

# Mehrwerte durch immersive Technologien

Anwendungsszenarien für XR-Technologien  
in Wirtschaft und Gesellschaft



# Mehrwerte durch immersive Technologien

Anwendungsszenarien für XR-Technologien  
in Wirtschaft und Gesellschaft

# Auf einen Blick

- › Schon seit einigen Jahren werden in verschiedenen Bereichen immersive Technologien in konkreten Nutzungsszenarien eingesetzt.
- › Solche computergenerierten, interaktiven, virtuellen, dreidimensionalen Räume oder Objekte werden unter dem Begriff der erweiterten Realität (engl. *extended reality*) zusammengefasst. Sie können als virtuelle Elemente in den physischen Raum eingebettet sein (*augmented reality*), eine vollständige virtuelle Umgebung darstellen (*virtual reality*) oder eine Mischung aus realen und virtuellen Elementen sein (*mixed reality*).
- › Bei der Entscheidung über den Einsatz von XR-Technologien sind immer auch die anwendungsspezifischen Anforderungen zu betrachten.
- › Die technischen Entwicklungen verlaufen aktuell noch sehr dynamisch. Dass sich durch eigene Entwicklungen von Hardware und Plattformen eine europäische XR-Industrie herausbilden kann, ist nicht nur eine Voraussetzung für eine europäische digitale Souveränität, sondern ebenso eine Bedingung für die erfolgreiche Bindung von XR-Fachkräften in unserem Land.
- › Deutschland sollte mit seinem Engagement auch in diesem Technologiefeld nicht wieder so lange warten, bis es sich selbst attestieren muss, im Wettbewerb den Kontakt zur Spitze verloren zu haben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b>	<b>4</b>
Tobias Wangermann	
<b>Industrial Metaverse – Mehr als Digitale Zwillinge</b>	<b>8</b>
Kathrin Konkol	
<b>Lernen wird zum Erlebnis: XR in Bildung und Ausbildung</b>	<b>13</b>
Silke Schmidt	
<b>Geschützte Räume – Therapeutische Szenarien mit XR</b>	<b>19</b>
Dr. Alla Machulska	
<b>Unendliche Weiten: Virtuelle Räume in Kunst und Kultur</b>	<b>24</b>
Thorsten Baulig und Franziska Ritter	
<b>„Ansichtssache“: Stadtentwicklung mithilfe von VR-Anwendung im Rahmen von Smart City-Vorhaben</b>	<b>29</b>
Elisabeth Breitenstein, Jana Dietrich, Heike Gebhardt, Mirko Mühlfort und Christoph Schubert	
<b>Autorinnen und Autoren</b>	<b>37</b>

# Vorwort

**Tobias Wangermann, Konrad-Adenauer-Stiftung e. V.**

Abseits des Hypes, der in einem Metaverse die nächste Evolutionsstufe des Internets als umfassenden virtuellen Raum voraussieht, werden schon seit einigen Jahren in den verschiedensten Bereichen immersive Technologien der virtuellen Realität in konkreten Nutzungsszenarien eingesetzt. So werden in der Industrie schon länger sogenannte Digitale Zwillinge genutzt, die als detailgetreue und funktionsfähige dreidimensionale virtuelle Abbilder ihrer physischen Originale Mehrwerte bei der Planung, im Betrieb oder beim Service von Produktionsanlagen erbringen können. Solche Digitalen Zwillinge versprechen als Modell auch in der Stadtplanung Vorteile. Dreidimensionale virtuelle Settings werden sowohl in der Aus- und Weiterbildung für Trainingssimulationen genutzt, aber auch bei der therapeutischen Arbeit in der Medizin erprobt. Virtuelle Räume oder Objekte kommen im Gaming und im E-Commerce zur Anwendung oder eröffnen in Kunst und Kultur neue Ausdrucks- und Darstellungsmöglichkeiten.

## **Reales und Virtuelles als Teile einer Wirklichkeit**

Virtuelle Welten, die als Option, als Planungsraum oder als Simulation eine Erweiterung der physischen Welt darstellen und durch die Möglichkeiten der menschlichen Vorstellungskraft entstehen, waren schon immer integraler Bestandteil der Wirklichkeit. Vermittelt durch sprachliche Beschreibung oder bildliche Darstellung können diese Welten auch mitgeteilt werden. Sie sind dann nicht allein eine individuelle Wahrnehmung, sondern als kollektive Vorstellungsräume Teil des gesellschaftlichen Wirklichkeitsverständnisses. Was in diesen Welten passiert, hat wirklich stattgefunden und kann auf die physische Welt Einfluss nehmen. Die Wirkungsgeschichte von Texten oder Bildern ist Zeugnis dafür, dass mittelbare Darstellungen unmittelbar auf unsere Wirklichkeit einen Einfluss haben. Dass diese virtuellen, nur vorgestellten Welten diesen Stellenwert haben, zeigt sich auch daran, dass sie bei der Bewertung aus ethischer, politischer und auch rechtlicher Perspektive der realen Welt praktisch gleichgestellt sind.

Nunmehr ermöglichen technische Hilfsmittel solche virtuellen Welten räumlich konkret darzustellen und sie frei von den Grenzen physikalischer Gegebenheiten auszugestalten. Diese Darstellungen gestatten ein unmittelbares Agieren in und mit ihnen, als wären es reale Räume oder Objekte. Der Wirkungskreis des Menschen erweitert sich zu einem nahezu unbegrenzten Handlungsraum. Die möglichen Nutzungsszenarien sind, wie die wenigen oben aufgeführten Beispiele zeigen, in ihrer Vielfalt ebenso unbegrenzt.

## Technische Voraussetzungen

Solche computergenerierten, interaktiven, virtuellen, dreidimensionalen Räume oder Objekte werden unter dem Begriff der erweiterten Realität (engl. *extended reality* – kurz XR) zusammengefasst. Sie können als virtuelle Elemente in den physischen Raum eingebettet sein (*augmented reality* – kurz AR), eine vollständige virtuelle Umgebung darstellen (*virtual reality* – kurz VR) oder eine Mischung aus realen und virtuellen Elementen sein (*mixed reality* – kurz MR). Auch die Bezeichnung *spatial computing*, die eher die räumliche Beschaffenheit der Computer-Mensch-Schnittstelle in den Fokus setzt, deckt diese Darstellungsformen ab. Unter Einbeziehung verschiedener Technologien wie Künstlicher Intelligenz, 3D-Projektionen, volumetrischen Aufzeichnungen oder physischer Aktoren werden virtuelle Darstellungen erzeugt, um den Effekt der Immersion bei der Nutzerin oder beim Nutzer hervorzurufen. Immersion beschreibt das Eintauchen in virtuelle Umgebungen, bei dem diese von der Nutzerin bzw. vom Nutzer als reale Umgebungen wahrgenommen werden. Ein Zusammenspiel von visuellen, akustischen und haptischen Signalen kann den Grad der Immersion als ganzheitlichen Sinneseindruck verstärken.

Die technischen Entwicklungen verlaufen aktuell noch sehr dynamisch. Das betrifft Bauweise und technische Parameter von Ausgabegeräten wie Datenbrillen (*smart glasses*) oder VR-Headset (*head mounted display*). Es betrifft ebenso die Rechenleistung zur Verarbeitung von detaillierten Darstellungen oder die Leistungsfähigkeit (Bandbreite und Latenz) von mobilen Datennetzen für ein flüssiges räumliches Agieren in virtuellen Umgebungen. Für die Passgenauigkeit des technischen Settings ist es jedoch entscheidend, dass es auf die Anforderungen im konkreten Nutzungskontext abgestimmt ist: Einfache AR-Anwendungen funktionieren auch auf einem Smartphone oder mit einem Head-up-Display in Pkws. Das Gewicht eines Headsets hat im stundenlangen Arbeitseinsatz einen größeren Stellenwert als beim Gaming zu Hause und oft ist eine technisch aufwendige, hochauflösende Darstellung von virtuellen Räumen oder Avataren für eine gelungene Immersion keine zwingende Voraussetzung.

Im Wettbewerb um die besten technischen Lösungen sind nicht nur die Global Player aus den USA und Asien engagiert. Auch in Deutschland existiert eine lebendige XR-Szene. Es gibt Kooperationen zwischen Hochschulen, Forschungseinrichtungen, Start-ups, Unternehmen und Institutionen. Deutschlandweit haben sich XR-Vereine und Verbände gegründet<sup>1</sup>, um die Vernetzung und den Austausch der Akteure zu unterstützen, Best Practice zugänglich zu machen und sowohl auf nationaler wie inzwischen auch auf europäischer Ebene für ihre Branche zu werben. Es stehen auf Bundes- wie auch auf Landesebene Fördergelder für XR-Projekte bereit und seit April 2023 gibt es den vom Bundesinstitut für Berufsbildung anerkannten Ausbildungsberuf „Gestalter/in für immersive Medien“.<sup>2</sup>

## **Mehrwerte in konkreten Nutzungskontexten**

Dass sich mit virtuellen Realitäten die Handlungsräume erweitern, ist eine pauschale Ableitung. Wie sich jedoch messbare Mehrwerte durch den Einsatz von XR-Technologien erzielen und definieren lassen, wird erst im konkreten Nutzungskontext ersichtlich. Diese Mehrwerte können eine Kostensenkung bedeuten, da die virtuellen Szenarien aufwendige analoge Settings ersparen. Sie können die Effizienz steigern, da sie durch die Virtualisierung zu einer Zeit- oder Materialeinsparung bei Prozessen führen oder durch ihre einfache Reproduzierbarkeit oder leichte Anpassbarkeit im Sinne der Nachhaltigkeit wirken. Sie können aber auch Mehrwerte erzeugen, weil sie im konkreten Kontext einen höheren Grad an Immersion oder Anschaulichkeit ermöglichen, als es zuvor eingesetzte Medien erlauben. Bei der Entscheidung über den Einsatz von XR-Technologien sind also immer auch die anwendungsspezifischen Potentiale zu betrachten. Wie sehr die weitere technische Entwicklung generell durch die Möglichkeiten des freien Agierens in virtuellen Räumen oder mit virtuellen Objekten die Hemmnisse der Mensch-Maschine-Schnittstelle verändern kann, wird die Zukunft zeigen.

Wie groß die Vielfalt der Einsatzmöglichkeiten schon jetzt ist und welche Mehrwerte durch immersive Technologien in den jeweiligen Nutzungskontexten geschaffen werden können, zeigen die hier ausgewählten Beispiele.

Kathrin Konkol vom Fraunhofer-Institut für Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik in Sankt Augustin beschreibt den Einsatz Digitaler Zwillinge in einem Industrial Metaverse. Silke Schmidt, Leiterin des XR-HUB Bavaria in München, benennt Beispiele für immersive Lernerlebnisse in Bildung und Ausbildung. Dr. Alla Machulska vom Institut für Psychologie der Universität Siegen berichtet von der Erprobung therapeutischer Szenarien mit XR und Franziska Ritter von der TU Berlin eröffnet gemeinsam mit Thorsten Baulig von der Technologiestiftung Berlin die vielfältigen Anwendungsszenarien für virtuelle Räume in Kunst und Kultur. Elisabeth Breitenstein und Mirko Mühlport aus dem Dezernat Wirtschaft, Arbeit und Digitales der Stadt Leipzig erläutern Vorteile bei der Nutzung Urbaner Digitaler Zwillinge bei der Planung und Verwaltung von städtischen Räumen.

## **Fazit für die Politik**

Die nachfolgenden Beiträge geben auch eine Rückmeldung zu Problemen oder fehlenden Voraussetzungen, um die Potentiale dieser Technologien im entsprechenden Kontext wirklich zu nutzen. Um diese Hemmnisse aufzulösen, ist auch die Politik gefragt. Die identifizierten Herausforderungen sind im Zusammenhang mit technologischen Innovationen weder neu noch überraschend: Damit Deutschland im globalen technologischen Wettbewerb bestehen kann, sollte die Politik günstige Rahmenbedingungen für das gesamte Ökosystem ermöglichen. Dass sich durch eigene Entwicklungen von Hardware und Plattformen eine europäische XR-Industrie herausbilden kann, ist nicht nur eine Voraussetzung für eine euro-

päische digitale Souveränität, sondern ebenso eine Bedingung für die erfolgreiche Bindung von XR-Fachkräften in unserem Land. Die Bereitstellung von Mitteln für die Beschaffung der technischen Ausstattung beispielsweise im Bereich Bildung und Kultur wie auch die Finanzierung von Pilotprojekten sind notwendig, um den Einstieg in die Nutzung dieser Technologien überhaupt zu ermöglichen. Der Zugang zu virtuellen Lernumgebungen, die das Potential des räumlichen Lernens in XR nutzen, ist auch notwendig, um den Aufbau von Kompetenzen bei der Nutzung von XR innerhalb der jeweiligen Institutionen zu fördern.

Ebenso gilt es, die Erfahrungen und Wissensstände, die in geförderten Pilotprojekten gesammelt wurden, durch eine bessere Organisation des Wissenstransfers nachhaltiger zu sichern und Dritten zur Verfügung zu stellen. Dieser Aspekt sollte bei den Förderbedingungen stärker berücksichtigt werden. Die Vermeidung von bürokratischen Verzögerungen beispielsweise bei der Zertifizierung bzw. Anerkennung von Anwendungen als digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) oder als Lehr- und Lernmittel in der Bildung wäre auch bei XR-Anwendungen ein wichtiger Beitrag zur schnelleren Erschließung der oben beschriebenen Mehrwerte. Deutschland sollte mit seinem Engagement auch in diesem Technologiefeld nicht wieder so lange warten, bis es sich selbst attestieren muss, im Wettbewerb den Kontakt zur Spitze verloren zu haben.

# Industrial Metaverse – Mehr als Digitale Zwillinge

**Kathrin Konkol, Fraunhofer IPK**

Das Industrielle Metaverse – ist es eine soziale Plattform für Firmen, die nächste Evolutionsstufe der Industrie 4.0 oder doch nur ein moderner Digitaler Zwilling? Welche Mehrwerte bieten sich der Industrie durch den Einsatz dieser Technologien und welche Probleme können gelöst werden? Mit diesen Fragen beschäftigt sich die angewandte Forschung aktiv. Dabei wurden sowohl Potentiale als auch Hürden beim Einsatz dieser vielversprechenden Vision identifiziert. Doch um Mehrwerte zu ergründen, muss zunächst ein einheitliches Verständnis vom Metaverse geschaffen werden. Dieses beschreibt einen kollektiven virtuellen Raum, mit dem Nutzende mit digitalen Inhalten durch diverse Geräte und Plattformen interagieren können. Dabei erfolgt die Interaktion in Echtzeit und im Zusammenspiel mit modernster Hardware. Die Übergänge zwischen der physischen und digitalen Welt sind scheinbar nahtlos, sodass ein besonders hoher Grad der Immersion erreicht werden kann.

## Ein gemeinsames Verständnis

Das allgemeine Verständnis vom Industriellen Metaverse hat sich in den letzten Jahren zu einem modernen, industriegetriebenen Bild geformt, welches sich in die großen Zukunftsvisionen der Industrie 4.0 einbettet. Anfängliche Hürden bestanden unter anderem darin, dass nicht klar wurde, was genau mit dem Metaverse gemeint sei. Ein allgemeingültiges Verständnis der Technologie sowie Grenzen und Möglichkeiten bestehender Plattformen sind allerdings essenziell, um die Potentiale entsprechend ausschöpfen zu können.

Aufbauend auf wissenschaftlichen Veröffentlichungen von Forschenden charakterisiert das Fraunhofer Institut IUK das Metaverse anhand folgender sieben Merkmale<sup>3</sup>:

- › Ein Metaverse ist eine Kombination von virtuellen Welten und erweiterten Realwelten, die jedoch keine in sich geschlossenen Systeme darstellen, sondern untereinander und mit der Realität vernetzt sind.
- › Ein Metaverse ist ein soziales Medium, in dem Menschen interagieren, kommunizieren, kooperieren aber auch handeln und Besitz haben können.
- › Ein Metaverse ist persistent und langlebig, kann aber zeitlich begrenzte Sessions aufweisen.

- › Ein Metaverse ist ein integratives System, das neben virtueller und erweiterter Realität zahlreiche andere Technologien eingliedert und nutzt. Dazu ist es wichtig, dass alle Metaverse-Komponenten offen und interoperabel sind und dabei möglichst offenen Standards folgen.
- › Die Schlüsselaktion von Metaverse-Anwendungen ist – neben virtueller Immersion – das Erfassen von Nutzerzuständen und der realen Umgebung.
- › Die Teilhabe am Metaverse ist multimodal und kann in Intensität und Repräsentation angepasst werden. Die Teilnehmer können nahtlos zwischen verschiedenen Teilhabe-Formen und der Teilhabe-Intensität wechseln.
- › Ein Metaverse ist eng mit der realen Welt verknüpft. Informationen, Aktionen und Interaktionen werden zwischen beiden Umgebungen (virtuell und real) ausgetauscht und beeinflussen einander.

Dabei kommen diverse technologische Komponenten wie Blockchain, Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) sowie moderne KI-Methoden und das Internet der Dinge (IoT) zum Einsatz, die die Vision des Metaverses zum Leben erwecken. AR und VR realisieren durch realitätsnahe Visualisierung und intuitive Interaktionsmöglichkeiten ein immersives Erlebnis im Metaversum, durch das virtuelle Inhalte erlebbar gemacht werden. KI kommt zum Einsatz, um Inhalte anwendergerecht aufzubereiten, zu filtern oder entsprechend zu personalisieren, um beispielsweise das Nutzungserlebnis zu verbessern. Zudem können Erkenntnisse für die vorausschauende Wartung, Energieeffizienz und Prozessoptimierung geliefert werden, um betriebliche Prozesse und die Entscheidungsfindung zu verbessern.

### **Wer von dem Industrial Metaverse profitiert**

Das Industrielle Metaverse findet heutzutage bereits in diversen industrierelevanten Bereichen Anwendung und betont besondere Aspekte, die gezielt auf die Bedürfnisse der Industrie zugeschnitten sind. Es ist dazu entworfen worden, komplexe, vielschichtige Anforderungen diverser industrieller Bereiche zu erfüllen, wie beispielsweise im Kontext der Logistik, der Mensch-Roboter-Kollaboration und im Kontext von Produktentstehungsprozessen. Hierfür sind Plattformen wie das NVIDIA Omniverse<sup>4</sup> von besonderem Interesse, die das Einbinden essenzieller Entwicklungsumgebungen für Ingenieurinnen und Ingenieure ermöglichen. Das Industrial Metaverse zeichnet sich durch die Optimierung industrieller Prozesse und das Ermöglichen eines Zusammenspiels diverser Akteure und Systeme aus. Auch die Umsetzung hochauflösender Digitaler Zwillinge kann vom Industrial Metaverse profitieren, indem die Darstellung von Simulationsszenarien umgesetzt und relevante Prozesse schnell getestet werden können. Somit können potentielle Probleme frühzeitig erkannt werden. Doch welche Anwendungsbereiche sind besonders prädestiniert für den Einsatz eines Industriellen Metaverse?

Die Potentiale lassen sich hierbei über den gesamten Produktlebenszyklus abbilden: Während der Produktionsplanung und der Anforderungsanalyse bietet die Interaktion mit virtuellen Daten Möglichkeiten schneller Iterationen. Die Erstellung von Konstruktionen kann durch intuitive Eingabemethoden bereichert werden, wie dem Zeichnen und Optimieren von CAD-Daten im 3D-Raum. Während der Produktion unterstützen standortunabhängige Kommunikationskanäle den konstruktiven Austausch zwischen Fachkräften. Auch der Einsatz dieser Technologien im Marketing, beispielsweise zur Veranschaulichung neuer Produkte in virtuellen Showrooms, ist längst erprobt und fester Bestandteil großer Marketingkampagnen.

Eine besondere Stärke, gerade im Zusammenspiel mit VR- und AR-Technologien, ist die Möglichkeit, standortunabhängig auf Geschehnisse in Echtzeit einwirken zu können. So können Prozesse optimiert und kostenintensive Ausfallzeiten reduziert werden. Durch die standortunabhängige Zusammenarbeit diverser Fachkräfte können relevante Daten schneller erfasst und kritische Entscheidungen schneller und sicherer getroffen werden. Zu nennen ist hier beispielhaft der Einsatz im Rahmen eines Design Reviews. Dies fördert die funktionsübergreifende Zusammenarbeit und den Wissensaustausch, was zu höherer Produktivität und Innovation führen kann. Zusätzlich können virtuelle Inhalte bedarfsbezogen auf den optimalen Endgeräten visualisiert werden (siehe Abbildung 1).



*Abbildung 1: Kollaborative Arbeit mit einem Tablet und einer Datenbrille  
© Fraunhofer IPK / Larissa Klassen*

Das Zusammenspiel von AR- und VR-Technologien bietet außerdem eine sichere Umgebung für die Schulung von Mitarbeitenden in Bezug auf neue Abläufe, das Einhalten von Sicherheitsprotokollen und das Verhalten in Notfallmaßnahmen. So können Situationen virtuell simuliert werden, ohne die Teilnehmenden realen Risiken auszusetzen oder hohe Kosten durch Ausfallzeiten an Anlagen zu verursachen.

Für eine kostenschonende, integrierte Umsetzung in Unternehmen ist eine Interoperabilität verschiedener miteinander kommunizierender Systeme unumgänglich. Nur so kann eine nahtlose Integration, der Datenaustausch und die Zusammenarbeit zwischen verschiedenen Interessengruppen in der Industrie gewährleistet werden. Notwendig dafür sind standardisierte Schnittstellen, die einen einheitlichen Ansatz ermöglichen, manuelle Arbeit für die Aufbereitung der Daten und somit aufkommende Integrationsprobleme verringern. Dies ist besonders im Kontext der Visualisierung von Projektständen und Digitalen Zwillingen relevant, um eine realistische Umgebung abzubilden.

### **Chancen identifizieren und Herausforderungen meistern**

Eine gute User-Experience kann Nutzende dabei unterstützen, komplexe Tools schneller zu erlernen. Teilzeitkräfte können durch den Einsatz nutzerfreundlicher und einfach zu erlernender Technologien daher ebenso effizient befähigt werden. Die Möglichkeiten intuitiver Interaktion mit virtuellen Daten erlauben es, Menschen mit unterschiedlichen Hintergründen und Erfahrungswerten kollaborativ teilzuhaben und möglichst schnell Teil der Produktentwicklung zu sein.<sup>5</sup> Dadurch wird Raum für innovative Lösungen geschaffen, die nachhaltig einen positiven Einfluss auf den Einsatz industrieller Werkzeuge haben können. Besonders im Zusammenspiel mit bereits etablierten Konzepten, wie dem Einsatz von Digitalen Zwillingen, können echte Mehrwerte für die Industrie ermittelt werden. Doch trotz aller Potentiale gilt es, Schwachstellen der Technologie zu identifizieren und zu entscheiden, wie zukünftig Problemen entgegengewirkt werden kann.

Ein Faktor sind technische Beschränkungen, die sich auf die vorhandene Infrastruktur beziehen und somit mögliche Unterbrechungen der immersiven Nutzererfahrung aufgrund von Server- oder Netzwerkausfällen verursachen. Ein weiterer potentieller Fallstrick ist die Qualität der Inhalte sowie die Pflege dieser, da es hinsichtlich des industriellen Kontextes essenziell ist, aktuelle Projektdaten zur Verfügung gestellt zu bekommen. Die Bearbeitung der digitalen Inhalte für die Visualisierung im AR- und VR-Kontext bedarf oftmals noch einer händischen Nachbearbeitung, welche kostspielig ist und die Integration dieser Technologien hemmt. Weiterhin muss gewährleistet sein, dass der Datenschutz gewahrt wird, sodass personenbezogene Metadaten sowie Geschäftsgeheimnisse trotz kollaborativer und ortsunabhängiger Verwendung geschützt bleiben.

Die VR/AR Industrial Koalition, die 2022 durch die Europäische Kommission ins Leben gerufen wurde<sup>6</sup>, publizierte in einem strategischen Papier folgende Faktoren als größte Herausforderungen und Möglichkeiten eines Metaverses<sup>7</sup>:

- › Verteilte Ökosysteme bieten Chancen für Kooperationen
- › Herausforderung der Souveränität der europäischen VR/AR-Industrie durch eigene Entwicklung von Hardware und Plattformen
- › Bildung zum Thema für eine verantwortungsvolle Markteinführung
- › Sensibilisierung der Öffentlichkeit soll erfolgen, um Möglichkeiten der Technologien aufzuzeigen
- › Bindung von VR/AR-Fachkräften problematisch
- › Herausforderung von Verfügbarkeiten privater Finanzmittel durch Deep-Tech und Risikofinanzierung

### **Ausblick**

Eins ist deutlich – es ist ein kontinuierliches Wachstum und eine Ausweitung des Metaverses über alle Branchen hinweg aber insbesondere in der Industrie zu erwarten. Um in Deutschland Teil der aktuellen Entwicklungen und Marktfortschritte zu sein, gilt es jetzt, aktiv an der Ausgestaltung verschiedener Aspekte des Industriellen Metaverses mitzuwirken.

Dazu gehört unter anderem, ein öffentliches Verständnis der Potentiale für die Industrie zu entwickeln und Mehrwerte weiterhin publik zu machen, um die allgemeine Akzeptanz industrieller Stakeholder sowie zukünftiger Nutzergruppen zu erhöhen. Die Entwicklung gängiger Hardware findet zu großen Teilen im Ausland statt. Allerdings bieten sich Chancen in der Entwicklung von Plattformen sowie der Ausbau relevanter Infrastrukturen. Zeitgleich sollte weiterhin die Integration der Technologien in Unternehmen gestärkt werden, indem Chancen und Möglichkeiten für kleine und mittelständige Unternehmen geschaffen werden, Pilotprojekte zu starten und Konzepte zu erproben. Auch die Integration vorhandener Konzepte der Industrie 4.0 und Digitaler Zwillinge ist komplex und erfordert Zeit sowie Ressourcen, vor deren Verausgabung Unternehmen derzeit oftmals noch zurückschrecken. Zudem können auch durch unternehmensübergreifende Zusammenarbeit Mehrwerte geschaffen werden, da somit neue Anwendungsfälle entwickelt werden können.<sup>8</sup>

Das Industrielle Metaverse birgt ein immenses Potential für die digitale Transformation deutscher Unternehmen, welches durch eine aktive Beteiligung interessierter Unternehmen an seiner Integration in Unternehmen und Entwicklung von Plattformen ausgeschöpft werden sollte.

# Lernen wird zum Erlebnis: XR in Bildung und Ausbildung

Silke Schmidt, XR HUB Bavaria

Dieser Beitrag betrachtet den Einsatz von XR-Technologien sowohl in der Bildung als auch in der Aus- und Weiterbildung. Denn XR-Technologien machen nicht nur in der Schule Lerninhalte attraktiver, sondern können generationenübergreifend auch beim lebenslangen Lernen eingesetzt werden. Durch ihre Interaktionsmöglichkeiten bieten diese Technologien Vorteile bei der Ausbildung von Fähigkeiten und Fertigkeiten ebenso wie sie durch ihre immersiven Eigenschaften Lerngegenstände zum Erlebnis machen.

Ob VR, AR oder MR zum Einsatz kommt, hängt ganz von den jeweiligen didaktischen Zielen, dem methodischen Setting und/oder den technischen Voraussetzungen ab. Da diese vielfältig sein können, sind es die Einsatzmöglichkeiten von XR auch. Denn neben den generellen Vorteilen digitaler Anwendungen (zeit- und ortsunabhängig, beliebig reproduzier- und skalierbar, individuell abgestimmt) haben die jeweiligen Technologien auch spezifische Vorzüge für den Bildungseinsatz. Während VR-Anwendungen die Bereitstellung von vollständigen virtuellen Räumen ermöglichen, können mit AR- oder MR-Anwendungen virtualisierte Informationen oder Objekte in einem räumlichen Bezug zur physischen Umgebung dargestellt werden. Für die Erstellung von spezifischen Bildungssettings potenzieren sich durch XR die Gestaltungsoptionen nahezu unbegrenzt und reduzieren sich die Kosten erheblich. Nutzerinnen und Nutzern mit physischen Einschränkungen ermöglichen XR-Anwendungen den Zugang zu Räumen und Erfahrungen, die sie sonst nicht machen könnten.

Die nachfolgenden Beispiele belegen das breite Spektrum, wie XR-Technologien in Bildungsprozessen genutzt werden können. Sie zeigen auch, dass ihr Einsatz praktisch in jedem Fach möglich ist, sie aber ebenso für die Vermittlung fächerübergreifender Kompetenzen nützlich sein können. In einem abschließenden Ausblick wird deutlich, was zukünftig notwendig ist, damit alle Mehrwerte dieser Technologien eingelöst werden können.

## Virtuelle Exkursionen an unerreichbare Orte

VR bringt uns an Orte, die wir normalerweise nicht besuchen können, weil sie zu weit entfernt sind, wir gar nicht die Möglichkeit haben, sie zu erreichen (die ISS, der Mond oder der Mars<sup>9</sup>) oder es für die meisten Menschen zu gefährlich ist, dort hinzugelangen (der Mount Everest<sup>10</sup>). Mit VR-Technologie fühlen wir uns dort wirklich präsent, d. h. wir fühlen uns so, als wären wir wirklich schwerelos im All, wir spüren den Wind und die Gefahren, aber auch die Faszination auf dem Mount Everest.

## Zeitreisen und Erinnerungskultur

Mit VR können wir Zeitreisen unternehmen, d. h. wir können die Vergangenheit erleben oder Zukunftsszenarien bereits heute durchleben: In *Climate Change VR*<sup>11</sup> können wir die oft abstrakt erscheinenden Auswirkungen der Erderwärmung unmittelbar und emotional erleben. In *Genesis*<sup>12</sup> durchreisen wir Meilensteine in der Evolution der Erde und der Menschheit. Wir reisen in ein jungsteinzeitliches Langhaus, besuchen eine bronzezeitliche Metallwerkstätte oder begegnen einem alemannischen Krieger.<sup>13</sup> Bei einer Zeitreise zu den Römern erleben wir im Körper eines Gladiators seinen Überlebenskampf.<sup>14</sup>

Zahlreiche XR-Anwendungen widmen sich der Erinnerungskultur. So verfolgt man in *Ernst Grube – das Vermächtnis*<sup>15</sup> das Leben der Familie Grube von München bis ins KZ Theresienstadt. Für das *Projekt Lediz*<sup>16</sup> (Lernen mit Digitalen Zeugnissen) berichten die Holocaustüberlebenden Abba Naor<sup>17</sup> und Eva Umlauf in einer VR-Experience von ihren Erlebnissen<sup>18</sup>. In *Letters from Drancy*<sup>19</sup> kann man die Geschichte von Marion Deichmann erfahren, *Tales of the March*<sup>20</sup> berichtet über die Todesmärsche und *Human Violins*<sup>21</sup> sowie *Musik im KZ Theresienstadt*<sup>22</sup> über die Kraft der Musik in dieser Zeit. Die Verbindung von physischen und virtuellen Welten kann man bei der *Bus VR Tour*<sup>23</sup> über das ehemalige Reichsparteitagsgelände in Nürnberg erleben. Die geplanten Dimensionen des Ensembles werden im Kontext der realisierten Bauten erlebbar.

Auch das Leben im aktuellen Krieg in der Ukraine vermittelt VR viel eindrücklicher als andere Medien. So lassen uns *First Day*<sup>24</sup> sowie *Fresh memories – the look*<sup>25</sup> die Zerstörung vor Ort erleben und wie die Menschen sich gegenseitig helfen.

## Literatur, Kunst und Kultur erleben

VR ermöglicht auch einen neuen Zugang zu literarischen Texten, Kunst und Kultur. Das Goethe Institut bestückt in *Goethe VR*<sup>26</sup> eine virtuelle Landschaft mit Originaltexten aus *Faust* und versetzt die Nutzerinnen und Nutzer in die Rolle des Mephisto. Bei Kafkas *Die Verwandlung*<sup>27</sup> werden sie zu Gregor Samsa und in *Die Unendliche Bibliothek*<sup>28</sup> erleben sie Kulturen, die nicht in Worten festgehalten sind.

Auch Dimensionen von Gebäuden und Denkansätze von Architektur lassen sich in VR anschaulich nachvollziehen. Zum 100. Jubiläum des Bauhauses sind viele Anwendungen<sup>29</sup> entstanden. In der Experience *Gaudí – l'atelier du divin*<sup>30</sup> können mehrere Personen gleichzeitig als Assistentinnen und Assistenten des Architekten Antoni Gaudí seine Arbeits- und Denkweise kennenlernen. VR-Kunstwerke kann man in der Radiance App erleben.<sup>31</sup>

## Embodiment und Empathie vermitteln

VR vermag Empathie zu fördern, wenn Personen in einer VR-Experience in den Körper einer anderen Person hineinversetzt werden. Wie es sich anfühlt, eine schwarze Hautfarbe zu haben, greift das Projekt *AugenBLICK maß*<sup>32</sup> mit einer VR-Experience in seinen Workshops auf. Wie es sich anfühlt, eine bestimmte Krankheit zu haben, verdeutlicht das Projekt *Empereur*<sup>33</sup> den Benutzerinnen und Benutzern mit einer Reise in das Gehirn eines an Aphasie leidenden Vaters. Durch solche VR-Erlebnisse lernen wir, andere Menschen und ihre Bedürfnisse besser zu verstehen und mit mehr Bedacht auf sie einzugehen.

## Experimente und Trainings gefahrlos durchführen: Simulierte Laborerfahrungen

In VR können Nutzerinnen und Nutzer gefährliche Experimente durchführen, ohne ihre Gesundheit zu gefährden. Sie können teure Laborausrüstungen virtuell nutzen, ohne hohe Kosten zu verursachen. Dies ist besonders nützlich in naturwissenschaftlichen Fächern. Das erhöht das Verständnis und motiviert die Lernenden.

Noch wichtiger ist die Möglichkeit des gefahrlosen Trainings von gefährlichen Situationen. Die XR-Technologie ist fehlertolerant und schließt beim virtuellen Umgang mit gefährlichen Stoffen oder Situationen Verletzungen aus. Daher nutzen Feuerwehr, Bundeswehr und Polizei virtuelle Settings in der Ausbildung. Beispiele sind die *Fünf Sicherheitsregeln*<sup>34</sup> oder die Anwendung *Arbeiten unter Spannung*<sup>35</sup>, bei der es um den Stromzähler-Austausch geht. Der TÜV Süd bietet ein breites Spektrum von solchen Anwendungen in seiner XR-Academy.<sup>36</sup> Auch im medizinischen

und im Pflegebereich sind Simulationen sinnvoll. *Ubisim*<sup>37</sup> bietet virtuelle Trainings für angehende Pflegekräfte. VR ermöglicht auch das Training von Softskills, wie den Umgang mit schwierigen sozialen Situationen, das Präsentieren vor Gruppen<sup>38</sup> oder die Abstimmung im Team. In VR lässt sich leichter aus Fehlern lernen, weil man sich gefahrlos verbessern kann.

## **Sport und Bewegung**

Selbst Sport und Bewegung lassen sich in VR trainieren: von Tischtennis bis zu Basketball, von allgemeiner Fitness bis zur Rehabilitation.<sup>39</sup> Es ist möglich, ohne Anfahrtszeiten Sport zu treiben oder sich international zu messen (virtuelles Tischtennis ist olympische E-Sport-Disziplin!).

Die häusliche Rehabilitation verläuft erfolgreicher, wenn die Patientinnen und Patienten von virtuellen Assistentinnen und Assistenten bei den Übungen begleitet werden.

## **Virtuelle Räume – virtuelle Zusammenarbeit**

Sogenannte Social VR-Plattformen ermöglichen es, sich in einem virtuellen Raum in Gruppen – jeweils durch einen Avatar repräsentiert – zu treffen und dort zu interagieren. Solche Plattformen eignen sich vor allem, um örtlich getrennte oder in einer anderen Form ausgeschlossene Nutzerinnen und Nutzer zusammenzubringen. Sie können so Zugangsbarrieren senken und inklusiv wirken. Meetings können so dreidimensional und mit hoher Aufmerksamkeit abgehalten werden. Gemeinsam können Produkte betrachtet, erklärt und weiterentwickelt werden. So verbindet das Projekt *Lernort Rathaus*<sup>40</sup> die Vermittlung von Grundwissen zur Kommunalpolitik mit interaktiven Aufgabenstellungen zur Förderung von Teamarbeit. Die ALP in Dillingen hat einen virtuellen Medienraum auf der Plattform RAUM für virtuelle Lehrerfortbildungen entwickelt, in dem sämtliche Möglichkeiten der Erarbeitung von Lernszenarien zur Verfügung stehen (Video, Schreiben, Kommunikation, Immersion, Lernatmosphäre, Möbel, Geräte etc.) und mit möglichst vielen Menschen zusammen ausprobiert werden können.<sup>41</sup> In der Industrie werden Digitale Zwillinge beispielsweise von Produktionsanlagen auch zur Aus- und Weiterbildung von Arbeitnehmerinnen und Arbeitnehmern eingesetzt.

## Ausblick

Die Vorteile und Potentiale von XR-Anwendungen in Bildung und Ausbildung liegen auf der Hand. In den nächsten Jahren wird sich der Einsatz positiv weiterentwickeln. Aktuell gibt es verschiedene Hürden, die zu bewältigen sind:

### 1. Hardware und Ausstattung

Wenige Schulen und Betriebe verfügen derzeit über ausreichende Hardware. Viele Schulen verwenden ihre Budgets nicht für VR-Technologien. Stattdessen werden Tablets angeschafft, die teurer sind als einige VR-Headsets. Mixed Reality Headsets oder Spatial Computer sind allerdings derzeit meist noch sehr teuer. Ein guter Marktüberblick ist erforderlich, um die passende Hardware für die gewünschten Zwecke auszusuchen. Zudem entwickeln sich die Geräte so schnell, dass es nicht lohnt, größere Mengen anzuschaffen, weil sie schnell veralten.

Die Vorgaben für Schulen, welche Geräte angeschafft werden dürfen, sollten flexibler gestaltet werden, um die Anpassung an technische Entwicklungen unbürokratisch zu ermöglichen. Dezentrale Beschaffungsstrukturen sind ungünstig in einer zunehmend digitalen Welt. Zu überlegen wäre, ob staatlich geförderte Miet-/Leasing-Modelle hilfreich sein könnten, die auf Länderebene verankert werden könnten.

### 2. Inhalte

Für zahlreiche Bildungs- und Trainingsinhalte, die sich mit XR-Technologien besser vermitteln lassen würden, gibt es noch keine XR-Angebote. Die Erstellung von Inhalten ist manchmal leicht, oft aber aufwändig und kostspielig. Einzelne Förderprogramme existieren.<sup>42</sup> Es fehlt eine Infrastruktur mit Plattformen, um Inhalte problemlos teilen zu können. Lizenzmodelle und Förderprogramme sollten so aufeinander abgestimmt sein, dass Entwicklerinnen und Entwickler von Inhalten Bildungs- und Trainingsprojekte in Angriff nehmen können. XR-Inhalte mit Unterrichtskonzepten sollten auf den Plattformen, die die Länder ihren Schulen zur Verfügung stellen, genauso verfügbar sein wie klassische Unterrichtsinhalte.

### 3. Qualifizierte Lehrerinnen und Lehrer sowie Trainerinnen und Trainer

Der Einsatz von XR-Technologien in der Schule setzt eine Schulung der Lehrkräfte voraus sowie das Erlernen der Technologien bereits im Studium an Universitäten und Hochschulen. Die Integration in die Ausbildung von Lehrerinnen und Lehrern steht noch am Anfang. Unternehmen und Schulen fehlen Personen, die eigene Inhalte erstellen können. Hier werden sich die Anforderungen an das Personal in Zukunft ändern. Neben neuen Studienangeboten vermag der neue Ausbildungsberuf Gestalter/Gestalterin Immersive Medien da Abhilfe zu schaffen.

#### **4. Fehlende Neugier auf Neues und Angst und Unbehagen vor Technologien**

Angst vor Unbekanntem und generelle Technologiefremde erschweren den Einsatz von XR in der (Aus-)Bildung. Dazu braucht es Angebote, die eine erste Berührung mit der Technologie ermöglichen und den Nutzen erfahrbar machen. Der XR HUB Bavaria als gefördertes Projekt vom Bayerischen Staatsministerium für Digitales macht hier positive Erfahrungen mit Einführungen für Gruppen in die Technologie.

#### **5. Datenschutz, Standards und Rechtsrahmen**

Prof. Dirk Heckmann, Verfasser einer Studie zum rechtssicheren Einsatz von XR-Anwendungen<sup>43</sup>, zeigte sich bei einer Veranstaltung im Juli 2023 optimistisch, dass sich datenschutzkonforme Lösungen für Anwendungen in Unternehmen finden lassen. Auch für Schulen sind Lösungen und Hilfestellungen zu entwickeln.<sup>44</sup>

#### **6. Von positiven Beispielen lernen**

Der XR HUB Bavaria will mit seinem Projekt *XRExplorer Schools*<sup>45</sup> auf Schulen aufmerksam machen, welche die Hürden die der Einsatz von XR-Technologien mit sich bringt erfolgreich selbst gemeistert haben. Schulen, die XR in ihr Medienkonzept integriert haben, Lehrkräfte beschäftigen, die XR-Expertise besitzen und über eine praktikable Hardwareausstattung verfügen, erhalten das Label *XRExplorer School*. Ein Netzwerk aus XR-affinen Schulen entsteht. Sie begeben sich gemeinsam auf die Reise, mit XR das Lernen besser und angenehmer zu machen.



Abbildung 2: Praktische Erfahrungen mit VR im XR LAB des XR HUB Bavaria. © Silke Schmidt

# Geschützte Räume – Therapeutische Szenarien mit XR

Dr. Alla Machulska, Universität Siegen

## Über die Bedeutung psychischer Gesundheit

Unsere moderne Welt unterliegt einem ständigen Wandel. So waren beispielsweise allein die letzten drei Jahre nicht nur von einer globalen Pandemie bestimmt, in denen sich u. a. auch soziale Regeln und fest etablierte Verhaltensweisen grundsätzlich verändert haben, auch der Klimawandel und sich zuspitzende weltweite Konflikte und Kriege bildeten eine massive Belastungserprobung für die meisten Menschen. Neben diesen gesellschaftlichen Veränderungen stellen auch Erfordernisse des täglichen Lebens, wie zum Beispiel die gleichzeitige Erfüllung verschiedener Rollenaufgaben, die Zeitverdichtung und veränderte Arbeitsbedingungen, in denen die Grenzen zwischen Arbeit und Freizeit verschwimmen, die Einzelne bzw. den Einzelnen vor große Herausforderungen und erfordern eine enorme Anpassungsleistung. Diese Anpassungsleistung gelingt nicht immer, mit Folgen für die körperliche und psychische Gesundheit. Insbesondere im Hinblick auf Letzteres lässt sich sagen, dass psychische Belastungen weit verbreitet sind und auch psychische Störungen wie Angst- oder Depressionserkrankungen mit einer hohen Prävalenz verbunden sind. So weist etwa jeder dritte bis vierte Erwachsene aufs Jahr gerechnet eine oder mehrere klinisch bedeutsame psychische Störungen auf.<sup>46</sup> Die Bedeutung psychischer Störungen lässt sich u. a. auch aus dem *Global Burden of Disease Project* der Weltgesundheitsorganisation (WHO) ableiten. Unter den untersuchten Ursachen für die globale Krankheitslast (sogenannten *disability adjusted life years*; DALYs) landeten psychische Störungen unter allen untersuchten Altersgruppen auf Platz 6 und unter Jugendlichen und jungen Erwachsenen (d. h. 15–49 Jahre) sogar auf Platz 1 (noch vor Rücken- und Kopfschmerzen oder Herz-Kreislauf-erkrankungen). Daneben machen die direkten Kosten psychischer Erkrankungen nach Angaben der Gesundheitsberichterstattung des Bundes über 13 Prozent der gesamten Krankenkosten aus und verursachen zusammen mit indirekten Kosten Gesamtkosten von fast 5 Prozent des Bruttoinlandsproduktes. Dies verdeutlicht beispielhaft, wie wichtig sowohl die Prävention psychischer Erkrankungen als auch die Förderung psychischer Gesundheit ist.

## Wirksamkeit von Psychotherapie und Versorgungslage in Deutschland

Glücklicherweise ist psychische Gesundheit in den letzten Jahren immer mehr in den Blickpunkt der Aufmerksamkeit gerückt. Inzwischen liegen wissenschaftlich geprüfte, evidenzbasierte und wirksame Behandlungsmöglichkeiten für die meisten psychischen Störungen vor (siehe z. B. die regelmäßig herausgegebenen und aktualisierten S3-Leitlinien der Arbeitsgemeinschaft der Wissenschaftlichen Medizinischen Fachgesellschaften; AMWF; Psychotherapie im Sinne der derzeit vier anerkannten Richtlinienverfahren gilt als Leistung der Gesetzlichen Krankenversicherung; GKV). Inzwischen ist gut belegt, dass Psychotherapie wirkt, die Lebensqualität Betroffener signifikant verbessern kann und die gesundheitsökonomischen Kosten erheblich reduziert.<sup>47</sup> Dem gegenüber steht ein immer größer werdender Bedarf an Psychotherapie, der sich im Rahmen der Covid-Pandemie und ihrer Auswirkungen zusätzlich drastisch erhöht hat. Dies hat zur Folge, dass Wartezeiten für einen Psychotherapieplatz mitunter sehr lang sind. Nach einer Auswertung der Bundespsychotherapeutenkammer (BPtK) aus dem Jahr 2018 betragen die durchschnittlichen Wartezeiten auf einen Therapieplatz nach Feststellung eines Bedarfs circa 5 Monate.<sup>48</sup> Dies wiederum wirkt sich nicht nur entmutigend auf Betroffene aus, sondern ist mit einer Symptomverschlechterung, Gefahr eines chronischen Verlaufs und einer schlechteren Gesamtprognose nach Therapie verbunden. Aber selbst, wenn Patientinnen und Patienten einen Psychotherapieplatz bekommen, ist zu beobachten, dass die angebotene Therapie nicht immer der „Gold-Standard“-Therapie entspricht. So ist inzwischen gut belegt, dass Exposition (d. h. die Konfrontation mit emotionsauslösenden Reizen) das Mittel der Wahl bei einer Vielzahl psychischer Erkrankungen (insbesondere Angststörungen<sup>49</sup>) ist. Nichtsdestotrotz wird Exposition trotz vorhandener Indikation nicht immer im psychotherapeutischen Alltag eingesetzt oder zumindest nicht so wie empfohlen (z. B. wiederholter, statt einmaliger Einsatz in verschiedenen Kontexten mit unterschiedlichem Schwierigkeitsgrad<sup>50</sup>). Gründe dafür können unter anderem finanzielle oder zeitliche Hürden sowohl für die Patientinnen und Patienten als auch die Therapeutinnen und Therapeuten sein, eine schlechte Planbarkeit oder schwierige Herstellung des zu exponierenden Kontextes (z. B. bei Flugangst, großen Menschenmengen, bestimmte Reaktionen anderer) oder eine starke Erwartungsangst und ein Gefühl fehlender Kontrollierbarkeit seitens der Patientin oder des Patienten. Dies kann unter Umständen dazu führen, dass gut wirksame Verfahren, wie am Beispiel der Exposition erläutert, entweder nicht oder nur unzureichend angeboten oder von Betroffenen nicht angenommen werden. In diesem Kontext stellt der Einsatz von XR (ein Sammelbegriff für Verfahren wie Virtual Reality, VR; oder Augmented Reality, AR) eine vielversprechende Möglichkeit dar, die psychotherapeutische Versorgungssituation in Deutschland zu verbessern, wobei sie sowohl dem Problem der langen Wartezeiten als auch der effizienteren Implementierung geeigneter evidenzbasierter Methoden Rechnung trägt. Im Folgenden werden einige Einsatzbereiche exemplarisch skizziert. Der Fokus liegt dabei auf VR-basierten Behandlungen, da die bisherige Evidenz hierzu am größten ist. Es ist jedoch naheliegend anzunehmen, dass ähnliche Schlüsse für XR im Allgemeinen gezogen werden können.

## Einsatz von VR in der Psychotherapie

Die Chancen, den der Einsatz von VR in der Psychotherapie bieten kann, wurden schon früh (d. h. seit der 1990er Jahren) erkannt und zunehmend wissenschaftlich untersucht. Dies liegt u. a. daran, dass VR die Möglichkeit bietet, virtuelle Umgebungen flexibel zu gestalten und zu verändern und individuell an den Bedarf der einzelnen Person anzupassen. Zudem berichten Anwenderinnen und Anwender von einem starken Gefühl der Immersion, also dem Eintauchen in die virtuelle Welt, sodass therapierelevante Situationen alltagsnah simuliert werden können und individuelle Lerngelegenheiten für funktionale Bewältigungsstrategien geschaffen werden können. Der Großteil der bisherigen Studien fand im Kontext von Angststörungen (v. a. bei spezifischen Phobien) statt (siehe Abbildung 3).



Abbildung 3: Beispiel für eine VR-Exposition bei Spinnenphobie, wie sie derzeit an der Universität Siegen Anwendung findet. © Universität Siegen, Institut für Psychologie

So konnten mehrere Studien übereinstimmend zeigen, dass eine VR-basierte Exposition ebenso gut wirkt wie eine „in vivo“ – also eine in der Realität durchgeführte – Exposition (z. B. bei Höhenangst<sup>51</sup>, Panikstörung- und Agoraphobie<sup>52</sup>, Sozialer Phobie<sup>53</sup>). Inzwischen gibt es auch einige Anwendungen für den Bereich von Substanzgebrauchsstörungen. Hierbei hat sich in der Therapie die sogenannte *cue exposure* als wirksam erwiesen. Bei dieser Intervention lernen Betroffene unter therapeutischer Anleitung, sich einem Suchtreiz zu nähern und dabei das aufkommende Verlangen achtsam zu registrieren, ohne darauf durch Konsumverhalten zu reagieren. Auch in diesem Bereich fanden bereits Übertragungen auf VR-gestützte *cue exposure* statt, wobei z. B. Suchtdruck signifikant stärker zurück

gegangen ist als in einer Therapie ohne *VR-cue exposure*<sup>54</sup>. Eine Studie aus dem Jahr 2019<sup>55</sup> konnte zudem nachweisen, dass eine durch ein Smartphone dargebotene VR-Applikation sogar als alleinstehende Intervention ohne zusätzliche therapeutische Unterstützung Höhenangstsymptome signifikant reduziert hat. Dies weist auf das Potential hin, solche Applikationen ggf. auch zur Überbrückung von Wartezeiten zu nutzen, um auch bereits in dieser Zeit den durch eine Erkrankung entstandenen Leidensdruck oder die Funktionseinschränkung zu reduzieren.

VR zeigt sich aber nicht nur dann effektiv, wenn sie als Exposition genutzt wird. In anderen Studien wurden z. B. VR-Versionen entwickelt, die eher eine ablenkende (z. B. bei Schmerzen) oder entspannende Wirkung ausüben sollten, mit ebenso vielversprechenden Befunden.<sup>56</sup> Zudem ist vorgeschlagen worden, VR zunehmend im Kontext von Depressionen oder bei älteren Personen mit Mobilitätseinschränkungen zu nutzen – hierbei allerdings weniger als Expositionsintervention, sondern als Möglichkeit, angenehme Szenarien und positive Aktivitäten zu kreieren, die aufgrund von krankheitsassoziierten Einschränkungen (z. B. Antriebsschwierigkeiten im Falle der Depression, Bewegungseinschränkungen bei älteren oder körperlich beeinträchtigten Personen) in der Realität nur schwer erreichbar sind. Hierzu liegen bisher aber nur wenige Studien vor. Auch im Bereich der Demenzforschung sind zuletzt einige vielversprechende Versuche unternommen worden, z. B. Gedächtnistrainings und andere neurokognitive Übungen in VR durchzuführen.<sup>57</sup> Hier bietet VR den Vorteil, dass mit persönlich relevantem Material, das mit positiven Emotionen verbunden ist, trainiert werden kann, und sich dies womöglich zusätzlich positiv auf den Trainingserfolg auswirkt.

Zusammenfassend lässt sich also sagen, dass insbesondere VR-gestützte Therapieinterventionen a) bei einer Vielzahl psychischer Störungen, b) unter Verwendung verschiedener theoretischer und/oder therapeutischer Konzepte c) sowohl zur Verbesserung/Beschleunigung des Therapieerfolgs als auch Mittel zur Überbrückung von langen Wartezeiten in der klinisch psychotherapeutischen Forschung bereits erfolgreich eingesetzt wurden. Trotz dieser vielversprechenden Befunde sei an dieser Stelle kritisch angemerkt, dass viele der genannten Studien niedrige Fallzahlen oder keine Daten zu langfristigen Therapieeffekten beinhalteten, sodass es sich an dieser Stelle nur um vorläufige Aussagen über den möglichen Nutzen VR-basierter Interventionen handelt. Nichtsdestotrotz ist die empirische Basis für VR-gestützte Verfahren in der Psychotherapie breit. Dem gegenüber steht eine noch recht begrenzte praktische Nutzung solcher Verfahren. Gründe hierfür sowie Ansatzpunkte für einen besseren Wissenschafts-Praxis-Transfer werden im folgenden Abschnitt diskutiert.

## **Schwierigkeiten und Herausforderung beim Einsatz von VR-Interventionen**

Obwohl VR grundsätzlich die Möglichkeit bietet, individualisierte Szenarien zu entwickeln und diese flexibel an den Therapiefortschritt anzupassen (z. B. könnte eine Person mit Spinnenphobie zunächst mit der Spinnenart exponiert werden, durch die sie sich im Alltag am meisten eingeschränkt fühlt, danach ließe sich das Szenario auf weitere Spinnenarten und andere Lebenssituationen ausweiten), ist die Programmierung passender individueller virtueller Szenarien bisher mit einem hohen zeitlichen und ökonomischen Einsatz verbunden. Ebenso kann es für Therapeutinnen und Therapeuten schwierig sein, gut nutzbare und bezahlbare serienmäßig produzierte VR-Programme zu finden, welche auf die berichteten Problembereiche ihrer Patientinnen und Patienten angepasst sind. Daher wird eine Herausforderung für die kommenden Jahre die Verbesserung der Benutzerfreundlichkeit und damit auch die vereinfachte Anpassung von VR-Szenarien durch Anwenderinnen und Anwender sein, um das Potential, das VR bietet, auch ausschöpfen zu können. Auch Fragen der Kostenerstattung und Abrechenbarkeit (Wer zahlt das VR-Equipment? Wie sind der Zugang und die Bezahlung entsprechender Fortbildungen geregelt?) sind hierbei sicherlich entscheidend. In diesem Zusammenhang sei jedoch auf eine positive Entwicklung verwiesen: Ende 2019 wurde in Deutschland das Digitale-Versorgungs-Gesetz verabschiedet, was bedeutet, dass ärztliche und psychotherapeutische Praxen seitdem zertifizierte digitale Gesundheitsanwendungen (DiGA) wie Smartphone-Apps „auf Rezept“ verschreiben dürfen. Die Kosten hierfür werden von den GKV erstattet, sodass die Nutzung sowohl für Therapeutinnen und Therapeuten als auch Patientinnen und Patienten kostenfrei ist. Vor dem Hintergrund der gesetzlichen Neuerung sind inzwischen über 20 professionelle Anwendungen entstanden, die entweder bereits einen Nutzen für die (psychotherapeutische) Versorgung erbracht haben oder diese noch zu erbringen haben. Einige dieser DiGAs nutzen VR im Kontext Psychotherapie explizit. Es ist also zu hoffen, dass einfacher anzuwendende VR-Interventionen auch im Zuge dieser neuen Gesetzgebung Einzug in den psychotherapeutischen Alltag finden.

## **Fazit**

Insgesamt kann gesagt werden, dass XR (insbesondere VR) ein enormes Potential hat, sowohl den Zugang zur Therapie als auch den Therapieprozess als solches zu verbessern. Trotz der vielen oben skizzierten Chancen sollte jedoch vor unrealistischen oder überhöhten Erwartungen gewarnt werden. So lösen sie nicht grundsätzlich das Versorgungsproblem in Deutschland, für das sicherlich größere und vielschichtigere gesetzliche Änderungen notwendig sind. Ebenso zielen die bisherigen digitalen Interventionen nicht darauf ab, Psychotherapie oder die besondere Beziehung zwischen Therapeutin oder Therapeut und Patientin oder Patient, die ebenso für einen großen Teil der Therapiewirksamkeit verantwortlich ist, zu ersetzen. Vielmehr sollten die beschriebenen VR-gestützten Interventionen als zusätzliche Methoden verstanden werden, die das therapeutische Repertoire sinnvoll ergänzen können.

# Unendliche Weiten: Virtuelle Räume in Kunst und Kultur

**Thorsten Baulig (Technologiestiftung Berlin, kulturBdigital<sup>58</sup>)  
und Franziska Ritter (TU Berlin Bühnenbild Szenischer Raum,  
digital.DTHG/Deutsche Theatertechnische Gesellschaft)**

Wenn Technologien neue Möglichkeiten für Gestaltung, Vermittlung und Wahrnehmung bieten, dauert es in der Regel nicht lange, bis neugierige Kunst- und Kulturschaffende mit ihr experimentieren. Kein Wunder also, dass Künstlerinnen und Künstler<sup>59</sup> seit vielen Jahren die Mehrwerte ausloten, die Augmented- und Virtual Reality für die künstlerische Praxis, die Kulturvermittlung und die Arbeit hinter den Kulissen bieten.

Das Besondere am künstlerischen Technikzugang: Technik wird in den seltensten Fällen für die Anwendung in den Künsten entwickelt. Vielmehr eignen sich Kulturakteurinnen und Kulturakteure die Technik für ihre Zwecke an und gehen in einen spielerischen, kreativen, zeitweise kritischen Dialog mit ihren Potentialen und Beschränkungen. Von der künstlerischen Arbeit mit Technik profitiert so auch die Technik selbst – in Form von neuen Einsatzgebieten und reflektierten Funktionsweisen.

## Aufbruchstimmung in der gesamten Kulturbranche

Die Vielfalt der Anwendungsformen zeigt sich in allen Disziplinen. Ob Tanz, Musik, Theater, Bildende Kunst, ob in der freien Szene, in festen Institutionen oder in der Ausbildung – es herrscht Aufbruchstimmung! Werfen wir einen Blick in die deutsche Kulturlandschaft:

Das gerade beendete Projekt *museum4punkt0*<sup>60</sup> lieferte mit vielen Verbundpartnern wertvolle und übertragbare Erkenntnisse für neue Arten des Lernens, Erlebens und Partizipierens für den **Museumsbereich**. Im Rahmen des Projekts macht AR-Technologie z. B. auch solche Exponate im Wortsinn begreifbar, die aus konservatorischen Gründen nicht berührt werden dürfen: Die Herzogin-Anna-Amalia-Bibliothek in Weimar entwickelte eine App, mit der Besucherinnen und Besucher historische Bücher virtuell aus dem Regal nehmen und durchstöbern können.<sup>61</sup> Virtuelle 360-Grad-Rundgänge gehören mittlerweile zum Standardrepertoire großer Museen und bilden sowohl für die Institutionen als auch für die Nutzerinnen und Nutzer einen einfachen Zugang zur Welt der Digitalräume – sofern ein entsprechendes Endgerät und Internetzugang vorhanden sind. Bei freiem Eintritt kann man so z. B. Goethes Wohnhaus<sup>62</sup> jederzeit virtuell einen Besuch abstatten oder das nicht mehr existierende Große Schauspielhaus Berlin<sup>63</sup> bei einer Zeitreise in die Vergangenheit auf narrativ-poetische Weise erleben.

Auch auf dem Feld der **XR-Kunst** gibt es Künstlerinnen und Künstler, die ihre Werke digital erfahrbar machen oder sogar rein virtuell erschaffen. Medienkünstlerinnen wie z. B. Lauren Moffat entführen ihr Publikum in ungeahnte, höchst raffinierte digitale Phantasiewelten – sei es mit digitalen Überlagerungen oder mit rein virtuellen Skulpturen und räumlichen Installationen. So weit, dass es für digitale Kunst keinen physischen Ort mehr braucht und digitale Museumsneubauten errichtet werden – wie das Museum of Other Realities<sup>64</sup> (MOR), wo virtuelle Kunst in virtueller Realität gemeinsam erlebt werden kann.

Um **klassische Musik** einem breiteren Publikum zugänglich zu machen, arbeitet auch das Konzerthaus Berlin seit Jahren experimentierfreudig mit neuen Technologien und Zugängen zur Musik. Mit einer digitalen Ausstellung lockt es jährlich mehrere tausend zusätzliche Besucherinnen und Besucher ins Foyer, um sie mit spielerischen AR- und VR-Anwendungen<sup>65</sup> für klassische Musik und die Architektur des Hauses zu begeistern. In der interaktiven VR-Komposition *Umwelten*, die mittlerweile auch als AR-Version zugänglich ist, kann das Publikum digital Objekte zum Klingen bringen und so miteinander kombinieren, dass eine individuelle eigene Komposition entsteht, die aufgenommen und geteilt werden kann.

Am Staatstheater Augsburg – seit 2020 das erste **Theater** mit eigener digitaler Sparte – wird der digitale Raum von vornherein mitgedacht: In der Oper *Orfeo ed Euridice* taucht das Publikum im zweiten Akt mit 500 VR-Brillen virtuell in die Unterwelt ab und erlebt selbst eine rasante Höllenfahrt in den Hades. Wer zuhause eine 360-Grad-Theater-Erfahrung machen möchte, kann sich sogar die VR-Brillen liefern lassen und das gewünschte Stück so erfahren, als säße er/sie im Zuschauerraum. Das erleichtert auch Menschen mit Mobilitätseinschränkungen den Zugang zu Kultur.<sup>66</sup> Auch bei den Bayreuther Festspielen konnten in Wagners *Parsifal* über 300 Zuschauende einen erweiterten Bühnenraum mit AR-Brillen auf ihren Plätzen erleben.

Das **Performancekollektiv Nico and the Navigators**<sup>67</sup> hat mit seinen AR-Projekten *Verrat der Bilder* und *Du musst dein Leben rendern!* Darstellerinnen und Darsteller mit ihren Digitalen Zwillingen performen lassen – Avataren, die in Form von Gliederpuppen über AR-Brillen auf die Bühne projiziert werden. Außerdem koppelten die Kollektivmitglieder mehrere dutzend AR-Brillen und machten so den halbvirtuellen Raum gemeinsam gestaltbar.

In ihren Projekten gehen Kunst- und Kulturschaffende oft technisch über das hinaus, was die Herstellerinnen und Hersteller der Brillen für möglich halten. Die VR-Künstler Marcel Karnapke und Björn Lengers aka Cyberräuber erkunden mit ihren immersiven Installationen und Tanzperformances die Grenzen der Mixed Reality – für Performende und Publikum gleichermaßen. Ein Beispiel: Ihr *Cyberballet*<sup>68</sup> ist eine theatrale Installation, die Tanz in die virtuelle Realität überträgt und einer Künstlichen Intelligenz beibringt, sich zu bewegen.

Die Mehrwerte für die künstlerische Praxis und Vermittlung auf und vor der Bühne liegen auf der Hand. Aber auch hinter den Kulissen können die XR-Technologien **als Werkzeug** Arbeitsprozesse erleichtern und Workflows effizienter machen, wie es für den Theaterbereich jüngst das Projekt *Im/material Theatre Spaces*<sup>69</sup> der DTHG

aufgezeigt hat. Am „theater junge generation“ Dresden können mittlerweile fast alle Bauproben auch virtuell<sup>70</sup> stattfinden und komplexe Bühnenbild-Elemente mithilfe von AR-Anleitungen aufgebaut werden. Selbst der Entwurfsprozess für Bühnenbildnerinnen und Bühnenbildner ist digital gestützt von Anfang an in 3D möglich und erleichtert den Austausch mit den technischen Abteilungen und Werkstätten. Das Staatstheater Kassel demonstriert mit dieser Arbeitsweise an seiner sogenannten Raumbühne schon seit mehreren Spielzeiten, wie sinnvoll und effizient diese Methode für die künstlerische Zusammenarbeit ist.

Darüber hinaus lässt sich beobachten, dass insbesondere die Arbeit mit XR-Technologien die **transdisziplinäre Zusammenarbeit** zwischen den Künsten fördert – Genre-Grenzen werden neu definiert, Wissen zwischen allen Bereichen erarbeitet, neue Berufsfelder entstehen.

### **Mehr Mut zu nachhaltiger Förderung nötig**

Dass es der deutschen Kulturlandschaft vielerorts nicht am Willen mangelt, neue Horizonte zu erschließen, zeigen die vorgestellten Projekte eindrucksvoll. Die Potentiale immersiver Technologien sind unübersehbar und mit großer Eigeninitiative der Branche und öffentlichen Projektförderungen ans Licht gebracht worden. Blickt man jedoch über den Tellerrand, zum Beispiel in Richtung Skandinavien oder Großbritannien, wird sichtbar, wie fest diese Technologien dort im Alltag von Kulturakteurinnen und Kulturakteuren verankert sind und wie systematisch ihre Potentiale erschlossen werden. Um in Deutschland den Anschluss zu wahren, muss die Kulturförderung strukturell nachjustieren:

Zum Beispiel beim Thema (digitale) **Nachhaltigkeit**: Wie können die Ergebnisse von öffentlich geförderten Projekten so aufbereitet und weitergegeben werden, dass sie einen nachhaltigen Nutzen entfalten? Die Ergebnisdokumentation ist bei Förderprojekten zwar zumeist Pflicht, aber es mangelt an Modellen, die die Nachnutzung von Ergebnissen mit einbeziehen. Zudem braucht es mehr Ressourcen für echten **Wissenstransfer**, der auch nach Projektende Erkenntnisse auf lange Sicht anwendbar macht und weitere Akteurinnen und Akteure vernetzt.<sup>71</sup>

Auch die Verankerung und langfristige Verbreitung des in Projekten entstandenen Wissens innerhalb der umsetzenden Organisationen sollte bei Förderungen besser mitgedacht werden. Wenn ein Projekt dort nachhaltig wirken soll, dürfen Lizenzen für die genutzte Software nicht unmittelbar nach Projektende auslaufen. Auch die Wartung von Hardware über das Projektende hinaus müsste im Kostenplan von Projekten mitgedacht werden können.

Ein weiterer Punkt: Die Nachnutzung von Software, die für das Projekt erst entwickelt wurde. Oliver Proske, Geschäftsführer und Technischer Leiter von Nico and the Navigators, gibt Einblick: „Wir verfügen über einen großen Pool an Soft- und Hardware für die Umsetzung von AR-Projekten. Es ist aber unglaublich schwierig, diese Ressourcen in Kooperationen sinnvoll weiter zu nutzen, da viele Projektträger eigene Dienstleister mit der Anpassung der Technik für ihre Bedürfnisse beauftragen und wieder bei null

anfangen. Ich glaube, dass wir eher mit Gemeinschaftsarbeiten weiterkommen, bei denen neue Anwendungen auf den Erfahrungen der vorangegangenen basieren.“ Die **Förderung spartenübergreifender Nachnutzungs-Kooperationen**, die im besten Fall die Infrastruktur etablierter Kulturinstitutionen mit der Experimentierfreude der freien Kreativszene zusammenbringen, wäre hier also sinnvoll.

Ein weiterer Verbesserungsbedarf in der Fördersphäre: Wer kein klares und messbares Projektziel formulieren kann oder möchte, bekommt meist auch kein Geld. Dabei ist in der Arbeit mit innovativen Technologien am Anfang selten klar, was am Ende herauskommt. Die **Förderung von ergebnisoffenem, prozessorientiertem Arbeiten** täte hier Not – gerade, wenn Technologie (wie in der Kultur üblich) jenseits ihrer ursprünglichen Bestimmungen verwendet wird. Und erst durch Finanzierung geschaffener Freiraum ermöglicht es Kulturschaffenden, ihre Kreativität voll zu entfalten. Maja Stark, die zu XR in Kunst und Kultur forscht sowie an der HTW Berlin EFRE-geförderte XR-Projekte<sup>72</sup> für die freie Kulturszene Berlins koordiniert, beobachtet: „Meistens scheidet die tiefere künstlerische Auseinandersetzung mit XR an einem Mangel an Zeit, da die Kulturschaffenden parallel ihren Lebensunterhalt verdienen müssen. Für eine erfolgreiche Arbeit mit XR-Technologien ist aber eine intensive Auseinandersetzung mit dem neuen Medium gerade zu Beginn sehr wichtig.“

Interessant wären auch Ansätze, die es für Hersteller von Hard- und Software noch attraktiver machen, ihre **Produkte für alle Menschen nutzbar und zugänglich** zu machen. XR-Technik beispielsweise erleichtert zwar Menschen mit Mobilitätseinschränkungen den Zugang zu Kulturerlebnissen. Gleichzeitig haben sehbehinderte Menschen teils keine Möglichkeit, durch die Menüführung der zugehörigen Software zu finden. Die Kultur kann eine gute Partnerin sein, um **Verbesserungspotentiale bei den Themen Barrierefreiheit und Inklusion** aufzuspüren. So entwirft die Berliner Künstlerin Katharina Haverich in ihrem aktuellen Projekt einen multifunktionalen und inklusiven virtuellen Arbeits- und Aufführungsort. Er basiert auf der Social VR-Software „VRChat“ und soll den Anforderungen an barrierearmes Arbeiten in der Kulturproduktion gerecht werden. Dabei bezieht sie auch die Expertise von Menschen mit kognitiven Einschränkungen sowie Seh- und Hörbehinderungen ein.<sup>73</sup>

Die Notwendigkeit der Transformation wird auch für die **Ausbildungsstätten** spürbar: Im August 2023 ist die duale IHK-Ausbildung „Gestalter/-in für immersive Medien“<sup>74</sup> gestartet und schafft Nachwuchs für den Spagat zwischen Informatik, Medien und Design. Auch Leuchtturmprojekte wie die Akademie für Theater und Digitalität in Dortmund sind richtungsweisend, können aber den Fachkräftemangel und den Bedarf an technologieaffinen und digitalkompetenten Nachwuchskräften im Kulturbereich nicht decken. An den Hochschulen gibt es zudem bislang nur vereinzelte Beispiele für künstlerisch-technische Kompetenzvermittlung im Bereich immersiver Medien.<sup>75</sup>

Genauso fehlt es an **virtuellen Lernumgebungen**, die das Potential des räumlichen Lernens in XR nutzen. Auch die technische Ausstattung und die Verstetigung in den Studiengängen lässt zu wünschen übrig. Erste Hochschulen und Initiativen gründen Netzwerke, wie zum Beispiel das XR-Lab Berlin<sup>76</sup>. Start Up-Inkubatoren wie das Wave Lab der HfM München<sup>77</sup> ermöglichen den jungen Absolventinnen und Absolventen, ihre Ideen weiterzuentwickeln. Alles erste wichtige Signale, die ausgebaut werden sollten, um den erhöhten Bedarf an Fort- und Weiterbildung in diesem Bereich abzudecken, Ressourcen und Know-how nachhaltig zu teilen und den Austausch in der Branche zu fördern.

## Fazit

Die Kulturszene ist ungemein stark darin, sich kritisch mit Technologie und Digitalisierung auseinanderzusetzen. Wirklich gut kann sie das aber nur, wenn es über einzelne Leuchtturmprojekte hinaus systematische und langfristige Möglichkeiten zur Auseinandersetzung mit – beispielsweise – XR-Technologie gibt. So könnten auch Wechselwirkungen zwischen Kulturpraxis und technologischer Weiterentwicklung besser identifiziert werden.

Den Startschuss für das nachhaltige Implementieren immersiver Technologien in den Institutionen und Arbeitsprozessen der Kulturakteurinnen und -akteure muss notwendigerweise die Politik geben. Die Kulturszene ist bereit.



Abbildung 4: Virtuelle Bauprobe am „theater junge generation“ Dresden.

© René Gorks

# „Ansichtssache“: Stadtentwicklung mithilfe von VR-Anwendung im Rahmen von Smart City-Vorhaben

Elisabeth Breitenstein, Jana Dietrich, Heike Gebhardt,  
Mirko Mühlfort und Christoph Schubert, CUT-Projekt, Stadt Leipzig

Die Stadtentwicklung hat sich in den letzten Jahren tiefgreifend verändert. Neue Technologien spielen in diesem Zusammenhang eine immer größere Rolle. Sogenannte Urbane Digitale Zwillinge (UDZ) und die Integration von Virtual Reality (VR) stellen eine der aufregendsten Entwicklungen bei der Konzeption und Umsetzung von Smart Cities dar. Ein sprechendes Beispiel für die vielfältigen Möglichkeiten, aber auch für die Hindernisse bei der Anwendung von VR ist das Connected-Urban-Twins-Projekt (CUT).<sup>78</sup>

CUT ist eine städteübergreifende Partnerschaft zwischen Hamburg, Leipzig und München und in Deutschland einzigartig. Im Rahmen dieser Zusammenarbeit entstehen Urbane Digitale Zwillinge für die Integrierte Stadtentwicklung. UDZ bilden Städte mithilfe derer digitalen Ressourcen digital ab und ermöglichen Was-wäre-wenn-Szenarien für lebenswerte und zukunftsfähige Städte z. B. durch Simulationen. Durch die virtuelle Simulation können Planungsverfahren erheblich erleichtert werden. CUT ist eines von 73 Smart Cities-Modellprojekten (MPSC), das von der Bundesregierung gefördert wird und Städte und Kommunen dabei unterstützen soll, die Chancen der Digitalisierung im Sinne einer nachhaltigen Stadtentwicklung umzusetzen.

## Die Stadt zum Anfassen: Planungen und Szenarien sichtbar machen

Um die Entwicklungen einer Stadt verstehen zu können, werden bekanntermaßen eine Vielzahl von Daten benötigt. Der folgerichtige Umgang mit den städtischen Daten erfordert die Schaffung standardisierter Datenökosysteme (z. B. Urbane Datenplattformen) und im nächsten Schritt die Konzeption und Nutzung Urbaner Digitaler Zwillinge. VR-Anwendungen können eine Brücke bauen zwischen den neuen Technologien, die für den Aufbau einer digitalen Stadt relevant sind (z. B. digitale Planungstools wie den UDZ) und dem gleichzeitigen Wunsch, dass die Stadt konkret, anfassbar und erfahrbar wird. Denn: In VR-Anwendungen werden Planungen nicht nur digital visualisiert, sie werden erlebbar durch die Projektion. Anwenderinnen und Anwender können darin die Perspektiven wechseln, Wege durchschreiten und mögliche Ände-

rungen durchspielen. Städtische Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter werden in die Lage versetzt, zu jeder Zeit Entscheidungen und Prozesse einer Stadt zu veranschaulichen – verwaltungsintern, aber auch für die Bürgerinnen und Bürger. Aufgrund positiver, erlebnisorientierter Erfahrungen kommt VR-Anwendungen künftig in der Stadtentwicklung eine bedeutende (Vermittlungs-)Funktion zu.

### **Jetzt wird's 3D: Visualisierung von Bauvorhaben und Beteiligungsverfahren**

Eine Anwendungsmöglichkeit von Virtual Reality in der Stadtentwicklung ist die Visualisierung von Bauvorhaben, wie sie u. a. in Leipzigs Innenstadt verwirklicht wird: Das knapp zwei Hektar große Areal rund um den historischen Matthäikirchhof soll neugestaltet werden. Dieser Platz blickt auf eine jahrhundertlange Geschichte zurück und wird aktuell von einem Bau der ehemaligen DDR-Staatssicherheit dominiert. Der Matthäikirchhof ist damit einerseits ein sensibler Erinnerungsort und andererseits aufgrund seiner Lage ein Ort von großer städtebaulicher Bedeutung. Der Bauplanung ging ein breit angelegter Beteiligungsprozess unter Einbezug von Bürgerinnen und Bürgern voran. Der Siegerentwurf des städtebaulichen Wettbewerbs wurde 2024 in ein 3D-Modell übersetzt, sodass er in einer VR-Anwendung erlebt werden kann. Grundsätzlich ist gerade die Möglichkeit, in der Virtual Reality die Wirkung von Planungsentwürfen nachzuvollziehen und zwischen verschiedenen Varianten zu wechseln, von entscheidender Bedeutung.



Abbildung V: Data Week Leipzig © Referat Digitale Stadt

Die gewonnenen Erfahrungen aus der Leipziger Beteiligung von Bürgerinnen und Bürgern machen deutlich, wie wichtig diese Art der Visualisierung ist. Insbesondere die jüngere Bevölkerungsgruppe, die sogenannten Digital Natives, erwarten digitale Beteiligungsverfahren zusätzlich zu analogen Formaten. 3D-Modell und Virtual Reality ermächtigen die Bürgerinnen und Bürger zu detaillierten Feedbacks, auch wenn sie nicht über die Expertise verfügen, Architekturskizzen zu decodieren. So wird VR zum entscheidenden Mehrwert, wenn es darum geht, Bürgerinnen und Bürger an Entscheidungsprozessen zu beteiligen.

### **Gemeinsam statt einsam: Replikation einer VR-Anwendung in den Projektstädten**

Weil dem CUT-Projekt der Kooperationsgedanke inhärent ist, entwickeln nicht alle Städte eine eigene VR-Komponente. Stattdessen wird eine VR-Anwendung aus Hamburg, der Hamburg Port Authority (HPA), in allen drei Projektstädten repliziert. Dadurch entstehen Stadtmodelle aller drei Städte innerhalb der gleichen VR-Umgebung. Es ist also möglich, dass Leipziger Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter sich das Hamburger Modell ansehen und sich gleichsam nach Hamburg „beamen“. So werden direkte Vergleiche zwischen den einzelnen Städten möglich.

### **Immer live dabei: Echtzeitdaten**

Es können auch Echtzeitdaten (z. B. aus Umwelt und Mobilität) in VR abgebildet werden. Damit wird es möglich, einen Blick auf die Lage vor Ort zu werfen, ohne tatsächlich dort zu sein. Diese Komponente könnte im Kontext der Stadtentwicklung vor allem bei der Szenarienschau verwendet werden, um auf diese Weise Vergleiche anzustellen. Aktuell kommt diese Anwendung in Leipzig bei der Betrachtung der Luftgütesensoren zum Einsatz.

### **Ein Beispiel: VR-Anwendung für Szenarien der Stadtbeleuchtung**

Eine mögliche Anwendung von VR im Rahmen der Stadtentwicklung wurde innerhalb einer Abschlussarbeit an der Leipziger HTWK<sup>79</sup> formuliert. Der Student entwickelte ein interaktives VR/AR-Tool zum Thema „Licht in der Stadt interaktiv erleben: VR/AR-Technologie für die Simulation der Stadtbeleuchtung in Leipzig mit Fokus auf ihre Planung.“ Darin bietet ein Katalog die Möglichkeit, eine Kombination aus Laternentyp und Leuchtkörper zu wählen. Die Auswahl kann dann auf einen Straßenzug übertragen werden, und die erzeugten Lichteffekte auf Fassaden, Stadtgrün und Straßenbelag werden kumulativ und realistisch bei Tageslicht oder bei Nacht simuliert.

Die Auswertung einer Befragung von Expertinnen und Experten und einer Gutachtenexpertise kommt zu dem Ergebnis, dass VR/AR-Tools aufgrund ihrer Erlebnis-, Erkenntnis- und Überzeugungseffekte von großem Vorteil sind bei der Vorstellung von städtischen Vorhaben – für Bürgerinnen und Bürger ebenso wie für Entscheidungsträgerinnen und Entscheidungsträger, auch wenn sie Fachanwendungen für die Planung nicht vollständig ersetzen können.

### **Luft nach oben: Hindernisse bei der Nutzung von VR-Anwendungen für die Integrierte Stadtentwicklung**

Neben den vielen Vorteilen von VR in der Stadtentwicklung stehen der Nutzung aktuell noch Hindernisse im Weg. Der Einsatz von VR in der Stadtverwaltung steht noch am Anfang. Und das macht sich insbesondere bei der Beschaffung bemerkbar. Um z.B. Bürgerinnen und Bürger beteiligen zu können, benötigt man eine umfangreiche technische Ausstattung – von VR-Brillen bis zu leistungsstarken Rechnern – sowie natürlich die Expertise der städtischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter in allen relevanten Bereichen. In Leipzig können die VR-Experimente derzeit mithilfe der CUT-Fördergelder umgesetzt werden. Ob dies in Zukunft möglich sein wird, ist offen. Weiterhin stehen diverse IT-Regularien einer reibungsfreien Nutzung im Weg, was den Einsatz von VR erschwert. Es konnten erste erfolgreiche Pilotprojekte in Leipzig umgesetzt werden, für eine etablierte Nutzung in der Stadtverwaltung sind jedoch Änderungen der ITK (Informations- und Kommunikationstechnologien) von Nöten. Derzeit steht der Aufwand noch nicht im Verhältnis zum Nutzen, was sich aber durch die Herausbildung routinierter Prozesse verbessern wird. Es gibt im Bereich VR diverse proprietäre Software, die den Einsatz von VR erleichtern kann, jedoch machen sich die Kommunen dadurch von privaten Anbietern abhängig, und die Nutzung der Software steht in Konflikt mit den Open-Source-Regularien der MPSC. Hier ist es notwendig, Einheitlichkeit herzustellen und die Städte stärker bei der Umsetzung einer Open-Source-Strategie zu unterstützen.

Auch in den städtischen Verwaltungen herrscht Fachkräftemangel, insbesondere im Bereich IT. Damit neue Technologien zum Einsatz kommen können, braucht es entsprechendes Personal, ob zur Programmierung, Wartung oder Schulung der Mitarbeitenden. Dass insbesondere im IT-Bereich der Fachkräftemangel groß ist, erschwert auch die Etablierung von VR-Anwendungen. Schlussendlich darf nicht vergessen werden, dass noch Überzeugungsarbeit zu leisten ist, wenn es darum geht, dass Menschen sich an die neuen Technologien herantrauen. Dies gilt für Mitbürgerinnen und Mitbürger, die bisher wenig Umgang mit der digitalen Welt haben, ebenso wie für manchen Mitarbeitenden in der Stadtverwaltung.

## Freie Daten: Ausblick und Politikempfehlungen

Der Einsatz von Virtual-Reality-Anwendungen in der Stadtentwicklung bietet viele Vorteile, der größte aber ist, dass Stadtplanungsprozesse besser erklärt werden und Bürgerinnen und Bürger sowie Verwaltungsangestellte fundiertere Entscheidungen treffen können.

Virtuelle Realitäten werden sich für die Stadtentwicklung innerhalb der nächsten fünf bis zehn Jahre zum unverzichtbaren Werkzeug entwickeln: Bewertung von Planungsständen der Mobilitäts- und Energiewende, Begleitung von Arbeitsprozessen der Wartung und Instandhaltung im öffentlichen Raum, Entscheidungsfindungs- bzw. Beteiligungsprozesse oder Unterstützung von erlebnisorientierten Tourismus- und Kommunikationsmaßnahmen.

Am Beispiel VR werden die Herausforderungen sichtbar, denen sich die Städte auf dem Weg hin zur Digitalisierung stellen müssen. Sie betreffen u. a.:

- › Fachpersonal innerhalb der städtischen Belegschaft
- › Ausreichende und fachgerechte Hard- und Software
- › Weiterentwicklung von IT-Regularien (Unterstützung beim Einsatz von Open-Source-Software verbunden mit einem eindeutigen Regelwerk)
- › Wachsende Bereitschaft zur technologischen Weiterentwicklung innerhalb der städtischen Belegschaft
- › Freier Zugang zu städtischen Daten

Insbesondere bezüglich des letzten Punktes ist politisches Handeln gefragt: Städtische Daten müssen frei zugänglich sein für eine bessere Stadtplanung der Zukunft! Viel zu oft ist die Datenbeschaffung noch von Hindernissen und Absagen geprägt, weil beispielsweise Energieversorger diese nicht teilen oder die Daten nicht maschinenlesbar vorliegen.

## Zum Schluss: Wo fangen wir an?

Am Beginn jeder neuen technologischen Entwicklung stehen auch *trial and error*. Nicht jeder Versuch kann ein Erfolg sein, aber mit jedem Irrtum wächst das verlässliche Wissen. Wir städtischen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter begleiten die Stadtentwicklung in ein neues, digitales Zeitalter. Unsere dringlichste Bitte an die Politik lautet deshalb: Ermöglichen Sie den Städten Experimente, Erfahrungen und daraus resultierend das stete Sammeln von Expertise. Und überzeugen Sie sich selbst: Testen Sie eine unserer Virtual-Reality-Brillen! Zum Beispiel in Leipzig.

- 1 Dazu gehören beispielsweise: Erster Deutscher Fachverband für Virtual Reality e. V. (EDFVR) <https://edfvr.org/>, Extended Reality Bavaria e. V. (XRB) <https://xrbavaria.de/>, nextReality.Hamburg e. V. <https://nextreality.hamburg/>, Virtual Dimension Center Fellbach (VDC) <https://www.vdc-fellbach.de/>, Extended Reality Berlin-Brandenburg e. V. (vormals VRBB, XRBB) <https://extendedrealitybb.org/> oder Games & XR Mitteldeutschland e. V. <https://www.games-und-xr.de/> (alle letzter Abruf 28.03.2024).
- 2 Weitere Informationen zum Berufsprofil vom Bundesinstitut für Berufsbildung: [https://www.bibb.de/dienst/berufesuche/de/index\\_berufesuche.php/profile/apprenticeship/gestim23](https://www.bibb.de/dienst/berufesuche/de/index_berufesuche.php/profile/apprenticeship/gestim23) (letzter Abruf 28.03.2024).
- 3 <https://www.iuk.fraunhofer.de/de/themen/thema-metaverse.html> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 4 <https://www.nvidia.com/de-de/omniverse/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 5 Konkol, K., Reusing, H. (2023). Validation of virtual reality tools for unique aircraft interiors. In: Waldemar Karwowski, Tareq Ahram, Mario Milicevic, Darko Etinger und Krunoslav Zubrinic (Hrsg.). Human Systems Engineering and Design (IHSED 2023): Future Trends and Applications. AHFE (2023) International Conference. AHFE Open Access, Nr. 112. AHFE International, USA, <http://doi.org/10.54941/ahfe1004157> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 6 <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/virtual-and-augmented-reality-coalition> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 7 European Commission, Directorate-General for Communications Networks, Content and Technology, Vigkos, A., Bevacqua, D., Turturro, L. et al. (2022). VR/AR Industrial Coalition – Strategic paper. Publications Office of the European Union, <https://data.europa.eu/doi/10.2759/197536> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 8 [https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Industrial\\_Metaverse.html](https://www.plattform-i40.de/IP/Redaktion/DE/Downloads/Publikation/Industrial_Metaverse.html) (letzter Abruf 28.03.2024).
- 9 Space Explorers – the ISS Experience <https://www.felixandpaul.com/?spaceexplorers> oder Mission ISS Mission: ISS: Quest für Meta Quest | Quest VR-Games | Meta Store ; 1st Step: von der Erde zum Mond <https://faber-courtial.de/portfolio/1st-step/>; 2nd Step: vom Mond zum Mars <https://faber-courtial.de/portfolio/2nd-step/> (alle letzter Abruf 28.03.2024).
- 10 Everest VR von Jonathan Griffith <https://jonathangriffith.eu/everest-vr> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 11 <https://videoreality.de/project/climatechangevr> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 12 <https://faber-courtial.de/portfolio/genesis/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 13 <https://www.arctron.de/referenzen/2019/vr-anwendung-museumsausstellung/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 14 <https://faber-courtial.de/portfolio/gladiatoren-vr/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 15 <https://www.hhi.fraunhofer.de/virtual-reality-experience-ernst-grube-das-vermaechtnis.html> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 16 <https://www.lediz.uni-muenchen.de/projekt-lediz/index.html> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 17 <https://rxplorerschool.de/der-holocaust-durch-die-augeines-ueberlebenden/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 18 <https://www.hhi.fraunhofer.de/virtual-reality-experience-eva-umlauf-ihr-zeugnis.html>, das Fraunhofer HHI hat das volumetrische Video erstellt (letzter Abruf 28.03.2024).
- 19 <https://www.labiennale.org/en/cinema/2023/venice-immersive/letters-drancy> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 20 <https://www.labiennale.org/en/cinema/2023/venice-immersive/tales-march> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 21 <https://www.labiennale.org/en/cinema/2023/venice-immersive/human-violins-%E2%80%93-prelude> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 22 <https://jcom.de/elearning/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 23 <https://blickwinkeltour.de/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 24 <https://www.labiennale.org/en/cinema/2023/venice-immersive/first-day> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 25 <https://www.freshmemoriesxr.com/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 26 <https://zdf.digital/projekt/goethe-vr/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 27 <https://www.goethe.de/ins/bd/de/kul/art/vrw/21675513.html> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 28 <https://infinite-library.com> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 29 [https://www.goethe.de/ins/jp/de/sta/tok/ver.cfm?fuseaction=events.detail&event\\_id=21633877](https://www.goethe.de/ins/jp/de/sta/tok/ver.cfm?fuseaction=events.detail&event_id=21633877); Bauhaus in Bayern <https://www.govar.de/bauhaus-in-bayern> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 30 <https://www.labiennale.org/en/cinema/2023/venice-immersive/gaudi-l'atelier-du-divin> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 31 <https://www.radiancev.co/vr-app> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 32 <https://gemeinsam-bruecken-bauen.de/virtual-reality/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 33 <https://www.labiennale.org/en/cinema/2023/venice-immersive/empereur> (letzter Abruf 28.03.2024).

- 34 <https://senselab.io/produkte/energie-elektro/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 35 <https://mixed.de/zaehlerwechsel-in-vr-berufsschule-nimmt-vr-training-auf-den-lehrplan/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 36 <https://www.tuvsud.com/de-de/store/akademie/xr-academy> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 37 <https://www.ubisimvr.com/solutions> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 38 <https://www.straightlabs.com/virtual-reality-speech-trainer> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 39 <https://www.icaros.com/de/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 40 <https://www.blz.bayern.de/virtueller-lernort.html> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 41 <https://xrhub-bavaria.de/funf-fragen-an-ulrich-hierdeispionier-in-der-bayerischen-lehrerfortbildung/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 42 Explizit: XR-Anwendungen für Bildung und Training, <https://www.fff-bayern.de/de/foerderung/foerderbereiche/extended-realities-xr.html> (letzter Abruf 28.03.2024), in anderen Ländern gibt es allgemeine Programme, ggf. sind auch Games- oder Filmförderprogramme nutzbar.
- 43 <https://www.vbw-bayern.de/vbw/Themen-und-Services/Digitalisierung/Technologien-und-Geschäftsfelder/Rechtssicherer-Einsatz-von-Extended-Reality-Anwendungen.jsp> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 44 Vgl. z. B. <https://www.lmz-bw.de/medienbildung/themen-von-f-bis-z/virtual-und-augmented-reality/datenschutzhinweise-zur-extended-reality-xr> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 45 <https://rxrplorerschool.de/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 46 Wittchen, H.-U., Jacobi, F., Rehm, J., Gustavsson, C., Svensson, M., Jönsson, B. et al. (2011). The size and burden of mental disorders and other disorders of the brain in Europe 2010. *European Neuropsychopharmacology*, 21, S. 655–679.
- 47 Lambert, Michael J., Ogles, Benjamin M. (2004). The Efficacy and Effectiveness of Psychotherapy. In: Michael J. Lambert (Hrsg.). *Bergin and Garfield's Handbook of Psychotherapy and Behavior Change*. 5. Auflage. John Wiley & Sons, New York NY, 2004.
- 48 Singer, S., Maier, L., Paserat, A., Lang, K., Wirp, B., Kobes, J., Porsch, U., Mittag, M., Toenges, G., Engesser, D. (2021). Wartezeiten auf einen Psychotherapieplatz vor und nach der Psychotherapiestrukturreform. *Psychotherapeut* 67, S. 176–184.
- 49 Hofmann, S. G., Smits, J. A. (2008). Cognitive-behavioral therapy for adult anxiety disorders: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *The Journal of clinical psychiatry*, 69(4), S. 621–632.
- 50 Sars, D., van Minnen, A. (2015). On the use of exposure therapy in the treatment of anxiety disorders: a survey among cognitive behavioural therapists in the Netherlands. *BMC psychology*, 3(1), S. 26.
- 51 Emmelkamp, P. M., Krijn, M., Hulsbosch, A. M., de Vries, S., Schuemie, M. J., van der Mast, C. A. (2002). Virtual reality treatment versus exposure in vivo: a comparative evaluation in acrophobia. *Behaviour research and therapy*, 40(5), S. 509–516.
- 52 Botella, C., García-Palacios, A., Villa, H., Baños, R. M., Quero, S., Alcañiz, M., Riva, G. (2007). Virtual reality exposure in the treatment of panic disorder and agoraphobia: A controlled study. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, 14(3), S. 164–175.
- 53 Morina, N., Brinkman, W. P., Hartanto, D., Kampmann, I. L., Emmelkamp, P. M. (2015). Social interactions in virtual reality exposure therapy: A proof-of-concept pilot study. *Technology and health care: official journal of the European Society for Engineering and Medicine*, 23(5), S. 581–589.
- 54 Lee, S. H., Han, D. H., Oh, S., Lyoo, I. K., Lee, Y. S., Renshaw, P. F., Lukas, S. E. (2009). Quantitative electroencephalographic (qEEG) correlates of craving during virtual reality therapy in alcohol-dependent patients. *Pharmacology, biochemistry, and behavior*, 91(3), S. 393–397.
- 55 Donker, T., Cornelisz, I., van Klaveren, C., van Straten, A., Carlbring, P., Cuijpers, P., van Gelder, J. L. (2019). Effectiveness of Self-guided App-Based Virtual Reality Cognitive Behavior Therapy for Acrophobia: A Randomized Clinical Trial. *JAMA psychiatry*, 76(7), S. 682–690.
- 56 Yamashita, Y., Shimohira, D., Aijima, R., Mori, K., Danjo, A. (2020). Clinical Effect of Virtual Reality to Relieve Anxiety During Impacted Mandibular Third Molar Extraction Under Local Anesthesia. *Journal of oral and maxillofacial surgery: official journal of the American Association of Oral and Maxillofacial Surgeons*, 78(4), S. 545.e1–545.e6.
- 57 Oliveira, J., Gamito, P., Souto, T., Conde, R., Ferreira, M., Corotnean, T., Fernandes, A., Silva, H., Neto, T. (2021). Virtual Reality-Based Cognitive Stimulation on People with Mild to Moderate Dementia due to Alzheimer's Disease: A Pilot Randomized Controlled Trial. *International journal of environmental research and public health*, 18(10), S. 5290.

- 58 kulturBdigital ist eine Kooperation der Technologiestiftung Berlin mit der Senatsverwaltung für Kultur und Gesellschaftlichen Zusammenhalt. Mehr Informationen hier: <https://kultur-b-digital.de/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 59 Üblicherweise setzt die Technologiestiftung Berlin in ihren Texten auf das Gendern mit Doppelpunkt, um alle Geschlechtsidentitäten miteinzubeziehen. Aus Gründen der Einheitlichkeit verzichten wir in diesem Text darauf.
- 60 Mehr Informationen: <https://www.museum4punkt0.de> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 61 Mehr dazu hier: <https://www.museum4punkt0.de/ergebnis/historische-buecher-mit-augmented-reality-entdecken/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 62 <https://www.klassik-stiftung.de/startseite/digital/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 63 <https://digital.dthg.de/schauspielhaus/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 64 <https://www.museumor.com/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 65 Mehr dazu hier: <https://www.konzerthaus.de/de/konzerthaus-digital> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 66 Mehr dazu hier: <https://staatstheater-augsburg.de/vr-theater> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 67 Mehr dazu hier: <https://navigators.de/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 68 Mehr dazu hier: <http://wp11159761.server-he.de/vtheater/de/cyberballet/> (letzter Abruf 28.03.2024)
- 69 <https://digital.dthg.de/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 70 Zur Aufgabe und Funktionsweise von virtuellen Bauproben siehe auch: <https://digital.dthg.de/projekte/virtuelle-bauprobe/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 71 Ein positives Beispiel solch einer kollaborativen Wissensplattform ist Nachkritik.plus: <https://nachkritik.plus/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 72 XR\_Unites (2020–23: <https://xr-unites.fki.htw-berlin.de/> ), AURORA und das Nachfolgeprojekt HERA mit der AURORA XR School for Artists (2018–22 und 2023–25: <https://aurora.htw-berlin.de/> ) (letzter Abruf 28.03.2024).
- 73 Mehr dazu hier: <https://virtual-architects.org/Deutsch> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 74 Mehr dazu hier: <https://gestaltung-immersiv.de/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 75 <https://digital.dthg.de/kurz-empfohlen-weiterbildung-studium-ausbildung-im-bereich-vr-ar-xr-fuers-theater/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 76 <https://www.berlin-xrlab.de/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 77 <https://www.wavelab.io/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 78 <https://www.connectedurbantwins.de/> (letzter Abruf 28.03.2024).
- 79 Masterarbeit von Aron Schaub.

# Autorinnen und Autoren

**Thorsten Baulig**

Redaktion kulturBdigital – Digitale Entwicklung des Kulturbereichs,  
Technologiestiftung Berlin

**Elisabeth Breitenstein, Jana Dietrich,  
Heike Gebhardt, Mirko Mühlfort und Christoph Schubert**  
Projektteam CUT, Referat Digitale Stadt, Leipzig

**Kathrin Konkol**

Abteilungsleitung Extended Reality, Fraunhofer-Institut für  
Produktionsanlagen und Konstruktionstechnik, Berlin

**Dr. Alla Machulska**

Akademische Rätin am Lehrstuhl für Klinische Psychologie  
der Universität Siegen

**Franziska Ritter**

Wissenschaftliche Mitarbeiterin Bühnenbild Szenischer Raum,  
Technische Universität, Berlin;  
Künstlerisch-wissenschaftliche Projektleitung digital.DTHG,  
Deutsche Theatertechnische Gesellschaft

**Silke Schmidt**

Leiterin des XR HUB Bavaria München, Medien.Bayern GmbH,  
München

**Tobias Wangermann**

Referent Digitalisierung, Hauptabteilung Analyse und Beratung,  
Konrad-Adenauer-Stiftung e. V., Berlin

## Impressum

Herausgeberin: Konrad-Adenauer-Stiftung e. V., 2024, Berlin

Ansprechpartner in der Konrad-Adenauer-Stiftung:

Tobias Wangermann

Referent Digitalisierung

Analyse und Beratung

T +49 30 26996 33 80

tobias.wangermann@kas.de

Gestaltung und Satz: KALUZA+SCHMID Studio GmbH, Berlin

Hergestellt mit finanzieller Unterstützung der Bundesrepublik Deutschland.

Diese Veröffentlichung der Konrad-Adenauer-Stiftung e. V. dient ausschließlich der Information. Sie darf weder von Parteien noch von Wahlwerbern oder -helfenden zum Zwecke der Wahlwerbung verwendet werden. Dies gilt für Bundestags-, Landtags- und Kommunalwahlen sowie für Wahlen zum Europäischen Parlament.



Der Text dieses Werkes ist lizenziert unter den Bedingungen von „Creative Commons Namensnennung-Weitergabe unter gleichen Bedingungen 4.0 international“, CC BY-SA 4.0 (abrufbar unter: <https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/legalcode.de>).

ISBN 978-3-98574-227-1