

Ecosysteemanalyse Immersive Technology & Serious Gaming in Zuid-Holland - Rotterdam



In opdracht van de Gemeente Rotterdam

in samenwerking met InnovationQuarter & Provincie Zuid-Holland

Auteurs: Tom Hendricksen (tom.hendricksen@birch.nl), Bas van der Starre, Saskia Vogelaar, Serina Contente, Myrthe Maas & Tom Greenhead

Managementsamenvatting

Onderzoeksproces

Dit onderzoek richt zich op **het Immersive Technology-ecosysteem** van de **provincie Zuid-Holland**. Immersive Technology is reeds opgenomen als een sleuteltechnologie in de Kennis- en Innovatieagenda en draagt bij aan relevante missies waar digitalisering een rol speelt. Niet alle digitale technologieën vinden automatisch hun weg naar de markt. Immersive Technology is er daar één van en kan hulp gebruiken van publieke middelen om zijn potentie waar te maken.

Om een inzicht te geven in het innovatie ecosysteem van Immersive Technology in Zuid-Holland en het functioneren daarvan gebruiken we een innovatiesysteemanalyse. Hierin brengen we via een **structuuranalyse** het huidige ecosysteem in kaart. Dit doen we op basis van data en expertise rondom **ondernemerschap en aanbod, kennis en talent, vraag- en marktontwikkeling, netwerken, en beleidsvorming**. Analyse van deze functies resulteert in een overzicht waarbij de sterktes en zwaktes van het ecosysteem in beeld zijn gebracht.

De **sterktes en zwaktes** worden via de **zeven functies** van het innovatiesysteem beschreven. Op basis van de sterktes en zwaktes wordt er geoordeeld over het functioneren van elk element. Dit geeft inzicht in de huidige **zwakke plekken** van het ecosysteem en biedt tegelijkertijd richting om in te grijpen als publieke speler. Deze worden uitgewerkt in interventielijnen die inspelen op de huidige bottlenecks die het ecosysteem remmen om naar de volgende fase te groeien.

Sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen

Ondernemerschap

Zuid-Holland heeft een grote concentratie van startups, maar onder het brede bedrijfsleven kent het geen uitzonderlijke positie.

Kennisontwikkeling

Kennisinstellingen in de regio zijn allen actief met de technologie en actief op het hele spectrum: van technologie tot toepassing tot impact en ethiek.

Kennisverspreiding

Er zijn voldoende onderwijsinstellingen actief in het opleiden van talent. Er is onvoldoende blootstelling onder het brede bedrijfsleven aan de technologie.

Agendavorming

Er is nog geen nationale agenda. De groeifondsaanvraag van CIIC is voorwaardelijk. Technologie is onderdeel van de nieuwe KIA sleuteltechnologie.

Marktformatie

De markt is onbekend met de mogelijkheden van de technologie en de drempel om in te stappen blijft hoog door maatwerkoplossingen en nichetoeepassingen.

Mobiliseren middelen

Er is een gebrek aan langdurige financiering en beperkte toegang tot Europese middelen. Beschikbaar kapitaal vindt zijn weg nog niet naar de juiste ondernemers of partijen.

Legitimering

Nederland is een voorloper op ethiek en daarnaast komt wet- en regelgeving op gang. De technologie draagt niet direct bij aan urgente maatschappelijke opgaven dus profiteert niet van een 'urgentiebesef'.

Conclusie & handelingsperspectief

Het Zuid-Hollandse Immersive Technology-ecosysteem heeft voldoende potentie door de relatief sterke ondernemerschapspositie en kennisbasis. Op basis van de sterktes en zwaktes die geconcludeerd worden uit de analyse in dit rapport is er voldoende aanleiding om als publieke sector in te grijpen in het innovatiesysteem waar momenteel systeemfalen optreedt. Dit kan door gebruik te maken van al ingezette routes aangevuld met nieuwe acties.

Het huidige innovatie-ecosysteem ondervindt de grootste belemmeringen bij de **marktformatie** en het **mobiliseren van middelen**. Dit hangt samen met de **legitimering** van de technologie bij het brede bedrijfsleven dat achterblijft. Bedrijven hebben te weinig blootstelling aan de mogelijkheden van de technologie, waar bijvoorbeeld **kennisverspreiding** een rol kan spelen. Op basis van de sterktes en zwaktes in de analyses en de huidige fase van de technologie zijn er drie interventielijnen die ingrijpen op de huidige obstakels die de technologie remmen in de 'take-off':

1. Zoek 'launching customers' die als vliegwiel dienen voor Immersive Technology. Door zelf een voorbeeld te geven binnen overheidsprojecten en aan te sluiten op de bestaande groeiagenda kan de technologie een serieuze plek en aandacht krijgen bij het regionale bedrijfsleven en bijdragen aan regionale doelen.
2. Stimuleer het vrijmaken van middelen voor het Zuid-Hollandse Immersive Technology-ecosysteem en koppel deze aan transitievraagstukken of regionale opgaven. Dit kan door informatievoorziening, op te treden als netwerkpartner, coördinator en investeerder. Hiermee wordt meer zicht gecreëerd op de beschikbare middelen. De middelen zijn via meerdere routes (Europees, nationaal en regionaal) aan te wenden voor het regionale ecosysteem.
3. Stimuleer samenwerking tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven om B2B-toepassingen te realiseren. Pak hierbij een rol als 'kennismakelaar' om bedrijven te verbinden met de juiste samenwerkingen, onderzoekers of tech-bedrijven.

Inhoud

Inleiding en vraag	<u>p. 4</u>
1. Afbakening	<u>p. 5</u>
2. Ecosysteemanalyse	<u>p. 10</u>
3. Kansen & bedreigingen	<u>p. 31</u>
4. Conclusie & handelingsperspectief	<u>p. 43</u>
5. Bijlagen	<u>p. 50</u>

Inleiding en vraag

Ecosysteem Immersive Technology & Serious Gaming

De opkomst van Immersive Technology voor industriële toepassingen biedt kansen voor Rotterdam en breder voor Zuid-Holland. Op dit moment zijn er bedrijven actief in het ontwikkelen van 'immersive content' en Immersive Technology in Zuid-Holland. De daadwerkelijke potentie van deze sleuteltechnologie voor de regio is echter nog onbekend. Het is nodig om dit te kwantificeren zodat er onderbouwd economisch beleid kan worden ontwikkeld ten behoeve van de verdere ontwikkeling van de technologie en om beter bekend te raken met de randvoorwaarden van het lokale ecosysteem.

Birch is gevraagd om het ecosysteem rond Immersive Technology & Serious Gaming in kaart te brengen en te relateren aan de (omvang en positie van) 'communities' in Brainport/Eindhoven; Utrecht/Hilversum en Metropoolregio Amsterdam. De focus komt hierbij te liggen op de "content-kant" van Immersive Technology en niet op de "tech-kant". Er is specifiek aandacht voor de B2B-toepassingen die kansrijker worden geacht dan B2C-toepassingen.

Het onderzoek heeft de volgende onderzoeksvragen:

1. In hoeverre is er economische potentie voor het Immersive Technology-ecosysteem van Zuid-Holland?
2. Hoe functioneert het Immersive Technology-ecosysteem in Zuid-Holland en is er aanleiding om publieke middelen in te zetten ten behoeve van het ecosysteem?

Dit rapport bestaat uit een aantal hoofdstukken die onderdelen leveren om de onderzoeksvragen te beantwoorden.

1. **Afbakening:** in dit hoofdstuk beschrijven we de technologie Immersive Technology en de ontwikkelfase waarin het zich bevindt. Aan de hand van de ontwikkelfase zijn er prioriteiten te stellen aan wat nodig is vanuit het ecosysteem om de technologie een fase verder te brengen.
2. **Ecosysteemanalyse:** in dit hoofdstuk analyseren we het ecosysteem aan de hand van vijf structuurelementen. Dit is de uitgangspositie van het ecosysteem en op basis hiervan beschrijven we de sterktes en zwaktes.
3. **Kansen en bedreigingen:** in dit hoofdstuk analyseren we het functioneren van het innovatiesysteem aan de hand van de zeven systeemfuncties en verkennen we de sterktes, zwaktes, kansen en bedreigingen op basis van de ecosysteemanalyse. Hierdoor krijgen we zicht op de huidige belemmeringen in het innovatiesysteem en bepalen we de rol van een publieke speler hierin.
4. **Conclusie en handelingsperspectief:** in dit hoofdstuk brengen we de bevindingen uit de eerdere hoofdstukken bij elkaar en presenteren we conclusies over de potentie van het Immersive Technology-ecosysteem in Zuid-Holland. Op basis van de sterktes en zwaktes en de analyse over het functioneren van het ecosysteem identificeren we de obstakels waar publieke middelen nodig zijn om het ecosysteem een fase verder te brengen. Deze worden uitgewerkt in drie interventielijnen.

1. Afbakening



Afbakening

Immersive Technology is een verzameling technologieën die de grens tussen fysiek en digitaal vervaagt

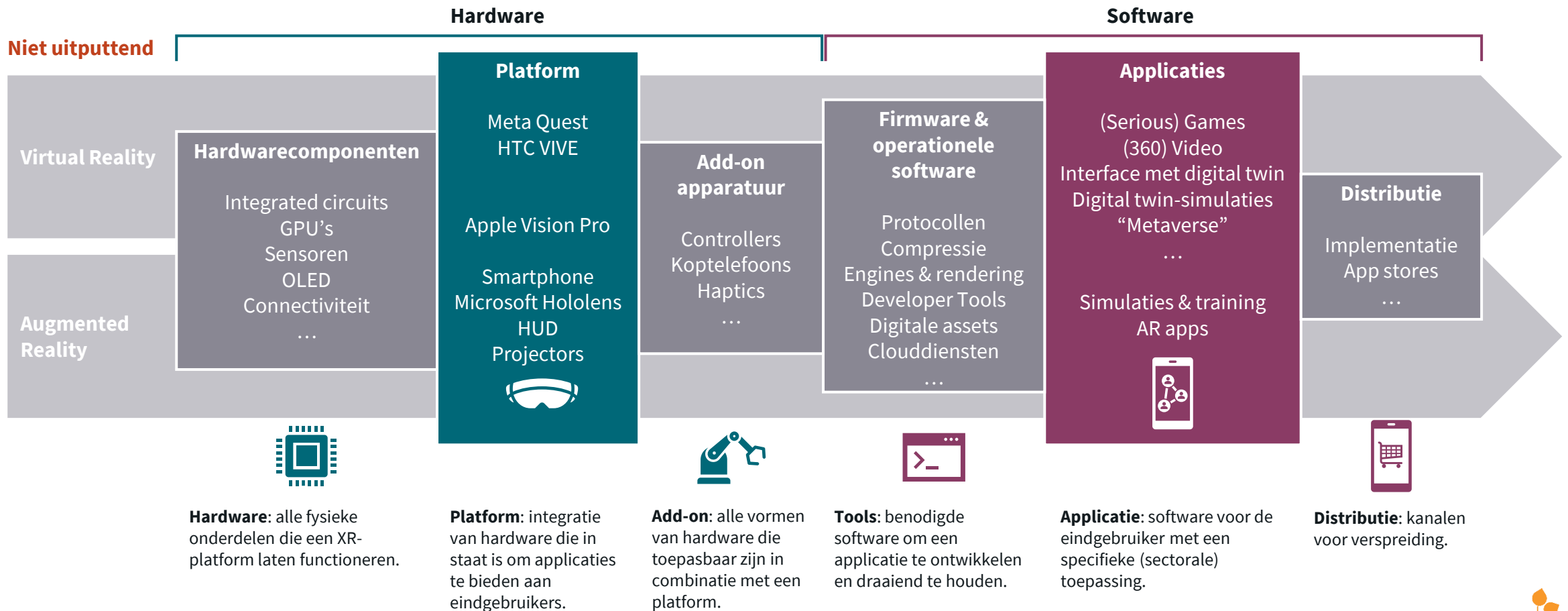
- Immersive Technology is een verzamelnaam voor nieuwe methoden om met een combinatie van **beeld**, **geluid** en zelfs **aanraking** gebruikers een nieuwe vorm van ervaring te geven.
- Die nieuwe ervaringen vervagen de grens tussen de **fysieke** en **virtuele** omgeving en bieden een ruimtelijke manier om te interacteren met digitale omgevingen zonder traditionele interfaces. Dat kan door het toevoegen van een “digitale laag” aan de fysieke wereld, tot en met het afsluiten van de gebruiker van de fysieke wereld en deze onder te dompelen in de digitale wereld.
- **Augmented Reality** (AR) en **Virtual Reality** (VR) zijn de twee belangrijkste paradigma's die dit proberen vorm te geven, met elk een eigen invalshoek:
 - **AR** presenteert digitale informatie alsof ze in de fysieke wereld worden geplaatst, via een mobiel apparaat of een headset. Deze informatie kan als platte ‘laag’ gepresenteerd worden of als 3D-object.
 - **VR** brengt de gebruiker in een volledig virtuele omgeving via een headset of scherm, waarbij de omgeving wordt gegenereerd door de computer of op basis van 360-graden videobeelden.
- Samen wordt dit **Extended Reality (XR)** genoemd. Op basis van de mate waarin de gebruiker via een combinatie van de fysieke en digitale werkelijkheid wordt afgesloten van de fysieke wereld is de technologie op een spectrum te plaatsen.



- Toepassingen voor Immersive Technology worden inmiddels op allerlei vlakken gezien. In het verleden was dit vooral op het domein van videogames en entertainment. Inmiddels worden er veel **B2B-toepassingen** ontwikkeld in allerlei sectoren, gericht op productontwerp, procesonderhoud, educatie en training, of nieuwe vormen van interactie met klanten. Deze toepassingen zijn in sommige gevallen al langer mogelijk met oude technologie, zoals bijvoorbeeld in training met behulp van simulatoren. De AR- en VR-paradigma's maken het mogelijk dit verder uit te breiden en op nieuwe, laagdrempelige manieren verder toe te passen.
- Deze toepassingen verbinden zich ook met andere opkomende technologieën, zoals de '**digital twin**'. Een digital twin is een virtuele replica van een fysiek object. Dat kan een product zijn, of een persoon, of een heel systeem zoals een elektriciteitsnetwerk of een productielijn (zie bijlage voor een uitgebreide vorm van toelichting). Dit wordt gekoppeld aan Immersive Technology, omdat dit een mogelijke interface biedt met een digital twin.

Afbakening

De “stack” van Immersive Technology concentreert zich rond de AR- en VR-platforms en de applicaties daarvoor



Afbakening

Innovatie Immersive Technology wordt gedreven door hardware-ontwikkeling en nieuwe toepassingen

Virtual Reality-hardware heeft inmiddels een dominant design: de VR-headset. Nu werken bedrijven aan incrementele verbeteringen zoals:

- Krachtiger processoren en/of verbindingen voor betere applicaties.
- Betere schermresolutie voor intensere ervaring.
- Preciezer controllers voor meer interactiviteit.
- Lichtere en meer comfortabele materialen voor betere draagbaarheid.
- Tegengaan van “VR-sickness” (misselijkheid bij langdurig gebruik).

Daarnaast wordt door veel bedrijven gewerkt om VR en AR te kunnen combineren in 1 apparaat onder de noemer ‘*mixed reality*’.

Virtual Reality-software is vooral een B2C-product. Media en videogames zijn nu een volwaardige niche, met naar schatting ~35 miljoen verkochte headsets aan consumenten. De ambitie van platformontwikkelaars is het maken van een ‘*metaverse*’: een virtuele wereld waartoe mensen via de VR-headset toegang hebben. De *metaverse* is geen eenduidig concept: de game-industrie probeert via games een virtuele economie op te zetten (bijv. Fortnite). Meta probeert juist top-down een *metaverse* te ontwerpen als wereld voor sociale interactie. Daarnaast zijn er bedrijven die de virtualisering van werk als startpunt zien en met **digital twins** een bedrijf virtueel willen nabouwen en verbinden aan andere partijen.

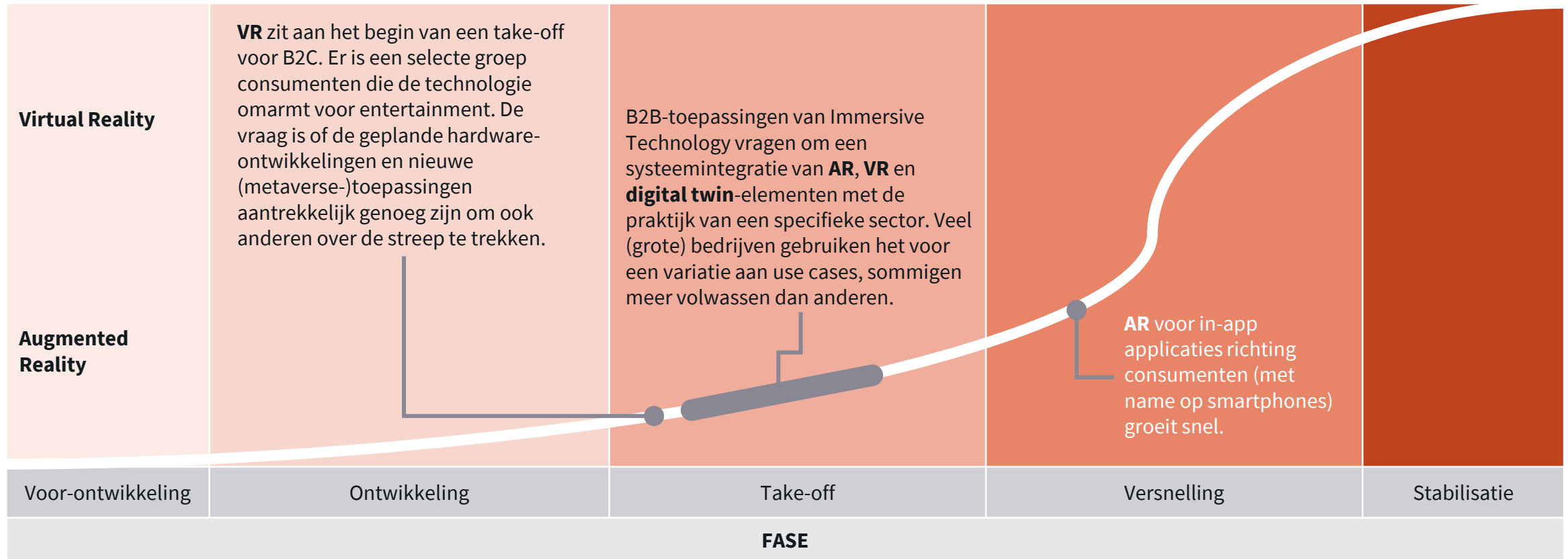
Augmented Reality kan deels gebruik maken van bestaande **hardware** zoals een smartphone, maar een aantal grote tech-bedrijven heeft in de ‘roadmap’ een ontwikkeling richting AR-brillen of zelfs contactlenzen.

- Snap heeft in 2021 een versie van Spectacles met AR-functionaliteit in kleine oplage uitgegeven aan AR-makers.
- Meta is van plan vanaf 2025 AR-brillen aan te bieden, gekoppeld aan een interface in een smartwatch. Daarnaast krijgen de VR-headsets meer mixed reality-features.
- Apple brengt in 2024 een eerste mixed reality-headset naar de markt, en ontwikkelt voor 2025-2030 een AR-bril en na 2030 een AR-contactlens.

Augmented Reality-software ziet men op dit moment geïntegreerd in B2C-apps, vaak gerelateerd aan marketing- en communicatiedoeleinden. SnapChat en Pokémon Go! zijn hiervan bekende voorbeelden. Distributie gaat derhalve vrijwel uitsluitend via een smartphone. Aan de B2B-kant zien ontwikkelaars kansen in productie, engineering, gezondheidszorg en onderwijs, gekoppeld aan de AR- en VR-hardware. Gebruik van AR en/of VR hier vereist een specifieke ‘use case’ die vaak diepe sectorale kennis, investeringen en effectieve integratie met de vragende partij vereist voordat er ook een business case uit voortkomt.

Afbakening

Vershil in volwassenheid van B2B Immersive Technology, afhankelijk van sector en soort toepassing



2. Ecosystemanalyse

Ecosysteemanalyse

Het ecosysteem voor Immersive technology & Serious Gaming in Zuid-Holland

- We brengen de organisaties en ‘regels’ van het ecosysteem in kaart. Deze structuur geeft de basissituatie en uitgangspositie van de regio en Nederland weer.
- In deze inventarisatie staat de ondernemer centraal (**1. Aanbod**). Die ondernemer is echter succesvol bij de gratie van de andere structurelementen.
- Meest belangrijke is daarin vraag voor de nieuwe technologie (**2. Vraag**) door potentiële afnemers en voeding van ondernemers met nieuwe ideeën (**3. Kennis en talent**).
- Ondernemers worden daarnaast gevoed door de (zelf)organisatie in ondersteunende netwerken en andere steun (**4. Netwerken**) en gestuurd door hoe overheden en beleidsmakers tegen de nieuwe technologie aankijken (**5. Beleidsomgeving**). Daarbij is ook de perceptie van de markt (**2. Vraag**) van belang om technologie breder uit te rollen.

Overzicht innovatie-ecosysteem

5. Beleidsomgeving: welke nationale en Europese regelgeving is relevant voor Immersive technology en welke beweging maakt deze op basis van de waargenomen kansen en risico's van de technologie?

3. Kennis en talent: hoeveel en wat voor soort kennis ontwikkelen we in Nederland en Zuid-Holland? Welk talent wordt hier opgeleid dat relevant is voor Immersive Technology?

1. Aanbod: hoeveel ondernemers zijn er in Nederland en Zuid-Holland al bezig met deze technologie? Wat zijn de kenmerken van deze populatie in grootte, groei en specialisatie?

2. Vraag: is er vraag naar de technologie die in Nederland en Zuid-Holland ontwikkeld wordt? Hoe ziet die vraag eruit? Komt die vraag uit de eigen regio of uit de rest van de wereld? Biedt de technologie oplossingen voor urgente problematiek?

4. Netwerken: hoe wordt het ecosysteem nu al georganiseerd door de bestaande spelers? Wat voor steunmechanismen zijn er al voor ondernemers?

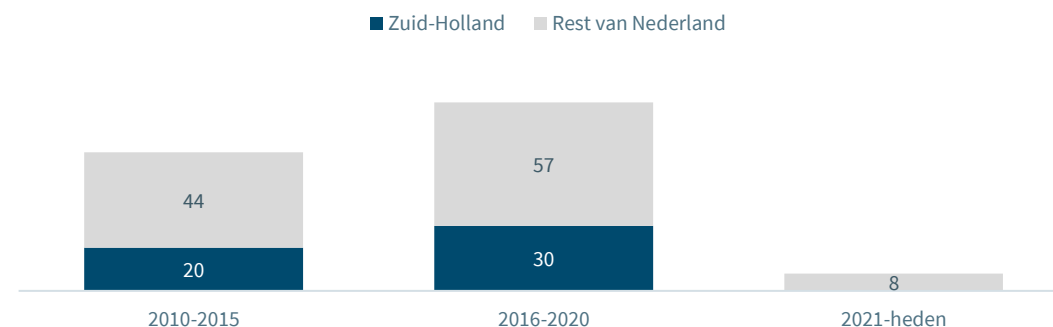
1. Aanbod - startups

Concentratie van Immersive Technology & Serious Gaming-startups in Rotterdam & Den Haag

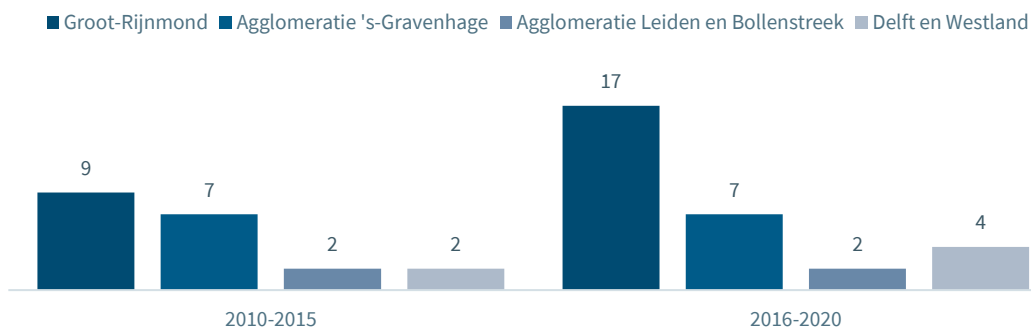
In Nederland zijn er **159** startups in Immersive Technology & Serious Gaming opgericht sinds 2010. Van de 159 bevinden zich **50 startups** in de **provincie Zuid-Holland**. Ten opzichte van andere (stads)regio's in Nederland doet de provincie Zuid-Holland het goed en zijn er substantieel meer startups in deze sector. Als we echter kijken naar de vergelijking op basis van stadsregio's zien we dat voornamelijk Groot-Rijnmond en de Agglomeratie 's-Gravenhage competitief zijn met andere sterke startupregio's in Nederland.

De concentratie binnen de provincie Zuid-Holland bevindt zich voornamelijk rondom Rotterdam en Den Haag. Buiten de grote stadsregio's van de **provincie Zuid-Holland** zien we geen startups in deze sector terug. Daarnaast zijn er geen startups te vinden die na 2020 zijn opgericht.

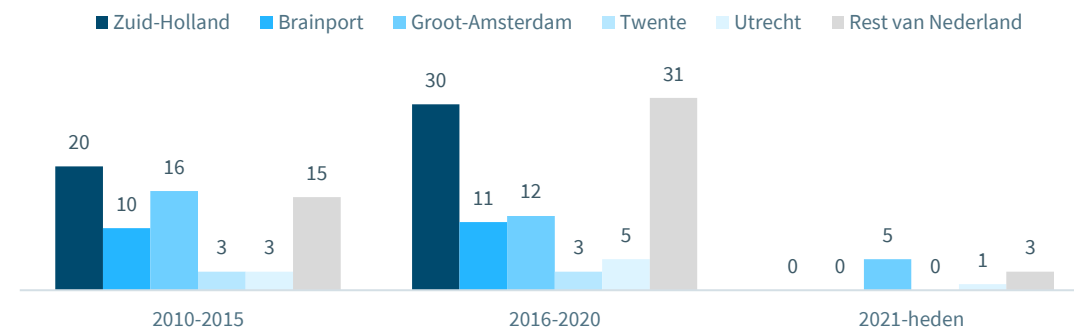
Aantal Immersive Tech & Serious Gaming-startups naar oprichtingscohort



Verdeling van Immersive Tech & Serious Gaming-startups binnen Zuid-Holland



Aantal Immersive Tech & Serious gaming-startups per regionaal cluster



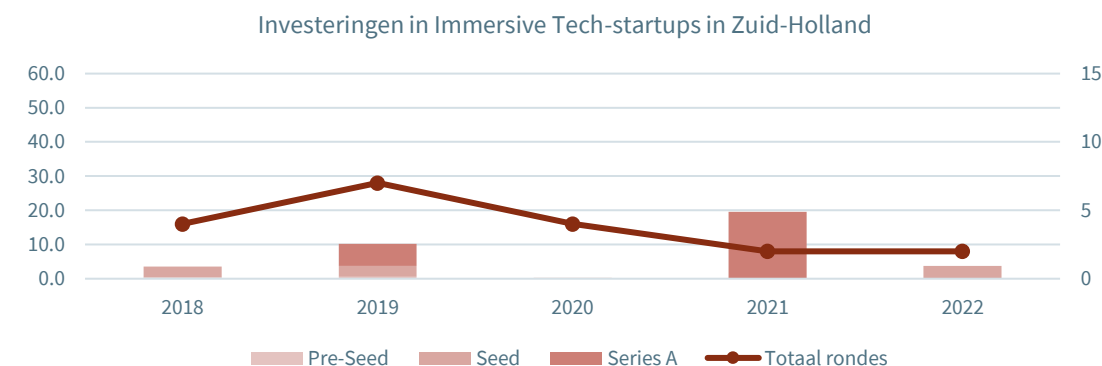
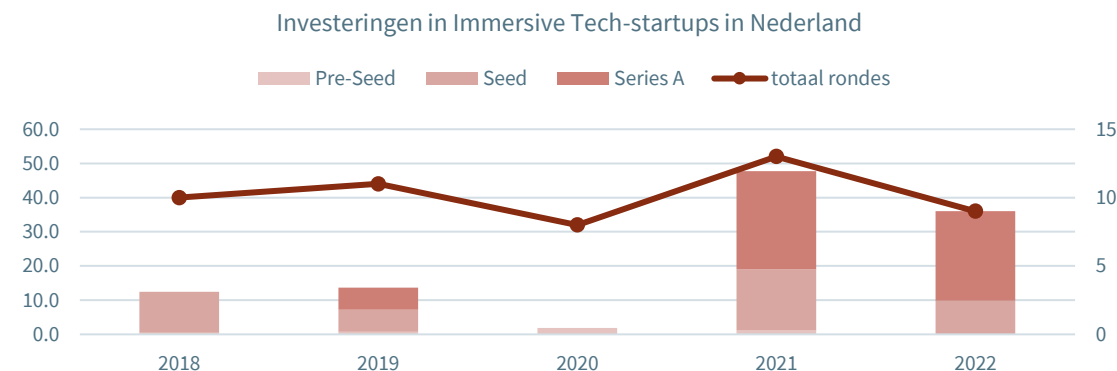
Data: Dealroom (juli 2023). Bewerking: Birch.

¹De gebruikte dataset van Dealroom omvat alle geverifieerde Nederlandse Startups en Scale-ups bekend in juli 2023. De set omvat ~10.500 startups en scale-ups. Alle vergelijkingen en beweringen zijn gesteld op informatie die bekend was in deze maand. Door gebrek aan zichtbaarheid van jonge startups kijken we naar een langere periode om een completer beeld te schetsen. Startups worden over het algemeen zichtbaar zodra eerste financiering of schaalbare oplossingen aan het licht komen. Startups in de gebruikte dataset kunnen beschreven worden als jonge technologisch gedreven bedrijven met een schaalbaar business model op zoek naar durf- en/of groeikapitaal.

1. Aanbod - startups

Immersive Technology-startups ontvangen voornamelijk vroege fase financiering

- De 159 Immersive Technology & Serious Gaming-startups in Nederland hebben in de periode 2018-2023 relatief weinig investeringen ontvangen ten opzichte van het gehele start- en scale-up-ecosysteem. Startups in Immersive Technology ontvangen gemiddeld **€1,8 miljoen** per ronde, startups in Nederland ontvangen gemiddeld **€5,9 miljoen** per ronde. Dit beeld wordt bevestigd in de type rondes. De investeringen die zijn gepleegd in Immersive Technology-startups zijn voornamelijk vroege fase investeringen zoals Pre-Seed (tot €1 miljoen) en Seed (€1-4 miljoen). Het totaal aantal rondes ligt laag (10-15 per jaar), maar valt in de gemiddelde lijn van startups in Nederland (0,7 voor alle startups in Nederland en 0,75 voor Immersive Technology-startups). Het lage absolute aantal rondes kan leiden tot grote verandering (jaar op jaar) bij één grote investeringsronde.
- Er is wel een beweging te zien in de laatste jaren waarbij er niet enkel in Pre-Seed en Seed rondes geïnvesteerd wordt maar ook in Series A. Gekeken naar het totaal aantal rondes – en nog specifiek de bedrijven – valt op dat een aantal bedrijven meerdere financieringsrondes ophalen, zoals Samotics in Leiden.
- Opvallende bewegingen zijn wél te zien bij de acquisitie van Nederlandse startups door grote bedrijven zoals Sony, Paradox Interactive en Vertigo Games (Rotterdam). Ook in Zuid-Holland zijn drie grote acquisities geweest van Crunch-E, TWNKLS & Widget Brain.



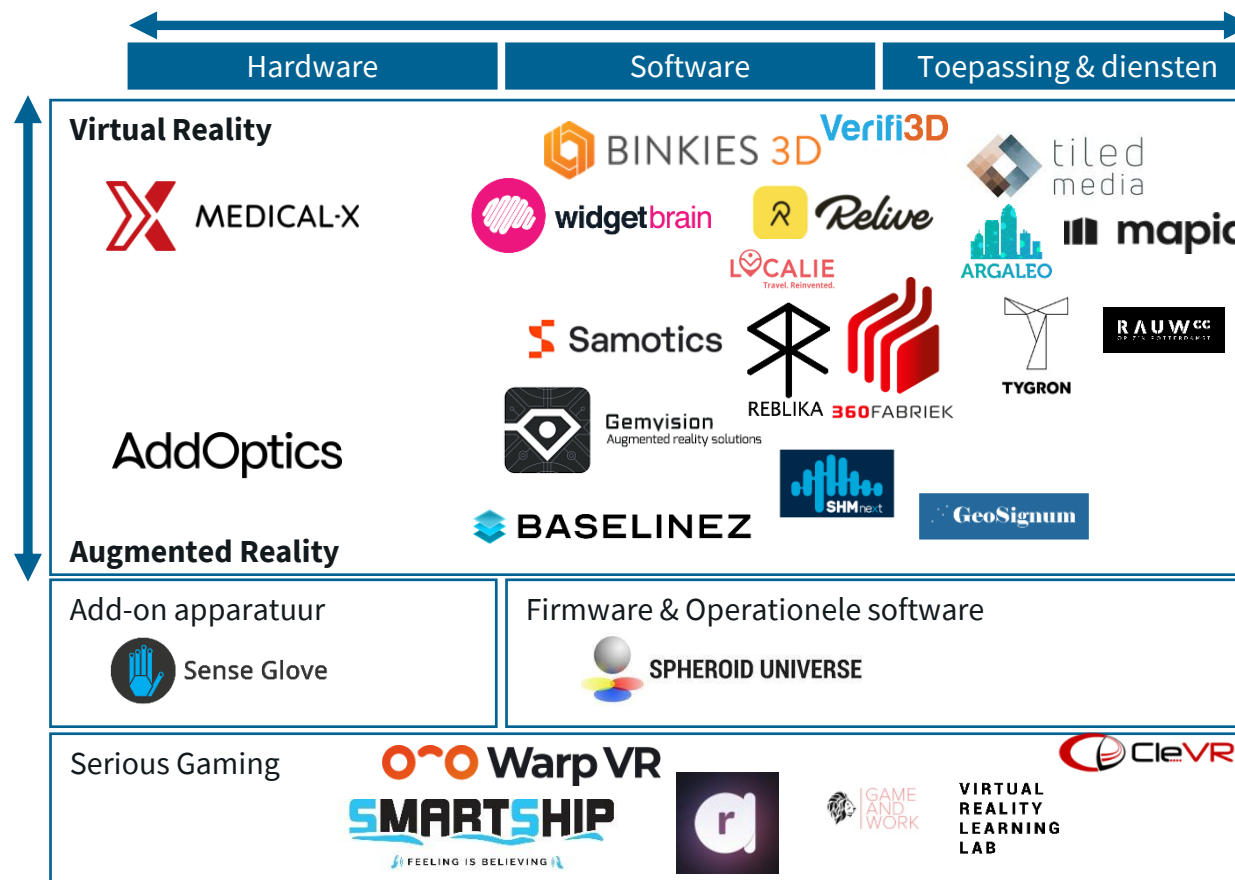
Data: Dealroom (juli 2023). Bewerking: Birch.

¹De gebruikte dataset van Dealroom omvat alle geverifieerde Nederlandse Startups en Scale-ups bekend in juli 2023. De set omvat ~10.500 startups en scale-ups. Alle vergelijkingen en beweringen zijn gesteld op informatie die bekend was in deze maand. Door gebrek aan zichtbaarheid van jonge startups kijken we naar een langere periode om een completer beeld te schetsen. Startups worden over het algemeen zichtbaar zodra eerste financiering of schaalbare oplossingen aan het licht komen. Startups in de gebruikte dataset kunnen beschreven worden als jonge technologisch gedreven bedrijven met een schaalbaar business model op zoek naar durf- en/of groeikapitaal.

1. Aanbod - startups

Sterke focus aan de software kant

- Het ecosysteem van de provincie Zuid-Holland heeft een sterke focus op software. Veel partijen ontwikkelen door op beschikbare platforms van de grote platformaanbieders zoals Google, Meta, Apple, etc.. Er is één bedrijf¹ dat zich richt op firmware en operationele software: Spheroid Universe.
- Aan de kant van hardware zijn een aantal startups actief met het toepassen van andere zintuigen dan visueel binnen de virtuele omgeving, zoals SenseGlove. Daarnaast zijn er ook bedrijven actief op het gebied van algemene tools zoals AR-brillen of specifieke toepassingen voor sectoren zoals de medische sector.
- De laatste groep bestaat uit startups die via applicaties, software en hardware diensten en/of toepassingen leveren aan gebruikers zoals Virtual Reality Learning Lab.
- Deze slide verkent een impressie van de meest zichtbare startups uit onze brondata en omvat geen complete weergave van alle actieve Immersive Technology-startups¹.



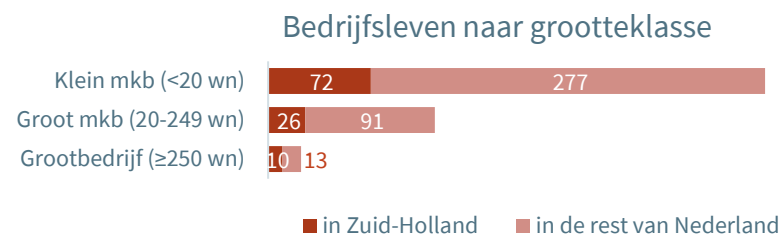
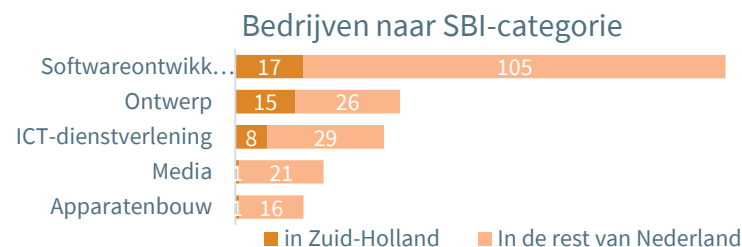
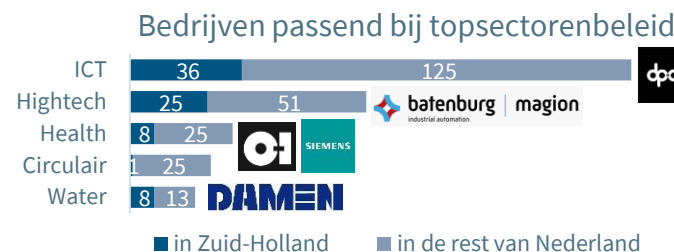
Bron: Dealroom (juli 2023) | Yes!Delft (december 2023)

¹Deze figuur is **niet uitputtend** en omvat uitsluitend startups met >10 werknemers of een substantiële (>1 miljoen euro) investering, startups actief in regionale accelerator programma's of aanvullingen vanuit kwalitatief onderzoek & de klankbordgroep. Voor een complete lijst startups actief op Immersive Technology (uit Dealroom brondata) verwijzen we de lezer door naar bijlage 1.

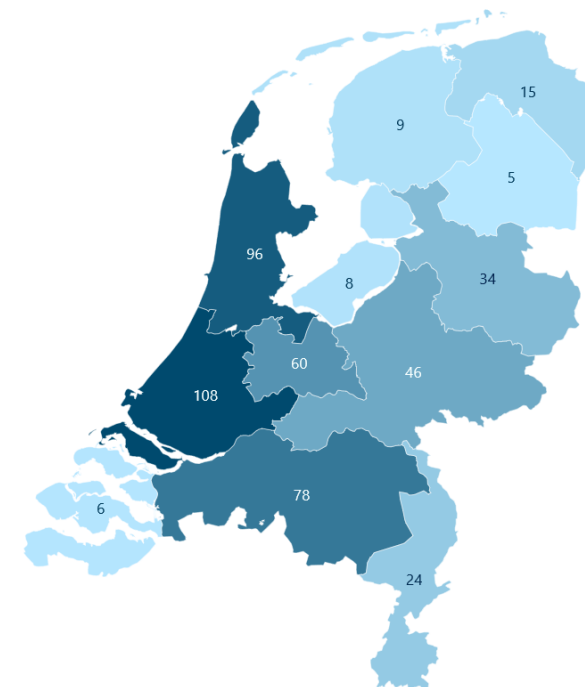
1. Aanbod – brede bedrijvigheid

Bedrijven gericht op software en innovaties in verschillende sectoren

- Van de 489 Immersive Technology-bedrijven in Nederland zijn er 108 gevestigd in Zuid-Holland (~22%). Hiervan hebben er 174 een innovatie-footprint, waarvan er 41 gevestigd zijn in Zuid-Holland (~24%).
- Normaliter is het aandeel Zuid-Hollandse bedrijven in Nederland ongeveer 20%, zowel mét als zonder innovatie-footprint.¹ Zuid-Holland lijkt dus geen uitzonderlijke positie te hebben.
- In absolute aantallen zijn de meeste van de Zuid-Hollandse bedrijven gerelateerd aan de Topsector ICT, maar een significant deel is ook gekoppeld aan Hightech, Health en Water/Maritiem.
- In verhouding met de rest van Nederland heeft Zuid-Holland veel bedrijvigheid gerelateerd aan Topsectoren Energie, Chemie, Bouw, Maritiem en Logistiek en weinig gerelateerd aan Circulair.
- In absolute aantallen is Zuid-Holland het sterkste op softwareontwikkeling. Ten opzichte van Nederland vindt er in Zuid-Holland relatief veel bedrijvigheid plaats op het gebied van ontwerp en ICT-dienstverlening, en relatief weinig op media¹ en apparatenbouw.
- Net als in de rest van Nederland vallen in Zuid-Holland de meeste actieve Immersive technology-bedrijven in categorie 'klein mkb'³ (~70%).



Spreiding Immersive Tech-bedrijven in Nederland

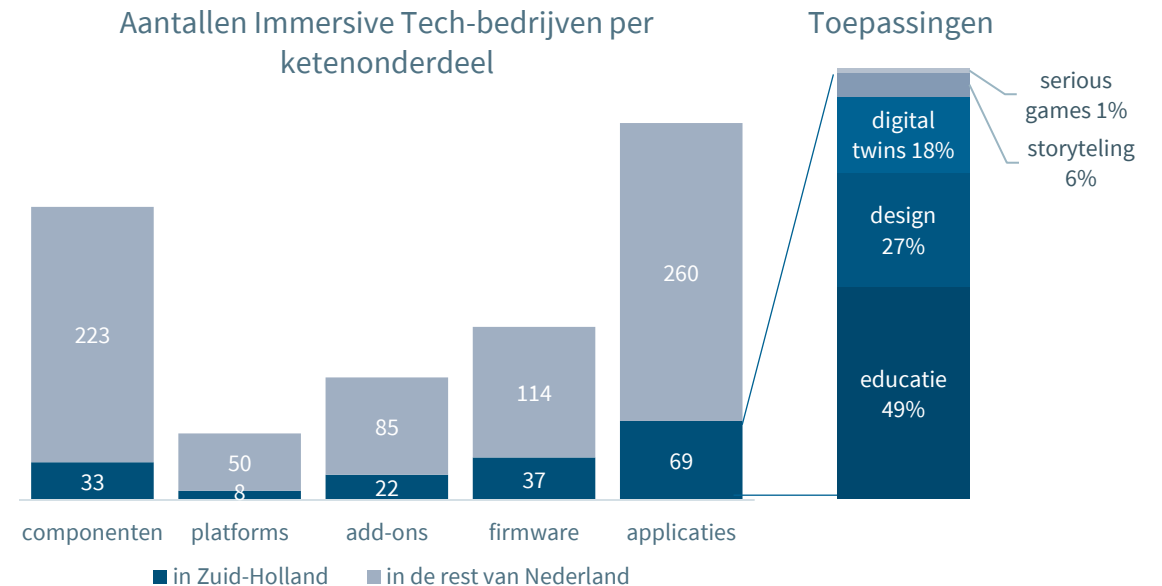


Data: Innovatiespotter (2023). Bewerking: Birch. Zie bijlage 2 voor meer informatie over de selectiemethode van bedrijven. ¹ Bedrijven met een innovatie-footprint zijn door innovatiespotter aangemerkt omdat er traceerbare innovatieve activiteiten bij het bedrijf zijn gevonden. ² Bedrijven worden in één SBI-hoofdcategorie ingedeeld, dit kan een vertekend beeld geven voor bedrijven die in meerdere categorieën actief zijn. ³ Klein MKB omvat bedrijven in de categorie 2-20 werknemers.

1. Aanbod – brede bedrijvigheid

Ketenonderdelen zijn aanwezig in Zuid-Holland, maar versterking is wenselijk

- Binnen Zuid-Holland zijn er verschillende bedrijven die zich bezig houden met de productie van hardware-componenten, die inzetbaar zijn voor Immersive Technology.¹ De Zuid-Hollandse bedrijven vallen allemaal in de categorie mkb, van welke VDL Electronics de grootste is.
- Altrad Services en XVR Simulation zijn de grootste platformaanbieders (werknemers >20) in Zuid-Holland, met hoofdvestigingen in Rotterdam en Delft, respectievelijk. Ze zijn gericht op het creëren van Immersive Tech-platforms voor industriële services (Altrad) en trainingsoplossingen (XVR).
- Op het gebied van sensoren en add-on apparatuur zijn er verschillende kleine bedrijven actief die oplossingen bieden voor specifieke use cases. Een van de grotere bedrijven is ATG Netherlands (werknemers >50), welke betrokken is bij verschillende VR-engineeringprojecten door Europa.
- Bedrijven in Zuid-Holland die firmware ontwikkelen en aanbieden zijn actief in verschillende sectoren. Enkele innovatieve kleinbedrijven zijn AR-development, Clevr en Tiledmedia.
- Immersive Technology wordt gebruikt in (combinatie met) een breed scala van toepassingen. In Zuid-Holland wordt de technologie voor het merendeel in educatie en design toegepast. Een voorbeeld is 360Fabriek die als digitale content-studio oplossingen bieden voor digitale communicatie.



Data: Innovatiespotter (2023). Bewerking: Birch. Tussen de categorieën zit overlap, bedrijven zijn dan actief op meerdere onderdelen in de keten en kunnen dus meerdere keren geteld worden. Hierdoor valt de som van de afzonderlijke ketenonderdelen groter uit dan het totaal aan actieve bedrijven.

¹Hardware componenten hoeven niet specifiek voor Immersive tech te zijn, maar zijn vaak breder inzetbaar in verschillende technologieën, daarom kunnen weergegeven aantallen groter uitvallen dan daadwerkelijke aantallen.

1. Aanbod – concurrentie in de keten

Keten van Immersive technology is een ongelijk speelveld voor veel Nederlandse ondernemers



- In **B2B-toepassingen** lijken grote bedrijven vooral de vraag naar VR- en AR-toepassingen te bepalen. Zij werken daarin vaak samen met de grote platformontwikkelaars, die zo een manier hebben om de technologie verder te ontwikkelen. Het software-ecosysteem staat wel open voor applicatiebouwers om op de platforms verder te bouwen.
- Doordat Nederlandse bedrijven vooral in schakels in de keten actief zijn met **afhankelijkheden** naar platforms, firmware en distributie kunnen ze maar in beperkte mate meesturen met de technologische ontwikkeling. Een beslissing bij Meta of Microsoft die gemaakt wordt in Silicon Valley of Seattle heeft potentieel industrie-verstorende gevolgen voor Nederland.

2. Vraag

Omzet blijft achter op hoge verwachtingen – maar B2B-adoptie groeit

Markt

- Eerde schattingen gedaan door McKinsey van de marktgrootte voor XR waren van een ordegrrootte tussen de 60 en 150 miljard dollar in 2022. Dit bleek optimistisch. Volgens schattingen van de markt door Statista omvatte de volledige XR-markt 30 miljard dollar in 2022, wat groeit tot 32 miljard in 2023. De Verenigde Staten en China lopen voorop wat betreft adoptie.
- De XR-markt lijkt klaar voor verdere groei, onder andere vanwege verdere adoptie, continu verbeterde technologie en toename in 5G-connecties. De Europese XR-markt wordt verwacht jaarlijks met gemiddeld 35% te groeien. Dit mede door de toename in het gebruik van VR-hardware in veel verschillende industrieën, zowel B2B (o.a. educatie) als B2C (gaming). Een kanttekening bij de groei is dat er hoge verwachtingen worden geschept door beloftes die over de technologie worden gemaakt. Die beloftes zorgen voor een stuwend effect, maar in daadwerkelijke oplossingen of schaalbare oplossingen kan dit achter blijven.
- In 2022 was 55% van de totale omzet in de XR-markt afkomstig van B2C, met de overige 45% in B2B. Het merendeel van de totale omzet (32%) is afkomstig uit verkoop van hardware, zoals VR-brillen.

B2B

- B2B-adoptie neemt toe: ABI Research voorspelt een globale jaarlijkse groei van 66% in AR-omzet in B2B, waar de globale XR-markt tot 2035 jaarlijks met +/- 24% groeit. Geïnterviewde experts twijfelen aan een realistische versnelling van omzet en adoptie vanwege het ontbreken van een universeel hardware-middel om grootschalig uit te rollen. Momenteel zijn B2B-oplossingen nog veelal maatwerk waardoor schalen complex is.
- Het Technology Trends Outlook-rapport van McKinsey geeft aan dat industrieën met een hoog gehalte aan *'non-desk workers'* leidend zijn in de B2B-adoptie van VR en AR. De grootste impact wordt verwacht in de volgende industrieën: maakindustrie, retail, zorg, onderwijs, bouw en logistiek.
- Voordelen die bereikt kunnen worden door het werken met XR zijn onder andere (niet alles omvattend):
 - Proces:
 - Efficiënte prototypes en simulaties met Digital Twins
 - Procesoptimalisatie van o.a. productielijnen
 - Educatie:
 - Simulaties in XR
 - Schaalbaarheid van training
 - Interactie:
 - Verbeterde klantinteractie en 'customer experience'
 - Toegenomen samenwerking zonder aanwezigheid op fysieke locatie

2. Vraag

Voorbeelden van hoe Immersive Technology al in verschillende sectoren wordt toegepast

Sector / Toepassing	Defensie en hulpdiensten	Overheid	Planologie	Maakindustrie	Maintenance	Retail	Creatieve industrie	Zorg	Onderwijs
Proces	Defensie simuleert productieproces van schotels om verbeteringen door te voeren			Fiat Chrysler gebruikt VR in het designproces van hun auto's		Nike ontwerpt schoenen met behulp van VR		Erasmus MC doet onderzoek naar interactieve diagnostiek in VR	
Educatie	Politie Nederland zet VR in voor o.a. reanimatie en onderzoeks-trainingen	Ministerie van Financiën biedt naast reguliere ook trainingen in VR aan aan personeel	Rijkswaterstaat wil Digital Twin inzetten voor training personeel	KLM biedt XR-trainingen aan in haar XR Lab	TU Delft zet immersive tech in voor ICT opleidingen, inclusief maintenance	Walmart (US) past VR-training toe voor personeel	VR in verzetsmuseum Zuid-Holland	Erasmus MC onderzoekt VR voor simulatietraining in de zorg	VR Lab op Hogeschool Rotterdam waar studenten VR-oplossingen ontwikkelen
Interactie	Politie onderhoudt contact met jongeren in 'game-omgeving'	De Justitiële ICT Organisatie ontwikkelde een serious game die jongeren helpt terug te keren in de maatschappij	Programma Digitale Stad Rotterdam zet in op participatie deelnemers rondom gebieds-ontwikkeling		TNO is bezig met het mogelijk maken van interactief onderhoud, voor lucht- en voertuigen.	IKEA's Virtual Home Experience toont VR showrooms	Zero Latency Rotterdam biedt VR-gaming en avonturen voor teams	Erasmus MC doet onderzoek naar VR-gebruik om kinderen minder angst te laten ervaren	Convergentie lab bij de Erasmus Universiteit die onderzoek doet naar sociale inclusie van slechtzienden

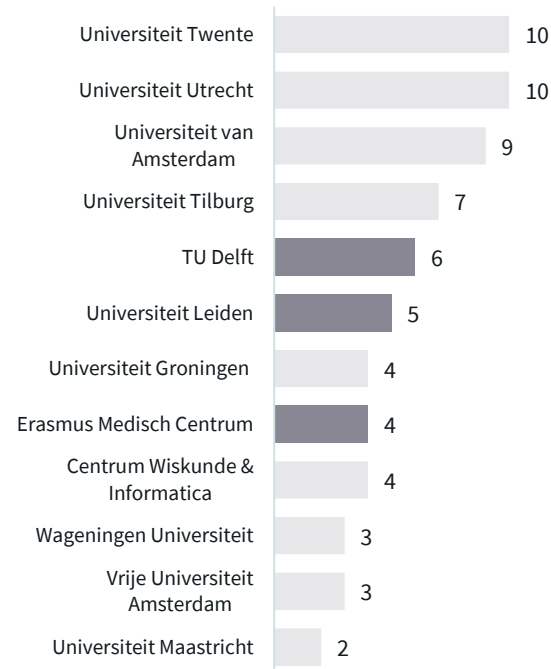
*Sectoroverzicht niet uitputtend

3. Kennis & talent

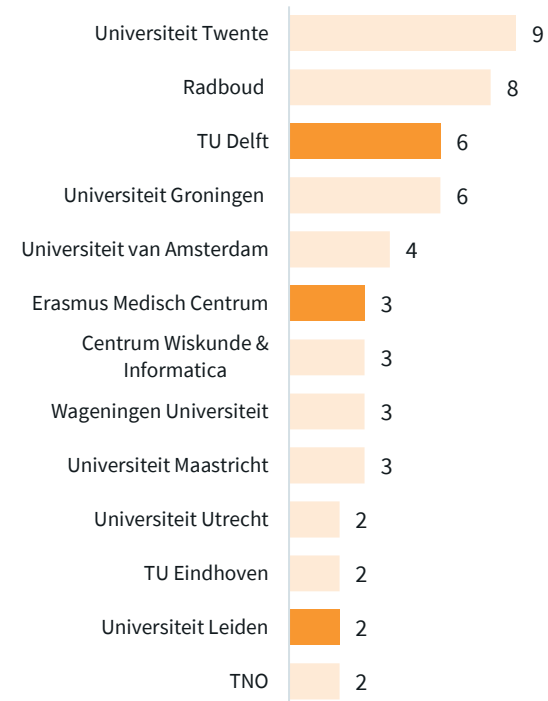
Zuid-Holland heeft in alle drie de kennisgebieden expertise beschikbaar bij de ‘LDE’-universiteiten

- We identificeren in Nederland 204 academische experts in Virtual Reality, Augmented Reality en Serious Gaming, waarvan 46 verbonden aan een instelling in Zuid-Holland. Dit zijn experts met minimaal 10 publicaties over deze technologie.¹
- De grootste bijdrage komt van de Technische Universiteit Delft, met 20 experts, gevolgd door 12 bij Erasmus Universiteit en 14 bij Universiteit Leiden.
- Op het gebied van VR en AR staat de Universiteit Twente aan de top. Kennisinstellingen in Zuid-Holland zijn het sterkst vertegenwoordigd in Serious Gaming.

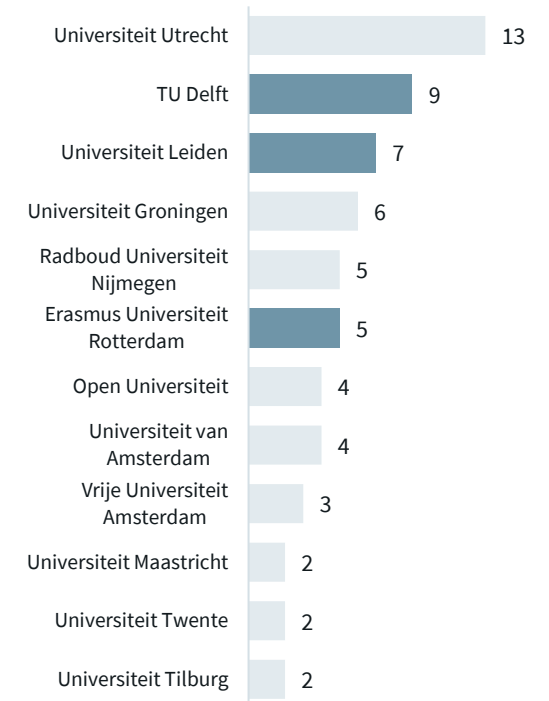
VR experts



AR experts



Serious Gaming experts



3. Kennis & talent

Expertise bij wetenschappers in Zuid-Holland is breed en ontwikkeling is niet monodisciplinair

- Op basis van het aantal publicaties per expert verkennen we de topwetenschappers die actief zijn op Virtual Reality, Augmented Reality & Serious Gaming. We bekijken hier zowel technologische ontwikkelingen als toepassingen en gebruik van technologie en zijn impact.¹
- Vooraanstaande experts uit Zuid-Holland werken vaak aan medische toepassingen, games en het verbeteren van de VR- of AR-ervaring van gebruikers. Dit onderzoek vindt plaats bij een breed scala aan disciplines. Het profiel van de universiteit waar de wetenschapper aan gelieerd is, is terug te zien in de experts die publiceren.
- Sommige experts van de 204 experts zijn actief op meerdere gebieden. Deze kennisoverlap is met name te zien op het gebied van AR en VR waarbij 16 experts overlap hebben op beide gebieden. De wetenschappelijke ontwikkeling van deze twee gebieden lijkt dus niet monodisciplinair te zijn. Dit is terug te zien in de vele disciplines die actief zijn met deze technologie in de publicaties, bijvoorbeeld op het gebied van geneeskunde, media & gaming, psychologie, biologie, economie, geologie, geografie, filosofie en politieke wetenschappen. Dit is terug te zien in onderzoeksthema's waarbij aandacht is voor het hele spectrum van de technologie: van technologische ontwikkeling tot toepassing tot impact op de maatschappij.

Erasmus Universiteit top 3 experts

1. Dr. Edris A F Mahtab, Thoracale Chirurgie. Focus: het gebruik van VR, AR en MR voor cardiale interventies en cardiothoracale chirurgie.
2. Dr. Eppo Wolvius , Professor MKAchirurgie. Focus: AR voor het verbeteren van de chirurgische visualisatie, navigatie en uitlijning.
3. Julia Kneer , associate professor Media and Communication/ ESHCC. Focus: het gebruik van Serious Games voor het onderzoeken van de sociale, psychologische aspecten van games op spelers en de samenleving.

Universiteit Leiden top 3 experts

1. Erick Paulus, onderzoeker bij de afdeling Computerwetenschappen. Focus: VR-toepassingen voor psychologische, educatieve en culturele doeleinden.
2. Niels H. Chavannes, Hoogleraar Huisartsgeneeskunde. Focus: VR, AR, MR en SG voor medisch onderwijs en revalidatie.
3. Mike Preuß , Associate Professor Computer Science (LIACS). Focus: Het analyseren en modelleren van game-exploratie door middel van AI en CI.

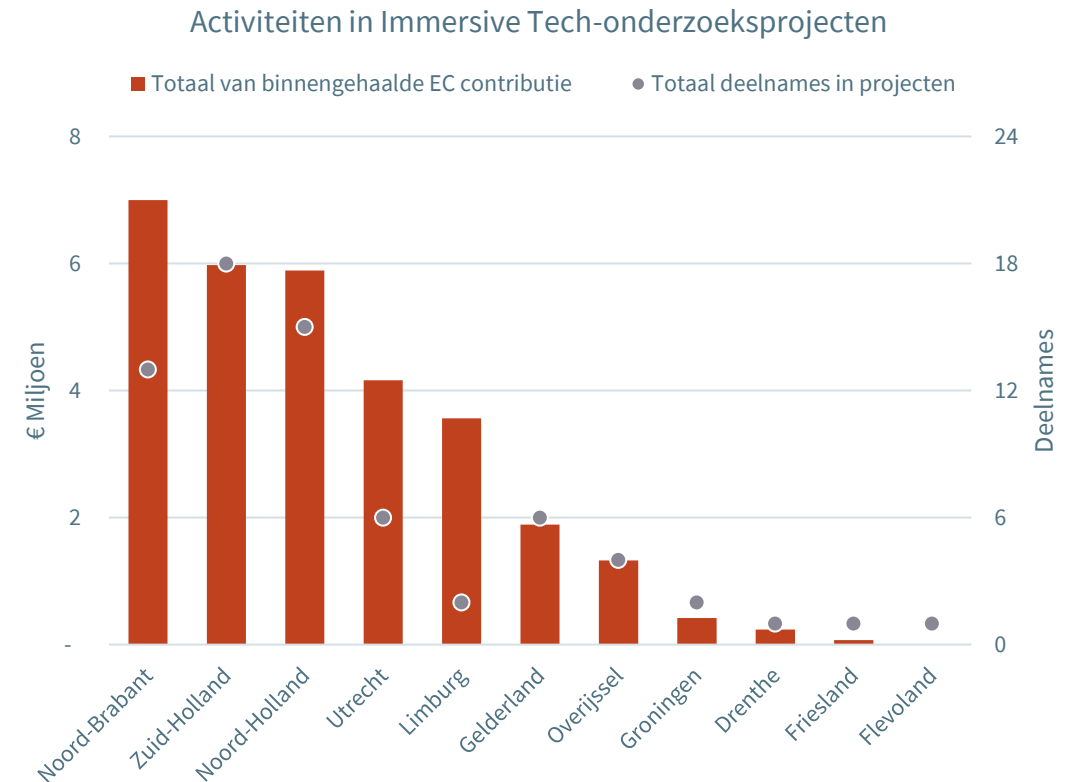
Technische Universiteit Delft top 3 experts

1. Paul Brinkman, associate professor Intelligent Systems. Focus: het gebruik van VR en Serious Games voor collaboratief leren, onderhandelingstraining en virtuele cognities.
2. Petr Kellnhofer, assistant Professor Computer Graphics and Visualization. Focus: VR en AR voor het verbeteren van perceptuele realisme en de gebruikerservaring van VR/AR-displays aangepast aan het menselijk visueel systeem.
3. Isabelle Kniestedt, researcher Multi Actor Systems/Game and Interactive Media Design. Focus: Serious Games voor het stimuleren, meten en verbeteren van engagement, nieuwsgierigheid, perceptie en leeruitkomsten van spelers.

3. Kennis & talent

Zuid-Holland heeft de meeste deelnames in Europese onderzoeksprojecten

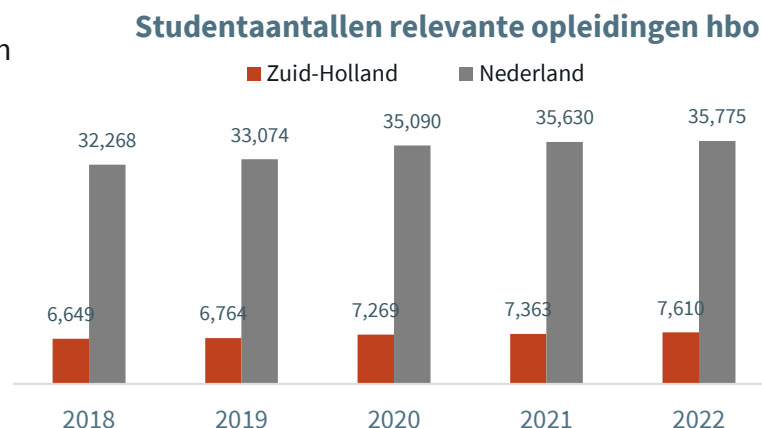
- In Europese publiek-private samenwerkingen op onderzoeksprojecten komt Nederland op de 7^e plek in Europa op het gebied van binnengehaalde EC-contributie en deelnames in projecten rondom Immersive Technology.
- Duitsland, Spanje en het Verenigd Koninkrijk zijn leidend en halen ook als penvoerder van projecten de meeste EC-contributie binnen in Europa. Gekeken naar bedrijfspopulatie staat Nederland in de middenmoot.
- Nederland zakt naar positie 9 in Europa als het gaat om binnengehaalde EC-contributie als penvoerder.
- Twaalf partijen in Nederlanden zijn trekker (geweest) van een Immersive Technology-project, onder wie ABCDE-SIM, Erasmus UMC en QUALINX in Zuid-Holland.
- Specifieker gekeken naar de verdeling binnen Nederland valt op dat de provincies Noord-Brabant, Zuid-Holland en Noord-Holland de sterkst presterende provincies zijn, gevolgd door Utrecht en Limburg. Overijssel, met Twente als 'hotspot', staat lager op de lijst.
- De sterke positie van Noord-Brabant, Zuid-Holland en Noord-Holland is mede toe te schrijven aan de TU Eindhoven en Signify, TU Delft en TNO, en de VU en Incision Group, respectievelijk.
- Andere koplopers in Nederland zijn Universiteit Maastricht, Universiteit Utrecht, NLR, Universiteit Twente, Universiteit Leiden en Philips.



3. Kennis en talent - onderwijs

Populatie relevante studenten in Zuid-Holland groeit mee met de landelijke trend in hbo en WO

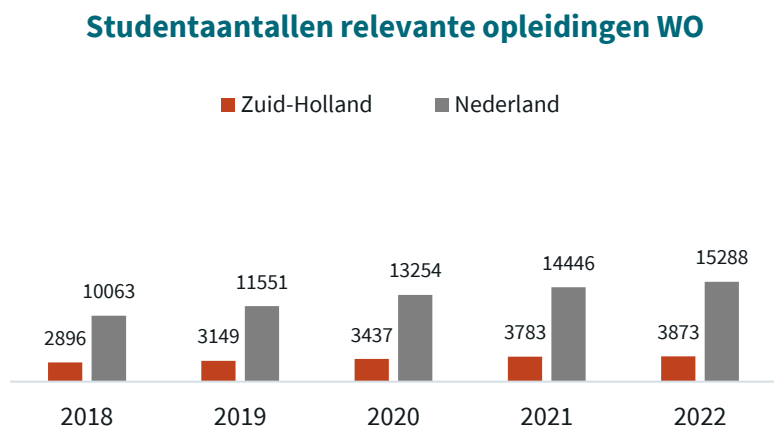
- Naast kennisontwikkeling spelen onderwijs- en onderzoeksinstituten ook een rol in het opleiden van talent. De getallen in het figuur betreft het aantal studenten die via hun curriculum (mogelijk) in aanraking komen met Immersive Technology in hun opleiding.¹
- Zuid-Holland heeft geen exceptionele positie ten opzichte van de rest van Nederland met betrekking tot aantallen opgeleid talent. Het aantal studenten die in aanraking komen met Immersive Technology groeit geleidelijk mee met het landelijk gemiddelde.



Geselecteerde opleidingen: Smart Systems, Automatisering en Robotica, Informatica, Software Development, ICT, Geo Media & Design, Creative Media, Design Driven Innovation, Serious Gaming, Computer Vision, Industrieel Product Ontwerpen, Ontwerpen van Eigentijds Leren, Vormgeving, Creative Media and Game Technologies, Digitale Technologie, Applied Data Science & AI, Game Technology, Digital Technology Engineering, Animatie, Smart Media Production, Digital Driven Business, Robotics Systems Engineering, Digitale Techniek & Media, Human-Centered AI, Internet of Things, Smart Technology

Waarvan in Zuid-Holland:

- Haagse Hogeschool: ICT, Industrieel Product Ontwerpen, Applied Data Science & AI
- Hogeschool Leiden: Informatica,
- Hogeschool Rotterdam: Software Development, Internet of Things, Smart Technology, Vormgeving, Industrieel Product Ontwerpen, Creative Media and Game Technologies, Informatica, Applied Data Science & AI, Design
- Hogeschool der Kunsten Den Haag: Vormgeving



Geselecteerde opleidingen: Artificial Intelligence, Informatica, Digital Society, Human Decision Science, Industrial Design, Human-Technology Interaction, Cognitive Science & AI, Computer Science, Digital Business and Innovation, Creative Technology, Interaction Technology, Robotics, Integrated Product Design, Media Technology

Waarvan in Zuid-Holland:

- TU Delft: Industrieel Ontwerpen, Computer Science, Integrated Product Design, Design for Interaction, Robotics
- Universiteit Leiden: Informatica, Media Technology, Computer Science

3. Kennis en talent - onderwijs

Meeste onderwijsinstellingen op verschillende manieren bezig met Immersive Technology

- De meeste onderwijsinstellingen in Zuid-Holland zijn, ieder op hun eigen manier, bezig met Immersive Technology. Hierin zien we de volgende vormen terug:
 - In onderwijs – bijvoorbeeld als onderdeel van een lesprogramma of als een aparte minor
 - In fysieke locaties – verschillende labs/spaces op onderwijslocaties
 - In actieve lectoraten en/of practoraten die onderzoek doen
- Naast een aantal uitzonderlijke gevallen (e.g. Dutch Innovation Factory van de Haagse Hogeschool), kunnen we op dit moment nog niet zeggen dat Immersive Technology reeds de boventoon voert in onderwijs en lesprogramma's. Dit blijkt onder andere ook het rapport 'Kansen voor Serious Games in het mbo':
 - *“Serious games in het mbo is nog grotendeels onontgonnen terrein. Scholen hebben weinig zicht op de meerwaarde van serious games voor hun onderwijspraktijk. Daartegenover missen ontwikkelaars een (verkoop-)netwerk in het mbo.”*

Instelling	Wat gebeurt er op gebied van Immersive Technologies
TU Delft	• Gamelab waar docenten geholpen kunnen worden met inzet van Serious Gaming in hun onderwijspraktijk • VR Lab van faculteit Bouwkunde voor studenten, onderzoekers en professionals • ACTLab (Arts, Crafts and Technology) waar VR-games kunnen worden gespeeld • Verschillende onderzoek naar Digital Twin-technologie • Faculteit Civil Engineering and Geosciences heeft vier projecten opgezet gericht op XR ter bevordering van onderwijs
Haagse Hogeschool	• Verschillende lectoraten bezig met VR: Civic Technology, Ruimtelijke Omgeving en Gebruiker, Learning Technology • Lectoraat Future Urban Systems publiceert rondom Digital Twin-technologie • Het RE/Manufacturing Lab heeft een 'Learning Factory 4.0' waar Digital Twin-technologie wordt toegepast • Locatie Dutch Innovation Factory (Zoetermeer) biedt een expertisecentrum voor Interaction Design en Serious Gaming
Grafisch Lyceum Rotterdam	• Opleidingen waarin o.a. focus wordt gelegd op VR/AR: Mediatechnologie, Mediavormgeving

Tabel hierboven geeft enkele voorbeelden van WO-, HBO- en MBO-instellingen die bezig zijn met Immersive Technology. Zie Bijlagen voor overzicht van alle instellingen in de Provincie Zuid-Holland.

3. Kennis en talent - projecten

Samenwerkingen VR/AR en Serious Gaming in Zuid-Holland vanuit onderwijs- & kennisinstellingen

Inholland

1. *Virtual Reality Composietproductie Trainer*. Onderzoek naar kosteneffectieve trainingsmethoden in deze sector. (2020-2021)
2. *Augmented Reality Composites Student Infusion Exercise (ARCSIE)*, heeft Augmented en Virtual Reality-technieken onderzocht en toegepast, resulterend in een Take-off onderzoeksvoorstel dat zich richt op de technische haalbaarheid van het commercieel aanbieden van Virtual Reality-training. (2020-2022)
3. *Future Improvements for Composite Sustainable Automated Repair (FIXAR)*. Richt zich op het ontwikkelen van economisch levensvatbare geautomatiseerde methoden voor composietenreparaties in de luchtvaart- en windenergiesector. Betrokkenheid van mkb-partners, maatschappelijke organisaties, Hogeschool Amsterdam, TU/Delft en Koninklijke Luchtmacht. (2019-2022)
4. *Kijken met andere ogen*. Het onderzoek richt zich op het verbeteren van machine-ontwerpen en productieprocessen, waarbij geavanceerde vision-technieken worden toegepast om productiviteit, kwaliteit, storingsgedrag en omstelflexibiliteit te optimaliseren. In samenwerking met bedrijven en TU/Delft. (2021-2023)

Hogeschool Leiden

1. *Mixed Reality en forensische visualisatie*. Onderzoek naar de rol van Mixed Reality op een plaats delict en in de opleiding van rechercheurs. Het onderzoek wordt uitgevoerd door het lectoraat Digital Forensics & E-discovery van Hogeschool Leiden, in samenwerking met het Lectoraat/Onderzoeksprogramma Forensisch Onderzoek van de Hogeschool van Amsterdam en de Politieacademie. (2019-2022)

TNO Leiden

1. *Sharehouse*. een experimentele ruimte waar bedrijven wetenschappelijk onderbouwde experimenten uitvoeren om magazijnwerk te verbeteren, met focus op moderne technologieën. Ondersteund door publiek-private leercommunities. (2019-2024)

Hogeschool Rotterdam

1. Serious Gaming: niet zomaar een spelletje. Onderzoek naar de mogelijkheden om leraren in interacties met kinderen met autismespectrumproblemen te trainen in het geven van gepersonaliseerde feedback op basis van game-data. In samenwerking met Erasmus universiteit. (2017-2018)
2. Een s(t)imulerende schoolomgeving. Het optimaliseren van de transitie naar het voortgezet (speciaal) onderwijs van jeugdigen met een autismespectrumstoornis met behulp van Serious Gaming: Een iteratief ontwikkeltraject. In samenwerking met Yulius en andere maatschappelijke organisaties. (2015 – 2018)

Erasmus Universiteit Rotterdam

1. Let's be: Multisensory storytelling. Onderzoek naar psychosociale problemen gerelateerd aan sociale isolatie. Hoe Virtual Reality het gevoel van verbondenheid kan verbeteren. In samenwerking met Hogeschool Leiden, Mindstorm Lab B.V. en Universiteit Leiden. (2020-2023)
2. DIGITAL LITERACY GAMES: Digitale spellen ontworpen ter ondersteuning van digitale geletterdheidsvaardigheden. De rol die de gamesector kan spelen in de ontwikkeling van digitale geletterdheidsvaardigheden bij kinderen, in lijn met de nationale onderwijsplannen en onderzoeksagenda's in Nederland. In samenwerking met IJsfontein, STAR GUARD B.V., Universiteit Utrecht. Partners: KPN, Stichting Nederlands Instituut voor Beeld en Geluid, Stichting Samenwerkende Vrijescholen Zuid-Holland. (2021-2023)

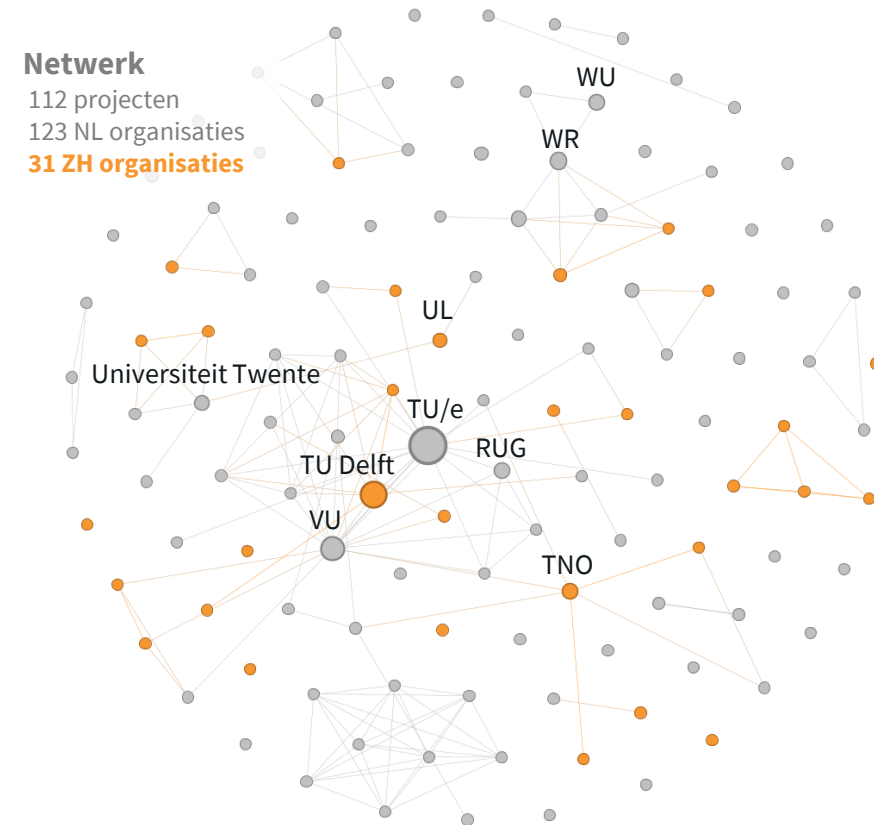
Technische universiteit Delft

1. WaterWaarden: een serious game voor waterbewustzijn bij klimaatadaptatie. met als uiteindelijke doel het bevorderen van waterbewustzijn bij beleidsmakers en bewoners en het betrekken van bewoners bij hun eigen leefomgeving In samenwerking met Six Architecten, IJsfontein, Icomos en Stichting Waternet. (2021-2023)

4. Netwerken

Zuid-Holland heeft een centrale positie in het Nederlandse kennisnetwerk

- Zuid-Hollandse organisaties hebben van 2014 tot 2023 deelgenomen in 39 projecten rondom Immersive Technology. De TU Eindhoven (TU/e), TU Delft, en de VU zijn in Nederland de organisaties die het vaakst andere organisaties verbinden aan elkaar, gevolgd door Wageningen University (WU), Wageningen Research (WR) en TNO. Zuid-Hollandse organisaties beslaan ongeveer een kwart van het netwerk.
- Binnen Europa hebben Spanje, Duitsland, Italië, Frankrijk, Engeland en Griekenland een centralere positie in het kennisnetwerk dan Nederland. Dit betekent dat ze veel andere organisaties die actief zijn op het gebied van Immersive Technology aan zich binden, en verbinden aan andere organisaties binnen het netwerk.
- Nederland heeft binnen Europa connecties met veel van de meest centrale organisaties. Hierdoor is via deze connecties potentieel een groot deel van het Europese netwerk dat actief is met Immersive Technology te bereiken.



4. Netwerken

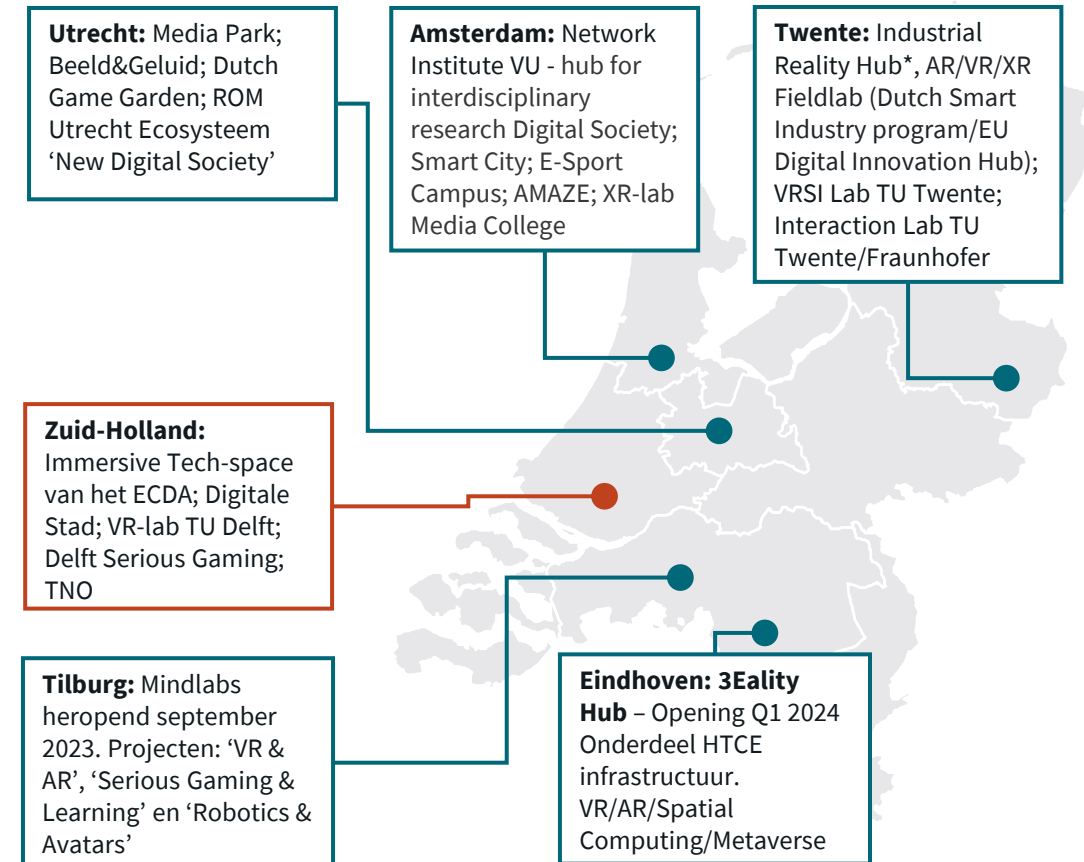
Beeld van een 'gefragmenteerd ecosysteem' met meerdere regionale initiatieven

Nationale initiatieven

- In de derde ronde van het Nationaal Groeifonds is een voorstel voor Immersive Technology ingediend voor een investering van 275 miljoen euro over een looptijd van 5 jaar: de **Creative Industries Immersive Impact Coalition (CIIC)**. De coalitie ziet het 'gefragmenteerde Nederlandse ecosysteem' als één van de aanleidingen om deze investering te doen. De focus van het programma ligt vooral op media, cultuur en content, getuige de eigen uitingen en de deelnemers aan de coalitie. B2B-toepassingen en de bredere waardeketen lijken onderbelicht.
- Inmiddels is er een nationale vereniging voor XR-ondernemers: **Dutch XR**. Deze community is nog formerend en heeft een nog onbekend aantal leden.
- SURF Community**: SURF heeft diverse projecten, webinars en tours voor 'XR in Education en Research'. Ook wordt software ontwikkeld die de toepassing van XR voor onderzoek en onderwijs moet verbeteren.

Regionale initiatieven (zie figuur)

Eerste observaties: **Twente** gevestigd initiatief sinds 2016 met 17 bedrijfspartners en vaste onderzoekspartners, waaronder Fraunhofer; **Amsterdam** vroeger meer georganiseerd dan nu, wel veel commerciële initiatieven (ook richting mbo); **Utrecht** bakermat van media, ecosysteembouw vooral publiek gefinancierd; **Zuid Holland** losse initiatieven, start om samenhang aan te brengen; **Tilburg** recent nieuw plan door nieuw gebouw, publiek-privaat opgezet, hubs waar drie onderwijsniveaus samenkomen; **Eindhoven** 3Eality Hub in opbouw, maar succesvolle infrastructuur van High Tech Campus tot haar beschikking.



5. Beleidsvorming

Wetgeving voor digitale markten gericht op het inperken van machtige platforms

De Europese commissie heeft actie ondernomen om de macht van digitale platformaanbieders in te perken en de Europese Markt toegankelijker en eerlijker te maken. De wetgeving is gericht op het beschermen van grondrechten van gebruikers, het voorkomen van illegale inhoud en handelingen en het toetreden tot de digitale markt eerlijk te maken.

De *Digital Markets Act (DMA)* is in 2023 in werking getreden. De regulering is ingezet om de digitale markt eerlijker te maken door de macht van “gatekeepers” (digitale platformaanbieders) in te perken. Voor “gatekeepers” zijn specifieke regels ingesteld waar ze zich aan moeten houden om de rechten en data van gebruikers te beschermen en voor toegankelijkheid voor bedrijven die gebruik willen maken van het platform voor hun bedrijfsactiviteiten.

Samen met de *DMA* is ook de *Digital Services Act (DSA)* in het leven geroepen. De *DSA* heeft als doel om burgers beter te beschermen, bijvoorbeeld kinderen en grondrechten. Daarnaast is een doel om een “level-playing field” voor zakelijke gebruikers te creëren, een wettelijke basis en regels realiseren voor aanbieders van digitale diensten en (verspreiding van) desinformatie tegen te gaan.

De twee reguleringen hebben impact op de aanbieders en gebruikers van Immersive Technology, maar noemen deze technologie niet specifiek. De wetgeving is gericht op platformaanbieders die mogelijk actief zijn met Immersive Technology, maar mogelijk ook een breder pallet aan digitale technologieën gebruikt op zijn platforms.



Digital Markets Act

De *Digital Markets Act* is in 2023 in werking getreden. De regulering is specifiek gericht op “gatekeepers” (digitale platform aanbieders) die aan bepaalde voorwaarden moeten voldoen om actief te mogen zijn/blijven op de Europese markt. Gatekeepers moeten bedrijven toegang geven tot data die uit hun activiteiten gegenereerd worden en volledige toegang tot advertering voor het eigen bedrijf. Gatekeepers mogen gebruikers niet meer forceren om via het eigen platform contact te onderhouden met elkaar (bedrijf & klant), eigen producten boven andere aanbieders prioriteren, gebruikers buiten het eigen platform “tracken” of gebruikers blokkeren in het verwijderen van software of apps.



Digital Services Act

De *Digital Services Act* is in 2023 in werking getreden. De regulering is specifiek gericht op grote digitale platforms om de grondrechten van gebruikers te beschermen en zekerheid te creëren voor aanbieders en gebruikers van digitale diensten. Digitale platforms moeten zich inzetten om illegale content van hun platforms te weren, jonge kinderen en tieners te beschermen tegen gericht adverteren en het verspreiden van nepinformatie tegen te gaan. Door een wettelijke basis en vaste set aan regels te definiëren moet het ook voor startups en scale-ups met digitale diensten en producten makkelijker worden om te concurreren en op te schalen tegenover andere aanbieders.

5. Beleidsvorming – kansen en risico's

De kansen van Immersive Technology ten volle benutten vraagt om maatregelen tegen risico's

- Immersive Technology creëert veel kansen om maatschappelijke problemen op te lossen, zoals voor tekorten op de arbeidsmarkt, bij training en onderwijs, bij productdesign, kiezen van de beste oplossing door simuleren van (ernstige) situaties en vergroten van toegankelijkheid van de samenleving, bijvoorbeeld voor lichamelijk en geestelijk gehandicapten en het toegankelijk maken van banen voor lager opgeleiden (hoger instructieniveau).
- Om deze kansen te verzilveren is het echter nodig om in een vroeg stadium de negatieve kanten van Immersive Technology en Serious Gaming aan te pakken. Algeheel is de teneur dat we niet zoals bij AI het “ons moeten laten overkomen”.
- Op Europees niveau wordt aan de hand van de Digital Services Act en Digital Markets act gewerkt aan grip op deze maatschappelijke risico's. Hierbij is belangrijk te realiseren dat de EU en nationale overheden (nu) niet alle risico's kunnen beïnvloeden, bijvoorbeeld door afhankelijkheid van grote (Amerikaanse) tech-platforms en het gestimuleerde consumentengedrag.
- Op Nederlands niveau is er een strategie voor de Digitale Economie van het Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. In deze strategie ligt de focus op de kansen voor Nederland en wordt er voornamelijk rekening gehouden met risico's zoals toegankelijkheid van de digitale economie (voor burger en bedrijf) en cybersecurity. De Strategie Digitale Economie sluit aan op de lijn ingezet door de Digital Services Act van de EU en dit wordt ook expliciet benoemd.

 Maatschappelijke risico's	
 Privacy	Misbruik van privacygevoelige informatie; onvoldoende anonimisering; dataverzameling van niet-gebruikers en doelverschuiving (verkregen data voor andere doeleinden inzetten).
 Gezondheid	Verslaving, derealisatie, vertekend zelfbeeld & onvoldoende deelname aan fysieke wereld.
 Democratie	Vervaging van echte- en virtuele wereld, desinformatie en ontbreken van autonomie door afhankelijkheid van grote tech-bedrijven.
 Zelfbeschikking	Manipulatie en identiteitsmisbruik.
 Veiligheid	Virtuele agressie en geweld, virtueel pesten.
 Duurzaamheid	Energie- en grondstoffenverbruik.
 Participatie & Inclusiviteit	Gebrek aan representatie en groeiende digitale kloof.

5. Beleidsvorming – kansen en risico's

De kansen van Immersive Technology ten volle benutten vraagt om maatregelen tegen risico's

- Het Rathenau instituut geeft drie handelingsopties voor beleid dat we in Nederland kunnen oppakken in samenwerking met de EU:
 - Wet- en regelgeving
 - Kennis- en capaciteitsopbouw
 - Stimuleringsmaatregelen
- Op Europees niveau zijn er aan de hand van de twee verordeningen eerste stappen gezet op het inperken van de macht van grote platforms. Hierbij is er betere bescherming van gebruikers, meer controle over digitale platforms en een level-playing field' voor bedrijven in Europa met toegang tot de EU-markt.
- Om autonomie en invloed uit te kunnen oefenen op alle ontwikkelingen is de consensus dat Nederland dan een eigen Immersive Technology-industrie nodig heeft.
- De strategie Digitale Economie van EZK sluit hierop aan: *“Met deze strategie wil ik werken aan een weerbare, ondernemende, vernieuwende en duurzame digitale economie, waarin iedereen in Nederland mee kan doen. Dit heb ik uitgewerkt rondom vijf prioritaire thema's (pijlers) die volgen uit de hoofdlijnenbrief EZK.”* Onderdeel van het onderliggende onderzoek is een uitwerking van een viertal scenario's waarop geacteerd kan worden.



3. Kansen & bedreigingen

Sterktes en zwaktes

Het innovatie-ecosysteem kunnen we beoordelen op basis van de kwaliteit van afzonderlijke functies

De voorgaande analyse heeft de vijf structuurelementen van het innovatiesysteem in beeld gebracht. De functieanalyse van het innovatiesysteem gaat uit van de basis uit de structuuranalyse, maar geeft een oordeel hoe het element functioneert. Het functioneren van het geeft zicht op de sterktes en zwaktes in het innovatie-ecosysteem van Immersive Technology in Zuid-Holland.

We bepalen de sterktes en zwaktes op basis van zeven verschillende essentiële functies van het innovatiesysteem¹.

1. Ondernemerschap: Experimenten en ontwikkeling om technologie verder te ontwikkelen.
2. Kennisontwikkeling: Onderzoek dat bijdraagt aan nieuwe kennis over technologie.
3. Kennisverspreiding: Netwerken die zorgen dat kennis op de juiste plaats terecht komt.
4. Agendavorming: Visie en leiderschap op het ontwikkelpad van de technologie die onzekerheid wegneemt.
5. Marktformatie: Verwachte marktgrootte en verandering in condities die deze markt kunnen vergroten.
6. Mobilisatie middelen: Voldoende fysieke en financiële middelen en voldoende talent om de technologie te verspreiden.
7. Legitimiteit: Wegnemen van weerstand tegen technologische verandering.



Doel van het innovatie-ecosysteem

Maatschappelijke & internationale ambities voor het Zuid-Hollandse Immersive Technology-ecosysteem

Om te bepalen hoe de Innovatie-ecosysteemanalyse ervoor staat is het belangrijk om te achterhalen wat het doel van het innovatie-ecosysteem is. Het doel heeft impact op de beoordeling, waarbij ambitieuze doelen vragen om sterke onderliggende structuurelementen.

Om het ecosysteem succesvol te laten schalen is toegang tot internationale markten van belang. Nederland is een kleine markt en bovendien heeft de toepassing van Immersive Technology geen geografisch gebonden eisen. De impact van grote digitale technologieën en de impact op de maatschappij zijn vraagstukken op mondiaal niveau.

Een belangrijke uitgangspositie is dat het ecosysteem bijdraagt aan de maatschappij en dat de technologie voor nuttige toepassingen kan worden gebruikt.



Doel van het innovatie-ecosysteem:

Het Zuid-Hollandse Immersive Technology-ecosysteem is een internationaal toonaangevend ecosysteem met maatschappelijke impact.

Sterktes en zwaktes

Ondernemerschap in de regio is relatief sterk maar is gericht op bepaalde niches

De sterktes en zwaktes van ondernemerschap leiden tot een aantal kansen en bedreigingen voor de ambities van het Zuid-Hollandse ecosysteem:

Kansen:

- Sterke niches geeft kansen op specialisatie – ook binnen internationale ketens – op bijvoorbeeld software en add-on apparatuur.
- De concentratie van startups binnen Immersive Technology in Zuid-Holland spreekt van een ‘local buzz’ met kansen voor spillovereffecten en een gunstige positie voor jong innovatief ondernemerschap.

Bedreigingen:

- Het ontbreken van wereldleidende bedrijven en/of ankerbedrijf zorgt voor afhankelijkheid van machtige platformspelers (Google, Meta, Apple etc.).

F1. Ondernemerschap	
Sterktes	Zwaktes
• Relatief sterke concentratie van startups in Nederland (1/3 van de startups in Zuid-Holland). • Met name software-kant is sterk vertegenwoordigd in zowel startups als gevestigd bedrijfsleven. • Een aantal sterke mkb-spelers die een leiderschapsrol pakken binnen het regionale ecosysteem.	• Geen wereldleider of ankerbedrijf; merendeel van de bedrijven actief in de sector vallen in de categorie klein-MKB. • Bedrijvigheid is niet over de gehele keten aanwezig, voornamelijk gebrek aan platforms. • Investerings in start- en scale-ups relatief laag in volume en aantal investeringen.

Sterktes en zwaktes

Kennisontwikkeling in de regio is sterk met de juiste ontwikkelingen in de pijplijn

De sterktes en zwaktes van ondernemerschap leiden tot een aantal kansen en bedreigingen voor de ambities van het Zuid-Hollandse ecosysteem:

Kansen:

- De aanwezigheid van drie universiteiten met allen hun eigen specialisatie én activiteit op Immersive Technology biedt kansen om een sterke bijdrage aan de kennisontwikkeling van de technologie en samenwerking tussen kennisinstellingen.
- Samenwerking met andere ecosystemen binnen Nederland (Utrecht, Brainport, Twente) biedt kansen om bredere impact en kennisontwikkeling te realiseren.
- De brede basis van kennis over technologische ontwikkeling tot impact en gebruik en de vele disciplines die actief zijn bieden kansen om een rol te spelen in zowel toepassing als op beleidsvorming.

Bedreigingen:

- Andere ecosystemen binnen Nederland met een sterke kennispositie weigeren samen te werken of niches blijven te verkokerd.
- Kennis die momenteel in de pijplijn zit over impact en gebruik van Immersive Technology blijft achter bij de marktontwikkelingen.

F2. Kennisontwikkeling

Sterktes

- Zuid-Holland heeft met de LDE-universiteiten, en met name de TU Delft, een centrale positie in het Nederlandse kennisnetwerk.
- Sterke positie per universiteit in de regio die aansluit bij eigen expertise zoals medische wereld of computerwetenschappen.
- Onderzoek en kennisontwikkeling vindt plaats op gebied van technologische ontwikkeling, tot toepassing tot impact en gebruik van de technologie.
- Kennisontwikkeling vindt plaats over veel verschillende disciplines en faculteiten.

Zwaktes

- Op elk vlak is een andere universiteit in Nederland meer gespecialiseerd.
- Universiteiten opereren nog veel uit “eigen koker”.
- Gebrek aan ontwikkeling op platformniveau van zowel kennisinstellingen als bedrijven.
- Niet alle kennis over het gebruik en de impact van Immersive Technology is uitontwikkeld, bijvoorbeeld op ethisch of juridisch vlak.

Sterktes en zwaktes

Ondernemers worden niet genoeg blootgesteld aan de mogelijkheden van Immersive Technology

De sterktes en zwaktes van ondernemerschap leiden tot een aantal kansen en bedreigingen voor de ambities van het Zuid-Hollandse ecosysteem:

Kansen:

- Eerste ontwikkelingen in het onderwijs omtrent Immersive Technology bieden kansen om als regio een voorsprong te pakken in talent dat vaardigheden ontwikkelt om met deze technologie te werken
- Het stimuleren van het nemen van een aanjagersrol door de overheid, bijvoorbeeld door middel van het beschikbaar stellen van financiering uit fondsen voor deze rol. Aanjagers zijn dan verantwoordelijk voor het bouwen van publiek-private samenwerkingen en het verspreiden en uitwisselen van kennis hierbinnen.

Bedreigingen:

- Het kennissysteem is te weinig gericht op valorisatie.
- De vertaling van nieuwe kennis uit kennis- en onderzoeksinstituten naar de praktijk blijft achter door gebrek aan publiek-private samenwerkingsprojecten met impactgerichte oplossingen.

F3. Kennisverspreiding

Sterktes

- WO-, hbo- en mbo-instellingen in de regio zijn actief met VR/AR/XR-toepassingen
- Zuid-Holland binnen Nederland de sterkste regio op grootschalige Europese R&D-projecten gericht op Immersive Technology
- Kennisinstituten in de regio hebben specifieke labs en programma's gericht op samenwerking met bedrijfsleven om mogelijkheden van Immersive Technology op de kaart te zetten.

Zwaktes

- Beperkte verbinding tussen kennisinstellingen en andere clusters in Nederland.
- Nederland geen sterke positie op Immersive Technology in grootschalige Europese R&D-projecten.
- In bestaande PPS'en zijn te weinig partners die kunnen vertalen naar oplossingen.

Sterktes en zwaktes

Agendavorming komt op gang maar risico's voor continuïteit

De sterktes en zwaktes van ondernemerschap leiden tot een aantal kansen en bedreigingen voor de ambities van het Zuid-Hollandse ecosysteem:

Kansen:

- Eensgezindheid in het regionale ecosysteem kan leiden tot nationale trekkersrol.
- Langdurig commitment kan zorgen voor continuïteit van ondersteunende organisaties.
- Topsector ICT heeft Immersive Technology opgenomen als sleuteltechnologie.

Bedreigingen:

- Gebrek aan langdurige commitment kan leiden tot goedbedoelde plannen die stranden in gebrek aan slagkracht of een verval van commitment uit andere stakeholders.
- Door gebrek aan steun of gebundelde samenwerking ontstaat een gefragmenteerd landschap.

F4. Agendavorming	
Sterktes	Zwaktes
• “Why-sessie” die het doel van het ecosysteem en de Immersive Tech Hub vorm geeft. • CIIC-groiefondsaanvraag vanuit een brede coalitie. • Gemeente Rotterdam neemt een voortrekkersrol op het gebied van de digitale stad. • Nationale aandacht voor Immersive Technology als onderdeel van de KIA sleuteltechnologieën.	• Geen governance structuur op regionaal/landelijk niveau. • Nog geen (landelijke) agenda vastgesteld. • Geen langdurige middelen voor bestaanszekerheid en continuïteit.

Sterktes en zwaktes

Vraag en aanbod vinden elkaar te weinig: mogelijkheden bij brede bedrijfsleven te weinig bekend

De sterktes en zwaktes van ondernemerschap leiden tot een aantal kansen en bedreigingen voor de ambities van het Zuid-Hollandse ecosysteem:

Kansen:

- Brede toepasbaarheid in belangrijke Zuid-Hollandse sectoren met transitieopgave biedt kansen voor lokale afzetmarkt. Hierbinnen kunnen 'launching customers' gezocht worden die aansluiten bij de Zuid-Hollandse groeiagenda door ze bloot te stellen aan mogelijkheden van Immersive Technology.
- Gemeente Rotterdam als 'launching customer' voor de digitale stad als take-off voor grootschalige toepassing in de regio.
- Immersive Technology als middel om maatschappelijke vraagstukken op de arbeidsmarkt aan te pakken.

Bedreigingen:

- Het uitblijven van een 'urgentiebesef' doordat Immersive Technology geen specifieke maatschappelijke opgave aanpakt.
- Het uitblijven van schaalbare oplossingen zorgt voor te hoge drempel om te investeren in Immersive Technology binnen bedrijven.
- (Brede) bedrijfsleven raakt onvoldoende betrokken bij initiatieven om blootgesteld te worden aan de mogelijkheden van Immersive Technology.

F5. Marktformatie	
Sterktes	Zwaktes
• Immersive Technology kan breed toegepast worden in sectoren die belangrijk zijn voor de Zuid-Hollandse economie. • Gemeente Rotterdam als 'launching customer' voor de digitale stad. • B2C heeft al duidelijke toepassingen via bestaande platforms.	• B2B-partijen zijn nog niet bewust van de kansen van Immersive Technology of worden te weinig blootgesteld aan de mogelijkheden hiervan. • Momenteel geen grootschalige B2B-toepasbaarheid of uitrol – oplossingen specifiek of nichegericht. • Huidige activiteiten vooral gericht op softwareontwikkeling of specifieke hardware. Gebrek aan een centraal platform weerhoudt ecosysteem van ontwikkelen "metaverse". • Immersive Technology lost geen specifieke maatschappelijke opgave op die urgentie aan zou kunnen zwengelen.

Sterktes en zwaktes

Het gebrek aan financiële middelen is een bedreiging voor commitment en continuïteit

De sterktes en zwaktes van ondernemerschap leiden tot een aantal kansen en bedreigingen voor de ambities van het Zuid-Hollandse ecosysteem:

Kansen:

- Groeifondsaanvraag van CIIC leidt tot langdurige grootschalige financiering.
- Momentum van CIIC en activiteiten van huidige onderwijsinstellingen leidt tot toename jong talent (en Leven Lang Ontwikkelen).
- Aansluiten op de 'grant offices' van universiteiten die hun weg beter kennen binnen het Europese onderzoeksgeld-landschap. Hierbij kan actief geholpen worden door juiste consortiapartners aan te haken om ook toepassingen te realiseren.
- Vrijmaken van middelen om ondersteunende organisaties of initiatieven vanuit ondernemers te ondersteunen en continuïteit te garanderen.

Bedreigingen:

- Gebrek aan langdurige- en grootschalige financiering zorgt voor gebrek aan tempo en slagkracht.
- Gebrekkige informatie en aansluiting op mogelijke (Europese) financieringsopties zorgt voor onbenut potentieel.
- Geen toegewijde opleiding – of interesse uit studenten – leidt tot gebrek aan personeel om Immersive technology op te schalen.
- Het ontbreken van juiste consortiapartners om tot impact te komen zorgt voor onbenut potentieel uit aanwezige onderzoeksgeld.
- Gebrek aan financierbare cases of startups.

F6. mobiliseren middelen	
Sterktes	Zwaktes
• Groeifondsaanvraag CIIC. • Het regionale onderwijs brengt talent in aanraking met Immersive Technology.	• Gebrek aan langdurige financiering voor publiek-private samenwerking. • Ecosysteem heeft moeite met toegang krijgen tot Europese financiering. • Geen toegewijde opleiding voor Immersive Technology aan regionale onderwijsinstellingen. • Geen aansluiting van financierbare cases en startups op regionale fondsen of middelen zoals bij InnovationQuarter.

Sterktes en zwaktes

Immersive Technology is nog niet legitiem onder het brede publiek

De sterktes en zwaktes van ondernemerschap leiden tot een aantal kansen en bedreigingen voor de ambities van het Zuid-Hollandse ecosysteem:

Kansen:

- Zuid-Holland maakt gebruik van internationale voorloperschap van Nederland op ethiek en maatschappelijke discussies mede door kennisontwikkeling die hierover in Zuid-Holland plaats vindt.
- Breed commitment van lokaal bedrijfsleven, onderwijs- en overheden leidt tot zichtbaar cluster.

Bedreigingen:

- De technologie profiteert niet van een urgentiebesef: adoptie door bedrijven blijft achter door gebrek aan noodzaak. Bedrijven tonen hierdoor minder interesse om blootgesteld te worden aan mogelijkheden van Immersive Technology.
- Immersive Technology sneeuwt onder in de discussie omtrent digitale sleuteltechnologieën en eindigt in het “containerbegrip” zonder specifieke aandacht.
- Implementatie van Immersive Technology vraagt om fundamentele veranderingen in manier van bedrijfsvoeren.

F7. Legitimering

Sterktes

- Nederland loopt voorop op het vlak van ethiek; terug te zien in kennisontwikkeling in de regio Zuid-Holland.
- Europese verordeningen met betrekking tot digitale technologieën draagt bij aan maatschappelijk debat over de impact van digitale sleuteltechnologieën zoals Immersive Technology.
- Regionale voortrekkersrol van Gemeente Rotterdam en Provincie Zuid-Holland draagt bij aan zichtbaarheid van het ecosysteem.

Zwaktes

- Er is geen specifieke noodzaak om Immersive Technology toe te passen: urgentiebesef van de technologie bij bedrijven is afwezig.
- Geen specifieke beleidsvorming of wet- en regelgeving omtrent Immersive Technology, met name breder ingestoken op digitale sleuteltechnologie.

Sterktes en zwaktes

Het innovatie-ecosysteem beoordelen we op basis van de kwaliteit van afzonderlijke functies

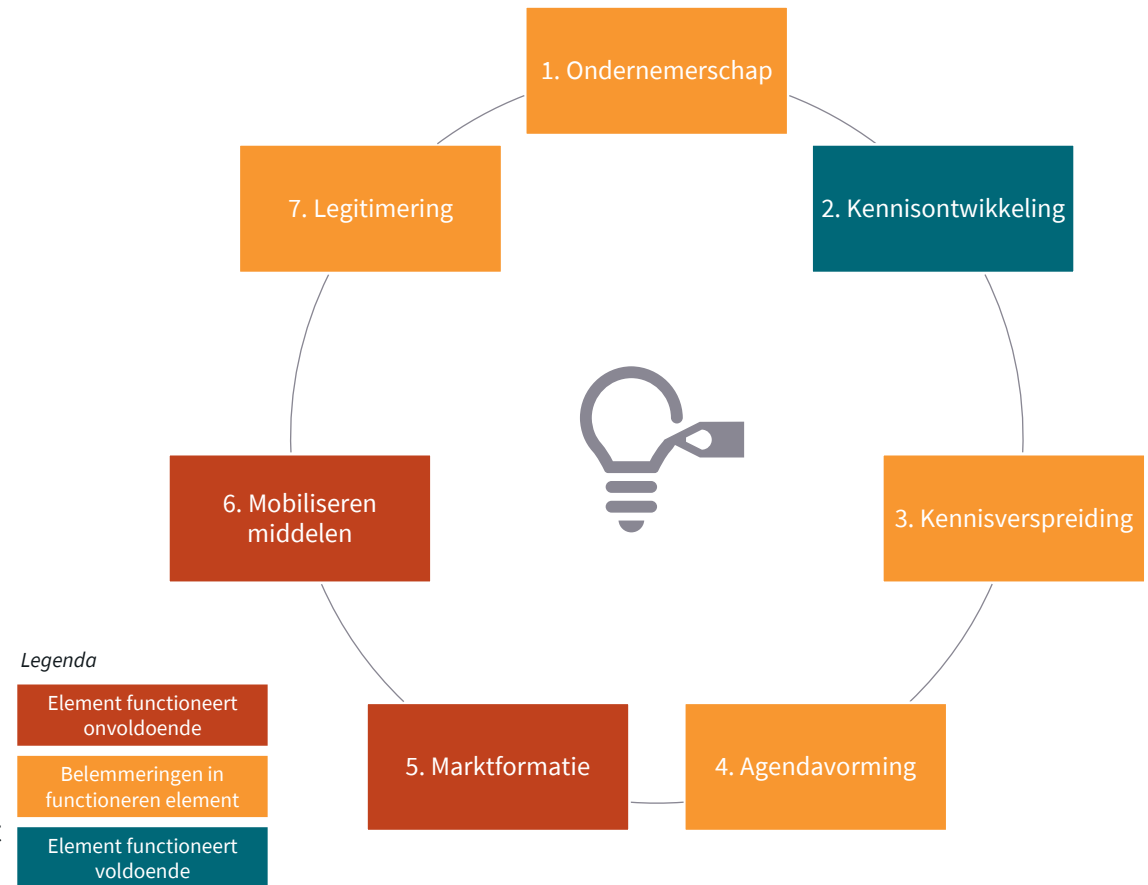
Op basis van alle sterktes en zwaktes schalen we het functioneren van het innovatie-ecosysteem in zoals zichtbaar in het rechter figuur. Samengevat zijn de conclusies per element als volgt:

Ondernemerschap: Zuid-Holland heeft geen uitzonderlijke positie binnen Nederland op ondernemerschap. Wel is er een grote concentratie van startups. Om te voldoen aan het doel is er meer activiteit op platformontwikkeling nodig. Het brede bedrijfsleven blijft onbekend met de mogelijkheden van de technologie en afhankelijkheid van grote platformontwikkelaars is een bedreiging.

Kennisontwikkeling: Kennisinstellingen in de regio zijn actief op het thema met verschillende niches en disciplines. Binnen Nederland heeft Zuid-Holland een sterke positie op experts. 'Holistische kennis' moet nog ontwikkeld worden, maar ligt wel in de pijplijn van kennisinstellingen.

Kennisverspreiding: Kennisverspreiding loopt via alle onderwijslagen (WO, hbo, mbo). De samenwerking tussen kennisinstellingen is nog teveel gericht op eigen niches. Er is nog onvoldoende blootstelling van het brede bedrijfsleven aan de mogelijkheden van de technologie.

Agendavorming: Er is nog geen nationale agenda en de groeifondsaanvraag van CIIC is voorwaardelijk. Duidelijk zicht op een landelijke governancestructuur is niet aanwezig. De technologie is onderdeel van de KIA sleuteltechnologieën en begint de aandacht te krijgen van de Topsector ICT.



Sterktes en zwaktes (vervolg)

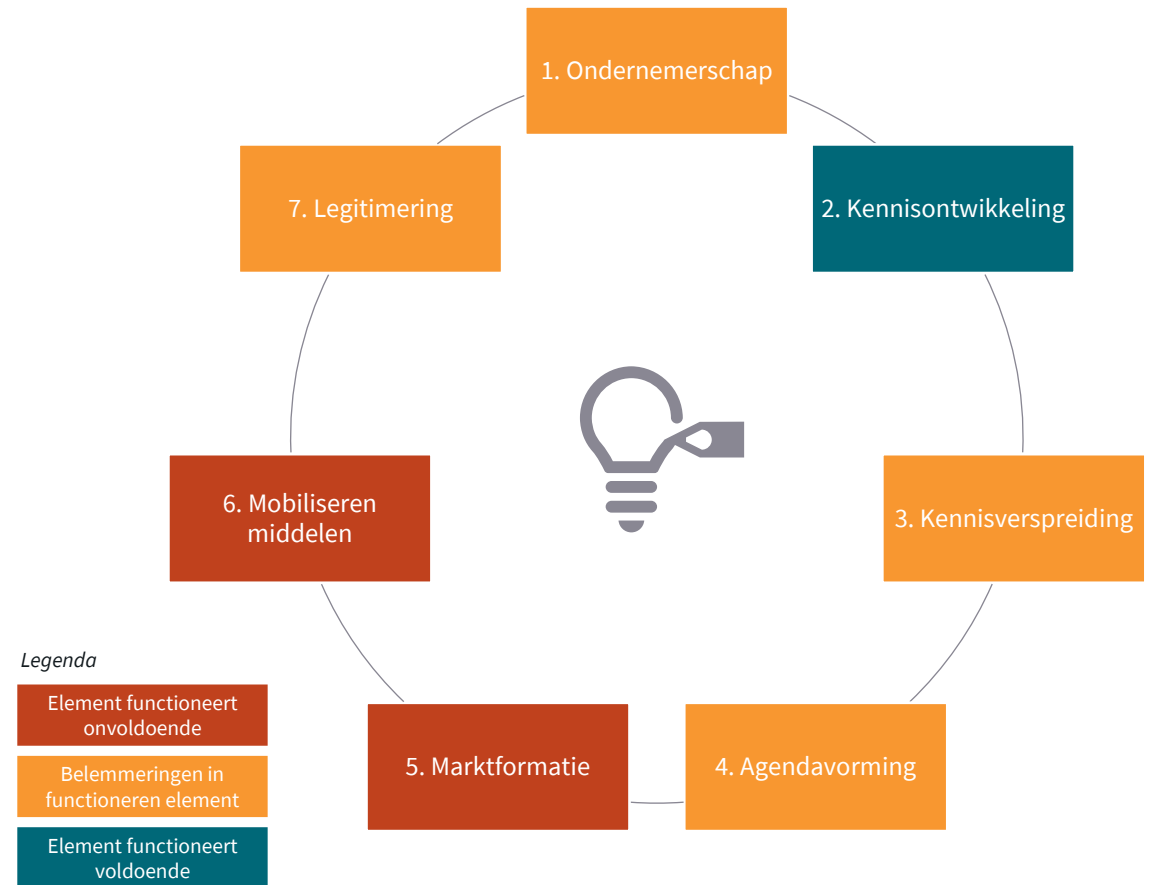
Het innovatie-ecosysteem beoordelen we op basis van de kwaliteit van afzonderlijke functies

Op basis van alle sterktes en zwaktes schalen we het functioneren van het innovatie-ecosysteem in zoals zichtbaar in het rechter figuur.

Marktformatie: Vraag en aanbod vinden elkaar te weinig. De marktvraag ontwikkelt traag door het ontbreken van een urgentie aan de B2B-kant en er is weinig verleiding voor B2C om dure Immersive Technology-producten aan te schaffen. De mogelijkheden blijven onbekend bij het brede bedrijfsleven en de technologie lijkt niet direct een maatschappelijke opgave op te lossen. De drempel om in te stappen blijft door maatwerkoplossingen hoog.

Mobiliseren middelen: Er is gebrek aan langdurige financiering en toegang tot (Europese) middelen is beperkt. Informatievoorziening over beschikbare middelen blijft achter. Middelen die wél opgehaald worden komen onvoldoende terecht bij samenwerkingen die het innovatie-ecosysteem verder brengen. Investerings die via de publieke route vrijgemaakt zijn voor startups en scale-ups vinden geen aansluiting op financierbare bedrijven. Talent wordt via specifieke vakken opgeleid over Immersive Technology.

Legitimizing: Nederland is een voorloper op ethiek, maar de markt blijft onbekend met de mogelijkheden van Immersive Technology. Te weinig blootstelling aan het brede bedrijfsleven van de mogelijkheden remt de legitimizing van de technologie. De technologie draagt niet direct bij aan een van de urgente maatschappelijke opgaven en heeft dus geen profijt van een urgentiebesef. Wet- en regelgeving komt op gang, zowel Europees als Nationaal.



4. Conclusie & handelingsperspectief

Conclusie sterktes en zwaktes

Meerdere belemmeringen in systeemfuncties remmen de ‘take-off’ van Immersive Technology

- Het Zuid-Hollandse innovatie-ecosysteem van Immersive Technology bevindt zich aan de start van de take-off fase. In de take-off fase is het van belang dat de legitimering van de technologie aansluit op de verwachtingen en dat via kennisverspreiding ondernemers actief aan de gang gaan met de technologie.
- Op basis van de structuuranalyse concluderen we dat het Zuid-Hollandse ecosysteem een sterke basis heeft in ondernemerschap en kennisontwikkeling. Deze krachten vormen een belangrijk uitgangspunt om als publieke speler gebruik van te maken in het door-ontwikkelen van het regionale ecosysteem.
- Op basis van onze sterkte- en zwakteanalyse concluderen we dat het innovatiesysteem momenteel voornamelijk grote belemmeringen ervaart bij het **mobiliseren van middelen** en **marktformatie**. Dit hangt samen met de **kennisverspreiding** van de mogelijkheden van de technologie bij **ondernemers** en dus de **legitimering** van Immersive Technology.
- **Agendavorming** is momenteel ook een element met belemmeringen. Er zijn wel eerste ontwikkelingen gaande bijvoorbeeld op Europees en nationaal niveau. De rol die een regionaal ecosysteem of overheid hierin speelt is echter beperkt. De opzet van CIIC is wél een positieve ontwikkeling waar het regionale ecosysteem bij kan aansluiten om invloed uit te oefenen op agendavorming en beleidsvorming.



Hoofdconclusie over de potentie van het Immersive Technology-ecosysteem in Zuid-Holland

Het Zuid-Hollandse Immersive Technology-ecosysteem heeft voldoende potentie om uit te groeien tot een belangrijk ecosysteem in Nederland en Europa. De relatief sterke ondernemerschapspositie en kennisbasis vormen een belangrijke voedingsbodem om op door te groeien. De ontwikkelingen op nationaal en Europees niveau bieden kansen voor het ecosysteem om op aan te sluiten.

Op basis van de sterktes en zwaktes die geconcludeerd worden uit de analyse in dit rapport is er voldoende aanleiding om als publieke sector in te grijpen in het innovatiesysteem waar momenteel systeemfalen optreedt. Er zijn meerdere belemmeringen waar een publieke speler een rol kan vervullen om deze belemmering te verkleinen of weg te nemen.

Conclusie sterktes en zwaktes

Drie interventielijnen die ingrijpen op de grootste belemmeringen van het huidige innovatiesysteem

Op basis van de SWOT en de belemmeringen in het innovatiesysteem concluderen we het volgende: om het innovatiesysteem van het regionale ecosysteem naar een volgende fase te brengen en de take-off van Immersive Technology te versnellen zijn de volgende elementen van belang:

- Ondernemers moeten meer blootgesteld worden aan de mogelijkheden van Immersive Technology om B2B-vraag te vergroten. De inzetbaarheid hiervan is multidisciplinair en in veel sectoren van waarde.
- Kennisontwikkeling heeft de juiste kennis in het vizier en moet blijven doorontwikkelen om niet achter te lopen bij de marktvraag. Deze kennis vertalen naar de maatschappij is cruciaal om legitimering te vergroten.
- Het is cruciaal om voldoende middelen te mobiliseren om ondernemers verder te helpen, maar ook ondersteunende organisaties continuïteit te garanderen en voldoende middelen in het ecosysteem te verzamelen om de technologie verder op te schalen.

We zien een bij deze interventies mogelijkheden om aan te sluiten op al ingezette routes, bijvoorbeeld via de Immersive Tech Hub. De ingezette routes kunnen opgeschaald worden of de vrijgemaakte middelen kunnen worden aangewend voor de voorgestelde acties. Deze conclusie resulteert in een drietal interventielijnen die in de volgende slides worden uitgewerkt met eerste acties. De publieke sector kan hier een significante rol in spelen, waarbij de rol van opdrachtgever, stakeholder en partners ter discussie staat.



Interventies

1. Zoek 'launching customers' in focussectoren als vliegwiel voor Immersive Technology



Beschrijving interventie

Door middel van het zoeken van 'launching customers' in toepassingssectoren kunnen vliegwielen gecreëerd worden voor Immersive Technology-bedrijven. Een netwerk- en business development rol met "loopvermogen" is weggelegd voor de publieke sector.

Bijdrage aan het innovatiesysteem

De 'launching customers' dragen bij aan de **legitimering** van Immersive Technology als bruikbare technologie en ondersteunt lokaal **ondernemerschap**. De 'launching customer' projecten en blootstelling van het brede bedrijfsleven aan de mogelijkheden van Immersive Technology spelen een directe rol in de **marktformatie**.

Rollen bij de interventie

- Een rol voor een Business Developer met loopvermogen (*bijvoorbeeld InnovationQuarter of Immersive Tech Hub*)
- Een rol voor een netwerkpartner & verbinder (*bijvoorbeeld InnovationQuarter, provincie & gemeenten*)



Partners & stakeholders

- Gemeentelijke partners
- Immersive Tech Hub / lokale Immersive Technology-bedrijven
- Bedrijfsleven in relevante toepassingssectoren



Eerste acties

- ◆ Geef Immersive Technology een significante rol binnen gemeentelijke programma's. Haak zowel bedrijfsleven als kennisinstellingen aan bij de uitvoering en implementatie.
- ◆ Gebruik de Immersive Tech Hub en European Digital Innovation Hub als inspiratielab waarbij het brede bedrijfsleven uitgenodigd en geïntroduceerd wordt om de mogelijkheden & leveranciers van Immersive Technology te verkennen.
- ◆ Sluit aan op de sectoren van de Zuid-Hollandse groeiagenda* en zoek binnen deze sectoren naar ankerbedrijven die een 'launching customer'-project kunnen trekken.
- ◆ Maak gebruik van regionale expertise over ethiek en gebruik van Immersive Technology en betrek ze actief bij 'launching customer'-projecten om de risico's van Immersive Technology te ondervangen.
- ◆ Organiseer 'challenges' voor innovatieve startups om nieuwe toepassingen te ontwikkelen in 'launching customer'-projecten.

Interventies

2. Stimuleer het vrijmaken van middelen voor het Zuid-Hollandse Immersive Technology-ecosysteem en koppel deze aan transitievraagstukken of regionale opgaven



Beschrijving interventie

Via drie routes: 1) landelijke groeifondsfinanciering, 2) aansluiting op Europese digitale programma's en 3) regionale fondsen is het mogelijk om 'hefbomen' te creëren die het regionale Immersive Technology-ecosysteem van middelen voorziet. Door deze middelen actief te koppelen aan de inzet van Immersive Technology in transitievraagstukken of regionale opgaven vergroten de kansen op projecten met impact.

Bijdrage aan het innovatiesysteem

De interventie draagt bij aan het **mobiliseren van middelen**. De middelen zelf hebben impact op **ondernemerschap**, **kennisontwikkeling** en **kennisverspreiding**. Door financiering van ondersteunende organisaties is er langdurige commitment voor **agendavorming**.

Rollen bij de interventie

- Een rol voor een coördinator die als centrale spil in het netwerk het informatiepunt is over financiële mogelijkheden
- Een rol voor een aanjager die consortia kan opzetten en als penvoerder voor financiële aanvragen kan dienen



Partners & stakeholders

- Rijkdienst voor Ondernemend Nederland
- LDE-universiteiten
- CIIC
- Ministerie van Economische Zaken en Klimaat
- Ministerie van Onderwijs, Cultuur en Ondernemerschap
- Ministerie van Binnenlandse Zaken



Eerste acties

- ◆ Creëer een overzicht en informatiepunt met mogelijke verstrekkers van financiële middelen en beheer voor 3 lijnen (privaat, nationaal en Europees) de mogelijkheden voor het mobiliseren van middelen.
- ◆ Neem een centrale rol in de CIIC-samenwerking om goede aansluiting te realiseren op landelijke financiering voor Immersive Technology.
- ◆ Zet Immersive Technology als sleuteltechnologie centraal binnen de digitale strategieën en programma's in Zuid-Holland
- ◆ Selecteer en financieer een organisatie met een aanjagersrol om consortia te bouwen en aanspraak te maken op financiële middelen en verzekerd te zijn van continuïteit.

Interventies

3. Stimuleer samenwerking tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven om B2B-toepassingen te realiseren



Beschrijving interventie

De vertaling van kennis naar toepassingen blijft achter door gebrek aan universele hardware-producten, maatwerk voor bedrijven die wel Immersive Technology introduceren in hun bedrijf en gebrek aan juiste partners in publiek-private samenwerkingen. Door het stimuleren van samenwerkingen tussen kennisinstellingen en bedrijfsleven en hierbij 'tech-partners' betrekken of kennis te delen via kennissessies en workshops met bedrijfsleven wordt de kennis vanuit de ontwikkeling naar de praktijk gebracht. Het aansluiten op bestaande middelen en initiatieven biedt daarin kansen.

Bijdrage aan het innovatiesysteem

De interventie draagt bij aan de **kennisverspreiding** door het vertalen van academische kennis naar toepassingen voor het regionale bedrijfsleven. Het ondersteunt **ondernemerschap** door het bedrijfsleven bekend te maken met kennis omtrent Immersive Technology. Dit vergroot de **legitimering** van de technologie.

Rollen bij de interventie

- Een rol voor een kennismakelaar die als centrale spil in het netwerk kan verbinden (bijvoorbeeld de Immersive Tech Hub)



Partners & stakeholders

- LDE-universiteiten
- Dutch XR
- Hogeschool Rotterdam
- Mbo instellingen
- CIIC
- Immersive Technology bedrijven



Eerste acties

- ◆ De Immersive Tech Hub in de rol van 'kennismakelaar'. Hierbij speelt de hub een rol als 'helpdesk' om bedrijven te verbinden met de juiste kennispartner, het juiste bedrijf of een bestaande samenwerking.
- ◆ Vervul een netwerkfunctie waarbij gebruik wordt gemaakt van de krachten uit 'grant offices', Dutch XR, CIIC en InnovationQuarter om de juiste partners in publiek-private samenwerkingen bij elkaar te brengen.
- ◆ Organiseer kennissessies en workshops om kennisontwikkelaars en ondernemers bij elkaar te brengen.

Aanbevelingen

Langs de drie interventielijnen kunnen de publieke actoren verkennen waar ze een rol willen spelen

Via de drie interventielijnen kan de publieke sector bijdragen aan oplossingen voor de belemmeringen in het innovatiesysteem om Immersive Technology naar een volgende fase te brengen. Vanuit de drie interventielijnen komen verschillende acties en rollen naar voren met een impact op een langere termijn. Een aantal van deze acties sluiten aan op al ingezette lijnen en kunnen gebruik maken van bestaande middelen en netwerken, zoals de Immersive Tech Hub, CIIC en eventuele gemeentelijke programma's of regionale fondsen en beleid. Op basis van het Zuid-Hollandse profiel, de krachten en de zwaktes en de input van externe stakeholders zijn de volgende rollen van belang:

- Een Business development rol met “loopvermogen” om actief projecten op te zetten in relevante economische sectoren in Zuid-Holland om de mogelijkheden van Immersive Technology breder bekend te maken en te implementeren.
- Een coördinerende rol voor een speler die overzicht heeft op het netwerk van partijen actief in het Immersive Technology Ecosysteem van Zuid-Holland en kennis van financieringsmogelijkheden op Europees, nationaal en regionaal niveau.
- Een rol voor een kennismakelaar die als centrale spil in het netwerk de juiste bedrijven en organisaties aan de juiste kennispartners kan verbinden. Bij voorkeur heeft de partij die deze rol speelt goed contact én zicht op alle partijen actief in de kennisontwikkeling.

Dit onderzoeksrapport laat zien dat deze rollen momenteel gewenst zijn om de obstakels in het functioneren van het huidige innovatie ecosysteem op te lossen.

Op basis van een verkenning langs alle (publieke) ecosysteempartners moet duidelijk worden wie welke rol wil en kan spelen. De verkenning en de rolverdeling kunnen leiden tot vervolgstappen met verschillende niveaus van risico. Op basis van de huidige kennis ziet Birch de volgende stappen als laag risico en als “quick win”:

- Ondersteun de bestaande initiatieven vanuit ondernemers in het ecosysteem en sluit aan bij de CIIC om continuïteit te waarborgen, om actief invloed uit te kunnen oefenen op agendavorming en de weg naar (financiële) middelen te openen.
- Gebruik de Immersive Tech Hub voor een ‘inspiratielab’ waarin kennisontwikkeling, toepassing van de technologie, onderwijs en studenten en het brede bedrijfsleven bij elkaar komen om bekend te raken met de mogelijkheden van Immersive Technology. Kortom: vergroot de blootstelling van het bedrijfsleven aan de mogelijkheden van Immersive Technology.
- Betrek de sterke regionale spelers met de juiste kennis – bijvoorbeeld over ethiek – bij Immersive Technology projecten, zodat technologie zorgvuldig wordt gebruikt en geïmplementeerd.

Er liggen unieke kansen voor het Zuid-Hollandse ecosysteem om vanuit zijn krachten als georganiseerd ecosysteem Immersive Technology als speerpunt te nemen. Een brede basis aan zowel de kennis- als ondernemerschapspositie biedt voldoende aanleiding om hier op in te zetten. Deze kans kan leiden tot een bepalende positie binnen de ontwikkeling binnen Nederland en mogelijk Europa.

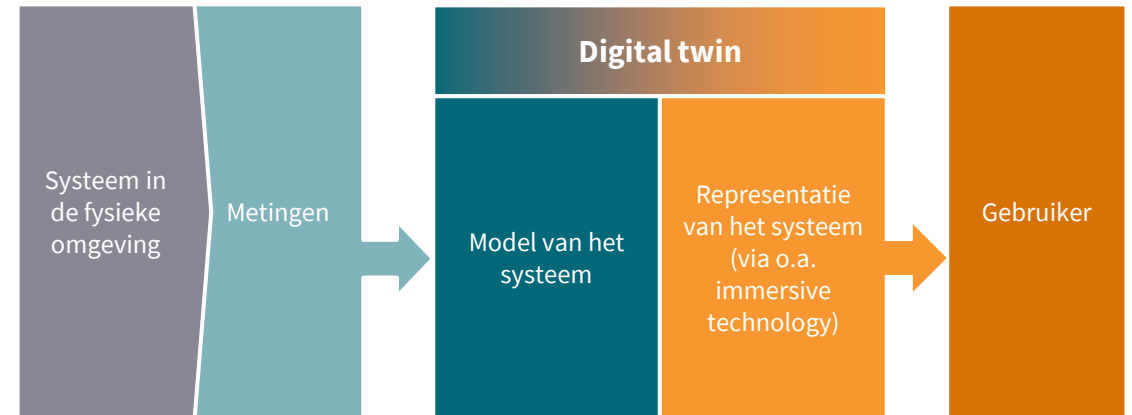
5. Bijlagen



Bijlage: 'digital twin' gerelateerde technologie

Digital twins en immersive technologies bieden interactieve representatie van de fysieke omgeving

- Een **digital twin is een virtuele replica van een fysiek object**. Dat kan een product zijn, of een persoon, of een heel systeem zoals een elektriciteitsnetwerk of een productielijn. Het virtuele model is gekoppeld aan sensoren en andere meetinstrumenten, die data (vaak in real-time) ophalen uit de fysieke omgeving. De digital twin omvat een (software)laag die de data uit het model inzichtelijk maakt via allerlei interfaces.
- Deze technologie wordt gekoppeld aan immersive technologie omdat dit een **mogelijke interface** is met een digital twin die een mogelijke verbreding biedt van de use cases van een digital twin.



Criteria voor een Digital Twin



Virtuele opgeslagen representatie van een fysiek object



Computationale representatie voor simulatie en voorspellingen



Gebouwd op daadwerkelijke data van fysiek object



Gesynchroniseerde data-uitwisseling met fysieke omgeving voor aansturing

Mogelijk geïntegreerd of verbonden met andere digital twins

Bijlage 1: Startups en Scale-ups uit dealroom

Startups opgericht vanaf 2010

Bedrijfsnaam	Vestigingsplaats
HOT-Team	The Hague
Ubiqu	Delft
ConfigWise.io	Capelle aan den IJssel
Aerialtronics	Katwijk
Binkies 3D	The Hague
TWNKLS	Rotterdam
InsightYou B.V.	Rotterdam
Crunch-e	Rotterdam
Tellick	Zoetermeer
2525 Ventures BV	Zoetermeer
EHealth Company	Rotterdam
Buznezzcard	The Hague
MOBYTRON	The Hague
Aimy	Rotterdam
Medical-X	Rotterdam
Samotics	Leiden
Yapili	The Hague
MedAssist.online	Rotterdam
Sense Glove	Delft
Widget Brain	Rotterdam
Crowdfundpanel	Rotterdam
Gemvision	Delft
Lumos Development	Delft
Vrlearninglab	Leiden
Saltrex	The Hague

Bedrijfsnaam	Vestigingsplaats
Onboard	Rotterdam
Relive	Rotterdam
Cev.io	Rotterdam
VR Composers	Rotterdam
Floranti	Bergschenhoek
Accept Mission	Rotterdam
Labs31 B.V.	Rotterdam
Feo AR	Leiden
Captain VR	The Hague
Craytive Technologies	Vlaardingenvla
BlueSense Solutions	The Hague
Crescent Technologies	Delft
Tiledmedia	Rotterdam
Spheroid Universe	Rotterdam
EldersVR	The Hague
Game and Work	Maassluis
KYCOS	Rotterdam
Addoptics B.V.	Rotterdam
ARize Group	Zoetermeer
Localie	Delft
PlaygroundVR	Rotterdam
Iviate	Rotterdam
AllBlazing	The Hague
Kreate.space	Rotterdam
Project.BB	The Hague

Bijlage 2: Methodiek bedrijven

Ondernemerschap: Relevante bedrijvigheid (Innovatiespotter)

- Om het aantal innovatieve bedrijven in Nederland en Zuid-Holland in kaart te brengen voor Immersive technologies, is gebruik gemaakt van innovatiespotter, een database met daarin alle bedrijven in Nederland.
- Op basis van tekstdata categoriseert Innovatiespotter bedrijven als innovatief of niet en maakt ze de websites doorzoekbaar op trefwoorden. Bedrijven actief in een innovatief ecosysteem krijgen een “footprint” markering, wat betekent dat ze zijn aangetroffen in e.g. een samenwerkingsproject of een innovatieprijs hebben gewonnen.
- Alleen de economisch actieve bedrijven zijn meegenomen. De volgende categorieën zijn uitgesloten in deze analyse:
 - Bedrijven met 1 werknemer.
 - Rechtsvormen: eenmanszaken, kerkgenootschappen, stichtingen en VvE's,
 - SBI sectoren: groothandels.
- Voor alle technologie-subgebieden zijn er trefwoorden gebruikt op basis van de definitie en afbakening, zoals weergegeven in de tabel.
 - Deze trefwoorden zijn telkens in combinatie met de trefwoorden VR/AR/XR en immersive tech gebruikt.
 - Met operators AND, OR, NOT en ~ zijn de trefwoordzoekopdrachten verfijnd.
 - ~ geeft aan hoeveel 2 of meer trefwoorden van elkaar af mogen staan.

Thema	Term / concept	Trefwoorden
Hardware	componenten	hardware, circuits, chips, semiconductor
Hardware	platforms	platforms
Hardware	add-on	Sensoren, devices, headsets, brillen, equipment
Software	firmware	software, development tool, engine, render
Software	applicaties	serious game, educational game, design, ontwerp, media, applicatie, digital twins, training, education

- We kijken naar enkele getallen:
 - Het aantal en de aard van de bedrijven geassocieerd met Immersive Technologies
 - Het aantal en de aard van de bedrijven dat naast die associatie ook een innovatie “footprint” heeft.

Bijlage 3: Methodiek Global Campus

Global campus

Global Campus biedt een geavanceerde zoekfunctionaliteit met behulp van AI om academische experts wereldwijd te identificeren. **Het platform gebruikt data van OpenAlex en matches worden gebaseerd op de relevantie van de inhoud in plaats van op bibliometrische factoren.**

- Om experts te identificeren op de verschillende vakgebieden zijn de volgende zoektermen gebruikt om “vectoren” te bepalen; “virtual reality”, “augmented reality” & “serious gaming”. “Vectoren” is een manier van zoeken waarin concepten en beschrijvingen een code krijgen waardoor ze geassocieerd worden met elkaar. Zie de box voor meer toelichting.
- Binnen de specifieke drie vakgebieden is er een brede focus gekozen op basis van concepten die hieronder vallen. Hierbij is het spectrum van technologische ontwikkeling, toepassing van technologie in de praktijk, impact van het gebruik van de technologie en ethische & juridische onderwerpen meegenomen.
- De landenfilter is ingesteld op Nederland zodat alleen experts met een affiliatie tot een Nederlandse instelling worden weergegeven.
- De zoekopdracht is verder aangescherpt door een minimum van 10 publicaties per experts in te stellen. Hierdoor kijken we specifiek naar de ervaren experts die veel hebben bijgedragen aan kennisontwikkeling en al langere tijd op het onderwerp actief zijn.

<https://globalcampus.ai/>



Figuur: Overlap aantal experts per vakgebied

De gekozen methode leidt ook tot een aantal **beperkingen** die niet het volledige kennisveld in beeld kunnen brengen. De volgende beperkingen zijn belangrijk om mee te nemen in de interpretatie van de getallen:

- De data is gebaseerd op publicaties die al bekend zijn. Dit heeft een sterke wetenschappelijke focus. De experts die genoemd worden in de slides zijn dus ook voornamelijk experts op wetenschappelijk gebied, dus aan de kant van academische kennisontwikkeling. Dit betekent dat experts van bijvoorbeeld hogescholen hier geen (of weinig) track record in hebben en niet naar voren komen
- Doordat we afhankelijk zijn van al gepubliceerde data, hebben we geen volledig zicht op wat er momenteel aan kennis in de pijplijn zit. Dit betekent dat niet afgerond onderzoek nog niet naar voren komt. Hierbij stellen we vast dat de onderwerpen waarover gepubliceerd wordt het resultaat is van jarenlange processen maar dit ook kan betekenen dat onderwerpen waar over gepubliceerd is niet per se aansluit bij de situatie waar een snel ontwikkelende technologie momenteel in verkeerd.

Vectoren:

Zoeken via vectoren zorgt voor een gerichtere zoekopdracht dan met sleutelwoorden. Hierbij zijn concepten die met elkaar te maken hebben gecodeerd door een AI model, waarbij het dus mogelijk is om verschillende concepten met dezelfde woorden van elkaar te scheiden. Een voorbeeld hiervan is de CAT-scan. De vector zoekopdracht kan de medische CAT-scan scheiden van het dier, waardoor de zoekopdracht gericht op CAT-scan resultaten geeft die aansluiten bij het medische concept en dus niet over het dier.

Bijlage 4: Methodiek Europese onderzoeksprojecten

Kennis: publiek private samenwerkingen in onderzoeksprojecten (Cordis)

- Ter indicatie van activiteiten in publiek private samenwerkingen in onderzoeksprojecten rondom Immersive tech van Europese landen, inclusief Nederland, is gebruik gemaakt van Cordis. Deze database bevat alle onderzoeksprojecten die zijn gehonoreerd in het Europese Horizon 2020 programma en het Horizon Europe programma vanaf 2014. Deze database wordt beheerd door de EC.
- Deze data is doorzoekbaar op trefwoorden in de projectdoelen, zoals geformuleerd door de indiener.
- We laden de data in R Studio en doen daar vervolgens een analyse van de relevante Immersive tech projecten, op basis van trefwoordsearch.
- We analyseren in de Immersive tech projecten op:
 - Aantal binnengehaalde EC-contributie
 - Aantal deelnames
 - Aantal organisaties
 - Aantal projecten
 - Penvoerderschappen
 - Organisaties uit Europa
 - Organisaties uit Nederland
 - Organisaties uit Zuid-Holland (voor regionaal niveau)
 - Netwerk
- Voor de netwerkanalyse maken we gebruik van een combinatie van R Studio en gephi. We analyseren het netwerk door middel van:
 - Betweenness centrality
 - Deze meet het aantal keren dat een knooppunt op het kortste pad ligt tussen andere knooppunten. Wat het ons vertelt: welke knooppunten 'bruggen' zijn tussen knooppunten in een netwerk.
- Deze aantallen zijn vervolgens gebruikt om te bekijken wat het aandeel en de positie is in Immersive tech projecten en het kennisnetwerk van Zuid-Holland, ten opzichte van Nederland en Europa.
- De data zorgt ook voor bepaalde **beperkingen**. De sterke focus van grote Europese onderzoeksprojecten op grote consortia leidt tot een bias naar grotere organisaties die slagkracht hebben om de bureaucratie van een aanvraag door te komen. Daarnaast zijn kennis- en onderzoeksinstellingen sterk vertegenwoordigd. Dit betekent dat de data mogelijk een ondervertegenwoordiging vertoont van kleinere samenwerkingen.

Bijlage 4: Onderzoeksprojecten uit Cordis

Projecten rondom immersive tech per stad

Amstelveen Immersive Cabin Amsterdam A novel 3D Stereoscopic e-learning Solution for theoretical Surgical Training Clean Sky 2 - Airport Environmental Impact Assessments for Fixed-wing Aircraft Clean Sky 2 Technologies for Greener Airports by 2050 DyViTo: Dynamics in Vision and Touch - the look and feel of stuff Exploring the Unknown through Reincarnation and Co-evolution Immersive Cabin Perception and Action in Complex Environments PERSONALISED RECOVERY THROUGH A MULTI-USER ENVIRONMENT: VIRTUAL REALITY FOR REHABILITATION Plasticity of the Predictive Mind Repurposing and enriching images for immersive storytelling through smart digital tools Unraveling the persuasive power of 360°-video Virtual Reality narratives ARNHEM INTEGRATED Digital Framework FOR Comprehensive MARITIME DATA AND INFORMATION SERVICES Team Awareness Enhanced with Artificial Intelligence and Augmented Reality ASSEN Exploring the Unknown through Reincarnation and Co-evolution BERGEN OP ZOOM 3D Community Aware Virtual Spaces as Smart Living Environments for Physical Activity and Rehabilitation BOSKOOP Training Augmented Reality Generalised Environment Toolkit BREDA Gaming Horizons INTEGRATED Digital Framework FOR Comprehensive MARITIME DATA AND INFORMATION SERVICES Delft Airline Maintenance Operations implementation of an E2E Maintenance Service Architecture and its enablers DyViTo: Dynamics in Vision and Touch - the look and feel of stuff Launching the World's Most Power Efficient GNSS System-On-Chip Repurposing and enriching images for immersive storytelling through smart digital tools Smart Toolbox for Engaging Citizens into a People-Centric Observation Web DEN BOSCH Pioneering the Digital Future for Omnichannel Retail Managers DEN HAAG An end-to-end system for the production and delivery of photorealistic social immersive virtual reality experiences Perception and Action in Complex Environments Eindhoven 3D Community Aware Virtual Spaces as Smart Living Environments for Physical Activity and Rehabilitation Community Observation Measurement & Participation in AIR Science Enhance Lighting for the Internet of Things Exploring the Unknown through Reincarnation and Co-evolution Pioneering the Digital Future for Omnichannel Retail Managers Platform for rapid deployment of self-configuring and optimized predictive maintenance services VRACE - Virtual Reality Audio for Cyber Environments	ELST modelling and pPredicting Human decision-making Using Measures of subconscious Brain processes through mixed reality interfaces and biOmetric signals Enschede A community of surface bots for creative storytelling Artificial Retrieval of Information Assistants - Virtual Agents with Linguistic Understanding, Social skills, and Personalised Aspects Crime and Time: How short-term mindsets encourage crime and how the future self can prevent it HOLOGrams for personalised virtual coaching and motivation in an ageing population with BALANCE disorders Gouda 3D Community Aware Virtual Spaces as Smart Living Environments for Physical Activity and Rehabilitation Groningen Exploring the Unknown through Reincarnation and Co-evolution Innovative user-centred solution to transform upper limb amputees' treatment HEERENVEEN Exploring the Unknown through Reincarnation and Co-evolution Hilversum Community Observation Measurement & Participation in AIR Science HOUTEN Perception and Action in Complex Environments Leiden A novel 3D Stereoscopic e-learning Solution for theoretical Surgical Training Communicate Heal-th: A Virtual Reality training tool for optimizing expectancy effects in patient-provider interaction Crime and Time: How short-term mindsets encourage crime and how the future self can prevent it Maastricht GuestXR: A Machine Learning Agent for Social Harmony in eXtended Reality How body relevance drives brain organization Marknesse Safe maritime operations under extreme conditions: the Arctic case NIJMEGEN Innovative user-centred solution to transform upper limb amputees' treatment modelling and pPredicting Human decision-making Using Measures of subconscious Brain processes through mixed reality interfaces and biOmetric signals Phase modulating micro mirror array for real holographic mixed-reality displays NOORDWIJK INTEGRATED Digital Framework FOR Comprehensive MARITIME DATA AND INFORMATION SERVICES ROTTERDAM Advanced Cyber-Threat Intelligence, Detection, and Mitigation Platform for a Trusted Internet of Things Enhance Lighting for the Internet of Things Improving hearing device fitting with virtual reality The flight simulator for Medical and Health Professionals The Hague Real-time on-site forenSic tracE qualification Utrecht An end-to-end system for the production and delivery of photorealistic social immersive virtual reality experiences Chemical Engineering Immersive Learning Intelligent Verification/Validation for Extended Reality Based Systems The mental economy: testing a dynamic trade-off between internal storage and external sampling VR-Suit : MultiModal experiences in a Virtual World
---	---

Bijlage 5: Methodiek Opleidingen & DUO data

Onderwijs

Studentenaantallen

- DUO houdt een openbaar bestand bij van het hoger onderwijs waarin het aantal studenten per opleiding geregistreerd staat, van 2018 tot 2022. Hierbij gaat het om het totaal aantal ingeschreven studenten per opleidingsjaar.
- Aan de hand van desk research zijn relevante opleidingen geselecteerd, om te zien hoe veel studenten in Nederland relevante opleidingen volgen in de thematiek van dit onderzoek. Vervolgens is er een splitsing gemaakt naar opleidingen in slechts Zuid-Holland, om te zien of er sprake is van een soortgelijke ontwikkeling in vergelijking met Nederland of niet.
- De opleidingen zijn gekozen op basis van:
 - Vakken, minors of deelopleidingen gericht op Immersive Technology; zowel in gebruik, toepassing als impact
 - Afstudeeronderzoeken met Immersive Technology als centraal onderwerp
 - Studie informatie op websites van onderwijsinstellingen & studiebegeleiders over Immersive Technology in een bepaalde opleiding

Overige informatie omtrent kennisinstellingen

- Initieel zijn alle mbo-, hbo- en wo-instellingen uit de provincie Zuid-Holland onder elkaar gezet om vervolgens aan de hand van desk research te achterhalen óf en hoe deze instellingen zich bezighouden met immersive technologies. Dit is gedaan aan de hand van zoektermen als 'immersive technologies', 'serious gaming', 'digital twin' en virtual/augmented/mixed reality'. Alle gevonden informatie is vervolgens in de tabellen in de appendix geplaatst.

Bijlage 5: onderwijs

Wat gebeurt er op universiteiten

Instellingen	Wat gebeurt er op gebied van Immersive Tech / AR / VR / DT / ...
TU Delft	• Gamelab waar docenten geholpen kunnen worden met inzet van Serious Gaming in hun onderwijspraktijk • VR Lab van faculteit Bouwkunde voor studenten, onderzoekers en professionals • ACTLab (Arts, Crafts and Technology) waar VR games kunnen worden gespeeld • Verschillende onderzoek naar Digital Twin-technologie • Faculteit Civil Engineering and Geosciences heeft vier projecten opgezet gericht op XR ter bevordering van onderwijs
Universiteit Leiden	• Faculteit Governance and Global Affairs heeft Serious Games ontwikkeld om leerlingen in het middelbaar onderwijs spelenderwijs kennis te laten maken met haar onderwijs- en onderzoeksgebied • Onderzoek naar gebruik VR onder kinderen en jongeren
Erasmus Universiteit Rotterdam	• Erasmus Behavioral Lab heeft een VR lab voor psychologisch onderzoek • ECDA heeft Immersive Tech Space gelanceerd voor gebruik van XR in het onderwijs
IHE Delft	• Onderzoek naar Digital Twin-technologie in context van watersystemen

Bijlage 5: onderwijs

Wat gebeurt er op hogescholen

Instellingen	Wat gebeurt er op gebied van Immersive Tech / AR / VR / DT / ...
Codarts	N.V.T.
Driestar Hogeschool	N.V.T.
Haagse Hogeschool	• Verschillende lectoraten bezig met VR: Civic Technology, Ruimtelijke Omgeving en Gebruiker, Learning Technology • Lectoraat Future Urban Systems publiceert rondom Digital Twin-technologie • Het RE/Manufacturing Lab heeft een 'Learning Factory 4.0' waar Digital Twin-technologie wordt toegepast • Locatie Dutch Innovation Factory (Zoetermeer) biedt een expertisecentrum voor interaction design en serious gaming
HBO Da Vinci	
Hogeschool Leiden	• Opleiding Informatica heeft VR als onderdeel van de lesstof ('bouwen van VR-omgevingen') • Serious Gaming als onderdeel van opleiding Digitale Didactiek voor leraren • Sinds januari 2019 wordt er onderzoek gedaan naar mogelijke toepassingen en beperkingen van mixed reality in het forensisch onderzoek op een plaats delict
Hogeschool der Kunsten Den Haag	• Opleiding Interactive Media Design past VR toe in lesprogramma
Hogeschool Inholland	• Immersive Room (domein Zorg en Welzijn) • VR ingezet bij opleiding Social Work bij training 'Weerbaarheid en Effectiviteit'
Hogeschool Rotterdam	• Minor 'Real(ity) Innovations: VR / AR / MR' recent opgestart voor studenten van faculteit voor Communicatie, Media and IT
Hogeschool TiO	• VR onderdeel in opleiding Media & Entertainment Management

Bijlage 5: onderwijs

Wat gebeurt er op het mbo

Instellingen	Wat gebeurt er op gebied van Immersive Tech / AR / VR / DT / ...
Albeda	• VR ingezet in opleidingen rondom Luchtvaart (oa. Brandveiligheid)
Grafisch Lyceum Rotterdam	• Opleidingen waarin o.a. focus wordt gelegd op VR/AR: Mediatechnologie, Mediavormgever
Hoornbeeck College	• Practoraat wat onderzoek doet om het mbo te innoveren, o.a. bestuderen van toepassingen van VR/AR
Hout- en Meubiliseringscollege	• HMC-lab waar studenten aan de slag kunnen met verschillende digitale technieken, waaronder VR
Lentiz	
Leidse Instrumentmakers School	
mboRijnland	• Experience Center rondom 'Smart Education' • LLO-programma Lasrobotprogrammeur met nadruk op Digital Twin
ROC Da Vinci college	• VR onderdeel van opleiding Gezondheidszorg & Welzijn, AR van opleiding Design & Media
ROC Mondriaan	• Techniek Innovatie Huis biedt een leeromgeving waar studenten werken met technieken zoals VR en Serious Gaming
SOMA College	
STC mbo college	• Betrokken in Erasmus+-project ter inventarisatie naar gebruik van VR/AR in opleidingen in maritieme industrie
SVO vakopleiding food	• SVO vakopleiding food en Kobus Personeel & Organisatie hebben in Barendrecht een virtual reality (VR) opleidingslocatie geopend voor werknemers in de foodsector
Techniek College Rotterdam	
Yuverta	• Innovatieve technologieën zoals VR onderdeel van opleiding Tuin- en Landschapsinrichting
Zadkine	• E-Sports als onderdeel van Sportopleiding, met daarin VR Gaming als component

Bijlage 6: Toelichting innovatiesystemen

Zijn alle functies in het systeem optimaal voor innovatie?

De structuuranalyse omvat de benodigde informatie om een oordeel uit te spreken over het **functioneren** van het innovatiesysteem. Het succes van innovaties wordt in grote mate bepaald door de structuur en het functioneren van het omliggende systeem. Dat systeem moet een aantal **functies** goed vervullen om succesvol te zijn. Huidige wetenschappelijke consensus definieert zeven functies, elk met eigen vragen.

Per functie kijken we naar het **functioneren** en de onderliggende **structuur**:

1. Ondernemerschap

- Structuur: is er een populatie van ondernemers die werken met de technologie en/of is er voldoende ontwikkeling in de waardeketen voor diffusie?
- Functioneren: Zijn ondernemers in staat om zicht te richten op innovatie of opschaling?

2. Kennisproductie & 3. Kennisverspreiding

- Structuur: Zijn er genoeg kennisspelers actief in kennisontwikkeling die kunnen leveren aan ondernemers?
- Functioneren: wordt de juiste kennis geproduceerd voor ondernemers in deze technologie en is deze kennis bereikbaar voor ondernemers?



Bijlage 6: Toelichting innovatiesystemen

Zijn alle functies in het systeem optimaal voor innovatie? (vervolg)

4. Agendavorming:

- Structuur: zijn er organisaties of samenwerkingen die in staat zijn lange termijn doelen te stellen?
- Functioneren: is er duidelijke consensus tussen industrie, kennisinstellingen en overheid over de verwachtingen, (beleids-)doelen en de richting van innovatie?

5. Marktformatie

- Structuur: Zijn er voldoende organisaties die vragen naar de nieuwe technologie en vragen ze om de juiste toepassing?
- Functioneren: is de verwachte marktgrootte voldoende voor ondernemers? Zijn de juiste marktomstandigheden aanwezig? Is er beleid dat effect heeft op adoptie en marktgrootte?

6. Mobiliseren middelen

- Structuur: Is er voldoende talent en geld beschikbaar voor de verdere ontwikkeling? Zijn er begrenzungen op fysieke middelen/grondstoffen?
- Functioneren: Worden de middelen toegepast bij de juiste ontwikkelingen?

7. Legitimering

- Structuur: zijn er partijen die de nieuwe technologie omarmen en op de agenda zetten?
- Functioneren: is er weerstand tegen de verandering die de technologie teweeg brengt? Zijn er gevestigde belangen die diffusie tegenhouden?



Bijlage 7: respondenten interviews

Gesproken partijen tijdens de interviews

Omar Niamut	TNO	Director of Science
Jan Verwoerd	360 Fabriek	Oprichter
Thomas Clever	Clever Franke	Oprichter
Gijs den Butter	SenseGlove	Oprichter
Jann de Waal	Topsector Creatieve Industrie - CIIC, CLICK, INFO	Oprichter INFO & Voorzitter Topteam CI
Andy Lüring	LumoLabs	Mede-oprichter
Jos Maccabiani	Innovation Quarter	Senior Business Developer
Tom de Koninck	Nederlandse Organisatie voor toegepast-natuurwetenschappelijk onderzoek (TNO)	Senior Consultant
John Blankendaal	Brainport Eindhoven	Managing Director
Roy Damgrave	Technische universiteit Twente	assistant professor
Dr.Yvonne van Everdingen	Rotterdam School of Management (RSM) Erasmus University	Professor Marketing and Innovation & Academic Director Expert Practice Virtual and Augmented Reality
Petra van Dijk	Mindlabs	Directeur
Yvette Tuin Paul Blank	TNO Toegepaste en Technische Wetenschappen (TTW)	Afdelingshoofd high tech systems Programmebeheerder

Colofon



Versie: 6 februari 2024

Auteurs:

- Tom Hendricksen (tom.hendricksen@birch.nl)
- Bas van der Starre
- Saskia Vogelaar
- Serina Contente
- Myrthe Maas
- Tom Greenhead

Met medewerking van:

- Frank Vieveen – Gemeente Rotterdam
- Josefina Nonell Lopez – Gemeente Rotterdam
- Ilyaz Nasrullah – Rumified & Gemeente Rotterdam
- Bart Spée – Provincie Zuid-Holland
- Jos Maccabiani - InnovationQuarter
- Jan Verwoerd – 360fabriek
- Benjamin de Wit - VRDays Europe
- Anita Abaisa – Ibias VR
- Astrid Manden-Benneker – Erasmus Universiteit