

Virtual reality in de lagere school

De meerwaarde van Social Virtual Reality in de lagere school

Opleiding: Educatieve Bachelor Leerkracht Lager onderwijs

Academiejaar: 2024-2025

Yoran Pedros Y Salvador, Rianne Konings, Monica Panis, Amber Damen, Arne van den Bergh, Ella-Victoria Feremans
Promotor: Roel Janssen

Inhoudsopgave

1	MOTIVERING VAN DE KEUZE	3
2	DIGITALE DIDACTIEK & DIGITALISERING IN HET ONDERWIJS	4
2.1	DOEL VAN DIGITALISERING	4
2.2	DIGISPRONG	4
2.3	DIGCOMPEDU	5
2.4	BEGRIPOMSCHRIJVING	6
2.4.1	<i>Augmented Reality</i>	7
2.4.2	<i>Virtual Reality</i>	7
2.4.3	<i>Mixed Reality</i>	7
3	VIRTUAL REALITY	8
3.1	ALGEMENE TOEPASSINGEN	8
3.2	TOEPASSINGEN IN HET ONDERWIJS	8
3.2.1	<i>Concreet voorbeeld: VRkeer</i>	9
4	VOORDELEN & LEEREFFECTEN VAN IMMERSIEVE TECHNOLOGIE	11
4.1	VOORDELEN	11
4.1.1	<i>Voordelen bij specifieke leermoeilijkheden</i>	12
4.2	NADELEN & DREMPELS VAN VIRTUAL REALITY	13
4.2.1	<i>Kosten en investeringen</i>	13
4.2.2	<i>Input- en outputproblemen</i>	13
4.2.3	<i>Negatieve effecten en zorgen bij het gebruik van VR</i>	13
5	RICHTLIJNEN ROND VR-GEBRUIK	14
5.1	RICHTLIJN 1: DEFINIEER EDUCATIEVE DOELEN	14
5.2	RICHTLIJN 2: SELECTEER GESCHIKTE CONTENT	14
5.3	RICHTLIJN 3: ZORG VOOR TRAINING VAN DOCENTEN	14
5.4	RICHTLIJN 4: STIMULEER ACTIEVE BETROKKENHEID	14
5.5	RICHTLIJN 5: MINIMALISEER GEZONDHEIDSRISICO'S	14
5.6	RICHTLIJN 6: EVALUEER EN MONITOR IMPACT	15
5.7	RICHTLIJN 7: BEVORDER INCLUSIVITEIT	15
5.8	RICHTLIJN 8: RESPECTEER PRIVACY EN VEILIGHEID	15
6	VIRTUAL REALITY SPACES	16
6.1	BETALEND	16
6.1.1	<i>D space viewer</i>	16
6.1.2	<i>Metaverse</i>	16
6.1.3	<i>Unity</i>	16
6.1.4	<i>VR EASY</i>	16
6.1.5	<i>VR maker bij Istaging</i>	16
6.2	GRATIS	17
6.2.1	<i>Aptero</i>	17
6.2.2	<i>ARitize decorator</i>	17
6.2.3	<i>Mozilla hubs</i>	17
6.2.4	<i>Steam VR</i>	17
6.2.5	<i>Threkit</i>	18
7	METHODOLOGIE	19
7.1	ONDERZOEKSVRAGEN	20
7.1.1	<i>Subvragen</i>	20
7.2	TIJDSLIJN ONDERZOEK	21
7.3	VOORONDERZOEK NAAR AANBIEDERS VIRTUELE RUIMTES	22
7.3.1	<i>VR-gebruik in Sparkx</i>	22

7.3.2	VR-gebruik in Roblox.....	22
8	VISUALISATIE.....	23
8.1	GEKOZEN VIRTUAL REALITY SOFTWARE: MOZILLA HUBS.....	23
8.1.1	Kamer 1: Tweede wereldoorlog.....	24
8.1.2	Kamer 2: Hedendaagse conflicte	24
8.2	DEELNEMENDE SCHOLEN EN RESPONDENTEN	24
8.2.1	Testmoment 'Hedendaagse Conflicten – School P.....	24
8.2.2	Testmoment 'Hedendaagse oorlog' – School A	25
8.2.3	Testmoment 'Tweede wereldoorlog' - School AN.....	25
9	RESULTATEN ONDERZOEK	26
9.1	WELKE MOGELIJKHEDEN BIEDT HET GEBRUIK VAN VIRTUAL ROOMS IN HET BASISONDERWIJS?	26
9.1.1	Bevindingen tijdens het ontwerpproces.....	26
9.1.2	Bevindingen van de leerlingen en de scholen	26
9.2	WAT ZIJN DE BELANGRIJKSTE VOORDELEN VAN HET GEBRUIK VAN VIRTUELE RUIMTES IN HET BASISONDERWIJS?	27
9.2.1	Bevindingen tijdens het ontwerpproces.....	27
9.2.2	Bevindingen van de leerlingen en de scholen	27
9.3	WAT ZIJN DE GROOTSTE NADELEN OF MOEILIKHEDEN BIJ HET GEBRUIK VAN VIRTUELE RUIMTES IN HET BASISONDERWIJS?	28
9.3.1	Bevindingen tijdens het ontwerpproces.....	28
9.3.2	Bevindingen van de leerlingen en de scholen	28
9.4	AAN WELKE CRITERIA MOETEN VIRTUELE RUIMTES VOLDOEN OM DEZE IN HET ONDERWIJS TE KUNNEN TOEPASSEN?	30
9.4.1	Bevindingen tijdens het ontwerpproces.....	30
9.4.2	Bevindingen van de leerlingen en de scholen	30
10	CONCLUSIE	31
11	DISCUSSIE.....	33
12	BRONVERMELDING	34

1 Motivering van de keuze

Onze keuze voor virtual Reality (VR) in het onderwijs is ontstaan vanuit een gedeelde interesse in de mogelijkheden van technologie om het leren te versterken. VR maakt het mogelijk om leerlingen op een interactieve manier onder te dompelen in levensechte situaties, waardoor abstracte leerinhouden visueel en betekenisvol worden aangeboden. Dit verhoogt niet alleen de betrokkenheid, maar stimuleert ook actief en ervaringsgericht leren.

Om meer kennis op te doen over de werking van virtual reality, heeft een deel van de groep deelgenomen aan het Erasmus+ project FICCA. In dit project kwamen studenten van hogescholen uit diverse Europese landen een week samen om virtuele ruimtes te creëren. We werkten samen in een team met studenten van verschillende nationaliteiten. Ieder bracht zijn eigen stukje kennis mee en we leerden samen hoe je een virtuele ruimte opzet en kan gebruiken. Hier zagen we potentie voor de toepassing van virtuele ruimtes in het basisonderwijs.

We zien in virtual rooms een waardevolle tool voor differentiatie en inclusief onderwijs. Ze bieden kansen om in te spelen op de uiteenlopende noden van leerlingen en hen op eigen tempo en niveau te laten leren. Uit ervaring op de werkvloer merkten we dat bestaande digitale middelen vaak beperkt worden ingezet. Dit bracht ons ertoe om te onderzoeken of virtual reality een concreet en sterker alternatief kan zijn.

In deze bachelorproef willen we nagaan hoe VR praktisch inzetbaar is in het basisonderwijs en welke impact het heeft op motivatie, leerresultaten en klasdiversiteit. Zo hopen we bij te dragen aan de ontwikkeling van innovatieve en toekomstgerichte onderwijsvormen.

2 Digitale didactiek & digitalisering in het onderwijs

De digitalisering van het onderwijs is de afgelopen jaren in een stroomversnelling geraakt. Niet alleen door technologische vooruitgang, maar ook door maatschappelijke noden en beleidskeuzes. In dit hoofdstuk onderzoeken we hoe scholen doelgericht kunnen omgaan met digitale vernieuwing. We bekijken waarom digitalisering geen doel op zich is, maar een middel om kwalitatief onderwijs te versterken. We bespreken de voorwaarden om als school succesvol te digitaliseren, de rol van pilootklassen, het belang van samenwerking en professionalisering van leraren. Verder staan we stil bij Digisprong en DigCompEdu. Dit alles met als doel: leerlingen opleiden tot kritische, weerbare en digitaal vaardige burgers.

2.1 Doel van digitalisering

De overheid wil dat scholen digitaliseren, niet als doel op zich maar als middel om kinderen beter te laten leren en in de maatschappij te integreren. Er zijn enkele zaken waar scholen aan moeten denken als ze gaan digitaliseren zoals de infrastructuur, draadloos netwerk, apparatuur en leerkrachten die opgeleid zijn in de digitalisering (Van Gastel-Firet, 2022).

Binnen die context krijgt creatief mediagebruik een steeds belangrijkere plaats. Het gaat niet alleen om het gebruiken van digitale middelen om te kijken of te klikken, maar vooral om ze in te zetten om zelf iets te maken. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld filmpjes opnemen, een podcast uitwerken, een digitale strip tekenen of een stop-motionfilmpje samenstellen. Zo leren ze niet alleen omgaan met media, maar ontwikkelen ze ook vaardigheden zoals kritisch denken, samenwerken en problemen oplossen. Creatief mediagebruik overstijgt bovendien de grenzen van één vak: het kan taal, kunst, wetenschap en technologie op een natuurlijke manier met elkaar verbinden. Daarnaast biedt het ruimte voor differentiatie, omdat leerlingen zich op verschillende manieren kunnen uitdrukken en hun talenten kunnen inzetten.

Op die manier vormt creatief mediagebruik een logische opstap naar de volgende stap in digitale didactiek: extended reality.

2.2 Digisprong

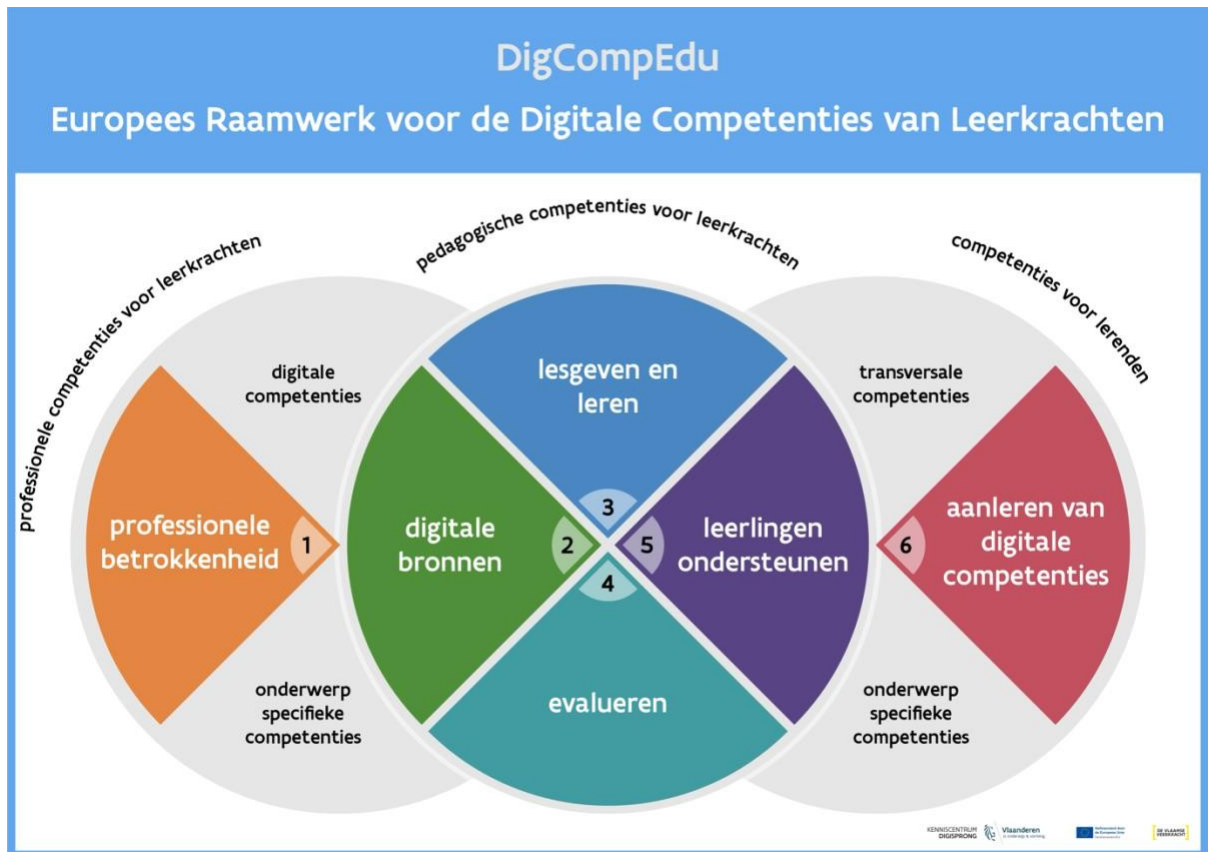
De Vlaamse overheid lanceerde in 2021 het programma Digisprong om scholen structureel te ondersteunen in hun digitaliseringsproces. Dit initiatief voorzag middelen voor o.a. de aankoop van ICT-materiaal (zoals laptops en tablets voor leerlingen), de versterking van de ICT-infrastructuur, en professionalisering van leraren. Digisprong benadrukt dat digitalisering geen doel op zich is, maar een hefboom om het onderwijs moderner, inclusiever en kwalitatiever te maken. Scholen worden aangespoord om een visie en een beleid rond digitale didactiek te ontwikkelen, waarbij het inzetten van technologie ondersteunend is aan het pedagogisch-didactisch handelen (Europese Unie & Europese Commissie, 2021; Kenniscentrum Digisprong, 2022).

2.3 DigCompEdu

De Europese Unie ontwikkelde een doelenkader, genaamd Digital Competence Framework for Educators (afgekort DigCompEdu), dat alle doelen beschrijft die leraren dienen te beheersen betreffende digitaal onderwijs. Het doelenkader van DigCompEdu is gebaseerd op het referentiekader voor de burger, maar is dan aangepast naar een educatieve context toe (*DigCompEdu: Europees Referentiekader Voor Digitale Competenties van Leraren*, z.d.).

Het DigCompEdu referentiekader bestaat uit 24 competenties in 6 domeinen. Het kader is vooral bedoeld om in detail te beschrijven hoe digitale technologieën kunnen worden gebruikt om onderwijs en vorming te verbeteren en te innoveren. De 6 domeinen in het doelenkader zijn:

- Domein 1: focust op professionele betrokkenheid.
- Domein 2: focust op gebruiken, vinden, creëren en delen van digitaal lesmateriaal.
- Domein 3: focust op het gebruik van digitale tools voor lesgeven en leren.
- Domein 4: focust op digitaal toetsen en evalueren.
- Domein 5: focust op gebruik van digitale technologieën voor de ondersteuning van leerlingen.
- Domein 6: focust op het aanleren van digitale competenties aan leerlingen.



(Afbeelding 1: Het DigCompEdu referentiekader (*DigCompEdu: Europees Referentiekader Voor Digitale Competenties van Leraren*, z.d.)

In het DigCompEdu kader zijn domeinen 2 tot 5 de pedagogische kern. Ze beschrijven de competenties die opvoeders & leraren nodig hebben om effectieve, inclusieve en innovatieve leerstrategieën te bevorderen, met behulp van digitale hulpmiddelen. Binnen elke competentie wordt de leerkracht beoordeeld van beginner tot pionier. Het kader is voortdurend in ontwikkeling en er zijn sinds de start in 2017 twee extra competenties bijgekomen.

Domein 1 – Professionele betrokkenheid

Dit domein richt zich op hoe leerkrachten digitale technologie gebruiken om te communiceren, samen te werken en zich professioneel te ontwikkelen. Het gaat onder meer om het delen van materialen, deelnemen aan digitale netwerken, het volgen van onlinevormingen en het opbouwen van een lerende digitale schoolcultuur. Digitale professionalisering wordt hierbij niet gezien als een eenmalige actie, maar als een proces van levenslang leren.

Domein 6 – Digitale competenties van leerlingen

In dit domein ligt de focus op hoe leraren hun leerlingen begeleiden in het ontwikkelen van eigen digitale vaardigheden. Dit gaat verder dan het gebruiken van ICT; het omvat ook mediawijsheid, online veiligheid, kritisch denken, en ethisch gebruik van digitale technologie. De leerkracht stimuleert leerlingen om actief, verantwoordelijk en creatief te zijn in een digitale leer- en leefwereld.

De digitale competenties van de leerkracht in Vlaanderen zijn momenteel gemiddeld en zou verbetering kunnen gebruiken op vlak van het oefenen op reflectie (competentiegebied 1), emancipatie van leerlingen (competentiegebied 5) en hoe de digitale competenties van de eigen studenten te bevorderen (competentiegebied 6). Het oefenen op reflectie is een sleutelcompetentie voor leerkrachten in het kunnen verbeteren van het huidige onderwijs. Indien leraren dus willen groeien in de eigen digitale vaardigheden, zoals beschreven in het DigCompEdu kader, dan is een sterkere en kritische reflectieve houding een must. Het is belangrijk dat leraren levenslang blijven Extended Reality

2.4 Begripsomschrijving

‘Immersive’ of ‘immersief’ betekent onderdompelen. Immersieve technologie is een verzamelnaam voor alle technologieën waarmee iemand in een ervaring wordt ‘ondergedompeld’. Alle zintuigen worden met deze technologie namelijk aangesproken. Virtual reality (VR), augmented reality (AR) en mixed reality (MR) zijn verschijningsvormen van immersieve technologie (De redactie, 2023).

Onderstaande tabel vat voor deze drie verschijningsvormen de belangrijkste kenmerken van immersieve technologieën samen, nl. de mate van immersie, de interactie die gemaakt wordt tussen de fysieke en de virtuele wereld en de mate van besturing / controle die de gebruiker heeft binnen deze technologie of in de immersieve ervaring. Onder de samenvattende tabel worden de drie verschijningsvormen nog uitgebreider omschreven.

	Immersieve ervaring	Interactie virtuele en fysieke wereld	Besturing door gebruiker
Argumented Reality	Laag	Gemiddeld	Gemiddeld
Virtual Reality	Hoog	Laag	Hoog
Mixed Reality	Gemiddeld	Hoog	Hoog

(Tabel1: Belangrijkste kenmerken van immersieve technologieën)

2.4.1 Augmented Reality

Bij augmented reality wordt een presentatielaag met informatie aan de werkelijkheid toegevoegd. Een van de bekendste voorbeelden is het smartphonespel Pokémon Go. Maar er zijn ook AR-brillen waarbij de gebruiker de handen vrij heeft voor bijvoorbeeld het besturen van een auto of het bedienen van apparaten (De redactie, 2023).

2.4.2 Virtual Reality

In virtual reality (VR) is de gebruiker helemaal afgesloten van de buitenwereld. Er wordt een headset of head-mounted display (HMD) opgezet, al dan niet gecombineerd met controllers en andere extra's. De gebruiker ervaart daarmee een volledig andere, virtuele realiteit. De bekendste voorbeelden van VR komen uit de gaming-industrie (De redactie, 2023). Voorbeelden hiervan zijn de virtuele escape rooms van 'theparkplayground'. Ga samen met je team op avontuur in een unieke, virtuele omgeving en probeer de opdracht tot een goed einde te brengen (The park playground, z.d.).

2.4.2.1 Social Virtual Reality

Als er binnen deze realiteit sprake is van levensechte sociale interactie spreken we van Social Virtual Reality (SVR). SVR is de koppeling van virtuele technologieën aan een communicatieplatform (TNO, z.d.). Een voorbeeld hiervan is het praten met andere avatars binnen de virtuele ruimtes.

2.4.2.2 360° beeld

360° beeld is een panorama foto die vanop één centraal punt genomen wordt zowel horizontaal als verticaal. Door middel van hardware zoals een VR-bril kan je in de foto of video gaan staan en kan je in alle richtingen kijken. Dit is dus een vorm van virtual reality, maar de immersieve ervaring ligt lager.

In Mozilla Hubs is er een optie op in zo'n foto te wandelen en rond te kijken maar je kan niet interageren met elementen uit die foto.

2.4.3 Mixed Reality

In mixed Reality wordt de echte en de virtuele wereld gemixt. Een virtueel object dat in de echte wereld wordt geprojecteerd, vaak via een HMD, kan dan door de gebruiker ook worden gemanipuleerd, bijvoorbeeld met handgebaren (De redactie, 2023). Voorbeelden hiervan zijn applicaties om dokters operaties te laten oefenen of het in elkaar steken en uit elkaar halen van motoren. Door projecten zoals deze is het niet erg als er fouten worden gemaakt en verklein je het risico op medische fouten en motoren die ontploffen.

3 Virtual Reality

3.1 Algemene toepassingen

VR is voornamelijk bekend als ontspanningsmiddel, bv. bij het spelen van online games. Deze toepassing wordt nog steeds ontwikkeld en het aanbod aan VR-games vergroot. Al kan VR ook door andere toepassingen bijdragen aan de maatschappij, en het vormt het door de hoge mate van immersie een ideaal leermateriaal binnen het onderwijs (Bos en De Beijer (2023)).

Momenteel wordt VR nog sporadisch gebruikt in het werkveld of binnen een gerichte opleiding. Verschillende bedrijven maken gebruik van VR om specifieke handelingen aan te leren die te maken hebben met de uiteindelijke job zoals het gebruik van machines, het inoefenen van een operatie, en brandoefening en andere veiligheidsprocedures. VR kan ook gebruikt worden om sociale vaardigheden aan te leren, zoals ethische besluitvorming en gesprekstechnieken. Kinderen met autisme kunnen via deze toepassing in een veilige omgeving oefenen op sociale interacties (Bravou et al., 2022; Wang, 2012).

Op dit moment wordt onder andere in het ziekenhuis van Oost-Vlaanderen VR gebruikt bij pijnbestrijding en vermindering van angst. Deze toepassing van VR breidt zich snel uit. Zo zijn er al verschillende ziekenhuizen in België die VR-therapie toepassen (Sharar et al., 2008).

Daarnaast is VR een geschikte manier om informatie over te brengen. Zo zijn er verschillende toeristische infobureaus die het verleden laten zien door een VR-bril. Voor verschillende bedrijven is dit ook een unieke verkoopstrategie. Bij het bestellen van een keuken kan je op voorhand je gepersonaliseerde keuken al bekijken en er doorheen lopen, aangepast aan je eigen huis B·U·T. (2024, 25 maart). Virtual Reality (VR) applications for B2B and industry.

3.2 Toepassingen in het onderwijs

Er zijn momenteel verschillende VR-toepassingen die in het onderwijs voor educatieve redenen worden ingeschakeld. Op verschillende manieren kunnen de VR-toepassingen ertoe bijdragen de eindtermen te bereiken (Melinda & Widjaja, 2022).

Zo kunnen er virtuele ruimtes worden gecreëerd die de motivatie en betrokkenheid van de leerlingen vergroot (Puggioni et al., 2021). VR kan ook benut worden om abstracte begrippen concreet te maken: denk aan wiskundige begrippen of klimatologische concepten die visueel worden uitgelegd. (Kaufmann et al., 2000). Deze visuele weergave zorgt ervoor dat leerlingen beter voorbereid aan de slag kunnen gaan. Daarnaast kan VR ingezet worden bij het aanleren van complexe of gevaarlijke handelingen. Dit komt voornamelijk voor in het secundair onderwijs, waarbij een chemisch experiment wordt uitgevoerd of het hanteren van bepaalde werktuigen eerst in een VR-omgeving kan worden ingeoefend. Het voordeel hierbij is dat de leerlingen door de VR-ervaring op een zeer veilige wijze kunnen oefenen en fouten geen financiële of medische gevolgen hebben.

In de lagere school kan VR ook helpen bij het aanleren van handelingen, zoals bij het oefenen & trainen van EHBO-vaardigheden. Deze situaties zijn vaak niet zelf of slechts beperkt te creëren in een schoolcontext, maar in een VR-ruimte kunnen deze situaties in scène worden gezet. Zo leren de leerlingen in praktijk hoe ze de hulpdiensten moeten verwittigen en welke informatie ze moeten doorgeven.

Door de mogelijkheid om VR-ruimtes te creëren kunnen historische gebouwen terug tot hen oorspronkelijke staat worden gebracht. Dit geeft leerlingen de mogelijkheid om de historische sites in hun oorspronkelijke vorm te bekijken of om naar een ander land te reizen. Op deze manier kunnen culturen en levenswijzen interactief worden aangeleerd. Daarnaast is ook een virtuele trip door het

lichaam mogelijk, een nieuwe manier om bijvoorbeeld de organen te leren kennen. De ontwikkelingen van virtuele ruimten gaan in stijgende lijn. Er worden veel nieuwe ruimtes gecreëerd met

verschillende thema's en doelen (Muskan, z.d.) (Reality, 2023).

3.2.1 Concreet voorbeeld: VRkeer

VRkeer is een ruimte opgesteld door de Vlaamse stichting verkeerskunde, Moev en mobiel21 om leerlingen veilige naar school te leren gaan. In deze interactieve VR ruimte worden leerlingen op een educatieve manier begeleid door het verkeer, conform de eindtermen. In de eerste fase krijgen de leerlingen een oefenmoment om de bediening aan te leren. Hierna krijgen de leerlingen zeven scenario's voorgeschoteld met telkens drie moeilijkheidsgraden, die de leerlingen individueel uitvoeren. Bij elke oefening is er gerichte feedback voorzien om het leerproces te stimuleren. Er komen verschillende vaardigheden en begrippen aan bod zoals: rechts/links afslaan, voorrang verlenen, dode hoek, ...

De leerkrachten kunnen het proces van elke leerling individueel opvolgen via een leerplatform. Er is ook een uitbreiding mogelijk met een VR controller in de vorm van een fietsstuur (Oculus Quest 1). Deze moet echter extra aangekocht worden en is niet bindend voor de uitwerking. Een demovideo van dit leerplatform is te bekijken op youtube onder de naam 'VRkeer gameplay' en meer info is te vinden op de website VRkeer.app. VRkeer - welkom. (z.d.). <https://vrkeer.app/>

Link YouTube: <https://www.youtube.com/watch?v=EDbPgN5fF54>



(Afbeelding 2A: Voorbeeld scenario VRkeer. (VRkeer - welkom. (z.d.). <https://vrkeer.app/>)



(Afbeelding 2B: Voorbeeld scenario VRkeer. (VRkeer - welkom. (z.d.). <https://vrkeer.app/>)

VRkeer richt zich op jongeren tussen de 8 en 14 jaar, of van het derde leerjaar tot het derde middelbaar. Het is uitermate geschikt als eerste oefening richting een verkeersexamen. Met name in grotere steden waar de verkeerssituaties lastiger zijn. Leerkrachten kunnen via het leerplatform ook een goede beginsituatie schetsen, waardoor ze beter voorbereid en gericht kunnen oefenen.

4 Voordelen & leereffecten van immersieve technologie

4.1 Voordelen

Virtuele technologieën verhogen de **motivatie en betrokkenheid** van studenten. Studenten hebben boeiende ervaringen en voelen zich als hoofdrolspelers, terwijl ze 3D-modellen bestuderen die hun leerervaring verbetert. Doordat ze hiermee aan de slag kunnen gaan verhoogt dit hun motivatie om meer te werken en hun betrokkenheid in de klas (Mora et al., 2017).

Virtuele technologieën stellen een opbouwende benadering van leren mogelijk. Studenten zijn vrij om te interacteren met virtuele objecten en andere studenten. Als gevolg hiervan kunnen studenten onderzoeken, experimenteren en feedback ontvangen, wat resulteert in een ervaring die hun leren verbetert (Osberg, 1992).

Virtuele technologieën bieden meer interactie dan conventionele leermaterialen. Door gebruik te maken van VR/AR voelen studenten zich ondergedompeld terwijl ze interacteren met concepten, objecten en processen met behulp van headsets, tasthandschoenen en bewegingssensoren. Deze onderdompeling maakt het mogelijk om te experimenteren met realistische objecten die anders niet toegankelijk zouden zijn (Mora et al., 2017).

Virtuele technologieën bieden ook **sociale voordelen** door de interactie met andere studenten tijdens het gebruik van VR/AR. Door samen te werken in virtuele omgevingen kunnen studenten communicatievaardigheden ontwikkelen, bevordert dit het teamwork en bouwen ze empathie op. Dit bevordert een gevoel van gemeenschap en samenwerking, wat essentieel is voor een effectieve leeromgeving (Osberg, 1992).

Uit onderzoek blijkt dat VR vooral effectief is voor vakken die visuele en interactieve elementen vereisen (bv: verkeer, historische tijd, biologie, ...). VR biedt voordelen zoals meeslepende leerervaringen en directe feedback wat het leerproces kan verbeteren. Er wordt echter gewaarschuwd voor de hoge kosten van VR en de mogelijkheid voor overprikkeling, wat de inzetbaarheid in scholen dan weer beperkt.

VR kan ook helpen bij differentiatie d.m.v. het aanbieden van unieke leerervaringen. (Verweire, z.d.).

VR biedt in het onderwijs de mogelijkheid om leerlingen naar fascinerende (leer)omgevingen te brengen, bv. een vluchtelingenkamp, ons zonnestelsel, ...). Het creëert **belevingsgericht onderwijs** waarin leerlingen zich in andermans schoenen kunnen verplaatsen en empathie ontwikkelen.

Volgens professor Wijnand Ijsselstein (Wijnand, 2020) kan VR abstracte onderwerpen tastbaarder maken, maar het is slechts effectief als onderdeel van een doordachte didactiek.

VR in het basisonderwijs **maakt lessen boeiender en het bevordert ervaringsgericht leren**, bv. door leerlingen virtueel historische plaatsen te laten bezoeken of wiskunde minder abstract te maken. Hierdoor wordt dit voor leerlingen visueel en komen leerlingen met specifieke leerbehoeften beter tot leren (De redactie, 2024). In plaats van traditionele lesmethoden, biedt VR een interactieve leeromgeving die het geheugen en de creativiteit van studenten bevordert. Voorbeelden van toepassingen zijn virtuele reizen, het verkennen van het menselijk lichaam en historische gebeurtenissen, wat leidt tot een betere betrokkenheid en kennis.

Onderzoek in het kunstonderwijs op een basisschool toont aan dat VR-ervaring effectief is in het bevorderen van creativiteit, betrokkenheid en een dieper begrip van de lesstof. VR bleek vooral waardevol bij het leren van complexe details en het ontwikkelen van vaardigheden zoals pottenbakken. De studie, die experimentele en controlegroepen vergeleek, liet een hoge acceptatie van VR door studenten zien, evenals een positieve invloed op hun artistieke prestaties en creatieve expressie. Conclusie: VR kan de kwaliteit van kunstonderwijs aanzienlijk verbeteren door een meer interactieve en inspirerende leeromgeving te creëren (Oubibi & Hryshayeva 2024).

4.1.1 Voordelen bij specifieke leerproblemen

4.1.1.1 Verbeterde leerervaring:

VR-technologie biedt een aantrekkelijke en boeiende manier om informatie over te brengen, wat kan resulteren in een verbeterde leerervaring voor kinderen met een handicap of leerprobleem.

4.1.1.2 Toegang tot ontoegankelijke locaties:

VR stelt kinderen in staat om virtueel naar plaatsen te gaan die anders ontoegankelijk zouden zijn vanwege fysieke beperkingen, waardoor ze nieuwe ervaringen kunnen opdoen en hun horizon kunnen verbreden.

4.1.1.3 Verbeterde motivatie:

VR kan de motivatie van kinderen vergroten door hen in staat te stellen activiteiten te ervaren die anders buiten hun bereik zouden liggen. Dit kan hen aanmoedigen om nieuwe dingen te proberen en hun zelfvertrouwen te vergroten.

4.1.1.4 Ondersteuning van specifieke behoeften:

VR kan worden aangepast aan de individuele behoeften van kinderen met een handicap of leerprobleem, waardoor ze op een gepersonaliseerde manier kunnen leren die beter aansluit bij hun capaciteiten en interesses.

4.1.1.5 Verbetering van de fysieke en mentale gezondheid:

VR-toepassingen kunnen worden gebruikt voor fysiotherapie en mentale oefeningen, wat bijdraagt aan de verbetering van de fysieke en mentale gezondheid van kinderen met een handicap.

4.1.1.6 Ontwikkeling van vaardigheden:

VR kan worden gebruikt om vaardigheden zoals verbeeldingskracht, aandacht, taalvaardigheid en sociale vaardigheden te ontwikkelen door middel van multi-zintuiglijke en cognitieve stimulatie.

4.1.1.7 Verbetering van inclusief onderwijs:

Door VR-technologie te integreren in het onderwijsproces kunnen kinderen met een handicap of leerprobleem beter worden opgenomen in het reguliere onderwijs, waardoor ze gelijke kansen krijgen om te leren en te groeien.

4.1.1.8 Herstel van overprikkelde of overbelaste toestanden:

Voor leerlingen met een Autisme Spectrum Stoornis (ASS) kan VR dienen als een effectief hulpmiddel om te herstellen van overprikkelde of overbelaste toestanden. Wanneer deze leerlingen te veel prikkels ervaren of een 'crash' doormaken als reactie op stressvolle situaties, kan VR hen helpen om zich terug te trekken in een rustgevende en bekende omgeving. Door hen toegang te geven tot virtuele settings die comfortabel en kalmerend zijn, kunnen ze op een veilige manier ontspannen en herstellen, wat hun welzijn en veerkracht kan bevorderen.

4.2 Nadelen & drempels van Virtual Reality

De integratie van Virtual Reality (VR) in het onderwijs belooft een revolutionaire verandering in de manier waarop studenten leren. Echter, verschillende uitdagingen bemoeilijken de succesvolle invoering van deze technologie in klaslokalen.

Vanuit de literatuur zijn er een aantal nadelen bekend rond de integratie van VR en andere immersieve technologieën in het onderwijs. Zo kunnen leerlingen overprikkeld geraken of kan een intense VR-ervaring een misselijk gevoel veroorzaken. VR dient dus verantwoord en met mate ingezet te worden, naar andere en meer traditionele leermethodes. Door te veel gebruik te maken van VR gaat dit ook ten koste van het unieke en innovatieve karakter van deze technologie, wat de uitdaging en betrokkenheid bij leerlingen kan verminderen (Frederix, 2024).

Frederix, S. (2024, 15 oktober). *Virtual reality in de klas: "Er is al heel veel mogelijk"* Klasse.

Bovendien brengt het gebruik van VR vaak aanzienlijke kosten met zich mee en vereist VR vaak extra training en technische ondersteuning. Desondanks kan VR een waardevolle toevoeging zijn aan traditionele lessen en bijdragen aan een interactieve leeromgeving (Baert (z.d.)).

4.2.1 Kosten en investeringen

Een van de grootste obstakels voor scholen is de financiële investering die nodig is voor het aanschaffen van VR-hardware en -software, evenals voor het trainen van leerkrachten in het effectieve gebruik ervan. De prijzen van VR-apparatuur dalen geleidelijk, maar de initiële kosten vormen nog steeds een drempel voor veel onderwijsinstellingen. Bovendien brengt het onderhoud van deze technologie extra kosten met zich mee, wat de totale investering voor scholen verder verhoogt.

4.2.2 Input- en outputproblemen

Problemen met de interactie tussen de gebruiker en het VR-systeem kunnen de effectiviteit van VR-ervaringen verminderen. Vertragingen in handgebarenherkenning, muisbewegingen of hoofdbewegingen kunnen de gebruikerservaring verstoren en frustratie veroorzaken bij studenten. Bovendien kunnen gebruikers klagen over de realistische kwaliteit van de VR-simulatie, wat de betrokkenheid en motivatie van studenten kan beïnvloeden. Het optreden van bewegingsziekte bij sommige gebruikers, vooral als sensoren niet goed op elkaar zijn afgestemd, voegt een extra laag van complexiteit toe aan deze problemen.

4.2.3 Negatieve effecten en zorgen bij het gebruik van VR

Naast de uitdagingen binnen het onderwijs zijn er bredere zorgen over de impact van VR op de ontwikkeling en het welzijn van kinderen. Deskundigen wijzen op potentiële negatieve effecten, zoals fysiek ongemak, gebrek aan sensorische ervaringen en een verhoogd risico op passiviteit en escapisme. Het is van belang om aandacht te besteden aan deze zorgen en om voorzorgsmaatregelen te nemen om mogelijke negatieve effecten te minimaliseren.

5 Richtlijnen rond VR-gebruik

Het succes van VR in het onderwijs hangt af van het zorgvuldig definiëren van educatieve doelen en het vermijden van cognitieve overbelasting bij studenten. Hoewel VR een waardevolle aanvulling kan zijn op traditionele lesmethoden, moet het niet als een vervanging worden beschouwd. Het is van cruciaal belang dat docenten blijven nadenken over de opzet van hun lessen en duidelijke educatieve doelen stellen bij het gebruik van VR.

Hoewel Virtual Reality veelbelovend is voor het onderwijs, moeten de uitdagingen en zorgen die deze technologie met zich meebrengt, serieus worden genomen. Het is essentieel voor onderwijsinstellingen om de implementatie van VR zorgvuldig te plannen, rekening houdend met zowel de educatieve voordelen als de potentiële risico's voor de ontwikkeling en het welzijn van studenten. Een doordachte aanpak kan helpen om de kloof tussen de belofte van VR en de daadwerkelijke impact ervan in het onderwijs te overbruggen.

Duidelijke richtlijnen voor het effectieve gebruik van Virtual Reality (VR) in het onderwijs kunnen een waardevol kader bieden voor leerkrachten en onderwijsinstellingen om deze technologie op een verantwoorde en doeltreffende manier te integreren (Baert (z.d.)).

5.1 Richtlijn 1: Definieer educatieve doelen

Voordat VR wordt geïntroduceerd in het klaslokaal is het essentieel om duidelijke educatieve doelen vast te stellen. VR moet worden gebruikt als een middel om specifieke leerdoelen te bereiken en niet als een op zichzelf staand doel.

5.2 Richtlijn 2: Selecteer geschikte content

Kies VR-inhoud die nauw aansluit bij het curriculum en de leerdoelen. Zorg ervoor dat de VR-ervaringen relevant zijn voor de lesstof en dat het de leerlingen betrokken houdt bij het leerproces.

5.3 Richtlijn 3: Zorg voor training van docenten

Leerkrachten moeten worden getraind in het effectieve gebruik van VR-technologie, inclusief het bedienen van de hardware en het integreren van VR-ervaringen in de lesplanning. Ondersteuning en continue professionele ontwikkeling zijn essentieel om het vertrouwen en de bekwaamheid van leerkrachten te vergroten.

5.4 Richtlijn 4: Stimuleer actieve betrokkenheid

Ontwerp VR-ervaringen die studenten actief betrekken bij het leerproces. Interactieve elementen en mogelijkheden voor hands-on leren kunnen de betrokkenheid en het begrip vergroten.

5.5 Richtlijn 5: Minimaliseer gezondheidsrisico's

Neem voorzorgsmaatregelen om de mogelijke gezondheidsrisico's van VR-gebruik te minimaliseren. Zorg voor voldoende pauzes tijdens VR-sessies en informeer leerlingen over het voorkomen van bewegingsziekte en oogvermoeidheid.

5.6 Richtlijn 6: Evalueer en monitor impact

Monitor de impact van VR op het leerproces en de prestaties van studenten. Verzamel feedback van leerlingen en docenten om de effectiviteit van VR-gebruik te beoordelen en aanpassingen aan te brengen indien nodig.

5.7 Richtlijn 7: Bevorder inclusiviteit

Zorg ervoor dat VR-ervaringen toegankelijk zijn voor alle leerlingen, inclusief diegenen met speciale behoeften. Overweeg het gebruik van aanpassingen en alternatieve inputmethoden om ervoor te zorgen dat alle leerlingen kunnen profiteren van de voordelen van VR.

5.8 Richtlijn 8: Respecteer privacy en veiligheid

Neem de nodige maatregelen om de privacy en veiligheid van leerlingen te waarborgen bij het gebruik van VR-technologie. Zorg ervoor dat persoonlijke gegevens worden beschermd en dat de VR-ervaringen geschikt zijn voor de leeftijd van de leerlingen.

Door deze richtlijnen te volgen, kunnen scholen VR effectief integreren in het onderwijs en de leerervaring van studenten verrijken. Het is belangrijk om voortdurend te blijven evalueren en aanpassingen aan te brengen om ervoor te zorgen dat VR op een verantwoorde en doeltreffende manier wordt gebruikt.

6 Virtual Reality spaces

Er zijn op de markt heel wat platformen en toepassingen die VR-ervaringen aanbieden of de mogelijkheid bieden om VR-ervaringen te ontwerpen. Hieronder wordt een onderscheid gemaakt tussen betalende en gratis platformen en toepassingen.

6.1 Betalend

6.1.1 D space viewer

Deze software richt zich vooral op Virtual reality spaces om producten te verkopen.

6.1.2 Metaverse

Met deze software kan je AR-apps maken of het kan gebruikt worden als CMS (content managementsysteem). Metaverse biedt ook een SDK (software development kit) aan om immersieve cross-platform content te maken.

6.1.3 Unity

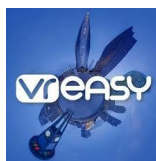
Unity is een game-engine.



(Afbeelding 3: Logo van Unity).

6.1.4 VR EASY

Hiermee kan je snel en efficiënt 360° tours maken.



(Afbeelding 4: Logo van VR Easy).

6.1.5 VR maker bij Istaging

Dit programma kan divers gebruikt worden en heeft veel mogelijkheden. Je kan er VR spaces mee maken, 3D-objecten uploaden en aanpassen. Je kan er virtuele events hosten.



(Afbeelding 5: Logo van VR Maker)

6.2 Gratis

6.2.1 Aptero

Dit platform wil de gebruiker helpen met connecteren, visualiseren, analyseren, voorspellen en delen van data.

6.2.2 ARitize decorator

Deze software geeft de mogelijkheid om 3D-ruimtes te maken met schaalbare 3D-modellen. Zo kunnen de klanten het product helemaal in 3D bekijken.

6.2.3 Mozilla hubs

Mozilla hubs is vooral gecreëerd voor virtuele samenwerking en virtueel leren. Mozilla Hubs werd ontwikkeld als platform voor virtuele samenwerking en leren, en we onderzochten het in een eigen project met focus op het basisonderwijs. Hoewel het concept veelbelovend is – met virtuele klasruimtes, avatars en interactieve omgevingen – merkten we dat het in de praktijk gelimiteerd en niet ideaal is voor leerkrachten. Het bouwen van werelden vraagt tijd en technische kennis. En heeft niet genoeg ruimte voor de ruimte te decoreren. Sinds mei 2024 wordt Mozilla Hubs niet meer officieel ondersteund, al blijft de open-source versie bestaan via de Hubs Foundation.



(Afbeelding 6: Het logo van Mozilla Hubs.)

6.2.4 Steam VR

Je kan met Steam VR content gebruiken op veel verschillende hardware



(Afbeelding 7: Het logo van Steam VR.)

6.2.5 Threekit

Threekit biedt tools aan om interactieve productervaringen te maken.



(Afbeelding 8: Logo van Threekit)

7 Methodologie

De Chalmers University of Technology in Zweden heeft in 2020 (Eriksson, 2021) een onderzoek gedaan naar het gebruik van Mozilla hubs in het onderwijs. De universiteit deed onderzoek naar hoe leraren en docenten op een betere en misschien efficiëntere manier kan lesgeven door middel van VR-technologie. De onderzoekers merkten immers dat lesgeven via Microsoft Teams niet optimaal werkt en gingen dan ook na welke meerwaarde Mozilla Hubs kon bieden in een educatieve setting.

Mozilla Hubs is een digitaal platform waarin ruimtes ingericht kunnen worden met eender welke content: tekst, audio & visuele media, hyperlinks, interactieve elementen, ... De software leent zich dan ook educatieve leerervaringen en materialen aan te bieden in een virtuele omgeving, waarin leerlingen samen kunnen leren en werken in de vorm van een eigen avatar.

Het onderzoek, toonde zowel successen als uitdagingen bij het gebruik van Mozilla Hubs aan (Eriksson, 2021):

- **Technische beperkingen:** Tijdens de eerste sessies, waarbij alle 25 studenten tegelijk deelnamen, liepen ze tegen technische problemen op, zoals vertragingen en verbindingsproblemen.
- **Effectieve kleinschalige interacties:** Na deze ervaringen werd besloten Mozilla Hubs te gebruiken voor supervisiesessies met kleinere groepen studenten. Deze sessies verliepen succesvol en werden als waardevol ervaren.
- **Voordelen van VR:** De onderzoekers merkten op dat VR een verhoogd gevoel van sociale aanwezigheid en betrokkenheid kan bieden, mits de technische infrastructuur volledig meewerkt.

Het onderzoek van Erikson (2021) richtte zich op hoger onderwijs, maar er zijn zeker een aantal waardevolle inzichten die we kunnen gebruiken in het basisonderwijs:

- **Technische voorbereiding:** Het is enorm belangrijk om op voorhand te testen en aan te passen aan de groepsgrootte om storingen te minimaliseren. Hierbij is het ook belangrijk te kijken naar wat voor technische middelen tot beschikking zijn, aangezien ze niet allemaal even geschikt zijn.
- **Kleinschalige implementatie:** In het onderzoek komt sterk naar voren dat bij grotere groepen er technische uitdagingen zijn. Beginnen met kleine groepen is aan te raden. Niet alleen vanwege de technische uitdagingen maar ook om de effectiviteit en haalbaarheid van VR-onderwijs te evalueren voordat het op grotere schaal wordt toegepast.
- **Potentieel voor verhoogde betrokkenheid:** VR kan de motivatie en betrokkenheid van leerlingen verhogen, vooral wanneer traditionele lesmethoden minder effectief zijn.

Ook in deze bachelorproef wordt de focus gelegd op de implementatie van VR-ruimtes door middel van Mozilla hubs in een educatieve context, meer bepaald in het basisonderwijs. Het doel van deze bachelorproef is om na te gaan hoe en in welke mate VR-ruimtes, ontworpen en gepresenteerd in Mozilla Hubs, kunnen worden ingezet in het basisonderwijs om de betrokkenheid en motivatie van de leerlingen te verhogen. Tevens wil deze bachelorproef ook nagaan wat de praktische haalbaarheid is van de implementatie van virtuele ruimtes in het basisonderwijs.

7.1 Onderzoeksvragen

Hoofdvraag: Hoe kunnen virtuele ruimtes in het basisonderwijs ingezet worden?

7.1.1 Subvragen

7.1.1.1 In welke vakken binnen het basisonderwijs kan het gebruik van virtual rooms het beste worden toegepast?

Via deze subvraag wordt nagegaan welke vakken in het basisonderwijs zich het beste lenen om in een virtuele ruimte aan te bieden: wiskunde, taal, muzische vorming, natuur & wetenschap, mens & maatschappij, ...

Een antwoord op deze subvraag wensen we te bekomen door tijdens het ontwerpproces van de ruimtes de mogelijkheden en interactieve elementen in kaart te brengen en op basis hiervan te bepalen binnen welke vakken deze de grootste meerwaarde kunnen bieden.

Tevens wensen we deze vraag te beantwoorden door deze voor te leggen aan enkele leerlingen uit het basisonderwijs.

7.1.1.2 Wat zijn de belangrijkste voor- en nadelen van het gebruik van virtuele ruimtes in het basisonderwijs?

Via deze subvraag wensen we de voor- en nadelen van het gebruik van virtuele ruimtes in Mozilla Hubs in kaart te brengen. Enerzijds door het ontwerpproces van de ruimtes in kaart te brengen, en anderzijds door de gebruikservaring van enkele leerlingen en leerkrachten te beschrijven in het basisonderwijs.

7.1.1.3 Hoe haalbaar is het om virtuele ruimtes in scholen in te voeren zowel op korte als lange termijn?

Met deze onderzoeksvraag willen we nagaan in welke mate het praktisch en organisatorisch mogelijk is om virtuele ruimtes te implementeren binnen het basisonderwijs. Hierbij houden we rekening met factoren zoals de beschikbare infrastructuur op scholen, het budget, de technische ondersteuning en de bereidheid van leerkrachten om met deze technologie aan de slag te gaan.

7.2 Tijdslijn onderzoek

	jaar 1								jaar 2							
	01 20 24	02 20 24	03 20 24	04 20 24	05 20 24	06 20 24	09 20 24	10 20 24	11 20 24	12 20 24	01 20 25	02 20 25	03 20 25	04 20 25	05 20 25	06 20 25
Motivatatie onderzoek neerschrijven	x	x					x	x	x							
Literatuurstudie	x	x	x	x	x		x	x	x	x						
Vooronderzoek								x	x	x						
Onderzoeksmarkt					x											
Scenario's virtuele ruimtes uitschrijven										x	x					
Feedbackmomenten			x				x	x						x	x	
Documentatie van het proces			x				x	x				x	x	x	x	x
Virtuele ruimtes maken											x	x	x	x	x	
Software virtuele ruimtes testen														x	x	
Eventuele partners zoeken											x	x	x	x		
Reflectiemomenten					x				x			x		x		
Afnemen van onderzoek in klas														x	x	
Analyseren van interviews															x	x
Literatuurlijst finaliseren															x	
Vormgeving van paper															x	x
Vorbereiding bachelor proef															x	x

(Tabel2: Tijdslijn van dit onderzoek)

7.3 Vooronderzoek naar aanbieders virtuele ruimtes

7.3.1 VR-gebruik in Sparkx

In Sparkx, een sport- en spelomgeving in Mechelen, wordt Virtual Reality ingezet om beweging te koppelen aan spelend leren. Leerlingen ervaren er VR-activiteiten waarin fysieke opdrachten en cognitieve uitdagingen samenkomen, zoals reactiespellen, navigatietaken of samenwerking in een virtuele ruimte.

Hoewel Sparkx geen traditionele klasomgeving is, laat het zien hoe VR de betrokkenheid verhoogt en verschillende vaardigheden tegelijk aanspreekt. De ervaringen zijn gericht op actie, feedback en samenwerking — principes die ook toepasbaar zijn in educatieve VR-rooms op school (*Sparkx*, 2025).

7.3.2 VR-gebruik in Roblox

Roblox Creator biedt een unieke kans om leerlingen lessen op een interactieve en speelse manier aan te leren. Met deze tool kunnen leerlingen (of de leerkracht zelf) een virtuele spelomgeving ontwerpen waarin bijvoorbeeld Franse taalvaardigheid centraal staat. Denk bijvoorbeeld aan een speurtocht door een virtuele Franse stad, waarbij leerlingen opdrachten moeten volbrengen zoals het benoemen van objecten, het voeren van korte dialogen of het oplossen van taalpuzzels.

Het gebruik van Roblox in de taallessen maakt de leerervaring actiever en motiverender, zeker voor leerlingen die baat hebben bij visueel en ervaringsgericht leren. Je kunt als leerkracht een kant-en-klare wereld maken waarin leerlingen rondlopen, communiceren in het Frans en al doende hun woordenschat en zinsbouw oefenen (Roblox z.d.).

8 Visualisatie

Binnen virtuele realiteit (VR)-omgevingen zoals Mozilla Hubs is visuele aantrekkelijkheid cruciaal, al zijn er enkele technische beperkingen aan verbonden. Zo is het belangrijk dat tekst in afbeeldingen groot genoeg weergegeven wordt om leesbaar te zijn in de virtuele ruimte.

Anderzijds mag de bestandsgrootte van afbeeldingen niet te hoog oplopen, aangezien dit kan leiden tot tragere laadtijden of het niet laden van de virtuele ruimte. Deze technische problemen treden vaker op bij gebruikers die via tragere netwerken of minder krachtige apparaten verbinding maken. Daarnaast is het gebruik van 3D-modellen beperkt, aangezien te complexe objecten of scènes een negatieve impact hebben op de prestatie. In dit opzicht geldt het principe *'less is more'*, wat in tegenstelling staat tot het volledig insceneren van een andere realiteit.

8.1 Gekozen Virtual Reality software: Mozilla Hubs

Uiteindelijk werd er binnen dit onderzoek gekozen om het gebruik van Virtuele ruimtes in het onderwijs te onderzoeken door middel van Mozilla Hubs. Mozilla Hubs wordt momenteel op de AP Hogeschool gebruikt binnen het Erasmus+ project Fiica, waarin interdisciplinaire studententeams samen ruimtes ontwikkelen rond verschillende thema's, zoals relaxatie & ontspanning (2024) en leren (2025).

De software van Mozilla Hubs is vrij en gratis toegankelijk en tevens is er op de eigen hogeschool ondersteuning beschikbaar omtrent dit platform.

Binnen deze bachelorproef werden twee kamers/ruimtes ontwikkeld rond twee verschillende thema's: hedendaagse conflicten en de tweede wereldoorlog. Deze twee thema's werden aangedragen door de scholen waarin het gebruik van Mozilla Hubs getest wordt.

De ruimtes werden ontwikkeld met de 3D-editor software spoke en vervolgens gepubliceerd en opgeladen in de software van Mozilla Hubs. Hieronder wordt een screenshot en een link naar de twee ruimtes/kamers gepresenteerd:

8.1.1 Kamer 1: Tweede wereldoorlog

<https://fiica.hubscommunity.com/LkKDYHh/peaceful-rapid-camp>



(Afbeelding 9: screenshot van ruimte Tweede Wereldoorlog)

8.1.2 Kamer 2: Hedendaagse conflicte

<https://fiica.hubscommunity.com/siwHFs9/stupendous-downright-shindig>



(Afbeelding 10: screenshot van ruimte Hedendaagse conflicten)

8.2 Deelnemende scholen en respondenten

De twee ontwikkelde ruimtes/kamers werden uitgetest in drie scholen.

8.2.1 Testmoment 'Hedendaagse Conflicten – School P

School P is een school gelegen in Antwerpen. Hier werd de virtuele kamer uitgetest door vijf leerlingen van het zesde leerjaar. Twee jongens en 3 meisjes namen deel aan de testing.

De geselecteerde leerlingen zijn bekend met het gebruik van digitale hulpmiddelen in de klas. Ze spenderen dagelijks tijd op hun school iPad. Deze leerlingen gaven aan in hun vrije tijd veel bezig te zijn met online games. Ze waren dan ook enthousiast om het gebruik van virtuele technologie te testen in de klas. Tijdens het testmoment observeerde ik als leerkracht de leerlingen. Deze leerlingen hadden nog nooit gebruik gemaakt van een virtuele ruimte. Het viel echter meteen op dat de leerlingen meteen mee waren met de bediening en

navigatie van hun avatar in de ruimtes. Problemen of onduidelijkheden werden samen opgelost door de online chat en spreek functie. Op deze manier konden de leerlingen met elkaar in contact blijven met elkaar.

8.2.2 Testmoment 'Hedendaagse oorlog' – School A

School A is gelegen in Edegem, een gemeente in de provincie Antwerpen. In deze school werd de virtuele kamer uitgetest door vijf leerlingen van het vijfde leerjaar.

De geselecteerde leerlingen hadden een gemiddelde digitale vaardigheid en waren nieuwsgierig naar het gebruik van virtuele technologie in de klas. Tijdens het testmoment werd geobserveerd hoe vlot zij zich konden bewegen in de virtuele ruimte, hoe ze omgingen met de interactieve elementen, en in welke mate ze de opdrachten begrepen en uitvoerden.

Bijzonderheden: geen van de betrokken leerlingen had eerder ervaring met virtuele omgevingen zoals Mozilla Hubs, wat het mogelijk maakte om het gebruiksgemak en de intuïtiviteit van de ruimte eerlijk te beoordelen.

8.2.3 Testmoment 'Tweede wereldoorlog' - School AN

School AN is een school gelegen in Deurne, met een diverse leerlingenpopulatie. De virtuele kamer werd uitgetest door 10 leerlingen van het 6de leerjaar: 5 jongens en 5 meisjes (leeftijd 11 à 12 jaar). De meeste leerlingen komen uit een grootstedelijke context, waarbij Nederlands zelden de thuistaal is. De leerlingen maken op school gebruik van een Chromebook en werken regelmatig met digitale platformen zoals Scoodle en Bingel. Hoewel ze vertrouwd zijn met digitale hulpmiddelen, hadden ze

geen eerdere ervaring met virtuele omgevingen zoals Mozilla Hubs. Tijdens het testmoment begeleidde een leerkracht het opstarten, waarna de leerlingen zelfstandig aan slag gingen. De eerste minuten verliepen wat aftastend, vooral door de onbekendheid met de bediening van avatars en de digitale omgeving. Toch werd er snel geleerd door samenwerking en experimenteren. Leerlingen hielpen elkaar actief bij navigatie en ontdekten samen de interactieve elementen van de ruimte. Vooral opvallend was hoe de visuele en ervaringsgerichte insteek van de virtuele kamer hielp bij het begrijpen van complexe begrippen zoals 'conflict', 'oorlog' en 'vlucht'. Door deze thema's virtueel te ervaren, werd het voor deze doelgroep, die vaak moeite heeft met abstracte, talige uitleg, tastbaarder en betekenisvoller. Ondanks de taalbarrières wisten de leerlingen via visuele interface en onderling ondersteuning hun weg te vinden. Deze test toonde aan dat ook leerlingen zonder ervaring met virtuele werelden, mits begeleiding en een visueel sterke aanpak, vlot en gemotiveerd kunnen deelnemen aan een digitale leeromgeving. Het verhoogde hun betrokkenheid, begrip en zelfvertrouwen.

9 Resultaten onderzoek

9.1 Welke mogelijkheden biedt het gebruik van virtual rooms in het basisonderwijs?

9.1.1 Bevindingen tijdens het ontwerpproces

Het gebruik van virtual rooms, zoals Mozilla Hubs, biedt binnen het basisonderwijs verschillende didactische mogelijkheden. Leerlingen krijgen de kans zich onder te dompelen in meeslepende en visueel aantrekkelijke virtuele omgevingen die nauw aansluiten bij de leerinhoud. Vooral in vakken zoals geschiedenis, aardrijkskunde of wetenschap kunnen abstracte of historische onderwerpen op een contextuele en levendige manier worden ervaren — denk aan een les over de Alpen in een virtuele bergomgeving of een geschiedenisles in een nagebouwde bunker.

Ook in andere vakgebieden, zoals wiskunde of Frans, kunnen virtuele ruimtes een motiverende leercontext bieden. Zo kan een taalles doorgaan aan de voet van de Eiffeltoren of een wiskundeles plaatsvinden in een virtuele jungle waarin toepassingen van metend rekenen centraal staan.

Leerlingen kunnen zich relatief eenvoudig bewegen binnen een bestaande virtuele ruimte, via hun avatar communiceren met klasgenoten, deelnemen aan groepsactiviteiten en exploraties uitvoeren. Bovendien biedt het ontwerpen van virtuele ruimtes in tools zoals Spoke mogelijkheden tot creatief ontwerp, mits er voldoende technische ondersteuning en begeleiding beschikbaar is.

9.1.2 Bevindingen van de leerlingen en de scholen

Virtual rooms, zoals Mozilla Hubs, maken het mogelijk om leerlingen onder te dompelen in realistische en interactieve leeromgevingen. Hierdoor kunnen abstracte begrippen visueel gemaakt worden, wat het begrijpen en onthouden bevordert. Door te werken met avatars, vrije verkenning en visueel aantrekkelijke omgevingen, ervaren leerlingen de lessen als leuker en motiverender. De speelse vorm van leren leidt tot meer betrokkenheid bij de leerinhoud.

Virtual rooms stimuleren ook de samenwerking: leerlingen kunnen samen taken uitvoeren, communiceren via avatars en sociale interactie oefenen in een digitale context.

Leerkrachten kunnen virtuele ruimtes op maat maken waardoor differentiatie mogelijk wordt. Leerlingen kunnen op eigen tempo werken en opdrachten krijgen aangepast aan hun niveau of interesse. Leerlingen worden niet alleen deelnemers maar ook ontwerpers. Door virtuele werelden te bouwen of in te richten, ontwikkelen ze creativiteit en ruimtelijk inzicht en leren ze tegelijk inhoudelijk bij.

Virtual rooms bieden een breed scala aan didactische mogelijkheden die het klassiek onderwijs kunnen aanvullen en versterken. Zo gaf 16 van de 20 leerlingen aan het een interessant idee te vinden om de virtuele ruimtes in te zetten verschillende vakken. Dit bij de vakken: wiskunde, W.O., geografie en taal. Slechts 1 van de 20 leerlingen gaf aan dat virtuele ruimtes ook ingezet zouden kunnen worden als vorm van remediëring. Ze ondersteunen visualisering, motivatie, samenwerking en gepersonaliseerd leren, mits ze doordacht en technisch goed ondersteund worden ingezet.

Andere mogelijkheden die tijdens het interview vermeld werden zijn: Het inzetten bij diverse werkvormen (N = 7) en de optie van verschillende omgevingen die ondersteunend kunnen werken (N= 6).

Vermelde mogelijkheden	Aantal leerlingen
verschillende vakken (wiskunde, W.O., geografie, taal)	16
diverse werkvormen	7
omgeving	6
Remediëring	1

(Tabel 4: vermelde mogelijkheden van de virtuele omgeving)

9.2 Wat zijn de belangrijkste voordelen van het gebruik van virtuele ruimtes in het basisonderwijs?

9.2.1 Bevindingen tijdens het ontwerpproces

Het grootste voordeel van virtuele ruimtes in het basisonderwijs is de verhoogde motivatie en betrokkenheid bij leerlingen. De visuele aantrekkingskracht, speelse vormgeving en realistische omgevingen zorgen ervoor dat leerlingen zich meer verbonden voelen met de leerstof én met elkaar. Door het gebruik van avatars en interactieve elementen ontstaat een informele en toegankelijke sfeer, waarin leerlingen op een laagdrempelige manier kunnen communiceren en samenwerken. De communicatie verloopt bovendien vlot, met realistische geluidsdemping op basis van afstand, wat de immersie versterkt.

Virtuele omgevingen bieden ook kansen om leerinhoud aan te brengen in een betekenisvolle en realistische context. Dit bevordert niet alleen het begrip, maar ook het onthouden van de leerstof. Daarnaast stimuleren tools zoals Spoke en Hubs de creativiteit van zowel leerkrachten als leerlingen, zeker wanneer zij zelf scènes ontwerpen of interactieve elementen toevoegen. Tot slot maken virtuele ruimtes het mogelijk om klassikale lessen te verrijken zonder fysieke verplaatsing, en bieden ze een waardevol alternatief voor afstandsleren of blended learning.

9.2.2 Bevindingen van de leerlingen en de scholen

Het integreren van virtuele ruimtes in het basisonderwijs biedt diverse pedagogische voordelen, waarvan verhoogde motivatie en betrokkenheid bij leerlingen tot de meest opvallende behoren. 14 van de 20 geïnterviewde leerlingen gaven aan dat ze het leren via de ruimte motiverend vonden of het motiverend vonden dat het onderwerp zo aangeboden wordt.

Een belangrijk motiverend element binnen virtuele leeromgevingen is het creëren van een eigen avatar. 8 leerlingen gaven specifiek aan dat ze het ontwerpen van de avatar een meerwaarde vonden. Dit proces stimuleert de leerlingen om zichzelf te personaliseren binnen de digitale ruimte, wat het gevoel van eigenaarschap en identiteit versterkt. De avatar fungeert als een digitale representatie van de leerling, waarmee deze zich kan verplaatsen en interageren binnen de virtuele ruimte. Dit draagt bij aan de intrinsieke motivatie, omdat leerlingen iets unieks en persoonlijks kunnen ontwerpen en gebruiken.

dat het sociaal-dynamische aspect van het digitaal samenwerken of samen exploreren hun betrokkenheid verhoogt. Het creëert een leerklimaat waarin samenwerking en communicatie gestimuleerd worden.

Onderzoek toont aan dat leerstof beter onthouden wordt wanneer leerlingen actief betrokken zijn bij het leerproces (Dede, 2009; Gee, 2003). Virtuele ruimtes maken gebruik van interactieve en ervaringsgerichte leervormen, waardoor informatie niet alleen passief wordt opgenomen, maar actief verwerkt. Het gebruik van avatars, gamificatie-elementen en visuele ondersteuning draagt bij aan een dieper begrip en een verbeterde retentie van de leerinhouden.

Andere voordelen die tijdens het interview vermeld werden zijn: het gebruiksgemak en een duidelijke navigatie binnen de ruimtes (N = 6), de mate van interactiviteit van de ruimte (N = 3), de rust en ontspanning in de virtuele ruimte (N = 4), het realisme van de ervaring (N = 3).

Vermelde voordelen	Aantal leerlingen
Motiverend of het bevat een motiverend onderwerp	14
Avatar motiverend	8
samenwerken/sociale aspect	6
gebruiksgemak	4
navigatie	3
rust/ontspanning	4
Interactiviteit	4
Realistisch	3

(Tabel 5: vermelde voordelen van de virtuele omgeving)

9.3 Wat zijn de grootste nadelen of moeilijkheden bij het gebruik van virtuele ruimtes in het basisonderwijs?

9.3.1 Bevindingen tijdens het ontwerpproces

Hoewel virtuele ruimtes veel potentieel bieden, gaan ze ook gepaard met duidelijke uitdagingen. Technisch gezien kunnen deze omgevingen zwaar zijn om te laden, zeker op oudere of minder krachtige toestellen zoals tablets of smartphones. Trage netwerken en het gebruik van complexe 3D-objecten kunnen leiden tot prestatieproblemen. Voor een vlotte werking is het gebruik van een muis sterk aanbevolen, wat de toegankelijkheid beperkt, zeker bij jongere kinderen of bij thuisgebruik.

Ook op pedagogisch vlak zijn er drempels. De interactiviteit is beperkt tot enkele basisfuncties zoals teleportatie, zitten of het manipuleren van objecten, wat het didactisch potentieel enigszins verkleint. Daarnaast vormt het ontwerpen van virtuele scènes in Spoke een grote uitdaging: het vereist technische vaardigheden en een grote tijdsinvestering, wat veel leerkrachten afschrikt. Voor leerlingen, zeker in de lagere school, is zelfstandig ontwerpen vaak te moeilijk, en ook het navigeren door de ruimte vraagt begeleiding en oefening. Daarom is voldoende sturing door de leerkracht essentieel om virtual rooms succesvol in te zetten in de klaspraktijk.

9.3.2 Bevindingen van de leerlingen en de scholen

Virtuele ruimtes bieden veelbelovende didactische voordelen, toch kwamen er tijdens het gebruik in de klaspraktijk ook enkele belangrijke knelpunten naar voren. Zowel leerkrachten als leerlingen werden geconfronteerd met heel wat uitdagingen. Dit op technisch, praktisch en pedagogisch vlak. Voor 6 leerlingen bleek het navigeren in de virtuele ruimte verwarrend of gewoon te uitdagend. Vooral bij gebruikers zonder ervaring met digitale omgevingen ontstond frustratie door onduidelijke bediening of navigatie.

Ook technische mankementen droegen bij aan een negatieve ervaring. Bij 6 leerlingen werkten

bepaalde functies niet zoals verwacht. Dit varieerde van niet-reagerende knoppen tot het niet kunnen voltooien van opdrachten. Zulke defecten ondermijnen het vertrouwen in de technologie en zorgen ervoor dat de focus verschuift van het leerproces naar het oplossen van problemen.

Leerkrachten en scholen geven aan dat het ontbreken van kant-en-klare lespakketten en voldoende technische ondersteuning een grote drempel vormt. Zelf ruimtes ontwerpen of aanpassen is tijdsintensief en voor de meeste leerkrachten of scholen niet haalbaar. Tot slot is de infrastructuur in veel scholen ontoereikend: onvoldoende toestellen, verouderde hardware of beperkte internetcapaciteit belemmeren een brede implementatie op korte termijn.

Andere nadelen die tijdens het interview vermeld zijn: Het krijgen van te weinig uitleg in de ruimtes (N=6), Slecht geluid bij het bekijken van video's in de ruimtes (N=2) en de slechte internetverbinding die een negatieve impact hebben bij het gebruiken van de ruimtes (N=2).

Vermelde nadelen	Aantal leerlingen
Navigatie en bewegen van de camera	6
Weinig uitleg	6
Functies die niet werkten	6
Slecht geluid	2
Internetverbinding	3
Ondervonden geen nadelen	6

(Tabel 6: vermelde nadelen van de virtuele omgeving)

9.4 Aan welke criteria moeten virtuele ruimtes voldoen om deze in het onderwijs te kunnen toepassen?

9.4.1 Bevindingen tijdens het ontwerpproces

Om virtuele ruimtes effectief en werkbaar te maken binnen het basisonderwijs, moeten ze aan enkele belangrijke criteria voldoen. In de eerste plaats is gebruiksvriendelijkheid cruciaal: de navigatie moet intuïtief zijn, zowel voor jonge kinderen als voor leerkrachten. Werken met een muis op een desktop heeft de voorkeur, aangezien mobiele apparaten vaak te beperkt zijn in rekenkracht en gebruiksgemak. De omgeving moet bovendien stabiel functioneren op de schoolapparatuur, met korte laadtijden en lichtgewicht bestanden.

Daarnaast is het belangrijk dat er een uitgebreide bibliotheek met kant-en-klare scènes en 3D-objecten beschikbaar is. Zo hoeven leerkrachten niet telkens van nul te beginnen, wat de tijdsinvestering en technische drempel aanzienlijk verlaagt. De interactiviteit binnen de virtuele ruimte moet afgestemd zijn op de leerdoelen en voldoende educatieve meerwaarde bieden binnen verschillende vakgebieden. Ook ondersteuning zoals handleidingen, helpdesk of begeleiding door ervaren collega's kan bijdragen aan een succesvolle implementatie.

Ten slotte is aansluiting bij het curriculum belangrijk. Enkel wanneer virtuele ruimtes technisch haalbaar, pedagogisch waardevol en praktisch inzetbaar zijn, kunnen ze een volwaardige plaats krijgen binnen het basisonderwijs.

9.4.2 Bevindingen van de leerlingen en de scholen

De bevindingen van de leerlingen en de scholen tonen duidelijk aan dat virtuele ruimtes zoals Mozilla Hubs een meerwaarde kunnen vormen in het basisonderwijs, mits de juiste randvoorwaarden vervuld zijn. Leerlingen waren over het algemeen enthousiast, gemotiveerd en betrokken tijdens het gebruik van de virtuele leeromgevingen. Vooral het visuele en ervaringsgerichte karakter van de ruimtes maakte abstracte concepten tastbaarder en toegankelijker. 9 van de 20 geïnterviewde leerlingen vonden het uitzicht van de ruimtes belangrijk, dat dit uitnodigend moet zijn. Door middel van avatars en interactieve elementen ontstond er bovendien een sterke sociale dynamiek. Dit bevordert het samenwerkend leren. 7 leerlingen vonden het maken van de avatar en de interactie ermee het leukst.

Samenvattend tonen de bevindingen aan dat virtuele ruimtes potentieel hebben om het onderwijs te verrijken en leerlingen op een inclusieve en motiverende manier te betrekken bij het leerproces.

Echter, succesvolle implementatie vraagt om een doordachte aanpak, gebruiksvriendelijke tools en structurele ondersteuning voor leerkrachten.

Andere criteria die de leerlingen aangegeven hebben waaraan de ruimtes moeten voldoen is extra uitleg mogelijkheden (N=2).

Vermelde Criteria	Aantal leerlingen
Vormgeving	9
Interactiviteit	7
Extra uitlegmogelijkheden	2

(Tabel 7: vermelde Criteria voor de virtuele omgeving)

10 Conclusie

Uit ons onderzoek komt duidelijk naar voren dat virtuele ruimtes, zoals ontwikkeld in Mozilla Hubs, het potentieel hebben om het onderwijs in de lagere school op een betekenisvolle manier te verrijken.

Zowel de literatuurstudie als de testmomenten in de scholen tonen aan dat VR het leren kan verdiepen door leerlingen onder te dompelen in een visueel krachtige en contextuele leeromgeving. Dit sluit aan bij bevindingen in de literatuur die de effectiviteit van VR benadrukken voor het overbruggen van abstracte kennis en het bevorderen van dieper begrip (Bravou et al., 2022; Wang, 2012). Waar traditionele leermethoden vaak steunen op abstracte instructie en tekst gebaseerde informatieoverdracht, laat VR toe om leerstof te vertalen naar visuele, ervaringsgerichte situaties.

Hierdoor worden abstracte of complexere leerinhouden beter begrepen en blijft de leerstof langer hangen.

Dit werd onder andere zichtbaar tijdens het testmoment in School AN, waar leerlingen met een diverse taalachtergrond dankzij de visuele en ervaringsgerichte aanpak een beter begrip ontwikkelden van moeilijke begrippen zoals 'conflict', 'oorlog' en 'vlucht'. Dit bevestigt de potentiële rol van VR in inclusief onderwijs, zoals ook wordt voorgesteld door diverse onderzoeken die de voordelen van visuele leerhulpmiddelen voor taalarme leerlingen aantonen. In de virtuele kamer rond de Tweede Wereldoorlog konden zij deze concepten niet alleen lezen, maar ook letterlijk 'ervaren' door zich als avatar te verplaatsen in een gesimuleerde historische omgeving. Ook het thema 'Hedendaagse conflicten', dat werd getest in School P en School A, bleek bijzonder geschikt om via VR aan te bieden. Leerlingen gaven aan dat ze zich door de avatars en interactieve elementen meer betrokken voelden en beter konden samenwerken, wat overeenkomt met de bevindingen in de studie over de bevordering van samenwerkend leren in virtuele omgevingen (Puggioni et al., 2021) (Wij-leren.nl, z.d., over de effectiviteit van AR/VR in het basisonderwijs).

Daarnaast bevestigen voorbeelden zoals VRkeer hoe VR in staat is om vakoverschrijdend te werken. In deze toepassing worden leerlingen op een veilige en motiverende manier begeleid in het verkeer, waarbij vaardigheden als voorrang verlenen, dode hoek en verkeersinzicht geoefend worden binnen een speelse maar leerzame context.

Leerlingen tonen een duidelijke toename in motivatie en betrokkenheid tijdens het werken in een virtuele ruimte. Tijdens de testmomenten in School P en School A werd bijvoorbeeld geobserveerd dat leerlingen, ondanks hun beperkte ervaring met VR, zich vlot konden oriënteren in de virtuele omgeving. Ze werkten spontaan samen via de chat- en spraakfunctie, hielpen elkaar bij het navigeren en ontdekten zelfstandig de interactieve objecten in de ruimte. Deze actieve betrokkenheid en zelfsturing worden vaak genoemd in onderzoeken als sleutelvoordelen van virtuele leeromgevingen (Osberg, 1992). De mogelijkheid om via avatars te communiceren en samen te werken verhoogt bovendien de sociale interactie, wat het klassengebeuren versterkt. Dit sluit aan bij de theorieën over sociaal constructivisme, die benadrukken hoe leren wordt versterkt door interactie met peers (Osberg, 1992).

Uit de testmomenten blijkt dat leerlingen sterk gemotiveerd en betrokken zijn tijdens het gebruik van virtuele ruimtes. De visuele en interactieve kenmerken van VR bevorderen niet alleen zelfstandig en samenwerkend leren, maar helpen ook taal- en leerbarrières te overbruggen. Zowel leerlingen met als zonder digitale ervaring konden zich snel aanpassen en ervoeren succes in een betekenisvolle leercontext.

Tegelijkertijd moet er worden erkend dat de implementatie van virtuele ruimtes ook drempels met zich meebrengt. De technische eisen van het platform, beperkte interactiviteit en de nood aan voorkennis of begeleiding maken dat niet elke school of leerkracht hier zomaar mee aan de slag kan. Deze uitdagingen worden breed beschreven in de literatuur over de implementatie van nieuwe

technologieën in het onderwijs (bijv. Schipperheijn, 2019, over de digitale school). Vooral het ontwerpen van virtuele scènes vraagt tijd, technische vaardigheden en ondersteuning voor zowel de betrokken leerkrachten als de leerlingen tijdens het gebruik van de ruimtes. Het ontwerpen van virtuele scènes vormt een aanzienlijke uitdaging voor leerkrachten. In het ontwerpproces werd duidelijk dat het gebruik van Spoke – de 3D-editor achter Mozilla Hubs – technische voorkennis vereist, evenals veel tijd en nauwkeurigheid.

Om virtual reality succesvol te integreren in het basisonderwijs, is het van belang dat aan enkele essentiële voorwaarden wordt voldaan: de ruimtes moeten gebruiksvriendelijk zijn, technisch stabiel functioneren op standaard schoolapparatuur, en ondersteund worden met vooraf ontwikkelde scènes en handleidingen. Indien deze voorwaarden vervuld zijn, kunnen virtuele ruimtes bijdragen aan meer ervaringsgericht, inclusief en toekomstgericht onderwijs.

11 Discussie

Dit onderzoek toont aan dat virtuele ruimtes zoals Mozilla Hubs een duidelijke meerwaarde kunnen bieden binnen het lager onderwijs, zeker op het vlak van motivatie, betrokkenheid en visualisering van abstracte leerinhouden. De testmomenten in de deelnemende scholen lieten zien dat leerlingen enthousiast reageren op het gebruik van avatars en interactieve virtuele omgevingen. Dit onderstreept het potentieel van VR als middel om leerinhouden betekenisvol en ervaringsgericht aan te brengen.

Toch stelt zich de vraag naar haalbaarheid van Mozilla Hubs in de huidige onderwijscontext. De praktijk wees uit dat de implementatie ervan gepaard gaat met heel wat technische uitdagingen. Het ontwerpen van virtuele ruimtes via Spoke vereist een aanzienlijke hoeveelheid tijd, technische kennis en precisie. Bovendien worden scholen vaak geconfronteerd met beperkte hardware, trage netwerken en een gebrek aan ondersteuning. Hoewel Mozilla Hubs als open source platform waardevolle educatieve mogelijkheden biedt, is het in zijn huidige vorm niet gebruiksvriendelijke of duurzaam genoeg om breed uitgerold te worden zonder begeleiding en technische hulp. Dit maakt het moeilijk voor leerkrachten om het zelfstandig in hun lessen te integreren. Tegelijkertijd toont ons onderzoek wel aan dat leerlingen virtuele ruimtes als zinvol en motiverend ervaren. Het potentieel van VR in het onderwijs is daarmee duidelijk. Deze bevinding roept de vraag op of er alternatieve software bestaat die beter inspeelt op de noden van het onderwijsveld. In verder onderzoek kan worden nagegaan of gebruiksvriendelijkere en technisch stabielere platformen zoals Roblox of Apero betere alternatieven vormen. Deze tools bieden mogelijk een intuïtiever ontwerp, meer functionaliteit en betere ondersteuning, waardoor drempels voor implementatie lager worden. Het is echter belangrijk om ook enkele beperkingen van ons onderzoek te erkennen. Door de technische moeilijkheden tijdens het ontwerpen en testen van de ruimtes konden deze niet zo uitgebreid ingezet worden in de klaspraktijk als oorspronkelijk gepland. Hierdoor is het moeilijk om uitspraken te doen over de langetermijneffecten van virtuele ruimtes op leerwinst of differentiatie. Ook de schaal van het onderzoek was beperkt: slechts een klein aantal leerlingen (20) en 3 scholen testte de ruimtes, waardoor de resultaten indicatief maar niet representatief zijn voor het volledige lager onderwijs. Tot slot werd gewerkt met één specifiek platform, waardoor de resultaten beperkt blijven tot Mozilla Hubs en niet zomaar toepasbaar zijn op andere VR-tools. Een breder onderzoek waarin meerdere softwareoplossingen met elkaar vergeleken worden, zou waardevol zijn om onderbouwde keuzes te maken voor toekomstige implementatie in het onderwijs.

12 Bronvermelding

Aiastui, E. B., Arruti, A., & Morillo, R. C. (2021). A systematic literature review about the level of digital competences defined by DigCompEdu in higher education. *Aula Abierta*, 50(4), 841–850.

<https://doi.org/10.17811/rifie.50.4.2021.841-850>

B·U·T. (2024, 25 maart). Virtual reality (VR) applications for B2B and industry. B·U·T.

https://but.digital/be-en/services/technologies/virtual-reality-vr?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwncWvBhD_ARIsAEb2HWyZwCJlkqwKGcLTPOSW2eszUTh_SjUNIOG32dzAF9suf7QTPE2RwlaAs_KEALw_wcB

B·U·T. (2024, 25 maart). Virtual reality (VR) applications for B2B and industry. B·U·T.

https://but.digital/be-en/services/technologies/virtual-reality-vr?gad_source=1&gclid=Cj0KCQjwncWvBhD_ARIsAEb2HWyZwCJlkqwKGcLTPOSW2eszUTh_SjUNIOG32dzAF9suf7QTPE2RwlaAs_KEALw_wcB

Baert. (z.d.). Virtual reality in het onderwijs? Alles wat je moet weten over VR! Ontdek ClassVR.

<https://www.baert.com/nl/blog/virtual-reality-onderwijs-class-vr/>

Beleef een onvergetelijke VR experience | The Park. (z.d.). The Park Playground VR.

<https://www.theparkplayground.com/nl-be>

Bos, N., & De Beijer, R. (2023, 25 januari). In zeven minuten bijgepraat over. . . de inzet van Virtual Reality (VR).

https://hbokennisbank.nl/details/sharekit_inholland:oai:surfsharekit.nl:cd760411-25db-43cd-91e7-efd053fc8b2a?q=slag

Bravou, V., Oikonomidou, D., & Drigas, A. S. (2022). Applications of virtual reality for autism inclusion. A review. *Dialnet*.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=8425328>

Chițu, I. B., Tecău, A. S., Constantin, C., Tescașiu, B., Brătucu, T., Brătucu, G., & Purcaru, I. (2023).

Exploring the Opportunity to Use Virtual Reality for the Education of Children with Disabilities.

Children, 10(3), 436. <https://doi.org/10.3390/children10030436>

Current and future applications of virtual reality for medicine. (1998, 1 maart). *IEEE Journals & Magazine | IEEE Xplore*.

<https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/662873>

De Redactie. (20 juli 2023). Immersieve technologie. [20 paragrafen]. [Online artikel]. Beschikbaar:

<https://www.kennisnet.nl/technologische-innovatie/immersive-technologie/>

DigCompEdu: Europees referentiekader voor digitale competenties van leraren. (z.d.). www.vlaanderen.be. <https://www.vlaanderen.be/kenniscentrum-digisprong/themas/professionalisering/digcompedu-europees-referentiekader-voor-digitale-competenties-van-leraren>

Eriksson, T. (2021). Failure and success in using Mozilla Hubs for online teaching in a movie production course. In J. E. A. Baalsrud Hauge, M. Caserman, & T. Riedel (Eds.), Proceedings of the 7th International Conference of the Immersive Learning Research Network (iLRN 2021) (pp. 285–292). Immersive Learning Research Network. <https://research.chalmers.se/en/publication/526252>

Europese Unie & Europese Commissie. (2021). Digitale transformatie in het Vlaams onderwijs: hervorming van de ICT-teams in scholen. In Rapport Taak 2 – Stand van Zaken op het Vlak van ICT-coördinatie En -beleid [Report]. https://onderwijs.vlaanderen.be/sites/default/files/2022-02/Rapport%20taak%202%20-%20Stavaza%20ICT%20coördinatie%20en%20beleid_finaal.pdf

Frederix, S. (2024, 15 oktober). Virtual reality in de klas: “Er is al heel veel mogelijk” Klasse. <https://www.klasse.be/219458/trend-virtual-reality-in-de-klas/>

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. Geraadpleegd 15 april 2024 <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/36979994/>
<https://www.ejmste.com/article/virtual-technologies-trends-in-education-4674>
<https://www.klasse.be/219458/trend-virtual-reality-in-de-klas/>

Improve Students' Learning Through Virtual Reality. IEEE Access, 9, 21059–21070. <https://doi.org/10.1109/access.2021.3051275>

Kaufmann, H., Schmalstieg, D., & Wagner, M. G. (2000). Construct3D: A Virtual Reality Application for Mathematics and Geometry Education. Education And Information Technologies, 5(4), 263–276. <https://doi.org/10.1023/a:1012049406877>

Kenniscentrum Digisprong. (2022). Digisnap: Snel en eenvoudig zicht op de digitale maturiteit van jouw school. Lieten, I., & Smet, P. (z.d.). Conceptnota Mediawijsheid. In Conceptnota Mediawijsheid. <https://www.vlaanderen.be/cjm/sites/default/files/2020-02/conceptnota-mediawijsheid.pdf>

Martín-Gutiérrez, J., Luis, C. E. M., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual Technologies Trends in education. Eurasia Journal Of Mathematics Science And Technology Education, 13(2). <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a>

Melinda, V., & Widjaja, A. E. (2022). Virtual reality applications in education. International Transactions On Education Technology, 1(1), 68–72. <https://doi.org/10.33050/itee.v1i1.194>

Muskan. (z.d.). 5 Applications of Virtual Reality in Education | Analytics Steps.
<https://www.analyticssteps.com/blogs/5-applications-virtual-reality-education>

Oubibi, M., & Hryshayeva, K. (2024). Effects of virtual reality technology on primary school students' creativity performance, learning engagement and mental flow. Education And Information Technologies. <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12766-0>

Puggioni, M., Frontoni, E., Paolanti, M., & Pierdicca, R. (2021). ScoolAR: An Educational Platform to

Rauschnabel, P. A., Felix, R., Hinsch, C., Shahab, H., & Alt, F. (2022). What is XR? Towards a framework for augmented and virtual reality. Computers in human behavior, 133, 107289.
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S074756322200111X>

Reality, P. (2023, 26 oktober). How are VR and AR Used In Education: 20 Real-life Applications. PROVEN Reality. <https://provenreality.com/education/how-are-vr-and-ar-used-in-education/>

Redactie. (2024, 14 augustus). De impact van augmented reality en virtual reality in het basisonderwijs. wij-leren.nl. <https://wij-leren.nl/augmented-reality-virtual-reality-basisonderwijs-ar-vr-effectiviteit.php>

Roblox. (z.d.). <https://create.roblox.com/landing>

Schipperheijn, K. (2019, 5 april). De digitale school, hype of noodzaak? - sCooledu. sCooledu.
<https://www.scooledu.org/de-digitale-school-hype-noodzaak/>

Sharar, S. R., Miller, W. M., Teeley, A. M., Soltani, M., Hoffman, H. G., Jensen, M. P., & Patterson, D.R. (2008). Applications of virtual reality for pain management in burn-injured patients. Expert Review Of Neurotherapeutics, 8(11), 1667–1674. <https://doi.org/10.1586/14737175.8.11.1667>

Sparkx | Beleef 50 sporten op 1 plek. (2025, 2 april). Sparkx.
https://sparkx.com/?gad_source=1&gad_campaignid=20390898663&gbraid=0AAAAAp1Ja6n9t-SV6NkTppReCUTFK8xu&qclid=CjwKCAjwl_XBBhAUEiwAWK2hZrHJuV-VFc59iFZdBOVFci8T1slkArYXB5t-LwRGX9-EYGRwV0MBYhoChhMQAvD_BwE

TrustRadius, Best free virtual reality software (Unity, Sketchfab, CloudPano).
<https://www.trustradius.com/virtual-reality?f=0>

Van Gastel-Firet, A. (2022, 28 december). Zo maak je stappen in digitalisering. Onderwijs van

Morgen. <https://www.onderwijsvanmorgen.nl/zo-maak-stappen-digitalisering/>

Verweire, E. (z.d.). Virtual reality in het onderwijs. <https://vrindeklas.be/wp-content/uploads/sites/28/2021/04/Eos-VR-in-de-klas.pdf>

VRkeer - welkom. (z.d.). <https://vrkeer.app/>

Waarom Social XR en de metaverse ons leven binnenkort op de kop zet. (z.d.). [tno.nl/nl.
\[https://www.tno.nl/nl/digitaal/digitale-infrastructuren/social-xr-extended-reality-afstanden/#:~:text=Wat%20is%20Social%20XR%20\\(eXtended,collega%20die%20voor%20je%20zit\]\(https://www.tno.nl/nl/digitaal/digitale-infrastructuren/social-xr-extended-reality-afstanden/#:~:text=Wat%20is%20Social%20XR%20\(eXtended,collega%20die%20voor%20je%20zit\)](https://www.tno.nl/nl/digitaal/digitale-infrastructuren/social-xr-extended-reality-afstanden/#:~:text=Wat%20is%20Social%20XR%20(eXtended,collega%20die%20voor%20je%20zit)

Wang, J. (2012). Research on Application of Virtual Reality Technology in Competitive Sports. *Procedia Engineering*, 29, 3659–3662. <https://doi.org/10.1016/j.proeng.2012.01.548>