simulaties op de desktop computer of tablet, ook wel 'desktop virtual reality' genoemd (Makransky, Terkildsen, & Mayer, 2017). Het spelletje 'The Sims', gepubliceerd in 2000, is een voorbeeld van een simulatie waarbij de speler de dagelijkse activiteiten van een virtuele persoon controleert (Conrick, 2006). De simulatie wordt op het computerscherm weergegeven, het geluid komt door de computerspeakers en de interactie gebeurt door middel van een computermuis (Angel-Urdinola, Castillo-Castro, & Hoyos, 2021),

Bij immersieve VR wordt gebruik gemaakt van een headset, een VR-

bril. Naargelang de kwaliteit van de VR-bril is de immersie meer of minder geslaagd.

De kwaliteit van de VR-bril bepaalt dus de mate van 'presence'. Samengevat, immersie slaat op de technische kwaliteit van de gebruikte technologie om het psychische gevoel van presence bij de gebruiker te creëren.

Een (kartonnen) VR-bril, Google Cardboard bijvoorbeeld, waar je een gsm in plaatst, geeft een minder groot gevoel van presence. Interactie met de virtuele wereld kan maar is toch eerder beperkt (interactie gebeurt a.d.h.v. een controller die via een magneet gelinkt kan worden aan de cardboard of door *gazing*, heel lang kijken naar een bepaald punt/object). Dergelijke kartonnen versie wordt vaak gebruikt om 360° video's te bekijken. We spreken van low-end VR, low immersion, een laag gevoel van aanwezigheid of presence. Dergelijke op smartphone gebaseerde VR is echter op sterven na dood. Google is bijvoorbeeld gestopt met het verkopen van dergelijke headsets of smartphones die het VR platform ondersteunen (Protalinski, sd).

Een verregaande vorm van het gebruik van 360° video's is cave virtual reality. Dit is een kamer waarin de muren, het plafond en de vloer bedekt zijn met levensechte projecties (Di Natale, Repetto, Riva, & Villani, 2020). Wanneer je dan nog een hoofdtelefoon hebt om de projecties van geluid te voorzien, spreek je van een echte immersieve ervaring. Een recent voorbeeld hiervan is 'Bestemming Atlantis', een immersief 360°-verhaal van Studio 100 (Studio100, 2021)

Er bestaan ook VR-brillen die op zichzelf gebruikt kunnen worden zoals bijvoorbeeld een Oculus Quest of Oculus Rift; dit is een VR-headset met hoofdtelefoon en controllers om de virtuele wereld te manipuleren. De mate van aanwezigheid of presence is

dan vaak heel groot. Dit noemen we high-end VR.

Low-end en high-end VR systemen genereren dus een verschillend niveau van virtuele aanwezigheid (Selzer, Gazcon, & Larrea, 2019).

Uit onderzoek blijkt dat immersieve virtual reality betere testresultaten (op vlak van het verwerven van kennis) geeft dan lage of niet-immersieve omstandigheden, maar het is niet altijd significant beter (Boel, Rotsaert, Schellens, & Valcke, 2021).

2. Impact van VR in het onderwijs

Er gebeurt meer en meer onderzoek naar de mogelijke voor- en nadelen van VR in het onderwijs, zowel voor de leerkracht en zijn lespraktijk als voor de lerende.



Kansen

In de literatuur worden heel wat mogelijke toepassingen (in de literatuur spreekt men van *affordances*) van VR vermeld. Omdat het onmogelijk is om alle mogelijkheden hier uitgebreid op te sommen, kiezen we ervoor om diegene die het vaakst terugkomen en

dus het best inspelen op de unieke kenmerken van virtual reality, even verder uit te leggen.

Bij het gebruik van VR- applicaties is er eerst en vooral **geen gevaar voor jezelf of voor anderen** (de Lange & Lodewijk, 2017) (Freina & Ott, 2015) (Jensen & Konradsen, 2018). (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017) Leerlingen en studenten kunnen zichzelf of andere geen fysieke pijn of leed berokkenen. Dit maakt het mogelijk hen situaties te laten ervaren die zelden voorkomen (Honey & Hilton, 2011) (Smetana & Bell, 2012) (Wang, et al., 2014) of die in werkelijkheid teveel risico of gevaar inhouden (Angel-Urdinola, Castillo-Castro, & Hoyos, 2021) (Freina & Ott, 2015). Denk bijvoorbeeld aan piloten die vluchtsimulaties doen of reddingswerkers die oefenen op het geven van hulp bij grote rampen. Bij dit laatste is er ook een ethische bezorgdheid over het blootstellen van mensen in opleiding aan de emotionele en fysieke stress die gepaard gaat met echte ongevalsituaties (Andreatta, et al., 2010) (Angel-Urdinola, Castillo-Castro, & Hoyos, 2021) Ook **reizen doorheen de tijd** (Abdul Rahim, et al., 2012) (Freina & Ott, 2015) (Roussou, 2004) of **naar plaatsen die onmogelijk bereikbaar zijn** (Freina & Ott, 2015), vormen een troef voor bijvoorbeeld de lessen geschiedenis en aardrijkskunde in het secundair onderwijs. Naast het laten zien van een filmpje, kan je de leerlingen ook laten ervaren hoe immens de Romeinse architectuur wel was of hoe klein we zijn in ons universum/heelal.

Wanneer leerlingen in een virtueel labo aan de slag gaan, is er zoals eerder gezegd geen gevaar voor hen of voor anderen. Het biedt leerlingen vooral **veel oefenkansen** (Jensen &

Konradsen, 2018) (Tredinnick, Vanderheiden, Suplinski, & Madsen, 2014). Leerlingen kunnen bepaalde handelingen al oefenen alvorens naar het laboratorium op school of universiteit te gaan en met de werkelijke materialen te experimenteren. VR maakt **leren op afstand mogelijk** (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017). Je moet als leerkracht/docent geen creatieve toeren uithalen om ervoor te zorgen dat er voldoende materialen, stoffen en machines aanwezig zijn (Kaser, Thompson, & Grijvala, 2019) (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017) zodat elke leerling/student voldoende oefenkansen heeft.

Naargelang de applicatie is het ook mogelijk om verschillende scenario's door de ogen van een andere persoon te beleven. Hierdoor kan empathie bevorderd worden bij de lerende (Boel, Rotsaert, Schellens, & Valcke, 2021) (Freina & Ott, 2015) (Jensen & Konradsen, 2018)

De voorgaande voordelen zijn vooral van praktische aard. Maar ook op leergebied zijn er enkele voordelen. Bij immersieve VR is het **gevoel van aanwezig zijn** zo groot dat studenten zelf op verkenning gaan en leren door ervaring (Huang, Raunch, & Liaw, 2010). Interactie met de leerinhouden zorgt dat ze zelf hun leerinhoud gaan opbouwen en dit leidt tot dieper leren (Dewey, 1985). Naargelang de applicatie die je gebruikt vormt VR ook een goede basis voor onderzoekend leren (de Jong, Linn, & Zacharia, 2013).

Uit studies blijkt dat studenten **meer plezier ervaren** (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017). Doordat de 3D- wereld (de 3 dimensionale ruimte) meer zegt dan een 2D- wereld, zijn studenten **meer gemotiveerd** (Limniou, Roberts, & Papadopoulos, 2008). De intrinsieke

motivatie stijgt en ook de wil om meer met de leerinhoud aan de slag te gaan (Chavez & Bayona, 2018) (Thisgaard & Makransky, 2017).

Op vlak van **leerattitude** zien we positieve veranderingen maar ook op vlak van het verwerven van cognitieve en psychomotorische vaardigheden zijn er mogelijkheden. Vaardigheden zoals onthouden en begrijpen van ruimtelijke en visuele informatie, komen aan bod (Jensen & Konradsen, 2018). Enkele studies geven aan dat de cognitieve leerresultaten van de studenten verbeteren (Chavez & Bayona, 2018); meer onderzoek is echter aangewezen (Wu, Yu, & Gu, 2020).

Ook **psychomotorische vaardigheden** kunnen geoefend worden in een VR-simulatie. Denk maar aan chirurgen die een operatie uitvoeren in VR of piloten die oefenen in een vluchtsimulator (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017) (Kennisnet, 2016). Transfer van deze vaardigheden van de simulator naar de echte wereld is mogelijk (Dawe, et al., 2014). De mate van transfer heeft vooral te maken met de kwaliteit van de simulatie en hoe realistisch deze is.

Virtual reality kan de **taalbarrière**, die sommige kinderen ervaren, beperken doordat het taalaanbod ondersteund wordt door het visuele concept (Lockwood, 2004).

Op vlak van taal kan er gedifferentieerd worden en VR kan hier op meerdere vlakken een rol bij spelen. Leerlingen en studenten kiezen zelf wat en wanneer ze willen ontdekken; maar ze leren vooral ook op hun eigen tempo (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017). Het leren wordt als het ware gepersonaliseerd. Het is ook mogelijk om persoonlijke feedback te geven (Honey & Hilton, 2011).

Drempels

We kunnen 4 grote groepen 'drempels' onderscheiden namelijk overheadkosten, problemen met input, problemen met output en problemen op vlak nuttigheid (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017).

a) Overheadkosten

De **aankoop** van de software en hardware om te starten met VR in een klas is vrij duur (Budziszewski, 2013) (Huang, Raunch, & Liaw, 2010) (Kaufmann & Meyer, 2009) (Merchant, Goetz, Cfuentes, Keeny-Kennicutt, & Davis, 2014) (Mossel & Kaufmann, 2013) (Takala, 2014). De goedkoopste VR-headsets kosten al gemakkelijk €200 (Oculus Go). De school moet daarnaast ook investeren in **training van de leerkrachten** in het gebruik van de VR-apparatuur (Haluck, 2000) (Le, Pedro, & Park, 2014). Doordat er voortdurend nieuwe ontwikkelingen zijn in de VR-wereld is het belangrijk om leerkrachten blijvend te ondersteunen en bij te scholen. Ook het **onderhoud** van de apparatuur brengt mogelijke kosten voor de scholen met zich mee. Aan de ene kant is de aankoop en het onderhoud een grote kost, aan de andere kant hoeft men bijvoorbeeld minder materiaal aan te kopen voor in een laboratorium op school (Angel-Urdinola, Castillo-Castro, & Hoyos, 2021).

Naast een financiële is er ook een **organisatorische kost**: wanneer leerkrachten op bijscholing gaan, ; moeten klassen overgenomen worden door andere leerkrachten of leerlingen moeten verspreid worden over klassen.

De meeste producenten van VR-software en -hardware investeren meer en meer in het gebruikerscomfort van hun toepassingen. Hierdoor verbetert de inzetbaarheid. De headsets worden ook goedkoper. Dit zorgt ervoor dat

zowel hardware als de software toegankelijker worden voor het onderwijs (Fransson, Holmberg, & Westelius, 2020).

b) Problemen met de input

Met input doelen we vooral op **hetgeen je als gebruiker doet** en als input geeft aan het VR-systeem. We denken dan bijvoorbeeld aan systemen die gebaseerd zijn op de herkenning van handgebaren, de muisbeweging, de input via het keyboard of de beweging van het hoofd. Deze systemen werken nog niet feilloos, soms zit er wat vertraging op of zijn ze niet goed afgesteld (Gieser, Becker, & Makedon, 2013). De VR-technologie kent echter een enorm snelle evolutie waardoor deze systemen ondertussen meer op punt staan. Toch kan, door een eventuele mismatch tussen sensoren, bewegingsziekte nog voorkomen (Fransson, Holmberg, & Westelius, 2020). Ontwikkelaars van bijvoorbeeld de Oculus Rift zijn hier volop mee bezig en doen aanpassingen in de software zodat het risico op bewegingsziekte vermindert (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017).

Ook moeilijkheden met het **netwerk**, internettoegang kunnen we bij inputproblemen rekenen. De impact hiervan hangt vooral af van de voorzieningen die in de school aanwezig zijn.

c) Problemen met de output

Onder output wordt alles verstaan wat te maken heeft met **wat je als gebruiker uiteindelijk ziet en hoort**. Soms geven gebruikers aan dat de simulatie onvoldoende realistisch is. Wanneer de nood bestaat om een omgeving te creëren die nauw aansluit bij de werkelijkheid, dan kan dit zeker als een nadeel worden beschouwd. Een onvoldoende realistisch gevoel kan een invloed hebben op de motivatie en het

engagement van de gebruiker (Huang, Raunch, & Liaw, 2010) (Le, Pedro, & Park, 2014).

Sommige gebruikers geven ook aan dat ze ziek (duizelig, misselijk) worden wanneer ze de VR-headsets opzetten (Abdul Rahim, et al., 2012) (Freina & Ott, 2015) (Nolin, et al., 2016).

d) Problemen op vlak van toepasbaarheid

Het nut en de bruikbaarheid van het VR-systeem hangt af van het **doel** waarvoor de VR-toepassing moet gebruikt worden (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017). Wanneer studenten compleet ondergedompeld worden in een virtuele wereld, kunnen ze ook geconfronteerd worden met te veel informatie waardoor het leerresultaat eerder gering is, ook wel *cognitieve overload* genoemd (Makransky, Terkildsen, & Mayer, 2017).

Pedagoog Pedro De Bruyckere bevestigt dit: "Aanschouwelijkheid is een belangrijk principe in het onderwijs. Dingen zelf beleven helpt om lesstof te onthouden. Hierbij is het echter wel belangrijk dat de leerling niet overbelast wordt. Want een persoon kan door verkeerd gebruik van VR overdonderd worden met een teveel aan indrukken en informatie." (Kennisnet, 2016).

In eerste instantie werd VR ontwikkeld voor entertainment waardoor er nog steeds **weinig inhoud**, geschikt voor het (Nederlandstalig) onderwijs is. Dit is een belemmering voor scholen, vooral secundaire scholen, die met deze innovatieve technologie aan de slag willen gaan (Jensen & Konradsen, 2018).

Daarnaast is VR een handige en vernieuwende tool maar moet niet het hele klasgebeuren vervangen. Het komt er op aan om als leerkracht duidelijke doelen voorop te stellen en nog steeds goed na te denken over de

opbouw van de les (Allison & Hodges, 2000) (Apostolellis & Browman, 2014) (Ip, Byrne, & Cheng, 2010).

3. Tips

3.1 Didactische tips voor de leerkracht

Leeftijd

Virtual Reality wordt veelal gebruikt in secundaire scholen, hogescholen en universiteiten. In de literatuur vinden we weinig informatie over toepassingen in lagere scholen. Onderzoekers halen enkele redenen aan om het gebruik van de VR-bril in de lagere school te beperken. Een reden daarvoor zou kunnen zijn dat de hersenen, de ogen en de oog-handcoördinatie van jonge kinderen nog in ontwikkeling zijn (Freina & Ott, 2015). Er is nog onvoldoende onderzoek naar de impact van VR op die ontwikkelingen.

Ander onderzoek toont dat kinderen jonger dan 12 jaar meer kans hebben op het ondervinden van bewegingsziekte (Davis, Nesbitt, & Nalivaiko, 2014). Kinderen in de lagere school leren daarenboven juist het verschil tussen fantasie en realiteit (Sharon & Woolley, 2004). Sommige kinderen denken dat de virtuele ervaring ook echt in werkelijkheid gebeurd is (Segovia & Bailenson, 2009) (Stanford University Virtual Human Interaction Lab, 2015). We raden aan om jonge kinderen slechts voor een zeer korte tijd de VR-bril te laten dragen (Freina & Ott, 2015) en om de VR-bril niet te gebruiken tijdens het laatste lesuur van de dag (Southgate, 2018). Leerlingen krijgen zo soms het idee dat het een spelletje is. Dit is niet de bedoeling. Je hebt ook tijd nodig om alles te kaderen. Zorg er daarnaast ook voor dat er steeds iemand aanwezig is om te superviseren, jijzelf

als leerkracht of een ouder die deze les mee ondersteunt (Freina & Ott, 2015). Bij jonge kinderen kan het helpen door tegen hen te praten, wanneer ze de VR-bril op hebben. Ook door bijvoorbeeld een hand op hun schouder te leggen, kan je hen laten voelen dat je aanwezig bent.

Vorbereiding

Wanneer je werkt met een VR-bril waarin de leerlingen/studenten hun eigen gsm steken, is het aangeraden om hen op voorhand thuis de app al te laten downloaden op hun gsm (Kaser, Thompson, & Grijvala, 2019). Wanneer dit allemaal bij de start van de les moet gebeuren, is het verlies in tijd groot. Bovendien kunnen er bij het downloaden in de klas problemen optreden wanneer de Wi-Fi niet werkt zoals het hoort of er een overbelasting van het netwerk is. Hoe meer je op voorhand kan laten doen, hoe geruster je bent tijdens de les.

Denk er wel aan dat niet elke leerling noodzakelijk een (geschikte) smartphone heeft. Om geen ongelijkheid in de hand te werken, kan overwogen worden om per groep te werken (1 leerling per groep die de app kan installeren) of om ervoor te zorgen dat de school enkele smartphones voorziet.

In een lagere school maar ook in een secundaire school kan je op voorhand ouders, een co-leerkracht of ICT-medewerker vragen om deze les mee ondersteunen (Kaser, Thompson, & Grijvala, 2019). Zij kunnen helpen bij het opstarten van alle toestellen.

Veilige klassfeer

Sommige kinderen zijn een beetje gegeneerd om de VR-bril op te zetten omdat ze denken dat andere kinderen met hen gaan lachen. Uit onderzoek blijkt dat meisjes hier gevoeliger voor zijn dan jongens (Southgate, 2018). Wanneer jongeren het idee hebben dat anderen hun kunnen zien en dat

ze zich op die manier niet veilig voelen, zal het gevoel van aanwezigheid/onderdompeling in de simulatie en dus ook de motivatie verminderen (Fernandes, et al., 2016).

Denk daarom goed na over waar je het VR-systeem opstelt en hoeveel kinderen hierbij tegelijk aanwezig zijn. Een veilige klassfeer creëren blijft hoe dan ook belangrijk.

Omgaan met bewegingsziekte

Voorzie op voorhand dat er voldoende verluchting is in het lokaal en dat leerlingen wat water kunnen drinken indien nodig.

Het kan helpen om de leerlingen/studenten zelf te laten kiezen hoe ze de VR-ervaring willen meemaken; staan, zittend op een stoel, zittend op de grond of zelfs liggend op de grond (Kaser, Thompson, & Grijvala, 2019).

Groeperingsvormen

Naargelang hoeveel VR-brillen of VR-headsets je ter beschikking hebt in de klas, zijn verschillende groeperingsvormen mogelijk (Kaser, Thompson, & Grijvala, 2019). Is er slechts 1 headset aanwezig, dan zal 1 leerling per keer de VR-ervaring beleven. Zorg er dan eventueel voor dat andere leerlingen mee kunnen kijken op een scherm. Je kan bij de recente headsets hetgeen de student ziet, casten naar een smartboard (gebruik hiervoor bijvoorbeeld een Chromecast).

In een hoekenwerk zouden leerlingen in kleinere groepen de VR-headsets kunnen gebruiken. Heb je voldoende headsets voor handen dan kunnen leerlingen per 2 of eventueel individueel aan de slag. Wanneer ze per 2 werken, dan kan de ene ervaren en de andere eventueel volgen via het scherm. Naargelang het doel van de VR-beleving kan de ene leerling in de VR-beleving antwoorden zoeken op

bepaalde vragen en kan de andere leerling notities maken.

Frequentie

Zoals eerder gezegd is één van de voordelen van het gebruik van een VR-toepassing dat leerlingen gemotiveerd zijn om de leerinhouden te verwerven. Het is echter nog onvoldoende duidelijk of het bevorderen van de intrinsieke motivatie te wijten is aan de immersie in een virtuele wereld of aan de nieuwigheid (het *novelty effect*) die VR met zich meebrengt in de klas (Kavanagh, Luxton-Reilly, Wuensche, & Plimmer, 2017).

Om te weten te komen wat VR werkelijk waard is, moet je het novelty effect proberen tegen te gaan. Dat betekent dus dat je het vaak genoeg moet inzetten. Eén onderzoek geeft aan dat er geen significant verschil is in effect bij een variatie in duur. Dit suggereert dus dat het novelty effect geen ernstige kwestie is (Wu, Yu, & Gu, 2020).

Wetenschappelijk onderzoek wijst wel uit dat de kracht van VR in de afwisseling met andere didactische methodes ligt (de Jong, Linn, & Zacharia, 2013).

3.2 Tips voor de directie

De eenvoudige VR-brillen, waar je een gsm moet in plaatsen, kan je vrij goedkoop vinden in allerhande winkels. Er bestaat zelfs de mogelijkheid om er zelf eentje te maken (Cardboard, sd). Het kan voor de leerkracht een eerste kennismaking zijn met VR. Deze leerkracht kan zich vervolgens verder verdiepen in andere apparatuur voor immersieve VR. Ook enkele gsm's kunnen aangekocht worden, zo vermijd je eventuele ongelijkheid tussen de leerlingen. Houd wel in je achterhoofd dat de mogelijkheden beperkt zijn. Bedrijven hebben zich

gericht op het ontwikkelen van applicaties voor de meer geavanceerde VR-headsets.

De aankoop van degelijke VR-headsets en apparatuur kan een behoorlijke hap uit het budget zijn. Er bestaan echter al wat initiatieven waar je dit materiaal kan uitlenen. Bepaalde bibliotheken en leercentra van hogescholen voorzien bijvoorbeeld VR educatieve pakketten (Google VR educatief pakket, sd).

Het organiseren van een bijscholing voor het hele team is interessant maar kan ook een hele investering zijn. Start met het bijscholen van 1 of enkele leerkrachten, het VR-team. Zij kunnen vervolgens mee nadenken over de implementatie op de school en ze kunnen hun medecollega's enthousiasmeren met voorbeelden per vakdomein. Organiseer bijvoorbeeld een pedagogische studiedag over VR zodat alle geïnteresseerde collega's tijd krijgen om zich te laten onderdompelen.

4. Enkele voorbeelden van VR-toepassingen

Bij het zoeken naar applicaties die je kan gebruiken in de les, speelt de taal die de leerlingen machtig zijn een rol. In tegenstelling tot jonge kinderen waarbij je op zoek moet naar Nederlandstalige applicaties of vooral 360°-video's, kan je voor oudere leerlingen veel meer materiaal vinden. Hun kennis van het Engels is beter. Er bestaan dan ook VR-applicaties voor allerlei vakken en studierichtingen.

De VR-applicaties kunnen we onderverdelen in 6 verschillende domeinen naargelang het doel van de applicatie. Per domein trachten we hier 1 of 2 voorbeelden te geven.

Verplaatsen in ruimte of tijd

'Thinglink education' is een platform dat het gemakkelijk maakt om beelden en virtuele toeren van bijkomende informatie te voorzien. Zo kan je bijvoorbeeld zelf een virtuele toer maken door New York wanneer dit aansluit bij de les Engels, geschiedenis of... (<https://www.thinglink.com/edu>)

'Titans of Space', een VR- applicatie waarbij je tussen de planeten en enkele sterren kan zweven, kan een les over de ruimte in de lagere school heel leerzaam en motiverend maken. Integreer het gebruik van de VR-app in een hoekenwerk waarbij de leerlingen enkele vragen over de planeten moeten beantwoorden.

Bij het vak geschiedenis kan een virtueel bezoek aan het huis van Anne Frank in Amsterdam (Anne Frank House VR) aansluiten bij een les over de Tweede Wereldoorlog. Of je kiest voor een rondleiding door het Witte Huis in Washington (The White House Experience).

Visualiseren van abstracte of onzichtbare zaken

Wanneer de leerstof handelt over onzichtbare zaken, is dit meteen heel abstract voor de leerlingen. Ze kunnen dit niet visualiseren. Toch bestaan er enkele applicaties om abstracte of onzichtbare zaken zichtbaar te maken.

'Human Anatomy VR', **'3DOrganon VR'** of **'Anatomyou'** geven je zo bijvoorbeeld de kans om het menselijk lichaam te doorgronden. Je kan de menselijke anatomie en de werking tot in het kleinste detail bekijken.

Voor het vak chemie is het mogelijk om 3D-moleculen van organische en anorganische verbindingen te bouwen en te manipuleren in de AR VR **'Molecules editor'**.

Veilig oefenen/trainen

Een van de voordelen van VR is dat het mogelijk is om een veilige omgeving te creëren waarin je bepaalde handelingen tot in het oneindige kan herhalen tot je ze onder de knie hebt. Het is mogelijk een gevaarlijke situatie te simuleren en te oefenen wat een mogelijke reactie kan zijn.

'SuperChemVR' is een virtueel labo waarin leerlingen en studenten op een educatieve en veilige manier leren werken in een chemie labo (SuperChem VR: een virtueel chemie labo voor studenten, 2017). De focus ligt ook op het correct uitvoeren van de handelingen en de metingen. Hierdoor kan je op heel eenvoudige wijze oefenen met gevaarlijke stoffen.

'VRkeer' (<https://vrkeer.app/>) is dan weer een applicatie waarbij kinderen in een veilige omgeving leren fietsen. Kinderen leren omgaan met moeilijke verkeerssituaties zoals bijvoorbeeld dode hoeksituaties. De app kan gebruikt worden wanneer kinderen in de derde graad van het lager onderwijs bijvoorbeeld oefenen voor het fietsexamen, dit gebeurt natuurlijk in combinatie met het oefenen op de openbare weg.

Om leerlingen in de bouw of industriële sector veilig te leren werken op een hoogte, kan de app **'VRhoogte'** interessant zijn.

Empathie creëren

Naargelang een bepaald project of een gebeurtenis in de actualiteit of dergelijke kan het interessant zijn om leerlingen een bepaalde situatie te laten beleven. Door middel van VR kan je je empathisch inleven in een persoon. **'Clouds Over Sidra'** is een virtual reality film over de vluchtelingencrisis in Syrië. Wanneer je de headset opzet, beleef je een dag in het leven van een 12-jarig Syrisch meisje (Lu, 2019).

Je ervaart de kansen, moeilijkheden en eventuele beperkingen waarmee die persoon geconfronteerd wordt.

Dergelijke applicaties kunnen bijdragen tot de ontwikkeling van empathisch vermogen bij hun doelpubliek.

Zelf AR/VR maken

Het programma **'Co-spaces'** (<https://cospaces.io/edu/>) geeft kinderen de kans om zelf een virtuele omgeving te creëren. Daarnaast kunnen ze bepaalde objecten, dieren en personen ook programmeren zodat deze bewegen wanneer je door de VR-bril kijkt. Interactie met de virtuele wereld is niet mogelijk. Leerlingen kunnen hun eigen gecreëerde virtuele wereld wel steeds aanpassen maar dit moet gebeuren via de website en best op een desktop computer of tablet.

Ook met **'Google Tilt Brush'** (<https://www.tiltbrush.com/>) kan je zelf aan de slag. Je kan zelf kunstwerken maken door met verf en verfborstels aan de slag te gaan. Van deze tekening kan een VR-versie gemaakt worden. Hierdoor kan je als toeschouwer als het ware rondwandelen in hun kunstwerk.

Social VR

Ook sociale vaardigheden kunnen geoefend worden met VR applicaties.

'Public speaking VR' (<https://virtualspeech.com/>) is bijvoorbeeld een app waarbij mensen leren om te gaan met hun angst om voor een publiek te spreken.

Er bestaan ook applicaties die kinderen helpen bij het ontwikkelen van sociale vaardigheden. Met de app **'Floreo'** leren kinderen met het autismespectrumstoornis bijvoorbeeld hun sociale en communicatieve vaardigheden verbeteren (<https://floreotech.com/>).

5. Conclusie

We kunnen besluiten dat VR een veelbelovend toepassing is, die heel wat voordelen kent voor het onderwijs. De interesse in het gebruiken van VR voor educatieve doeleinden is gestegen (Radianti, Majchrzak, Fromm, & Wohlgenannt, 2020). We merken wel dat er nog niet veel applicaties zijn, enkel gericht op het onderwijs. Zeker het aanbod Nederlandstalige applicaties is vrij beperkt. Toch kunnen ook applicaties die onderwijskundig niet goed in elkaar zitten, gebruikt worden in het onderwijs; vooral door vragen te stellen, de aandacht ergens op te richten en goed te evalueren (de Lange & Lodewijk, 2017) (Kennisnet, 2016).

Bovendien is het niet de bedoeling dat VR het klasgebeuren volledig vervangt maar dat het een goede aanvulling is bij de traditionelere didactische methoden.

6. Referenties

- Abdul Rahim, E., Duenser, A., Billinghamurst, M., Herritsch, A., Unsworth, K., Mckinnon, A., & Gostomski, P. (2012). A desktop virtual reality application for chemical and process engineering education. *Proceedings of the 24th Australian Computer-Human Interaction Conference*, pp. 1-8.
- Allison, D., & Hodges, L. F. (2000). Virtual reality for education? *Proceedings of the ACM Symposium on Virtual Reality Software and Technologie*, pp. 160-165.
doi:<http://doi.org/10.1145/502390.502420>
- Andreatta, P., Maslowski, E., Petty, S., Shim, W., Marsh, M., Hall, T., & Frankel, J. (2010). Virtual reality triage training provides a viable solution for disaster

- preparedness. *Academic emergency medicine*, 17(8), 870-876.
- Angel-Urdinola, D., Castillo-Castro, C., & Hoyos, A. (2021). *Meta-Analysis Assessing the Effects of Virtual Reality Training on Student Learning and Skills Development*. Policy Research working paper, World Bank Group, Washington D.C. Opgehaald van <http://documents.worldbank.org/curated/en/204701616091079027/Meta-Analysis-Assessing-the-Effects-of-Virtual-Reality-Training-on-Student-Learning-and-Skills-Development>
- Apostolellis, P., & Browman, D. A. (2014). Evaluating the effects of orchestrated, game-based learning in virtual environments for informal education. *Proceedings of the 11th Conference on Advances in Computer Entertainment Technology - ACE'14*, pp. 1-10.
- Boel, C., Rotsaert, T., Schellens, T., & Valcke, M. (2021). *Six years after google cardboard: what has happened in the classroom? A scoping review of empirical research on the use of immersive virtual reality in secondary education*. Thomas More University of Applied Sciences, Ghent University, Belgium.
- Budziszewski, P. (2013). A Low Cost Virtual Reality System. *Physical Therapy*, 88(10), 32-39.
- Cardboard*. (sd). Opgeroepen op Mei 19, 2020, van Google VR: https://arvr.google.com/intl/nl_nl/cardboard/manufacturers/
- Chavez, B., & Bayona, S. (2018). Virtual reality in the learning process. *Trends and advances in information systems and technologies*, pp. 1345–1356.
- Coffman, T., & Klinger, M. B. (2015). Google Glass: using wearable technologies to enhance teaching and learning. *The Society for Information Technology & Teacher Education International Conference 2015*. Las Vegas, NV, United States.
- Conrick, M. (2006). *Health Informatics: Transforming Healthcare with Technology*. Australia: Cengage Learning.
- Davis, S., Nesbitt, K., & Nalivaiko, E. (2014). A systematic review of cybersickness. *Proceedings of the 2014 Conference on Interactive Entertainment*, pp. 1-9.
- Dawe, S. R., Windsor, J. A., Broeders, J. A., Cregan, P. C., Hewett, P. J., & Maddern, G. J. (2014). A systematic review of surgical skills transfer after simulation-based training: Laparoscopic cholecystectomy and endoscopy. *Annals of Surgery*(259(2)), 236-248. doi:doi: 10.1097/SLA.0000000000000245
- de Jong, T., Linn, M., & Zacharia, Z. (2013). Physical and virtual laboratories in science and engineering education. *Science*(340), 305-308. doi:doi: 10.1126/science.1230579
- de Lange, R., & Lodewijk, M. (2017). *Virtual Reality & Augmented Reality in het primair onderwijs - een literatuurstudie en verkennend onderzoek*. Universiteit Leiden, Virtual reality learning lab.
- Dewey, J. (1985). Democracy and education, 1916. II.
- Di Natale, A. F., Repetto, C., Riva, G., & Villani, D. (2020). Immersive virtual reality in K-12 and higher education: A 10-year systematic review of empirical research. *British Journal of Educational technology*, Vol 51(6), 28. doi:10.1111/bjet.13030

- Fernandes, L. M., Matos, G. C., Azevedo, D., Nunes, R. R., Paredes, H., & Morgado, L. (2016). Exploring educational immersive videogames: An empirical study with a 3D multimodal interaction prototype. *Behaviour & Information Technology*, 35(11), 907-918.
doi:<https://doi.org/10.1080/0144929X.2016.1232754>
- Fransson, G., Holmberg, J., & Westelius, C. (2020, juli). The challenges of using head mounted virtual reality in K-12 schools from a teacher perspective. *Education and information technologies, Vol 25(4)*, 3383-3404.
- Freina, I., & Ott, M. (2015). A literature review on immersive virtual reality in education: state of the art and perspectives. *The international scientific conference elearning and software for education*(Vol. 1), p. 133.
- Gieser, S. N., Becker, E., & Makedon, F. (2013). Using CAVE in physical rehabilitation exercises for rheumatoid arthritis. (F. Makedon, Red.) *Proceedings of the 6th International Conference on Pervasive Technologies Related to Assistive Environments*, pp. 1-4.
- Google Expedities. (sd). Opgeroepen op Mei 14, 2020, van Fourcast for education: <https://www.fourcast.io/nl/education/google-expeditions?hsCtaTracking=da91e634-cb64-4184-84ca-a29820495f82%7Ce105a5f6-1fd3-46b2-9504-593a27160817>
- Google VR educatief pakket. (sd). Opgeroepen op Mei 12, 2020, van mediawijs.be: <https://mediawijs.be/tools/google-vr-educatief-pakket>
- Haluck, R. S. (2000). Computers and Virtual Reality for Surgical Education in the 21st Century. *Archives of Surgery*, 135(7), 786.
- Honey, M. A., & Hilton, M. (2011). Learning science through computer games and simulations. *Board on Science Education and Division of Behavioral and Social Sciences and Education*.
- Huang, H.-M., Raunch, U., & Liaw, S.-S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers & Education*, 55(3), 1171-1182.
- Ip, H., Byrne, J., & Cheng, S. (2010). Smart ambience for Affective Learning (SAMAL): Instructional Design and Evaluation. (A. F. T. Hirashima, Red.) *Workshop Proceedings of the 18th International Conference on Computers in Education*, pp. 212-220.
- Jennett, C., Cox, A. L., Cairns, P., Dhoparee, S., Epps, A., Tijs, T., & Walton, A. (2008). Measuring and defining the experience of immersion in games. *International Journal of human-computer studies*, 66(9), 641-661.
- Jensen, L., & Konradsen, F. (2018). A review of the use of virtual reality head-mounted displays in education and training. *Education and Information Technologies*, 23, 1515-1529.
doi:<https://doi.org/10.1007/s10639-017-9676-0>
- Kaser, D., Thompson, M., & Grijvala, K. (2019). *Envisioning virtual reality: A toolkit for implementing VR in education*. Carnegie Mellon University. Pittsburgh: ETC Press.
- Kaufmann, H., & Meyer, B. (2009). Physics education in Virtual Reality: An example. *Themes in Science and Technology Education*, 2(1-2), 117-130.
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A systematic review of virtual reality in education.

- Themes in Science & Technology education*, 10(2), 85-119.
- Kennisnet. (2016, maart 10). *Virtual reality in het onderwijs*. (R. Pijpers, Red.) Opgeroepen op Mei 14, 2020, van Kennisnet: <https://www.kennisnet.nl/artikel/6774/virtual-reality-in-het-onderwijs/>
- Kishino, F., & Milgram, P. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*(12), 1-15. Opgehaald van http://www.eecs.ucf.edu/~cwingrav/teaching/ids6713_sprg2010/assets/Milgram_IEICE_1994.pdf
- Le, Q. T., Pedro, A., & Park, C. S. (2014). A social Virtual Reality based construction safety education system for experiential learning. *Journal of Intelligent & Robotic Systems*, 79(3-4), 487-506.
- Limniou, M., Roberts, D., & Papadopoulos, N. (2008). Full immersive virtual environment CAVE TM in chemistry education. *Computers & Education*, 51(2), 584-593.
- Lockwood, D. (2004). *Evaluation of Virtual Reality in Africa: An educational perspective*. UNESCO. Paris: The Naledi3d Factory (Pty) Ltd. .
- Lu, X. (2019, maart 12). *Clouds over Sidra: Empathy and immersion in VR storytelling*. Opgehaald van Medium: <https://medium.com/@irenelu728/clouds-over-sidra-empathy-and-immersion-in-vr-storytelling-fc2c107147fe>
- Makransky, G., Terkildsen, T. S., & Mayer, R. E. (2017). Adding immersive virtual reality to a science lab simulation causes more presence but less learning. *Learning and Instruction*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2017.12.007>
- Merchant, Z., Goetz, E. T., Cfuentes, L., Keeny-Kennicutt, W., & Davis, T. (2014). Effectiveness of virtual reality-based instruction on students' learning outcomes in K-12 and higher education: A meta-analysis. *Computers & Science*, 70, 29-40.
- Mossel, A., & Kaufmann, H. (2013). Wide area optical user tracking in unconstrained indoor environments. *Proceedings of the 23rd International Conference on Artificial Reality and Telexistence*, pp. 108-115. doi:<http://doi.org/10.1109/ICAT.2013.6728915>
- Nolin, P., Stipanovic, A., Henry, M., Lachapelle, Y., Lussier-Desrochers, D., Rizzo, A., & Allain, P. (2016). ClinicaVR: Classroom-CPT: A virtual reality tool for assessing attention and inhibition in children and adolescents. *Computers in Human Behavior*, 59, 327-333.
- Protalinski, E. (sd). *Google discontinues Daydream VR*. Opgeroepen op juni 4, 2021, van Venturebeat: <https://venturebeat.com/2019/10/15/google-discontinues-daydream-vr/>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J., & Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*(147). doi:<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Redactie Emerce. (2019, november 8). *Google Cardboard wordt open source*. Opgehaald van Emerce: <https://www.emerce.nl/nieuws/google-cardboard-open-source>
- Robertson, G. G., Card, S. K., & Mackinlay, J. (1993). Three views of virtual reality: nonimmersive virtual reality. *Computer*, 26(2), 81.

- Roussou, M. (2004). Examining young learners' activity within interactive virtual environments. *Proceedings of the 2004 conference on Interaction design and children: building a community* (pp. pp. 167-168). ACM.
- Segovia, K., & Bailenson, J. (2009). Virtually true: Children's acquisition of false memories in virtual reality. *Media Psychology*, 12(4), 371-393.
doi:<https://doi.org/10.1080/15213260903287267>
- Selzer, M. F., Gazcon, N., & Larrea, M. (2019, Mei). Effects of Virtual Presence and Learning Outcome using Low-end Virtual Reality Systems. *Displays*, 59.
doi:10.1016/j.displa.2019.04.002
- Sharon, T., & Woolley, J. D. (2004). Do monsters dream? Young children's understanding of the fantasy.reality distinction. *Britisch Journal of Developmental Psychology*, 22(2), 293-310.
doi:<https://doi.org/10.1348/026151004323044627>
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2012). Computer simulations to support science instruction and learning: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*(34:9), 1337-1370.
doi:<https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Southgate, E. (2018, May). *Immersive virtual reality, children and school education: A literature review for teachers*. University of Newcastle, School of Education. Newcastle: DICE Research.
- Stanford University Virtual Human Interaction Lab. (2015). *Stanford studies virtual reality kids and the effect of make-believe*. Opgeroepen op May 12, 2020, van <https://vhil.stanford.edu/news/2015/stanford-studies-virtual-reality-kids-and-the-effects-of-make-believe/>
- Studio100. (2021, mei 4). "Bestemming Atlantis" bijt de spits af in nagelnieuwe "Studio 100 story studio". Ogehaald van Studio 100: <https://studio100.com/be/nl/algemeen/nieuws/bestemming-atlantis-bijt-de-spits-af-in-nagelnieuwe-studio-100-story-studio>
- SuperChem VR: een virtueel chemie labo voor studenten*. (2017, mei 9). Ogehaald van Sivar: <https://www.sivar.be/2017/05/09/superchem-vr-een-virtueel-chemie-labo-voor-studenten/>
- Takala, T. (2014). RUIS: a toolkit for developping virtual reality applications with spatial interaction. *Proceedings of the 2nd ACM Symposium on Spatial Interaction*, pp. 94-103.
- Thisgaard, M., & Makransky, G. (2017). Virtual Learning Simulations in High School: Effects on Cognitive and Non-Cognitive Outcomes and Implications on the Development of STEM Academic and Career Choice. *Frontiers in Psychology*, 8, 805.
- Tredinnick, R., Vanderheiden, J., Suplinski, C., & Madsen, J. (2014). CAVE visualization of the IceCube neutrino detector. In K. K. S. Coquillart (Red.), *Proceedings of the 2014 IEEE Virtual Reality* (pp. pp. 117-118). Minneapolis, MN, USA: IEEE.
- Wang, C. Y., Wu, H. K., Lee, S. W., Hwang, F. K., Chang, H. Y., & Wu, Y. T. (2014). A review of research on technology-assisted school science laboratories. *Educational Technology and Society*(17), 307-320.
- Wu, B., Yu, X., & Gu, X. (2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-

mounted displays on learning
performance: a meta-analysis. *British
Journal of Educational Technology, Vol
51(6)*, 1991-2005.
doi:10.1111/bjet.13023