

FEEDBACK- & INSPIRATIEGIDS



INLEIDING	3
LEESWIJZER	9
VISIE	11
BELEID	18
PERCEPTIES VAN LERAREN	26
SOFTWARE	36
HARDWARE	44
NETWERK & BEHEER	49
PROFESSIONALISERING	57
COMPETENTIES LERAREN	68
COMPETENTIES LEERLINGEN	74
INTEGRATIE IN DE LES	78
INSPIRATIEVOLLE VOORBEELDEN	85
ONTWIKKELING EN IMPLEMENTATIE VAN EEN XR-TOEPASSING	89

Gids samengesteld in het kader van het O&O-project XR in het Vlaamss beroepsgericht en technisch onderwijs: evaluatie van praktijken en acties in het XR plan, in opdracht van Onderwijs Vlaanderen.

Door Universiteit Gent en partners: Howest, HOGENT, Thomas More, Hogeschool PXL, UC Leuven Limburg.
Onder leiding van Prof. dr. Tammy Schellens, dr. Tijs Rotsaert, Stéphanie Vanneste, Charlotte Paulyn, dr. Charlotte Larmuseau, dr. Carl Boel, Vincent Vanrusselt en Bart Boelen.

Met dank aan de RTC's, bevraagde scholen tijdens het onderzoek, de stuurgroep voorgezeten door het Kenniscentrum Digisprong voor de inspiratie en feedback bij het totstandkomen van deze gids.

Illustratie cover: Technology illustrations by Storyset

INLEIDING

Doel van de gids

Deze feedback- en inspiratiegids is ontwikkeld om scholen te ondersteunen bij de implementatie van Extended Reality (XR) in hun onderwijspraktijk. XR-technologieën, zoals Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR), 360° video en Immersive Virtual Reality (VR), bieden innovatieve mogelijkheden om het onderwijs te transformeren en studenten op nieuwe, boeiende manieren te betrekken. De gids biedt scholen Inzicht in de diverse mogelijkheden van XR en praktische handvaten voor de succesvolle integratie van XR in het curriculum. Als onderdeel van het XR-Actieplan in Vlaanderen, dat in 2021 werd uitgerold en gecoördineerd door het Kenniscentrum Digisprong, vormt deze feedback- en Inspiratiegids een belangrijk hulpmiddel. De gids is gebaseerd op de 10 XR-domeinen die worden behandeld in de XR-scan, een screeningsinstrument dat scholen helpt om een effectief XR-beleid op maat te ontwikkelen (zie verder in deze gids).

Doelgroep

De gids richt zich op directies, technisch adviseurs, coördinatoren, en ICT-coördinatoren die een XR-beleid willen vormgeven dat past bij de unieke behoeften van hun school. Ook leerkrachten die geïnteresseerd zijn in het verkennen van XR in hun lessen, zullen baat hebben bij de inzichten en suggesties in deze gids.

Het Belang van XR

Het gebruik van XR in het onderwijs wordt steeds relevanter naarmate technologieën toegankelijker en betaalbaarder worden. XR biedt unieke kansen om abstracte concepten visueel te maken, de motivatie van leerlingen te verhogen en interactieve, levensechte leerervaringen te creëren. Deze gids helpt scholen om deze technologieën optimaal te benutten en een voorsprong te nemen in het moderne onderwijslandschap.

Extended Reality (XR) is een overkoepelende term die verwijst naar alle vormen van realiteit die de fysieke en digitale wereld combineren (European Commission et al., 2023). Dit omvat Augmented Reality (AR), Mixed Reality (MR), 360° video en Immersive Virtual Reality (VR). XR biedt tal van mogelijkheden om het onderwijs te transformeren en leerlingen te betrekken op manieren die voorheen ondenkbaar waren (Coban et al., 2022; Rosenberg, 2023). Door de massale investeringen van big tech bedrijven als Meta, Pico, Samsung, HTC... zijn de XR-devices betaalbaarder, comfortabeler en gebruiksvriendelijker geworden (Bower et al., 2020). We zien daardoor ook een sterke opmars van XR in onderwijs- en opleidingscontexten (Cao & Hsu, 2022; Coban et al., 2022; Hamilton et al., 2021; Southgate et al., 2019; Yu & Xu, 2022). Vooraleer in te gaan op de verschillende mogelijke voordelen van XR in onderwijs, bespreken we hieronder de verschillende XR-types.

Augmented Reality (AR)

Augmented Reality (AR) voegt digitale elementen toe aan de echte wereld, vaak via een smartphone of tablet (Zuniga Gonzalez et al., 2021). Dit kan variëren van het simpelweg projecteren van informatie over een fysieke omgeving tot het creëren van interactieve en educatieve ervaringen. In het secundair onderwijs kan AR bijvoorbeeld worden ingezet voor leerlingen in het studiedomein autotechniek wanneer geleerd wordt over de verschillende onderdelen van een automotor, hoe ze werken en hoe fouten kunnen worden gediagnosticeerd.

Studenten kunnen tablets of smartphones gebruiken die zijn uitgerust met een AR-applicatie die een 3D-model van een motor projecteert. Wanneer studenten de camera van hun apparaat over een fysieke motor of een speciale marker houden, verschijnt er een gedetailleerd 3D-model van de motor op het scherm. Dit



model kan roteren, vergroten en verkleinen, zodat studenten het van alle kanten kunnen bekijken. Het begrijpen van de interne werking van een motor kan immers uitdagend zijn, vooral zonder de mogelijkheid om een motor in detail te onderzoeken.

Figuur 1 Augmented reality bij onderhoud van een automotor

Mixed Reality (MR)

Mixed Reality (MR) combineert de fysieke en digitale wereld op een manier die meer interactie mogelijk maakt (Skarbez et al., 2021). Met MR kunnen leerlingen bijvoorbeeld virtuele objecten manipuleren alsof ze fysiek aanwezig zijn (Farshid et al., 2018). Dit kan bijzonder nuttig zijn in vakken zoals bouwtechniek wanneer leerlingen nog weinig praktische ervaring hebben op een bouwplaats: via MR kunnen studenten bouwplannen en 3D-modellen van gebouwen in de fysieke ruimte bekijken. Deze modellen kunnen op ware grootte geprojecteerd worden, zodat studenten een levensechte ervaring krijgen van het ontwerp. Ze kunnen lagen van het gebouw verkennen, zoals funderingen, wanden, dakstructuren, en zien hoe alles samenkomt.



Figuur 2 Voorbeeld van Mixed Reality

360° Video

360° video biedt een meeslepende ervaring waarbij de kijker in alle richtingen kan rondkijken (Evens et al., 2023; Pirker & Dengel, 2021; Snelson & Hsu, 2020). Deze technologie kan lessen verrijken door leerlingen in staat te stellen om gevaarlijke situaties te detecteren of om leerlingen voor te bereiden op specifieke situaties gelinkt aan een toekomstige stageplaats. De traditionele instructiemethoden voor bijvoorbeeld asbestverwijdering

zijn vaak beperkt tot theoretische lessen en eenvoudige simulaties. Door middel van een VR-headset of via een smartphone kunnen studenten zich volledig onderdompelen in een gesimuleerde werkomgeving, zoals een oud gebouw waar asbest is geïdentificeerd. Deze video's geven dan een gedetailleerd beeld van hoe asbest eruitziet en waar het zich kan bevinden. De 360° video kan studenten trainen in het identificeren van



asbesthoudende materialen. Ze kunnen leren welke materialen en locaties vaak asbest bevatten.

Figuur 3 Voorbeeld van 360° video - taken from National Fire Safety Laboratory

Immersive Virtual Reality (VR)

Immersive Virtual Reality (VR) dompelt gebruikers volledig onder in een computer-generated virtuele wereld (Rauschnabel et al., 2022). Door het gebruik van VR-headsets kunnen leerlingen volledig nieuwe omgevingen verkennen en interageren met deze omgevingen op een manier die niet mogelijk is met traditionele lesmethoden. Leerlingen kunnen bijvoorbeeld VR-headsets gebruiken om een volledig ondergrondse werkomgeving te betreden, waar ze een realistische simulatie van een bouwplaats voor rioolinstallaties ervaren. Ze kunnen de verschillende fasen van het aanleggen van een rioolstelsel doorlopen, van het graven van sleuven tot



het plaatsen van leidingen. Binnen de VR-omgeving kunnen studenten virtuele bouwtekeningen en plattegronden raadplegen. Ze kunnen zien hoe de rioolbuizen moeten worden geplaatst ten opzichte van andere ondergrondse infrastructuur.

Figuur 4 Fig. 9 Voorbeeld van computer-generated 3D virtual reality, taken from Vice (2017)

Waarom geven XR-toepassingen kansen tot positieve impact op het leerproces?

Wat onderzoek ons vertelt over de effectiviteit van XR-toepassingen in onderwijs

XR biedt talloze voordelen voor leren en instructie. Dit is niet onlogisch, aangezien talrijke studies hebben aangetoond dat XR aanzienlijke voordelen heeft voor zowel de onderwijservaring van leerlingen als de leerrendementen. (Boel et al., 2021; Caserman et al., 2018; Dalgarno & Lee, 2010; di Natale et al., 2020; Luo et al., 2021; Maas & Hughes, 2020; Martín-Gutiérrez et al., 2017; Nisiotis & Kleanthous, 2020; Oyelere et al., 2020; Scavarelli et al., 2020; Shu & Prophet, 2018; van der Meer et al., 2023; Zourmpakis et al., 2023).

Voordelen van XR in het onderwijs

Hieronder geven we een niet-exhaustieve lijst van mogelijke voordelen:

- **Verbeterd ruimtelijk inzicht:** XR-technologieën kunnen leerlingen helpen bij het ontwikkelen van een beter ruimtelijk inzicht. Door middel van interactieve 3D-modellen kunnen complexe structuren en objecten vanuit alle hoeken worden verkend.
- **Visualisatie van abstracte begrippen:** XR maakt het mogelijk om abstracte concepten op een visuele en begrijpelijke manier te presenteren. Bijvoorbeeld: een VR-applicatie die inzet op de realistische simulatie van elektrische gevaren waarbij leerlingen kunnen zien wat er gebeurt bij een kortsluiting, leren hoe ze een circuit moeten uitschakelen en oefenen met noodprocedures in geval van een elektrische brand. De VR-simulatie kan bovendien ook scenariospecifieke feedback geven.
- **Verhoogde tevredenheid, interesse en motivatie van leerlingen:** Het gebruik van XR in het onderwijs kan de tevredenheid en motivatie van leerlingen verhogen. De interactieve en meeslepende aard van XR maakt het leren leuker en boeiender. Door de leerstof op een nieuwe en innovatieve manier te presenteren, kan XR de interesse van leerlingen in de leerinhoud vergroten.
- **Actieve betrokkenheid:** XR-technologieën stimuleren een actievere betrokkenheid bij de leerinhoud door ervaringsgericht leren en het creëren van authentieke leeromgevingen die de realiteit nabootsen.
- **Overstijgt beperkingen in tijd en plaats:** XR maakt het mogelijk om te leren zonder beperkingen in tijd of plaats. Leerlingen kunnen virtuele excursies maken naar plaatsen die anders moeilijk of niet bereikbaar zijn, of naar andere tijdsperiodes.
- **Multimodaal Leren:** XR ondersteunt multimodaal leren: het combineert visuele, auditieve en kinesthetische media-inhouden met als doel een dieper begrip van de leerinhoud te realiseren.
- **Verhoging van het aantal oefenkansen:** XR maakt het mogelijk om oefeningen vaker en consistentier te herhalen, wat leidt tot een hoger leerrendement en betere vaardigheidsontwikkeling.

Economische voordelen

Naast de educatieve voordelen heeft XR ook aanzienlijke economische voordelen die bijdragen aan een mogelijk hoger rendement van onderwijs- en trainingsprogramma's.

- **Besparig op dure installaties:** XR kan dure fysieke installaties vervangen door virtuele simulaties, wat aanzienlijke kostenbesparingen oplevert.
- **Beperking van schade en ongevallen:** Het gebruik van XR vermindert enerzijds de kans op schade aan apparatuur en installaties door onjuist gebruik, omdat leerlingen eerst virtueel kunnen oefenen.

Anderzijds biedt XR een veilige leeromgeving waarin risico's en ongevallen kunnen worden beperkt doordat gevaarlijke situaties virtueel worden geoefend.

- **Reductie van kostbare verbruiksgoederen:** XR-simulaties verbruiken geen fysieke materialen, waardoor de kosten van verbruiksgoederen worden verminderd.
- **Beperking van transportkosten:** Virtuele trainingen elimineren de noodzaak om apparatuur te transporteren naar verschillende locaties, wat kosten en logistieke complicaties vermindert.

De combinatie van deze voordelen maakt XR vaak een superieure optie voor opleiding en training. Een door-dachte inbedding van XR in het curriculum biedt kansen tot een significante groei van kennis, vaardigheden, attitudes en transfer naar de reële praktijk (Chavez & Bayona, 2018; Coban et al., 2022; Hamilton et al., 2021; Kaplan et al., 2020; Kavanagh et al., 2017; Luo et al., 2021; Tilhou et al., 2020; Yu, 2021; Yu & Xu, 2022). Bovendien zijn deze voordelen merkbaar op lange termijn (Chavez & Bayona, 2018; Kavanagh et al., 2017; Wu et al., 2020), wat aantoont dat het veronderstelde novelty effect, waarbij nieuwe technologieën aanvankelijk meer betrokkenheid en leerrendement opleveren maar na verloop van tijd afnemen, hier geen rol speelt (Cao & Hsu, 2022).

Uitdagingen voor een effectieve implementatie

Hoewel XR het potentieel heeft om het onderwijs te versterken door betrokkenheid en leerresultaten te verbeteren, moeten verschillende uitdagingen met betrekking tot kosten, expertise, inhoudsontwikkeling, toegankelijkheid, gezondheidszorgen, technische beperkingen en weerstand tegen verandering worden aangepakt voor een succesvolle implementatie in onderwijsinstellingen.

- **Hoge kosten**
Ondanks het feit dat je geen dure technische installaties moet aankopen om op te oefenen heeft XR ook zijn prijskaartje. De investering die nodig is voor XR-technologieën, waaronder hardware en software, vormt een barrière voor veel scholen.
- **Technische en pedagogische competenties**
Er is vaak een tekort aan technische kennis onder leerkrachten over het gebruik van XR-tools. Veel leraren voelen zich niet voorbereid om XR in hun curricula te integreren vanwege onvoldoende training en ondersteuning. Het recente MICTIVO-4 onderzoek naar bezit en gebruik van digitale toestellen en toepassingen wees uit dat een zeer klein percentage van de leerkrachten XR inzet in het leerproces bij leerlingen.
- **Ontwikkelen van toepassingen op maat van het curriculum**
Het creëren van kwalitatief sterke XR-inhoud vereist gespecialiseerde vaardigheden in 3D-modellering en programmering, wat veel scholen mogelijk niet hebben. De complexiteit van het ontwikkelen van o.a. immersieve toepassingen kan leraren afschrikken om XR effectief te gebruiken.
- **Toegang tot XR-toestellen en applicaties**
Niet alle leerlingen hebben gelijke toegang tot de benodigde XR-hardware en -software, wat bestaande ongelijkheden in het onderwijs kan verergeren. Leerlingen uit lagere sociaaleconomische achtergronden kunnen in het nadeel zijn als hun scholen de vereiste technologie niet kunnen betalen of als ze thuis geen toegang hebben.

- **Gezondheidszorgen**

Langdurig gebruik van XR-technologieën kan leiden tot fysieke ongemakken zoals oogvermoeidheid en [cyber sickness](#) of bewegingsziekte. Deze gezondheidsproblemen kunnen leerlingen ontmoedigen om XR-tools voor langere periodes te gebruiken, waardoor hun effectiviteit als leermiddelen beperkt wordt.

- **Infrastructuur**

Veel bestaande XR-apparaten hebben technische beperkingen die de schaalbaarheid en bruikbaarheid in scholen belemmeren. Een betrouwbaar netwerk, onvoldoende uitgeruste klaslokalen kunnen ook de effectieve integratie van XR-technologieën bemoeilijken.

- **Weerstand tegen verandering**

Er kan weerstand zijn onder leraren om nieuwe technologieën zoals XR te adopteren vanwege gevestigde onderwijsmethoden en scepsis over de voordelen van dergelijke innovaties. Deze weerstand kan het adoptieproces vertragen en experimenteren met XR beperken.

- **Privacy en dataverzameling en andere ethische aspecten**

Verschillende platformen, toestellen en toepassingen verzamelen gebruikersgegevens, verwerken ze en bewaren ze. Het is niet altijd even makkelijk na te gaan welke gegevens van je leerlingen worden verzameld en of ze volledig conform de GDPR-wetgeving worden gebruikt.

Belangrijke richtlijnen

Het is echter belangrijk dat XR op de juiste manier wordt ingezet om deze voordelen te realiseren, uit het onderzoek binnen het jonge XR-onderzoeksveld kunnen volgende richtlijnen worden afgeleid.

- **Evidence-informed ontwerp**

XR-leerapplicaties moeten op een evidence-informed manier worden ontworpen, met aandacht voor de instructieprincipes van effectief en multimediaal leren (Makransky et al., 2023).

- **Aanvulling op bestaande leermaterialen**

Zoals bij elke vorm van educatieve technologie moet XR niet worden gezien als vervanging, maar als aanvulling op bestaande leermaterialen. XR is vooral effectief in de oefenfase van het leerproces nadat een eerste kennisbasis is gelegd (Meyer et al., 2019; Tilhou et al., 2020; Wu et al., 2020).

LEESWIJZER

Hoe gebruik je deze feedback- en inspiratiegids?

De XR-scan en bijhorende feedback- en inspiratiegids richten zich op de volgende 10 domeinen:

1. **Visie:** is er een duidelijk zicht op de potentiële meerwaarde van XR in de school?
2. **Beleid:** hoe kan een visie omgezet worden in beleidsacties?
3. **Percepties van leraren:** hoe staan leraren tegenover het gebruik van XR in hun lessen?
4. **Software:** zijn er toepassingen beschikbaar voor verschillende doeleinden en vakken?
5. **Hardware:** in welke mate is er XR-hardware voorhanden en is de infrastructuur ervoor uitgerust?
6. **Netwerk en beheer:** in welke mate is er een performant WiFi-netwerk en wordt de XR-hardware beheerd via een managementsysteem?
7. **Professionalisering:** zijn er genoeg kansen voor de leerkrachten om zich te bekwamen in gebruik van XR in hun vakdomein?
8. **Competenties leraren:** zijn je leraren deskundige gebruikers?
9. **Competenties leerlingen:** zijn je leerlingen deskundige gebruikers?
10. **Integratie in de lespraktijk:** op welke schaal wordt XR ingezet in de lessen?

Wil je als schoolteam graag zicht krijgen op hoe ver je al staat in de implementatie van een XR-beleid in je school en hoe je hierin verder kan groeien? Het team van onderzoekers heeft een XR-scan ontwikkeld waar je op deze 10 domeinen wordt ingeschaald als school.

Ga je liever meteen aan de slag met deze gids? Lees stapsgewijs door deze gids:

1. Bekijk de toelichting per domein,
2. Schat per domein het implementatieniveau van jouw school in (van niveau 0 tot niveau 3),
3. Lees vervolgens de bijhorende tips en suggesties per XR-domein. Je hoeft je niet te beperken tot het eerstvolgende implementatieniveau, bekijk eventueel ook al even de inspiratie van de daaropvolgende niveaus.

Op het einde van de gids vind je nog enkele inspirerende XR-praktijken die de noodzakelijke afstemming tussen de verschillende XR-domeinen helder illustreren.

Referenties van elk domein vind je aansluitend bij domein. De referenties van de inleiding zijn talrijk en vind je achteraan het document.

VISIE

Een passende rol voor
XR in je visie op leren
en lesgeven



VISIE

Het ontwikkelen van een schoolvisie op Extended Reality (XR) vereist een holistische benadering, waarbij zowel de educatieve doelen als de technologische mogelijkheden in overweging worden genomen. Gezien de relatief recente aandacht voor XR in onderwijs, hoeft het gebrek aan een XR-visie (tekst) uiteraard niet te betekenen dat early adopters niet reeds kunnen experimenteren in hun klaspraktijk. Om echter toe te werken naar een strategisch beleid rond XR in onderwijs, is een doordachte visie voorwaardelijk omdat hierin de concrete ambities en doelen verwoord staan.

Een eerste stap in het opstellen van een XR-visie is de mogelijkheden van XR-technologie te linken aan kernkwaliteiten uit de bestaande schoolvisie: welk potentieel heeft XR-technologie om deze kernkwaliteiten te versterken? Het is nuttig om daarbij uit te gaan van concrete uitdagingen of noden die je op dit moment ervaart in de school. Dat kan variëren van economische voordelen (o.a. dure machines uitsparen) en praktische belemmeringen (o.a. verre bedrijfsbezoeken), tot pedagogisch-didactische voordelen (o.a. beter begrip bij de leerlingen via 3D-visualisaties, of de motivatie van leerlingen verhogen). We verwijzen hierbij graag naar de vele mogelijke voordelen die we in de inleiding hebben beschreven.

“We zagen een unieke kans om XR als innovatieve technologie centraal te stellen in onze visie en werking. Door het aanstellen van een VR-coördinator, de creatie van een VR-lab in een aparte ruimte, en het ontwerp van een eigen applicatie via een InnoVET XR-project hebben we onze ambitie om uit te groeien tot XR-pionierschool kunnen waarmaken.”

Directie niveau 3 school

In een tweede stap is het belangrijk de educatieve doelstellingen te bepalen die je wenst te bereiken met behulp van XR. Het gaat hier dus om een proces waarin je als beleidsteam en in overleg met het lerarenteam de doelgerichte inzet van XR gaat bepalen, zodat die een afgebakende plaats krijgt in de visie. Belangrijk hierbij is om ook de link met de schoolbrede ICT-visie te bewaken.

“Wij zijn onze VR-tools gaan aftoetsen tegen de bestaande leerplandoelen om te kijken waar dat matcht. Dit is een belangrijke stap geweest om aan te tonen dat we zaken niet zomaar gratis deden.”

Directie niveau 3 school

Het **VIER-E-kader** biedt een handig denkkader over hoe digitale leermiddelen onderwijsleersituaties kunnen verrijken en kan dus ook toegepast worden op XR (Valcke, et al., 2023). Het biedt tevens een eenduidige gemeenschappelijke taal om de totstandkoming van de visie in een team te faciliteren. Hierin kunnen keuzes gemaakt worden om - in lijn met het pedagogisch project en de schoolbrede ICT-visie - in te zetten op één of meerdere E's of hierover een graduele toekomstgerichte insteek te formuleren. Verder in de gids werken we dit kader praktisch uit.

Concreet behandelt het VIER-E-kader 4 kritische vragen/overwegingen:

1. ENHANCE - Wensen we met de XR-technologie het leerproces en het bereiken van de leerdoelen te versterken?

XR biedt diverse kansen om het leerproces te versterken en leerinhouden begrijpelijker te maken door de unieke mogelijkheden om 3D-objecten te manipuleren in leeromgevingen waarin authentieke contexten waarachtig worden gesimuleerd. Deze rijke variatie aan zintuiglijke ervaringen ondersteunt de constructie van solide cognitieve schema's over bepaalde procedures. XR leent zich niet tot het ondersteunen van louter kennisdeling, hiervoor zijn andere werkvormen meer geschikt. Het is wel opportuun geschikte didactische werkvormen te selecteren ([zie Integratie in de les](#)) waarin vereiste voorkennis voldoende gegarandeerd wordt zodat de daaropvolgende XR-leerervaring optimale leerwinst genereert. Zo wordt XR vaak ingezet voor het inoefenen van competenties waar herhaaldelijk inoefenen in uitdagende of gevaarlijke werkomgevingen niet realiseerbaar is in fysieke praktijklokalen op een school.

Met VRiool kunnen leerlingen bouw leren hoe ze rioleringswerken aan een huis correct moeten uitvoeren. Door organisatorische beperkingen, is dit op heel wat scholen niet mogelijk. Iets gelijkaardigs zien we bij Hydreg+ waarbij leerlingen leren hoe ze op een correcte manier verwarmingsinstallaties moeten inregelen, zonder dat daarbij een complexe fysieke installatie op school aanwezig moet zijn. Met Ev'nAR kunnen leerlingen via een mixed reality-bril leren hoe ze op een veilige manier een elektrische wagen moeten onderhouden en herstellen.

2. ENGAGE - Wensen we dat de XR-technologie ervoor zorgt dat leerlingen actiever betrokken zijn bij de leerdoelen?

Deze vraag polst naar de mate waarin leerlingen een hogere betrokkenheid ervaren bij hun leerproces door de inzet van XR-technologie. Deze betrokkenheid kan zich uiten op verschillende wijzen: (1) Zorgt de inzet van XR voor meer mentale inspanning van de leerlingen? (2) Verscherpt het de focus van de leerlingen door een betere time-on-task? (3) Werkt het motiverend?

Veiligheid is een heel belangrijk thema in onderwijs. Toch vinden heel wat leerlingen de lessen saai en is het leermateriaal weinig authentiek. De applicatie SAVR (Safety in VR) laat toe om veiligheid op de werkplek in te oefenen via een VR-simulatie. Ook de haven van Antwerpen-Brugge stelt haar applicatie voor brandtraining gratis ter beschikking aan scholen. De Vlaamse Stichting verkeerskunde ontwikkelde op haar beurt VRkeer, een VR-applicatie om veilig te leren fietsen. Leerlingen die met deze VR-applicaties werkten, gaven allemaal aan dat ze veel meer gemotiveerd waren om over deze thema's te leren, dankzij het gebruik van XR.

3. EXTEND - Wensen we met de XR-technologie het leerproces en de leeromgeving uit te breiden?

In het diverse actuele aanbod van digitale leermiddelen biedt XR-technologie bij uitstek mogelijkheden om authentieke contexten, externe experts en ervaringen uit het dagelijkse leven, binnen de schoolmuren binnen te brengen. Dit is een vaak voorkomende beweegreden bij de visievorming en beleidsacties omtrent XR. Het laat immers toe om de klasmuren open te breken naar de buitenwereld.

Een mooi voorbeeld hiervan is [de applicatie rond het boek Antigone](#) in Molenbeek waar leerlingen een immersive ervaring beleven met een VR-bril. Doorheen de ervaring leren leerlingen niet alleen in contact met de

uitdagende leefomstandigheden in Molenbeek, leerlingen kunnen zich identificeren met (de gevoelens van) het hoofdpersonage en krijgen inzicht in het onbegrip en de vooroordelen van een patriarchale samenleving. *Clean Earth Adventure* neemt leerlingen dan weer mee op een virtuele tour naar verscheidene bedrijven die duurzaamheid en groene technologie gebruiken. Vaak kunnen leerlingen hier niet fysiek terecht wegens beperkingen omwille van de veiligheid. De VR-tour doorbreekt die beperkingen en brengt de wereld van buiten binnen de school.

4. EFFICIENCY - Wensen we dat met de XR-technologie leeractiviteiten efficiënter worden uitgevoerd?

Een vierde overweging behandelt efficiëntie in termen van efficiëntere inzet van tijd en onderwijsmiddelen. Dit is een belangrijke overweging, temeer omdat XR-technologie enerzijds specifieke competenties van leraren en leerlingen vereist en anderzijds investeringen in hardware en software, vooraleer een vlotte integratie in de praktijk kan worden gerealiseerd. Goede beslissingen en operationalisatie op de domeinen hardware, netwerk en beheer, en professionalisering zullen hiervoor essentieel zijn. Vandaag zien we in het Vlaamse onderwijsveld dat de tijd die XR-toepassingen voor leerkrachten vraagt geen drempel vormt voor de effectieve implementatie ervan (Boel et al., 2023). Eén van de redenen hiervoor is dat veel XR-applicaties tegemoet komen aan een andere vorm van efficiëntie: de efficiënte inzet van fysieke leermiddelen. Zo werd de applicatie VR Natlakken ontwikkeld vanuit de problematiek dat een lakinstallatie aan heel wat milieunormen moet voldoen en bijgevolg erg duur is. Zo ook voor de applicatie *VR Welding* die niet alleen toelaat om basisoefeningen lassen herhaaldelijk en met gerichte feedback in te oefenen, maar tevens de afvalverwerkingskosten van de restmaterialen sterk te reduceren.

VISIE

Schat het huidige implementatieniveau van jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

Onze school is **sterk overtuigd** van de waarde van XR in het onderwijs, ziet een breed scala aan toepassingen en heeft een duidelijk beeld hoe dit past binnen de eigen pedagogische visie van de school.

NIVEAU 2

Op onze school zien we de **voordelen** van XR en zijn enthousiast over de mogelijkheden ervan, hoewel we nog in een verkennende fase zijn hoe dit in te passen in de eigen pedagogische visie van de school.

NIVEAU 1

We erkennen op onze school de voordelen van XR-technologie en zijn overtuigd dat deze op bepaalde momenten een meerwaarde kan bieden tijdens het leerproces.

NIVEAU 0

Op onze school is er nog **geen duidelijke overeenstemming** of begrip van de potentiële voordelen van XR voor het onderwijs, noch is er een visie over hoe het ingezet zou kunnen worden.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- Het ontwikkelen van een visie op XR voor een school vereist een holistische benadering, waarbij zowel de educatieve doelen als de technologische mogelijkheden in overweging worden genomen. Daarom is het belangrijk om in een eerste stap te **verkennen** wat XR is en wat de technologische mogelijkheden zijn en wat de **educatieve voordelen** van XR-technologieën zijn. [De vragen uit het VIER-E-kader kunnen hiervoor richtinggevend zijn.](#)
- Om XR een vaste stek te laten verwerven in een school is het van belang dat er een **beleid** wordt uitgestippeld en dat dat wordt ingebed. Bij voorkeur samen met het ICT-beleidsplan.

NIVEAU 1

- Creëer een **inclusief proces** waarbij leerkrachten worden betrokken bij het ontwikkelen van de XR-visie. Verzamel hun inzichten en ideeën over hoe XR het beste kan worden geïntegreerd in het lesprogramma.
- **Definieer** duidelijke **educatieve doelstellingen** die je wilt bereiken met XR. Dit kunnen verbeterde betrokkenheid van leerlingen, differentiëren, beter begrip van complexe concepten, of verbeterde praktische vaardigheden zijn. De vragen uit het VIER-E-kader kunnen hiervoor richtinggevend zijn.
- Betrek de **eigen schoolvisie** en onderzoek hoe XR de kernelementen kan versterken of ondersteunen.

NIVEAU 2

- Werk de visie uit naar een **beleidsplan**. Denk hierbij aan de [SMART-principes](#). Lees eerst grondig het luik [Beleid](#).
- Zorg ervoor dat XR niet slechts een aanvulling is, maar een **geïntegreerd** onderdeel van het onderwijsproces.
- **Toets** deze visie goed **af** bij de belanghebbenden zoals ouders, leerlingen en anderen bij het proces.
- Vergeet niet de uitgeschreven innovatieve **visietekst zichtbaar** te maken op de website van de school.
- Overweeg hoe XR kan worden ingezet om **inclusiviteit en diversiteit** te bevorderen in het onderwijs. Het is belangrijk dat XR-toepassingen voor alle studenten toegankelijk zijn. Zo zijn sommige kleine instellingen mogelijk bij elk toestel (bv. Bij een [VR-Bril](#) of [iPad](#))
- Je XR-beleid zal toewerken naar de realisatie van je XR-visie. Deze visie biedt dan ook antwoorden op onderstaande vragen:
 - Wanneer is de XR-implementatie voor de school geslaagd?
 - Welke ambitieuze, concrete doelen streeft de school na met de XR-implementatie?
 - Hoe zal XR de kernkwaliteiten van de school versterken? Of hoe zal XR de school doen uitblinken?



NIVEAU 3

- XR-technologie ontwikkelt zich snel. Besef dat je visie (en bijbehorend beleid) ruimte moet bieden voor aanpassingen.
- **Evalueer** het beschreven beleidsplan: wat loopt goed, wat kan beter en wat ontbreekt?
- Evalueren kan aan de hand van de [MoSCoW- analyse](#)

Referenties:

Boel, C., Rotsaert, T., Valcke, M., Rosseel, Y., Struyf, D., & Schellens, T. (2023). Are teachers ready to immerse? Acceptance of mobile immersive virtual reality in secondary education teachers. *Research in Learning Technology*, 31.

Valcke, M., Adams, B., Boelens, R., Cabbeke, B., Detienne, L., Pynoo, B., & Rotsaert, T. (2023). Digitaal Leren. <http://hdl.handle.net/1854/LU-01HNFYQ6VFON3XJXSK6QXYTN39>

BELEID

Een effectieve XR-strategie,
gedragen door je team



BELEID

De visie die je hebt geformuleerd met je team kan je nu omzetten in concrete acties op technisch en pedagogisch vlak. De ICT-coördinator heeft hierin een heel belangrijke rol te vervullen. Het is daarom essentieel dat deze perso(o)n(en) van bij het begin worden betrokken bij beleidsvorming en acties. Op technologisch vlak is hij of zij immers het best geplaatst om inschattingen te maken wat nodig is voor een vlotte werking van XR-technologie binnen de school. Denk daarbij in eerste instantie aan een performant WiFi-netwerk. De pedagogisch ICT-coördinator werkt van meet af aan mee aan de visienota en de XR-beleidsplannen, gekoppeld aan het ICT-beleidsplan.

Daarnaast kan hij of zij een verkennende rol opnemen: wat is er beschikbaar van XR-hardware, welke software-applicaties zijn nuttig binnen de opleidingen van de school, welke inspanningen zal dit vragen van de vakleerkrachten...?

“Start met één of twee pilootprojecten om zowel het technische aspect als didactische te verkennen, Dat valueer je en dan pas kan je op schalen. Met de kleine groep leerlingen van Sanitair Duaal Leren werd beslist om de oefenkansen plaatsen van basissanitair te vergroten met VR. Er werd een VR-bril aangekocht en specifieke software geïnstalleerd. Gedurende twee trimesters konden de leerlingen en de praktijkleerkracht ontdekken op welke momenten de VR-app het best rendeerde in de lessen. Het derde trimester werd, samen met de ICT-stuurgroep beslist dat de aankoop van 2 extra brillen en loonde voor gebruik in het reguliere traject sanitair in de school. Zo hadden we op 2 schooljaren 3 leerkrachten die bekwaam werden in het gebruik van VR in de les.”

Innovator Onderwijs T2-campus Genk

Op basis van die verkenning kunnen er doordachte keuzes worden gemaakt, afgetoetst bij beleid en de leerkrachten. Nadat de keuze is gemaakt, kunnen er professionaliseringsacties worden opgezet, intern en/of extern, zodat leerkrachten weten hoe de XR-technologieën efficiënt in te zetten in hun lessen.

Enkele suggesties:

- Er kan een intranetpagina gemaakt worden waar alle informatie wordt verzameld (hardware, software, tips en tricks).
- Je organiseert sessies om leerkrachten kennis te laten maken met XR (tijdens de middagpauze, op woensdagmiddag, op pedagogische studiedagen).
- Er kan een systeem worden opgezet waarbij leerkrachten de XR-hardware mee naar huis kunnen nemen om te ontdekken en te experimenteren.
- Je zet netwerkmomenten met andere scholen op.
- De pedagogisch ICT-coördinator kan in een eerste fase de vakleerkracht bijstaan in een vorm van co-teaching...

De ICT-coördinator zal ook in eerste instantie het beheer van de XR-technologie opnemen. Dit omvat: de initiële setup van de XR-hardware, aankoop en management van software-licenties, updates van hardware en software, eventueel onderhoud (batterijen, herstel van defecten...) en het opzetten van een uitleensysteem. Daarvoor is mogelijk extra ruimte nodig, een reserveringstool, maar vooral tijd.

Investeer in een VR coördinator: 'Leraar X is ooit drie uur per week vrijgesteld. Als elke school zo iemand structureel zou kunnen inplannen, dan stelt dat op grote schaal niet veel voor, maar je verankert wel die innovatie in je langetermijnbeleid'.

Directielid

Afhankelijk van de mogelijkheden en keuzes van een school kan de ICT-coördinator daarom ook bijgestaan worden door (een team van) **XR-ankerpunten uit de vakgroepen**, nadat zij uiteraard eerst ook de nodige kennis en vaardigheden hebben opgebouwd. Dat ontlast de ICT-coördinator bij een aantal taken. Indien mogelijk, is het ook wenselijk om, zeker in een eerste fase, de XR-ankerpunten ruimte te geven in hun opdracht om hun rol voluit te kunnen spelen.

Om een beleid rond de implementatie van Extended Reality (XR) uit te stippelen, kan je dezelfde stappen volgen als je deed voor je ICT-beleidsplan. Ofwel integreer je de XR-acties in je bestaande ICT-beleidsplan, of je maakt een addendum. Hoe je een effectief ICT-team samenstelt vind je terug op de [themapagina van het Kenniscentrum Digisprong](#). Een volledig [stappenplan voor het uitzetten van een ICT-beleid](#) vind je op de website van het Kenniscentrum Digisprong.

Hieronder geven we alvast enkele essentiële stappen en overwegingen mee:

Breng je huidige situatie in kaart en analyseer.

1. Inventariseer de XR-hardware en XR-software die je nu al in je bezit hebt.

- Denk daarbij aan VR-brillen, maar ook AR toestellen als tablets of een 360° camera. Welke software(licenties) zijn er al in gebruik op de toestellen die aanwezig zijn in de school?
- Zijn er daarnaast makkelijk toestellen uit te lenen en in gebruik te nemen?
- Maak daarbij een analyse van het gebruik van de toestellen en software. Hoe vaak worden ze gebruikt, wie gebruikt ze vooral en voor welke leeractiviteiten? Zie hiervoor ook het luik [Hardware](#) en [Software](#) in deze gids.

2. Beheer en beschikbaarheid.

Op welke manier worden de toestellen beheerd?

- Bekijk of er gebruikersaccounts aangemaakt zijn. Zijn er generieke, toestelgebonden accounts of per leerkracht of leerling?
- Worden de besturingssystemen van de toestellen regelmatig geüpdated?
- Is er een Mobile Device Management System zodat je de toestellen centraal kan beheren?

Zijn de toestellen vlot beschikbaar en in gebruik te nemen?

- Op welke manier kunnen de toestellen uitgeleend worden door de leerkrachten?
- Zijn de toestellen veilig opgeborgen en makkelijk transporteerbaar?
- Is je netwerk infrastructuur voldoende performant en veilig?

Evalueer het huidige gebruik en bepaal waar verbeteringen mogelijk zijn met het oog op een uitbreiding van je toestellen of het gebruik ervan. Zie hiervoor ook het luik [Netwerk en beheer](#) in deze gids

3. Deskundigheid in je team op vlak van XR

Welke collega's zijn bedreven in het werken met XR in hun lessen? Denk daarbij aan technische competenties en didactische competenties voor het effectieve gebruik van XR voor leren.

Zijn er in het verleden al scans (zoals de [Digisnap](#)) afgenomen om de competenties van je leerkrachten te meten? Welke professionaliseringsdoelen zal je moeten stellen om je visie te kunnen verwezenlijken? Zie hiervoor ook het luik [Professionalisering](#) in deze gids.

4. Inhoud en toepassingen

Op welke manier ondersteunt XR momenteel al het behalen van leerdoelen?

Maak een lijst van leeractiviteiten waar bepaalde toepassingen gebruikt worden in het huidig curriculum. In welke vakgebieden zijn er nog mogelijkheden, met het oog op jullie visie op XR?

Bekijk zeker de didactische fiches van het XR Lerend Netwerk via de [themapagina op KlasCement](#)

Bepaal prioriteiten en maak een planning op.

Met de vooropgestelde visie en een helder beeld van de huidige context kan je concrete acties vooropstellen.

1. Begin met het leerdoel voor ogen

Bepaal volgens jullie visie in welke vakgebieden er **prioritair** gewerkt kan worden met XR.

1. Verken de hardware en software (demo's) die in aanmerking komt voor deze leeractiviteiten. Plan de aankoop met het oog op eventuele uitrol in andere vakgebieden later. (compatibiliteit).
2. Bepaal helder wat je wil bereiken in deze fase.

Bijvoorbeeld:

1. **Must have:** de leerlingen automechanica in de derde graad oefenen minstens drie keer succesvol per schooljaar in het veilig aansluiten van een batterij in een EV.
2. **Nice to have:** naast een interactieve 360° foto van de hygiëne topics, maken we ook een 360° oefening van de industriële keuken.
3. **Out of Scope:** alle praktijkleerkrachten kunnen overweg met Reality Composer voor het maken van AR op de iPad.
3. Bepaal helder wat je wil leren in deze fase en link dit expliciet aan **leerplandoelen**.
4. **Plan deze acties in trimesters en schooljaren.**

5. **Slim roosteren:** Om samenwerking en intervisie te stimuleren, wat dan weer versterkend werkt voor de bredere verspreiding, is het zinvol om ruimte te voorzien in het uurrooster, zodat leerkrachten met dezelfde of verwante vakken bij elkaar kunnen gaan kijken en van elkaar leren en elkaar eventueel ondersteunen (al dan niet doorgedreven via co-teaching). Een andere ingreep zou kunnen zijn om bepaalde leerkrachten die met XR (willen) werken, meer dan één uur na elkaar in te plannen. Zo rendeert de tijd om de XR-hardware op te starten en terug op te ruimen beter.
6. **Duid (eind)verantwoordelijken aan** en leg vast wie welke rol heeft. Soms is een extra VR-coach vanuit het ICT-team erg nuttig.

Monitor je beleid en stuur bij waar nodig.

1. Kom regelmatig samen met je XR-team en evalueer de voortgang van het plan.
2. Analyseer de reden waarom sommige acties niet lukken en pas je acties aan.

Sleutels tot succes

1. XR implementeren is, net als andere onderwijstechnologie, werken aan verandering. Het is dus noodzakelijk om je team van leerkrachten hun overtuigingen over leren met XR te richten op de meerwaarde voor de leerlingen en de leerdoelen. Bekijk hiervoor tips bij [Percepties van leraren](#).
2. Communiceer regelmatig met de brede leerkrachtenploeg, leerlingen en ouders wat het doel is van het XR-project en wat de (voorlopige)resultaten zijn.
3. Werk aan begeleiding (XR-coach, professionalisering) en maak het gebruik van XR zo makkelijk mogelijk (uitleen, technisch opzet...)

BELEID

Schat het huidige implementatieniveau van jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

Onze school heeft een **volledig geïntegreerd XR-beleidsplan** dat een onderdeel is van het **ICT-beleidsplan**, ondersteund door het pedagogisch project, en omarmd wordt door alle betrokkenen, waarbij we ook een **kwaliteitszorgsysteem** toepassen om de implementatie te monitoren.

NIVEAU 2

Onze school heeft een **volledig geïntegreerd XR-beleidsplan** dat een onderdeel is van het **ICT-beleidsplan**, ondersteund wordt door het pedagogisch project, en gedragen. Een kwaliteitszorgsysteem werd echter nog niet ontwikkeld of toegepast.

NIVEAU 1

Ons **XR-beleidsplan** is **opgesteld** als onderdeel van het bredere **ICT-plan**, maar het moet nog volledig worden geïntegreerd met ons pedagogisch project en gedragen worden door het hele lerarenteam en de **ICT-coördinator(en)**.

NIVEAU 0

Onze school heeft nog **geen XR-beleidsplan opgesteld** en heeft nog geen specifieke acties ondernomen om dit beleid te ontwikkelen.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- **Breng** de verschillende **stakeholders** samen: ICT-coördinatoren, directie, innovators en early adopters binnen het onderwijzend personeel en schrijf eerst een gedragen visie neer geënt op het pedagogisch project van de school. Denk na over hoe XR een plaats kan krijgen binnen jullie huidige ICT-beleid.
- Een **draagvlak creëren** is de eerste stap naar een duurzame implementatie van XR in de lessen. Best practices presenteren en demonstreren is een eerste stap.
- **Introduceer XR** in je school door het uitnodigen van medewerkers van een expertisecentrum of uitleendienst. Zij kunnen het onderwijzend personeel 'goesting' doen krijgen in XR.

NIVEAU 1

- Een degelijk beleid voeren is getuigen van **visie**. Wanneer je die visie ook nog eens vertaalt in een goed onderbouwd beleidsplan ben je als school klaar om je beleid te implementeren en ervoor te zorgen dat dat leidt tot daadwerkelijke acties.
- Breng de verschillende **stakeholders** samen: ICT-coördinatoren, directie, innovators en early adopters binnen het onderwijzend personeel en schrijf vanuit die visie een eenvoudig stappenplan voor een eerste structurele implementatie van XR op je school.

NIVEAU 2

- Zorg ervoor dat het XR-beleidsplan **aansluit** en **geïntegreerd** wordt met andere relevante beleidsplannen, zoals het ICT-beleidsplan. Dit garandeert coherentie en synergie tussen verschillende technologische en pedagogische benaderingen.
- Het XR-beleidsplan moet aansluiten bij het **pedagogisch project** van de school. Dit betekent dat het gebruik van XR de onderwijsdoelen moet ondersteunen en verrijken, en niet alleen als een technologische nieuwigheid wordt gezien.
- **Betrek** belangrijke **stakeholders** zoals onderwijzend personeel, ouderraad, leerlingenraad en pedagogische staf bij de ontwikkeling en implementatie van het beleid. Hun input en ondersteuning zijn cruciaal voor het succes en de acceptatie van het plan.
- Investeer in **training** en **professionalisering** van leerkrachten en ander personeel. Zij moeten niet alleen comfortabel zijn met de technologie, maar ook begrijpen hoe ze deze effectief kunnen integreren in hun lesgeven.
- Zorg voor duidelijke **communicatie** over het beleid, de doelstellingen, en de verwachte uitkomsten. Transparantie helpt bij het **creëren van een draagvlak** en zorgt ervoor dat iedereen op de hoogte is van de gemaakte afspraken.
- **Publiceer** het beleidsplan en gerelateerde informatie op de schoolwebsite, LMS (Learning Management System) zoals Smartschool, en fysieke locaties in de school.
- Overweeg de kosten voor de aanschaf en het onderhoud van de benodigde apparatuur en software. Zorg voor een **realistische budgettering** en zoek naar mogelijke financieringsbronnen.



NIVEAU 3

- Stel mechanismen in voor regelmatige **evaluatie** en **feedback**. Dit kan helpen bij het aanpassen en verbeteren van het beleid op basis van praktijkervaringen en veranderende behoeften.
- Denk vooruit. Hoe zal de school de XR-technologie blijven ondersteunen en updaten? Hoe kan het beleid zich aanpassen aan nieuwe technologische ontwikkelingen?
- Zorg ervoor dat het XR-aanbod **toegankelijk** en **inclusief** is voor alle leerlingen, ongeacht hun achtergrond of capaciteiten. Bestudeer de toegankelijkheidsfuncties van je XR-materiaal.

PERCEPTIES VAN LERAREN

Boost de appreciatie van XR als leermiddel



PERCEPTIES VAN LERAREN

We leven in een wereld waar heel wat technologische (r)evoluties elkaar snel opvolgen, denk maar aan de snelle opkomst en verspreiding van generatieve AI. Ook binnen XR zien we voortdurend vernieuwingen en verbeteringen door massale investeringen van big tech bedrijven als Meta, Pico, HTC en vele andere. Dankzij die investeringen en de daaruit volgende innovaties, worden XR-hardware en -software steeds gebruiksvriendelijker en betaalbaarder. We zien logischerwijs dan ook wereldwijd een sterke groei van XR in heel wat domeinen zoals de medische sector, bouwbedrijven, sport, architectenbureaus, gaming en entertainment, ... maar zeker ook in onderwijs. We verwezen in het begin van deze inspiratiegids al naar de vele mogelijkheden die XR-technologieën voor het onderwijs kunnen betekenen.

It's not about the headsets, it's about the mindsets.

Tom Wambeke, ITCILO

Toch betekent dat nog verre van dat XR ook op grootschalige manier effectief in onderwijs wordt gebruikt. We zien wereldwijd dat er vele onderwijsprofessionals met XR aan het experimenteren zijn, maar dat zijn vaak individuele personen of kleine groepjes binnen een bepaalde organisatie. Die discrepantie tussen enerzijds de maturiteit en de mogelijkheden van XR-hardware en -software en anderzijds de lage adoptie van XR binnen onderwijs is dan ook een interessant vraagstuk.

Onderzoek naar acceptatie van technologie

Hoe kunnen we dat opmerkelijke verschil nu verklaren? Dit vormt onderwerp van wat men acceptatieonderzoek noemt: welke factoren kunnen verklaren waarom personen en organisaties al dan niet toegankelijk zijn voor nieuwe technologieën? Dit onderzoek is erg belangrijk, want het geeft beleidsmedewerkers inzichten en handvatten in hoe ze de nieuwe technologie op een effectieve manier kunnen introduceren binnen hun organisatie. Door in te zetten op bepalende factoren kunnen ze strategieën en acties opzetten die de introductie en implementatie van de nieuwe technologie kunnen faciliteren.

Onderzoek naar acceptatie van technologie heeft al een lange traditie en er werden reeds verschillende modellen ontwikkeld om zo goed mogelijk te voorspellen welke factoren al dan niet bepalend zijn voor de acceptatie van de nieuwe technologie. In 2003 voegden Venkatesh en zijn collega's acht eerdere modellen samen tot één holistisch model, het zogenaamde Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT). Dit model, dat vooral bedoeld was voor gebruik binnen organisaties, onderscheidde vier essentiële factoren, die we hieronder gedetailleerd bespreken.

Performance expectancy

Deze factor verwijst naar de mate waarin iemand gelooft dat de nieuwe technologie zijn of haar werk en doelen zal vereenvoudigen of versterken. Het gaat dus om de gepercipieerde meerwaarde van de nieuwe technologie voor het eigen werk.

Effort expectancy

Dit is de mate waarin iemand gelooft dat het aanleren en gebruik van de nieuwe technologie vlot zal verlopen en weinig moeite zal vragen. Het gaat dus om het ingeschatte gebruiksgemak van de nieuwe technologie.

Social influence

Hiermee verwijzen de auteurs naar de mate waarin iemand druk ervaart in zijn of haar omgeving om aan de slag te gaan met de nieuwe technologie. Deze **sociale druk** kan zowel uit de persoonlijke sfeer komen als uit de werksfeer, en op twee niveaus: peers (collega's) of beleid. In welke mate voelt iemand zich dus gestimuleerd om de nieuwe technologie te omarmen?

Facilitating conditions

Ook dit concept omvat twee delen: **kennis en vaardigheden langs de ene kant, en infrastructuur en ondersteuning langs de andere kant**. Kennis en vaardigheden verwijzen naar de mate waarin iemand denkt dat hij of zij voldoende kennis en vaardigheden heeft om de nieuwe technologie effectief te gebruiken.

Infrastructuur verwijst naar het technische en organisatorische aspect dat nodig is om met de nieuwe technologie te werken, denk aan een performant WiFi-netwerk, hardware of een specifieke locatie geschikt voor gebruik van de technologie.

Ondersteuning verwijst dan weer naar een bepaalde persoon of dienst die gebruik van de technologie kan ondersteunen, bijvoorbeeld een ICT-coördinator of een ICT-ankerpunt. Facilitating conditions verwijst dus algemeen naar de mate waarin iemand gelooft dat hij of zij zich ondersteund voelt om effectief aan de slag te kunnen met de nieuwe technologie.

Het UTAUT-model bleek in heel wat onderzoek in verschillende toepassingsdomeinen (waaronder onderwijs) een valide instrument te zijn om bepalende factoren in kaart te brengen voor acceptatie en adoptie van technologie.

Toch werden er gaandeweg nieuwe factoren ontdekt, vooral dan wanneer de technologie niet (verplicht) binnen organisaties wordt gebruikt, maar eerder vrijwillig en niet noodzakelijk binnen een organisatie. In 2012 ontwierpen Venkatesh en collega's daarom een uitgebreider model (UTAUT2) met drie bijkomende factoren.

Hedonic motivation

Dit concept verwijst naar **de mate waarin iemand plezier beleeft** aan het gebruik van de nieuwe technologie. Wanneer de nieuwe technologie aangenaam wordt ervaren, is de kans immers groot dat die ook zal gebruikt worden en andersom.

Habit

Hiermee verwijzen de auteurs naar **de mate waarin iemand gelooft dat de nieuwe technologie past** binnen de eigen gewoontes en aansluit bij de manier waarop andere, bestaande technologieën al worden gebruikt. Als er een totaal andere manier van werken nodig is, is de kans dat iemand de nieuwe technologie ook echt zal gebruiken eerder klein en andersom. Past de nieuwe technologie dus bij de stijl en gewoontes van de persoon?

Price value

Zoals de naam eigenlijk al zegt, verwijst dit naar de mate waarin **iemand gelooft** dat de nieuwe technologie **zijn geld waard** is. Is de prijs verantwoord voor de waarde die het biedt of niet? Het wordt al snel duidelijk dat dit concept vooral van tel is wanneer de persoon zelf het geld op tafel moet leggen voor (het gebruik van) de nieuwe technologie en minder speelt binnen organisaties wanneer de kosten voor de organisatie zijn. Dit concept is dus vooral van toepassing voor beleidsmedewerkers binnen organisaties.

Eén aspect dat onderbelicht werd binnen de verschillende UTAUT-modellen was echter de mate waarin iemand open staat voor (technologische) innovaties, de **Personal Innovativeness** (of information technology) (Agarwal & Prasad, 1998). Deze factor bleek in verscheidene studies een belangrijke aanvulling om de acceptatie van nieuwe technologieën te voorspellen, naast de bestaande UTAUT-factoren.

Acceptatie van XR-technologie in onderwijs

Zoals gezegd wordt er al volop geëxperimenteerd met XR binnen onderwijs. Het is echt van belang om na te gaan in welke mate leraren geneigd zijn om met deze technologieën aan de slag te gaan en welke factoren daar ondersteunend zijn ('drivers') en welke belemmerend ('blockers').

In 2021 werd binnen Vlaanderen een grootschalige studie gevoerd naar de voorspellende factoren voor acceptatie van VR-technologie binnen hun onderwijs. In totaal namen 379 leraren deel aan het onderzoek (Boel et al., 2023). Daaruit bleek dat vijf factoren een belangrijk positief effect hebben om de intentie van leraren om met VR-technologie te werken, namelijk performance expectancy, social influence, facilitating conditions, hedonic motivation, en personal innovativeness. Leraren hechten dus belang aan de voorspelde meerwaarde, de sociale druk die ze ervaren in hun omgeving, de mate waarin ze zich ondersteund voelen en het plezier dat ermee gepaard gaat. We zagen ook dat de mate waarin een leraar openstaat voor innovatie een belangrijke voorspeller was. Price value en habit werden in het onderzoek niet meegenomen. De leraar is immers niet verantwoordelijk voor de kost van de VR-hardware en -software en aangezien het gebruik van VR-technologie in 2021 binnen het Vlaamse onderwijs nog erg laag was, zou het moeilijk zijn voor leraren om een correcte inschatting te maken of VR-technologie past binnen hun gewoontes.

Onderzoek naar acceptatie van augmented reality wijst op gelijkaardige resultaten, waarbij vooral de meerwaarde en plezier bij het gebruik sterke voorspellers zijn (Koutromanos et al., 2024).

Tot slot, onthoud dat ook leerlingen met bepaalde percepties over XR-technologie zitten. Ook hun opvattingen zijn belangrijk om mee in ogenschouw te nemen. Immers, als zij weigerachtig staan tegenover deze nieuwe technologie, dan is het aangeraden om hier proactief op in te spelen. Gelukkig wijst heel wat onderzoek, maar ook praktijkervaringen, op het tegendeel: leerlingen zijn heel enthousiast om met deze technologie te starten en we zien dat grosso modo dezelfde factoren bepalend zijn (Boel et al., 2023). Onthoud bij de aanbevelingen hieronder dus, dat je ook best inzet op het niveau van leerlingen.

Wat kunnen we nu leren uit inzichten van deze studies?

We geven eerst algemene aanbevelingen, gelinkt aan de relevante factoren, nadien richten we onze tips specifiek op de verschillende maturiteitsniveaus, gekoppeld aan de XR-scan. Deze aanbevelingen zijn gebaseerd op inzichten uit (praktijkgericht) wetenschappelijk onderzoek rond XR in onderwijs en op ervaringen van leraren die reeds met XR aan de slag zijn.

Een degelijke start voor leraren én leerlingen.

Alles begint met een duidelijke visie, zoals ook eerder in deze inspiratiegids aangehaald wordt. Leraren (en leerlingen) geven aan dat wanneer ze (positieve) sociale druk ervaren binnen hun school, i.c. het beleid, ze meer geneigd zijn om met de XR-technologie aan de slag te gaan. Het is dus van groot belang om als beleid een duidelijke visie te ontwikkelen op waarom XR-technologieën waardevol (kunnen) zijn binnen de school en hoe dat past binnen de pedagogische visie van de school. Wanneer leraren een duidelijk kader zien en begrijpen dat de XR-technologieën deel uitmaken van het pedagogisch project van de school, meer dan alleen maar een marketing tool of een zoveelste experiment omwille van de innovatie, zullen ze zich gemotiveerd voelen om de XR-technologieën te ontdekken en uit te zoeken hoe dit binnen hun vak(ken) ingezet kan worden. Dit geldt dus ook voor leerlingen: als zij begrijpen hoe dit past binnen hun leertraject en inzien hoe dit het bereiken van hun doelstellingen kan ondersteunen, zullen ze het nut van XR-technologie inzien en zullen ze meer gemotiveerd zijn en meer betrokkenheid bij de XR-leerinhouden tonen. Om een visie op XR binnen onderwijs te ontwikkelen, kan je verwijzen naar de vele mogelijkheden van XR voor leren en naar de huidige problemen en/of beperkingen die XR-technologieën kunnen oplossen.

En daaraan is natuurlijk de voorspelde meerwaarde gekoppeld. We spraken in het onderdeel [Visie](#) reeds over het VIER-E-kader, dat een goede lens kan zijn om te evalueren wat die meerwaarde van XR kan zijn.

- **ENHANCE:** XR inzetten om de leerstof voor de leerlingen begrijpelijker te maken (denk aan een 3D-visualisatie van abstracte begrippen, of een veiligheidstraining voor het VCA-examen).
- **ENGAGE:** leerlingen meer motiveren en betrekken bij de leerstof door het aanschouwelijker te maken (denk aan een interactieve 360° tour in een werkplaats, of een VR-applicatie om communicatieve vaardigheden te oefenen bij studenten in de zorgsector).
- **EXTEND:** misschien het meest toepasselijk bij XR: leermogelijkheden creëren die er nu niet bestaan (denk aan een virtueel bezoek bij een bedrijf wat normaal geen bezoekers toelaat, of werken met toestellen die in de school niet beschikbaar zijn).
- **EFFICIENCY:** denk aan praktijkoefeningen die heel omslachtig zijn om op school te organiseren, of aan meer gepersonaliseerde oefen- en toetskansen die leraren een beter zicht geven in de individuele prestaties van elke leerling, terwijl dit nu heel veel tijd zou vragen of zelfs onmogelijk is.

De voordelen kunnen van allerlei aard zijn, zowel op pedagogisch als economisch vlak, als op motivatie van leerlingen... Meer informatie vind je bij de voordelen van XR in de [inleiding van deze inspiratiegids](#). Leg leerlingen ook uit hoe de XR-technologie hun leertraject bevordert.

Werken aan de attitude bij leraren met betrekking tot XR-integratie

Visie moet natuurlijk steeds omgezet worden in beleid. Duidelijke strategieën die samen naar die visie leiden, zijn essentieel om tot succes te komen. We geven hieronder een aantal strategieën mee die zich specifiek focussen op attitudevorming bij leraren inzake XR-integratie.

Terugkerend naar de sociale druk, is het ook aangewezen om vakcollega's elkaar te laten inspireren en XR te introduceren in vakgroepen. Leraren zijn immers geneigd om sneller innovaties te aanvaarden van een vakcollega: iemand met dezelfde kennis, vaardigheden (en soms achtergrond), die dezelfde doelen nastreeft bij de leerlingen en die binnen gelijkaardige omstandigheden werkt.

Je kan hier op **twee manieren op inzetten**:

1. Via een **XR-ankerpunt** binnen elke vakgroep of via netwerken met vakcollega's over scholen heen. Innovaties verspreiden zich typisch als een olievlek: het begint bij één of meerdere personen, die op hun beurt andere mensen inspireren enzovoort. Door een XR-ankerpunt aan te duiden binnen elke vakgroep, kan je op een efficiënte manier het olievlekprincipe toepassen, met meer kans op succes doordat het via vakcollega's verloopt. Die vakcollega kan bijvoorbeeld het voortouw nemen en nuttige applicaties zoeken, testen en selecteren en daarna andere vakcollega's uitnodigen om er ook mee aan de slag te gaan.
2. Een tweede piste is om met vakcollega's over scholen heen te werken. Door **netwerkmomenten** op te zetten, al dan niet met een focus op XR-technologie, kunnen leraren van elkaar leren en ervaringen uitwisselen. Heel wat onderzoek én praktijkvoorbeelden wijzen op het positieve effect van 'community learning' of het leren en inspireren van elkaar. Dat bleek ook uit het onderzoek dat aan deze inspiratiegids vooraf ging.

Olievlekprincipe

Zoals gezegd start innovatie klein en breidt het uit via het olievlekprincipe. In een eerste fase heb je altijd een kleine groep van enthousiaste mensen die alle nieuwe dingen willen uitproberen en bereid zijn om er tijd in te investeren, ook al is er kans op falen. Deze innovatoren zullen de trekkers zijn voor de verdere verspreiding van de innovatie. Deze leraren vertonen een hoge mate van personal innovativeness, wat een belangrijke voorspeller bleek voor de effectieve implementatie van XR binnen onderwijs. Wanneer je dus wil inzetten op de implementatie van XR in je school, is het aangeraden om te beginnen met een kleine groep leraren die open staan voor innovatie en bereid zijn om hierin te investeren. Deze XR-ankerpunten (idealiter per vakgroep, zie boven) kunnen dan het voortouw nemen en mee denken over en schrijven van de visietekst over het doordacht gebruik van XR binnen de school en hoe de school dit zal aanpakken. Daarnaast zorgen zij ook voor de verdere verspreiding doorheen de school, via bijvoorbeeld infosessies tijdens de middag, op woensdagmiddag, of op een pedagogische studiedag. Idealiter zijn zij dus ook de XR-ankerpunten binnen de vakgroep die met gerichte informatie kunnen komen en hulp en ondersteuning kunnen geven aan hun vakcollega's wanneer nodig.

Ook voor leerlingen geldt dat wie meer open staat voor innovatie, meer geneigd zal zijn om betrokkenheid te tonen. Het is dus raadzaam om met een beperkte groep leerlingen te beginnen, van wie je weet dat ze gemakkelijk zullen instappen, en laat hen hun ervaringen delen met de andere leerlingen. Zo verspreiden de leerlingen zelf enthousiasme over XR, ook naar andere leraren.

Leerdoelen en plezier als hefboom voor leraren

Leraren ervaren immers plezier bij het gebruik van XR-technologie. Ook al wordt dit soms toegeschreven aan het innovatieve karakter van de technologie, waarbij men ervan uitgaat dat dit effect zal verdwijnen na een tijdje ('novelty effect'), dat hier geen aanwijzingen voor zijn (Hao & Csu, 2022). Het gepercipieerde plezier is dus te wijten aan de technologie zelf, niet omdat het nieuw is. Wanneer je als beleidsmedewerker XR-technologieën introduceert, doe je dit dus best door naast het expliciteren van de leerplandoelen die met deze technologie kunnen behaald worden ook het plezier van deze technologie te benadrukken. Toon applicaties die leraren onmiddellijk een aangenaam gevoel geven, die laagdrempelig en gemakkelijk zijn. Daarbij kan je dus zeker gebruik maken van een game-applicatie. Het is vooral van belang dat leraren een eerste aangename ervaring meemaken en dat het plezier dat aan XR-technologieën gerelateerd is, onmiddellijk duidelijk wordt.

Het hoeft geen betoog dat plezier van XR bij leerlingen op nummer 1 staat wanneer een vlotte lesintegratie wordt gerealiseerd. Deze technologie biedt immers heel wat kansen: een hoge mate van interactie, een rijke digitale leeromgeving, de mogelijkheid om te ervaren wat anders onmogelijk of onveilig is, veel oefenkansen met gepersonaliseerde leerpaden en feedback... We herhalen graag dat 'het nieuwe' van XR hier weinig telt, het zogenaamde 'novelty effect' blijkt niet van toepassing. Reden te meer om in te zetten op het leerplezier dat leerlingen ervaren bij XR.

Deze algemene aanbevelingen bieden een goede basis voor elke school om op een doordachte manier XR duurzaam te implementeren in hun onderwijs. Let wel, uit de voorgaande aanbevelingen blijkt duidelijk dat percepties - en de daaropvolgende acties - heel sterk samenhangen met andere factoren uit de XR-scan. Het is dan ook aanbevolen om naar de inspiratie voor de andere factoren te kijken en acties voor attitudevorming af te stemmen met acties voor de andere factoren.

PERCEPTIES VAN LERAREN

Schat het huidige implementatieniveau van jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

Er heerst een **uitgesproken en brede interesse** in XR-technologie binnen ons het hele lerarenteam, met een sterke overtuiging dat het gebruik ervan de klaspraktijk aanzienlijk kan verbeteren.

NIVEAU 2

Het lerarenteam op onze school staat over het algemeen **positief** tegenover XR-technologie, erkent de educatieve voordelen en toont een groeiende interesse om het in de klaspraktijk te gebruiken.

NIVEAU 1

Er is een **beginnende interesse** in XR-technologie onder het lerarenteam, en hoewel we nog geen concrete stappen hebben gezet, zien sommigen het potentieel voor gebruik in de klas.

NIVEAU 0

De leerkrachten op onze school tonen momenteel **geen bijzondere interesse** in XR-technologie en zijn nog niet overtuigd van de potentiële voordelen ervan voor hun lessen.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- Start met **kennismaking** met XR op een **laagdrempelige** manier in een **ontspannende** setting. Introduceer XR-technologieën via een spelletje, op een team event, op het personeelsfeest... Zo kunnen leraren die XR nog niet (voldoende) kennen, op een vrijblijvende en leuke manier kennis maken. Door dit in team te organiseren, stimuleer je ook (positieve) sociale druk die bevorderend werkt.
- Stel XR-technologieën **vrij beschikbaar** op een bepaalde (vlot toegankelijke) locatie in de school. Zo kunnen leraren tijdens vrije momenten de nieuwe XR-technologieën uitproberen. Bij voorkeur gebeurt dit onder het (wakend?) oog van een ICT-coördinator die kan zorgen voor een geslaagde eerste kennismaking.
- Begin met het **ontwikkelen** van een **visie** op wat XR mogelijk zou betekenen voor de school. De ICT-coördinator kan exploreren welke hardware en software beschikbaar is en wat mogelijk nuttig kan zijn voor de school. Deel de informatie via verschillende kanalen en op verschillende momenten om dit kenbaar te maken aan het team. Zo wakker je de interesse aan bij leraren, en toon je dat je nadenkt over hoe dit de school ten goede zou kunnen komen.
- **Betrek leraren** die al interesse hebben voor XR, zonder daar al concrete verantwoordelijkheden aan te koppelen. Dit is een initiërende fase waarin nog veel uitgeklaard moet worden. Zij kunnen meedenken aan de visie.
- Neem deel aan **externe vormingen, workshops en netwerkmomenten** rond XR in onderwijs om te leren van anderen. Idealiter doe je dit als (klein) team zodat de kennis niet bij één persoon blijft en er (constructieve) discussies ontstaan over XR binnen onderwijs. Betrek daarbij bij voorkeur iemand uit het beleid, een ICT-medewerker en één of meerdere vakleraren.

NIVEAU 1

- **Organiseer** verschillende **laagdrempelige manieren** om meer leraren op te leiden. De ICT-coördinator en XR-ankerpunten spelen daarbij een essentiële rol. Overweeg om hen hiervoor ruimte in hun opdracht hiervoor te geven. Stimuleer daarnaast ook deelname van meerdere leraren aan externe navormingssessies, workshops en netwerkmomenten.
- **Verken de visie** rond XR. Waarom wil de school precies inzetten op deze technologie, hoe past dit binnen de pedagogische visie van de school en hoe past dit binnen het ICT-beleidsplan?
- Stel **XR-ankerpunten** aan die mee de olievlek kunnen verspreiden. Bekijk de mogelijkheden om XR-hardware voor een langere termijn op school te hebben via bruikleen, zodat je langdurig en doorheen het jaar kan experimenteren. Dit maakt het ook eenvoudiger om meerdere leraren kennis te laten maken met XR.



NIVEAU 2

- Werk de visie verder uit in **concrete beleidsstappen en -acties**. Betrek daarbij alle leraren en toon dat je hen betreft bij de beleidsbeslissingen, wat de gedragenheid nadien ten goede zal komen. Communiceer dit breed en meermaals naar het hele team en maak tijd om dit verder toe te lichten indien je weerstand ervaart.
- Maak een duidelijk **stappenplan** van **prioriteiten** waar je op zal inzetten (welke vakken, welke domeinen, welke leraren) en organiseer de nodige ondersteuning (technisch, pedagogisch-didactisch).
- Laat de XR-ankerpunten **kleine projecten uitwerken**, in samenwerking met vakcollega's. Deze pilootprojecten kunnen de meerwaarde van XR-technologieën tonen voor de collega's en/of vakgroepen die nog niet helemaal overtuigd zijn. Geef hen de mogelijkheid om op verschillende momenten hun ervaringen te delen met de rest van het team.

NIVEAU 3

- In deze fase is het erg belangrijk om de **positieve intenties** van leraren te **kapitaliseren** en hen naar een volgende fase van effectieve implementatie te brengen. Er is dus nood aan opschaling van de acties voor een breder draagvlak en effectief gebruik.
- **Evalueer de visie** en de daaraan gekoppelde acties kritisch, betrek daarbij het hele lerarenteam en stel bij waar nodig. Bepaal en communiceer hoe een verdere uitrol van XR in de school er zal uitzien en hoe leraren daarbij zullen worden ondersteund.
- Breid het aanbod van XR-hardware en software uit volgens de noden en wensen van de leraren.
- Overweeg een aparte **XR-werkgroep**. Zet volop in op het netwerkeffect. Breid de XR-pilootprojecten uit over alle vakgroepen en laat de meer ervaren leraren dit mee begeleiden. Maximaliseer uitwisseling, samenwerking en intervisie.
- Blijf inzetten op **professionalisering**, maar toon ook aan anderen de reeds opgebouwde kennis en expertise. Communiceer dus ook extern over je XR-avonturen en laat je leraren mee delen in de erkenning. Dit stimuleert verder initiatief.

Referenties:

Boel, C., Rotsaert, T., Valcke, M., Rosseel, Y., Struyf, D., & Schellens, T. (2023). Are teachers ready to immerse? Acceptance of mobile immersive virtual reality in secondary education teachers. RESEARCH IN LEARNING TECHNOLOGY, 31. <https://doi.org/10.25304/rlt.v31.2855>

Boel, C., Rotsaert, T., Valcke, M., Rosseel, Y., Vanhulsel, A., & Schellens, T. (2024). Are Students Ready to Be Immersed? Acceptance of Mobile Immersive Virtual Reality by Secondary Education Students. In M.-L. Bourguet, J. M. Krüger, D. Pedrosa, A. Dengel, A. Peña-Rios, & J. Richter (Red.), Immersive Learning Research Network (Vol. 1904, pp. 84-95). Springer Nature Switzerland. https://doi.org/10.1007/978-3-031-47328-9_6

Koutromanos, G., Mikropoulos, A.T., Mavridis, D. et al. The mobile augmented reality acceptance model for teachers and future teachers. Educ Inf Technol 29, 7855–7893 (2024).

SOFTWARE

Evalueer grondig voor
maximale impact



SOFTWARE

Wanneer je op zoek gaat naar geschikte XR-software, kom je heel wat voorbeelden tegen. Maar wat zijn nu geschikte applicaties? Om als directie/TAC/ICT-coördinator leraren te ondersteunen in het beslissingsproces inzake software is het belangrijk om (1) de potentiële meerwaarde van de software voor de vormgeving van een krachtige leeromgeving; en (2) kwaliteit van de applicatie te evalueren.

Op onze school hebben we de ruimte niet voor een zandbed om rioleringswerken aan te leren. Nu schakelen we leerlingen in bij kleine klusjes op school, zoals de afwatering van het dak boven de fietsenstalling. Maar eigenlijk is dat veel te beperkt. Met de VRiool-applicatie kan elke leerling nu echt leren hoe ze rioleringen moeten aanleggen.

Een leerkracht

Wens je jouw lerarenteam te inspireren met een concrete toepassing van XR-software binnen specifieke studiedomeinen dan vind je op [KlasCement](#) didactische fiches die inzicht bieden in hoe een concrete toepassing ingezet kan worden in de lespraktijk.

Concreet gaat het om voorbeelden binnen de domeinen: Auto, Bouw, EHBO & veiligheid, Elektriciteit, Geschiedenis, Handel & logistiek, Hout, ICT & Informatica, Koeling & Warmte, Mechanica, Personenzorg, Talen, Voeding, Wetenschappen, Algemene vakken en Chemie.

Stap 1 - Is XR wel een meerwaarde?

Zoals je inmiddels hebt gemerkt, brengt het integreren van XR in het onderwijs de nodige uitdagingen met zich mee. Het is daarom belangrijk om jezelf de vraag te stellen: rendoert het gebruik van XR voldoende? Zorgt het voor een meerwaarde? Je kunt hiervoor een SWOT-analyse maken, maar een eenvoudiger aanpak is om deze inschatting te baseren op je eigen visie op leren en lesgeven, en daarbij een antwoord te vinden op de volgende vragen bij de vier onderdelen.

1. ENHANCE - Wensen we met de XR- technologie het leerproces en het bereiken van de leerdoelen te versterken?

Stel met je team de volgende vragen:

- a. Hoe kan XR het leerproces versterken en bijdragen aan een beter begrip van leerinhouden door het manipuleren van 3D-objecten en het simuleren van authentieke contexten?
- a. Welke didactische werkvormen en scenario's zijn het meest geschikt om optimaal gebruik te maken van XR?
- a. In welke specifieke situaties, zoals het herhaaldelijk inoefenen van competenties in uitdagende of gevaarlijke werkomgevingen, biedt XR een unieke meerwaarde ten opzichte van traditionele werkvormen?

2. ENGAGE - Wensen we dat de XR-technologie ervoor zorgt dat leerlingen actiever betrokken zijn bij de leerdoelen?

Deze vraag polst naar de mate waarin leerlingen een hogere betrokkenheid ervaren bij hun leerproces door de inzet van XR-technologie. Deze betrokkenheid kan zich uiten op verschillende wijzen:

- a. Zorgt de XR inzet voor meer mentale inspanning van de leerlingen?
- a. Verscherpt het de focus van de leerlingen door een betere time-on-task?
- a. Werkt het motiverend?

3. EXTEND - Wensen we met de XR- technologie het leerproces en de leeromgeving uit te breiden?

- a. Geeft XR de mogelijkheid om anders onbereikbare omgevingen en leercontexten toch in de klas te halen?
- b. Welke authentiek leercontexten binnen je curriculum zijn niet of moeilijk te creëren en lukken wel met een XR-toepassing?

4. EFFICIENCY - Wensen we dat met de XR-technologie leeractiviteiten efficiënter worden uitgevoerd?

Een vierde overweging behandelt efficiëntie in termen van efficiëntere inzet van tijd en onderwijsmiddelen. Is er een efficiëntiewinst te boeken door minder materialen te gebruiken of verplaatsingen te maken én tegelijk toch in een zo authentiek mogelijke omgeving te leren en te oefenen?

Stap 2 - XR vormt een meerwaarde, maar hoe weet ik nu wat goede applicaties zijn?

Hoewel op internet heel wat lijstjes circuleren met zogenaamde goede applicaties, is het vooral interessanter om zelf even kritisch te kijken. We geven je daarbij enkele nuttige tips.

Ook kan je grasduinen in de [lijst van applicaties geselecteerd in het kader van het XR-actieplan](#).

Op basis van bestaande frameworks uit de wetenschappelijke literatuur, reiken we je een aantal criteria/vragen aan die leidend kunnen zijn bij de evaluatie van de applicatie. Op die manier krijg je een goed overzicht van de mate waarin een bepaalde XR-applicatie aansluit bij je noden en de context waarin je de applicatie zal gebruiken.

Didactisch

- 1. Is de applicatie beschikbaar in het Nederlands? Engels of een andere taal kan immers een mogelijke drempel vormen voor leerlingen die de voertaal niet voldoende machtig zijn.
- 2. Is er een tutorial voorzien in de applicatie? Niet alle applicaties volgen dezelfde werkwijze om te interageren met de virtuele omgeving. Een goede tutorial kan heel wat frustratie vermijden.
- 3. Is er een dynamische of lineaire opbouw? Niet iedereen leert steeds op dezelfde wijze of hetzelfde tempo. Dynamische leerpaden maken differentiatie mogelijk.

4. Is er voldoende feedback voorzien? Feedback is meer dan aangeven of het juist of fout is. Inzicht geven in waarom iets goed of fout is, wat de leerling beter kan doen, werkt bevorderlijk.
5. Is er ondersteuning bij het leerproces via visuele of auditieve hints? De nieuwe virtuele omgeving kan vreemd of overweldigend aanvoelen. Navigatie in en interactie met de virtuele objecten is mogelijk nog nieuw. Visuele of auditieve hints die de leerlingen ondersteunen om het leerproces zo vlot mogelijk te doorlopen, zijn een meerwaarde.
6. Is de beleving eerder passief of interactief? Afhankelijk van je doelstelling (beleven/ervaren vs. praktisch oefenen) is er meer of interactie vereist.
7. Is er een mogelijkheid om samenwerkend te leren binnen dezelfde XR-ervaring? Collaboratief of samenwerkend leren heeft heel wat voordelen, denk maar aan communicatie, conflicthantering, kritisch redeneren... Sommige applicaties ondersteunen samenwerkend leren, wat een meerwaarde kan betekenen, afhankelijk van je leerdoel(en).

Technisch

1. Is er verbinding met WiFi nodig of kan het offline gebruikt worden? Afhankelijk van de modus kan het inzetten van een applicatie voor bijkomende WiFi-beschikbaarheid vereist zijn. Soms kan de inhoud ook op voorhand worden gedownload.
2. Is de applicatie vlot te gebruiken? Leerkrachten hebben vaak beperkte lestijd, dus tijdverlies met opstarten/laden, technische mankementen,... zijn absolute boosdoeners. Bekijk of de aanbieder technische ondersteuning voorziet.
3. Is de beeldkwaliteit goed en gepast? Scherpe en heldere beelden zorgen voor minder fysieke ongemakken. Dit heeft deels met de hardware te maken, maar ook de software moet hier maximaal op inzetten. Bekijk ook in welke mate kleurenblindheid al dan niet een probleem kan vormen.
4. Is het ontwerp inclusief? Binnen een visie van inclusief onderwijs, dient de XR-applicatie ook hier op in te spelen. Biedt de applicatie bijvoorbeeld naast tekst ook audio aan, is er een optie voor linkshandigen, kan een leerling ook zittend de applicatie ervaren...?
5. Is de applicatie zo ontworpen dat fysieke ongemakken tot een minimum worden herleid? Bruuske bewegingen of overgangen, verre sprongen in de virtuele omgeving, een overdaad aan stimuli (visueel, auditief, tekstueel,...) zijn absoluut af te raden aangezien ze mogelijk bijdragen tot hoofdpijn, nekpijn, last aan de ogen,...
6. Is de applicatie voldoende modulair? Algemeen wordt één sessie van maximaal 20-25 minuten aanbevolen. Is het mogelijk om (een deel van) de applicatie binnen die tijdsduur te doorlopen, zonder tussentijdse voortgang te verliezen?
7. Is er een mogelijkheid om de voortgang van een leerling bij te houden? Heel wat applicaties bieden de leerkracht een dashboard aan met een overzicht van de prestaties van elke leerling. Dit kan monitoring en eventueel evaluatie ondersteunen.

Andere

1. Worden data conform de GDPR-regelgeving verzameld, verwerkt en bewaard? Bekijk in de beschrijving welke data worden verzameld en wat ermee gebeurt. Evalueer of dit conform de GDPR-regels verloopt.
2. Is de kostprijs in verhouding met de meerwaarde die je kan creëren? Denk na over mogelijke kosten die je uitspaart en bereken de eventuele winst.

Conclusie

Het kiezen van de juiste XR-software voor jouw onderwijscontext vereist een kritische en doordachte aanpak. Door gebruik te maken van de bovenstaande evaluatiecriteria kun je niet alleen de technische kwaliteit van de applicaties beoordelen, maar ook hun didactische meerwaarde. Dit helpt je om beslissingen te nemen die niet alleen voldoen aan de specifieke behoeften van jouw school, maar ook bijdragen aan een rijke en effectieve leeromgeving. Met een grondige evaluatie kun je er zeker van zijn dat de gekozen XR-software niet alleen innovatief is, maar ook een echte meerwaarde biedt voor zowel leerlingen als leerkrachten.

SOFTWARE

Schat het huidige implementatieniveau van jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

Onze school werkt **actief** (mee) aan de creatie van XR-software voor specifieke lesdoelstellingen.

NIVEAU 2

Onze school heeft **geïnvesteed in de aankoop van XR-software** die aansluit bij de beoogde lesdoelstellingen.

NIVEAU 1

Onze school maakt gebruik van **XR-software** die door **externen ter beschikbaar wordt gesteld**, zonder zelf te investeren in XR-software.

NIVEAU 0

Op dit moment heeft onze school **geen XR-software** en is er onvoldoende weet over wat er beschikbaar is voor onze lesdoelstellingen.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- **Exploreer de mogelijkheden** van XR-software vooraleer je deze aankoopt.
- Je kan een XR-box ontlend bij een [RTC uitleendienst](#). Via deze box kan je vertrouwd geraken met de VR-brillen, maar ook met diverse XR-applicaties.
- Je kan ook inspiratie opdoen op [KlasCement](#) waarbij verschillende apps uitgelegd staan.
- Exploreer de mogelijkheden met uw leerkrachten en/of ICT-coördinatoren.
- **Motiveer leerkrachten** om een demo te testen een technologiebeurs, maak een uitstap naar een museum waar VR headsets worden gebruikt, nodig een gastspreker uit op een pedagogische/interne studiedag, verken mogelijkheden van smartphone of tablets voor AR-toepassingen, ...

NIVEAU 1

- **Identificeer** de specifieke **onderwijsdoelen en leeruitkomsten** die u wilt bereiken met XR.
- Kies XR-toepassingen die deze doelen ondersteunen en die passen binnen het **curriculum**. Een overzicht van de meest gebruikte XR-toepassingen in het onderwijs kan je terugvinden op de [website van RTC](#).
- Je kan ook inspiratie opdoen op [KlasCement](#) door te zoeken op de zoektermen XR, VR en AR.
- Vertrekkend vanuit de leerdoelen kan je een passende applicatie ontdekken en hiervoor passende devices aankopen, of je kan vanuit een leerdoel kiezen voor een device en software omwille van bepaalde features.
- Zorg voor **training en professionele ontwikkeling voor leerkrachten**. Het is essentieel dat zij comfortabel en bekwaam zijn in het gebruik van XR-technologie. Inspiratie vind je in het luik [Professionalisering](#) van deze gids.
- **Betrek leerkrachten** en ICT-coördinatoren bij het selectieproces van XR-tools en -inhoud.

NIVEAU 2

- Maak een **inventaris** op van de software en link dit aan didactische fiches. Welke software heb je en wat zijn de didactische mogelijkheden?
- Denk na over **optimaal beheer en inzetbaarheid** i.f.v. de aanwezige devices.
- Evalueer de huidige software aan de hand van onderstaande evaluatiecriteria.
- Een overzicht van de meest gebruikte XR-toepassingen kan je terugvinden op de [website van RTC](#).
- Je kan ook extra inspiratie opdoen op [KlasCement](#).



NIVEAU 3

- Doe nog een **interne kwaliteitscheck** op de software die je bezit of hebt ontleend.
- **Verzamel feedback** bij de leerkrachten die de applicaties in hun lessen implementeren. Verzamel feedback bij de ICT-coördinatoren die de implementatie ondersteunen.
- **Controleer** of de **onderwijsdoelen** voldoende behaald worden met de applicaties en/of de gebruikersinterface intuïtief en gebruiksvriendelijk is.
- Ga na of de **school voldoende uitgerust** is voor het gebruiksvriendelijk implementeren van de XR-toepassingen in de klaspraktijk. Test de software op verschillende XR-apparaten om te zorgen voor compatibiliteit en optimale prestaties.
- **Ver groot** jouw **bereik** op school: organiseer train-de-trainers, interne studiedagen, zorg voor duidelijke en gedetailleerde documentatie voor de leerkrachten op de interne website.
- Ga ook steeds na over **nieuwe applicaties** interessant kunnen zijn voor jouw instelling.
- Deel je ervaringen/documenten met andere scholen.' Bijvoorbeeld via de [XR pagina van KlasCement](#)

Referenties:

Bower, M. (2008). Affordance analysis - Matching learning tasks with learning technologies. Educational Media International, 45(1), 3-15.

Bower, M., & Sturman, D. (2015). What are the educational affordances of wearable technologies? Computers & Education, 88, 343-353.

Fegely, A., & Cherner, T. (2021). A Comprehensive Rubric for Evaluating EduVR. Journal of Information Technology Education: Research, 20, 137-171.

Lee, J. J., & Hu-Au, E. (2021). E3XR: An Analytical Framework for Ethical, Educational and Eudaimonic XR Design. Frontiers in Virtual Reality. doi: 10.3389/frvir.2021.697667

Johnson-Glenberg, M., Arizona State University, & Embodied Games, LCC (2019). Quality of Education in Virtual Reality Rubric (QUIVRR). Movement Matters: How Embodied Cognition Informs Teaching and Learning. Geraadpleegd van https://www.embodied-games.com/wp-content/uploads/2019/11/QUIVRR_v8.pdf

HARDWARE

Doordacht XR-toestellen kiezen



HARDWARE

Wanneer je besluit om zelf hardware aan te kopen, dan zijn er heel wat mogelijkheden. Maar welk toestel koop je nu best aan? Zonder specifiek koopadvies te geven, willen we je met de onderstaande beslissingsboom ondersteunen. In het hoofdstukje [Visie](#) raden we aan om eerst een duidelijke visie op XR te hebben als school. Vertrek hierbij vanuit de leerdoelen. Welke hardware kan hiervoor ondersteunend zijn? Vertrekkend vanuit de leerdoelen kan je een passende applicatie ontdekken en hiervoor passende devices aankopen of je kan vanuit een leerdoel kiezen voor een device omwille van bepaalde features.

De bestaande XR-ecosystemen zijn op dit moment nog grotendeels zo opgebouwd, dat software en hardware aan elkaar gekoppeld zijn: software die voor Pico werd ontwikkeld, kan je (nog) niet zomaar op andere VR-brillen gebruiken, Dynamic Guides (Microsoft) zijn gekoppeld aan de Hololens-bril en werken niet op andere brillen. Daarom is het belangrijk om éerst goed te kijken naar welke toepassingen je wil gebruiken, om pas in de laatste fase een keuze in hardware te maken.

Het onderstaande overzicht is ook op die manier opgebouwd: de vier grote types XR werden apart uitgewerkt en telkens vind je een aantal criteria die je kunnen begeleiden. Helemaal op het einde vind je dan de hardware die best past. Omdat er steeds meer mogelijkheden zijn om zelf XR-leerapplicaties te maken en leerkrachten graag eigen accenten leggen, hebben we dit ook toegevoegd ([zie 'zelf ontwikkelen' en 'duurzaamheid'](#))

Eens je een keuze gemaakt hebt voor een bepaald type hardware, kan je voor het meest recente overzicht van hardware de [website van VR Compare](#) raadplegen.

	Augmented reality	Mixed reality	360° virtual reality	3D virtual reality
Korte beschrijving	Met augmented reality verrijk je de fysieke omgeving met een digitale laag. Er is geen wisselwerking tussen de fysieke en digitale laag: de AR-digitale laag blijft steeds voor het voorwerp uit de fysieke omgeving staan.	Met mixed reality verrijk je net zoals bij augmented reality de fysieke omgeving met een digitale laag, maar nu is er wel een wisselwerking tussen de fysieke en digitale laag: de MR-digitale laag wordt geïntegreerd in de fysieke omgeving, waardoor bijvoorbeeld delen van de digitale laag achter fysieke voorwerpen komen te staan.	360° virtual reality wordt gemaakt door een foto- of filmopname met een 360° camera. Je kan 360° in de opname kijken, maar er niet in rondwandelen.	3D virtual reality wordt met computeranimaties gemaakt, via game engines zoals Unity en Unreal.
Connectie met de fysieke omgeving rondom jou	Je behoudt connectie met de fysieke omgeving rondom jou.		Je hebt geen connectie meer met de fysieke omgeving rondom jou. Je bekijkt de VR-omgeving via een headset, waardoor je volledig afgesloten bent van de realiteit om je heen.	
Ideaal voor (niet exhaustief)	Visualiseren van abstracte begrippen, ondersteunen van procedurele vaardigheden	Visualiseren van abstracte begrippen, ondersteunen van procedurele vaardigheden	Creëren van bewustzijn, een bepaalde beleving stimuleren, vaardigheden inoefenen, een kijkje nemen op verre of onbereikbare locaties.	Visualiseren van abstracte begrippen, praktisch inoefenen van procedurele vaardigheden, onmogelijke, dure of gevaarlijke situaties simuleren.
VIER E-kader	Enhance (visualisatie), Engage (interactie), Extend (interactief lesmateriaal), Efficiency (ondersteunen van procedurele vaardigheden)	Enhance (visualisatie), Engage (interactie), Extend (interactief lesmateriaal), Efficiency (ondersteunen van procedurele vaardigheden)	Enhance (vaardigheden oefenen), Extend (buitenwereld in de klas brengen) bewustzijn creëren	Enhance (vaardigheden oefenen), Engage (interactie), Extend (buitenwereld in de klas brengen), Efficiency (onmogelijke, dure, of gevaarlijke situaties simuleren)

	Augmented reality	Mixed reality	360° virtual reality	3D virtual reality
Voorbeelden van mogelijke educatieve toepassingen (niet exhaustief)	Je toont een 3D visualisatie van het planetenstelsel, de atoomstructuur, een geschiedkundig artefact... Je kan ook instructies projecteren voor technische vaardigheden, zoals werktuiginstructies, een logistiek of zorgkundig stappenplan...	Je ondersteunt de procedure om een gaskachel te installeren met werkinstructies,	Je kijkt door de ogen van een persoon die racistische opmerkingen naar het hoofd geslingerd krijgt om zo bewustzijn te creëren; je bent toeschouwer bij een cultureel evenement in Chili; je oefent je gespreksvaardigheden voor een virtueel publiek; je neemt een kijkje in het ISS of een clean room.	Je bekijkt en interageert met atoomstructuren of je toont zwaartekracht; je oefent procedures aan een virtuele machine zonder kans op ongelukken of schade; je oefent brandbestrijding zonder gevaren of je keert terug naar het Oude Rome.
Inhoud	Je kan augmented reality vrijwel overal tonen, vaak via zogenaamde 'markers' of QR-codes die de doellocatie van de AR-content aanduiden.	Je bent met mixed reality verbonden aan het toestel waaraan de MR-content is gelinkt.	Je bent beperkt tot wat je kan filmen: onmogelijke scenario's kan je dus niet simuleren.	Je bent niet beperkt tot wat in de realiteit ook kan: je kan het onmogelijke of onzichtbare simuleren.
Navigatie	n.v.t.	n.v.t.	Je kan niet in de 360° omgeving wandelen, tenzij door teleportatie (verspringen naar een andere 360° locatie) via hotspots/portals.	Je kan vrij rondwandelen in de 3D omgeving
Interactie	Vaak is de AR-content interactief, waarbij je op de 3D objecten kan drukken om animaties te starten of nieuwe content te laden.	De mixed reality toepassing is doorgaans interactief, waarbij je op de 3D knoppen en schermen kan tikken om nieuwe content op te roepen	Interactie met de 360° omgeving is beperkt tot interactiepunten, zoals een informatieknop of een portal/hotspot.	Je kan sterk interageren met de 3D omgeving: objecten vastnemen, knoppen indrukken, instrumenten gebruiken...
Realisme	n.v.t.	n.v.t.	Hoog realisme	Realisme hangt af van ontwikkeling. Hoe hoger het realisme, hoe hoger de ontwikkelkosten en hoe groter de laadtijden (kunnen) zijn.
Ontwikkelkost	Afhankelijk van de beschikbaarheid van 3D objecten en animaties. Doorgaans lager dan mixed reality of virtual reality	Afhankelijk van de beschikbaarheid van 3D objecten en animaties. Doorgaans lager dan virtual reality	Afhankelijk van het aantal gefilmde scenario's en de gebruikte apparatuur. Indien je niet zelf opneemt, komen hier nog kosten voor opname crew bij. Doorgaans lager dan 3D virtual reality	Afhankelijk van het aantal 3D objecten, het gewenste realiteitsgehalte, de interactiviteit en de scenario's. Doorgaans duurder dan 360° virtual reality.
Ontwikkeltijd	Afhankelijk van de beschikbaarheid van 3D objecten en animaties. Doorgaans korter dan mixed reality of virtual reality.	Afhankelijk van de beschikbaarheid van 3D objecten en animaties. Doorgaans korter dan virtual reality.	Afhankelijk van de grootte van het project, maar doorgaans korter dan 3D virtual reality	Afhankelijk van de grootte van het project. Doorgaans 6 tot 9 maanden.
Zelf ontwikkelen	Met bepaalde tools kan je vrij gemakkelijk zelf augmented reality maken.	Met bepaalde tools kan je vrij gemakkelijk zelf mixed reality maken.	Mits je een goed uitgewerkt scenario hebt en beschikt over degelijk opnamemateriaal, kan je dit vrij gemakkelijk zelf doen.	Zelf 3D virtual reality maken vergt een heel grondige kennis van programmeren en is doorgaans enkel voor ontwikkelaars. Via bepaalde authoring tools kan je wel zelf 3D virtual reality maken, maar daar zitten ook beperkingen aan.
Duurzaamheid	Augmented reality is doorgaans vrij makkelijk aanpasbaar	Mixed reality is doorgaans vrij makkelijk aanpasbaar	Aanpassingen nadien zijn vaak moeilijk: je moet opnieuw filmopnames maken en monteren.	Aanpassingen zijn makkelijker toe te passen, hoewel dit sterk afhangt van hoe de ontwikkeling (in de code) is gebeurd.
Hardware	Tablet, smartphone, smart glasses Via AR-passthrough ook via VR-headset mogelijk Soms wordt AR ook in een internet browser ondersteund	Smart glasses. Via handgebaren interageer je met de virtuele laag.	Virtual reality headset (soms cross-platform ook beschikbaar op tablet, smartphone en desktop/laptop). Met een controller interageer je met de virtuele realiteit.	Virtual reality headset (soms cross-platform ook beschikbaar op tablet, smartphone en desktop/laptop). Met een controller (of via handgebaren) interageer je met de virtuele realiteit.
Bekende voorbeelden van hardware (zie ook vrcompare.com)	Android tablet of smartphone, Apple iPad of smartphone	Microsoft HoloLens 2 Lynx MR-1	Meta Quest 3 Pico Neo 4 HTC Vive Focus 3	

HARDWARE

Schat het huidige implementatieniveau van
jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

Onze school heeft een meer **uitgebreide of gediversifieerde reeks** XR-toestellen aangekocht.

NIVEAU 2

Onze school heeft een **beperkt aantal** XR-toestellen aangekocht of verkregen in een verkennende fase.

NIVEAU 1

Onze school heeft tot nu toe enkel XR-hardware **geleend**, zonder eigen aankopen te doen.

NIVEAU 0

Onze school heeft nog **geen** XR-hardware.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- Misschien ben je als school nog niet klaar om hardware aan te kopen. Toch zijn er mogelijkheden om XR te gebruiken vooraleer je deze aankoopt:
 - je kan een **XR-box ontlenen bij een RTC**,
 - je kan een uitstap maken naar een museum waar VR headsets worden gebruikt, een bezoek brengen aan het AI-house...
 - je kan de smartphone of tablets gebruiken voor AR-toepassingen, Door zo **vrijblijvend te experimenteren** leer je welke bijdrage XR kan bieden voor het leerproces van jouw leerlingen.

NIVEAU 1

- Vooraleer je XR hardware aankoopt, raden we aan om eerst een **duidelijke visie op XR** te hebben als school. Vertrek hierbij vanuit de leerdoelen. Welke hardware kan hiervoor ondersteunend zijn? Vertrekkend vanuit de leerdoelen kan je een passende applicatie ontdekken en hiervoor passende devices aankopen of je kan vanuit een leerdoel kiezen voor een device omwille van bepaalde features.
- Om de best passende hardware te kiezen kan je gebruik maken van de [XR-keuzetool](#) of www.vr-compare.com. Voor de aankoopprocedure doe je er goed aan om na te gaan of er groepsaankopen lopende zijn, hierover op scholengroep niveau te overleggen of via een samenwerking met (lokale) bedrijven.
- Bij de aankoop dien je ook rekening te houden met het **kwantiteits-kwaliteitsvraagstuk**: je hoeft zeker geen device per leerling te voorzien: er zijn voldoende mogelijkheden om de VR-ervaring van 1 leerling te casten en hierover klassikaal in dialoog te gaan.
- Aarzel niet om diverse devices aan te kopen, managementplatformen werken doorgaans immers voor meerdere aanbieders (zie ook volgend niveau).
- Maak iemand binnen de school verantwoordelijk voor het beheer van de hardware.

NIVEAU 2

- Maak een **inventaris** op van de hardware. Welke hardware heb je? Denk na over optimaal beheer en inzetbaarheid.
- Ook een **managementsysteem** heeft veel voordelen. Het biedt een centraal beheer van de accounts, je kan diverse devices via hetzelfde platform beheren, je kan software updaten of pushen via het systeem, je kan eventueel meekijken (device view), je kan rebooten op afstand... Bovendien kan je verschillende rollen toekennen aan ICT-coördinator (beheerder) en aan leerkrachten (gebruiker).
- Om de hardware nog toegankelijker te maken voor meerdere leerkrachten kan je werken via een **uitleendienst op de school** of een **XR multimedialokaal** dat gebruikt kan worden door alle leerkrachten. Om de toegankelijkheid te verhogen kan je deze openstellen voor leerkrachten en leerlingen tijdens vrije uren. Werk dan met een **buddy-systeem** (een buddy die je begeleidt terwijl de gebruiker in de virtuele wereld is voor veiligheid).
- Geef de mogelijkheid om hardware **mee te nemen naar huis**. Bekijk hoe de toestellen dan verzekerd zijn.

NETWERK & BEHEER

Streef naar efficiëntie
en performantie



NETWERK & BEHEER

XR implementeren in de onderwijspraktijk vergt een solide netwerkinfrastructuur en -beheer. Aangezien in de tips vaak vaktermen worden gebruikt, kan je de verklaring vinden in [de woordenlijst](#) aan het einde van dit topic.

Netwerk

ICT-coördinatoren als kernspelers binnen de scholengroep

XR-toestellen zijn voortdurend draadloos verbonden met het internet. De installatie en het onderhoud van XR-toestellen vereisen dan ook een gedegen technische ondersteuning. Hiervoor zijn de ICT-coördinatoren heel belangrijke spelers binnen de school, maar zoek ook verbinding tussen deze kernspelers binnen de scholengroep. Gedeelde investeringen voor professionalisering en XR-infrastructuur binnen een scholengroep zorgen niet alleen voor een sterk en ondersteunend netwerk voor de ICT-coördinatoren, maar reduceren ook de kosten.

Voor onze ICT-coördinator was XR geen onbekend terrein, maar door XR op de agenda te zetten op de vergaderingen van ICT-coördinatoren binnen de scholengroep, werd duidelijk dat er nog experts waren maar ook scholen die nog in de XR-kinderschoenen stonden. Ze ondersteunen elkaar hierin en kunnen correcte beslissingen maken om onze infrastructuur en netwerk te versterken.

Directeur school niveau 2

Netwerkverbeteringen

Het optimaliseren van het netwerk in een school voor het gebruik van Extended Reality (XR) vereist een aantal stappen:

1. Netwerkinfrastructuur upgraden

Zorg eerst voor voldoende bandbreedte zodat XR-content soepel gestreamd kan worden. XR-toepassingen vereisen immers hoge datasnelheden en lage latentie. Vervolgens kan men het netwerk segmenteren om ervoor te zorgen dat XR-verkeer prioriteit krijgt boven ander verkeer. Dit kan worden gedaan door Virtual Local Area Networks (VLANs) te gebruiken om XR-apparaten te scheiden van andere netwerkapparaten.

2. Hardwareapparatuur

Investeer in krachtige routers en accesspoints die hoge snelheden en veel gelijktijdige verbindingen kunnen verwerken. Accespoints met multi-user, multiple-input, multiple-output (MU-MIMO) technologie zijn aan te bevelen. Zorg ook voor snelle en betrouwbare netwerk switches met voldoende poorten en ondersteuning voor Power over Ethernet (PoE) om access points van stroom te voorzien.

3. Netwerkbeheer en Beveiliging

Implementeer Quality of Service (QoS) om prioriteit te geven aan XR-verkeer. Dit helpt om vertraging en buffering te minimaliseren en leidt tot een betere XR-ervaring. Gebruik daarnaast ook netwerkbewakingstools om de prestaties en het gebruik van het netwerk continu te monitoren. Dit helpt om problemen snel te identificeren en op te lossen. Tot slot, beveilig het netwerk met sterke authenticatieprotocollen, firewallregels en regelmatige bijgewerkte firmware om ongeautoriseerde toegang en cyberaanvallen te voorkomen.

4. Edge Computing en Cloud Integratie

Overweeg het gebruik van Edge Computing om de verwerking dichterbij de gebruikers te brengen. Dit vermindert de latentie omdat gegevens lokaal worden verwerkt in plaats van naar een centrale server te worden verzonden. Gebruik ook cloud-diensten voor opslag en data-analyse, wat kan helpen bij het beheren van de grote hoeveelheden data die door XR-toepassingen worden gegenereerd.

Beheer

Inventarisatie van XR

Alles start met een overzicht van de aanwezige hardware en daarom raden we aan om te starten met het opstellen van een inventaris. Zo heb je zicht op welke materialen je reeds hebt en welke er ontbreken en of updates nodig zijn voor een optimale integratie, het zet aan tot een transparant aankoop- en vervangbeleid ... Via Kenniscentrum Digisprong kan je tools en [wegwijzers vinden om deze inventarisatie](#) uit te voeren. Na de inventarisatie zijn de noodzakelijke investeringen duidelijker en kan je nagaan of ze nog voldoende of passend zijn binnen de XR-visie en -beleid. Voor de aankoop van nieuwe hardware, verwijzen we door naar het luik [Hardware](#).

Mobile Device Management

Een Mobile Device Management (MDM) verwijst naar softwareplatformen die helpen bij het beheren, beveiligen en ondersteunen van mobiele apparaten. Recente evoluties binnen MDM faciliteren een geïntegreerde aanpak voor het beheren van alle endpoints, inclusief mobiele apparaten, desktops en IoT-apparaten.

Een aantal voordelen van een managementsysteem zijn:

1. Efficiënt hardwarebeheer:
Door alle XR devices in een MDM-systeem in te voeren heb je een overzicht van de aanwezige hardware. Via het platform kan je de devices indelen in groepen, zoals het verdelen in boxen die leerkrachten kunnen uitlenen. Bovendien biedt het functionaliteiten als apparaattracering, hardwareconfiguratie, beveiligingsfuncties zoals gegevensversleuteling en wissen op afstand.
2. Efficiënt softwarebeheer:
De nieuw aangekochte software of updates kunnen via enkele klikken gepusht worden naar de XR-tools die in het systeem zitten zonder de fysieke aanwezigheid van de hardware. Er is een overzicht van welke software aanwezig is op welk device en app-updates kunnen ook in enkele klikken op alle devices tegelijk gebeuren. Tot slot kan je ook de nodige applicaties voor een les zichtbaar zetten, zo verdwalen leerlingen niet in een jungle van applicaties.

3. Informatie over de gebruiker:

Veel managementsystemen bieden de mogelijkheid van een remote device view. Zo kan je vanuit het platform meekijken naar wat de leerling op dat moment in de VR-bril ziet, maar het biedt ook de mogelijkheid voor de leerlingen om samen te werken met een beperkt aantal headsets (Zie ook [Integratie in de les](#)). Daarnaast krijg je ook een overzicht van user data. Welke applicaties worden vaak gebruikt en welke helemaal niet? Wat is de gemiddelde tijd gespendeerd aan het doorlopen van een app? Ook dit biedt informatie over de behoeften bij het XR gebruik en keuzes voor investering. Bewaak hierbij de [regelgeving rond verwerken en bewaren persoonsgegevens](#).

Dankzij het XR-Actieplan leerde ik gebruik maken van ArborXR als MDM-systeem. Wat een gemak om op afstand alle toestellen en software te beheren! We denken eraan om ook voor onze eigen toestellen met een managementsysteem te werken.

School netwerk & beheer niveau 2

De meest gebruikte MDM-systemen zijn ArborXR en ManageXR, maar zo biedt Supportsquare via Passerelle eerder een mix aan van MDM en LMS-functionaliteiten gefocust op XR. JamF school, Microsoft Intune en Google Apparaatbeheer werken dan weer voor bepaalde tablets. Meer info over MDM van mobiele apparaten vind je op [de themapagina van het Kenniscentrum Digisprong](#).

Vraag steeds een gratis proefperiode of uitleg aan om het platform te verkennen en de juiste keuze voor de school te maken, indien je wil investeren in een managementplatform.

NETWERK & BEHEER

Schat het huidige implementatieniveau van jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

Er zijn **meerdere nodige aanpassingen gebeurd** om het netwerk te versterken. Er is ook een managementsysteem voor het beheer van de hardware.

NIVEAU 2

Er zijn nodige **aanpassingen gebeurd** om het netwerk te versterken. Er is nog **geen managementsysteem** voor het beheer van de hardware, maar er is interesse voor implementatie.

NIVEAU 1

Het netwerk van onze school is nog **niet voldoende voorbereid** voor de extra belasting door XR-tools en er is geen managementsysteem aanwezig.

NIVEAU 0

Onze school heeft nog **geen extra inspanning** gedaan om het netwerk te versterken voor het gebruik van XR-tools en er is geen managementsysteem aanwezig.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- **Oriëntatie en een basisvoorbereiding** voor het schoolnetwerk zijn de eerste stappen in de optimalisatie van het netwerk en beheer.
- Start met de basisinformatie over XR-technologie en de noodzakelijke netwerkinfrastructuur. **Organiseer informatiesessies en trainingen** voor directies en ICT-coördinatoren. Daarna voer je een inventarisatie uit van de huidige netwerkcapaciteit en hardware. Gebruik [de tools en wegwijzers van het Kenniscentrum Digisprong](#) om een handig overzicht te maken.
- Tot slot, [verken de mogelijkheden van XR](#) en stel een basisplan op voor toekomstige implementatie.
- Zorg dat je voor de stockeren van je hardware een toegankelijke plek hebt, zodat alle leerkrachten makkelijk toegang hebben tot de beschikbare hardware.

NIVEAU 1

- Zorg eventueel voor een lokale **upgrade van de netwerkinfrastructuur**. Verhoog de bandbreedte om eenvoudige XR-toepassingen te ondersteunen. Begin met het segmenteren van het netwerk door het opzetten van eenvoudige VLANs om XR-apparaten van ander netwerkverkeer te scheiden. Bekijk de specificaties en vereisten van de fabrikant van het XR-toestellen en pas daar je netwerk (accesspoints, switches) aan. Wellicht is een investering in basisrouters en access points met MU-MIMO technologie voldoende. Zorg voor betrouwbare netwerk switches met PoE-ondersteuning.
- Ook moeten er eventueel aanpassingen gebeuren aan de instellingen van je firewall en moet de Quality of Service eerder prioriteit geven aan XR-toepassingen. Gebruik netwerkbewakingstools om de prestaties en het gebruik van het netwerk te monitoren.
- De hardware kan verzameld worden in **veilige boxen of cases**. Stel ook een **verantwoordelijke** aan voor het beheer, zodat die regelmatig kan controleren als alles up to date is.
- Gemakkelijkheidshalve nummer je ook alle toestellen.

NIVEAU 2

- Start met een **gevorderde netwerkoptimalisatie**: upgrade de netwerkinfrastructuur voor hogere datasnelheden en lagere latentie. Verbeter ook de netwerksegmentatie met geavanceerde VLAN-configuraties.
- De hardware-investeringen dienen van basis naar geavanceerd geüpgradet te worden. Investeer daarom in geavanceerde routers en access points met MU-MIMO technologie. Zorg bovendien voor high-performance netwerk switches met PoE-ondersteuning.
- Tot slot is een uitgebreide netwerkbeheer en **beveiliging** nodig. Pas geavanceerde QoS-instellingen toe en implementeer geavanceerde netwerkbeveiligingsmaatregelen.
- Ook voor de beheer kan je overstappen naar een MDM-systeem die helpen bij het beheren, beveiligen en ondersteunen de XR toestellen. Test een aantal platformen uit met een enkele leerkrachten. Hiervoor kan je vaak een gratis proefperiode aanvragen.

NIVEAU 3

- Integreer Edge Computing en Cloud Services om latentie te verminderen en integreer cloud-diensten voor opslag en data-analyse.
- Ga voor een volledige implementatie van het **MDM-systeem** voor het centraal beheer en automatiseer software distributie en apparaatbeheer. Hou ook een kwaliteitscontrole en evalueer het systeem op bruikbaarheid en gebruikerseenvoud.
- Gebruik je MDM-systeem ook om **data-analytics** te verzamelen. Krijg inzicht in het XR-gebruik binnen de school en evalueer.
- Welke hard- en software worden vaak gebruikt en welke het minste? Welke aanpassingen moeten gebeuren zodat bepaalde toestellen meer gebruikt kunnen worden? Integreer deze gebruikersdata in beleidsvorming en investeringsbeslissingen.
- Tot slot willen we het belang van een overstijgende samenwerking binnen de scholengroep belichten. De kennisdeling en samenwerking tussen de ICT-coördinatoren is van onschatbare waarde. Ga op zoek naar mogelijkheden tot gezamenlijke investeringen voor de XR-infrastructuur (maar ook andere domeinen zoals professionalisering). Dit leidt vaak tot zeer economische voordelen.

Referenties:

Evolution of mobility. (z.d.). [Video].

Ghobadi, M., & M.E. Sepasgozar, S. (2020). An Investigation of Virtual Reality Technology Adoption in the Construction Industry. IntechOpen. doi: 10.5772/intechopen.91351

Ghobadi M, Shirowzhan S, Ghiai MM, Mohammad Ebrahimzadeh F, Tahmasebinia F. Augmented Reality Applications in Education and Examining Key Factors Affecting the Users' Behaviors. Education Sciences. 2023; 13(1):10. <https://doi.org/10.3390/educsci13010010>

Kelly, W., Mixon, E., & Steele, C. (2023). Mobile Device Management (MDM). TechTarget Network. <https://www.techtarget.com/searchmobilecomputing/definition/mobile-device-management>. Accessed 17 Jan 2023

Kenniscentrum Digisprong. (z.d.).

Lesgeven met XR: Device management. (2024, 18 april). SURF Communities. <https://communities.surf.nl/virtuality/artikel/lesgeven-met-xr-device-management>

'Mobile device management': beheer al je laptops of tablets vanuit 1 centraal punt. (z.d.). [www.vlaanderen.be. https://www.vlaanderen.be/kenniscentrum-digisprong/themas/ict-infrastructuur-van-je-school/mobile-device-management-beheer-al-je-laptops-of-tablets-vanuit-1-centraal-punt](https://www.vlaanderen.be/kenniscentrum-digisprong/themas/ict-infrastructuur-van-je-school/mobile-device-management-beheer-al-je-laptops-of-tablets-vanuit-1-centraal-punt)

Stewart, D., Westcott, K., & Cook, A. V. (2022, 4 april). From virtual to reality: Digital reality headsets in enterprise and education. Deloitte Insights.

Enkele technische termen verklaard

MIMO (Multiple Input, Multiple Output): Dit is een technologie die wordt gebruikt in draadloze netwerken, zoals Wi-Fi. Het maakt gebruik van meerdere antennes om data tegelijkertijd te versturen en te ontvangen, wat de snelheid en betrouwbaarheid van de verbinding verbetert.

QoS (Quality of Service): Dit is een functie op netwerken die bepaalt welke data voorrang krijgt. Het zorgt ervoor dat belangrijk verkeer (zoals videovergaderingen of telefoongesprekken) voorrang krijgt boven minder kritisch verkeer (zoals het downloaden van bestanden).

VLAN (Virtual Local Area Network): Een VLAN verdeelt een fysiek netwerk in verschillende virtuele netwerken. Dit verhoogt de beveiliging en zorgt ervoor dat verschillende afdelingen of groepen binnen een organisatie gescheiden kunnen werken op hetzelfde netwerk.

PoE (Power over Ethernet): Dit is een technologie waarmee stroom en data via dezelfde ethernetkabel of netwerkkabel naar apparaten kunnen worden gestuurd, zoals camera's of telefoons. Dit elimineert de noodzaak voor aparte stroomkabels.

MDM (Mobile Device Management): MDM is software die organisaties helpt mobiele apparaten (zoals smartphones en tablets) te beheren. Hiermee kunnen bedrijven apparaten configureren, beveiligen en monitoren, vooral handig voor medewerkers die op afstand werken.

Edge computing is een technologie waarbij data niet langer naar een centraal datacenter of de cloud wordt gestuurd voor verwerking, maar dichtbij de bron (de "edge") van de data wordt verwerkt. Dit betekent dat apparaten zoals sensoren, camera's of slimme machines de data lokaal kunnen verwerken, direct op de plek waar het wordt gegenereerd.

PROFESSIONALISERING

Werken aan deskundige leraren



PROFESSIONALISERING

Opnieuw vertrekken we vanuit het [herwerkte Vier in Balans model](#), waarbij Deskundigheid (van het onderwijspersoneel) één van de vier bouwstenen is. Twee extra pijlers in het model zijn samenwerking en leiderschap. Er moet dus ook voor professionalisering een gezamenlijk engagement genomen worden om het team effectief te introduceren en bij te scholen in XR. De leidingevenden bewaken dat iedereen de doelstellingen behaalt zoals vooropgesteld in het beleidsplan en visie. Vanuit dit kader is de cruciale rol van de leerkracht bij de inzet van XR in de school onmiddellijk duidelijk. Een adequate XR-training en ondersteunende samenwerkingsverbanden zijn onmisbaar en leiden tot kwaliteitsverhoging bij de implementatie van XR. Ook in het [Referentiekader voor Onderwijskwaliteit](#) stelt de ontwikkeling en uitvoering van een doeltreffend professionaliseringsbeleid door de school met specifieke aandacht voor beginnende leraren centraal.

Hoe kan je nu als school een doeltreffend professionaliseringsbeleid op vlak van XR ontwikkelen en uitvoeren en de ondersteunende samenwerkingen initiëren?

De leerkracht als succesfactor

Qua professionalisering kunnen we niet uitgaan van een one size fits all-aanpak en het effect van een professionaliseringinitiatief heeft niet hetzelfde effect bij elke leerkracht. Het verfijnd conceptueel raamwerk voor transfereffecten van professionaliseringsinitiatieven van Merchie en collega's (2016) brengt dit ook in kaart door kwaliteit van leraar en persoonlijke factoren op leraarniveau als beïnvloedende factor op het realiseren van transfereffecten (professionalisering naar lespraktijk) op te nemen. Ook Donnelly et al. (2011) verwijst naar barrières die overwonnen moeten worden om XR succesvol te implementeren in de lespraktijk. Enerzijds kan een gebrek aan (voldoende) middelen zoals apparatuur, training en ondersteuning een barrière zijn, die vaak opgelost kan worden met voldoende financiering. Anderzijds kan de leerkracht zelf (deels) een barrière vormen door opvattingen over zijn/haar rol, lesmethode, managementstijl en beoordelingsmethoden die de integratie van onderwijstechnologie verhinderen. Donnelly en collega's delen de leerkrachten in volgens verschillende types en het effect van professionalisering hangt sterk af van het type leerkracht. De beslissingen die je op meso-niveau (school als organisatie) neemt, worden dus sterk beïnvloed door het micro-niveau (individueel van de leerkracht). Een transparant professionaliseringsbeleid kan de obstakels verkleinen.

We wisten dat XR voor oproer zou zorgen in onze leraarskamer. We beseffen dat we niet alle leerkrachten op deze boot zullen meekrijgen, maar we geloven sterk in de meerwaarde. Transparantie en een persoonlijke aanpak leken ons de sleutels.

Directeur school – expertiseniveau 2

Professionaliseringsbeleid

Het Kenniscentrum Digisprong ontwikkelde naar aanleiding van het versterken van de ICT-competenties [een uitgebreide gids](#) voor het professionaliseren van het schoolteam. We kunnen de transfer maken naar XR-competenties.

Vanuit de opgestelde XR-visie en de daarin geselecteerde doelstellingen die men wil bereiken met XR (cf. het VIER E-model), zullen ook de professionaliseringsbehoeften van het lerarenteam vastgesteld kunnen worden.

Op deze manier kan je gepersonaliseerde leersuggesties bieden (bvb in het persoonlijk ontwikkelingsplan) en zodoende een gevarieerd aanbod van XR-opleidingen. Dit kan variëren van een basisopleiding die inzet op technische competenties om met XR aan de slag te gaan, een opleiding van een specifieke applicatie bij een RTC of rechtstreeks bij een software ontwikkelaar tot deelname aan inspiratiesessies op onderwijsbeurzen.

Dit kan ook via een visueel professionaliseringsplan om ervoor te zorgen dat iedereen dezelfde richting op gaat (zie ook [Beleid](#)) of kies XR als thema voor een pedagogische studiedag, met een externe spreker om iedereen de nodige basisinformatie over XR te bezorgen. Evalueer ook elke opleiding grondig om de groei in kaart te brengen, bijvoorbeeld via een stappenplan (Merchie et al., 2016, p.60-63). Tot slot mag je de leden van je ICT-team niet vergeten te laten professionaliseren op vlak van XR. Dit team, vaak bestaande uit ICT-coördinatoren en ervaren leraren, speelt een cruciale rol in interne bijscholing en ondersteuning.

Stapsgewijze verandering

Wanneer een school ervoor kiest om XR te implementeren, dan is dit voor vele leerkrachten vaak een grote verandering. Het organiseren van XR-professionalisering voor je volledige leerkrachtenteam vereist een strategische aanpak. Je doet er goed aan het kernteam van early adopters die de XR-technologie kunnen promoten en hun collega's kunnen ondersteunen tijdens het implementatieproces als eerste groep te nemen die deelneemt aan externe professionaliseringsinitiatieven. Dit team kan je best zo breed mogelijk laten bijscholen door zowel op pedagogische als technologische professionaliseringsinitiatieven in te zetten.

Zij fungeren als ambassadeurs en zorgen stapsgewijs voor XR-implementatie in de school. Ze verlagen als het ware de drempels voor de collega's die nog wat weigerachtig staan ten opzichte van immersieve technologie.

Volgende aanpak kan helpen om XR vlot te laten integreren en het gevoel geven dat leerkrachten ondersteund worden doorheen het proces:

1. Laat het team de XR-technologie uittesten in hun lespraktijk en de aanpak verfijnen. Laat hen eventueel ondersteunen door externe professionals vanuit professionaliseringsinitiatieven.
2. Laat het team hun ervaringen en inzichten delen met elkaar om het implementatieproces te verbeteren. Ga hiervoor ook buiten de schoolmuren en netwerk met andere kernteams uit andere scholen. Betrek hen ook bij beleidskeuzes voor XR en werk met teacher design teams.
3. Laat het team interne professionalisering uitvoeren. Laat hen andere leerkrachten inspireren en helpen hoe ze effectief met XR aan de slag kunnen gaan. Overstelp hen niet met technische informatie, maar focus op de pedagogische aanpak bij XR en basishandelingen. Informele professionalisering kan hier een succesfactor zijn. Kies voor roadshows met applicaties passend bij het domein van de geïnteresseerde collega's, hou XR-lunches, bekijk samen het [professionaliseringsaanbod op KlasCement](#).
4. Bouw een praktijkgemeenschap op en stimuleer de samenwerking en kennisdeling tussen de collega's. Laat iemand uit het kernteam een collega ondersteunen tijdens de eerste implementatiemomenten en bouw geleidelijk af. Deel best practices, lesideën en nuttige bronnen al dan niet vanuit andere professionaliseringsinitiatieven.

Belangrijk is dat we hier spreken over een kernteam. Laat XR niet de verantwoordelijkheid zijn van een individu. Door bovenstaande stappen te volgen kan het kernteam een andere samenstelling krijgen door nieuwe collega's te verwelkomen die dankzij de interne professionaliseringstrajecten de XR-smaak te pakken heeft gekregen.

Het heeft geen nut om collega's te verplichten een formele professionalisering te volgen. We kiezen voor informele momenten zoals woensdagnamiddagen waarop we ons VR lab openstellen of XR-café op vrijdagavond. Zo wakkeren we de nieuwsgierigheid van de collega's aan die zich "bleu" voelen op vlak van XR en zoeken we samen naar apps die aansluiten bij hun lessen. We houden het laagdrempelig en vrijblijvend... No pressure!

School op niveau 3

PROFESSIONALISERING

Schat het huidige implementatieniveau van
jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

Onze school zet actief in op de deskundigheidsbevordering van onze leerkrachten op het gebied van XR. Dit doen we door een reeks van zowel interne workshops als externe scholingen aan te bieden, specifiek gericht op het integreren van XR in het onderwijs.

NIVEAU 2

Een aantal leraren binnen onze school heeft professionaliseringsinitiatieven rond XR gevolgd. We organiseren binnen de school ook verschillende acties om collega's beter vertrouwd te maken met wat XR voor onderwijs kan betekenen.

NIVEAU 1

Binnen onze school heeft/hebben **reeds 1 leraar één of meerdere professionaliseringsinitiatie(f)(ven)** rond XR-implementatie gevolgd.

NIVEAU 0

Onze school heeft op dit moment **nog niet deelgenomen aan professionaliseringsinitiatieven** over XR-implementatie in de klas.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- XR implementeren in de klaspraktijk vereist specifiek didactische en technische competenties. Indien uw school nog weinig ervaring heeft met XR, doet u er goed aan na te gaan in uw lerarenteam (individueel dan wel via een schoolbrede bevraging) welke leraren ambitie uiten om hiermee aan de slag te gaan: zien zij het potentieel? Deze leerkrachten kunnen het XR kernteam vormen voor de school.
- Start met externe professionaliseringstrajecten bij deze leerkrachten: nodig een inspirerende gastspreker uit rond dit thema, verwijs in een personeelsnieuwsbrief naar de initiatieven. Ook door deelnames aan onderwijstechnologiebeurzen. Doorgaans zijn aan deze beurzen ook al laagdrempelige workshopssessies gekoppeld waarin leraren inspiratie kunnen opdoen en 'hands-on' aan de slag kunnen gaan.

NIVEAU 1

- De toon is gezet: een of enkele lera(a)r(en) in jouw school heeft een professionaliseringsinitiatief gevolgd. Volg goed op hoe deze lera(a)ren dit ervaren heeft/hebben: wat was zinvol? Binnen welke vakken kan XR een plaats krijgen? Welke uitdagingen ziet hij voor de school? Gebruik bijvoorbeeld een [evaluatiestappenplan](#).
- Laat deze leraren zelf eerst voldoende kennis en ervaring opdoen met XR, maar daarna kunnen ze andere collega's inspireren via een lunch, blogpost of vlog, laat andere leerkrachten de les meevolgen, en overleg hoe andere geïnteresseerde leraren volgende stappen kunnen nemen bijvoorbeeld door het oprichten van een XR-kernteam en zodoende andere leraren stimuleren. Zorg dat deze leraren er niet alleen voor staat en spoor andere collega's aan om deel uit te maken van het XR-kernteam. Blijf hiervoor niet steeds tussen de eigen schoolmuren.
- Ook op [KlasCement](#) vind je heel wat professionaliseringsaanbod.

NIVEAU 2

- Er is een kernteam van leraren dat zich reeds professionaliseert rond het thema XR. Betrek deze leraren in het opstellen van een professionaliseringstraject voor de school. Maak het onderscheid tussen externe en interne professionalisering.
- Voor de externe initiatieven is het opportuun om kwaliteitseisen op te stellen: op welke leerinhouden dienen XR-implementaties te focussen?
 - Hoeveel leraren willen we dat minimaal deelnemen?
 - Hoe lang duren deze initiatieven?
 - Welke vervolgstappen vereisen we na deelnamen aan initiatief?
 - Welk budget maken we hiervoor vrij?
 - Kijk ook naar het aanbod van de hogescholen en universiteiten.
- Voor de interne initiatieven is het belangrijk goede XR-praktijken te delen via netwerklunches, innovatiebeurzen of het geven van incentives (hardware, software) voor innovatieprojecten. Uit onderzoek blijkt dat het werken met (her)ontwerpteam (teacher design teams) hiervoor erg zinvol blijkt: leraren worden warm gemaakt om XR binnen hun bestaande lesdoelen en lespraktijken in te

bedden en de collega met XR-ervaring zit mee aan de (her)ontwerptafel om een goede inschatting van de XR-mogelijkheden te maken. Vraag aan de betrokken leerkracht om ook een didactische fiche bij te houden. Dit draagt bij aan het doelgericht inzetten van XR.

NIVEAU 3

- Op dit niveau is het XR- professionaliseringsbeleid goed ingebed in het XR-beleid en het algemeen professionaliseringsbeleid van de school zoals voorgeschreven binnen het Onderwijskwaliteitskader.
- Om een blijvende kwaliteit te garanderen is de afstemming met de andere XR-domeinen, in het bijzonder de XR-competenties van leraren, de XR-integratie in de lespraktijk en het algehele XR-beleid essentieel. Welke implicaties hebben beslissingen en ambities binnen deze domeinen voor het domein professionalisering?
- Bovendien doet u er goed aan de effectiviteit van de professionaliseringsinitiatieven in kaart te brengen:
 - Zien jullie aanpassingen van de lespraktijken en/of de feedback- en evaluatiepraktijk?
 - Welke leer(plan)doelen worden op een effectievere wijze behaald: zijn bv. de instructies en opdrachtomschrijvingen bij de XR-applicaties duidelijk?
 - Is er ook een evolutie waar te nemen in de leerlingresultaten?
 - Zijn de XR-competenties van leraren effectief toegenomen? Kies hiervoor laagdrempelige meetinstrumenten zoals klasobservaties, functioneringsgesprekken waarin leraren hierover rapporteren, laat leerkrachten good practices delen, laat de werkgroep XR een tussentijds rapport opstellen, ...

Referenties:

Donnelly, D., McGarr, O., & O'Reilly, J. (2011). A framework for teachers' integration of ICT into their classroom practice. *Computers & education*, 57(2), 1469-1483.

Merchie, E., Tuytens, M., Devos, G., & Vanderlinde, R. (2016a). Evaluating teachers' professional development initiatives: towards an extended evaluative framework. *Research Papers in Education*, 33(2), 143-168.

Merchie, E., Tuytens, M., Devos, G., & Vanderlinde, R. (2016b). Hoe kan je de impact van professionalisering voor leraren in kaart brengen?. Departement Onderwijs en Vorming.

Stap 3: professionaliseer je team en geef hen kans om te groeien. (z.d.). [www.vlaanderen.be](https://www.vlaanderen.be/kenniscentrum-digisprong/stap-3-professionaliseer-je-team-en-geef-hen-kans-om-te-groeien). <https://www.vlaanderen.be/kenniscentrum-digisprong/stap-3-professionaliseer-je-team-en-geef-hen-kans-om-te-groeien>

Vanhulsel, A., Boel, C., Bleumers, L., & Struyf, D. (2023). Work-in-Progress—Towards a University Wide Implementation of Extended Reality. *Immersive Learning Research-Academic Network*, 6-10.

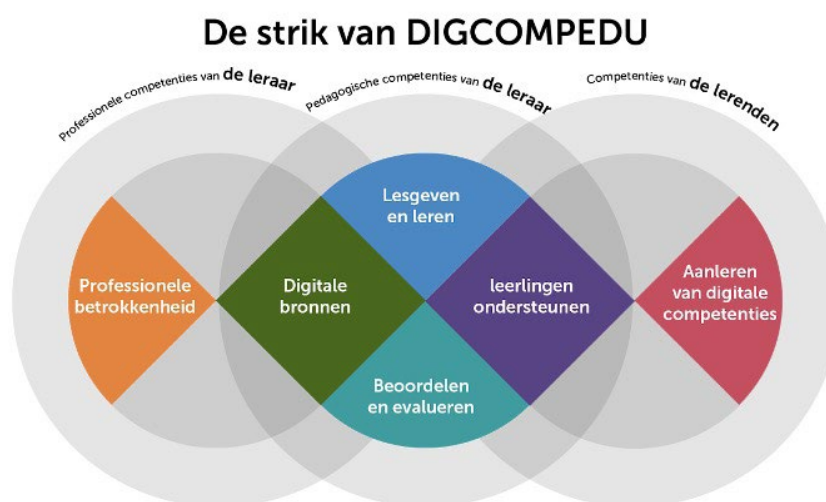
Competenties leraren

XR gebruiken en inzetten
als leermiddel



COMPETENTIES LERAREN

Om de competenties van de leraren mee te nemen in het verhaal van XR wordt het DIGCOMPEDU-raamwerk (Redecker, 2017) als referentie gebruikt. Dit kader, dat een richtlijn wil zijn voor onderwijzend personeel in de Europese Unie, valt uiteen in zes verschillende competentieregio's: professionele betrokkenheid, digitale bronnen, lesgeven en leren, beoordelen en evalueren, leerlingen ondersteunen en het aanleren van digitale competenties. Hieronder worden de verschillende regio's één voor één overlopen om hun meerwaarde aan te tonen voor het onderwijs met XR.



Redecker, C. (2017). European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu.

Professionele betrokkenheid

Innovaties in het onderwijs worden geleidelijk ingevoerd. Nu het XR-novelty-effect plaatsmaakt voor meer pragmatische, didactische toepassingen, wordt de integratie van XR steeds relevanter voor een breder docentencorps. Onderwijsonderzoek toont inmiddels aan dat XR positieve leereffecten heeft, met name binnen de dubbele finaliteit en arbeidsmarktgerichte opleidingen.

Leraren hebben de verantwoordelijkheid om op de hoogte te blijven van de mogelijkheden die XR biedt voor hun onderwijspraktijk. Ze kunnen dit doen door deel te nemen aan diverse initiatieven, zoals:

- ICT-dagen,
- RTC-afdelingsinitiatieven,
- XR-projecten en toepassingen.

Het schoolbeleid speelt hierbij een cruciale rol door:

- Ruimte en tijd vrij te maken voor leraren die nieuwsgierig zijn naar nieuwe technologieën.
- Experts en succesvolle praktijkvoorbeelden uit te nodigen tijdens studiedagen of professionaliseringsactiviteiten.

Het idee dat XR alleen geschikt is voor technici of IT-specialisten is een misvatting. Dit kan worden weggenomen door toegankelijke introductiesessies te organiseren voor vakgroepen, waardoor meer leraren kunnen kennismaken met de voordelen van XR in hun onderwijs.

Digitale bronnen

Het is essentieel dat leraren digitale bronnen niet alleen verkennen, maar ook effectief inzetten in hun lessen. Het evalueren van tools, toepassingen en hardware maakt deel uit van hun taak. Voor XR betekent dit dat leraren de verschillende toepassingen moeten onderzoeken, aangezien de markt voortdurend evolueert en het aanbod steeds uitgebreider wordt.

Om op de hoogte te blijven van innovaties, is deelname aan beurzen en evenementen belangrijk. Denk hierbij aan de SETT-beurs en initiatieven van EdTech Station. Door leraren en beleidsmedewerkers deel te laten nemen aan deze evenementen, blijft het team op de hoogte van de laatste trends op het gebied van hardware en technologie.

Wat software betreft, zijn leveranciers vaak bereid om hun producten op school te demonstreren. Ook experts en ervaringsdeskundigen kunnen voorbeelden delen via workshops. Daarnaast biedt [KlasCement](#) een breed scala aan informatie en advies over het gebruik van XR-applicaties.

Lesgeven en leren

Uit onderzoek blijkt dat XR vooral effectief is in het ondersteunen van lesdoelen die gericht zijn op:

- Verbeterd ruimtelijk inzicht,
- Visualisatie van abstracte begrippen,
- Actieve betrokkenheid van leerlingen,
- Leren zonder beperkingen van tijd of plaats.

XR maakt het mogelijk om leerlingen virtueel te verplaatsen naar gesimuleerde praktijkomgevingen en externe (historische) locaties. De implementatie van XR in lessen moet daarom altijd vanuit deze doeleinden worden overwogen, waarbij ook de impact op het klasmanagement in acht moet worden genomen. XR zorgt namelijk voor een compleet andere dynamiek in de les.

Hoewel het gebruik van XR in eerste instantie een significante tijdsinvestering vraagt - vooral bij klassen die nog niet vertrouwd zijn met de technologie - kan het ook tijdswinst opleveren. Denk bijvoorbeeld aan het herhaaldelijk inoefenen van vaardigheden die normaal enkel op externe locaties kunnen plaatsvinden. Dit bespaart reistijd en biedt leerlingen een rijkere leerervaring dan enkel video's of afbeeldingen, vooral wanneer veiligheidsvoorschriften en beschermingsmiddelen in acht moeten worden genomen.

Een virtuele leeromgeving biedt een veilig alternatief waarin leerlingen vrij kunnen experimenteren en leren van hun fouten. Het maken van 360°-video's van werkplaatsen is bovendien relatief eenvoudig en kostenefficiënt. Daarnaast blijkt uit onderzoek dat niet iedere leerling een eigen device nodig heeft om effectief met XR te leren. Samenwerkend leren biedt kansen, waarbij één leerling het device gebruikt en antwoorden geeft, terwijl de anderen noteren of de leerling door de virtuele omgeving begeleidt.

Beoordelen en evalueren

Het beoordelen en evalueren via XR is uitdagend, maar zeker niet onoverkomelijk. Het huidige aanbod van XR-applicaties biedt voldoende mogelijkheden om evaluaties binnen dezelfde applicaties uit te voeren. Door gebruik te maken van gebruikersdata kan eenvoudig worden achterhaald of leerlingen bepaalde concepten of procedures beheersen. Wanneer leerlingen unieke inlogcodes gebruiken, kunnen de resultaten van formatieve evaluaties eenvoudig worden geabstraheerd.

De meest gebruikte vorm van evalueren binnen XR is het gebruik van meerkeuzevragen, bijvoorbeeld via formatieve quizen. Leerlingen kunnen in de virtuele leeromgeving stapsgewijs eenvoudige vragen beantwoorden, en de resultaten kunnen via diverse platformen worden gedeeld.

Daarnaast is het ook mogelijk om evaluaties buiten de XR-applicaties om te doen. Wanneer de leraar de virtuele omgeving heeft verkend, kunnen er eenvoudig evaluaties worden opgesteld die niet ingebouwd zijn in de applicatie zelf, maar geïntegreerd worden in de bestaande toetspraktijken.

Bij groepswerk kan de leerling met het device antwoorden doorgeven aan medeleerlingen zonder device. Op deze manier kan ook de digitale competentie van de leerling met het device beoordeeld worden. Efficiënt navigeren in een virtuele omgeving leidt namelijk tot snellere en nauwkeurigere antwoorden.

Leerlingen ondersteunen

Het ondersteunen van leerlingen, vooral beginners, is essentieel bij het gebruik van XR. Om dit effectief te doen, moeten leraren aan bepaalde voorwaarden voldoen. Ze moeten voldoende zelfvertrouwen en competenties hebben, zowel op conceptueel als probleemoplossend vlak, om leerlingen te instrueren en te begeleiden in het gebruik van XR-devices en toepassingen. De leraar moet zich als expert kunnen profileren, zodat leerlingen gemotiveerd blijven en niet afhaken bij het werken met XR.

Om deze expertise op te bouwen, kunnen leraren deelnemen aan initiatieven die in Vlaanderen georganiseerd worden. Deze instellingen bieden kennismaking en training rond XR en de bijbehorende mogelijkheden. Het schoolbeleid speelt een belangrijke rol in het communiceren en stimuleren van deze initiatieven voor onderwijzend personeel.

Wanneer leraren voldoende expertise hebben ontwikkeld, kunnen ze leerlingen op verschillende manieren ondersteunen:

- Demonstreren van vaardigheden die nodig zijn voor het gebruik van XR-devices (hardware).
- Samenstellen van een infobrochure of instructiefiche om leerlingen op weg te helpen.

Door leraren goed voor te bereiden, kunnen ze een solide basis leggen voor het succesvolle gebruik van XR in de klas.

Aanleren van digitale competenties

Het gebruik van XR in lessen vereist diverse digitale vaardigheden. Denk aan het beheersen van controllers, het opstarten van XR-devices, en het effectief gebruiken en afsluiten van verschillende applicaties. Daarom is het essentieel dat leraren voldoende tijd inplannen om leerlingen vertrouwd te maken met zowel de hardware (devices) als de software (applicaties).

Vooraf het navigeren in virtuele omgevingen vraagt om begeleiding. Het stapsgewijs uitleggen en oefenen van de verschillende procedures vereist vaak meer geduld en tijd dan verwacht. Bovendien hebben applicaties elk hun eigen functionaliteiten en specifieke kenmerken, wat enige tijd kost om te doorgronden en aan te leren.

Toch is het noodzakelijk dat het onderwijsveld deze vaardigheden bij leerlingen ontwikkelt. Ook de bedrijfs-wereld erkent steeds meer de voordelen van XR bij het professionaliseren of onboarden van nieuwe werknemers, bijvoorbeeld bij het bedienen van machines zoals CNC's, pompinstallaties en carrosserie-onderdelen. Wanneer leerlingen tijdens hun opleiding al vertrouwd zijn geraakt met deze technologie, kan dit hen een concurrentievoordeel geven bij toekomstige sollicitaties.

COMPETENTIES LERAREN

Schat het huidige implementatieniveau van jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

Jouw lerarenteam zijn “**kartrekkers**”. Ze hebben al een ruim inzicht op **de kwalitatieve inzetbaarheid van XR** en durven experimenteren om nieuwe mogelijkheden te verkennen. Zij kunnen aanspreekpunten worden om een leerlijn of het beleid rond XR uit te stippelen.

NIVEAU 2

Jouw lerarenteam is reeds **gebruiker van XR** en dit op een **zinvolle manier**. Ze zetten XR in voor verschillende pedagogisch-didactische doeleinden en op verschillende plaatsen in het leerproces van leerlingen tijdens de instructie-, verwerkings- en evalautiefase. Dit kan wel nog efficiënter toegepast worden.

NIVEAU 1

Jouw leraren zijn **beginners en ontdekken XR**. Ze moeten gestimuleerd worden om volledig mee te stappen in het XR verhaal. Ze hebben nog niet ontdekt dat XR kan ingezet worden voor verschillende pedagogisch-didactische doelen, maar vertonen nu nog een basisgebruik van XR.

NIVEAU 0

Jouw leraren hebben nog **geen XR competenties** ontwikkeld. Ze hebben nog niet ontdekt dat XR kan ingezet worden voor verschillende pedagogisch-didactische doelen en hebben geen of minimale ervaring met XR.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- Je lerarenteam kan XR-competenties aanleren door XR te ervaren. Laat ze in contact komen met XR Inspire van het Lerend Netwerk XR, organiseer tijdens een pedagogische studiedag een sessie waar XR gedemonstreerd wordt, kies bewust voor een didactische uitstap waar XR wordt gebruikt tijdens een museumbezoek of bij een bedrijf/VDAB. Of volg de gratis professionaliseringssessies van XR Academy waarna je de XR uitleenbox mag uitlenen bij de RTC's.

NIVEAU 1

- Je lerarenteam is bekwaam om XR te gebruiken, maar ziet de pedagogische meerwaarde nog niet (helemaal). Het is belangrijk om na hun eerste ervaringen met XR te reflecteren in team en met experts over hun ervaring en hoe het ingezet kan worden in de lespraktijk.
- Zet XR als agendapunt bij team- of werkgroepoverleg en laat hen een SWOT-analyse maken, maar laat hen ook inspireren met verschillende use cases (zie ook [didactische fiches op KlasCement](#)) en mogelijkheden vanuit bedrijven en opleidingscentra.
- Stimuleer uw lerarenteam om meerdere XR-toepassingen te laten ontdekken (AR, MR en VR). Dit kan o.a. door educatieve software en VR brillen uit te testen via de boxen van het RTC in uw provincie.

NIVEAU 2

- Je lerarenteam kan XR reeds breed en kwalitatief inzetten, maar doen ze dit ook in de lespraktijk? Voer reflectiemomenten in zodat er geïnventariseerd kan worden over welke applicaties reeds gebruikt worden en waar die passen in het leerproces. Wordt XR ook al gebruikt om te differentiëren, om te evalueren, om zelf content te creëren,...? Op KlasCement staan didactische fiches, software en hoe die in te zetten, welke applicaties dashboards hebben die je kan gebruiken voor evaluatie... Bekijk ook de [inspiratiegids bij professionalisering](#) om uw leraren te stimuleren zich verder technisch en pedagogisch-didactisch bij te scholen voor verdere competentieontwikkeling.
- Stel je beschikbare hardware toegankelijk voor alle leraren, zodat ze blijven kunnen oefenen en experimenteren. Laat de leraren zelf software voorstellen en laat ze gratis proeflicenties uitproberen.

NIVEAU 3

- Je leraren zijn bekwaam om XR kwalitatief en breed in te zetten in het leerproces van de leerlingen. Voer reflectiemomenten in zodat er geïnventariseerd kan worden over welke applicaties reeds gebruikt worden en waar die passen in het leerproces. Wordt XR ook al gebruikt om te differentiëren, om te evalueren, om zelf content te creëren...?
- Zoek samenwerkingsverbanden om de competenties van uw leraren ten volle te benutten: dien een projectvoorstel in bij [InnoVet](#) of [Smart Educations@Schools \(imec Vlaanderen\)](#), laat uw leraren XR-sessies geven aan collega's of leerlingen, werk samen met een hogeschool of universiteit om XR-content te creëren...

COMPETENTIES LEERLINGEN

XR leren gebruiken om...
beter te leren!



COMPETENTIES LEERLINGEN

Onze leerlingen gaan dagelijks om met digitale toestellen zoals hun smartphone en (school)laptop, toch is het te makkelijk om te denken dat ze echt digitaal geletterd zijn en dus ook vaardig zijn in het gebruik met XR-toepassingen.

Wanneer het gaat om competenties van leerlingen op het vlak van XR wordt er teruggevallen op het DIGCOMP-kader (Kluzer & Priego, 2018; Riina et al., 2022). Dat kader, samengesteld door de Europese Unie, vertaalt welke verwachtingen de Europese Unie koestert tegenover zijn burgers wanneer het aankomt op de digitale samenleving.

In het onderwijs betekent dit dat leerlingen moeten worden voorbereid op deze samenleving. Leerlingen uit de dubbele finaliteit en finaliteit arbeidsmarkt binnen het secundair onderwijs kunnen binnen haast alle competentieprofielen geconfronteerd worden met XR en zijn toepassingen. Procedurele kennis verwerven kan immers perfect met gesimuleerde en virtuele toestellen. Het is een ideaal tussenstation vooraleer leerlingen zich effectief op de werkvloer begeven.

Pentagon van DIGCOMP



Kluzer, S., & Priego, L. P. (2018). Digcomp Into action: Get inspired, make it happen. a user guide to the european digital competence framework. Joint Research Centre (Seville site).

Informatie- en datageletterdheid

Om te profiteren van het volle potentieel van XR is het belangrijk dat leerlingen alle functionaliteiten van XR leren kennen. Extended Reality is immers een huis met vele kamers. Om deze kamers ten volle te kunnen benutten, is het belangrijk dat leerlingen de conceptuele kennis vergaren die verbonden is aan extended reality: het onderscheid kennen tussen de mogelijkheden van een Hololens en een VR-Bril, een 360°-video biedt andere kansen dan een virtuele omgeving, etc. Vooraleer je start met XR in je lessen, is het dus verstandig om de leerlingen goed voor te bereiden en kennis te laten maken met XR door hun goed het onderscheid uit te leggen tussen de verschillende mogelijkheden van XR. Bijvoorbeeld: Wat is het verschil tussen een Hololens en een VR-bril? Waarin verschilt een 360°-video van een volledig virtuele omgeving.

Voorbeelden:

- Stap-voor-stap instructies: opstartmodules voor controllers en headset zijn vaak beschikbaar in XR-applicaties. Moedig leerlingen aan om deze modules te doorlopen zodat ze zich comfortabel voelen met de technologie.
- Praktische ervaringen: laat leerlingen kennismaken met XR door ze deel te laten nemen aan een XR-ervaring bij een bedrijfsbezoek of door de XR-box van een RTC in lessen te integreren. Ook schooluitstappen naar musea met AR-tentoonstellingen of bedrijven die VR gebruiken, bieden waardevolle praktijkervaring.

Communiceren en samenwerken

Wanneer het gaat om 'communiceren en samenwerken', de tweede competentieregio binnen het DIGCOMP-kader, kan er worden teruggevallen op de (voorlopige) schaarste in beschikbaarheid van de devices. De leerlingen zijn immers verplicht om elkaar te ondersteunen tijdens het gebruik van de XR-omgevingen. Deze samenwerking en communicatie kan zich uiten in het begeleiden van elkaar – vaak in duo's – om de applicaties en hun potentieel volledig te benutten. Maar ook de 'novice learners' kunnen terugvallen op de 'expert learners'. Deze vorm van peer tutoring is zeker een kans binnen XR. Op die manier wordt de binnenklasdifferentiatie opgevangen door de medeleerlingen.

Voorbeelden:

- Buddy-systeem en peer tutoring: Laat leerlingen in duo's of kleine groepen werken, waarbij meer ervaren leerlingen minder ervaren leerlingen ondersteunen. Dit bevordert samenwerking en zorgt voor een soepelere leerervaring.
- Gebruik casting om het beeld van de XR-ervaring op een scherm te tonen zodat alle leerlingen kunnen meekijken en van elkaar kunnen leren.

Creëren van digitale inhoud

Het creëren van digitale inhoud door middel van XR wordt ook steeds meer een realiteit. Zo zijn er verschillende applicaties die leerlingen het toelaten om zelf XR-leerapplicaties te maken. Denken we maar aan de mogelijkheden van populaire platformen als Minecraft of Roblox. Deze platformen hebben miljoenen gebruikers wereldwijd en kunnen ook met een XR-device verkend worden. Op die manier kunnen leerlingen kennismaken met hun zelfgebouwde constructies in het platform via XR.

Voor leerlingen die geïnteresseerd zijn in het bouwen en verrijken van 360°-video's, zijn er wel al mogelijkheden binnen XR die behapbaar zijn. Denk hierbij aan het gebruik van laagdrempelige software zoals "Adobe 3D Stager" of "Unity" voor meer gevorderde toepassingen.

In de derde graad architectuur leren de leerlingen door middel van een AR-toepassing een bestaande ruimte opmeten in 3D. Die zetten ze om naar Sketchup, waar ze hun ontwerp op de pc zelf verder wijzigen en ontwerpen. Daarna exporteren ze hun 3D-ontwerp om te bekijken met een VR-bril en kunnen ze in elkaar ruimtes rondwandelen en feedback geven.

Pedagogisch ICT- coördinator Niveau 2 school

Veiligheid

Binnen deze competentieregio moeten we vooral aandacht hebben voor de fysieke veiligheid van de leerlingen. Maar ook voor de barrières die het gebruik van XR in de les inhouden. Een fenomeen waar zeker rekening mee moet gehouden worden is '[cyber sickness](#)'. Een XR-device dragen is immers niet zo onschuldig als het lijkt. Wanneer het langer gedragen wordt, kunnen leerlingen misselijk worden of last krijgen van hoofdpijn. Het is dus verstandig om leerlingen te laten starten met korte sessies zodat ze wennen aan het vertoeven in een virtuele omgeving.

Voorbeelden:

- Veilig en toegankelijk gebruik: zorg ervoor dat XR-toepassingen worden gekozen die veilige en gecontroleerde omgevingen bieden voor leerlingen met speciale noden. Denk aan VR-omgevingen die geleidelijk complexer worden om overprikkeling te voorkomen.
- Inclusieve XR-toepassingen: maak gebruik van bestaande XR-projecten die speciaal zijn ontwikkeld voor leerlingen met speciale noden, zoals 'Seeing VR' van Microsoft, die gebruikers met een visuele beperking helpt, of 'ReachOut', dat speciaal ontworpen VR-scenario's biedt voor leerlingen met autisme.

Probleemoplossend denken

De competentieregio probleemoplossend denken handelt vooral over het vinden van alternatieven wanneer een bepaalde applicatie of device niet beantwoordt aan de noden en behoeften van de gebruikers. Wanneer het gaat om XR kan er dan gerefereerd worden naar de manier waarop leerlingen vaardig genoeg zijn om oplossingen te bedenken wanneer zich fouten voor doen tijdens het gebruik van de applicaties. Het is daarom van belang om ook tijd vrij te roosteren om de vereiste technische XR-competenties van leerlingen te ontwikkelen.

Voorbeelden:

- Oefenen en zelfstandig leren: zorg ervoor dat de XR-hardware toegankelijk is voor leerlingen buiten de reguliere lestijden, zodat ze zelfstandig kunnen oefenen en hun vaardigheden verder kunnen ontwikkelen.
- Regelmatig oefenen: blijf het gebruik van XR-technologie stimuleren ook na de introductie. Organiseer regelmatige sessies waarin leerlingen hun voortgang kunnen laten zien en nieuwe technieken kunnen leren.

COMPETENTIES LEERLINGEN

Schat het huidige implementatieniveau van jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

Je leerlingen zijn **erg bekwaam om met XR aan de slag te gaan**. Op technisch vlak zijn ze zelfredzaam, gaan vlot om met de courante XR-toepassingen. Sommigen kunnen ook zelf XR-content creëren in het kader van de lessen.

NIVEAU 2

Je leerlingen zijn bekwaam om op basisniveau met XR aan de slag te gaan. Ze zijn **technisch vaardig** om XR te gebruiken en **werken** regelmatig in het kader van de les met **XR-toepassingen**.

NIVEAU 1

Je leerlingen zijn in beperkte mate bekwaam om met XR aan de slag te gaan, maar hebben te weinig vorming hierin gekregen. Ze **gebruiken XR nog niet als middel om bij te leren**.

NIVEAU 0

Je leerlingen zijn **niet bekwaam** om met XR-hardware aan de slag te gaan. Zowel technisch de toestellen bedienen als er mee aan de slag gaan om te leren is nog niet aan de orde.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- Geef de leerlingen de kans om met XR aan de slag te gaan. Dit kan door een XR-ervaring bij VDAB te doorlopen, een les aan te bieden waarin de XR-box van het RTC wordt gebruikt, een schooluitstap te doen met XR-mogelijkheden...
- Er zijn ook verschillende projecten die XR gebruiken voor leerlingen met speciale noden, daar vind je mogelijkheden om XR op een veilige manier te gebruiken. Zie bijvoorbeeld [Het scheren van hagen in een BuSO school](#)
- Bij vele applicaties zijn er ook opstartmodules waarin leerlingen stap voor stap leren omgaan met de controllers en headset. Voorzie ondersteuning van een bekwame leerkracht als ondersteuner bij lessen met XR-integratie.

NIVEAU 0

- Door blijvend te oefenen kunnen leerlingen steeds bekwamer worden met XR. Zorg dat de XR-hardware ook toegankelijk is voor leerlingen, eventueel buiten de lessen.
- Laat de leerlingen in een buddy-systeem werken, met peer tutoring en casting of laat een leerkracht met XR-ervaring een sessie geven hoe je aan de slag kan met XR.
- Laat leerlingen steeds de opstartmodule doorlopen als die beschikbaar is in een app om met de hardware correct aan de slag te kunnen.
- Gebruik de didactische fiches ter ondersteuning van een applicatie, want daar staan ook tips op over het gebruik van de applicatie.

NIVEAU 0

- Laat de leerlingen nog meer zelfstandig aan de slag met XR. Stel de XR-hardware dan ook beschikbaar buiten de lessen of raad uw leerkrachten aan om zelfstandige oefenmomenten in XR in hun lessen te integreren.
- Voorzie mogelijkheden om leerlingen ook creatief met XR te laten omgaan, zoals een module of middagrecreatie met applicaties (lijst met mogelijke applicaties). Werk met een buddy-systeem en casting om leerlingen te laten meevolgen en hulp aan te bieden waar mogelijk.

NIVEAU 0

- Blijf XR-gebruik bij leerlingen stimuleren om hun capaciteiten verder uit te werken. Vraag ook naar hun input voor uitbreidingssessies. Misschien willen ze wel zelf XR-content creëren of willen ze een sessie geven aan hun medeleerlingen. Geef de leerlingen de kans om software te suggereren en ga op zoek naar proeflicenties om de applicatie uit te testen.

Referenties

Kluzer, S., & Priego, L. P. (2018). Digcomp into action: Get inspired, make it happen. a user guide to the european digital competence framework. Joint Research Centre (Seville site).

Riina, V., Stefano, K., & Yves, P. (2022). DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens-With new examples of knowledge, skills and attitudes. Joint Research Centre (Seville site)

INTEGRATIE IN DE LES

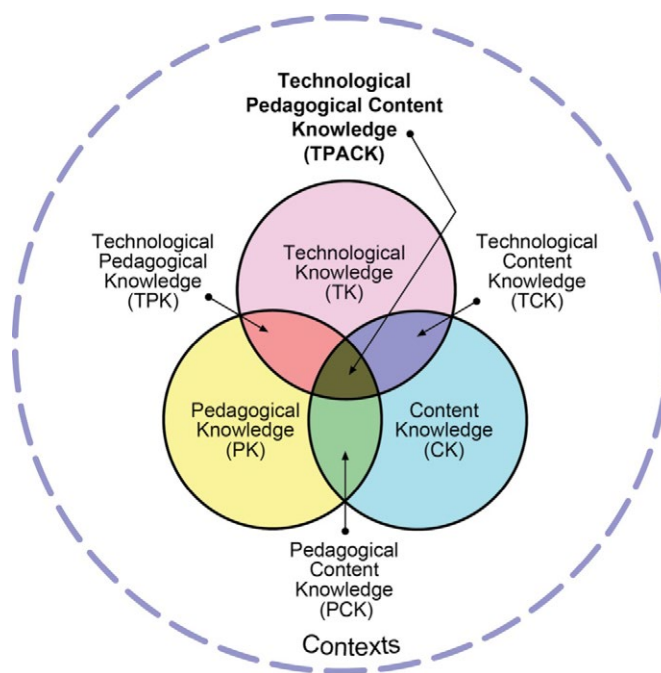
XR-integratie in de lespraktijk



INTEGRATIE IN DE LES

XR-integratie in de lespraktijk

De integratie van Extended Reality (XR) in het onderwijs biedt unieke mogelijkheden om leerprocessen te verrijken. Als leerkracht wil je (digitale) leermiddelen zo effectief mogelijk in te zetten in de leeractiviteiten. Dit geldt ook voor XR-toepassingen waarbij het TPACK-principe (Koehler & Mishra, 2009) een leidraad biedt. Hierbij worden leerinhouden (Content), pedagogisch-didactische aanpak (Pedagogy) en technologische kennis (Technology) optimaal gecombineerd.



Reproduced by permission of the publisher, © 2012 by tpack.org

Daarnaast is het volgens Booijsink (2018) essentieel een goede balans te vinden tussen de volgende drie elementen:

- Doceerbaarheid: is het haalbaar om mijn inhouden over te brengen met XR?
- Studeerbaarheid: kunnen mijn leerlingen met behulp van XR effectief en efficiënt leren?
- Organiseerbaarheid: is de infrastructuur en deskundigheid aanwezig om met XR vlot in te zetten?

XR ingebed in het curriculum

Een effectieve integratie van XR in het curriculum vereist zorgvuldige afstemming met de leerinhouden en -doelen. Ga na hoe XR-technologieën deze doelen kunnen ondersteunen of versterken. Het is cruciaal om een XR-toepassing te kiezen die niet alleen past bij de lesinhoud, maar ook daadwerkelijk een meerwaarde biedt ten opzichte van traditionele leermethoden zoals klassikale lessen, video's of praktijklessen. Bouw stapsgewijs je visie uit en dit steunend op het [vier-E-kader](#).

Stap 1: Analyseer de huidige leerinhouden en doelen

Ga na welke leerdoelen momenteel moeilijk te bereiken zijn met de bestaande middelen. Dit kunnen bijvoorbeeld complexe concepten zijn die leerlingen vaak lastig vinden om te visualiseren of te begrijpen. XR kan hier een cruciale rol spelen door abstracte ideeën tastbaar en interactief te maken. Voorbeelden zijn het verduidelijken van ingewikkelde wetenschappelijke processen, het verkennen van historische locaties in 3D, of het oefenen van veiligheidsprocedures in een virtuele omgeving.

Stap 2: Vergelijk XR met bestaande leermiddelen

Evalueer hoe de gekozen XR-toepassing zich verhoudt tot andere beschikbare middelen en tools. Biedt de toepassing een significante meerwaarde, zoals diepere conceptuele begrip, verbeterde leerlingbetrokkenheid, of een veiliger en realistische oefenomgeving? Dit kan bijvoorbeeld het geval zijn als XR in staat is om leerstof te visualiseren die anders alleen theoretisch zou blijven of als het interactieve ervaringen kan bieden die leerlingen helpen om de leerstof actief toe te passen.

Stap 3: Integreer XR op het juiste moment in het leerproces

Denk na over het juiste moment om XR in te zetten binnen de les. XR kan bijvoorbeeld worden gebruikt als introductie om voorkennis te activeren, als oefenfase om vaardigheden te trainen, of als evaluatie om kennis en vaardigheden te demonstreren.

Als introductie kan XR dienen als een krachtige tool om voorkennis te activeren of leerlingen te motiveren door hen te laten kennismaken met de nieuwe leerinhoud op een visuele en interactieve manier. Dit kan vooral nuttig zijn bij abstracte concepten die moeilijk uit te leggen zijn via traditionele leermiddelen.

Tijdens de oefenfase kunnen leerlingen wanneer ze al bekend zijn met de basisprincipes, worden gebruikt om de eerder opgedane kennis in de praktijk te brengen. In deze fase biedt XR de mogelijkheid om vaardigheden te oefenen in een veilige, gecontroleerde omgeving die anders moeilijk te realiseren zou zijn, zoals een VR-simulatie van complexe technische handelingen.

Voor evaluatie en feedback kan XR ook een waardevol instrument zijn voor formatieve evaluatie. Leerlingen kunnen hun kennis en vaardigheden toetsen in een XR-omgeving die real-time feedback biedt. Hierdoor kunnen ze zichzelf verbeteren en hun leerproces verfijnen voordat ze een formele toets ondergaan.

Stap 4: Creëer samenhang tussen XR en andere leermiddelen

XR moet niet gezien worden als een op zichzelf staande tool, maar als een aanvulling op andere leermiddelen. Bijvoorbeeld, een VR-simulatie kan dienen als voorbereiding op een praktijkles, waarna leerlingen hun kennis in een real-world context toepassen. Of XR kan directe feedback geven tijdens een fysieke opdracht, wat de effectiviteit van het leren verhoogt.

Stap 5: Monitor en evalueer de impact van XR

Na de implementatie van XR, is het belangrijk om de impact ervan te monitoren en te evalueren. Dit kan door het verzamelen van feedback van zowel leerlingen als leerkrachten, het analyseren van leerresultaten en het vergelijken van prestaties vóór en na de introductie van XR. Door deze gegevens te gebruiken, kun je bepalen of XR de verwachte voordelen biedt en waar eventuele aanpassingen nodig zijn.

Om het leerproces volledig te benutten, is het waardevol om een feedbackmoment in te bouwen waarin leerlingen hun ervaringen met XR delen. Dit kan in de vorm van een klassikale bespreking of een individueel verslag.

Bespreek samen:

- Wat goed ging en welke aspecten van de XR-ervaring hen hielpen om de leerstof te begrijpen?
- Wat de uitdagingen waren en wat moeilijk was of minder goed werkte? Hebben ze obstakels ondervonden en hoe hebben ze die overwonnen?
- Welke indruk heeft de XR-ervaring op hen gemaakt, en hoe denken ze deze kennis in de praktijk toe te passen? Hoe kunnen ze hun aanpak in de toekomst verbeteren?

Dit reflectiemoment helpt niet alleen om de leerervaring te verdiepen, maar geeft de leerkracht ook inzicht in de effectiviteit van de XR-toepassing en de behoeften van de leerlingen.

De leerlingen automechanica van derde graad moeten "het werkingsprincipe, de functie en de specificaties van verschillende systemen in de aandrijflijn van een elektrisch aangedreven voertuigen begrijpen en toelichten"

Een oefening in VR om een auto-accu samen te stellen volgens een opgegeven spanning en vermogen kan dienen om het principe van serie- en parallelschakelingen te herhalen en te oefenen in veilig aansluiten en loskoppelen van een batterij voor een elektrische auto. Deze oefening kan gedaan worden door elke leerling of remediëring aangeboden worden voor de leerlingen die meer inzicht en feedback nodig hebben.

** Leerplandoel 35 leerplan Autotechnieken Derde Graad D/A Katholiek Onderwijs Vlaanderen*

Belang van basiskennis en -vaardigheden bij het inzetten van XR

Veel XR-toepassingen vereisen dat leerlingen al over een zekere basiskennis en -vaardigheden beschikken voordat ze de applicatie effectief kunnen gebruiken. Als de leerlingen nog niet voldoende vertrouwd zijn met de basisconcepten van de leerstof, kan het gebruik van XR contraproductief zijn. In plaats van hen te ondersteunen, kan de technologie hen verwarren of frustreren, omdat ze de context en inhoud niet volledig begrijpen. Het is daarom belangrijk om XR pas in te zetten nadat de leerlingen een stevige basis hebben opgebouwd. Dit voorkomt dat ze doelloos of gefrustreerd raken en zorgt ervoor dat ze de toepassing zinvol kunnen gebruiken.

Differentiatie en gepersonaliseerd leren met XR

Een van de sterke punten van XR is dat het mogelijkheden biedt voor differentiatie. Elke leerling leert op zijn eigen tempo en heeft specifieke behoeften. XR kan hierin voorzien door:

- Aanpassing van het moeilijkheidsniveau:
Leerkrachten kunnen XR inzetten om verschillende leerlingen op verschillende niveaus te laten werken, afhankelijk van hun voorkennis en vaardigheden. Leerlingen die moeite hebben met bepaalde concepten kunnen bijvoorbeeld extra ondersteuning krijgen via herhaling of gerichte oefeningen in de XR-omgeving.

- Zelfstandig aan de slag gaan:
XR-toepassingen die de voortgang van elke leerling monitoren en feedback geven, bieden mogelijkheden voor gepersonaliseerd leren. Leerlingen kunnen zelfstandig werken, hun prestaties verbeteren en leren op hun eigen tempo. De leerkracht kan deze voortgang volgen en bijsturen waar nodig.

Leeractiviteiten met XR organiseren met oog op efficiëntie en impact op leren

Hoe zet je XR-materiaal in in je lessen als niet elke leerling over een toestel kan beschikken of je niet veel plaats hebt?

1. XR-Buddies

Laat enkele leerlingen de app en het gebruik van het toestel op voorhand rustig ontdekken zodat ze er vlot mee kunnen werken. Zij zijn de buddies die de andere leerlingen op weg helpen met het XR-toestel, de app en hen ook de weg wijzen bij het eerste gebruik van de app en leertaken.

Deze buddies kunnen in het vervolg ook de XR-materialen klaarzetten en terug opruimen. Een tijdsbesparing voor jou en voor hen een extra verantwoordelijkheid om fier op te zijn?

2. Casten VR en AR

VR-brillen en tablets hebben meestal de mogelijkheid om het individuele beeld te 'casten' naar een extern scherm. De andere leerlingen kijken dan niet alleen passief mee, maar geven instructies of feedback op de leerling die in de XR-app werkt.

3. Heb je weinig XR-toestellen en veel leerlingen?

Laat leerlingen in kleine groepjes in een doorschuifstelsel werken. Het XR-station is dan een van de activiteiten die ze kunnen doen. Probeer in elke groep een XR-buddy te hebben die er makkelijk mee aan de slag kan.

Slechts één toestel? Laat dan de andere leerlingen meekijken via casting op een scherm. Ze kunnen observeren, feedback geven of topics noteren die zij anders zouden doen.

Welke tool gebruik je nu best voor welke leeractiviteit? Is 360° VR of Augmented Reality het best? Of toch maar VR? De VDAB en UCLL maakten een keuzetool die je eerst vraagt wat je wil leren en dan suggesties geeft over de XR-toepassing.

Hier kan je de keuzetool raadplegen: <https://sites.google.com/vdabcampus.be/keuzehulp-immersive-training/homepage/xr-keuzetool>

INTEGRATIE IN DE LES

Schat het huidige implementatieniveau van jouw school in voor dit XR-domein.

NIVEAU 3

In je school wordt **systematisch XR gebruikt in de leeractiviteiten**. De leerkrachten zetten XR effectief in op verschillende domeinen en als ondersteuning om leerdoelen te behalen. De leerkrachten die ermee werken kunnen XR doordacht didactisch gebruiken.

NIVEAU 2

Je school **gebruikt soms XR in de lespraktijk**. Een deel van het leerkrachtenteam ziet mogelijkheden in het verrijken van de lessen. De leerkrachten die er mee werken kunnen XR doordacht didactisch gebruiken.

NIVEAU 1

Je school gebruikt XR **sporadisch** in de lespraktijk. De leerkrachten zijn nog niet echt overtuigd van de pedagogisch-didactische mogelijkheden. XR wordt nog niet ingezet in de verschillende vakdomeinen.

NIVEAU 0

Je school gebruikt **zelden of nooit XR in de lespraktijk**. De leerkrachten zijn nog niet overtuigd van de pedagogisch-didactische mogelijkheden en zetten XR niet in in de verschillende vakdomeinen.

Til je school naar een hoger niveau

NIVEAU 0

- Verken waar XR in het curriculum de lacunes op vlak van inhoud, materialen, kost of organisatie kan opvangen.
- Onderzoek welke vakken en leerinhouden veel oefenkansen of differentiatie vragen op te dure machines of met dure materialen. Het oefenen van (veiligheids)procedures en vaardigheden zijn soms ook moeilijk in een schoolcontext.
- Laat je inspireren door het bestaande aanbod van apps te ontdekken die hier in kunnen helpen. Dat kan door je leerkrachten inspiratie te laten opdoen op events en demo's te beleven.
- Bezoek een school in de buurt die al wat verder staan in het gebruik van XR in de lessen. Daarnaast kan je via de XR-academy een opleiding volgen om XR-toestellen te leren gebruiken en de eerste mogelijkheden te verkennen.
- Via klascement.net/XR vind je tips voor events, professionalisering en inspiratiefiches voor het gebruik van XR in je school.

NIVEAU 1

- Bekijk de huidige praktijken van XR-gebruik in je school en evalueer ze op basis van impact op het leerproces van de leerlingen.
- Onderzoek welke andere vakken en leerinhouden veel oefenkansen vragen op te dure machines of met dure materialen. XR heeft de potentie om realistische werksituaties in de klas te halen, zonder omslachtige verplaatsingen.
- Laat de ICT-stuurgroep een voorstel doen om via bijvoorbeeld een pilootproject XR in een nieuw vakdomein te implementeren.
- Bezoek een school in de buurt die al wat verder staat in het gebruik van XR in de lessen. Daarnaast kan je via de XR-academy een opleiding volgen om XR-toestellen te leren gebruiken en de eerste mogelijkheden te verkennen.
- Laat enkele leerkrachten zich verder professionaliseren in effectief didactisch gebruik van XR.

NIVEAU 2

- Bekijk de huidige praktijken van XR-gebruik in je school en evalueer ze op basis van impact op het leerproces van de leerlingen. Onderzoek welke factoren een uitbreiding van effectief XR-gebruik in de weg staan. Moet de didactische aanpak anders? Zorg voor een toegankelijke beschikbaarheid van XR-materialen en toepassingen en eenvoudig management.
- Laat de verschillende vakgroepen onderzoeken of XR echt in het curriculum is geïntegreerd en niet losstaand als extra activiteit gebruikt wordt.
- Leerlingen kunnen dikwijls ook samenwerken aan een opdracht in een XR-omgeving, door het delen van brillen of casten naar een scherm voor enkele andere leerlingen die observeren en/of helpen.

- Sommige toepassingen geven de leerkracht makkelijk overzicht in de leerresultaten binnen de XR-omgeving.
- Bezoek een school in de buurt die al wat verder staat in het gebruik van XR in de lessen.
- Laat de leerkrachten en leerlingen die al met XR werken de anderen inspireren, zodat iedereen zicht krijgt op de mogelijkheden van XR in zijn/haar vakdomein.
- Stimuleer intervisie tussen leerkrachten om goede ervaringen en effectief gebruik uit te wisselen.

NIVEAU 3

- Bekijk de huidige praktijken van XR-gebruik in je school en evalueer ze op basis van impact op het leerproces van de leerlingen. Onderzoek welke factoren een uitbreiding van effectief XR-gebruik in de weg staan. Moet de didactische aanpak anders? Zijn er nog technische of praktische problemen?
- Laat de verschillende vakgroepen onderzoeken of XR echt in het curriculum is geïntegreerd en niet losstaand als extra activiteit gebruikt wordt.
- Een leerlijn voor het integreren en gebruiken van de verschillende toepassingen en leermomenten met XR is aangewezen om het overzicht te houden.
- Bekijk welke alternatieve werkvormen mogelijk zijn met je leerlingen: Kunnen of mogen ze zelfstandig aan de slag met XR voor je vak? Als differentiatie voor extra oefenmomenten?
- Bezoek een (hoge)school in de buurt die werken met XR in de lessen. Neem deel aan lerende netwerken om ervaringen uit te wisselen
- Laat de leerkrachten en leerlingen die al met XR werken de anderen inspireren, zodat iedereen zicht krijgt op de mogelijkheden van XR in zijn/haar vakdomein.
- Stimuleer intervisie tussen leerkrachten om goede ervaringen en effectief gebruik uit te wisselen.
- Bekijk of er leerkrachten zijn die graag zelf XR op maat maken voor de leerlingen en het curriculum.
- Via [KlasCement](#) vind je tips voor events, professionalisering en inspiratiefiches voor het gebruik van XR in je school.

Referenties

Koehler, M., & Mishra, P. (2009). What is technological pedagogical content knowledge (TPACK)? Contemporary issues in technology and teacher education, 9(1), 60-70.

Booijink, H., van Meer, Y., & Vrielink, R. O. (2018). De balansdriehoek: Balanceren tussen student-, docent- en organisatiebelangen.

INSPIRATIEVOLLE VOORBEELDEN

In dit onderdeel geven we ten eerste vanuit drie scholen die behoren tot respectievelijk implementatieniveau 2 en 3 een illustratie van hoe de invulling en aanpak binnen en tussen de XR-domeinen kan verlopen.

SOFTWARESELECTIE, PERCEPTIES EN COMPETENTIES VAN LEERKRACHTEN VIA INTERNE PROFESSIONALISERING

Voorbeeld: VTI Roeselare

Context:

De school is in het bezit van een Virtual Reality Lab ([Figuur 1](#)), maar dat impliceert nog niet dat alle leerkrachten overtuigd zijn van de meerwaarde van XR of vaardig zijn met immersieve technologie. Het XR kernteam onderzocht de benodigde software en ondersteunde de leerkrachten bij het experimenteren.

Domeinen:

Softwareselectie: het kernteam ging actief op zoek naar geschikte XR-software via verschillende platforms, beurzen en via AI. Een digitale bibliotheek werd opgezet om leraren toegang te geven tot geselecteerde applicaties ([Figuur 2](#)). Voor de interne sessie werden de vakgebieden van de geïnteresseerden opgelijst en door het kernteam gedownload op de VR-brillen. De leerkracht Bouw testte veiligheid op de werf uit en stellingen bouwen via SAVR; Electrical Safety en Fire Training stonden op het programma van de leraar elektriciteit; voor maatschappelijke vorming opteerde het kernteam voor MLK: Now is the Time; Virtual Speech werd getest door de taalleraar en tot slot Open Brush voor schilderen.

Percepties van leerkrachten: na de sessie werd gepolst bij de leerkrachten via een bevraging ([Figuur 3](#)) hoe hun perceptie ten opzichte van XR veranderd was en wat hun intenties voor toekomstig gebruik waren. Door een applicatie uit te kiezen die aansluit bij hun vakdomein had dit een positief effect op hun eerste XR ervaring.

Competenties van leerkrachten: deze sessie diende als opstap naar vervolgsessies voor leraren die geïnspireerd waren om XR verder te verkennen. Door de leraren te laten experimenteren onder begeleiding van de XR experts op school, hadden ze als het ware een buddy bij wie ze steeds terecht kunnen. Bij de bevraging na de sessie werd duidelijk dat leraren voldoende ondersteuning wensen vooraleer ze met XR naar de klas trekken, maar ook tijdens de eerste lespraktijken met XR. Blijvend werken aan competenties is dus - zoals ook blijkt uit dit voorbeeld - een must!

Daarna was de eerste test voor mijn opgestelde lijst aangebroken. Ik selecteerde voor elke leerkracht individueel zo snel mogelijk geschikte content op basis van het vakgebied, downloadde en installeerde die indien nodig op de VR-bril. Het is uiterst belangrijk dat de eerste ervaring zo goed mogelijk aansluit op het vakgebied van de desbetreffende leerkracht.

Leraar uit het XR kernteam



Virtual Reality Lab in VTI Roeselare

Bevraging bij de leraren na de interne sessie - VTI Roeselare

Met welke verwachtingen kwam je naar het infomoment?

- "Wat bestaat er al wat bruikbaar is voor Elektriciteit en Godsdienst"
- "Ik was benieuwd naar de mogelijke toepassingen en een algemeen woordje uitleg/visie over XR."
- "Meer weten over XR om met mijn leerlingen bouwinfo via XR uit te voeren."
- "Geen."

Hoe heb je het infomoment ervaren?

- "Positief en leerrijk"
- "Ik vond het leuk dat er meteen op zoek werd gegaan naar een toepassing die aansluit bij de vakken die ik geef. Ook tof om die dan meteen eens te mogen uittesten. "
- "Goed, maar te kort"
- "Heel goed."

Zijn er mogelijkheden en/of problemen om XR toe te passen binnen je lessen/vakgebied?

- "Ja, enkel bij kleine klassen en voor de eerste maal graag begeleiding van personen die er veel van kennen."
- "Ik geef momenteel les in de eerste graad, waardoor Engelse toepassingen niet ideaal zijn. Ik vond het wel interessant om mogelijkheden te zien en geloof erin dat XR een meerwaarde kan betekenen. Bv. de oefening om speeches en interviews te oefenen in een gecreeerde setting kan een optie zijn voor leerlingen met spreekangst, om deze angst gradueel af te bouwen."
- "Er zijn mogelijkheden, maar tot nu toe ben ik onvoldoende voorbereid om met mijn leerlingen XR toe te passen."
- "Zeer zeker. Op vlak van (brand)veiligheid zijn er toepassingen mogelijk."

Wil je nog verdere stappen zetten om XR te gebruiken in de klas?

Bijvoorbeeld individueel oefenen al dan niet met begeleiding.

- "momenteel niet omdat mijn klassen te groot zijn om XR te gebruiken."
- "Momenteel (dit schooljaar) niet, eventueel later wel."
- "Ja, graag individueel oefenen om dan met mijn leerlingen XR toe te passen."
- "Zeker en vast, individuele toepassingen waarop de jongere zichzelf een aantal vaardigheden op eigen tempo kan aanleren."

VISIE EN BELEIDSONTWIKKELING, EEN STERK FUNDAMENT

'T Saam Campus Cardijn

Context:

'T Saam campus Cardijn wou een stevige basis leggen voor de implementatie van XR door eerst een XR-visie en -beleid uit te werken. Door leden van de directieraad en leraren te betrekken, werd een duidelijke roadmap gecreëerd die leidde tot de integratie van XR in alle studiedomeinen in de derde graad.

Domeinen:

Visieontwikkeling: de school stelde zichzelf als doel om leerlingen klaar te stomen voor de arbeidsmarkt en de toekomst door XR-technologieën te integreren in het curriculum. Dit omvatte het betrekken van stakeholders en het creëren van draagvlak.

Beleid en curriculumhervorming: in lijn met de nieuwe visie werd een nieuw vak "Digital Skills" ontwikkeld, waarin onderwerpen als data mining, VR/AR en artificiële intelligentie worden behandeld. Dit vak is specifiek afgestemd op de opleidingsdomeinen van de leerlingen. Deze school schakelde externen in om leerkrachten de tijd te geven zichzelf te professionaliseren op vlak van XR.

Uit het pedagogisch project van 'T Saam Campus Cardijn: we gebruiken tijdens de lessen moderne didactische middelen. We willen ons inspannen om de schoolomgeving zo aangenaam en veilig mogelijk te maken.

COMPATIBELE HARDWARE, EEN STERK NETWERK EN EFFICIËNT BEHEER ALS VOLMAKER

'T Saam Campus Cardijn

Context:

Deze school had nog geen groot aanbod van XR toestellen op school, dus moest er op een doordachte manier hardware aangeschaft worden en het netwerk versterkt worden. Na de ervaring met het managementsysteem vanuit het XR Actieplan wil deze school ook investeren in het XR beheer.

Domeinen:

Compatibele hardware: deze school startte met een oplijsting van de wenselijke software en de noden vanuit de domeinen en de lesdoelen. Hieruit bleek dat een mixed reality-bril - HoloLens2 - een grote meerwaarde zou zijn, ook al nam de kostprijs een grote hap uit het budget. De IT-coördinator betrok ook collega's van andere scholen als experts en werkte samen met de financiële dienst van de scholengroep om de mogelijkheid van een groepsaankoop voor eigen materiaal te bespreken. Op deze manier konden ze hun XR-aanbod uitbreiden met meerdere VR- en AR-toestellen, zoals MetaQuest3.

Het netwerk versterken en hardware beheren: de IT-coördinator had ook voor de versterking van het netwerk zijn collega IT'ers geconsulteerd en deze versterking van het netwerk werd ook een prioritaire investering. Na de ervaring met ArborXR ondervond deze school ook de meerwaarde van een managementsysteem. Via gratis proefperiodes bij andere platformen werd later de knoop doorgehakt.

LEERLINGEN ALS XR-GEbruikers EN -CREATORS

VTI IZEGEM



De digitale machinezaal, ontwikkeld door de leerlingen van VTI Izegem

Context:

Naast het professionaliseren van leraren, is het belangrijk dat ook leerlingen de nodige XR-competenties ontwikkelen. In het VTI Izegem werd een project opgezet waarbij leerlingen een virtuele rondleiding van hun atelier maakten.

Domeinen:

XR-competenties voor leerlingen: door leerlingen actief te betrekken bij XR-projecten, zoals het creëren van een virtuele rondleiding, leren ze niet alleen de technologie gebruiken maar ook kritisch nadenken over de toepassing ervan.

Vakoverschrijdend werken: door het combineren van verschillende vakken in één project (bijvoorbeeld technologie en Engels), konden leerlingen XR inzetten om een complex onderwerp op een innovatieve manier te presenteren.

Conclusie

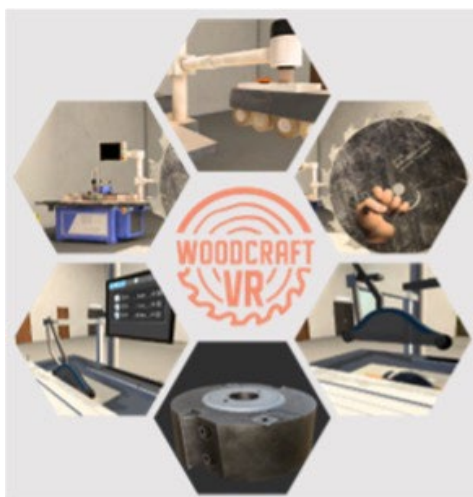
Deze voorbeelden tonen hoe scholen meer XR matur kunnen worden op één of meerdere van de tien domeinen vanuit de XR scan. Door inspiratie te putten uit bovenstaande voorbeelden en aan te passen aan de eigen context, kunnen scholen een innovatieve, gefundeerde en toekomstgerichte XR-leeromgeving creëren.

ONTWIKKELING EN IMPLEMENTATIE VAN EEN XR-TOEPASSING

Als extra illustreren we een case die tot stand kwam onder impuls van een Innovet-traject (Vlaamse Overheid) waarbij in een co-creatietraject tussen een aantal scholen en een hogeschool de applicatie Woodcraft werd ontwikkeld.

Woodcraft VR: Houtbewerking in virtual reality

Woodcraft VR is een individueel te doorlopen training om te leren werken met houtbewerkingsmachines. De training is gericht op de tweede graad van het beroepsgericht en technisch secundair onderwijs en leert studenten op een leuke en veilige manier een paneelzaagmachine en freesmachine bedienen. Het project werd gerealiseerd in functie van een projectoproep InnoVET (2022-2023), met de steun van de Vlaamse Overheid, departement Onderwijs & Vorming. De initiatiefnemers van dit project zijn het Human Interface Technology Lab (HITLAB) binnen Hogeschool West-Vlaanderen (HOWEST) en Campus Engineering Veurne, in samenwerking met diverse leerkrachten houtbewerking en technisch adviseurs uit het beroepsgericht en technisch secundair onderwijs: VTI Roeselare, VTI Menen, VTI Poperinge, 't Saam Diksmuide, VTI Tielt, VTI Izegem en Richtpunt Zottegem.



Dit project kwam tot stand vanuit een gemeenschappelijke nood van leerkrachten houtbewerking om leerlingen in een veilige leeromgeving op te leiden om te leren werken met gevaarlijke en complexe houtbewerkingsmachines. In dit project wordt ook samengewerkt met externe partners die fungeren als klankbord, waaronder netwerk – of sectororganisaties: XR Valley, de Agoria Education & Learning Technology Club, RTC West-Vlaanderen, Woodwize; volwassenenonderwijs: Creo, Syntra West, VDAB; werkveldpartners: Rhinox, delaware, DB&S Machines, Vanrobaeys NV- hout & Interieur en de Pedagogische Begeleidingsdienst van het Vlaams Katholiek onderwijs.

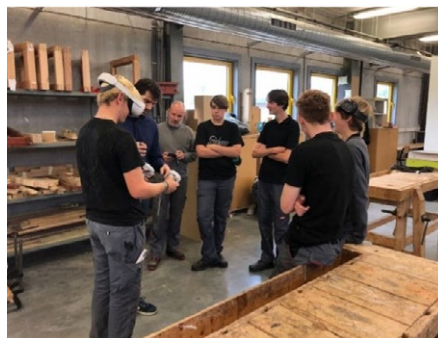
Tijdens het project werden verschillende initiatieven ondernomen om de integratie in de lespraktijk te bevorderen op verschillende domeinen.



Visie en beleid

Context:

Bij de aanvang van het project was het onduidelijk of de scholen reeds een bepaalde visie of perceptie hadden ten aanzien van XR. Dit is problematisch, gezien een duidelijk beeld hiervan een belangrijke eerste insteek is om in een latere fase van het ontwikkelingsproces ertoe te komen dat de training die werd ontwikkeld ook effectief zal worden ingezet in de klaspraktijk.



Initiatieven:

- **Brainstormsessie met stakeholders** van het project waarbij vooral werd gefocust op het vinden van overeenkomsten qua visie en perceptie zodat een training kon ontwikkeld worden die voor alle scholen relevant en nuttig was. Indien hier onvoldoende rekening mee wordt gehouden van bij de start, bestaat er een risico dat de ontwikkelde training te weinig zal stroken met de verwachtingen. De stakeholders waren positief over de mogelijkheden van XR maar tijdens de brainstorm kwam naar voor dat zij XR-technologie vooral zagen als een aanvulling en (veiliger) alternatief om de echte praktijklessen vlotter te laten verlopen. Er werd aangegeven dat ze in geen geval de praktijklessen wilden 'vervangen' door virtuele lessen.
- **Bezoek aan diverse scholen** en interviews/informele gesprekken met leerkrachten houtbewerking waarbij de onderzoekers en ontwikkelaars zelf de kans kregen om te werken met een paneelzaag-machine en informatie kregen over hoe dit momenteel wordt aangeleerd. waardoor ze een beter zicht kregen op de noden/visie/perceptie en attitudes van de leerkrachten die dagelijks in de praktijk staan.

Professionalisering

Context:

Bij de ontwikkeling van een XR-training dienen een aantal ontwerpkeuzes te worden gemaakt waarvoor enige kennis over de technologie vereist is. Het VTI van Veurne had voordien nog geen ervaring met virtual reality of het meehelpen ontwerpen van een virtual reality applicatie. Ook voor de integratie van de applicatie in het lesgebeuren is het van belang dat leerkrachten vlot overweg kunnen met de technologie.



Initiatieven:

- **Demosessies** waarbij leerkrachten de kans kregen om verschillende types hardware en software uit te testen in het labo. Hierbij kregen ze ook informatie over de specificaties van de hardware, technische vereisten, netwerkvereisten, mogelijkheid tot casten,... Er werd eveneens toegelicht welke mogelijkheden VR wel/niet biedt (voorbeeld ideaal om procedures aan te leren, minder ideaal voor het aanleren van machinebediening waarvoor fijne motorische handelingen vereist zijn,...).



- **Doorverwijzing naar bijscholingen/beurzen** en externe events rond XR.
- **Train-the-trainersessies** waarbij de leerkrachten werden gebriefd over het opstarten en gebruik van de training, alsook over hoe kleine technische problemen konden worden verholpen en hoe datatransfer kan aangepakt worden.



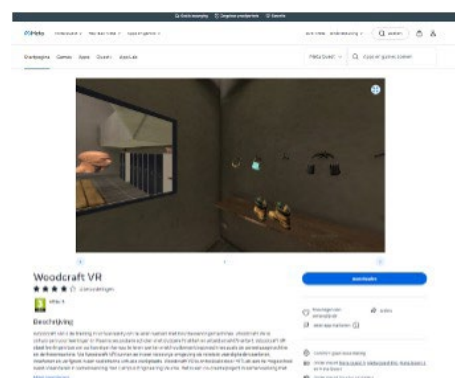
Hardware, software, netwerk en beheer

Context:

De school beschikte nog niet over XR-hardware en de leraren hadden weinig tot geen ervaring met VR. Er dienden toestellen te worden voorzien die gebruiksvriendelijk waren zodat ze makkelijk in de klaspraktijk kunnen worden ingezet. Voordien maakte de school zelf nog geen gebruik van reeds beschikbare software en werd deze nog niet betrokken bij een ontwerpproces van een VR-training.

Initiatieven:

- **Adviesformulering en begeleiding bij de aankoop van hardware** waarbij vooral rekening gehouden werd met volgende specificaties: prijs, duurzaamheid, batterijduur en vooral mogelijkheid tot stand-alone gebruik. Stand-alone betekent dat er geen bijkomende externe pc meer nodig is om je applicaties te runnen. Als hardware werd gekozen voor het gebruik van een Oculus (Meta)Quest. Dit type headsets is algemeen zeer gebruiksvriendelijk, zodat eventueel ontbrekende competenties bij leraren of leerlingen inzake het gebruik van VR hardware voor een stuk konden worden gecompenseerd en de integratie in de lespraktijk kon worden vergemakkelijkt. Dit type headsets zijn stand-alone, waardoor ze niet gekoppeld hoeven te worden aan een externe PC om applicaties te kunnen opstarten en hierdoor minder hoge eisen stellen qua infrastructuur. Ook is het mogelijk om geïnstalleerde applicaties te runnen zonder een actieve internetverbinding, waardoor er minder afhankelijkheid is van het aanwezige netwerk in de school.
- Installatie VR headsets door de onderzoekers.
- Iteratieve aanpak bij opbouw van de software met verschillende feedbackloops.
- Applicatie werd beschikbaar gesteld via de META store en KlasCement.



Integratie in de les

1. Competenties leerkrachten

Context:

In de betrokken school hadden de leerkrachten geen ervaring met het inzetten van XR in de les en was er nog geen kennis en bewustzijn over de pedagogische-didactische mogelijkheden die XR biedt.

- Gebruik van diverse pedagogische modellen bij het opbouwen van de VR-training, waarbij rekening werd gehouden met pedagogische principes zoals scaffolding, rekening houden met de multimediaprincipes en het herhalingsprincipe. Door deze mee op te nemen gedurende het ontwerpproces ontstond er bewustwording van het belang om XR niet 'zomaar' te gebruiken en om verschillende wetenschappelijke en didactische principes door te trekken naar de virtuele wereld.
- Uitdenken van leerinhouden en daaraan gekoppelde oefeningen waardoor de training vlot inzetbaar is in de klaspraktijk en een stuk van de denkoefening over de pedagogische/didactische insteek reeds werd gemaakt.
- Diverse initiatieven rond professionaliseren van leerkrachten (zie [Professionalisering](#)).

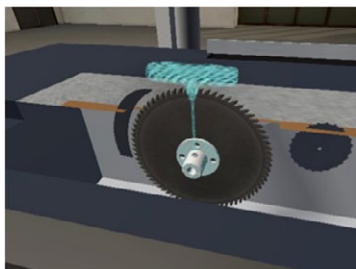
2. Competenties leerlingen

Context:

Wat betreft de competenties van de leerlingen bleek dat sommigen al ervaring hadden opgedaan met VR buiten de klas, hoewel de meeste leerlingen hun technische vaardigheden nog verder moeten ontwikkelen om zelfstandig met de training aan de slag te kunnen gaan.

Initiatieven:

- Ter ondersteuning van de leerlingen werd een tutorial voorzien in de training waarbij ingeoefend moest worden hoe PBM's dienden te worden aangebracht. Op die manier kregen de leerlingen notie van het werken met de controllers en leerden ze hoe ze voorwerpen konden vastnemen/verplaatsen in VR.
- De noodzakelijkheid van vooraf aanwezige competenties bij leerlingen werd zoveel mogelijk geminimaliseerd via:
 - feedbackmechanismen en indicatoren die de leerlingen konden helpen om zichzelf te corrigeren (vb. foutmeldingen) of konden zien waar ze zich naar moesten verplaatsen.
- Er werden visuals toegevoegd die aangaven waar bepaalde voorwerpen geplaatst dienden te worden op de virtuele zaagmachine.
- Door het plug-and-playgehalte zo hoog mogelijk te maken bij opstart en gebruik te maken van makkelijke knoppen(combinaties) om acties op een intuïtieve manier te kunnen uitvoeren.
- Gebruik van generieke machines die aansluiten bij de realiteit en door hun herkenbaarheid een makkelijkere gebruikservaring creëren.



Referenties inleiding

- Baceviciute, S., Lucas, G., Terkildsen, T., & Makransky, G. (2022). Investigating the redundancy principle in immersive virtual reality environments: An eye-tracking and EEG study. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(1), 120–136. <https://doi.org/10.1111/jcal.12595>
- 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. 13th International Conference on Education and New Learning Technologies, 7504–7513. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2021.1524>
- Bower, M., DeWitt, D. & Lai, J. W. M. (2020). Reasons associated with preservice teachers' intention to use immersive virtual reality in education, *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2214–2232. <https://doi.org/10.1111/bjet.13009>
- Cao, X., & Hsu, Y. (2022). Systematic review and meta-analysis of the impact of virtual experiments on students' learning effectiveness. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2022.2072898>
- Cárdenas-Sainz, B. A., Barrón-Estrada, M. L., Zatarain-Cabada, R., & Chavez-Echeagaray, M. E. (2023). Evaluation of extended reality (XR) technology on motivation for learning physics among students in mexican schools. *Computers & Education: X Reality*, 3, 100036. <https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100036>
- Caserman, P., Cornel, M., Dieter, M., & Göbel, S. (2018). A concept of a training environment for police using VR game technology. *Lecture Notes in Computer Science (Including Subseries Lecture Notes in Artificial Intelligence and Lecture Notes in Bioinformatics)*, 11243 LNCS, 175–181. https://doi.org/10.1007/978-3-030-02762-9_18
- Chavez, B., & Bayona, S. (2018). Virtual reality in the learning process. In *Advances in Intelligent Systems and Computing* (Vol. 746). Springer International Publishing. https://doi.org/10.1007/978-3-319-77712-2_129
- Coban, M., Bolat, Y. I., & Goksu, I. (2022). The potential of immersive virtual reality to enhance learning: A meta-analysis. In *Educational Research Review* (Vol. 36). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100452>
- Dalgarno, B., & Lee, M. J. W. (2010). What are the learning affordances of 3-D virtual environments? *British Journal of Educational Technology*, 41(1), 10–32. <https://doi.org/10.1111/j.1467-8535.2009.01038.x>
- 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. In *British Journal of Educational Technology* (Vol. 51, Issue 6, pp. 2006–2033). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/bjet.13030>
- European Commission, D.-G. for Communication Networks, Content, and Technology, Boel, C., Dekeyser, K., & Depaepe, F. (2023). Extended reality: Opportunities, success stories and challenges (health, education): final report. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/library/extended-reality-opportunities-success-stories-and-challenges-health-and-education>
- Evens, M., Empsen, M., & Hustinx, W. (2023). A literature review on 360-degree video as an educational tool: towards design guidelines. *Journal of Computers in Education*, 10(2), 325–375. <https://doi.org/10.1007/s40692-022-00233-z>
- Farshid, M., Paschen, J., Eriksson, T., & Kietzmann, J. (2018). Go boldly! Explore augmented reality (AR), virtual reality (VR), and mixed reality (MR) for business. *Business Horizons*, 61(5), 657–663. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.05.009>
- Hamilton, D., McKechnie, J., Edgerton, E., & Wilson, C. (2021). Immersive virtual reality as a pedagogical tool in education: a systematic literature review of quantitative learning outcomes and experimental design. *Journal of Computers in Education*, 8, 1–32. <https://doi.org/10.1007/s40692-020-00169-2>
- Kaplan, A. D., Cruik, J., Endsley, M., Beers, S. M., Sawyer, B. D., & Hancock, P. A. (2021). The Effects of Virtual Reality, Augmented Reality, and Mixed Reality as Training Enhancement Methods: A Meta-Analysis. *Human Factors*, 63(4), 706–726. <https://doi.org/10.1177/0018720820904229>
- Kavanagh, S., Luxton-Reilly, A., Wuensche, B., & Plimmer, B. (2017). A Systematic Review of Virtual Reality in Education. *Themes in Science and Technology Education*, 10(2), 85–119.
- Klingenberg, S., Fischer, R., Zettler, I., & Makransky, G. (2023). Facilitating learning in immersive virtual reality: Segmentation, summarizing, both or none? *Journal of Computer Assisted Learning*, 39, 218–230. <https://doi.org/10.1111/jcal.12741>

- Luo, H., Li, G., Feng, Q., Yang, Y., & Zuo, M. (2021). Virtual reality in K-12 and higher education: A systematic review of the literature from 2000 to 2019. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37, 887–901. <https://doi.org/10.1111/jcal.12538>
- Maas, M. J., & Hughes, J. M. (2020). Virtual, augmented and mixed reality in K–12 education: a review of the literature. *Technology, Pedagogy and Education*, 29(2), 231–249. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2020.1737210>
- Makransky, G., Andreassen, N. K., Baceviciute, S., & Mayer, R. E. (2020). Immersive virtual reality increases liking but not learning with a science simulation and generative learning strategies promote learning in immersive virtual reality. *Journal of Educational Psychology*. <https://doi.org/10.1037/edu0000473>
- Martín-Gutiérrez, J., Mora, C. E., Añorbe-Díaz, B., & González-Marrero, A. (2017). Virtual technologies trends in education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(2), 469–486. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.00626a>
- Mayer, R. E. (2009). *Multimedia Learning*. Second edition. Cambridge.
- Mayer, R. E., Makransky, G., & Parong, J. (2022). The Promise and Pitfalls of Learning in Immersive Virtual Reality. *International Journal of Human-Computer Interaction*. <https://doi.org/10.1080/10447318.2022.2108563>
- Meyer, O. A., Omdahl, M. K., & Makransky, G. (2019). Investigating the effect of pre-training when learning through immersive virtual reality and video: A media and methods experiment. *Computers & Education*, 103603. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103603>
- Nisiotis, L., & Kleanthous, S. (2020). Lessons learned using a virtual world to support collaborative learning in the classroom. *Journal of Universal Computer Science*, 26(8), 858–879. http://www.jucs.org/jucs_26_8/lessons_learned_using_a
- Oyelere, S. S., Bouali, N., Kaliisa, R., Obaido, G., Yunusa, A. A., & Jimoh, E. R. (2020). Exploring the trends of educational virtual reality games: a systematic review of empirical studies. *Smart Learning Environments*, 7(1). <https://doi.org/10.1186/s40561-020-00142-7>
- educational Technology, 51(6), 2098–2114. <https://doi.org/10.1111/bjet.12991>
- Pirker, J., & Dengel, A. (2021). The Potential of 360° Virtual Reality Videos and Real VR for Education - A Literature Review. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 41(4), 76–89. <https://doi.org/10.1109/MCG.2021.3067999>
- Profacts. MICTIVO-4. Monitor voor ICT-integratie in het Vlaamse onderwijs 2023. Eindrapport van overheidsopdracht: Meting ICT-integratie in het Vlaamse onderwijs (MICTIVO).
- 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 and Education*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107289>
- Rosenberg, L. (2023, March 4). Virtual reality is finally ready to revolutionize education. *VentureBeat*. <https://venturebeat.com/virtual/virtual-reality-is-finally-ready-to-revolutionize-education/>
- Scavarelli, A., Arya, A. & Teather, R.J. (2021). Virtual reality and augmented reality in social learning spaces: a literature review. *Virtual Reality*, 25, 257–277. <https://doi.org/10.1007/s10055-020-00444-8>
- Skarbez, R., Smith, M., & Whitton, M. C. (2021). Revisiting Milgram and Kishino's Reality-Virtuality Continuum. *Frontiers in Virtual Reality*, 2. <https://doi.org/10.3389/frvir.2021.647997>
- Snelson, C., & Hsu, Y. C. (2020). Educational 360-Degree Videos in Virtual Reality: a Scoping Review of the Emerging Research. *TechTrends*, 64(3), 404–412. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00474-3>
- Southgate, E., Smith, S. P., Cividino, C., Saxby, S., Kilham, J., Eather, G., Scevak, J., Summerville, D., Buchanan, R., & Bergin, C. (2019). Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 19, 19–29. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.10.002>
- Suh, A., & Prophet, J. (2018). The state of immersive technology research: A literature analysis. *Computers in Human Behavior*, 86, 77–90. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.04.019>
- XR in education and research | SURF.nl. (z.d.). Geraadpleegd 17 september 2024, van <https://www.surf.nl/en/themes/xr-extended-reality/xr-in-education-and-research>

XR on Tour: Navigating the Future of Education and Research Across the Netherlands | SURF Communities. (2023, september 14). <https://communities.surf.nl/blended-learning/artikel/xr-on-tour-navigating-the-future-of-education-and-research-across-the>

XR's successes and challenges | SURF.nl. (z.d.). Geraadpleegd 17 september 2024, van <https://www.surf.nl/en/xrs-successes-and-challenges>

Tilhou, R., Taylor, V., & Crompton, H. (2020). 3D Virtual Reality in K-12 Education: A Thematic Systematic Review. In S. Yu, M. Ally, & A. Tsinakos (Eds.), *Emerging Technologies and Pedagogies in the Curriculum* (pp. 169–184). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-0618-5_10

van der Meer, N., van der Werf, V., Brinkman, W. P., & Specht, M. (2023). Virtual reality and collaborative learning: A systematic literature review. *Frontiers in Virtual Reality*, 4, <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1159905>

Vlaams Parlement (2021). Visienota Van kwetsbaar naar weerbaar. Deel 1. Beter leren, beter voelen. Plan voor een kwalitatief versterkt onderwijs in uitvoering van het relanceplan Vlaamse Veekracht.

Wu, B., Yu, X., & Gu, X. (2020). Effectiveness of immersive virtual reality using head-mounted displays on learning performance: A meta-analysis. In *British Journal of Educational Technology* (Vol. 51, Issue 6, pp. 1991–2005). Blackwell Publishing Ltd. <https://doi.org/10.1111/bjet.13023>

Yu, Z. (2021). A meta-analysis of the effect of virtual reality technology use in education. *Interactive Learning Environments*. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1989466>

Yu, Z., & Xu, W. (2022). A meta-analysis and systematic review of the effect of virtual reality technology on users' learning outcomes. *Computer Applications in Engineering Education*, 30, 1470–1484. <https://doi.org/10.1002/cae.22532>

Zourmpakis, A.-I., Kalogiannakis, M., & Papadakis, S. (2023). A Review of the Literature for Designing and Developing a Framework for Adaptive Gamification in Physics Education. In *The International Handbook of Physics Education Research: Teaching Physics* (pp. 1–26). AIP Publishing. https://doi.org/10.1063/9780735425712_005

Zuniga Gonzalez, D. A., Richards, D., & Bilgin, A. A. (2021). Making it Real: A Study of Augmented Virtuality on Presence and Enhanced Benefits of Study Stress Reduction Sessions. *International Journal of Human Computer Studies*, 147. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2020.102579>