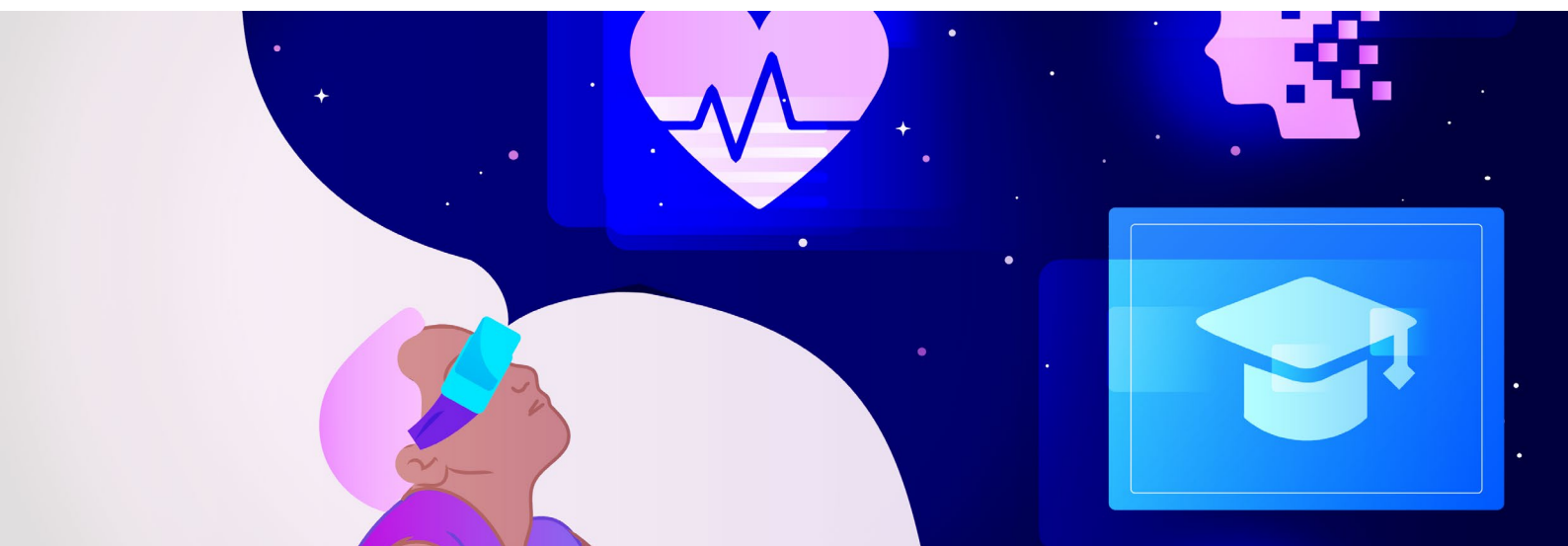


Immersieve technologieën



Rathenau Scan

Introductie

Het Rathenau Instituut beschrijft in deze publicatie een technologie in ontwikkeling, om tijdig bij te kunnen sturen vanuit publieke waardenperspectief. Deze scan gaat over immersieve technologieën. De scan laat zien in welke maatschappelijke domeinen immersieve technologieën al (experimenteel) worden toegepast, en analyseert de risico's door de lens van publieke waarden. Ook bevat de scan een analyse van relevant beleid en een overzicht van handelingsopties om de geïdentificeerde risico's te mitigeren.

De scan is het resultaat van een kortlopend onderzoek, voortbouwend op de kennisbasis van het Rathenau Instituut, aangevuld met literatuuronderzoek, werksessies en interviews met onderzoekers en deskundigen. Deze publicatie heeft tot doel beleidsmakers en politici te informeren over immersieve technologieën. De scan is ontwikkeld op verzoek van het ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties.

Inhoud

Samenvatting	2
1. Technologie en markt.....	5
2. Specifieke toepassingen in domeinen.....	15
3. Maatschappelijke risico's in relatie tot publieke waarden.....	23
4. Beleidsinstrumenten....	33
5. Handelingsopties.....	45
Bijlage 1.....	55
Bijlage 2.....	57
Literatuurlijst.....	58

Samenvatting

Immersie betekent letterlijk: onderdompeling. Onder immersieve technologieën scharen we een verzameling technologieën die gebruikers onderdompelen in volledig virtuele werelden of in een hybride mix tussen fysieke en digitale werelden. De twee belangrijkste technologieën die dit mogelijk maken zijn *Augmented reality* (AR) en *Virtual reality* (VR). In AR ziet een gebruiker een virtuele laag over de fysieke wereld, in VR betreedt de gebruiker een volledig virtuele omgeving.

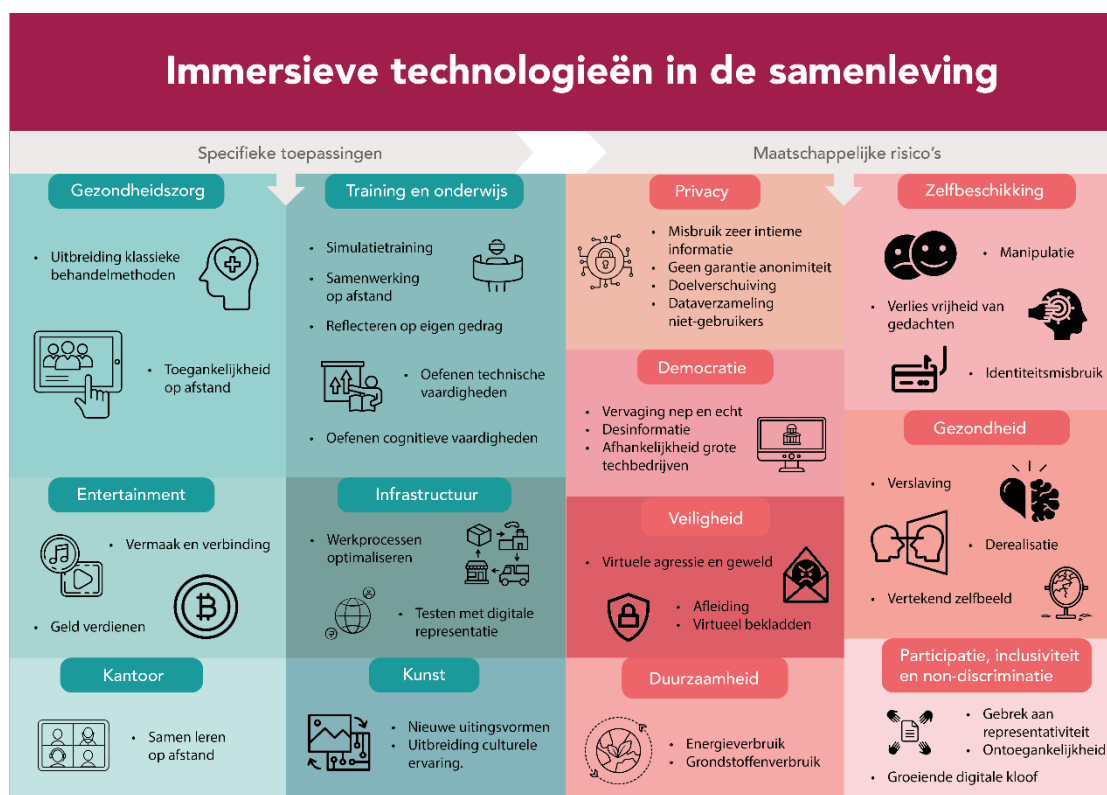
Met immersieve technologieën wordt het mogelijk om een nieuw soort 'echtheid' te ervaren die ook als realiteit kan worden beschouwd, ook al is de ervaring volledig of deels virtueel. De technologie zit letterlijk een stuk dichterbij de huid en op de zintuigen dan smartphones of computers.

De impact van immersieve technologieën op de maatschappij hangt sterk samen met een grootschalige consumentendoorbraak. We weten niet of die doorbraak zal komen, en ook niet wanneer.

We zien wel al concrete toepassingen van immersieve technologieën in bepaalde domeinen, en beloftes en investeringen die gericht zijn op het ontwikkelen van toepassingen. De domeinen waarin we de meeste experimenten en toepassingen zien, zijn de gezondheidszorg, training en onderwijs, entertainment, infrastructuur, industrie, kantoor en kunst (zie figuur 1).

Het Rathenau Instituut signaleert risico's bij de doorontwikkeling en mogelijk brede adoptie van immersieve technologieën als dat gepaard gaat met de grootschalige verzameling van fysieke en gedragsgegevens door bedrijven, door de grote impact die dat kan hebben op privacy, zelfbeschikking, democratie en veiligheid. De vergaande digitalisering, waar immersieve technologieën onderdeel van zijn, brengt ook meer generieke risico's met zich mee die afbreuk doen aan inclusiviteit, participatie en non-discriminatie en mogelijk aan duurzaamheid (zie figuur 1).

Figuur 1 Immersieve technologieën in de samenleving



Het beleidsveld rondom immersieve technologieën is volop in beweging. We bespreken een selectie van Europese wetten die gericht zijn op het beheersen van risico's die gepaard gaan met immersieve technologieën. Het gaat om de Algemene Verordening Gegevensbescherming, de Artificiële Intelligentie verordening, en de Wet inzake Digitale Diensten. In combinatie kunnen deze wetten de mogelijkheden voor beïnvloeding en manipulatie op basis van in XR verzamelde fysieke en gedragsgegevens beperken. Tegelijkertijd zijn er ook een aantal beleidsleemtes en onduidelijkheden. Zo mogen allerlei fysieke en gedragsgegevens wél verzameld worden door XR-aanbieders als gebruikers daar toestemming voor geven, terwijl hier potentieel zeer gevoelige informatie uit kan worden afgeleid. Daarmee wordt het risico op doelverschuiving niet afgedekt: informatie verzameld op de ene plek, kan gebruikt worden op een andere plek, tegen het belang van de gebruikers in. Ook bestaat er onduidelijkheid over de bescherming van neurodata.

Stimuleringsmaatregelen waarmee ingezet wordt op kansen voor het Nederlandse en Europese bedrijfsleven op de XR-markt zijn er ook. We bespreken de investering vanuit het groeifonds voor de Creative Industries Immersive Impact Coalition (CIIC) het *European Initiative on Virtual Worlds*, en de Wet inzake Digitale Markten. Met investeringen in immersieve technologieën en een bredere adoptie van deze technologieën in de samenleving, worden ook de risico's aannemelijker.

We formuleren een aantal handelingsopties voor politici en beleidsmakers om de risico's van immersieve technologieën te beperken. Er is echter een aantal risico's inherent verbonden aan deze technologieën, die in zekere mate zullen blijven bestaan als de technologieën breed geadopteerd worden. Dat heeft te maken met de intieme data die verzameld worden of zullen gaan worden in de toekomst. Zodra deze data beschikbaar zijn, kunnen ze voor andere doeleinden gebruikt worden tegen het publieke belang in.



De politiek zal een keuze moeten maken over een aantal fundamentele kwesties: waar kunnen immersieve technologieën publieke waarden helpen bestendigen en verwezenlijken (bijvoorbeeld bij therapeutische toepassingen die aantoonbaar gezondheidswinst opleveren)?, en waar zouden deze technologieën helemaal niet toegepast moeten worden, omdat ze publieke waarden te zeer aantasten (bijvoorbeeld: grootschalige adoptie van dataverzamelende XR-apparaten in scholen)? En zijn er bepaalde typen data, zoals neurodata en pupilreflexen, die überhaupt niet verzameld zouden mogen worden, omdat ze zo veel over ons vertellen en misbruik een realistisch scenario is? En in hoeverre is verdergaande hyperpersonalisatie wenselijk in publieke ruimten, of zouden bepaalde domeinen XR-vrij moeten blijven?

Omdat immersieve technologieën nu nog niet grootschalig zijn doorgebroken, hebben beleidsmakers en politici de mogelijkheid de ontwikkeling en adoptie van deze technologieën bij te sturen. De uitdaging voor beleidsmakers en politici is dus om te bepalen op welke manier de overheid de innovatiedynamiek rondom immersieve technologieën wil bijsturen, vanuit haar plicht om de rechten van burgers en publieke waarden te beschermen.

1 Technologie en markt

1.1 Inleiding

In dit eerste hoofdstuk beschrijven we wat we verstaan onder immersieve technologieën en wat de specifieke kenmerken zijn. We bespreken ook de relatie met andere technologieën, zoals kunstmatige intelligentie en *brain-computer interfaces*, omdat in combinatie daarmee de kansen en risico's mede tot uiting komen. We gaan in op de verregaande dataverzameling die gemoeid is met immersieve technologieën en op de verwachtingen over de ontwikkeling van de markt.

1.2 De technologie

Immersie betekent letterlijk: onderdompeling. Onder immersieve technologieën scharen we een verzameling technologieën die gebruikers onderdompelen in volledig virtuele werelden, of een hybride mix zijn tussen fysieke en digitale werelden. *Virtual reality* (VR) en *augmented reality* (AR) zijn de twee belangrijkste technologieën die dit mogelijk maken. Zo kun je in de Sint-Baafs Kathedraal in Gent met behulp van AR het beroemde schilderij het Lam Gods op een interactieve manier tot leven zien komen.¹ Op middelbare scholen kunnen leerlingen op een laagdrempelige manier met ontwikkelapplicaties NeosVR of CoSpaces virtuele werelden bouwen over de lesstof.²

De belofte van immersieve technologieën is dat mensen nieuwe ervaringen opdoen die inspelen op meerdere zintuigen en levensecht aanvoelen. Door intuïtieve besturing krijgen gebruikers het gevoel dat ze aanwezig zijn in een volledig virtuele wereld of dat digitale elementen aanwezig zijn in de fysieke wereld. Daarmee vervaagt het onderscheid tussen de 'echte' fysieke wereld en de 'neppe' virtuele wereld. Het woord 'virtual' in *virtual reality* betekent volgens veel wetenschappers dan ook niet dat een wereld niet echt is, maar slechts dat het niet fysiek is.³ Immersieve ervaringen gaan een stuk verder dan het betreden van virtuele werelden via computer of smartphone. Uit wetenschappelijke experimenten blijkt dat gebruikers een sterker gevoel van onderdompeling en meer emotionele reacties ervaren als ze een computerspel spelen via een VR-headset, dan via een computer met muis en toetsenbord.⁴

¹ Sint-Baafs Kathedraal Gent, 'Bewonder het Lam Gods'.

² Rathenau Instituut, 'Welke rol krijgt virtual reality in het onderwijs?', maart 2023; Rathenau Instituut, 'Eerste aflevering podcast over immersieve technologie', maart 2023.

³ Shields, *The virtual*, 2003.

⁴ Lum e.a., 'How Immersion, Presence, Emotion, & Workload Differ in Virtual Reality and Traditional Game Mediums', september 2018; Pallavicini en Pepe, 'Comparing Player Experience in Video Games Played in Virtual Reality or on Desktop Displays', 17 oktober 2019.

Het Rathenau Instituut publiceerde over immersieve technologieën eerder drie omvangrijke rapporten. In 2019 beschreven we in *Verantwoord virtueel* hoe VR als intieme technologie steeds dichterbij onze huid zit.⁵ Over AR signaleerden we in *Nep echt* (2020) dat het virtuele domein steeds verder doorsijpelt in het fysieke domein.⁶ En in *Hoor wie het zegt* (2020) beschreven we hoe mensen met behulp van onder andere spraaktechnologie steeds intuïtiever met computers omgaan.⁷ Er ontstaat een steeds verdere versmelting van de virtuele en fysieke wereld. Niet alleen door ontwikkelingen op het gebied van VR en AR-technologie, maar ook door haptische technologie (die inspeelt op de tastzintuigen, bijvoorbeeld door beweging of vibratie), kunstmatige intelligentie (in het Engels *artificial intelligence*, afgekort: AI), spraaktechnologie en biotechnologieën.

Kader 1 Wat is het verschil tussen VR en AR?

Virtual reality (VR) is een driedimensionale, computer-gegenereerde omgeving waarin gebruikers zich kunnen onderdompelen. Met behulp van VR-brillen en bijbehorende accessoires kunnen gebruikers vrijelijk door deze omgeving bewegen en interactie aangaan met elkaar en objecten. VR presenteert via krachtige computersimulaties en door middel van VR-headsets, koptelefoons en controllers een nieuwe virtuele wereld. Hierbij is het doel om een gevoel van aanwezigheid te creëren in de virtuele omgeving.⁸

Augmented reality (AR) is een nieuw type omgeving, die wezenlijk anders is dan de puur fysieke of puur virtuele omgeving. Het specifieke van AR is dat de virtuele omgeving in de fysieke omgeving overvloeit. Zo ontstaat een hybride fysiek-virtuele omgeving. Gebruikers kunnen die omgeving ervaren met behulp van verschillende AR-systemen, zoals de camera van een telefoon of een headset. Het gevolg van AR is dat het onze waarneming van de omgeving aanpast.⁹

Immersieve technologieën worden aangeduid met de term *extended reality* (XR) omdat de bestaande fysieke omgeving wordt uitgebreid (Nederlandse vertaling van *extended*) door samen te smelten met of plaats te maken voor een virtuele omgeving. XR is een continuüm met aan het ene einde van het spectrum de fysieke omgeving en aan het

⁵ Rathenau Instituut, 'Verantwoord virtueel. Bescherm consumenten in virtual reality', 2019.

⁶ Rathenau Instituut, 'Nep echt. Verrijk de wereld met augmented reality', 2020.

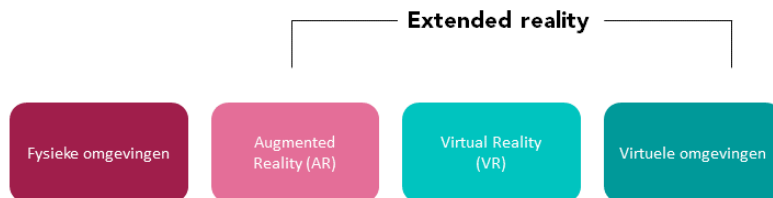
⁷ Rathenau Instituut, 'Hoor wie het zegt. Handvatten voor het verantwoorde gebruik van spraaktechnologie', 2020.

⁸ Rathenau Instituut, 'Verantwoord virtueel. Bescherm consumenten in virtual reality', 2019.

⁹ Rathenau Instituut, 'Nep echt. Verrijk de wereld met augmented reality', 2020.

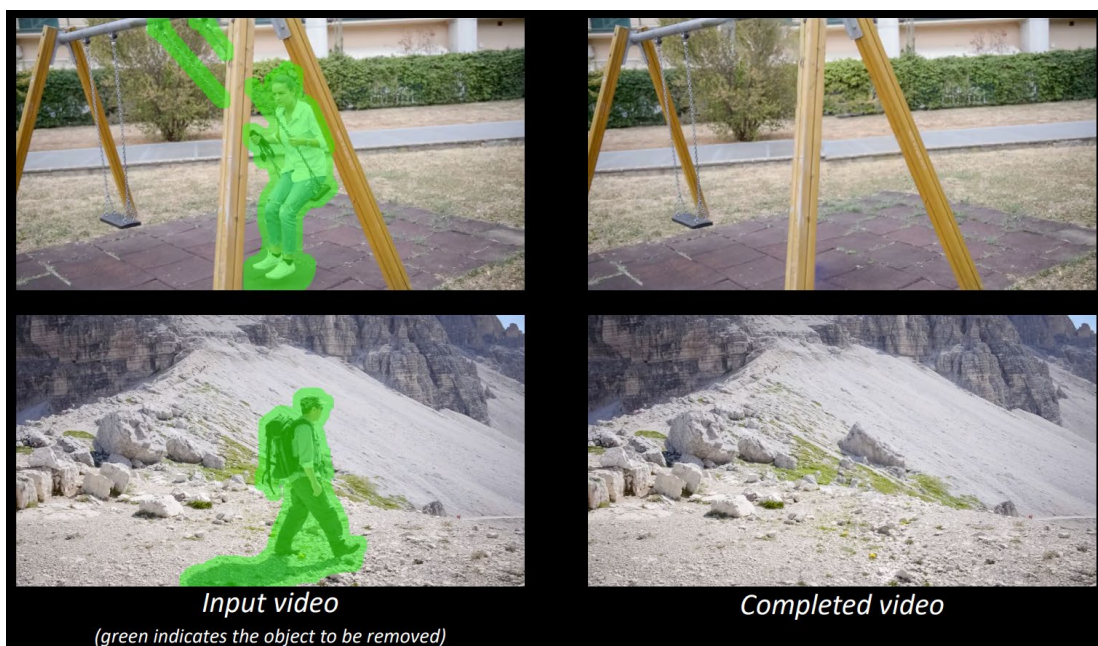
andere uiterste de virtuele omgeving.¹⁰ Alles daartussen is een mix van de fysieke en virtuele wereld. Binnen het spectrum vallen *virtual reality* en *augmented reality*.

Figuur 2 Extended Reality Continuüm



Nog een vorm van XR is *diminished reality*, waarbij met behulp van technologie bepaalde elementen uit de fysieke wereld aan het zicht onttrokken worden. Een bekend voorbeeld hiervan is *inpaint* (inschilderen) of *generative fill*, technieken die beschikbaar zijn in fotobewerkingssoftware.¹¹ De software vult in hoe een beeld eruit zou kunnen zien na het weghalen van bepaalde objecten. In afbeelding 1 is te zien hoe dit eruit ziet. Uit een video zijn een persoon op een schommel en een wandelaar verwijderd. Een toekomstige toepassing hiervan kan het aanpassen van een live-video zijn. Bijvoorbeeld in interieurontwerp, door in een livestream meubels in een ruimte weg te halen, om hier andere meubels voor terug te plaatsen.

Afbeelding 1 Voorbeeld van diminished reality uit onderzoek van Virginia Tech en Facebook.¹²



¹⁰ In 1994 introduceerden hoogleraar industriële techniek Paul Milgram en hoogleraar communicatie Fumio Kishino het *reality-virtuality continuum* in: Milgram en Kishino, 'A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays', 1994.

¹¹ Adobe, 'Remove Objects in Photoshop'.

¹² Gao e.a., 'Flow-edge guided video completion', 3 september 2020.

XR-apparaten die op de markt komen of zijn aangekondigd, bestaan steeds vaker uit een combinatie van AR en VR-technologie (*mixed reality*). Gebruikers kunnen zich helemaal onderdompelen in VR, maar ook elementen aan de fysieke werkelijkheid toevoegen door middel van AR. Het gaat dan om bijvoorbeeld de Meta Quest Pro of de in juni 2023 aangekondigde Apple Vision Pro.

In dit rapport schrijven we over XR als het over de combinatie van de hierboven genoemde virtuele aanpassingen aan de fysieke omgeving gaat. De termen VR en AR gebruiken we als het over één van deze vormen specifiek gaat.

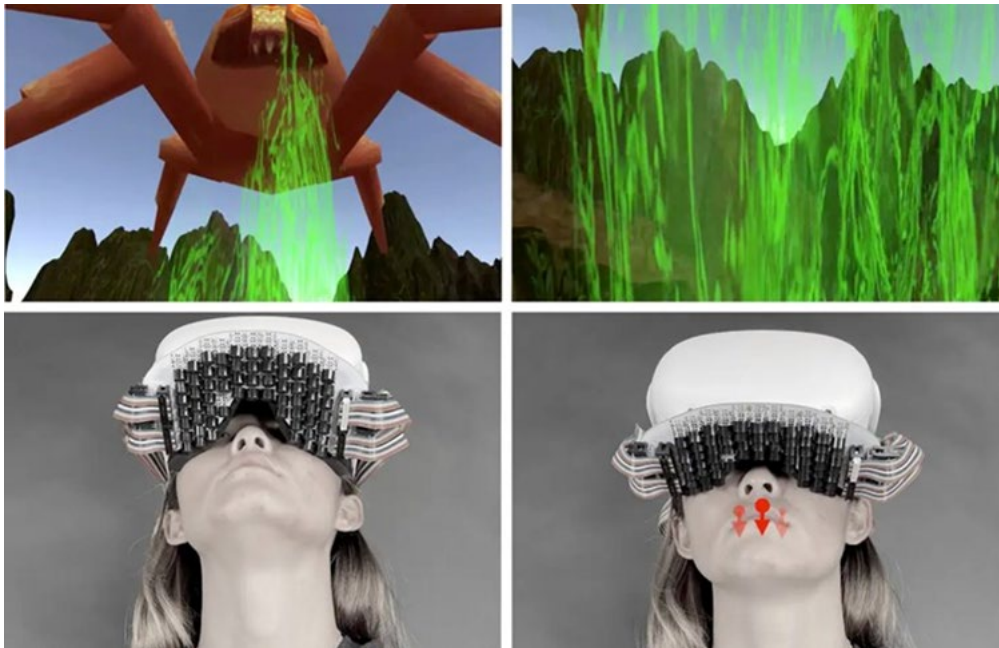
1.3 Relatie tot andere technologieën

Technologiebedrijven zetten in op nieuwe manieren om mensen intuïtiever met technologie om te laten gaan. Dat doen ze met behulp van verschillende technologieën. In 2020 beschreef het Rathenau Instituut de groeiende normalisatie van het gebruiken van je stem om machines aan te sturen.¹³ Met behulp van kunstmatige intelligentie worden XR-apparaten ook steeds beter in het herkennen van objecten en bijvoorbeeld het genereren van virtuele representaties van mensen.¹⁴ De haptische technologie die in ontwikkeling is, zorgt ervoor dat gebruikers ook druk, warmte en kou kunnen voelen in XR. In afbeelding 2 is een prototype bril te zien waar met behulp van haptische technologie gebruikers kunnen ervaren hoe een simulatie van regen, spinnenwebben en krioelende insecten op hun mond voelen.

¹³ Rathenau Instituut, 'Hoor wie het zegt. Handvatten voor het verantwoorde gebruik van spraaktechnologie', 2020.

¹⁴ European Parliament, Directorate General for Parliamentary Research Services, *Tackling Deepfakes in European Policy*, 2021.

Afbeelding 2 Prototype met haptische technologie¹⁵



Een belangrijke technologie waar op ingezet wordt door sommige XR-ontwikkelaars is *brain computer interfacing* (BCI). BCI's zijn oorspronkelijk ontwikkeld als biomedische apparaten om hersenactiviteit mee te meten en te vertalen naar signalen die gebruikt kunnen worden om andere technologie aan te sturen.¹⁶ BCI's kunnen data verzamelen over hersenactiviteit en/of het zenuwstelsel. Deze data heten: neurodata.¹⁷ Met de verzameling, analyse en verwerking van neurodata kan een XR-ervaring verder gepersonaliseerd of immersiever worden. De XR-onderzoeksafdeling van technologiebedrijf Meta, Reality Labs, werkt bijvoorbeeld aan een prototype armband dat de elektrische signalen die vanuit de hersenen naar de armspieren gaan, kan omzetten in een vingerbeweging in een XR-omgeving.¹⁸ De ontwikkelaar verwacht dat hiermee een toetsenbord of muis overbodig worden, doordat gebruikers kunnen typen in de lucht. Ook XR-ontwikkelaar Varjo en neurotechnologiebedrijf OpenBCI zijn bezig met het integreren van XR en neurotechnologie: zij ontwikkelen een XR-bril genaamd Galea die onder andere neurodata en spieractiviteit kan analyseren. Hiermee zouden volgens de ontwikkelaars emoties, stressniveau en opwindning kunnen worden afgeleid. Als voorbeeld van een toepassing noemen ze het aanpassen van een virtuele omgeving met behulp van bijvoorbeeld kleur, om gebruikers bewust te maken van hun mentale gemoedstoestand, bijvoorbeeld stress of vermoeidheid.¹⁹

¹⁵ Shen, Shultz, en Harrison, 'Mouth Haptics in VR Using a Headset Ultrasound Phased Array', 29 april 2022.

¹⁶ Rathenau Instituut, 'From Bio to NBIC. From Medical Practice to Daily Life', 18, 2014.

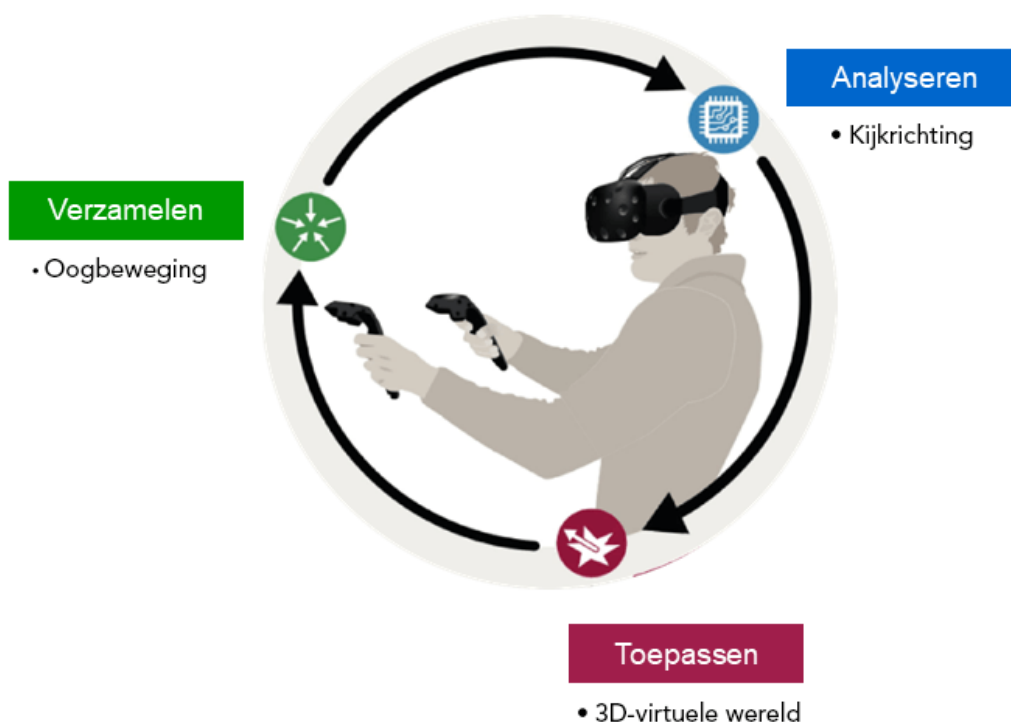
¹⁷ Agencia Española Protección Datos, 'Neurodata', 18 januari 2023.

¹⁸ Tech at Meta, 'Inside Facebook Reality Labs', 18 maart 2021.

¹⁹ Artuso, 'Neurotechnology and VR Combined – Meet Galea', 15 november 2022.

1.4 Wisselwerking tussen gebruiker en technologie

De wisselwerking tussen sensoren op XR-apparaten, software en gebruikers kan worden beschreven aan de hand van de cybernetische feedbackloop.²⁰ In dit terugkoppelingsmodel staan drie stappen centraal: het verzamelen van gegevens, het analyseren van gegevens en het toepassen van de analyses. In figuur 3 leggen we de cybernetische feedbackloop uit aan de hand van een voorbeeld. Sensoren op een XR-apparaat volgen de oogbeweging van een gebruiker (verzamelen). Met deze gegevens kan de software verbonden aan de bril weten waar iemand naar kijkt (analyse), om op basis daarvan de 3D-wereld aan te passen (toepassen).



Figuur 3 Cybernetische feedbackloop

Er zijn nog veel meer mogelijkheden van analyses en toepassingen na het verzamelen van gegevens van de gebruiker. Informatie over bijvoorbeeld pupilgrootte kan worden gebruikt om een emotionele respons te meten en daarvan af te leiden welke voorkeuren iemand heeft.²¹ Op basis van deze analyse kunnen gepersonaliseerde advertenties worden vertoond. Deze mogelijkheden breiden uit wanneer meer gegevens worden verzameld.

²⁰ Rathenau Instituut, 'Opwaarderen. Borgen van publieke waarden in de digitale samenleving', 2017.

²¹ Bradley e.a., 'The Pupil as a Measure of Emotional Arousal and Autonomic Activation', 2008.

We hebben onderzocht met welke sensoren XR-apparaten die nu op de markt zijn, zijn uitgerust. In bijlage 2 geven we een overzicht van de sensoren van een aantal populaire brillen op de markt. In paragraaf 1.3 beschreven we al enkele prototypes die in ontwikkeling zijn, waaronder de Galea-bril die uitgerust is met sensoren die nieuwe type gegevens verzamelen, zoals neurodata en spierdata.²²

Maar het is lang niet altijd duidelijk welke gegevens precies worden verzameld door XR-apparaten. In de consumenteninformatie van sommige brillen wordt niet duidelijk aangegeven dat gegevens worden verzameld over verandering van pupilgrootte, terwijl dat wel gebeurt. Zo bleek uit de documentatie voor ontwikkelaars dat bij sommige brillen van Pico, Varjo en HTC Vive ontwikkelaars niet alleen toegang krijgen tot gegevens over waar gebruikers naar kijken, maar ook gegevens over de verandering in pupilgrootte.²³

Tabel 1 Mogelijke analyse en toepassing van verzamelde fysieke en gedragsgegevens via XR-apparaten

Verzamelen	Analyseren	Toepassen
<ul style="list-style-type: none"> • Oogbewegingen • Beelden van de omgeving van de gebruiker • Locatiegegevens (via gps) • Neurodata • Lichaamsscan • Gezichtsbewegingen (mimiek en emoties) • Pupilgrootte • Handbewegingen • Hoofdbewegingen • Lichaamsbewegingen • Hersenactiviteit • Stem- en spraakgegevens • Hartslag • Scans van de iris • Spierreactie • Transparantie • Lichaamsscan 	<ul style="list-style-type: none"> • Kijkrichting • Lichaamshouding • Positie gebruiker t.o.v. omgeving • Geografische locatie • Geslacht • Leeftijdscategorie • Identiteit gebruiker • Objecten in de omgeving • Emotionele respons • Emotionele gemoedstoestand • Cognitieve toestand • Stress • Angst • Aandacht • Focus • Gezichtsuitdrukking • Etniciteit • Seksuele voorkeur • Medische aandoeningen (zoals ADHD en autisme) • Loopprofiel 	<ul style="list-style-type: none"> • Genereren van 3D (interactieve) virtuele omgevingen, personen of objecten (incl. filters) • Stimuleren van zintuigen • Wissen van elementen uit de fysieke wereld • Gepersonaliseerd adverteren • Gerichte contentaanbeveling • Voorspellen van gedachten en gedrag

²² Artuso, 'Neurotechnology and VR Combined – Meet Galea', 15 november 2022.

²³ Het gaat om de Pico 4 Enterprise, de Varjo XR-3, VR-3 en Aero, en de VIVE Pro Eye, Focus 3 Eye Tracker. Zie voor meer informatie <https://developer-global.pico-interactive.com/document/unreal/eye-tracking/>, <https://varjo.com/vr-lab/eye-tracking-your-questions-answered/> en <https://developer.vive.com/resources/hardware-guides/vive-pro-eye-specs-user-guide/>

Tabel 1 geeft een overzicht van mogelijke verzameling, analyse en toepassing van fysieke en gedragsgegevens door XR-apparaten. Het gaat om zaken die nu al plaatsvinden op XR-apparaten die te koop zijn of aangekondigd zijn, waar onderzoek naar gedaan wordt, of wat aannemelijk is op basis van bestaande dataverwerkingspraktijken op smartphones, smartwatches e.d. Dat dit mogelijk is, betekent niet dat dit nu allemaal gebeurt bij de brillen die momenteel op de markt zijn.

In deze scan gebruiken we de term *fysieke en gedragsgegevens* om te verwijzen naar alle gegevens die via XR-apparaten verzameld kunnen worden (oftewel: de eerste kolom van tabel 1).

Het verwerken van verzamelde data gebeurt grofweg op twee verschillende manieren. Het gebeurt op het apparaat zelf (*on device processing*) of de data worden verzonden naar servers van de aanbieder van het apparaat. Wanneer data het apparaat niet verlaten, kunnen andere partijen de data ook niet gebruiken voor bijvoorbeeld profilering, en kunnen de data ook minder gemakkelijk misbruikt worden (zie verder hoofdstuk 3 voor deze en andere maatschappelijke risico's).

1.5 Marktontwikkelingen

De naamswijziging van Facebook naar Meta in oktober 2021 heeft gezorgd voor een enorme hype rondom het begrip *metaverse*, dat oorspronkelijk werd geïntroduceerd door sciencefictionschrijver Neal Stephenson.²⁴

Het begrip metaverse kent veel verschillende interpretaties, afhankelijk van iemands perspectief. Sommigen leggen nadruk op decentralisatie, waarbij gebruikers meer zeggenschap krijgen over de sociale platformen en betalen met virtueel geld. Anderen zien de metaverse meer als een verzameling van geïntegreerde virtuele en hybride werelden, waartussen het gemakkelijk bewegen is. Bedrijven als Meta en Epic Games, de makers van computerspel Fortnite, zien de metaverse vooral als een (immersieve) 3D-omgeving op internet waar mensen sociale interacties aan kunnen gaan.²⁵

Bedrijven en overheden kondigden investeringen aan in de metaverse, reppen over ongekende mogelijkheden en start-ups schoten uit de grond. Ondanks claims van talloze bedrijven dat zij nu bouwen aan de metaverse, blijft vaak onduidelijk waar ze precies op doelen. Met de hype is er ook groeiende scepsis te zien in het publieke debat en bij investeerders over wat de toegevoegde waarde van de metaverse zou kunnen zijn.²⁶ In een rapport dat de *Norwegian Board of Technology* samen met de

²⁴ Meta, 'The Facebook Company Is Now Meta', 28 oktober 2021; Stephenson, *Snow Crash*, 1992.

²⁵ Peters, 'Tim Sweeney Wants Epic to Help Build a Metaverse That's Actually Positive', 15 december 2022.

²⁶ Farokhmanesh, 'Will the metaverse live up to the hype? Game developers aren't impressed', 19 januari 2023; Quiroz-Gutierrez, 'Disney Joins Microsoft and Snapchat as Latest Big-Name Company to Slink Away from Metaverse Ambitions', 28 maart 2023; Deckmyn, 'Microsoft trekt stekker uit virtuele wereld AltspaceVR', 23 januari 2023; Zitron, 'RIP Metaverse, We Hardly Knew Ye', mei 2023.

Noorse mensenrechtenautoriteit schreef, merkten ze op dat de metaverse ook nog veel technische uitdagingen met zich mee brengt. Het meenemen van data tussen verschillende virtuele werelden is bijvoorbeeld erg complex, omdat systemen niet op elkaar aansluiten en standaarden ontbreken. Ook voor het bereiken van simultaneïteit, grote aantallen gebruikers die tegelijkertijd met elkaar in een virtuele wereld zijn, is veel meer internetsnelheid en rekenkracht dan nu voorhanden is.²⁷

Tussen de optimistische voorspellingen over de omvang van de XR-markt en de realiteit in 2023 zit een groot gat. Internationaal consultancybedrijf McKinsey schatte in 2017 in dat de XR-markt in 2022 60 miljard dollar winst zou maken. XR-analysebedrijf Digi-Capital voorspelde in 2015 zelfs een winstomvang van 150 miljard in 2022.²⁸ De voorspelling van Digi-Capital werd genoemd op de websites TechCrunch, Vox en Fortune en droeg daardoor bij aan een optimistisch beeld.²⁹ Beide schattingen bleken te hoog: volgens statistisch onderzoeksbureau Statista omvatte de volledige XR-markt 30 miljard dollar in 2022.³⁰

Schattingen over de XR-markt zijn in 2023 wederom hoog. In juli 2023 baseerde de Europese Commissie zich op marktonderzoek van het bedrijf Verified Market Research in hun schattingen dat de wereldwijde metaverse markt zou groeien van 30 miljard dollar in 2022 naar meer dan 800 miljard dollar in 2030 (zie figuur 4).³¹ Het is ons niet gelukt om de onderbouwing van deze claim met publiek beschikbare bronnen te verifiëren.



Figuur 4 Verwachte winst en gerealiseerde marktomvang van VR en AR³²

²⁷ Norwegian Board of Technology en Norwegian National Human Rights Institution, 'The Metaverse and Human Rights', 24 april 2023.

²⁸ Mckinsey, 'Augmented and virtual reality: The promise and peril of immersive technologies McKinsey', 2017; Merel, 'Augmented and Virtual Reality to Hit \$150 Billion, Disrupting Mobile by 2020', 6 april 2015.

²⁹ Merel, 'Augmented and Virtual Reality to Hit \$150 Billion, Disrupting Mobile by 2020', 6 april 2015; Johnson, 'Digi-Capital. Augmented Reality like HoloLens to Outpace Virtual Reality like Oculus', 6 april 2015; Gaudiosi, 'How Augmented Reality and Virtual Reality Will Generate \$150 Billion in Revenue by 2020', 25 april 2015.

³⁰ Alsop, 'Extended Reality (XR) Market Size Worldwide from 2021 to 2026', maart 2023.

³¹ Verified Market Research, 'Metaverse Market Size and Forecast', maart 2023; European Commission, An EU initiative on Web 4.0 and virtual worlds. A head start in the next technological transition, 11 juli 2023.

³² Digi-Capital, 'Augmented/Virtual Reality to hit \$150 billion disrupting mobile by 2020', april 2015; Mckinsey, 'Augmented and virtual reality: The promise and peril of immersive technologies McKinsey', 2017; Alsop, 'Extended Reality (XR) Market Size Worldwide from 2021 to 2026', maart 2023.

Het aantal verkochte AR/VR-headsets in 2022 bedroeg 9,1 miljoen wereldwijd.³³ Meta is ruim marktleider op dit gebied met de verschillende Quest-headsets. In de laatste drie maanden van 2022 bedroeg het globale marktaandeel 81 procent, op ruime afstand gevolgd door DPVR (een Chinees XR-bedrijf) en Pico met rond de 7 procent.³⁴ Ter vergelijking: in 2022 werden wereldwijd 1,4 miljard smartphones verkocht.³⁵

In juni 2023 kondigde Apple de Apple Vision Pro aan, een XR-bril van 3.499 dollar die is gericht op gebruik in huis of kantoor. Tim Cook, de CEO van Apple, ziet AR als een belangrijke volgende stap in meer intuïtieve omgang met computers: 'Ik denk dat het een van die technologieën is waarvan we achteraf zullen vragen hoe we ooit zonder konden', stelde hij vorig jaar in een interview met YouTuber iJustine.³⁶ Ondanks dat een grote consumentendoorbraak van XR-apparaten nog niet op handen lijkt te zijn, blijven grote techbedrijven dus investeren in wat zij zien als een belangrijke nieuwe stap in de ontwikkeling van digitale technologie.

1.6 Conclusie

Met immersieve technologieën wordt het mogelijk om een nieuw soort echtheid te ervaren die ook als realiteit kan worden beschouwd, ook al is de ervaring volledig of deels virtueel. De technologie zit letterlijk een stuk dichterbij op de huid en op de zintuigen dan smartphones of computers. Als XR-technologie en neurotechnologie in de toekomst verder integreren, wordt de ervaring mogelijk nog immersiever en worden de verzamelde gegevens nog intiemer.

De impact van immersieve technologieën op de maatschappij hangt sterk samen met een grootschalige consumentendoorbraak. Terwijl de verwachtingen van de marktomvang al jaren hooggespannen zijn, blijft de realisatie tot nu toe achter. Of en wanneer de consumentendoorbraak zal komen, is onbekend.

³³ Alsop, 'Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) Headset Shipments Worldwide from 2020 to 2023', 3 juli 2023.

³⁴ Alsop, 'Extended Reality (XR) Market Size Worldwide from 2021 to 2026', maart 2023.

³⁵ Laricchia, 'Number of smartphones sold to end users worldwide from 2007 to 2022', 21 juli 2023.

³⁶ *Tim Cook Interview with iJustine! iPhone 13, Apple Watch Series 7 and new iPad Mini!*, 15 september 2021.

2 Specifieke toepassingen in domeinen

2.1 Inleiding

Om te onderzoeken hoe immersieve technologieën momenteel worden toegepast, en waar kansen zijn voor toepassingen, hebben we gesproken met experts en literatuur geraadpleegd. In verschillende maatschappelijke domeinen wordt al (experimenteel) gewerkt met immersieve technologieën. De domeinen die we het meest tegenkomen zijn de gezondheidszorg, training en onderwijs, entertainment, infrastructuur, industrie, kantoor en kunst. De toepassingen en experimenten geven een beeld van de huidige status van de technologie en werpen een blik op wat er mogelijk aankomt.

Figuur 5 Immersieve technologieën: specifieke toepassingen



2.2 Gezondheidszorg

Immersieve technologieën worden door psychologen experimenteel ingezet om mensen te behandelen voor een breed scala aan klachten en aandoeningen. Metastudies³⁷ beschrijven onder meer het trainen van situaties met kinderen met autisme, het behandelen van angst, vermoeidheid en pijn bij patiënten tijdens chemotherapie en het behandelen van fobieën en post-traumatische stress.

In de door ons geanalyseerde studies wordt gekeken naar het effect van XR in vergelijking met traditionele behandelingen. In het geval van patiënten die een chemotherapie ondergaan, is de hoop dat een succesvolle VR-behandeling medicijnen om pijn te bestrijden kan vervangen. Uit de geraadpleegde literatuur over therapie komt naar voren dat er potentie is voor het uitbreiden van klassieke behandelingen met behandelingen met behulp immersieve technologieën.³⁸

Andere in de literatuur genoemde voordelen van immersieve technologie in de gezondheidszorg zijn betere toegankelijkheid door behandeling op afstand, en hogere efficiëntie doordat delen van de therapie zonder bijzijn van een behandelaar kunnen worden doorlopen. Ook lagere kosten worden genoemd als potentieel voordeel. Daarnaast is de verwachting dat behandelingen verbeterd kunnen worden met behulp van de data die worden verzameld over de patiënt. Bijvoorbeeld blootstelling tijdens een fobiebehandeling kan systematisch worden aangepast, waardoor de behandeling mogelijk verbetert. Hoe vaak en in welke mate iemand wordt blootgesteld aan waar hij of zij een fobie voor heeft, kan met XR gecontroleerd gebeuren.³⁹

We signaleren dat er in het domein van gezondheidszorg verschillende beroepsgroepen experimenteren met immersieve technologieën. Studies waarin behandelingen in immersieve technologieën worden vergeleken met klassieke behandelvormen, wijzen op mogelijke voordelen van de XR-behandelmethodes. Er is echter nog te weinig bewijs om dit onomstotelijk te concluderen, omdat het aantal behandelde patiënten (nog) te klein is.

2.3 Training en onderwijs

Uit ons onderzoek blijkt dat immersieve technologieën al experimenteel worden gebruikt voor training van bijvoorbeeld chirurgen, piloten, militairen en agenten. Immersieve technologieën lijken met name geschikt voor het trainen met behulp van simulaties en het leren samenwerken. In een groeiend aantal wetenschappelijke onderzoeken wordt

³⁷ Metastudies zijn overzichtsartikelen waarin van eerder studies de resultaten worden vergeleken om tot een beeld van de stand van de kennis te komen.

³⁸ Corrigan, Păsăreanu, and Voinescu, "Immersive Virtual Reality for Improving Cognitive Deficits in Children with ADHD"; Burrai et al., "Effectiveness of Immersive Virtual Reality on Anxiety, Fatigue and Pain in Patients with Cancer Undergoing Chemotherapy"; Maples-Keller et al., "Virtual Reality-Enhanced Extinction of Phobias and Post-Traumatic Stress."

³⁹ Maples-Keller e.a., 'Virtual Reality-Enhanced Extinction of Phobias and Post-Traumatic Stress', 1 juli 2017.

gekeken naar het effect van lesgeven met immersieve technologieën vergeleken met klassieke lesinstrumenten. Op basis hiervan ontstaat een positief beeld over het effect van lesgeven met XR.⁴⁰

Een voorbeeld komt van onderwijsonderzoeker Van Der Meer. Hij schrijft in een metastudie dat lesgeven in virtuele realiteit over het algemeen een effectieve manier bleek om te leren samenwerken.⁴¹ Dit biedt veel mogelijkheden voor mensen die teams moeten trainen waarvan de leden op afzonderlijke locaties zijn.

Gedragswetenschapper Kleygrewe beschrijft hoe de Nederlandse politie scenario's traint met acteurs én met een virtuele ervaring. Kleygrewe concludeert dat het trainen in VR dezelfde mate van stress, mentale inspanning en hartslagverhoging kan opwekken bij agenten als trainingen zonder VR.⁴² Gedragswetenschapper Cornet beschrijft mogelijkheden met XR voor daders, slachtoffers en professionals.⁴³ Bij daders kan worden gedacht aan het ontwikkelen van VR-toepassingen voor behandeling, preventie en diagnostiek. Voor slachtoffers kan worden gedacht aan het behandelen van posttraumatische stress stoornissen en het geven van weerbaarheidstraining en het geven van voorlichting.

Een voorbeeld is een behandeling door middel van de VR-simulatie *Vergeet mij niet*. In 2017 testte Reclassering Nederland met dertien plegers van (ex)-partnergeweld hoe ze reageerden wanneer ze in deze VR-simulatie het perspectief van een 7-jarig jongetje innemen dat hoort en ziet hoe zijn ouders ernstig ruzie maken. Deelnemers aan de test gaven na de ervaring aan beter te kunnen reflecteren op hun eigen gedrag.⁴⁴

In de zorgsector kunnen immersieve technologieën aan de opleiding van studenten bijdragen wanneer die moeten oefenen met scenario's waarbij zij patiënten hulp moeten bieden. Met VR kan dit zonder dat er patiënten bij betrokken zijn en daardoor minder worden belast.⁴⁵

Op haar website schrijft het ministerie van Defensie dat militairen technische vaardigheden kunnen oefenen, zoals het in elkaar zetten van een schotelantenne, in een virtuele omgeving.⁴⁶ Immersieve technologieën kunnen een oplossing zijn wanneer militairen in opleiding oefenen met een virtuele versie van een voertuig, waarvan er

⁴⁰ Tang e.a., 'A Systematic Review of Immersive Technology Applications for Medical Practice and Education. Trends, Application Areas, Recipients, Teaching Contents, Evaluation Methods, and Performance', 1 februari 2022.

⁴¹ Van Der Meer e.a., 'Virtual Reality and Collaborative Learning', 19 mei 2023.

⁴² Kleygrewe e.a., 'Virtual reality training for police officers', 9 februari 2023.

⁴³ Cornet, van Gelder, en den Besten, 'Virtual reality en augmented reality in justitiële context', 2019.

⁴⁴ In het verkennende onderzoek 'Virtual Reality en Augmented Reality in justitiële context' geeft psycholoog Liza Cornet tweeëndertig voorbeelden van toepassingen in Nederland en het buitenland. Hoewel het overzicht niet uitputtend is geeft het de reikwijdte aan van de verschillende toepassingen die al zijn ontwikkeld en getest. Henskens e.a., "'Vergeet Mij Niet". Hoe ruziënde ouders in een virtuele omgeving de emoties van plegers van partnergeweld beïnvloeden', 2018.

⁴⁵ Aiello, Cochrane, en Sevigny, 'The Affordances of Clinical Simulation Immersive Technology within Healthcare Education', 14 januari 2023.

⁴⁶ Perreijn, 'Virtuele wereld vol mogelijkheden', 6 april 2021.

weinig beschikbaar zijn. Dit spaart tijd en voorkomt logistieke uitdagingen bij het verplaatsen van trainingsmateriaal.

Rijkswaterstaat test trainingen in VR voor het besturen van bruggen. Medewerkers kunnen trainen met het bedienen van de Wantijbrug in Dordrecht met behulp van diverse scenario's. Denk bijvoorbeeld aan weersomstandigheden die het zicht van de brugbestuurder belemmeren, of een auto die tussen de slagbomen doorrijdt.⁴⁷

Ontwikkelingspsychologen concluderen dat kinderen die een bepaald spel spelen waarin ze een probleem moeten oplossen, dat makkelijker doen in een VR-omgeving dan met een tablet of een bordspel.⁴⁸ De kinderen die meededen in de test vonden het ook leuker om met een VR-bril te spelen dan op de tablet of het bord. Eenzelfde conclusie vinden we ook in een onderzoek naar de leerresultaten van studenten die les krijgen over anatomie en embryologie. Studenten die leerden over anatomie in VR kenden de stof beter dan leerlingen die de lesstof uit een handboek leerden.⁴⁹

Immersieve technologieën zouden docenten ook kunnen ondersteunen bij het lesgeven.⁵⁰ Innovatiewetenschappers Dwivedi schrijft dat wanneer met behulp van immersieve technologieën oogbewegingen van leerlingen worden gevolgd, eruit afgeleid kan worden welke leerlingen de lesstof minder goed begrijpen. De docent kan zo meer aandacht besteden aan deze groep.⁵¹

In de door ons bekeken meta-studies wordt geconcludeerd dat er meer vergelijkbaar onderzoek gedaan dient te worden om tot een consensus te komen over het effect van lesgeven in XR. Vaak wordt gewezen op het kleine aantal participanten en de specifieke context waarbinnen een onderzoek heeft plaatsgevonden.⁵² Voorzichtigheid bij het interpreteren van de resultaten is dus geboden. Kaimara stelt daarnaast dat het lastig is studies uit te voeren naar het effect op kinderen.⁵³ Resultaten uit de studies met volwassenen kunnen niet zomaar worden gebruikt om van volwassenen naar kinderen te generaliseren.

2.4 Entertainment

De grootste kansen en beloftes van immersieve technologieën worden misschien wel in de entertainmentsector gezien: al in 2018 kwam de grootste markt voor XR-toepassingen voor rekening van videospellen en de porno-industrie.⁵⁴ Het gaat hier dan

⁴⁷ Rijkswaterstaat Innoveert, 'Virtual Reality voor 3B-bouwblokken'.

⁴⁸ Araiza-Alba e.a., 'Immersive Virtual Reality as a Tool to Learn Problem-Solving Skills', 1 april 2021.

⁴⁹ Ryan e.a., 'Learning Outcomes of Immersive Technologies in Health Care Student Education', 1 februari 2022.

⁵⁰ Barry e.a., 'Evaluation for students' learning manner using eye blinking system in metaverse', 1 januari 2015.

⁵¹ Dwivedi e.a., 'Metaverse beyond the Hype', oktober 2022.

⁵² Saghiri, Vakhnovetsky, en Nadershahi, 'Scoping Review of Artificial Intelligence and Immersive Digital Tools in Dental Education', 2022.

⁵³ Kaimara, Oikonomou, en Deliyannis, 'Could Virtual Reality Applications Pose Real Risks to Children and Adolescents?', 1 juni 2022.

⁵⁴ Hall en Takahashi, 'Augmented and virtual reality. The promise and peril of immersive technologies', oktober 2017.

om kansen voor de consument in vermaak, verbinding met anderen en het opdoen van impactvolle ervaringen. Voor de aanbieders van hardware, software en content liggen hier grote kansen om geld te verdienen, vanwege de potentiële marktomvang.

Investeringen door grote bedrijven als Meta, Apple, en Bytedance liggen op het vlak van entertainment. De economische kansen van hardware voor thuisgebruik door consumenten zijn het grootst. Ook contentmakers zoals Disney hebben immersieve technologieën “een grote omwenteling voor Disney en de entertainmentindustrie” genoemd.⁵⁵

AR-toepassingen hebben via mobiele telefoons al een groot publiek weten te bereiken. Filters op Snapchat zijn de bekendste. Ook zijn er succesvolle AR-games ontwikkeld. Pokémon GO, een spel van het Amerikaanse bedrijf Niantic, werd in juli 2016 wereldwijd een groot succes. In de afgelopen jaren zijn er enkele VR-games ontwikkeld die aansloegen bij een relatief breed publiek. De game Beat Saber verscheen in 2018 en was in februari 2021 meer dan vier miljoen keer verkocht.⁵⁶

Socioloog-econoom Orel concludeert dat VR-pornografie *booming* is.⁵⁷ Sociaal ontwikkelingspsycholoog Amanda Gesselmanen concludeerde in februari 2022 na het houden van een online vragenlijst onder Amerikanen, dat *sextech* in de Verenigde Staten een groeiend aantal gebruikers heeft. Naast video en webcams gaven gebruikers aan ook tele-dildonische technologie en VR-pornografie te gebruiken. Tele-dildonische technologie zijn seksspeeltjes die op afstand bestuurd worden en gesynchroniseerd kunnen worden met VR-video's waardoor er tijdens de video fysieke stimulatie kan plaatsvinden.⁵⁸ VR-porno kent ook tegenstanders in de sector. Hardwarebedrijven zoals Sony, Samsung en Meta staan de commerciële toepassing van XR-porno niet toe op hun platforms.⁵⁹

2.5 Infrastructuur

Immersieve technologieën worden momenteel al toegepast om de publieke ruimte te helpen vormgeven en inrichten. Een term die daarbij veelgebruikt wordt, is *Digital Twin*. De term verwijst naar een virtuele en fysieke ‘tweeling’ die met elkaar in verbinding staan door de uitwisseling van data en informatie. Dat kan beide kanten opwerken; data

⁵⁵ In maart 2023 meldde Wall Street Journal dat Disney het team dat deze nieuwe technologieën zou gaan ontwikkelen, had ontslagen. Dit viel volgens de krant binnen een grotere herorganisatie van het bedrijf waarbij op niet-essentiële onderdelen van het bedrijf werd bezuinigd. Huut, ‘Waarom Disney’s plannen voor de metaverse meer dan een hype zijn’, 26 juli 2022; Whelan en Flint, ‘Disney Eliminates Its Metaverse Division as Part of Company’s Layoffs Plan’, 28 maart 2023.

⁵⁶ Verhage, ‘Beat Saber komt naar PlayStation VR2’, 5 januari 2023; Verdu, ‘From Bear to Bull. How Oculus Quest 2 Is Changing the Game for VR’, 2 februari 2021.

⁵⁷ Orel, ‘Escaping reality and touring for pleasure’, 1 oktober 2020.

⁵⁸ Gesselman e.a., ‘Engagement with emerging forms of sextech’, 2023.

⁵⁹ Rathenau Instituut, ‘Verantwoord virtueel. Bescherm consumenten in virtual reality’, 2019.

over de fysieke wereld voeden de virtuele tweeling en inzichten uit de virtuele tweeling kunnen worden gebruikt om te interveniëren in de fysieke wereld.⁶⁰

Volgens de Europese Commissie is de potentie van een Digital Twin, dat door middel van simulaties getest kan worden wat het effect van een ingreep is in een virtuele representatie van de werkelijkheid, voordat het in de fysieke wereld wordt getest.⁶¹ Denk bijvoorbeeld aan het simuleren van een brugsluiting om te berekenen welk effect dit heeft op het verkeer en de luchtkwaliteit.

Immersieve technologieën zijn ook ontwikkeld en ingezet om de verkeersveiligheid te verbeteren. Volgens ingenieur Li kunnen immersieve technologieën significante voordelen brengen in de transportsector, en een start zijn van verandering in de interactie tussen mensen en hun fysieke omgeving.⁶² Li noemt twee verschillende toepassingen voor het verbeteren van veiligheid. Ten eerste het geven van veiligheidstraining in een virtuele omgeving, om veiliger gedrag te stimuleren in de fysieke omgeving (bv. rolstoelgebruik, besturen van een schip). Een tweede toepassing ziet Li in het volgen van mensen om gedrag in gevaarlijke situaties beter te begrijpen (bijvoorbeeld voetgangers en automobilisten).

In de bouw is het gebruik van XR mogelijk een hulpmiddel bij het maken van ingewikkelde constructies. Bij het bouwen van de Boekelose Brug maakte een headset het bijvoorbeeld mogelijk om naar een hologram van de brug te kijken dat over de rivier heen werd geprojecteerd. Dat maakte het samenwerken tussen de ontwerpers van de brug en de bouwers van de brug gemakkelijker.⁶³

Ook in distributiecentra wordt geëxperimenteerd met AR. Meerdere bedrijven in de Benelux maken gebruik van slimme brillen die een innovatie zouden kunnen betekenen ten opzichte van het gebruiken van handscanners of het krijgen van instructies van een stem door een koptelefoon. Medewerkers in de magazijnen krijgen in een AR-bril instructies te zien en weten zo bij welke stellingkast ze moeten zijn, welke producten ze daar moeten ophalen en waar ze die heen moeten brengen.⁶⁴ Het beoogde doel van het inzetten van de brillen is zo efficiënt mogelijk besteden van de tijd. Bovendien blijven de handen vrij bij het dragen van een bril.

⁶⁰ (zie bv. Kloppenbrug et al. 2022).

⁶¹ Europese Commissie, An EU initiative on Web 4.0 and virtual worlds, 3 mei 2023.

⁶² Li e.a., 'Immersive Technology-Enabled Digital Transformation in Transportation Fields', 15 september 2022.

⁶³ Rathenau Instituut, 'Nep echt. Verrijk de wereld met augmented reality', 2020.

⁶⁴ Rathenau Instituut.

2.6 Kantoor

Onder andere technologiebedrijven Meta en Microsoft zetten in op het verkopen van immersieve technologieën voor het gebruik bij kantoorwerk.

Met de lancering van Horizon Workrooms biedt Meta de mogelijkheid om een werkplek uit te breiden in XR. In de virtuele omgeving kom je binnen met een Quest-2 VR-bril, maar het kan ook vanuit een browser door te videobellen. Volgens ontwikkelaar Meta is de toegevoegde waarde van werken in Workrooms dat collega's samenwerken ervaren alsof ze naast elkaar in een ruimte zitten. Een verschil met virtuele omgevingen die al bestonden, is dat Workrooms inzet op het integreren van de fysieke omgeving en de virtuele werkruimte. Bijvoorbeeld doordat de VR-bril een werkruimte, de tafel en het toetsenbord virtueel kan nabootsen op ware grootte. Dit zorgt, volgens Meta, voor een vertrouwd gevoel, omdat de ruimte aanvoelt als de fysieke ruimte waarin de gebruiker zich bevindt.⁶⁵ Microsoft en Meta maakten in 2022 bekend samen te gaan werken om een digitale werkomgeving en de headsets van Meta te integreren.⁶⁶

2.7 Kunst

In de kunstsector wordt op verschillende manieren gebruikgemaakt van immersieve technologieën. Musea proberen met immersieve technologieën bezoekers kunst op een andere manier te laten beleven en kunstenaars gebruiken de technologieën om nieuw werk te maken.⁶⁷

De inzet van immersieve technologieën in musea varieert van het fysiek interacteren met virtuele kunst, tot de mogelijkheid door middel van gezichtsfilters en AR digitale futuristische mode te passen.⁶⁸ Regisseur Celine Daemen gebruikte immersieve technologieën om een opera in VR te maken. De voorstelling was te zien op de Biënnale in Venetië in 2022.⁶⁹ Bezoekers van het centrum voor media en cultuur Impakt in Utrecht kunnen in de XR-installatie getiteld *Enter New Babylon* rondlopen in vier virtuele ruimtes en werk bekijken van Constant Nieuwenhuis.⁷⁰

⁶⁵ Meta, 'Introducing Horizon Workrooms. Remote Collaboration Reimagined', 19 augustus 2021.

⁶⁶ Teper, 'Microsoft and Meta Partner to Deliver Immersive Experiences for the Future of Work and Play', oktober 2022.

⁶⁷ Voor een artikel met veel verschillende voorbeelden, zie Richardson, 'How Are Museums Harnessing Immersive Technology to Provide Experiences?', 28 januari 2021.

⁶⁸ Nxt Museum, 'WHOLELAND', 2022.

⁶⁹ La Biennale di Venezia, 'Biennale Cinema 2022. Eurydice, Een Afdaling in Oneindigheid', 6 juli 2022.

⁷⁰ IMPAKT, 'Enter New Babylon. A Theatrical Virtual and Mixed Reality Installation'.

2.8 Conclusie

De belangrijkste voordelen van XR die tot uiting komen in de verschillende maatschappelijke domeinen zijn de ervaring van samenkomen ondanks een fysieke afstand, en de levensechte ervaringen die met virtuele scenario's kunnen worden beleefd. De voordelen hangen samen met de twee kenmerken van immersieve technologieën namelijk het gevoel van aanwezig zijn in XR en een sterke emotionele ervaring hebben. Een derde, vaak genoemd, voordeel is de efficiëntie die het werken met XR kan opleveren: in de besproken domeinen worden met name logistieke voordelen gezien die uiteindelijk kostendrukkend kunnen zijn.

We moeten wel voorzichtig zijn met het interpreteren van de kansen van XR die in dit stadium uit onderzoek en praktijk blijken. Het feit dat VR-trainingsvoordelen biedt voor agenten en chirurgen bijvoorbeeld, betekent niet dat een volledige overstap op VR voor training gerechtvaardigd is. De besproken studies focussen namelijk op wat werkt en kijken niet naar wat er wegvalt wanneer de technologie grootschalig wordt ingezet, zoals bijvoorbeeld menselijk contact.

3 Maatschappelijke risico's in relatie tot publieke waarden

3.1 Inleiding

In hoofdstuk 2 hebben we gezien dat er in verschillende maatschappelijke domeinen al volop wordt geëxperimenteerd met toepassingen van immersieve technologieën. Er zijn echter ook risico's verbonden aan deze technologieën. In dit hoofdstuk identificeren we welke aspecten van immersieve technologieën een risico vormen voor het publieke belang, door de lens van acht publieke waarden.⁷¹

Figuur 6 Immersieve technologieën: maatschappelijke risico's



⁷¹ Deze selectie is gebaseerd op de publieke waarden die in het coalitieakkoord 2021-2025 staan, aangevuld met publieke waarden die uit recent onderzoek van het Rathenau Instituut naar voren komen.

3.2 Privacy

Immersieve technologie zet de privacy van gebruikers en niet-gebruikers onder druk, omdat de technologie het mogelijk maakt om fysieke en gedragsgegevens te verzamelen waaruit zeer intieme informatie kan worden afgeleid. Hier kan vervolgens misbruik van worden gemaakt.

In hoofdstuk 1 zagen we dat sommige XR-apparaten oogbewegingen volgen. In bijlage 2 geven we een overzicht van de sensoren waarmee verschillende XR-apparaten fysieke en gedragsgegevens verzamelen. Uit de gegevens die de sensoren verzamelen, kan in potentie een heleboel zeer intieme informatie afgeleid worden. Leeftijd, geslacht, etniciteit, seksuele voorkeur, medische diagnoses over ADHD en autisme zijn door onderzoekers in verband gebracht met *eye-tracking*.^{72 73}

Gegevens die als anoniem worden beschouwd, blijken in de praktijk lang niet altijd anoniem te blijven. Een studie uit 2020 liet zien dat 95% van de gebruikers van XR-apparaten geïdentificeerd konden worden op basis van vijf minuten gebruik van een XR-apparaat.⁷⁴ Dit risico op deanonimisatie moet worden meegewogen bij het verzamelen van gegevens.

Fysieke en gedragsgegevens kunnen worden gebruikt om mensen te profileren. Het dataschandaal rondom Cambridge Analytica is hier een bekend voorbeeld van. Het campagnebedrijf is ervan beschuldigd gegevens van miljoenen Amerikanen via Facebook te hebben verzameld, zonder dat de gebruikers daar expliciete toestemming voor hadden gegeven. Het bedrijf probeerde met deze gegevens Amerikaanse kiezers te benaderen met op hen toegespitste politieke campagneadvertenties, om zo de uitslag van Amerikaanse presidentsverkiezingen in 2016 te beïnvloeden.⁷⁵

Wanneer zeer intieme informatie wordt verzameld, ontstaat het risico dat deze informatie tegen het belang van de gebruikers wordt ingezet. Informatie verzameld op de ene plek, kan gebruikt worden op een andere plek. Hierdoor ontstaat doelverschuiving, wat betekent dat gegevens worden gebruikt voor een ander doel dan waarvoor ze werden verzameld. Het dataschandaal rondom de app Moslim Pro is een voorbeeld van doelverschuiving en datahandel. De applicatie herinnerde gebruikers eraan wanneer het tijd is voor gebed en waar Mekka is ten opzichte van de locatie van de gebruiker. Online magazine Vice onthulde dat de gegevens in handen kwamen van het leger van de Verenigde Staten. Het leger zei de informatie te gebruiken ter ondersteuning van speciale operaties in het buitenland.⁷⁶

⁷² Pahi en Schroeder, 'Extended Privacy for Extended Reality', 28 augustus 2022.

⁷³ Rieger e.a., 'Sexual Arousal', januari 2015.

⁷⁴ 6DOF data van zowel headset als controller, zie: Miller e.a., 'Personal Identifiability of User Tracking Data during Observation of 360-Degree VR Video', 15 oktober 2020.

⁷⁵ Potenza, 'Cambridge Analytica's Facebook Data Abuse Shouldn't Get Credit for Trump', 20 maart 2018.

⁷⁶ Cox, 'How the U.S. Military Buys Location Data from Ordinary Apps', 16 november 2020.

Risico's die gelden voor gebruikers van immersieve technologieën kunnen ook gelden voor niet-gebruikers. Zoals in hoofdstuk 1 is beschreven, analyseren sensoren van immersieve apparaten de omgeving. In potentie kunnen over iedereen in de nabijheid van een sensor fysieke en gedragsgegevens worden verzameld en verwerkt. Applicaties kunnen werken met richtlijnen om verwerking zonder toestemming te voorkomen.⁷⁷ Het is in de praktijk echter gemakkelijk om mensen te filmen of fotograferen zonder hun medeweten of toestemming. Dit brengt dus risico's met zich mee bij het gebruik van XR-apparaten in de publieke ruimte.

Een bepaalde hoeveelheid dataverzameling is nodig voor XR-apparaten om te functioneren, maar er zitten behoorlijke verschillen tussen hoeveel data XR-apparaten verzamelen (zie bijlage 2). De technologie wordt momenteel grotendeels ontwikkeld door enkele grote bedrijven. Deze bedrijven staan er om bekend dat hun verdienmodellen rondom dataverzameling zijn gebouwd. Dit verdienmodel van private ontwikkelaars in combinatie met de grote variëteit aan sensoren die mogelijk zijn op XR-apparaten, zorgt ervoor dat in potentie de dataverzameling via XR-apparaten en toepassingen nog grootschaliger is dan bij huidige sociale media en smartphones.

3.3 Zelfbeschikking

Immersieve technologieën zetten de zelfbeschikking van gebruikers onder druk, omdat ze ingezet kunnen worden om mensen te manipuleren. Manipulatie kan heimelijk gaan in XR en inspelen op de emoties of het gedrag van gebruikers. Neem het populaire AR-spel Pokémon Go. Dit spel wist spelers in de publieke ruimte te mobiliseren en naar commerciële locaties in de fysieke wereld te trekken door er spelonderdelen te laten afspelen, meldde *Financial Times*.⁷⁸

Cyberforensisch onderzoeker Casey testte in 2021 de VR-headsets HTC Vive en de Oculus Rift op mogelijke aanvallen door kwaadwillenden. Het lukte om gebruikers tegen fysieke objecten en muren te laten aanlopen door kleine aanpassingen te doen in de virtuele omgeving van een spel.⁷⁹

Volgens onderzoeker visuele informatie Bibri en duurzaamheidsonderzoeker Allam maakt de combinatie van digitale technologie en biotechnologie het steeds meer mogelijk om gedachten, voorkeuren en gedrag van mensen te voorspellen en dus op ze in te spelen.⁸⁰

⁷⁷ Zo heeft AR-bril Magic Leap in de *Technical Requirements Checklist* opgenomen dat het verboden is voor om niet-gebruikers te identificeren.

⁷⁸ Bradshaw en Lewis, 'Advertisers set for a piece of "Pokémon Go" action', 13 juli 2016.

⁷⁹ Casey, Baggili, en Yarramreddy, 'Immersive virtual reality attacks and the human joystick', maart 2021.

⁸⁰ Bibri en Allam, 'The Metaverse as a Virtual Form of Data-Driven Smart Cities', 28 juli 2022.

De virtuele omgeving wordt bovendien steeds meer gepersonaliseerd.⁸¹ Immersieve technologieën kunnen dit versterken omdat ze zorgen voor sterke sensorische illusies.⁸² Ethicus O’Brolcháin waarschuwt dat de combinatie van VR en AI ertoe kan leiden dat gebruikers via computergegenereerde avatars⁸³ beïnvloed kunnen worden in hun ideeën en standpunten.⁸⁴ Dit is een vorm van intuïtieve beïnvloeding die mogelijk inbreuk kan maken op onze vrijheid van gedachten.

Ook onderling kunnen gebruikers elkaar manipuleren. De komst van immersieve technologieën brengt bijvoorbeeld risico’s voor identiteitsmisbruik met zich mee.⁸⁵ Het maken van digitale kopieën van personen, bijvoorbeeld in de vorm van een 3D-scan wordt steeds makkelijker, mede dankzij de komst van generatieve AI (een AI-systeem, dat in reactie op vraag van een gebruiker, output genereert, waaronder tekst, beeld, geluid en video). VR maakt het mogelijk om gekloonde avatars dingen te laten doen die de daadwerkelijke persoon nooit heeft gedaan. In de literatuur wordt gewaarschuwd voor virtuele wraakporno: de verspreiding van niet waargebeurde seksuele video’s van mensen.⁸⁶

Met het oog op wat er in ontwikkeling is aan prototypes en XR-apparaten (zie hoofdstuk 1), verwachten we dat de dataverzameling in de toekomst nog intiemer zal worden, waarmee manipulatie-risico’s verder toenemen. Mogelijk kunnen BCI’s verwerkt in XR-technologie in de toekomst onze neurodata verzamelen voor het lezen van gedachten en gevoelens. Volgens de Amerikaanse denktank NeuroRights Foundation zijn bij het gebruik van neurotechnologieën zoals BCI-systemen vijf soorten grondrechten specifiek in het geding. Het gaat om mentale privacy, fysieke en mentale persoonlijke identiteit, vrije wil, eerlijke toegang tot neurotechnologieën zoals BCI-systemen en bescherming tegen bias.² In de context van het gebruik van neurotechnologieën noemen zij deze fundamentele rechten: neurorechten.

3.4 Democratie

Bovengenoemde risico’s op individueel niveau spelen ook in sociale context: manipulatie met behulp van immersieve technologieën kan afbreuk doen aan de democratie. De vervaging van de grenzen tussen fysiek en virtueel in combinatie met een vergaande gepersonaliseerde virtuele omgeving (hyperpersonalisatie), zet een gezamenlijke realiteitsbeleving onder druk. In deze verwarrende context kan

⁸¹ Rathenau Instituut, ‘Nep echt. Verrijk de wereld met augmented reality’, 2020.

⁸² Rathenau Instituut.

⁸³ Een avatar is een icoon of figuur dat representatie is van een mens of karakter in een virtuele omgeving. Een avatar kan zowel door een mens worden aangestuurd, maar kan ook aangestuurd worden door software.

⁸⁴ O’Brolcháin e.a., ‘The Convergence of Virtual Reality and Social Networks’, 2016.

⁸⁵ Europol, *Policing in the metaverse. What law enforcement needs to know, an observatory report from the Europol Innovation Lab*, 2022.

⁸⁶ Wood, Wood, en Balaam, ‘They’re Just Tixel Pits, Man’, 2 mei 2017.

wantrouwen ontstaan over wat echt is en wat nep. Terwijl democratische besluitvorming gediend is met een gezamenlijke feitenbasis.⁸⁷

De vervaging van nep en echt heeft al een weerslag op het huidige publieke debat. De uitspraak dat de werkelijkheid gemanipuleerd is, kan met meer stelligheid worden gebracht, ook als het gaat om beelden waar geen aanpassing aan is gedaan. In de zomer van 2021 verscheen een video online waarin Viruswaarheidvoorman Willem Engel openlijk twijfelde aan de grote overstroming in Limburg.⁸⁸ Op Twitter werd er al snel gereageerd: deze uitspraken waren zo absurd, dit moest wel een *deepfake* zijn. Uiteindelijk bleek dat de beelden authentiek waren.⁸⁹ Onbedoeld gaf de discussie een voorproefje van wat ons te wachten staat. Het oprukken van virtuele gemanipuleerde beelden, zal er de komende jaren voor zorgen dat we ook materiaal dat niet gemanipuleerd is, gaan wantrouwen.

Omdat virtuele aanpassingen overtuigender worden, kan desinformatie in de vorm van beeldmanipulatie ook schadelijker worden. Met de zeer intieme gegevens die beschikbaar komen door het gebruik van immersieve technologieën, kunnen mensen beter geprofileerd en benaderd worden. Europol vermoedt dat deze kennis over gebruikers door verspreiders van desinformatie gebruikt kan gaan worden, waardoor desinformatiecampagnes mogelijk een breder bereik krijgen en effectiever zijn.⁹⁰

De maatschappelijk risico's die we in dit hoofdstuk bespreken, spelen zich af in de context van technologieontwikkeling door private partijen. In hoofdstuk 1 zagen we dat enkele Amerikaanse en Chinese technologiebedrijven de markt voor immersieve technologieën domineren. Eenzelfde soort machtsconcentratie zien we bij andere digitale technologieën: denk aan de cloudmarkt, sociale media en zoekmachines.⁹¹ Deze digitale technologieën zijn in veel publieke domeinen (zoals het onderwijs, de zorg en de journalistiek) cruciaal geworden, waarmee de samenleving afhankelijk is of dreigt te worden van een klein aantal multinationale ondernemingen.⁹² Controle over publieke domeinen is een voorwaarde voor een democratische rechtsstaat, maar kan onder druk komen te staan bij ongelijke machtsverhoudingen.⁹³ Als de concentratietrend doorzet bij immersieve technologieën, wordt de samenleving mogelijk nog meer afhankelijk van de diensten van een klein aantal multinationale ondernemingen met een aanzienlijke machtsbasis. Met macht ontstaat het risico op machtsmisbruik.

⁸⁷ Rathenau Instituut, 'Digitalisering van het nieuws. Online nieuwsgedrag, desinformatie en personalisatie in Nederland', 2018.

⁸⁸ Van Huijstee en Das, 'We moeten leren leven met "deepfakes"', 13 oktober 2021.

⁸⁹ Zie onder anderen:

<https://web.archive.org/web/20210717132722/https://twitter.com/maarjuna/status/1416388763446566916> en <https://web.archive.org/web/20210717101720/https://twitter.com/Regiusfrie/status/1416341202765496321>

⁹⁰ Europol, *Policing in the metaverse. What law enforcement needs to know, an observatory report from the Europol Innovation Lab*, 2022.

⁹¹ Van Dijck, 'Seeing the Forest for the Trees', september 2021.

⁹² Sharon en Gellert, 'Regulating Big Tech expansionism?', 16 augustus 2023.

⁹³ Gerbrandy en Phoa, 'The Power of Big Tech Corporations as Modern Bigness and a Vocabulary for Shaping Competition Law as Counter-Power', 3 november 2022; Passchier, 'Big Tech vs de soevereiniteit van democratische wetgevers: Naar een neofeodalisme 2.0.?', 2022.

3.5 Gezondheid

Het gebruik van immersieve technologieën kan een negatieve impact hebben op de gezondheid van gebruikers. Het gaat dan met name om de fysieke impact van overmatig gebruik en de impact op de mentale gesteldheid van gebruikers door verslaving en een vertekend zelfbeeld.

Uit onderzoek naar de risico's en impact van XR komen verschillende lichamelijke gezondheidsrisico's naar voren, zowel voor gebruikers als voor anderen. *Cybersickness* (oftewel zeeziek zijn tijdens en/of na afloop van het gebruik van een VR-bril) en duizeligheid worden veel genoemd.^{94 95} Uit een metastudie van psycholoog Kaimara naar het effect van VR op kinderen, blijkt dat veel publicaties met name wijzen op fysieke risico's door overmatig gebruik. Voorbeelden zijn oogschade en slaapproblemen.⁹⁶

Overmatig XR-gebruik kan mogelijk ook verslavend zijn met mentale risico's als gevolg. Psychologen zijn al lange tijd bezorgd over aandoeningen door extreem lange periodes online te zijn.⁹⁷ XR-gebruik kent mogelijk dezelfde risico's. Filosoof Madary wijst erop dat XR-gebruik een derealisatie en depersonalisatie-stoornis kan veroorzaken. Depersonalisatie heeft als belangrijkste kenmerk de vervreemding van mensen met het eigen lichaam en gedachten of persoonlijke psychische processen. Derealisatie betekent dat de vertrouwde omgeving, mensen of voorwerpen als onecht worden ervaren. Hierbij kan het contact met de fysieke realiteit verloren gaan en kan het steeds moeilijker worden voor gebruikers om weer aan deze fysieke realiteit te wennen. Madary stelt daarom dat gebruikers gewaarschuwd moeten worden voor deze risico's voorafgaande en tijdens het gebruik van XR.

Het gebruik van XR en digitale filters kan verder leiden tot een vertekend zelfbeeld. Een voorbeeld is Snapchat, waarbij via filters de afbeeldingen en video's van gebruikers kunnen worden aangepast. Aan deze mismatch tussen het zelfbeeld in de spiegel en het zelfbeeld op de smartphone kunnen gebruikers mentale problemen overhouden.⁹⁸ Een Britse plastisch chirurg viel bijvoorbeeld op dat sommige klanten in plaats van afbeeldingen van beroemdheden bij een consultatie gefilterde Snapchatafbeeldingen van zichzelf als voorbeeld meenamen. Hij sprak in dit verband van Snapchat-dysmorphie.⁹⁹

⁹⁴ Li e.a., 'Considering the Consequences of Cybersickness in Immersive Virtual Reality Rehabilitation', januari 2023.

⁹⁵ Kelly e.a., 'Gender differences in cybersickness', maart 2023.

⁹⁶ Kaimara, Oikonomou, en Deliyannis, 'Could Virtual Reality Applications Pose Real Risks to Children and Adolescents?', 1 juni 2022.

⁹⁷ Madary en Metzinger, 'Real Virtuality', 2016.

⁹⁸ Rathenau Instituut, 'Nep echt. Verrijk de wereld met augmented reality', 2020.

⁹⁹ Hunt, 'Faking It', 23 januari 2019.

3.6 Veiligheid

Immersieve technologieën zetten de veiligheid van gebruikers onder druk, omdat ze ondanks fysieke afstand een ervaring kunnen geven van nabijheid met andere gebruikers. Dit brengt het risico van intimidatie en aantasting van persoonlijke ruimte met zich mee.¹⁰⁰

Online intimidatie van vrouwen is nu al een aanzienlijk probleem: in een internationale vragenlijst onder meisjes en vrouwen van 15 tot 25 jaar gaf 55% aan te maken te hebben gehad met online intimidatie.¹⁰¹ Dit patroon kan zich gaan herhalen en mogelijk versterken in XR-omgevingen. De eerste voorbeelden zijn in ieder geval al realiteit. In december 2021 werd bijvoorbeeld een vrouw in een testomgeving van Horizon Worlds (de VR-omgeving gebouwd door Meta) seksueel geïntimideerd door andere avatars.¹⁰² Het sterke immersieve karakter van de technologie zorgt ervoor dat virtuele aanvallen indringend worden ervaren. Met haptische feedback, waarbij gebruikers virtuele aanraking als een fysieke aanraking ervaren, kan een virtuele aanval zelfs als een fysieke aanval voelen.

In XR-omgevingen bestaat ook het risico dat gebruikers een virtuele of openbare ruimte virtueel bekladden. Een voorbode hiervan is het projecteren van leuzen op de Erasmusbrug in Rotterdam tijdens de jaarwisseling van 2022/2023.¹⁰³ Deze leuzen waren voor iedereen te zien. In een XR-omgeving kan een gebruiker of een ontwikkelaar ook een laag over de fysieke wereld projecteren.

Een ander risico gerelateerd aan veiligheid is afleiding. XR-apparaten vergen vaak een grote mate van aandacht, wat kan leiden tot gevaarlijke situaties in bijvoorbeeld de openbare ruimte en het verkeer.¹⁰⁴ Het eerdergenoemde AR-spel Pokémon Go is door financieel econoom Mara Faccio en John McConnel in verband gebracht met een toename van het aantal verkeersdoden in Indiana, Verenigde Staten, ten tijde van de lancering van het spel in 2016.¹⁰⁵ Afleidingsgevaar in het verkeer deed zich al voor bij de intrede van de mobiele telefoon. Pokémon Go wordt ook gespeeld op een mobiele telefoon, maar als de AR-bril aan populariteit wint, wordt het risico op afleiding groter.

¹⁰⁰ Rathenau Instituut, 'Verantwoord virtueel. Bescherm consumenten in virtual reality', 2019.

¹⁰¹ 'Online Harassment Is Silencing Girls', 2020

¹⁰² Patel, 'Reality or Fiction?', 21 december 2021.

¹⁰³ Meeuwissen, 'Juridische vervolging voor leuzen op Erasmusbrug moeilijk', 2 januari 2023.

¹⁰⁴ Rathenau Instituut, 'Nep echt. Verrijk de wereld met augmented reality', 73, 2020.

¹⁰⁵ Faccio en McConnell, 'Death by Pokémon GO', 2020.

Kader 2 Nederlands strafrecht in relatie tot veiligheidsrisico's

Adviesbureau Considerati heeft in opdracht van het Wetenschappelijk Onderzoek en Documentatiecentrum (WODC) onderzocht of het juridisch kader in Nederland voldoende is toegerust om het hoofd te bieden aan risico's die een brede adoptie van immersieve technologieën met zich meebrengt.¹⁰⁶

Het adviesbureau concludeerde dat het strafrecht in combinatie met het civiel recht in grote lijnen goed was toegerust, maar ze wees ook een aantal hiaten aan. Deze werden vooral veroorzaakt door het feit dat voor strafbare feiten als verkrachting, mishandeling of vandalisme, vaak een fysieke component nodig is. Die ontbreekt bij puur virtuele ervaringen. Dit terwijl de impact voor het slachtoffer aanzienlijk kan zijn, gezien de psychische schade die het veroorzaakt. Het kabinet is in haar reactie op het rapport van Considerati positiever over de mogelijkheden die het strafrecht biedt om ook zonder fysieke component, virtuele intimidatie en agressie te vervolgen. Namelijk wanneer het beschouwd wordt als psychisch geweld.

Ook is er een nieuwe wet in de maak, die seksuele intimidatie in openbare ruimtes strafbaar maakt, waar online werelden ook onder vallen. Dat ondervangt een aantal hiaten, al is nog niet duidelijk in hoeverre. Want wat als iemand in een virtuele besloten ruimte aangerand wordt? Is dat dan openbaar of niet? Of geldt dat dan als aanstootgevende handeling onder de nieuwe wet? En, als je een aanstootgevende AR-filter over iemand legt op straat, is dat dan openbaar? Of wellicht niet omdat jij de enige bent die dat filter ziet.

Bronnen: Schermer & Ham, 2021; en *Kamerstukken II 2022/2023*, 26 643, nr. 1041, bijlage II.

3.7 Inclusiviteit, participatie en non-discriminatie

Er zijn ook meer algemene risico's verbonden aan digitalisering die met een brede adoptie van immersieve technologieën kunnen verergeren. Inclusiviteit en participatie kunnen onder druk komen te staan door een groeiende digitale kloof. Als de samenleving steeds verder digitaliseert, wordt het verschil tussen mensen die kunnen profiteren van digitale technologie en mensen die dit niet kunnen steeds groter. XR-apparaten hebben (hoge) aanschafkosten waardoor het gebruik ervan kan gaan samenhangen met de hoogte van het inkomen.

¹⁰⁶ Schermer en van Ham, 'Regulering van Immersieve Technologieën', augustus 2021.

De virtuele wereld die voor XR wordt ontwikkeld, kent daarnaast een gebrek aan representativiteit. De database die tijdens het gebruik wordt aangevuld door de cybernetische feedbackloop, kan dit probleem vergroten. De technologie is dan niet alleen ontoegankelijk voor een groep die minder te besteden heeft; de technologie wordt dan ook ontwikkeld en doorontwikkeld voor en door een kleine groep gebruikers. Een voorbeeld hiervan is de ervaring van *cybersickness*. Dit blijkt veel vaker te worden ervaren door vrouwen dan mannen. Een oorzaak kan liggen in de ontwikkeling van XR-brillen. Over het algemeen worden ze ontworpen voor een mannelijke doelgroep, waardoor de afstand tussen de ogen die het apparaat aanhoudt, breder is dan bij veel vrouwelijke gebruikers.¹⁰⁷

Momenteel is er weinig onderzoek naar hoe discriminatie zich manifesteert bij immersieve technologieën, terwijl het een belangrijk maatschappelijk thema is. Dit wordt bevestigd door een etnografische studie waarbij interviews met industrie-experts werden gehouden. Hieruit bleek dat er nog altijd weinig kennis en expertise wordt ontwikkeld om veilige, toegankelijke en inclusieve immersieve omgevingen te maken.¹⁰⁸

3.8 Duurzaamheid

Energieverbruik van immersieve technologieën vormt een risico voor een duurzame samenleving. Met immersieve technologieën gaat een grote mate van dataverzameling en -verwerking gepaard. Een grootschalig gebruik betekent dat er veel meer datacenters nodig zijn die de technologieën ondersteunen. Een discussie over wat dit betekent voor het verduurzamen van de samenleving is er nog nauwelijks.¹⁰⁹

Er worden wel claims gemaakt over dat immersieve technologieën reisbewegingen kunnen beperken wat CO₂-reductie oplevert. Maar of dit opweegt tegen de impact van de extra datacenters moet worden onderzocht. In de mode-industrie zijn er steeds meer ontwerpers die experimenteren met digitale mode. Deze ontwikkeling, gecombineerd met het toekomstbeeld dat we een aanzienlijk deel van onze tijd in virtuele werelden zullen doorbrengen, leidt bij sommige commentatoren tot speculaties over vervanging van fysieke voor digitale kleding.^{110 111} Aangezien de kledingsector een zeer vervuilende industrie is, zou een dergelijke ontwikkeling vermindering van het gebruik van grondstoffen en productiemiddelen kunnen betekenen.

¹⁰⁷ Li e.a., 'Considering the Consequences of Cybersickness in Immersive Virtual Reality Rehabilitation', januari 2023.

¹⁰⁸ Zallio en Clarkson, 'Designing the Metaverse', 1 december 2022.

¹⁰⁹ Rathenau Instituut, 'Beter beslissen over datacentra'.

¹¹⁰ Sidorová, 'Will Digital Fashion One Day Replace the Real One?', 29 oktober 2021.

¹¹¹ Renwic, 'In The Future Your Clothes Will Be Made Out Of Pixels', 31 december 2019.

3.9 Conclusie

Het Rathenau Instituut signaleert knelpunten bij de doorontwikkeling en mogelijk brede adoptie van immersieve technologieën als dat gepaard gaat met de grootschalige verzameling van fysieke en gedragsgegevens door bedrijven, door de grote impact die dat kan hebben op privacy, zelfbeschikking, democratie en veiligheid. De vergaande digitalisering, waar XR een onderdeel van is, brengt ook meer generieke risico's met zich mee die afbreuk doen aan inclusiviteit, participatie en non-discriminatie en mogelijk aan duurzaamheid.

4 Beleidsinstrumenten

4.1 Inleiding

Immersieve technologieën zitten dicht op de huid dan smartphones en computers, waardoor (deels) virtuele ervaringen als echt beleefd kunnen worden. Maar de technologieën gaan ook gepaard met de verzameling van fysieke en persoonsgegevens die zeer intieme informatie kunnen prijsgeven. De oogbewegingen van een gebruiker kunnen door een XR-ontwikkelaar gebruikt worden om een 3D-wereld te laten meebewegen met waar iemand naar kijkt. Dezelfde oogbeweging kan prijsgeven welke fysieke of mentale aandoening iemand heeft, of welke seksuele voorkeur iemand heeft. De kans dat dergelijke informatie wordt misbruikt tegen het belang van XR-gebruikers en de samenleving is reëel.

Vanuit de Europese Unie (EU) is en wordt er wetgeving ontwikkeld om de risico's die gepaard gaan met vergaande digitalisering te beteugelen. Deze wetgeving zal ook impact hebben op de ontwikkeling en toepassing van immersieve technologieën. Naast het stellen van grenzen, stimuleert de EU ook de markt voor digitale technologieën, waaronder immersieve technologieën. Daarbij is het uitgangspunt dat burgers en bedrijven kunnen profiteren van de voordelen die digitalisering kan bieden. Beleidsmakers en politici bevinden zich in een spanningsveld als het gaat om beleid rondom immersieve technologieën. Enerzijds wil men grenzen stellen aan onwenselijke ontwikkelingen van de technologie, de markt en de toepassingen. Anderzijds wil men de kansen verzilveren die de technologieën voor bedrijven en burgers bieden.

In dit hoofdstuk bespreken we een selectie van Europese wetten die gericht zijn op het beheersen van risico's die gepaard gaan met immersieve technologieën. Het gaat om de Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG), de Artificiële Intelligentie verordening (kortweg AI-verordening), en de Wet inzake Digitale Diensten (in het Engels *Digital Services Act*, afgekort DSA).¹¹² Dit doen we om te kunnen beoordelen waar mogelijk nog hiaten zijn voor het beheersen van de risico's, en om handelingsopties voor beleidsmakers in kaart te brengen (zie hoofdstuk 5). Ook bespreken we kort drie stimuleringsmaatregelen vanuit Nederland en de EU, die de ontwikkeling van immersieve technologieën beïnvloeden. We bespreken de Wet inzake Digitale Markten (DMA), omdat deze expliciet tot doel heeft een eerlijker ondernemersklimaat in het digitale domein te realiseren. En we bespreken een investering vanuit het Groeifonds aan de *Creative Industries Immersive Impact Coalition* en het *European Initiative on Virtual Worlds*, omdat die instrumenten specifiek gericht zijn op het realiseren van de kansen van immersieve technologieën.

¹¹² De in dit hoofdstuk genoemde beleidsinstrumenten en wetten zijn echter niet de enige die van toepassing kunnen zijn op immersieve technologie. Een overzicht van Kai Zenner, beleidsmedewerker van Europarlementariër Axel Voss, toont aan dat er zo'n 70 vastgestelde Europese wetten zijn die een rol kunnen spelen. Zie: Zenner, Marcus, en Sekut, 'A Dataset on EU Legislation for the Digital World', 5 juli 2023.

4.2 Wetgeving rond dataverzameling, verwerking en toepassing

In deze paragraaf bespreken we een drietal belangrijke juridische instrumenten die risico's in het digitale domein adresseren: de Algemene Verordening Gegevensbescherming, de Artificiële Intelligentie verordening, en de Wet inzake Digitale Diensten. Dit doen we door de lens van de cybernetische feedbackloop (zie figuur 3). We analyseren hoe elk van deze instrumenten de verzameling, verwerking en toepassing van data via XR reguleren.

Kader 3 AVG, AI-Verordening en DSA in een notendop

De **AVG** is sinds mei 2018 van kracht en beschermt de privacy van mensen wanneer partijen hun persoonsgegevens verwerken. De AVG is de Nederlandse invulling van de Europese privacywet: de GDPR (*General Data Protection Regulation*).

De **AI-Verordening** (in het Engels *AI Act*, afgekort AIA) werd in 2021 voorgesteld door de Europese Commissie (EC) en opgevolgd door versies van de Raad van de EU (de Raad) en het Europees Parlement (EP). Op het moment van schrijven onderhandelen de drie in een zogenoemde triloog naar een definitieve versie. De wet moet zorgen voor veilige AI-systemen die grondrechten respecteren en tegelijk innovatie stimuleren. De wet legt regels op aan aanbieders en gebruikers van AI-systemen. De verschillende versies van de AI-Verordening bevatten elk hun eigen definitie van AI-systemen, maar de versie van het EP verwijst in de definitie expliciet naar virtuele omgevingen: *“artificial intelligence system’ (AI system) means a machine-based system that is designed to operate with varying levels of autonomy and that can, for explicit or implicit objectives, generate outputs such as predictions, recommendations, or decisions, that influence physical or virtual environments.”* (artikel 3.1 EP-voorstel AI Act).

De **Wet Inzake Digitale Diensten** (in het Engels *Digital Services Act*, afgekort DSA) is een Europese verordening die aanbieders van tussenhandeldiensten reguleert, zoals online platformen en zoekmachines. XR-diensten worden niet expliciet genoemd in de DSA. Maar bepaalde XR-diensten kunnen wel onder de definitie van tussenhandeldienst vallen, zoals XR-platformen of XR-streamingsdiensten. De DSA beoogt de bevordering van een veilige, voorspelbare en betrouwbare online omgeving

Verzamelen

De eerste stap in de cybernetische feedbackloop is het verzamelen van gegevens. In tabel 1 geven we een overzicht van het soort gegevens dat door XR-apparaten kan worden verzameld, zoals oogbeweging en lichaamshouding. Wij gebruiken de term fysieke en gedragsgegevens om naar het geheel van deze gegevens te verwijzen.¹¹³ In hoofdstuk 3 hebben we gezien dat de privacy en autonomie van gebruikers én niet-gebruikers van XR onder druk komen te staan door de grootschalige verzameling van fysieke en gedragsgegevens die immersieve technologieën mogelijk maken.

De AVG legt regels op aan ontwikkelaars van XR-apparaten, XR-toepassingen, en medegebruikers in XR over hoe om te gaan met de verzameling van fysieke en gedragsgegevens.¹¹⁴ Wat wel en niet met de gegevens mag gebeuren en onder welke voorwaarden, hangt onder andere af van de context waarin deze gegevens worden verzameld, de mogelijkheden die partijen hebben om gegevens te analyseren en van het doel waarvoor deze gegevens worden verzameld en geanalyseerd. Om het inzichtelijk te maken, gaan we in dit hoofdstuk uit van een consumententoepassing.

De Algemene Verordening Gegevensbescherming (AVG) onderscheidt verschillende categorieën gegevens. Fysieke en gedragsgegevens die via XR verzameld en verwerkt worden, kunnen in verschillende categorieën vallen, met elk hun eigen vorm van bescherming. In figuur 7 zijn de verschillende gegevenscategorieën waar fysieke en gedragsgegevens onder kunnen vallen weergegeven.

Een XR-aanbieder mag op basis van verschillende gronden algemene persoonsgegevens verzamelen, bijvoorbeeld als dit nodig is voor het laten functioneren van de apparaten, of op basis van toestemming via een contract tussen aanbieder en gebruiker (in de praktijk is dit het accepteren van gebruikersvoorwaarden).¹¹⁵

Bijzondere gegevens zoals gegevens over gezondheid, religieuze overtuiging, seksuele geaardheid of etnische afkomst zijn extra beschermd. De verzameling en verwerking hiervan is in principe verboden volgens de AVG. Tenzij voldaan wordt aan één van de tien uitzonderingsgronden. Uitdrukkelijke toestemming is een van die gronden.¹¹⁶ Zoals in figuur 7 te zien is, vallen niet alle gegevens die via XR kunnen worden verzameld, binnen de categorie bijzondere gegevens. Gegevens over iemands gender, financiële status, interesses en emoties en neurodata vallen bijvoorbeeld niet altijd binnen deze categorie.

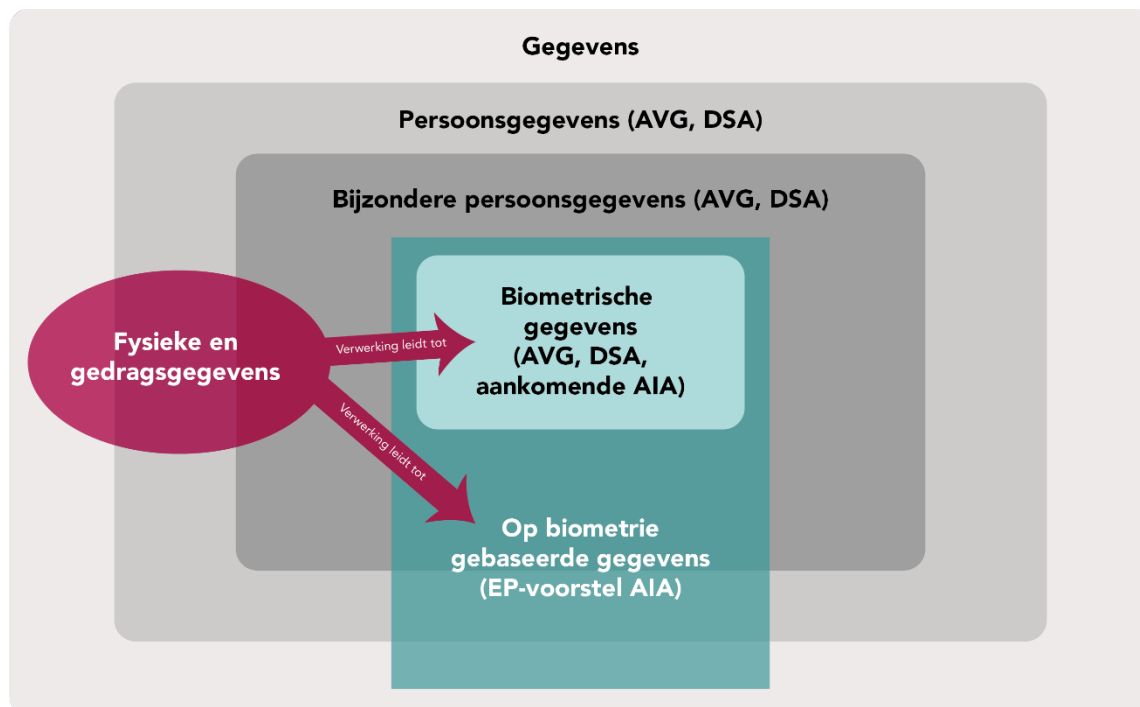
¹¹³ In bijlage 2 is te zien met welke sensoren brillen op de huidige markt zijn uitgerust, waarmee deze brillen fysieke en gedragsgegevens kunnen verzamelen.

¹¹⁴ Europees Parlement en Raad van de Europese Unie, Verordening (EU) 2016/679 van het Europees Parlement en de Raad van 27 april 2016 betreffende de bescherming van natuurlijke personen in verband met de verwerking van persoonsgegevens en betreffende het vrije verkeer van die gegevens en tot intrekking van Richtlijn 95/46/EG (algemene verordening gegevensbescherming), 27 april 2016.

¹¹⁵ Zie Artikel 6 van de AVG voor de verschillende verwerkingsgronden.

¹¹⁶ Zie de website van de Autoriteit Persoonsgegevens voor de grondslagen voor toestemming: <https://www.autoriteitpersoonsgegevens.nl/themas/basis-avg/avg-algemeen/grondslagen-avg-uitgelegd#speciale-regels-voor-bijzondere-persoonsgegevens>

Figuur 7 Verschillende gegevenscategorieën waar fysieke en gedragsgegevens onder kunnen vallen¹¹⁷



In de context van verzameling van gebruikersgegevens door XR-aanbieders, speelt toestemming een cruciale rol. Die toestemming moet volgens de AVG aan een aantal eisen voldoen: hij moet vrijelijk gegeven zijn (dus niet onder druk), ondubbelzinnig zijn (namelijk het resultaat van een actieve handeling), geïnformeerd (o.a. toegankelijk en duidelijk geformuleerd) en specifiek (voor elk verwerkingsdoel is afzonderlijk toestemming nodig).

Het geven en verkrijgen van rechtsgeldige toestemming volgens de AVG, levert in de context van XR een aantal praktische problemen op. Allereerst levert de combinatie van veel verschillende activiteiten (gamen, concertbezoek, werken etc.) in verschillende virtuele ruimtes, gebruik makend van verschillende dataverwerkingstechnieken, een veelheid aan mogelijke doelen op. Hoe kunnen privacyvoorwaarden met betrekking tot XR dan toegankelijk en ondubbelzinnig gemaakt worden? En hoe haalbaar is het verkrijgen van rechtsgeldige toestemmingsverklaringen in XR?

Ook is het vereiste van vrije en geïnformeerde toestemming moeilijk te interpreteren als het gaat om de verzameling van gegevens over onbewust gedrag. Waar sociale mediagebruikers bewust content plaatsen, hebben XR-gebruikers weinig controle over subtiele microbewegingen als een zijdelingse blik of glimlach, laat staan over hun

¹¹⁷ Met tussen haakjes de beleidsinstrumenten waarin ze voorkomen. AVG staat voor Algemene Verordening Gegevensbescherming, DSA voor *Digital Services Act*, EP voor Europees Parlement en AIA voor *AI Act*.

pupilreflex of hartslag. Hoe kun je vrijwillig en geïnformeerd toestemming verlenen voor het verwerken van metingen van gedrag waarvan je niet weet dat je het vertoont?

Daarnaast is de vraag hoe toestemming verkregen kan worden voor dataverzameling van niet-gebruikers en wanneer dit nodig is. De AVG beschermt in principe ook omstanders die (onbewust) onderdeel zijn van een immersieve ervaring, als zij identificeerbaar zijn met legale en praktisch uitvoerbare middelen. Is degene niet identificeerbaar of is sprake van een persoonlijk of huishoudelijk doel (bijvoorbeeld omdat een AR-filter thuis wordt geplaatst op een vriend), dan speelt de AVG geen rol. Hoe AR-filters precies gebruikt mogen worden in de publieke ruimte, is echter nog onduidelijk.

Analyseren

De volgende stap in de cybernetische feedbackloop is het analyseren van gegevens, zoals het afleiden van emoties op basis van gezichtsuitdrukkingen of het afleiden van voorkeuren en meningen op basis van kijk- en klikgedrag. In hoofdstuk 3 hebben we gezien dat de privacy, zelfbeschikking en het recht op non-discriminatie van gebruikers én niet-gebruikers van XR onder druk komen te staan wanneer fysieke en gedragsgegevens op een bepaalde manier verwerkt worden, bijvoorbeeld door iemand te identificeren of de emotionele gemoedstoestand af te leiden. De AVG bevat regels die de verwerking van gegevens aan banden leggen.

Na verwerking kunnen fysieke en gedragsgegevens van XR-gebruikers opnieuw in verschillende categorieën persoonsgegevens vallen volgens de AVG (zie figuur 7). Het kunnen bijzondere persoonsgegevens worden, als bijvoorbeeld uit iemands oogbewegingen een medische aandoening wordt afgeleid. Biometrische gegevens zijn een specifieke categorie bijzondere gegevens. Fysieke en gedragsgegevens kunnen tot biometrische gegevens verwerkt worden, wanneer een technische verwerkingslag plaatsvindt die identificatie of verificatie van de betrokkene mogelijk maakt. Het resultaat van deze verwerkingslag is dan een set biometrische gegevens. Deze gegevens mogen alleen door een XR-aanbieder worden gebruikt als deze hiervoor rechtsgeldige toestemming heeft van de gebruiker. Voor het verkrijgen van deze toestemming gelden dezelfde praktische problemen als hierboven benoemd.

Toepassen

De derde stap in de cybernetische feedback loop is het toepassen van verzamelde en geanalyseerde gegevens. Denk aan het genereren van 3D-werelden of het tonen van gepersonaliseerde advertenties. In hoofdstuk 3 hebben we gezien dat verschillende publieke waarden onder druk kunnen komen te staan wanneer fysieke en gedragsgegevens die via immersieve technologieën verzameld worden op een bepaalde manier toegepast worden. We hebben het dan met name over de waarden

zelfbeschikking, democratie, participatie, inclusiviteit en non-discriminatie. Zowel de AI-verordening als de DSA bevatten bepalingen die hierop ingrijpen

In de onderhandelingen over de AI-verordening worden verschillende voorstellen besproken die bepaalde toepassingen van XR, als ze gebruikmaken van AI, zouden verbieden, omdat ze onacceptabele risico's met zich meebrengen. Eén voorgenomen verbod gaat over systemen die subliminale technieken gebruiken. Het gaat dan om beïnvloedingstechnieken waarvan betrokkenen zich niet bewust zijn en die hun gedrag op schadelijke wijze kunnen verstoren. Een specifieke definitie ontbreekt nog, en het is daarmee nog onduidelijk welke XR-toepassingen hieronder zouden vallen.

Een ander voorgesteld verbod betreft AI-systemen die kwetsbaarheden van mensen gebruiken waardoor ze gedrag gaan vertonen dat schadelijk kan zijn voor zichzelf of anderen. Het Commissievoorstel voor de AI-Verordening richt zich specifiek op kwetsbaarheden als gevolg van leeftijd of handicap, wat minderjarigen kan beschermen tegen schadelijke VR-games. In het EP-voorstel gaat het verbod over alle kwetsbaarheden van personen. Hierdoor zouden ook XR-aanbevelingssystemen die bijvoorbeeld profileren op basis van gender of verslavingsgevoeligheid eronder kunnen vallen.

Het EP doet nog meer voorstellen waarmee diverse AI-toepassingen zouden worden verboden die relevant zijn voor XR. Ten eerste stelt het EP een verbod voor op biometrische systemen voor *real time*-identificatie op afstand in openbare ruimten. Dat zijn fysieke plaatsen toegankelijk voor het publiek, waar online VR-werelden dus niet, en AR-applicaties wel onder vallen.¹¹⁸ Dit zou het gebruik van AR met gezichtsherkenning in de publieke ruimte in veel gevallen in het geheel verbieden, terwijl dat nu volgens de AVG met uitdrukkelijke toestemming nog wel zou mogen.

Ten tweede wil het EP biometrische categoriseringssystemen verbieden die personen indelen op gevoelige eigenschappen of kenmerken. In beide gevallen voegt het EP de term 'op biometrie gebaseerde gegevens' toe, als uitbreiding van de striktere categorie 'biometrische gegevens' (zie figuur 7). Op biometrie gebaseerde gegevens zijn gegevens die het resultaat zijn van een specifieke technische verwerking van 'fysieke, fysiologische of gedragssignalen' van een persoon. Voorbeelden zijn volgens het EP: gezichtsuitdrukkingen, bewegingen, polsfrequentie, stem, DNA-patronen en handtekeningen. Het is hierbij niet relevant of de verwerking identificatie of verificatie mogelijk maakt.¹¹⁹ Aanbevelingssystemen op basis van profilering met behulp van op biometrie gebaseerde gegevens of AI die het concentratievermogen van leerlingen in VR-klaslokalen monitort als hieruit hun mentale vermogen wordt afgeleid, zijn dan waarschijnlijk verboden.¹²⁰

¹¹⁸ Overweging 18 en artikel 3 onder 39 AIA EC-versie, ER-versie, EP-versie.

¹¹⁹ Overweging 7, 7 ter en 33 bis (amendement 21, 23, 63) en artikel 3 lid 1 onder 33 bis, 34 en 35 (amendement 187, 191 en 192) AIA EP-versie.

¹²⁰ Bailenson, 2018 en Rahman, 2022.

Ook wil het EP AI-systemen verbieden die emoties detecteren op de terreinen van rechtshandhaving, grensbeheer, de werkplek en onderwijsinstellingen.¹²¹ Met deze voorstellen roept het EP een halt toe aan een aantal risicovolle toepassingen die via XR mogelijk zijn of kunnen worden.

De AI-verordening bevat ook een lijst met zogenaamde hoog risico AI-systemen, die aan specifieke eisen moeten voldoen.¹²² Waar het EP AI-systemen die gebruikt worden voor biometrische identificatie of categorisatie wil verbieden, rekenen de EC en ER deze tot de hoog risico systemen. Andere hoog risico systemen op de lijst die mogelijk voor XR relevant zijn, zijn AI-systemen die gebruikt worden voor beheer en exploitatie van kritieke infrastructuur, onderwijs en beroepsopleiding, werkgelegenheid en werknemersbeheer en de ondersteuning van de rechterlijke macht. Op al die terreinen zijn zowel kansrijke als risicovolle toepassingen van immersieve technologie in gebruik of denkbaar (zie hoofdstuk 2 en 3).

Aanbieders van dergelijke systemen moeten straks mogelijk aan forse voorschriften gaan voldoen. Zo moeten de systemen een 'risicomanagementsysteem' krijgen en een 'bijsluiter' voor gebruikers. Verder komen er eisen op het gebied van technische robuustheid, datatraining en -beheer, menselijk toezicht en cybersecurity.¹²³ Deze hebben onder andere tot doel non-discriminatie en privacy te beschermen. Het EP gaat verder, met een verplichte *fundamental rights impact assessment*.¹²⁴ Uiteindelijk gaat veel afhangen van de nog in te vullen standaarden, die bijvoorbeeld zullen specificeren wanneer sprake is van 'geschikte risicomanagementmaatregelen'.¹²⁵

AI-systemen met een beperkt risico hoeven in alle voorstellen alleen aan bepaalde transparantieplichtingen te voldoen, zodat gebruikers niet misleid worden. Mensen die interacteren met AI-systemen, moeten daar straks van bewust gemaakt worden. Zoals wanneer VR-gebruikers een met AI-gegenereerde avatar of chatbot algoritme tegenkomen.

Daarnaast gelden er in de voorstellen van de EC en ER transparantieplichtingen voor emotieherkenningssystemen en biometrische categoriseringssystemen (het EP-voorstel gaat verder, zoals hierboven beschreven). De gebruikers van dergelijke systemen (dus niet de aanbieders) moeten betrokkenen op de hoogte stellen.¹²⁶

¹²¹ Artikel 5 lid 1 onder b bis (nieuw) (amendement 217) en artikel 5 lid 1 onder d quater (nieuw) (amendement 226) AIA EP-versie.

¹²² Annex III AIA EC-versie, ER-versie, EP-versie.

¹²³ Artikel 8 t/m 15 AIA EC-versie, ER-versie, EP-versie.

¹²⁴ Artikel 29 a (nieuw) (amendement 413) AIA EP-versie.

¹²⁵ Bij de vormgeving van de 'geharmoniseerde standaarden' zijn o.a. betrokken: de EC, Europese standaardorganisaties (CEN, CENELEC en ETSI), nationale standaardorganisaties zoals Forum Standaardisatie, en Europese stakeholderorganisaties. Pas wanneer de AI-verordening definitief is, wordt begonnen aan een conceptversie. Hierna mogen stakeholders via nationale standaardorganisaties advies uitbrengen. Voor inwerkingtreding van de wet (waarschijnlijk begin 2025), worden de standaarden gepubliceerd in de Official Journal of the European Union. Voor meer informatie zie Pouget, z.d., McFadden et al., 2021 en Veale & Borgesius, 2021.

¹²⁶ artikel 52 lid 1 en 2 AIA EC-versie, ER-versie, EP-versie, European Parliament News, 2023 en Murphy et al., 2021. Nota bene: een systeem kan tegelijkertijd in een hoog risicocategorie vallen.

Ook de DSA bevat bepalingen die betrekking kunnen hebben op de toepassing van fysieke en gedragsgegevens door XR-platformen. Zo verbiedt de DSA profilering op basis van bijzondere gegevens met als doel het tonen van reclame.¹²⁷ De DSA verbiedt echter niet alle vormen van profilering op basis van bijzondere persoonsgegevens. Hier komt mogelijk verandering in door de AI-verordening (zie boven). Wel moeten zeer grote onlineplatforms (zoals Facebook en YouTube) en zoekmachines (zoals Google Search en Bing) minstens één versie van hun aanbevelingssystemen maken die geen gebruikmaakt van profilering.

Verder bevat de DSA een aantal bepalingen die de informatiepositie van gebruikers van zogenoemde tussenhandeldiensten verbetert. Hier kunnen ook bepaalde XR-diensten onder vallen, zoals een sociaal ontmoetingsplatform in XR. Deze tussenhandeldiensten moeten in hun voorwaarden transparant zijn over hun manier van contentmoderatie en algoritmische besluitvorming hierbij.¹²⁸ Daarnaast moeten XR-platformen reclame duidelijk herkenbaar maken en gebruikers duidelijk informeren over waarom zij bepaalde reclames te zien krijgen.¹²⁹ XR-platformen mogen ook geen misleidende interfaces maken die gebruikers beperken in hun vermogen om keuzes te maken.¹³⁰ Dit moet *deceptive design* (ook wel *dark patterns* genoemd) tegengegaan.¹³¹

Tot slot moeten platformen met minstens 45 miljoen maandelijkse gebruikers systeemrisico's identificeren en tegengaan.¹³² Er zijn nu nog geen XR-platformen als grote partijen aangewezen, maar dat kan nog komen. Het gaat om systeemrisico's in relatie tot onder andere de vrijheid van meningsuiting en informatie. Desinformatie en manipulatie vallen hier mogelijk ook onder. Relevant voor immersieve technologieën zijn daarnaast risico's voor de bescherming van persoonsgegevens en non-discriminatie. Het ligt nog open tot in welk detail XR-platformen de impact van hun diensten in kaart moeten brengen en hoe zij hier naar moeten handelen. Dit vereist blijvende aandacht van beleidsmakers en toezichthouders.

Toezicht

In Nederland zal een groot deel van het toezicht voor rekening komen van de Autoriteit Persoonsgegevens (AP) en de Autoriteit Consument en Markt (ACM). Zij werken samen met andere relevante toezichthouders via het Samenwerkingsplatform Digitale Toezichthouders (SDT). Uit een sessie met toezichthouders komt naar voren dat er vragen leven over de rolverdeling en samenwerking bij de handhaving van de verschillende beleidsinstrumenten (zie bijlage 1). Zo blijkt het nu nog een uitdaging te

¹²⁷ Artikel 26 lid 3 Europees Parlement en Raad van de Europese Unie, Verordening (EU) 2022/2065 van het Europees Parlement en de Raad van 19 oktober 2022 betreffende een eengemaakte markt voor digitale diensten en tot wijziging van Richtlijn 2000/31/EG (digitaal dienstenverordening), oktober 2022. Hierbij wordt aangesloten bij de AVG-definitie van profilering (AVG, artikel 4 lid 4) en bijzondere categorieën persoonsgegevens (AVG, artikel 9 lid 1).

¹²⁸ Artikel 14 DSA.

¹²⁹ Artikel 26 DSA.

¹³⁰ Artikel 25 DSA.

¹³¹ Patronen die doelbewust of feitelijk gebruikers de mogelijkheid ontnemen voor het maken van weloverwogen keuzes.

¹³² Artikel 34 en 35 DSA.

zijn om te bepalen onder welke toezichthouder de verantwoordelijkheid valt om een XR-dienst onder de loep te nemen. Dit komt mede doordat het afhankelijk is van het type dienst, de soort data die verzameld worden, de locatie waar data worden opgeslagen en de wijze waarop deze data worden verwerkt. Bij immersieve technologieën beschikken veel toezichthouders nog over beperkte kennis om deze elementen goed in te kunnen schatten.

4.3 Stimuleringsmaatregelen

Naast maatregelen om risico's te mitigeren, zijn er ook verschillende beleidsinstrumenten die juist gericht zijn op het verzilveren van kansen door Nederlandse en Europese bedrijven op de XR-markt. We bespreken hier de investering vanuit het groeifonds voor de *Creative Industries Immersive Impact Coalition* (CIIC) en het *European Initiative on Virtual Worlds*, omdat deze instrumenten specifiek gericht zijn op immersieve technologieën. We bespreken ook kort de Wet inzake Digitale Markten (in het Engels: Digital Markets Act, afgekort DMA) omdat een van de doelen een eerlijker ondernemersklimaat is in het digitale domein. Hiermee worden meer kansen geschapen voor Europese bedrijven om te concurreren en innoveren.

Groeifonds

De Nederlandse overheid stimuleert de XR-industrie onder andere via het Nationaal Groeifonds en topsectorenbeleid.¹³³ Het Groeifonds investeert 200 miljoen euro in de CIIC in de periode 2024-2028. Het CIIC is een initiatief van CLICKNL, het topconsortium voor Kennis en Innovatie van de creatieve industrie. Projectpartners zijn de ministeries van OCW en EZK en makers, vertegenwoordigers van toepassingsdomeinen, kennisinstellingen en partners uit de XR-industrie. De CIIC wil toepassingen in onder meer de gaming, media & entertainment, de maakindustrie en overheidsdiensten stimuleren.¹³⁴ Dit wil de coalitie doen door het ontwikkelen van trainingsmodules voor de toepassing van immersieve technologieën. Verder wil de CIIC onderzoek doen naar de impact van XR op gebruikers en experimenteerruimtes faciliteren.¹³⁵

Volgens het Groeifonds adresseert de CIIC een aantal knelpunten van de Nederlandse XR-industrie, zoals een tekort aan kennis en menselijk kapitaal en een te gefragmenteerd ecosysteem. Het Groeifonds verwacht dat met de CIIC de mondiale groei kan worden bijgehouden.¹³⁶

¹³³ Rijksoverheid, 'Nationaal Groeifonds'.

¹³⁴ CLICKNL, 'CLICKNL'.

¹³⁵ CLICKNL.

¹³⁶ Rijksoverheid, 'Creative Industries Immersive Impact Coalition (CIIC). Projecten ronde 3'.

European Initiative on Virtual Worlds

In juni 2023 publiceerde de Europese Commissie het *Initiative on Web 4.0 and Virtual Worlds*.¹³⁷ De Commissie stelt web 4.0 voor als een wereld waarin digitale en fysieke omgevingen vloeiend in elkaar overlopen met behulp van onder andere AI en XR.¹³⁸ De Commissie wil web 4.0 op een open manier ontwikkelen waarbij gebruikers vrij tussen netwerken en platformen kunnen wisselen en er grote keuzevrijheid is voor gebruikers.¹³⁹ De Commissie zet in op een situatie waarin Europese bedrijven kunnen groeien en innoverende applicaties kunnen ontwikkelen.¹⁴⁰ De inzet is mede het verzilveren van kansen die virtuele werelden bieden in de gezondheidssector, onderwijs & training, de culturele sector en digitale dienstverlening.

Als het CIIC-project en de Europese strategie succesvol zijn, zal de Nederlandse kennis over XR toenemen en ontstaat een Europese markt met (technische) marktstandaarden waarin Europese bedrijven kunnen groeien en nieuwe XR-applicaties kunnen ontwikkelen mede in genoemde sectoren. Hiermee beoogt de strategie een nieuwe Europese afhankelijkheid van multinationale platformen voor XR-hardware, software en applicaties tegen te gaan.

DMA

De Digital Markets Act (DMA) is een Europese verordening die regels introduceert over hoe poortwachters in de EU-zaken mogen doen. Poortwachters zijn grote digitale platforms die ‘kernplatformdiensten’ aanbieden, zoals online zoekmachines, sociale media en besturingssystemen.¹⁴¹ ¹⁴² Doelen zijn een eerlijker ondernemingsklimaat, een groter aanbod, betere diensten en eerlijkere prijzen.¹⁴³ Ofschoon sommige poortwachters wel XR-diensten aanbieden, zijn geen van deze diensten momenteel groot genoeg om onder de wet te vallen. Omdat dat in de toekomst kan veranderen, bespreken we hier toch een aantal hoofdpunten:

- Poortwachters mogen gebruikers niet meer sturen richting het maken van een specifieke aankoop en zichzelf daarmee bevoordelen.¹⁴⁴ Dit betekent dat op een sociaal VR-mediaplatform alle advertenties van virtuele producten op een gelijkwaardige manier zichtbaar moeten zijn.

¹³⁷ De Commissie onderscheidt Web 4.0 van Web 3.0. Web 3.0 draait volgens de Commissie om decentralisatie en verhoogd eigenaarschap voor gebruikers.

¹³⁸ Europese Commissie, An EU initiative on Web 4.0 and virtual worlds, 2, 3 mei 2023.

¹³⁹ Europese Commissie, 4.

¹⁴⁰ Europese Commissie, 4.

¹⁴¹ Artikel 2 Europees Parlement en Raad van de Europese Unie, Verordening (EU) 2022/1925 van het Europees Parlement en de Raad van 14 september 2022 over betwistbare en eerlijke markten in de digitale sector, en tot wijziging van Richtlijnen (EU) 2019/1937 en (EU) 2020/1828 (digitaalemarktenverordening), 14 september 2022.

¹⁴² Deze diensten kunnen ook beschikbaar zijn via XR-devices, zoals een sociaal VR-media platform, een besturingssysteem voor het functioneren van een headset, of een VR Appstore (denk aan Google Play of Oculus).

¹⁴³ Europese Commissie, ‘Verordening inzake digitale markten’, z.d.

¹⁴⁴ Artikel 6 lid 5 DMA.

- De DMA maakt het voor gebruikers makkelijker over te stappen naar alternatieve aanbieders. Toekomstige XR-poortwachters mogen bijvoorbeeld het gebruik van eigen appstores (zoals Oculus) niet meer verplicht stellen.¹⁴⁵ Dit kan betekenen dat gebruikers niet alleen de vooraf geïnstalleerde *gamestore* op een VR-bril hoeven gebruiken, maar een alternatief kunnen installeren. Daarnaast moeten gebruikers de mogelijkheid krijgen gegevens effectief over te dragen naar alternatieve diensten.¹⁴⁶
- Het is poortwachters niet meer toegestaan om verzamelde gegevens te combineren met gegevens afkomstig van derde partijen of andere platformen in handen van de aanbieder.¹⁴⁷

Kortom, in het geval van grootschalige adoptie van XR wordt het door de DMA in theorie moeilijker om in de XR-sector dominante marktmacht te creëren of behouden. Dit verkleint het risico op digitale afhankelijkheid.¹⁴⁸

4.4 Conclusie

Het beleidsveld rondom immersieve technologieën is volop in beweging en is gericht op het beschermen van de publieke waarden die op het spel staan bij een brede adoptie van deze technologieën. Met name de combinatie van de AVG, DSA, en AI-Verordening (met name in de EP-versie) lijkt de mogelijkheden voor beïnvloeding en manipulatie op basis van in XR verzamelde fysieke en gedragsgegevens te beperken.

Tegelijkertijd zijn er ook een aantal beleidsleemtes en onduidelijkheden. Zo mogen allerlei potentieel zeer gevoelige fysieke en gedragsgegevens wél verzameld worden door XR-aanbieders als gebruikers daar toestemming voor geven. Met het risico op doelverschuiving en misbruik als gevolg. Ook bestaat er onduidelijkheid over de bescherming van neurodata.

Het is moeilijk om een algemeen beeld te krijgen van de beleidsleemtes die er nog zijn als het gaat om de risico's van immersieve technologieën. Of een bepaald risico is afgedekt, hangt namelijk van veel criteria af die per geval kunnen verschillen: om wat voor data gaat het, om wat voor verwerking gaat het, om wat voor toepassing gaat het? Daarnaast hangt de bescherming die van het huidige beleidsinstrumentarium uitgaat, af van de nadere invulling van de verschillende Europese beleidsinstrumenten (DSA, DMA en straks de AI-verordening). En uiteraard van de effectiviteit van handhaving en toezicht.

We hebben ook een aantal stimuleringsmaatregelen besproken waarmee kansen voor het Nederlandse en Europese bedrijfsleven gecreëerd worden op de XR-markt. Maar

¹⁴⁵ Artikel 6 lid 3 DMA

¹⁴⁶ Artikel 6 lid 9 DMA.

¹⁴⁷ Artikel 5 lid 2 DMA.

¹⁴⁸ Hupont Torres e.a., *Next Generation Virtual Worlds*, 60, 2023.

met investeringen in immersieve technologieën en een bredere adoptie van deze technologieën in de samenleving, worden ook de risico's die we in hoofdstuk 3 bespraken, aannemelijker. In het volgende en laatste hoofdstuk doen we suggesties om deze te voorkomen.

5 Handelingsopties

In deze Rathenau Scan hebben we beschreven wat immersieve technologieën zijn en hoe ze werken (hoofdstuk 1). We hebben de kansen beschreven die in verschillende maatschappelijke domeinen worden gezien voor toepassingen (hoofdstuk 2) en we hebben maatschappelijke risico's vanuit publieke waarden geanalyseerd (hoofdstuk 3). Hieruit blijkt dat publieke waarden onder druk staan. Risico's voor privacy, zelfbeschikking, democratie en gezondheid komen voort uit de specifieke kenmerken van immersieve technologieën. De vergaande digitalisering van onze samenleving, waar immersieve technologieën onderdeel van uitmaken, brengt risico's met zich mee voor participatie, inclusiviteit, non-discriminatie en duurzaamheid.

Immersieve technologieën komen nog dichterbij onze huid en kunnen nog meer fysieke en gedragsgegevens over ons verzamelen dan de huidige computer en smartphonetechnologie al doen. Hiermee geven mensen zeer intieme informatie over zichzelf prijs, die tegen het eigen of het publieke belang gebruikt kan worden. Daarnaast draagt de vervaging van de grens tussen de fysieke en virtuele wereld bij aan hyperpersonalisatie, wat kan leiden tot het afbrokkelen van een gezamenlijke realiteit.

Het blijft moeilijk te voorspellen óf immersieve technologieën grootschalig gaan doorbreken. De gerealiseerde marktgrootte van XR blijft tot nu toe telkens achter op de prognoses. Een grootschalige consumentendoorbraak blijft vooralsnog uit. Techbedrijven en investeerders hebben economisch belang bij een toekomstbeeld waarin XR grootschalig geadopteerd wordt. In deze situatie waarin immersieve technologieën nog niet grootschalig zijn doorgebroken bestaat de kans om de doorontwikkeling en implementatie van de technologieën bij te sturen vanuit het perspectief van publieke waarden.

Uit de beleidsanalyse (hoofdstuk 4) blijkt dat bestaande en aanstaande wetgeving de mogelijkheden voor beïnvloeding en manipulatie op basis van in XR-verzamelde fysieke en gedragsgegevens al beperken. Maar er zijn ook leemtes en onduidelijkheden. We hebben ook een aantal stimuleringsmaatregelen in kaart gebracht die kansen voor Europese bedrijven op de XR-markt proberen te vergroten. Maar met een grotere markt, worden de risico's ook serieuzer.

In dit hoofdstuk bieden we beleidsmakers en politici een aantal handelingsopties om de risico's rond immersieve technologieën te mitigeren en kansen te benutten. We delen de handelingsopties op in drie categorieën: wet- en regelgeving, kennis- en capaciteitsopbouw en stimuleringsmaatregelen.

Figuur 8 Handelingsopties voor beleidsmakers en politici



5.1 Wet- en regelgeving

Versterk de informatiepositie van XR-gebruikers

XR-apparaten verzamelen verschillende soorten fysieke en gedragsgegevens, waar in veel gevallen toestemming van de gebruiker voor nodig is vanuit de AVG. Zoals we in hoofdstuk 4 hebben gezien, roept de vereiste toestemming in de praktijk van XR verschillende vragen op. Als gebruikers niet op de hoogte zijn van de gegevens die over hen verzameld worden en wat mogelijke toepassingen zijn, is de verleende toestemming niet betekenisvol. Op zijn minst moet volgens de AVG aan gebruikers op een begrijpelijke manier worden uitgelegd welke persoonlijk data worden verzameld, hoe deze worden verwerkt, voor welk doeleinde en hoe lang ze bewaard blijven. In de praktijk lijkt dit onvoldoende te gebeuren. Informatie over de analyse en verwerking van gegevens door de XR-apparaten die nu op de markt zijn, bleek tijdens dit onderzoek moeilijk toegankelijk.

Om de informatiepositie van XR-gebruikers te versterken, is het aan te bevelen om dataverkeer tussen brillen onafhankelijk te (laten) onderzoeken, consumenten over de uitkomsten voor te lichten en aanbieders waar nodig aan hun verplichtingen te houden als het gaat om de informatievoorziening aan en toestemmingsverlening door consumenten.

Versterk de privacy van XR-gebruikers

Uit de fysieke en gedragsgegevens zoals oog-, hoofd- en lichaamsbewegingen en hartslag en breinactiviteit die via XR-apparaten kunnen worden verzameld, kan zeer

intieme informatie worden afgeleid. Zoals we in hoofdstuk 4 hebben gezien, levert de combinatie van de AVG, AI Act en DSA zeker een bescherming op tegen bepaalde typen analyse en toepassing van data. Maar als grootschalige dataverzameling voortduurt, bestaat er risico op misbruik door doelverschuiving en manipulatie, ook als dit bij wet verboden wordt.

We zien meerdere handelingsopties om de privacy van XR-gebruikers te beschermen. Een van die opties is het verruimen van het uit de AVG afkomstige begrip 'biometrische gegevens'. 'Biometrische gegevens' hebben een bijzondere bescherming in de AVG, maar zoals we in hoofdstuk 4 hebben gezien is de definitie vrij smal. Het EP stelt in de context van de AI Act voor dit begrip te verruimen. De definitie komt echter ook terug in de AVG en de daaraan gekoppelde DSA, dus het verdient aanbeveling om naar mogelijkheden te zoeken ook daar de definitie te verruimen. Hiermee zou een groter deel van de fysieke en gedragsgegevens die via XR verzameld kunnen worden, zoals pupilreflexen en neurodata, een bijzondere bescherming krijgen.

Een andere optie is het verbieden van de verzameling van bepaalde type data, omdat de risico's van verkeerd gebruikt te groot zijn. Belangrijke aandachtspunten hierbij zijn het verzamelen van de pupilreflex en neurodata. Beide types fysieke en gedragsgegevens kunnen zo veel intieme informatie prijsgeven, dat beleidsmakers en politici zich moeten afvragen of dat wel veilig kan bij grootschalige consumententoepassingen.

Een derde optie is het onder de aandacht brengen van de volgens de AVG verplichte 'voorafgaande raadpleging'. Dit houdt in dat wanneer nieuwe manieren van gegevensgebruik door XR-aanbieders leiden tot overduidelijk grote of onoverzichtelijke risico's, zij eerst toestemming en advies moeten vragen aan de toezichthouder, de Autoriteit Persoonsgegevens.¹⁴⁹ Dergelijke risico's bestaan voor bijvoorbeeld XR-BCI-combinaties en analyses van pupilreflexen. Het is ons niet bekend of deze consultaties al hebben plaatsgevonden, maar zo niet, dan zou de Autoriteit Persoonsgegevens aanbieders proactief op deze verplichting kunnen wijzen.

Bescherm de rechten van niet-gebruikers van XR

Niet-gebruikers van XR-apparaten hebben geen mogelijkheid om een privacyverklaring te lezen als zij geconfronteerd worden met sensoren van XR-gebruikers in de publieke ruimte. Wanneer XR-apparaten en toepassingen grootschalig door zouden breken in de samenleving, kan dit de privacy en zelfbeschikking van niet-gebruikers aantasten, bijvoorbeeld wanneer anderen een AR-filter over hen heen leggen of wanneer een publieke ruimte van karakter wijzigt omdat XR-gebruikers deze anders gebruiken (denk aan Pokémon-Go). Beleidsmakers en politici kunnen overwegen om ontwikkelaars van XR-apparaten en toepassingen nu al duidelijk te maken welk gebruik van XR in

¹⁴⁹ Artikel 36 AVG en Autoriteit Persoonsgegevens, z.d.

publieke ruimten zij (on)wenselijk achten en daarmee de doorontwikkeling in goede banen leiden. Gezien de risico's voor zelfbeschikking en democratie, kan een verbod zelfs overwogen worden.

De rechten van niet XR-gebruikers zijn nog op een andere manier in het geding als XR grootschalig door zou breken. Als de samenleving steeds verder digitaliseert, wordt het verschil tussen mensen die kunnen profiteren van digitale technologie en mensen die dit niet kunnen steeds groter. Dit onderstreept het belang van de door het kabinet ingezette beleidslijn "Iedereen kan meedoen".¹⁵⁰ Het zou daarbij niet alleen moeten gaan om het bijbrengen van digitale vaardigheden. Ook de optie om niet mee te doen, moet beschikbaar blijven.

Leg de verantwoordelijkheden van XR-aanbieders vast

We hebben gezien dat met een mogelijke doorbraak van immersieve technologieën, serieuze maatschappelijke risico's ontstaan en publieke waarden onder druk komen te staan. Met een grote maatschappelijke impact, komt een grote maatschappelijke verantwoordelijkheid voor bedrijven om risico's te voorkomen en mitigeren.¹⁵¹ Er zijn verschillende routes om de verantwoordelijkheid van XR-aanbieders met wet- en regelgeving vast te leggen en af te dwingen. Hieronder bespreken we twee wetten die op het moment van schrijven binnen de EU in ontwikkeling zijn.

De AI-Verordening kan bescherming bieden ten aanzien van allerlei actuele en potentiële toepassingen van immersieve technologieën die risico's meebrengen voor (mentale) privacy, zelfbeschikking, veiligheid en gezondheid. Een aantal voorstellen die het Europees Parlement heeft gedaan, slagen daar in het bijzonder in. Het gaat dan onder meer om de volgende voorstellen:

- een verruiming van bescherming van biometrische gegevens met 'op biometrie gebaseerde gegevens',
- een verruiming van het verbod op subliminale technieken,
- een verruiming van het verbod op misbruik van kwetsbaarheden van mensen,
- een verbod op het gebruik van biometrische systemen voor identificatie op afstand in *real time* in openbare ruimten,
- transparantie over de interactie met AI-systemen, zoals een AI-gegenereerde avatar of chatbotalgoritme in XR, en
- een verplichting voor aanbieders van hoog risico AI-systemen om een *fundamental rights impact assessment* uit te voeren.

¹⁵⁰ Ministerie van Algemene Zaken, 'Werkagenda Waardengedreven Digitaliseren - Rapport - Rijksoverheid.nl', 1 november 2022.

¹⁵¹ OECD, 'Guidelines for MNEs - Organisation for Economic Co-Operation and Development'; B-Tech, 'The UN Guiding Principles in the Age of Technology - A B-Tech Foundational Paper', 2020.

Daarnaast is er specifiek aandacht nodig van beleidsmakers en toezichhouders als de standaarden voor AI-systemen verder worden ingevuld, omdat deze onder andere zullen bepalen wat als gepaste risicomaatregel zal worden beschouwd.¹⁵²

Ook wanneer bovengenoemde wet- en regelgeving wordt aangenomen, zullen beleidsmakers en politici rekening moeten houden met de noodzaak voor verdere regulering. Dit komt mede doordat het om een zich snel ontwikkelend veld gaat, nog niet alle mogelijke AI-risico's in beeld zijn, en XR niet specifiek of direct geadresseerd wordt in de AI-Verordening.¹⁵³

De nog niet eerdergenoemde *Corporate Sustainability Due Diligence Directive* die momenteel ook in triloof fase is in Europa, biedt een kans om een wettelijke bodem te leggen als het gaat om de maatschappelijke verantwoordelijkheden van grote XR-aanbieders. Deze wet in wording legt grote bedrijven de verplichting op om hun maatschappelijke risico's in kaart te brengen en hier actie op te ondernemen en verantwoording over af te leggen. Met behulp van het principe van 'gepaste zorgvuldigheid' (in het Engels *Due Diligence*) biedt deze wet de ruimte om ook toekomstige risico's te adresseren. Bedrijven die nu (nog) niet onder bepaalde regulering vallen, kan zo in ieder geval een basisverantwoordelijkheid worden opgelegd om mensenrechten en het milieu te respecteren.¹⁵⁴

Zet in op veilige XR-omgevingen

Het onderzoek heeft een aantal veiligheidsrisico's van immersieve technologieën geïdentificeerd, waaronder identiteitsmisbruik, virtueel vandalisme en virtuele aanranding en verkrachting. Gezien de risico's voor individuele schade en voor het onderlinge vertrouwen van burgers en democratische processen, is identiteitsmisbruik een belangrijk aandachtspunt.¹⁵⁵ Het kabinet gaf in een kabinetsreactie van juni 2023 op een tweetal onderzoeken aan een verbod op impersonatie te ver te vinden gaan.¹⁵⁶ Dan is het zaak te onderzoeken hoe gebruikers in XR controle kunnen houden over hun eigen beeltenis en hoe identiteitsmisbruik voorkomen kan worden.

Virtueel vandalisme is momenteel nog niet strafbaar.¹⁵⁷ Dit zou opgelost kunnen worden door met een technologie-onafhankelijke interpretatie het juridische begrip over schade te verbreden naar virtuele schade.

¹⁵² Veale and Borgesius

¹⁵³ Zie ook: Car, Madiaga, en Niestadt, 'Metaverse. Opportunities, risks and policy implications', 7, 24 juni 2022.

¹⁵⁴ Ministerie van Buitenlandse Zaken, 'NCP Analyse van de concept CSDDD a.d.h.v. de OESO-richtlijnen - Publicatie - Nationaal Contactpunt OESO-richtlijnen', 26 juli 2023; European Commission, 'Corporate Sustainability Due Diligence Directive', 23 februari 2022.

¹⁵⁵ Rathenau Instituut, 'Verantwoord virtueel. Bescherm consumenten in virtual reality', 2019; Schermer en van Ham, 'Regulering van Immersieve Technologieën', augustus 2021.

¹⁵⁶ *Kamerstukken II 2022/2023*, 26 643, nr. 1041, bijlage II

¹⁵⁷ Schermer en van Ham, 'Regulering van Immersieve Technologieën', augustus 2021.

Verder kan het gezien het reële risico op virtuele aanranding en verkrachting behulpzaam zijn om aan de hand van concrete (toekomst)scenario's te onderzoeken welke leemtes er nog bestaan voor bescherming tegen virtuele seksuele misdrijven met het nieuwe wetsvoorstel Wet seksuele misdrijven. Ook zou de overheid kunnen overwegen helderheid te verschaffen over de interpretatie van deze wet in relatie tot virtuele zedenmisdrijven.¹⁵⁸

Verheldering van normen op het moment dat een technologie nog niet is doorgebroken, kan ontwikkelaars richting geven. Daarnaast geeft het gebruikers zicht op wat wel en niet toelaatbaar is, en kan het potentiële daders afschrikken.

5.2 Kennis- en capaciteitsopbouw

Versterk de capaciteit van toezichthouders

De combinatie van veel nieuwe wetgeving uit de EU en snel ontwikkelende technologieën als XR en generatieve AI, stelt toezichthouders voor een enorme uitdaging. Zij hebben financiering en kennis nodig om XR-apparaten en toepassingen te kunnen monitoren.

Ons onderzoek levert hiervoor een aantal suggesties op:

- Het werken met scenario's van concrete, hypothetische situaties van rechtenschendingen in relatie tot XR kan toezichthouders helpen om hun rol te verduidelijken en scherper in kaart te brengen welke onderdelen van immersieve technologieën bijvoorbeeld onder de AVG, DSA, DMA en aankomende AI-verordening zullen vallen.
- Bij het toezicht op de DSA en straks de AI-verordening vanuit de EU zou expliciet aandacht gevraagd kunnen worden voor platforms met immersieve elementen en waar nodig aangedrongen worden op risico-inschattingen en mitigatieplannen.
- Het periodiek monitoren van de effectiviteit van toezicht en handhaving in de context van immersieve technologie kan helpen om eventuele hiaten in het toezicht op tijd te signaleren.

¹⁵⁸ Ook het JRC, het onderzoeksbureau van de Europese Commissie dat voor de EU onderzoek heeft gedaan naar kansen en risico's van virtuele werelden, schrijft dat wetgeving mogelijk opnieuw geïnterpreteerd moet worden. Zie: Hupont Torres e.a., *Next Generation Virtual Worlds*, 34, 2023.

Verken de noodzaak voor een betere bescherming van de vrijheid van gedachten

In hoofdstuk 3 beschrijven we dat er risico's verbonden zijn aan de mogelijkheid van neurotechnologieën, zoals BCI, om hersenactiviteiten van gebruikers te meten. Er is internationaal al debat ontstaan over de noodzaak voor bescherming van neurorechten. Zowel in Frankrijk¹⁵⁹, Spanje¹⁶⁰ als Groot-Brittannië¹⁶¹ zijn er al initiatieven om burgers te beschermen tegen de risico's van het uitlezen van hersenactiviteiten.

Overweeg om aan te sluiten bij het internationale debat over neurorechten, en te verkennen of aanpassingen van mensenrechtenkaders wenselijk zijn om de vrijheid van gedachten internationaal te waarborgen. In 2024 zal naar verwachting een VN-rapport verschijnen over neurorechten, waarover een debat zal worden gevoerd.¹⁶²

Organiseer het publieke debat over de lange termijn impact van immersieve technologieën op mens en samenleving

In 1997 leidde de ontwikkeling van biomedische technologie tot het Verdrag inzake de rechten van de mens en de biogeneeskunde (het verdrag van Oviedo). Daarmee wordt menselijke waardigheid beschermd ten opzichte van technologie in ons lichaam.¹⁶³

Eenzelfde bescherming van menselijke waardigheid bestaat nog niet voor immersieve technologie, die nog net niet in ons lichaam kruipt, maar wel heel dicht op de huid zit. Hyperpersonalisatie en het inbrengen van nog meer digitale technologie in ons dagelijkse blikveld, kan onze omgang met elkaar drastisch veranderen. Dat betekent dat bij het stimuleren en toepassen van immersieve technologieën goed moet worden gekeken naar hoe het bijdraagt aan publieke waarden, en wat er potentieel verloren gaat. Zo zouden immersieve technologieën moeten bijdragen aan menswaardiger contact en niet aan een verdere verschraving ervan.

Door vroegtijdig de samenleving te betrekken bij het nadenken over de mogelijke impact en gewenste ontwikkeling van immersieve technologieën, kunnen beleidsmakers en politici bijdragen aan technologisch burgerschap, mondige burgers en consumenten.

¹⁵⁹ International Bioethics Commission, 'Ethical issues of neurotechnology', 2021.

¹⁶⁰ La Moncla, 'The Government Adopts the Digital Rights Charter to Articulate a Reference Framework to Guarantee Citizens' Rights in the New Digital Age', 14 juli 2023.

¹⁶¹ Department for Science, Innovation and Technology, 'Regulatory Horizons Council', 30 november 2022.

¹⁶² UNESCO, 'Ethics of Neurotechnology', 17 juli 2023.

¹⁶³ Van Est, R. & J.B.A. Gerritsen, with the assistance of L. Kool, Human rights in the robot age: Challenges arising from the use of robotics, artificial intelligence, and virtual and augmented reality – Expert report written for the Committee on Culture, Science, Education and Media of the Parliamentary Assembly of the Council of Europe (PACE), The Hague: Rathenau Instituut 2017

Bevorder onderzoek naar (langetermijn)effecten van het gebruik van XR

Er is vrijwel geen zicht op langetermijneffecten op de mentale en fysieke gezondheid van consumentengebruik van XR. Veel onderzoekers wijzen op de vele onderzoeksvraagstukken over de risico's die beantwoord zouden moeten worden (zie hoofdstuk 2).

Ook over de verwachte milieueffecten bestaat onduidelijkheid. Op dit moment bestaan er verschillende claims over de milieuwinst die met immersieve technologieën zouden kunnen behaald worden, bijvoorbeeld doordat reisbewegingen van mensen en consumptie van producten worden beperkt. Daartegenover staat dat de software veel data verwerken, wat veel energie verbruikt en ook grondstoffen kost. Het verdient aanbeveling om verschillende scenario's van het gebruik van immersieve technologieën door te rekenen, om een realistisch beeld te krijgen van de mogelijke milieuwinst- en kosten van een toekomst met immersieve technologieën.

5.3 Stimuleringsmaatregelen

Stimuleer public values by design

Op het moment dat XR-hardware, software en toepassingen worden ontwikkeld, is het al mogelijk om in het ontwerp rekening te houden met risico's voor publieke waarden. De softwarecode van immersieve technologieën kan de online omgeving vormgeven en invloed uitoefenen op gedrag van gebruikers. Ontwikkelaars kunnen er bijvoorbeeld voor kiezen om een optie voor een *privacy bubble* te ontwikkelen, waarmee gebruikers kunnen instellen dat er geen mogelijkheid is om privé met ze te chatten. Of ze kunnen het onmogelijk maken om een avatar van een andere gebruiker te dichtbij te benaderen.¹⁶⁴ ¹⁶⁵ Ontwikkelaars kunnen een maximumsnelheid instellen waarbij de apparatuur veilig gebruikt kan worden om bijvoorbeeld te voorkomen dat het in het verkeer wordt gebruikt. Producenten kunnen ervoor kiezen om van immersieve apparaten met zo min mogelijk sensoren uit te rusten, zodat een minimale hoeveelheid data wordt verzameld. Deze data kunnen op het apparaat worden geanalyseerd (*on device processing*) om de privacy van de gebruiker te beschermen.

Wanneer overheden de ontwikkeling van immersieve technologieën via subsidies en andere investeringen stimuleren, kunnen zij als voorwaarde stellen dat indieners aantonen hoe zij maatschappelijk bijdragen, en wat ze doen om risico's te voorkomen.

¹⁶⁴ Fernandez en Hui, 'Life, the Metaverse and Everything', 24 maart 2022.

¹⁶⁵ Culliford, "Facebook Owner Meta Adds Tool to Guard against Harassment in Metaverse," February 4, 2022.

Stimuleer Europese alternatieven voor XR-hardware en de ontwikkeling van publieke immersieve ruimtes

Een van de risico's die we in deze scan beschrijven, is de aanhoudende of toenemende afhankelijkheid van private partijen voor XR-diensten. Een manier om dat risico te mitigeren is door Europese alternatieven te stimuleren en te investeren in *open source* alternatieven zonder winstoogmerk. De Europese Commissie schrijft in haar visie op virtuele werelden dat ze inzet op een Europese markt waar binnen Europese bedrijven kunnen opschalen en internationaal kunnen concurreren. Dat zou een deel van het probleem ondervangen. Dan is het alleen wel zaak dat deze bedrijven dit doen vanuit publieke waarden, anders materialiseren de overige risico's alsnog.

Daarnaast zou het zinvol kunnen zijn om nu al in Nederland werk te maken van het inrichten van een publieke ruimte in XR, zoals het non-profit netwerk Pubhubs een *community*-platform aan het maken is als alternatief voor het gebruik van sociale media door publieke instellingen. Een dergelijke aanpak helpt om publieke waarden in de ontwerpfase mee te nemen, te ontdekken waar men tegenaan loopt en zo nodig aanvullend beleid te maken. Dit draagt bij aan het opbouwen van kennis en capaciteit over immersieve technologieën binnen Nederland, waarmee aan een onafhankelijke positie wordt gewerkt.

5.4 Conclusie

In dit hoofdstuk hebben we een aantal opties aangereikt om de risico's van immersieve technologieën te beperken. Er zijn echter een aantal risico's inherent verbonden aan deze technologieën, die in zekere mate zullen blijven bestaan als de technologieën breed geadopteerd worden. Dat heeft te maken met de intieme data die verzameld worden of zullen gaan worden in de toekomst. Zodra deze data beschikbaar zijn, kunnen ze voor andere doeleinden gebruikt worden tegen het publieke belang in. Dat dat een reëel risico is, weten we uit de vele eerdere voorbeelden van doelverschuiving (zie hoofdstuk 3).

De politiek zal een keuze moeten maken over een aantal fundamentele kwesties: waar kunnen immersieve technologieën publieke waarden helpen bestendigen en verwezenlijken (bijvoorbeeld bij therapeutische toepassingen die aantoonbaar gezondheidswinst opleveren). En waar zouden deze technologieën helemaal niet toegepast moeten worden, omdat ze publieke waarden te zeer aantasten (bijvoorbeeld bij: grootschalige adoptie van dataverzamelande XR-apparaten in scholen)? En zijn er bepaalde typen data, zoals neurodata en pupilreflexen, die überhaupt niet verzameld zouden mogen worden, omdat ze zo veel over ons vertellen en misbruik een realistisch scenario is? In hoeverre is verdergaande hyperpersonalisatie wenselijk in publieke ruimten, of zouden bepaalde domeinen XR-vrij moeten blijven?

Omdat immersieve technologieën nu nog niet grootschalig zijn doorgebroken, hebben beleidsmakers en politici de mogelijkheid de ontwikkeling en adoptie van deze technologieën bij te sturen. Een veel gehoorde vrees bij beleidsmakers is dat regelgeving innovatie remt,¹⁶⁶ maar hier is ook een ander perspectief mogelijk. Eerder schreef het Rathenau Instituut een essay over de relatie tussen beleid en technische innovaties. Daarin lieten we zien dat regulering ook een stimulerende en sturende rol kan spelen bij technologische innovaties. Denk bijvoorbeeld aan de innovatie-aanjagende werking van de strenge emissienormen voor voertuigen of het (impliciete) verbod op gloeilampen. Regelgeving kan ook controversiële innovaties tegengaan: denk bijvoorbeeld aan het verbod op klonen.¹⁶⁷ Daarmee kunnen bepaalde ontwikkelrichtingen ontmoedigd worden, door nu al bepaalde dataverzameling en verwerking te verbieden en gedragingen strafbaar te stellen. De uitdaging voor beleidsmakers en politici is dus om te bepalen op welke manier de overheid de innovatiedynamiek rondom immersieve technologieën wil bijsturen, vanuit haar plicht om de rechten van burgers en publieke waarden te beschermen.

¹⁶⁶ Minister voor Rechtsbescherming en Minister van Justitie en Veiligheid, 'Kamerstukken II 2022/2023, 26 643, nr. 1041', 16 juni 2023, 16 juni 2023.

¹⁶⁷ Rathenau Instituut, 'Met beleid vormgeven aan socio-technische innovatie. Essay in opdracht van de directie Kennis en Innovatie Strategie van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu', 2016.

Bijlage 1. Geraadpleegde beleidsmakers, experts en toezichthouders

Deelnemers werksessie beleidsmakers, 16 mei 2023

1. Bram de Rijk, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
2. Constantijn van der Eijk, (voormalig) ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
3. Dorine Dollekamp, ministerie van Binnenlandse Zaken
4. Ervin Ehlert, ministerie van Infrastructuur en Waterstaat
5. Gerard Munters, Belastingdienst
6. Jeroen Vonk, Sociale Verzekeringsbank
7. Lars Hulzebos, Uitvoeringsinstituut Werknemersverzekeringen
8. Lieske van Hemert, Belastingdienst
9. Marian Luursema, Politie
10. Noor Huijboom, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
11. Pauline Arts, Rijkswaterstaat
12. Shaif Ismail, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Deelnemers expertsessie, 13 juni 2023

1. Bart Schermer, Considerati
2. Christiaan Fruneaux, De Chrononauten
3. Eugene Kuipers, Fectar
4. Francisca Wals, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
5. Frederike Mandes, Hogeschool Rotterdam
6. Gijs Huisman, Technische Universiteit Delft
7. Harmen van Sprang, Sharing Cities Alliance
8. Isabelle Udo, VideOrbit Studio
9. John Walker, SURF
10. Rivka van de Sande, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
11. Rufus Baas, Metaverse Werkplaats
12. Sander Veenhof, SNDRV
13. Sebastiaan Crul, Freedom Lab
14. Tilo Hartman, Vrije Universiteit Amsterdam
15. Tom Demeyer, Waag
16. Shaif Ismail, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
17. Sylvie Dijkstra-Soudarissanane, TNO

Deelnemers sessie toezichthouders, 21 augustus 2023

1. [Naam bekend bij Rathenau Instituut], Rijksinspectie Digitale Infrastructuur
2. Fiona Vening, Reclame Code Commissie
3. Jan Willem Zevenhuizen, Inspectieraad
4. Jorien Scholtens, Commissariaat voor de Media
5. Justin Hoegen Dijkhof, College voor de Rechten van de Mens
6. Sela Kooter, Commissariaat voor de Media
7. [Naam bekend bij Rathenau Instituut], Rijksinspectie Digitale Infrastructuur
8. [Naam bekend bij Rathenau Instituut], Autoriteit Persoonsgegevens

Geïnterviewden

Artificiële Intelligentie Verordening

1. Floris Kreiken, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties
2. Monika Milanovic, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Wet inzake Digitale Markten

1. Judith Nivard, ministerie van Economische Zaken en Klimaat
2. Mijntje Jansen, ministerie van Economische Zaken en Klimaat

Wet inzake Digitale Diensten

1. Caroline de Vries, ministerie van Economische Zaken en Klimaat
2. Maarten van Waveren, ministerie van Economische Zaken en Klimaat
3. Rivka van der Sande, ministerie van Binnenlandse Zaken en Koninkrijksrelaties

Bijlage 2. Populaire XR-apparaten op de markt

Naam	Jaar	Ontwikkelaar	Sensoren	Toepassing
Hololens 2	2019	Microsoft	Dieptecamera, IMU, oogtracking	<i>Augmented Reality</i> , industriële toepassingen
Meta Quest 2	2020	Meta	Gyroscoop, versnellingsmeter, nabijheidssensor, 4 infrarood camera's, front-facing camera's	Gaming, VR-ervaringen, sociale interactie, onderwijs
Pico 4	2021	ByteDance	Gyroscoop, versnellingsmeter	Gaming, VR-ervaringen
HTC Vive Pro 2	2021	HTC	StoomVR-tracking, gyroscoop, versnellingsmeter, nabijheidssensor (proximity), <i>interpupillary distance sensor</i>	Gaming, professioneel gebruik
Meta Quest Pro	2022	Meta	Gyroscoop, versnellingsmeter, nabijheidssensor, 5 infrarood oog- en gezichtstracking sensoren	Gaming, professioneel gebruik, development
Varjo XR-3	2023	Varjo	LiDAR, camera's voor eye tracking, camera's voor positietracking	Professioneel gebruik, simulatie, training
Magic Leap 2	2023	Magic Leap	Dieptecamera, RGB camera, 3 camera's voor positietracking, omgevingslichtsensor, 2 camera's voor eye-tracking, versnellingsmeter, gyroscoop, hoogtemeter (altimeter), magnetometer	<i>Augmented Reality</i> , entertainment, professioneel gebruik
Sony Playstation VR 2	2023	Sony	Versnellingsmeter, gyroscoop, camera-based tracking, IR camera's voor eye tracking	Gaming, VR-ervaringen gekoppeld aan PlayStation met USB-C kabel

Bron: Rathenau Instituut, op basis van technische specificaties van XR-apparaten

Literatuurlijst

Adobe. 'Remove Objects in Photoshop'. Geraadpleegd 1 september 2023. <https://www.adobe.com/products/photoshop/remove-object.html>.

Agencia Española Protección Datos. 'Neurodata. Privacy and Protection of Personal Data'. AEPD, 18 januari 2023. <https://www.aepd.es/en/prensa-y-comunicacion/blog/neurodata-privacy-and-protection-of-personal-data-II>.

Aiello, Stephen, Thomas Cochran, en Charles Sevigny. 'The Affordances of Clinical Simulation Immersive Technology within Healthcare Education: A Scoping Review'. *Virtual Reality*, 14 januari 2023. <https://doi.org/10.1007/s10055-022-00745-0>.

Alsop, Thomas. 'Augmented Reality (AR) and Virtual Reality (VR) Headset Shipments Worldwide from 2020 to 2023'. Statista, 3 juli 2023. <https://www.statista.com/statistics/653390/worldwide-virtual-and-augmented-reality-headset-shipments/>.

Alsop, Thomas. 'Extended Reality (XR) Market Size Worldwide from 2021 to 2026'. Statista, maart 2023. <https://www.statista.com/statistics/591181/global-augmented-virtual-reality-market-size/>.

Araiza-Alba, Paola, Therese Keane, Won Sun Chen, en Jordy Kaufman. 'Immersive Virtual Reality as a Tool to Learn Problem-Solving Skills'. *Computers & Education* 164 (1 april 2021): 104121. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104121>.

Artuso, Joseph. 'Neurotechnology and VR Combined – Meet Galea'. *Varjo.Com* (blog), 15 november 2022. <https://varjo.com/vr-lab/combining-vr-and-neurotechnology-with-openbcis-galea/>.

Barry, Dana M., Nobuyuki Ogawa, Asanka Dharmawansa, Hideyuki Kanematsu, Yoshimi Fukumura, Tatsuya Shirai, Kuniaki Yajima, en Toshiro Kobayashi. 'Evaluation for students' learning manner using eye blinking system in metaverse'. *Procedia Computer Science*, Knowledge-Based and Intelligent Information & Engineering Systems 19th Annual Conference, KES-2015, Singapore, September 2015 Proceedings, 60 (1 januari 2015): 1195-1204. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2015.08.181>.

Bibri, Simon Elias, en Zaheer Allam. 'The Metaverse as a Virtual Form of Data-Driven Smart Cities: The Ethics of the Hyper-Connectivity, Datafication, Algorithmization, and Platformization of Urban Society'. *Computational Urban Science* 2 (28 juli 2022): 2-22. <https://doi.org/10.1007/s43762-022-00050-1>.

Bradley, Margaret M., Laura Miccoli, Miguel A. Escrig, en Peter J. Lang. 'The Pupil as a Measure of Emotional Arousal and Autonomic Activation'. *Psychophysiology* 45, nr. 4 (2008): 602-7. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8986.2008.00654.x>.

Bradshaw, Tim, en Leo Lewis. 'Advertisers set for a piece of "Pokémon Go" action'. *Financial Times*, 13 juli 2016. <https://www.ft.com/content/75942b12-48ba-11e6-b387-64ab0a67014c>.

B-Tech. 'The UN Guiding Principles in the Age of Technology - A B-Tech Foundational Paper', 2020.

Burrai, Francesco, Marco Sguanci, Giorgia Petrucci, Maria Grazia De Marinis, en Michela Piredda. 'Effectiveness of Immersive Virtual Reality on Anxiety, Fatigue and Pain in Patients with Cancer Undergoing Chemotherapy. A Systematic Review and Meta-Analysis'. *European Journal of Oncology Nursing* 64 (1 juni 2023): 102340. <https://doi.org/10.1016/j.ejon.2023.102340>.

Car, Polona, Tambiama André Madiaga, en Maria Niestadt. 'Metaverse. Opportunities, risks and policy implications'. Think Tank European Parliament, 24 juni 2022. [https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI\(2022\)733557](https://www.europarl.europa.eu/thinktank/en/document/EPRS_BRI(2022)733557).

Casey, Peter, Ibrahim Baggili, en Ananya Yarramreddy. 'Immersive virtual reality attacks and the human joystick'. *IEEE Transactions on Dependable and Secure Computing* 18, nr. 2 (maart 2021): 550-62. <https://doi.org/10.1109/TDSC.2019.2907942>.

CLICKNL. 'Creative Industries Immersive Impact Coalition'. Geraadpleegd 31 augustus 2023. <https://www.clicknl.nl/immersive-content/>.

Cornet, Liza, Jean-Louis van Gelder, en Anouk den Besten. 'Virtual reality en augmented reality in justitiële context'. Universiteit Twente, 2019. https://ris.utwente.nl/ws/portalfiles/portal/107053177/Rapport_VRAR_in_justitie_context.pdf.

Corrigan, Niamh, Costina-Ruxandra Păsăreanu, en Alexandra Voinescu. 'Immersive Virtual Reality for Improving Cognitive Deficits in Children with ADHD. A Systematic Review and Meta-Analysis'. *Virtual Reality*, 18 februari 2023. <https://doi.org/10.1007/s10055-023-00768-1>.

Cox, Joseph. 'How the U.S. Military Buys Location Data from Ordinary Apps'. *Vice* (blog), 16 november 2020. <https://www.vice.com/en/article/jgqm5x/us-military-location-data-xmode-locate-x>.

Culliford, Elizabeth. 'Facebook Owner Meta Adds Tool to Guard against Harassment in Metaverse'. *Reuters*, 4 februari 2022, sec. Technology. <https://www.reuters.com/technology/facebook-owner-meta-adds-tool-guard-against-harassment-metaverse-2022-02-04/>.

Deckmyn, Dominique. 'Microsoft trekt stekker uit virtuele wereld AltSpaceVR'. *De Standaard*, 23 januari 2023. https://www.standaard.be/cnt/dmf20230123_93527609.

Department for Science, Innovation and Technology. 'Regulatory Horizons Council: The Regulation of Neurotechnology'. GOV.UK, 30 november 2022. <https://www.gov.uk/government/publications/regulatory-horizons-council-the-regulation-of-neurotechnology>.

Digi-Capital. 'Augmented/Virtual Reality to hit \$150 billion disrupting mobile by 2020', april 2015. <https://web.archive.org/web/20170202005633/http://www.digi-capital.com/news/2015/04/augmentedvirtual-reality-to-hit-150-billion-disrupting-mobile-by-2020/#.WJKD03bP1qY>.

Dwivedi, Yogesh K., Laurie Hughes, Abdullah M. Baabdullah, Samuel Ribeiro-Navarrete, Mihalis Giannakis, Mutaz M. Al-Debei, Denis Dennehy, e.a. 'Metaverse beyond the Hype. Multidisciplinary Perspectives on Emerging Challenges, Opportunities, and Agenda for Research, Practice and Policy'. *International Journal of Information Management* 66 (oktober 2022): 102542. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2022.102542>.

European Commission. An EU initiative on Web 4.0 and virtual worlds. A head start in the next technological transition, Pub. L. No. SWD(2023)250 (2023). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A52023DC0442&qid=1693570460387>.

European Commission. 'Corporate Sustainability Due Diligence Directive', 23 februari 2022. https://commission.europa.eu/business-economy-euro/doing-business-eu/corporate-sustainability-due-diligence_en.

European Parliament, Directorate General for Parliamentary Research Services. *Tackling Deepfakes in European Policy*. LU: European Parliament (auteurs: Huijstee, M., P. Boheemen, D. Das et al.), 2021. <https://data.europa.eu/doi/10.2861/325063>.

Europees Parlement, en Raad van de Europese Unie. Verordening (EU) 2016/679 van het Europees Parlement en de Raad van 27 april 2016 betreffende de bescherming van natuurlijke personen in verband met de verwerking van persoonsgegevens en betreffende het vrije verkeer van die gegevens en tot intrekking van Richtlijn 95/46/EG (algemene verordening gegevensbescherming), Pub. L. No. 2012/0011/COD, 119 OJ L (2016). <http://data.europa.eu/eli/reg/2016/679/oj/nld>.

Europees Parlement, en Raad van de Europese Unie. Verordening (EU) 2022/1925 van het Europees Parlement en de Raad van 14 september 2022 over betwistbare en eerlijke markten in de digitale sector, en tot wijziging van Richtlijnen (EU) 2019/1937 en (EU) 2020/1828 (digitaalemarktenverordening), Pub. L. No. 2020/0374/COD (2022). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/ALL/?uri=CELEX:32022R1925>.

Europees Parlement, en Raad van de Europese Unie. Verordening (EU) 2022/2065 van het Europees Parlement en de Raad van 19 oktober 2022 betreffende een eengemaakte markt voor digitale diensten en tot wijziging van Richtlijn 2000/31/EG (digitaal dienstenverordening), Pub. L. No. 2020/0361/COD (2022). <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/NL/TXT/?uri=CELEX%3A32022R2065>.

Europese Commissie. An EU initiative on Web 4.0 and virtual worlds (2023). https://ec.europa.eu/info/law/better-regulation/have-your-say/initiatives/13757-Virtual-worlds-metaverses-a-vision-for-openness-safety-and-respect_en.

Europese Commissie. 'Verordening inzake digitale markten: voor eerlijke en open digitale markten', z.d. https://commission.europa.eu/strategy-and-policy/priorities-2019-2024/europe-fit-digital-age/digital-markets-act-ensuring-fair-and-open-digital-markets_nl.

Europol. *Policing in the metaverse. What law enforcement needs to know, an observatory report from the Europol Innovation Lab*. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.

<https://www.europol.europa.eu/cms/sites/default/files/documents/Policing%20in%20the%20metaverse%20-%20what%20law%20enforcement%20needs%20to%20know.pdf>.

Faccio, Mara, en John J. McConnell. 'Death by Pokémon GO. The Economic and Human Cost of Using Apps While Driving'. *Journal of Risk and Insurance* 87, nr. 3 (2020): 815-49. <https://doi.org/10.1111/jori.12301>.

Farokhmanesh, Megan. 'Will the metaverse live up to the hype? Game developers aren't impressed'. *Wired*, 19 januari 2023. <https://www.wired.com/story/metaverse-video-games-fortnite-zuckerberg/>.

Fernandez, Carlos Bermejo, en Pan Hui. 'Life, the Metaverse and Everything. An Overview of Privacy, Ethics, and Governance in Metaverse'. arXiv, 24 maart 2022. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2204.01480>.

Gao, Chen, Ayush Saraf, Jia-Bin Huang, en Johannes Kopf. 'Flow-edge guided video completion', 2020. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2009.01835>.

Gaudiosi, John. 'How Augmented Reality and Virtual Reality Will Generate \$150 Billion in Revenue by 2020'. Fortune, 25 april 2015. <https://fortune.com/2015/04/25/augmented-reality-virtual-reality/>.

Gerbrandy, Anna, en Pauline Phoa. 'The Power of Big Tech Corporations as Modern Bigness and a Vocabulary for Shaping Competition Law as Counter-Power'. In *Wealth and Power*, door Huub Brouwer, Michael Bennett, en Rutger Claassen, 166-85, 1ste dr. New York: Routledge, 2022. <https://doi.org/10.4324/9781003173632-11>.

Gesselman, Amanda N., Ellen M. Kaufman, Alexandra S. Marcotte, Tania A. Reynolds, en Justin R. Garcia. 'Engagement with emerging forms of sextech. Demographic correlates from a national sample of adults in the united states'. *Journal of Sex Research* 60, nr. 2 (2023): 177-89. <https://doi.org/10.1080/00224499.2021.2007521>.

Hall, Stefan, en Ryo Takahashi. 'Augmented and virtual reality. The promise and peril of immersive technologies'. McKinsey&Company, oktober 2017. <https://www.mckinsey.com/~media/McKinsey/Industries/Technology%20Media%20and%20Telecommunications/Media%20and%20Entertainment/Our%20Insights/Augmented%20and%20virtual%20reality%20The%20promise%20and%20peril%20of%20immersive%20technologies/Augmented-and-virtual-reality.pdf>.

Henskens, Renée, Bernd Wondergem, Jolanda Mooij, Christel van Zon, en Lisette Schoutens. "'Vergeet Mij Niet". Hoe ruziënde ouders in een virtuele omgeving de emoties van plegers van partnergeweld beïnvloeden'. *PROCES* 97, nr. 2 (2018): 86-97. <https://doi.org/10.5553/PROCES/016500762018097002003>.

Hunt, Elle. 'Faking It. How Selfie Dysmorphia Is Driving People to Seek Surgery'. *The Guardian*, 23 januari 2019, sec. Life and style. <https://www.theguardian.com/lifeandstyle/2019/jan/23/faking-it-how-selfie-dysmorphia-is-driving-people-to-see-surgery>.

Hupont Torres, I., V. Charisi, G. De Prato, K. Pogorzelska, S. Schade, A. Kotsev, M. Sobolewski, e.a. *Next Generation Virtual Worlds. Societal, Technological, Economic and Policy Challenges for the EU*. LU: Publications Office of the European Union, 2023. <https://data.europa.eu/doi/10.2760/51579>.

Huut, Thomas van. 'Waarom Disney's plannen voor de metaverse meer dan een hype zijn'. *NRC*, 26 juli 2022. <https://www.nrc.nl/nieuws/2022/07/26/disney-ziet-in-de-metaverse-de-virtuele-toekomst-a4137408>.

IMPAKT. 'Enter New Babylon. A Theatrical Virtual and Mixed Reality Installation'. Geraadpleegd 1 september 2023. <https://impakt.nl/events/2022/exhibition/enter-new-babylon>.

International Bioethics Commission. 'Ethical issues of neurotechnology'. UNESCO, 2021. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000383559>.

Johnson, Eric. 'Digi-Capital. Augmented Reality like HoloLens to Outpace Virtual Reality like Oculus'. *Vox*, 6 april 2015. <https://www.vox.com/2015/4/6/11561156/digi-capital-augmented-reality-like-hololens-to-outpace-virtual>.

Kaimara, Polyxeni, Andreas Oikonomou, en Ioannis Deliyannis. 'Could Virtual Reality Applications Pose Real Risks to Children and Adolescents? A Systematic Review of Ethical Issues and Concerns'. *Virtual Reality* 26, nr. 2 (1 juni 2022): 697-735. <https://doi.org/10.1007/s10055-021-00563-w>.

Kelly, Jonathan W., Stephen B. Gilbert, Michael C. Dorneich, en Kristi A. Costabile. 'Gender differences in cybersickness: Clarifying confusion and identifying paths forward'. In *2023 IEEE Conference on Virtual Reality and 3D User Interfaces Abstracts and Workshops (VRW)*, 283-88, 2023. <https://doi.org/10.1109/VRW58643.2023.00067>.

Kleygrewe, Lianne, Vana Hutter, Matthijs Koedijk, en Raoul Oudejans. 'Virtual reality training for police officers. A comparison of training responses in VR and real-life training'. *Police Practice and Research*, 9 februari 2023. <https://doi.org/10.1080/15614263.2023.2176307>.

La Biennale di Venezia. 'Biennale Cinema 2022. Eurydice, Een Afdaling in Oneindigheid', 6 juli 2022. <https://www.labiennale.org/en/cinema/2022/venice-immersive/eurydice-eeen-afdaling-oneindigheid-eurydice-descent-infinity>.

La Moncla. 'The Government Adopts the Digital Rights Charter to Articulate a Reference Framework to Guarantee Citizens' Rights in the New Digital Age', 14 juli 2023. https://www.lamoncloa.gob.es/lang/en/gobierno/news/Paginas/2021/20210713_rights-charter.aspx.

Laricchia, Federica. 'Number of smartphones sold to end users worldwide from 2007 to 2022'. Statista, 21 juli 2023. <https://www.statista.com/statistics/263437/global-smartphone-sales-to-end-users-since-2007/>.

Li, Fan, Amy J. C. Trappey, Ching-Hung Lee, en Li Li. 'Immersive Technology-Enabled Digital Transformation in Transportation Fields. A Literature Overview'. *Expert Systems with Applications* 202 (15 september 2022): 117459. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2022.117459>.

Li, Xin, Ding-Bang Luh, Ruo-Hui Xu, en Yi An. 'Considering the Consequences of Cybersickness in Immersive Virtual Reality Rehabilitation: A Systematic Review and Meta-Analysis'. *Applied Sciences* 13, nr. 8 (januari 2023): 1-27. <https://doi.org/10.3390/app13085159>.

Lum, Heather C., Richard Greatbatch, Grace Waldfogle, en Jacob Benedict. 'How Immersion, Presence, Emotion, & Workload Differ in Virtual Reality and Traditional Game Mediums'. *Proceedings of the Human Factors and Ergonomics Society Annual Meeting* 62, nr. 1 (september 2018): 1474-78. <https://doi.org/10.1177/1541931218621334>.

Madary, Michael, en Thomas K. Metzinger. 'Real Virtuality: A Code of Ethical Conduct. Recommendations for Good Scientific Practice and the Consumers of VR-Technology'. *Frontiers in Robotics and AI* 3 (2016). <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/frobt.2016.00003>.

Maples-Keller, Jessica L., Carly Yasinski, Nicole Manjin, en Barbara Olosov Rothbaum. 'Virtual Reality-Enhanced Extinction of Phobias and Post-Traumatic Stress'. *Neurotherapeutics* 14, nr. 3 (1 juli 2017): 554-63. <https://doi.org/10.1007/s13311-017-0534-y>.

McKinsey. 'Augmented and virtual reality: The promise and peril of immersive technologies McKinsey', 2017. <https://www.mckinsey.com/industries/technology-media-and-telecommunications/our-insights/augmented-and-virtual-reality-the-promise-and-peril-of-immersive-technologies>.

Meeuwissen, Marjanka. 'Juridische vervolging voor leuzen op Erasmusbrug moeilijk. "Je komt in een grijs gebied"'. RTL Nieuws, 2 januari 2023. <https://www.rtlnieuws.nl/nieuws/nederland/artikel/5356795/erasmusbrug-racistische-leuzen-projectie-nieuwjaarsnacht-rotterdam>.

Merel, Tim. 'Augmented and Virtual Reality to Hit \$150 Billion, Disrupting Mobile by 2020'. *TechCrunch* (blog), 6 april 2015. <https://techcrunch.com/2015/04/06/augmented-and-virtual-reality-to-hit-150-billion-by-2020/>.

Meta. 'Introducing Horizon Workrooms. Remote Collaboration Reimagined', 19 augustus 2021. <https://about.fb.com/news/2021/08/introducing-horizon-workrooms-remote-collaboration-reimagined/>.

Meta. 'The Facebook Company Is Now Meta', 28 oktober 2021. <https://about.fb.com/news/2021/10/facebook-company-is-now-meta/>.

Milgram, Paul, en Fumio Kishino. 'A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays'. *IEICE Transactions on Information and Systems* 77, nr. 12 (1994): 1321-29.

Miller, Mark Roman, Fernanda Herrera, Hanseul Jun, James A. Landay, en Jeremy N. Bailenson. 'Personal Identifiability of User Tracking Data during Observation of 360-Degree VR Video'. *Scientific Reports* 10, nr. 1 (15 oktober 2020): 17404. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-74486-y>.

Minister voor Rechtsbescherming, en Minister van Justitie en Veiligheid. Kamerstukken II 2022/2023, 26 643, nr. 1041. Beleidsreactie op de WODC-onderzoeken naar de regulering van deepfakes en immersieve technologieën'. 16 juni 2023. https://www.tweedekamer.nl/kamerstukken/brieven_regering/detail?id=2023D26691&did=2023D26691.

Ministerie van Algemene Zaken. 'Werkagenda Waardengedreven Digitaliseren - Rapport - Rijksoverheid.nl'. Rapport. Ministerie van Algemene Zaken, 1 november 2022. <https://www.rijksoverheid.nl/documenten/rapporten/2022/11/04/bijlage-1-werkagenda-waardengedreven-digitaliseren>.

Ministerie van Buitenlandse Zaken. 'NCP Analyse van de concept CSDDD a.d.h.v. de OESO-richtlijnen - Publicatie - Nationaal Contactpunt OESO-richtlijnen'. Publicatie. Ministerie van Buitenlandse Zaken, 26 juli 2023. <https://www.oesorichtlijnen.nl/documenten/publicatie/2023/07/26/analyse-concept-corporate-sustainability-due-diligence-directive-adhv-de-oeso-richtlijnen>.

Norwegian Board of Technology, en Norwegian National Human Rights Institution. 'The Metaverse and Human Rights'. Oslo, 24 april 2023. <https://www.nhri.no/en/2023/the-metaverse-and-human-rights/>.

Nxt Museum. 'WHOLELAND', 2022. <https://nxtmuseum.com/nl/artist/wholeland-the-fabricant/>.

O'Brolcháin, Fiachra, Tim Jacquemard, David Monaghan, Noel O'Connor, Peter Novitzky, en Bert Gordijn. 'The Convergence of Virtual Reality and Social Networks. Threats to Privacy and Autonomy'. *Science and Engineering Ethics* 22, nr. 1 (2016): 1-29. <https://doi.org/10.1007/s11948-014-9621-1>.

OECD. 'Guidelines for MNEs - Organisation for Economic Co-Operation and Development'. Geraadpleegd 15 juli 2021. <https://mneguidelines.oecd.org/rbc-and-digitalisation.htm>.

Orel, Marko. 'Escaping reality and touring for pleasure. The future of virtual reality pornography'. *Porn Studies* 7, nr. 4 (1 oktober 2020): 449-53. <https://doi.org/10.1080/23268743.2020.1777895>.

Pahi, Suchismita, en Calli Schroeder. 'Extended Privacy for Extended Reality. XR Technology Has 99 Problems and Privacy Is Several of Them'. *Notre Dame Journal on Emerging Technologies* 4 (28 augustus 2022). <https://doi.org/10.2139/ssrn.4202913>.

Palacios-Navarro, Guillermo, en Neville Hogan. 'Head-Mounted Display-Based Therapies for Adults Post-Stroke. A Systematic Review and Meta-Analysis'. *Sensors* 21, nr. 4 (januari 2021): 1111. <https://doi.org/10.3390/s21041111>.

Pallavicini, Federica, en Alessandro Pepe. 'Comparing Player Experience in Video Games Played in Virtual Reality or on Desktop Displays: Immersion, Flow, and Positive Emotions'. In *Extended Abstracts of the Annual Symposium on Computer-Human Interaction in Play Companion Extended Abstracts*, 195-210. CHI PLAY '19 Extended Abstracts. New York, NY, USA: Association for Computing Machinery, 2019. <https://doi.org/10.1145/3341215.3355736>.

Passchier, Reijer. 'Big Tech vs de soevereiniteit van democratische wetgevers: Naar een neofeodalisme 2.0.?' In *Staat en Recht*, 335-51. Deventer: Wolters Kluwer, 2022.

Patel, Nina Jane. 'Reality or Fiction?' *Medium* (blog), 21 december 2021. <https://medium.com/kabuni/fiction-vs-non-fiction-98aa0098f3b0>.

Perreijn, Djenna. 'Virtuele wereld vol mogelijkheden'. Webpagina. *Landmacht 03* (blog), 6 april 2021. https://magazines.defensie.nl/landmacht/2021/03/10_cde-virtual-reality.

Peters, Jay. 'Tim Sweeney Wants Epic to Help Build a Metaverse That's Actually Positive'. *The Verge*, 15 december 2022. <https://www.theverge.com/2022/12/15/23511494/tim-sweeney-epic-games-metaverses-positive-dystopian>.

Potenza, Alessandra. 'Cambridge Analytica's Facebook Data Abuse Shouldn't Get Credit for Trump'. *The Verge*, 20 maart 2018. <https://www.theverge.com/2018/3/20/17138854/cambridge-analytica-facebook-data-trump-campaign-psychographic-microtargeting>.

Quiroz-Gutierrez, Marco. 'Disney Joins Microsoft and Snapchat as Latest Big-Name Company to Slink Away from Metaverse Ambitions'. *Fortune Crypto*, 28 maart 2023. <https://fortune.com/crypto/2023/03/28/disney-shuts-down-metaverse-focused-team-lays-off-all-employees/>.

Rathenau Instituut. 'Beter beslissen over datacentra'. Geraadpleegd 2 oktober 2023. <https://www.rathenau.nl/nl/digitalisering/beter-beslissen-over-datacentra>.

Rathenau Instituut. 'Digitalisering van het nieuws. Online nieuwsgedrag, desinformatie en personalisatie in Nederland'. Den Haag: Rathenau Instituut, 2018.

Rathenau Instituut. 'Eerste aflevering podcast over immersieve technologie. De blik van jonge kunstenaars', maart 2023.

<https://www.rathenau.nl/nl/digitalisering/eerste-aflevering-podcast-over-immersieve-technologie-de-blik-van-jonge-kunstenaars>.

Rathenau Instituut. 'From Bio to NBIC. From Medical Practice to Daily Life'. Den Haag: (auteurs: Van Est, R., D. Stemerding, V. Rerimassie, M. Schuijff, J. Timmer en F. Brom), 2014. <https://rm.coe.int/rathenau-report-e/1680307575>.

Rathenau Instituut. 'Hoor wie het zegt. Handvatten voor het verantwoorde gebruik van spraaktechnologie'. (auteurs: Hamer, J., S. Doesborg en L. Kool), 2020. <https://www.rathenau.nl/nl/digitalisering/hoor-wie-het-zegt>.

Rathenau Instituut. 'Met beleid vormgeven aan socio-technische innovatie. Essay in opdracht van de directie Kennis en Innovatie Strategie van het Ministerie van Infrastructuur en Milieu'. Den Haag: (auteurs: Maclaine Pont, P., R. van Est, J. Deuten), 2016.

<https://www.rathenau.nl/sites/default/files/Met%20beleid%20vormgeven%20aan%20socio-technische%20innovatie-%20RI.pdf>.

Rathenau Instituut. 'Nep echt. Verrijk de wereld met augmented reality'. Den Haag: (auteurs: Snijders, D., E. Masson, S. Doesborgh, R. Groothuizen & R. van Est), 2020. <https://www.rathenau.nl/nl/digitalisering/nep-echt>.

Rathenau Instituut. 'Opwaarderen. Borgen van publieke waarden in de digitale samenleving'. (auteurs) Kool, L., J. Timmer, L. Royakkers en R. van Est, 2017. https://www.rathenau.nl/sites/default/files/2018-02/Opwaarderen_FINAL.pdf.

Rathenau Instituut. 'Verantwoord virtueel. Bescherm consumenten in virtual reality'. Den Haag: (auteurs: Kool, S. en R. van Est), 2019. <https://www.rathenau.nl/nl/digitale-samenleving/verantwoord-virtueel>.

Rathenau Instituut. 'Welke rol krijgt virtual reality in het onderwijs? (aflevering 4)', maart 2023. <https://www.rathenau.nl/nl/digitalisering/welke-rol-krijgt-virtual-reality-het-onderwijs-aflevering-4>.

Renwic, Finlay. 'In The Future Your Clothes Will Be Made Out Of Pixels'. Esquire, 31 december 2019. <https://www.esquire.com/uk/style/fashion/a30150947/digital-fashion-the-fabricant-menswear-future-trends/>.

Richardson, Jim. 'How Are Museums Harnessing Immersive Technology to Provide Experiences?' MuseumNext, 28 januari 2021. <https://www.museumnext.com/article/how-are-museums-harnessing-immersive-technology-to-provide-experiences/>.

Rieger, Gerulf, Brian M. Cash, Sarah M. Merrill, James Jones-Rounds, Sanjay Muralidharan Dharmavaram, en Ritch C. Savin-Williams. 'Sexual Arousal. The Correspondence of Eyes and Genitals'. *Biological Psychology* 104 (januari 2015): 56-64. <https://doi.org/10.1016/j.biopsycho.2014.11.009>.

Rijksoverheid. 'Creative Industries Immersive Impact Coalition (CIIC). Projecten ronde 3'. Webpagina. Nationaal Groeifonds. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Geraadpleegd 31 augustus 2023.

<https://www.nationaalgroefonds.nl/projecten-ronde-3/creative-industries-immersive-impact-coalition-ciic>.

Rijksoverheid. 'Nationaal Groeifonds'. Webpagina. Ministerie van Economische Zaken en Klimaat. Geraadpleegd 29 augustus 2023.

<https://www.nationaalgroefonds.nl/>.

Rijkswaterstaat Innoveert. 'Virtual Reality voor 3B-bouwblokken'. Geraadpleegd 29 juni 2023. <https://rwsinnoveert.nl/focuspunten/smart-mobility/@207931/virtual-reality-3b/>.

Ryan, Grace V., Shauna Callaghan, Anthony Rafferty, Mary F. Higgins, Eleni Mangina, en Fionnuala McAuliffe. 'Learning Outcomes of Immersive Technologies in Health Care Student Education. Systematic Review of the Literature'. *Journal of Medical Internet Research* 24, nr. 2 (1 februari 2022): e30082.

<https://doi.org/10.2196/30082>.

Saghiri, Mohammad Ali, Julia Vakhnovetsky, en Nader Nadershahi. 'Scoping Review of Artificial Intelligence and Immersive Digital Tools in Dental Education'. *Journal of Dental Education* 86, nr. 6 (2022): 736-50. <https://doi.org/10.1002/jdd.12856>.

Schermer, B. W., en J. van Ham. 'Regulering van Immersieve Technologieën'. WODC: Considerati, augustus 2021.

<https://repository.wodc.nl/handle/20.500.12832/3082>.

Sharon, Tamar, en Raphaël Gellert. 'Regulating Big Tech expansionism? Sphere transgressions and the limits of Europe's digital regulatory strategy'. *Information, Communication & Society* 0, nr. 0 (16 augustus 2023): 1-18.

<https://doi.org/10.1080/1369118X.2023.2246526>.

Shen, Vivian, Craig Shultz, en Chris Harrison. 'Mouth Haptics in VR Using a Headset Ultrasound Phased Array', 1-14. New Orleans LA USA: ACM, 2022.

<https://doi.org/10.1145/3491102.3501960>.

Shields, Rob. *The virtual*. Key ideas. London ; New York: Routledge, 2003.

Sidorová, Zuzana. 'Will Digital Fashion One Day Replace the Real One? The Future of Fashion in Technology'. *SLOVFLOW* (blog), 29 oktober 2021.

<https://slovflow.com/will-digital-fashion-one-day-replace-the-real-one-the-future-of-fashion-in-technology/>.

Sint-Baafs Kathedraal Gent. 'Bewonder het Lam Gods'. Geraadpleegd 28 augustus 2023. <https://www.sintbaafskathedraal.be/nl/lam-gods-ar-tour/>.

Stephenson, Neal. *Snow Crash*. Bantam Spectra Book. New York: Bantam Books, 1992.

Tang, Yuk Ming, Ka Yin Chau, Alex Pak Ki Kwok, Tongcun Zhu, en Xiangdong Ma. 'A Systematic Review of Immersive Technology Applications for Medical Practice and Education. Trends, Application Areas, Recipients, Teaching Contents, Evaluation Methods, and Performance'. *Educational Research Review* 35 (1 februari 2022): 100429. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100429>.

Tech at Meta. 'Inside Facebook Reality Labs. Wrist-Based Interaction for the next Computing Platform', 18 maart 2021. <https://tech.facebook.com/reality->

labs/2021/3/inside-facebook-reality-labs-wrist-based-interaction-for-the-next-computing-platform/.

Teper, Jeff. 'Microsoft and Meta Partner to Deliver Immersive Experiences for the Future of Work and Play'. The Official Microsoft Blog, oktober 2022.

<https://blogs.microsoft.com/blog/2022/10/11/microsoft-and-meta-partner-to-deliver-immersive-experiences-for-the-future-of-work-and-play/>.

Tim Cook Interview with iJustine! iPhone 13, Apple Watch Series 7 and new iPad Mini!, 2021. https://www.youtube.com/watch?v=UU6MtPwT_5c.

UNESCO. 'Ethics of Neurotechnology. UNESCO, Leaders and Top Experts Call for Solid Governance', 17 juli 2023. <https://www.unesco.org/en/articles/ethics-neurotechnology-unesco-leaders-and-top-experts-call-solid-governance>.

Van Der Meer, Nesse, Vivian Van Der Werf, Willem-Paul Brinkman, en Marcus Specht. 'Virtual Reality and Collaborative Learning. A Systematic Literature Review'. *Frontiers in Virtual Reality* 4 (19 mei 2023): 1159905. <https://doi.org/10.3389/frvir.2023.1159905>.

Van Dijck, José. 'Seeing the Forest for the Trees: Visualizing Platformization and Its Governance'. *New Media & Society* 23, nr. 9 (september 2021): 2801-19. <https://doi.org/10.1177/1461444820940293>.

Van Huijstee, Mariëtte, en Djurre Das. 'We moeten leren leven met "deepfakes"'. *Sociale Vraagstukken* (blog), 13 oktober 2021. <https://www.socialevraagstukken.nl/we-moeten-leren-leven-met-deepfakes/>.

Verdu, Mike. 'From Bear to Bull. How Oculus Quest 2 Is Changing the Game for VR'. Meta Quest Blog, 2 februari 2021. <https://www.oculus.com/blog/from-bear-to-bull-how-oculus-quest-2-is-changing-the-game-for-vr/>.

Verhage, Lennard. 'Beat Saber komt naar PlayStation VR2'. PlaySense, 5 januari 2023. <https://playsense.nl/526040/beat-saber-komt-naar-playstation-vr2/>.

Verified Market Research. 'Metaverse Market Size and Forecast', maart 2023. <https://www.verifiedmarketresearch.com/product/metaverse-market/>.

Whelan, Robbie, en Joe Flint. 'Disney Eliminates Its Metaverse Division as Part of Company's Layoffs Plan'. *Wall Street Journal*, 28 maart 2023, sec. Business. <https://www.wsj.com/articles/disney-eliminates-its-metaverse-division-as-part-of-companys-layoffs-plan-94b03650>.

Wood, Matthew, Gavin Wood, en Madeline Balaam. "'They're Just Tixel Pits, Man": Disputing the "Reality" of Virtual Reality Pornography through the Story Completion Method'. In *Proceedings of the 2017 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, 5439-51. Denver Colorado USA: ACM, 2017. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025762>.

Zallio, Matteo, en P. John Clarkson. 'Designing the Metaverse. A Study on Inclusion, Diversity, Equity, Accessibility and Safety for Digital Immersive Environments'. *Telematics and Informatics* 75 (1 december 2022): 101909. <https://doi.org/10.1016/j.tele.2022.101909>.

Zenner, Kai, J. Scott Marcus, en Kamil Sekut. 'A Dataset on EU Legislation for the Digital World'. *Bruegel* (blog), 5 juli 2023. <https://www.bruegel.org/dataset/dataset-eu-legislation-digital-world>.

Zitron, Ed. 'RIP Metaverse, We Hardly Knew Ye'. Business Insider, mei 2023.
<https://www.businessinsider.com/metaverse-dead-obituary-facebook-mark-zuckerberg-tech-fad-ai-chatgpt-2023-5>.

Auteurs

Luuk Ex, Wouter Nieuwenhuizen, Bo Hijstek, Stefan Roolvink en Mariëtte van Huijstee

Met medewerking van Joost Gerritsen

Illustraties en foto's

Afdeling Communicatie

Bij voorkeur citeren als:

Rathenau Instituut (2023). *Immersieve technologieën*. Den Haag. Auteurs: Ex, L., W. Nieuwenhuizen, B. Hijstek, S. Roolvink en M. van Huijstee

© Rathenau Instituut 2023

Verveelvoudigen en/of openbaarmaking van (delen van) dit werk voor creatieve, persoonlijke of educatieve doeleinden is toegestaan, mits kopieën niet gemaakt of gebruikt worden voor commerciële doeleinden en onder voorwaarde dat de kopieën de volledige bovenstaande referentie bevatten. In alle andere gevallen mag niets uit deze uitgave worden verveelvoudigd en/of openbaar gemaakt door middel van druk, fotokopie of op welke wijze dan ook, zonder voorafgaande schriftelijke toestemming.

Open Access

Het Rathenau Instituut heeft een Open Access beleid. Rapporten, achtergrondstudies, wetenschappelijke artikelen, software worden vrij beschikbaar gepubliceerd. Onderzoeksgegevens komen beschikbaar met inachtneming van wettelijke bepalingen en ethische normen voor onderzoek over rechten van derden, privacy, en auteursrecht.

Contactgegevens

Anna van Saksenlaan 51
Postbus 95366
2509 CJ Den Haag
070-342 15 42
info@rathenau.nl
www.rathenau.nl

Het Rathenau Instituut stimuleert de publieke en politieke meningsvorming over de maatschappelijke aspecten van wetenschap en technologie. We doen onderzoek en organiseren het debat over wetenschap, innovatie en nieuwe technologieën.

Rathenau Instituut