

---

# Potenziale, Herausforderungen und Ansätze zur Steigerung der Akzeptanz von AR- und VR Lösungen

Autoren:  
Dr. Sebastian Tenbrock, Dr. Christian Wernick,  
Dr. Christin-Isabel Gries

## Impressum

WIK Wissenschaftliches Institut für  
Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH  
Rhöndorfer Str. 68  
53604 Bad Honnef  
Deutschland  
Tel.: +49 2224 9225-0  
Fax: +49 2224 9225-63  
E-Mail: [info@wik.org](mailto:info@wik.org)  
[www.wik.org](http://www.wik.org)

### Vertretungs- und zeichnungsberechtigte Personen

Geschäftsführerin und Direktorin	Dr. Cara Schwarz-Schilling
Direktor	Alex Kalevi Dieke
Direktor Abteilungsleiter Netze und Kosten	Dr. Thomas Plückebaum
Direktor Abteilungsleiter Regulierung und Wettbewerb	Dr. Bernd Sörries
Leiter der Verwaltung	Karl-Hubert Strüver
Vorsitzender des Aufsichtsrates	Dr. Thomas Solbach
Handelsregister	Amtsgericht Siegburg, HRB 7225
Steuer-Nr.	222/5751/0722
Umsatzsteueridentifikations-Nr.	DE 123 383 795

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Begriffliche Abgrenzung</b>	<b>5</b>
<b>3</b>	<b>Anwendungsfelder und Use Cases</b>	<b>7</b>
<b>4</b>	<b>Herausforderungen und Lösungsansätze</b>	<b>17</b>
<b>5</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>20</b>

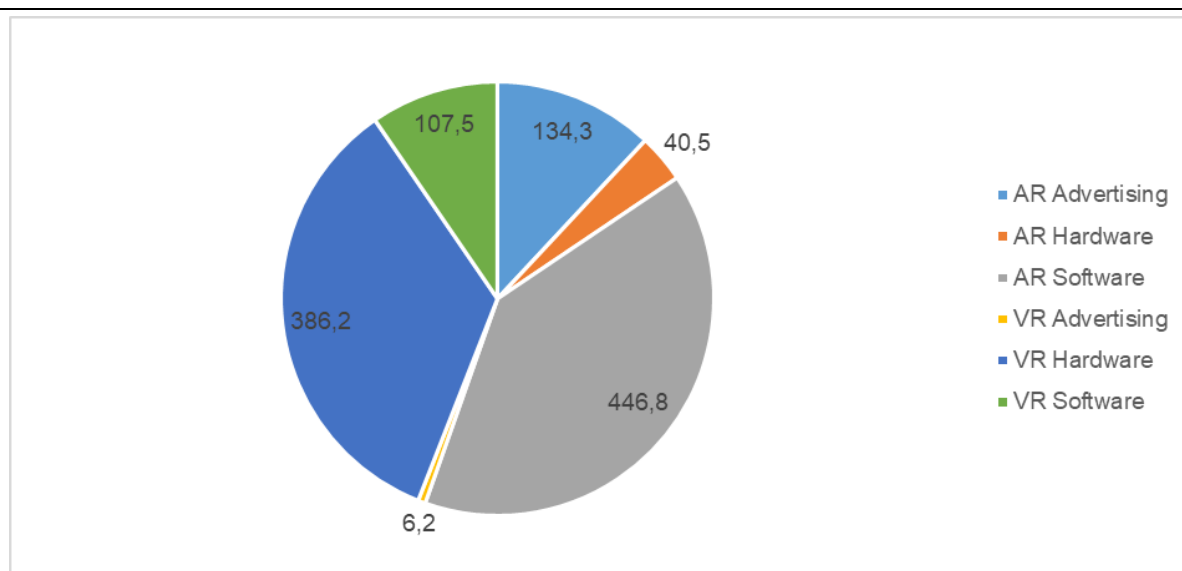


## 1 Einführung

Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) sind digitale Schlüsseltechnologien und eröffnen eine Vielzahl an Anwendungsfeldern. Use Cases gibt es bereits in vielen Bereichen und ihre Bedeutung ist in den letzten Jahren stetig gewachsen. Auch wenn die Marktführerschaft in vielen Anwendungsfeldern in den USA und in Asien (vor allem in China, Japan und Südkorea) liegt und sowohl VR als auch AR im Fokus der führenden OTT-Anbieter liegen,<sup>1</sup> sind auch in Deutschland in den letzten Jahren zahlreiche Start-Ups entstanden, die eigene innovative Anwendungen entwickelt haben und stetig weiterentwickeln.<sup>2</sup>

Nach Schätzungen von Statista wird der Gesamtumsatz des deutschen AR- und VR-Marktes im Jahr 2022 bei etwa 1,12 Mrd. Euro liegen. Wie Abbildung 1-1 illustriert, werden dabei in Deutschland in den Bereichen AR Software und VR Hardware aktuell die größten Umsätze erzielt. Während VR Hardware überwiegend von asiatischen und US-amerikanischen Unternehmen angeboten wird, spielen im Bereich AR Software auch deutsche Anbieter eine relevante Rolle (siehe Kapitel 3).

Abbildung 1-1: Umsätze nach Marktsegmenten im deutschen AR- und VR-Markt (in Mio. Euro)



Quelle: Statista<sup>3</sup>

Es wird erwartet, dass das Wachstum in der Branche anhält und der Gesamtumsatz in Deutschland in den nächsten fünf Jahren auf 2,22 Mrd. Euro ansteigen wird. Dies entspricht einer jährlichen Wachstumsrate von ca. 14,7%.<sup>4</sup>

Die Potenziale, Herausforderungen und Ansätze zur Steigerung der Akzeptanz von AR- und VR-Lösungen stehen im Mittelpunkt der vorliegenden Kurzstudie. Zum einen wird anhand konkreter Use Cases ein Überblick über die Einsatzbereiche und Potenziale von AR- und VR-Lösungen im unternehmerischen Umfeld gegeben. Zum anderen werden bestehende Herausforderungen und mögliche

1 Vgl. Liebe, et. al. (2020)

2 Vgl. Zabel, et. al. (2021) und VR Business Club (2022).

3 Vgl. Statista (2022)

4 Vgl. Statista (2022)

Lösungsansätze erörtert, die auf den Ergebnissen eines WIK-Workshops im Mai 2022 aufsetzen, in dessen Rahmen mit Vertretern von Start-Ups, mittelständischen Anbietern und Anwendern sowie Repräsentanten von Ministerien und der BNetzA über AR- und VR-Anwendungen diskutiert wurde.

## 2 Begriffliche Abgrenzung

- Virtual Reality (VR) beschreibt die Erschaffung einer computergenerierten Umgebung, während Augmented Reality (AR) die Erweiterung der realen Welt um virtuelle Elemente umschreibt.
- Die hardwareseitigen Voraussetzungen für die Nutzung von erweiterten und virtuellen Realitäten unterscheiden sich je nach Anwendung und umfassen insbesondere AR- und VR-Brillen und Kameras. Darüber hinaus ist für viele Anwendungen eine leistungsfähige Internetverbindung erforderlich.

Die Begriffe AR (Augmented Reality), VR (Virtual Reality) und XR (Extended Reality) verschwimmen im täglichen Gebrauch häufig miteinander; daher erfolgt zunächst eine kurze begriffliche Abgrenzung.

Augmented Reality (erweiterte Realität) beschreibt die Ergänzung und Überlagerung der realen Welt um virtuelle Elemente durch eine computergestützte Darstellung. Dabei werden häufig Textinformationen, Abbildungen, Videos oder Objekte in ein Abbild der realen Welt eingebaut und die normale Wahrnehmung mit künstlichen Informationen angereichert.

Dagegen umfasst Virtual Reality (virtuelle Realität) die Erschaffung einer neuen computergenerierten Realität, die ausschließlich aus virtuellen Elementen besteht. Dem Nutzer wird durch die höhere Immersion („das Eintauchen in eine virtuelle Welt“), also visuelle, auditive und ggfs. haptische Sinneseindrücke, suggeriert, dass er sich tatsächlich in dieser virtuellen Umgebung befindet.<sup>5</sup>

AR und VR werden gemeinsam auch als Extended Reality (XR) bezeichnet. Nutzer können die erweiterten und virtuellen Realitäten durch Endgeräte visualisieren, die am Kopf getragen, in der Hand gehalten oder räumlich bereits angeordnet sind: Bei AR Anwendungen kommen in der Regel Smart Glasses (für ein oder beide Augen) oder die in Tablets und Smartphones integrierten Kameras zum Einsatz, während für VR Anwendungen häufig unabhängige oder mit einem Computer verbundene VR-Brillen verwendet werden.<sup>6</sup>

Welche Soft- und Hardwarelösungen zum Einsatz kommen, hängt vom konkreten Anwendungsfall und Szenario ab. AR und VR haben jeweils ihre eigenen Vorteile: Die Nutzung von AR ist insbesondere dann sinnvoll, wenn die reale Umgebung des Nutzers weiterhin sichtbar sein und nur durch digitale Informationen angereichert werden soll. Dies kann sich z.B. für E-Commerce Lösungen eignen, bei denen ein digitaler Zwilling eines Gegenstands in die Nutzerumgebung eingespielt wird.

Dagegen ist VR besonders dann geeignet, wenn der Nutzer den Bezug zur Realität verlieren kann/soll, um vollständig in eine virtuell erzeugte Umgebung einzutauchen. Dies kann beispielsweise genutzt werden, um zu Trainingszwecken gewisse Aufgaben zu simulieren, bspw. in einem Flugsimulator.<sup>7</sup>

Mit AR- und VR-Anwendungen können

- die menschlichen Sinne und Wahrnehmungen erweitert,
- eine hohe Immersion durch die Kombination von digitalen und haptischen Erfahrungen erreicht und

---

5 Vgl. Milgrim, et. al. (1994)

6 Vgl. Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Cottbus

7 Vgl. Bitkom (2021)

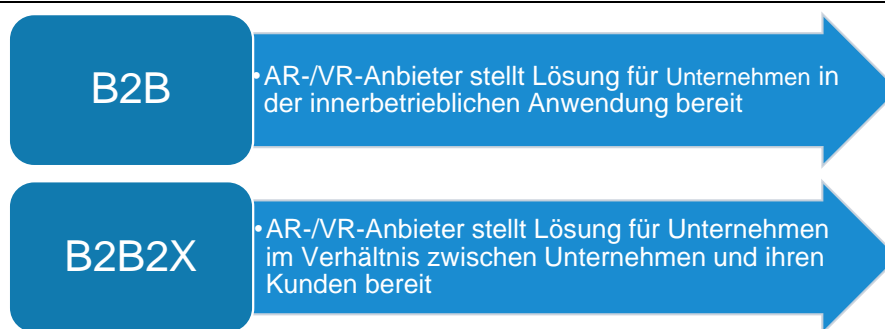
- detaillierte und komplexe Informationen visualisiert werden.<sup>8</sup>

In dieser Kurzstudie mit dem Fokus auf den Einsatz von AR und VR im unternehmerischen Kontext werden B2B und B2B2X als Konstellationen für Geschäftsmodelle betrachtet:

Im B2B-Fall stellt ein Anbieter eine konkrete AR-/VR-Anwendung für einen Kunden bereit, die dieser im eigenen betrieblichen Umfeld verwendet. Dies schließt etwa digitale Arbeitsanweisungen aus der Distanz (Remote Assistance), digitale innerbetriebliche Aus- und Weiterbildung und die digitale Einblendung von Navigationshinweisen ein.

Dagegen stellt beim B2B2X-Fall ein Anbieter eine konkrete AR-/VR-Anwendung für ein anderes Unternehmen bereit, das dieses im Außenverhältnis zu seinen eigenen Endkunden verwendet. Hierunter fällt etwa die Erzeugung digitaler Zwillinge für geschäftliche Nachfrager, die diese wiederum zum Zweck der virtuellen Präsentation von Produkten in Online-Shops verwenden.

Abbildung 2-1: Anwendungskonstellationen



---

Quelle: WIK

---

<sup>8</sup> Vgl. Awesome Technologies (2020)



### 3 Anwendungsfelder und Use Cases

- Lösungen im Bereich Remote Assistance ermöglichen eine schnelle und effiziente Anweisung von (technischen) Nutzern, die über AR durch (räumlich abwesende) Spezialisten unterstützt werden. Dadurch lassen sich Ausfallzeiten reduzieren und reisebedingte Transaktionskosten einsparen.
- Durch virtuelle Lösungen in der Aus- und Weiterbildung können neue Mitarbeiter schneller und gezielter in ihnen unbekannte Aufgabenbereiche eingearbeitet und außergewöhnliche oder sicherheitskritische Szenarien realitätsnah simuliert werden. Dadurch lassen sich Trainingskosten senken und Lerneffekte verstetigen.
- AR-Lösungen im Bereich Indoor Navigation optimieren die personenindividuelle Routenführung in großen Gebäudekomplexen (Messen, Flughäfen) und das Warteschlangenmanagement, verkürzen Warte- und beschleunigen Durchlaufzeiten. Darüber hinaus bieten sie Potentiale für Anwendungen im Bereich Tourismus und Standortmarketing.
- Digitale Zwillinge und Produktpräsentationen bieten neue Möglichkeiten, um virtuelle Produkte plastischer und erlebbarer zu machen.
- Durch Building Information Modelling lassen sich Anpassungen an virtuellen Modellen realitätsnah und schnell simulieren. Dies kann die Planungssicherheit erhöhen und zur Kostenkontrolle beitragen.

Einsatzbereiche von VR und AR finden sich entlang der Wertschöpfungsstufen in vielen Branchen. Für den Einsatz und die Umsetzung von AR / VR gilt, dass nicht pauschal eine einzelne Technologie oder ein allgemeiner Anwendungsfall per se den richtigen Ansatz darstellen, sondern stets das spezifische Szenario im Unternehmen und die Rahmenbedingungen relevant sind. Nachfolgend werden einige Use Cases vorgestellt, in denen AR- und VR-Lösungen bereits heute erfolgreich angewendet werden. Dabei handelt es sich um Anwendungen, die von deutschen Start-ups bzw. kleinen und mittelständischen Unternehmen aus Deutschland entwickelt wurden.

#### **Remote Assistance/ Fernunterstützung**

Digitale Arbeitsanwendungen aus der Distanz (Remote Assistance) ermöglichen es Mitarbeitern an räumlich verteilten Standorten gemeinsam mit Spezialisten/Experten aus der Zentrale oder von externen Dienstleistern technische Probleme schneller und effizienter zu bewältigen. Erkennt ein technischer Mitarbeiter beispielsweise ein (technisches) Problem an einer Anlage, kann dieser mit AR-basierten Remote Assistance Lösungen einen räumlich nicht anwesenden Experten konsultieren. Mittels Videokommunikation kann der Experte den Sichtbereich eines technischen Mitarbeiters in Echtzeit im Blick behalten und neben sprachlichen Anweisungen auch Texte, Bilder und Videos einblenden, welche die Vorgehensweise zur Problemlösung demonstrieren. Entsprechende Lösungen können von der einfachen Fehlersuche beim Kunden bis hin zur Unterstützung von Technikern bei der Durchführung komplexer Montagen, Konstruktionen und Reparaturen eingesetzt werden. Die Fernunterstützung kommt etwa in der Telekommunikation, der Energiebranche, im Versicherungswesen, in der IT und vielen technischen Gebieten zur Anwendung.<sup>9</sup>

Wesentliche Vorteile dieser Lösungen umfassen die schnellere, transparentere und gezieltere Anweisung von Mitarbeitern. Missverständnisse werden vermieden und im Vergleich zur (Video-)Telefonie

---

9 Vgl. Bitkom (2021)

gehen weniger Informationen verloren. Zudem müssen Spezialisten nicht vor Ort anwesend sein, so dass Zeit- und Reisekosten eingespart und zugleich Ausfallkosten durch schnelle Problembeseitigungen reduziert werden. Durch die höhere Anschaulichkeit bei der Anleitung sinkt außerdem das Fehler- und Unfallrisiko der Mitarbeiter und Lerneffekte lassen sich eher verstetigen. Zusätzlich können die Assistenzsysteme Engpässe bei Fachkräften etwas abmildern, wenn sich Spezialisten durch weniger Reisezeiten stärker auf ihre eigentliche Arbeit konzentrieren und neue, weniger gut ausgebildete Mitarbeiter unterstützen können, die mit den Anlagen und Maschinen weniger vertraut sind.



Quelle: Adobe Stock<sup>10</sup>

So nutzt beispielsweise BMW AR-Lösungen beim Bau von Prototypen durch eine Messanwendung für das Bolzenschweißen. Die von der Software ermittelten Schweißpunkte werden dem Schweißer über die AR-Anwendung eingeblendet und können so schneller und exakter gesetzt werden. Im Vergleich zum herkömmlichen manuellen Vorgehen können so 75% der Arbeitszeit eingespart werden.<sup>11</sup>

Durch AR-Lösungen in der Produktion und Fertigung können sich die Mitarbeiter besser mit Produktionsplanungs- und Qualitätsmanagementsystemen vernetzen, was sich positiv auf die Effizienz der Prozesse auswirkt. Erfahrungen mit Smart Glasses im produzierenden Gewerbe

zeigen, dass sich die Fehlerraten der Mitarbeiter durch die besseren Anweisungen z. T. um bis zu 50 % senken lassen und sich die Durchlaufzeiten gleichzeitig um etwa ein Drittel verkürzen.<sup>12</sup>

---

<sup>10</sup> Adobe Stock b

<sup>11</sup> Vgl. Mittelstand-Digital (2018)

<sup>12</sup> Vgl. Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT; S. 7

**Good Practice: Rud. Prey GmbH & Co. KG**

Die Rud. Prey GmbH & Co. KG ist ein mittelständischer Betrieb in Kiel, der in vierter Generation von der Familie geführt wird und etwa 115 Mitarbeiter hat. Der Schwerpunkt des Maschinenbauers liegt auf der Entwicklung und Installation von Aufzügen, Feuerwehrtechnik und fördertechnischen Sonderanlagen für gewerbliche Kunden.<sup>13</sup>

Worin besteht die Anwendung?

Angesichts einer hohen Produktvielfalt und Komplexität steigen die Anforderungen an die Service-Techniker, die für die Installation und Wartung der Anlagen verantwortlich sind. Daher setzt das Unternehmen AR-Lösungen als Fernunterstützung bei Montagearbeiten und Reparaturen beim Kunden ein. Jüngere und weniger erfahrene Service-Kräfte werden bei komplexen Aufgaben über AR von Spezialisten aus der Zentrale angeleitet.

Wer sind die Nutzer?

Eine Nutzergruppe sind Service-Techniker vor Ort, die in der Vergangenheit über Smartphone-Kameras externen Support erhalten haben und nun flexibler und bedarfsabhängiger unterstützt werden können. Zusätzlich kann die AR-Lösung auch durch die Betreiber der Anlagen selbst genutzt werden. Auf diese Weise können kleinere und weniger komplexe Arbeiten auch eigenständig ausgeführt werden, ohne dass ein Service Mitarbeiter anreisen muss.

Was ist der Nutzen?

Die Kapazitäten der Service-Techniker können effizienter genutzt werden und Reisezeiten reduzieren sich. Im Vergleich zur telefonischen Unterstützung ist die AR-Lösung schneller und zielgerichteter. Die innerbetriebliche Kommunikation und der Wissenstransfer im Unternehmen zwischen erfahrenen Mitarbeitern und Nachwuchskräften wird unterstützt. Schließlich kann die aufwändige Ausbildung der Nachwuchskräfte an den alten Anlagen durch die AR-Lösung beschleunigt und dadurch Zeit- und Kosten eingespart werden.<sup>14</sup>

***Virtuelle Aus- und Weiterbildung***

AR- und VR-Lösungen finden als digitale Lehr- und Lernformate bereits heute häufig Eingang in verschiedene Aus- und Weiterbildungsmaßnahmen.

Durch AR entstehen in technischen, handwerklichen, industriellen und medizinischen Berufen vielseitige Anwendungsmöglichkeiten. Ärzte können komplizierte Operationen oder neue Techniken in Echtzeit mit AR-Unterstützung erlernen. Monteuren, Technikern oder Handwerkern werden mittels AR virtuelle Schritt-für-Schritt-Anleitungen eingeblendet. Dies erleichtert eine schnelle und effiziente Einarbeitung in neue bzw. spezialisierte Prozesse und Aufgabengebiete. Bei einigen Lösungen erhalten die Mitarbeiter auch haptisches Feedback. Die Gefahr von Verletzungen und Beschädigungen an Maschinen oder Material wird verringert und Schulungskosten können eingespart werden. Zudem unterstützen die Visualisierung und die Möglichkeiten, das Erlernte direkt auszuführen, einen schnellen Wissenserwerb und nachhaltige Lerneffekte.<sup>15</sup>

---

<sup>13</sup> Vgl. Prey <https://www.prey.de/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022)

<sup>14</sup> Vgl. Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Kiel

<sup>15</sup> Vgl. Bitkom (2021)

VR-Lösungen können insbesondere bei Simulationen in technischen Berufen zum Einsatz kommen: Da etwa Krisen- und Katastrophenszenarien (z. B. beim Rettungsdienst, bei der Feuerwehr, beim Katastrophenschutz, im Kraftwerk oder beim Militär) häufig nur unter unverhältnismäßig hohen Kosten realistisch nachgestellt werden können, bieten solche Anwendungen die Möglichkeiten, Mitarbeiter mit konkreten Szenarien zu konfrontieren und dort ihr Wissen und ihre Fähigkeiten unter praxisnahen Bedingungen zu trainieren. Hierdurch können Mitarbeiter Stresssituationen virtuell erfahren und sich besser darauf vorbereiten; zudem ist die virtuelle Durchführung etwa eines Krisenszenarios mit geringeren Gefahren für die Teilnehmer verbunden.



Quelle: Adobe Stock<sup>16</sup>

Eine Studie von PWC hat die Effektivität von VR-Anwendungen im betrieblichen Einsatz untersucht.<sup>17</sup> In einem Experiment wurden Nachwuchsmanager von PWC aus 12 Standorten nach dem Zufallsprinzip in drei Gruppen unterteilt, um die Inhalte einer Schulung zum Thema „Inclusive Leadership“ entweder über Präsenzunterricht, E-Learning oder VR-Learning vermittelt zu bekommen. Die Probanden, die über VR unterrichtet wurden, waren dabei deutlich stärker davon überzeugt, die Inhalte aus der Schulung praktisch umsetzen zu können als die Probanden, denen dieselben Inhalte über Präsenzunterricht oder E-Learning vermittelt wurden. Auch die Vermittlung der Inhalte ließ sich durch VR beschleunigen. Die Mitarbeiter, die durch VR geschult wurden, benötigten nur ein Viertel der Zeit, die für die Schulung im Klassenzimmer erforderlich war. Im Vergleich zu anderen E-Learning-Lösungen ließ sich ein Drittel der Zeit einsparen. Auch wenn mit dem Aufsetzen der VR- und AR-Lösungen zunächst Entwicklungskosten einhergehen, zeigte sich, dass schon bei ca. 400 Schulungskandidaten der Break-Even im Vergleich zur analogen Lösung erreicht wird. Bei über 3.000 Schulungskandidaten sinken die Kosten der AR-/VR-

---

<sup>16</sup> Adobe Stock c

<sup>17</sup> Vgl. PWC (2020).

Lösungen auf etwa die Hälfte; bei ca. 10.000 Lernenden sogar auf etwa ein Drittel der konventionellen Lösung.<sup>18</sup>

#### **Good Practice: SBG Dresden**

Die Sächsische Bildungsgesellschaft für Umweltschutz und Chemieberufe Dresden mbH (SBG) ist ein privates Unternehmen, dessen Fokus auf beruflichen Aus- und Weiterbildungsangeboten für die Bereiche Chemie/Pharmazie, Umwelttechnik und Malerhandwerk liegt.

Worin bestehen die Anwendungen?

Die Umsetzungsprojekte im Bereich AR und VR umfassen das Training an physischen Produkten (Maschinen, Anlagen, Werkzeuge), die Unterstützung von Arbeitsprozessen (Schritt für Schritt-Anweisungen, Performance Support), Sicherheitstrainings (Arbeitssicherheit, Ersthelfer), Onboarding-Prozesse (Rundgänge, Vorstellung Orte und Personen) sowie virtuelle Kollaborationen (Seminare, Coaching).<sup>19</sup>

Wer sind die Nutzer?

Seit 2017 hat die SBG mit über 120 Unternehmen (davon auch viele KMU; v.a. in Ostdeutschland) AR- und VR-Lösungen erarbeitet und diese dann umgesetzt, z. T. in Kooperationen mit Forschungseinrichtungen. Beispielsweise wurden im Rahmen der Bildungsprojekte DIGI4VET und DIGI-IT niederschwellige AR-Lösungen zur Ausbildung von Chemiefachkräften sowie Virtual Reality Trainingslösungen für das Malerhandwerk entwickelt.<sup>20</sup>

Was ist der Nutzen?

Die Kunden der SBG können durch AR- und VR-Technologie ihre internen Unterrichts- und Lernprozesse qualitativ verbessern: Die VR-Anwendungen der SBG ermöglichen die Visualisierung von Ablaufschritten, Designs oder externen Umgebungen. Lernende werden für Risiken sensibilisiert und ihnen werden Entscheidungskompetenzen in komplexen Situationen vermittelt. Zudem werden die manuellen und Bedienungsfähigkeiten verbessert, etwa der Tastsinn und das Reaktionsvermögen.

Die AR-Anwendungen erleichtern in der Ausbildung die Ableitung von Prozessen und Vorgehen, die direkt am physischen Objekt oder in der realen Umgebung erprobt werden können. In operativen Betriebsabläufen können schnellere Echtzeitanalysen durchgeführt und Steuerungsinformationen aktualisiert werden.<sup>21</sup>

#### **Indoor Navigation**

Bei der Navigation in größeren bzw. komplexen Gebäuden oder Umgebungen können insbesondere AR-Lösungen zum Einsatz kommen, z. B. in Industrieanlagen, Logistikhallen, Bürokomplexen, Messen, Einkaufszentren, Flughäfen, Krankenhäusern, Museen, Besucherzentren etc. Indem Navigationselemente und virtuelle Lagepläne auf mobilen Endgeräten angezeigt werden, können spezifische Ziele innerhalb der Gebäude oder Umgebungen schnell und intuitiv erreicht werden.

---

18 Vgl. World of VR GmbH

19 Vgl. SBG-Dresden <https://www.sbg-dresden.de/unternehmen> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022)

20 Vgl. digi4vet und SBG-Dresden Dresden <https://www.sbg-dresden.de/aktuelles/projekte/digi-it> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022)

21 Vgl. Digi4VET Handbuch (2019):

Navigationsanwendungen über GPS unter freiem Himmel sind bereits erfolgreich etabliert, für die Ortung in Gebäuden ist die Technologie jedoch deutlich schlechter geeignet. Durch AR-Lösungen kann für die Nutzer der Zeitaufwand, die richtigen Räumlichkeiten zu finden, deutlich reduziert werden. Wenn vorbestimmte Punkte auf der Route erreicht werden, besteht die Möglichkeit, zusätzliche Informationen über AR aufzurufen, z. B. Hinweise zu Kontakten oder Dokumentationen. Mögliche Anwendungsfelder sind z.B. Umsteiger auf großen Flughäfen, die Steuerung von Besucherströmen bei Großveranstaltungen oder Applikationen im Bereich Tourismus und Standortmarketing.<sup>22</sup>

### **Good Practice: SpotAR**

SpotAR<sup>23</sup> ist ein Start-Up-Unternehmen aus Soest, das AR-Apps für Städte, Kommunen oder Destinationen anbietet.

Worin besteht die Anwendung?

SpotAR bietet Städten und Kommunen Apps an, die interaktive Stadtführungen und digitale Rundgänge (Augmented Reality Guides) für Bürger und Touristen bereitstellen. Mit Hilfe der Kameras ihrer Smartphones können Bürger und Touristen nicht nur zu und in Sehenswürdigkeiten navigieren, sondern zusätzlich werden auf dem Display alte Gebäude und Sehenswürdigkeiten virtuell „wiederhergestellt“, so dass die Nutzer nachvollziehen können, wie ein Ort zu einem früheren Zeitpunkt einmal aussah.

Wer sind die Nutzer?

Die Nachfrager der AR-Lösungen sind primär Städte, Kommunen und „Betreiber“ von Destinationen. Sie erhalten anonyme Statistiken und ein räumliches Feedback darüber, wo sich die Nutzer der AR-Lösung aufhalten und welche Sehenswürdigkeiten diese als besonders interessant erachten.<sup>24</sup>

Was ist der Nutzen?

Die Apps bieten eine Möglichkeit, Sehenswürdigkeiten erlebbar zu machen und Stadtführungen mit Hintergrundinformationen, Audioguides und digitalen Features (Texte, Audio- und Videodateien) anzureichern. Insbesondere verloren gegangene Kulturgüter und historische Bauwerke können so „zurückgeholt“ werden. Dies bereichert das Stadtmarketing und kann die touristische Attraktivität einer Stadt oder Kommune erhöhen.<sup>25</sup>

---

<sup>22</sup> Vgl. Bitkom (2021) und Zabel, et. al. (2021)

<sup>23</sup> Vgl. Spot AR <https://spotar.io/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022)

<sup>24</sup> Vgl. Spot AR (2022)

<sup>25</sup> Vgl. Presse-Board (2021)

### **Virtualisierung von Produkten und Erstellung digitaler Zwillinge**



Quelle: Adobe Stock<sup>26</sup>

AR- und VR-Lösungen können für Produktpräsentationen für Endkunden genutzt werden. Beispielsweise kann in einer VR-Umgebung ein digitaler Zwilling eines Produktes erstellt und verschiedene Varianten (Farbe, Größe, Formanpassungen) erzeugt und getestet werden. Zentraler Vorteil dieser Lösungen sind die vielfältigen virtuellen Anpassungsmöglichkeiten und die interaktive und erlebbare Präsentation des Produktes, zusätzlich kann ebenfalls die digitale Umgebung bzw. der digitale Showroom an die Kundenwünsche adaptiert werden. Eine empirische Studie aus Singapur aus dem Jahr 2021, die das Online-Einkaufsverhalten für Kosmetik-Produkte untersucht hat, fand heraus, dass die Kaufrate bei Internetsessions, bei denen eine AR Lösung während des Einkaufs genutzt wurde, um 19,8 % höher lag als bei solchen ohne AR Nutzung.<sup>27</sup>

Umgekehrt können auch digitale Zwillinge von Personen erstellt werden, die dann dazu genutzt werden, Verbrauchern maßgeschneiderte Empfehlungen für Kleidungsstücke zu unterbreiten und dadurch Schlangen an den Umkleidekabinen und Retouren im Online-Handel zu vermeiden. Hierzu hat beispielsweise die Bekleidungskette H&M mit Hilfe des Berliner VR-Start-Ups NeXR Technologies SE in Deutschland bereits erste Pilotprojekte durchgeführt, bei denen Kunden in den Filialen angeboten wurde, sich scannen und auf dieser Basis einen digitalen Zwilling erstellen zu lassen.<sup>28</sup>

VR-Lösungen können auch schon vor der Markteinführung u. a. bei der Produktentwicklung im Unternehmen eingesetzt werden, um das Design von Produkten virtuell anzupassen und die Akzeptanz der

---

<sup>26</sup> Adobe Stock a

<sup>27</sup> Vgl. Tan, et. al. (2022)

<sup>28</sup> Vgl. Preuss (2022)

Verbraucher zu testen. Mit Hilfe von AR-Lösungen können Produkte (oder deren Nachbildungen) Kunden vorgestellt werden: Im Showroom kann das Produkt während der Präsentation an die Vorstellungen der Kunden angepasst und getestet werden, zudem können virtuelle weitere Informationen aufgerufen und Funktionalitäten veranschaulicht werden.<sup>29</sup>

Entsprechende Lösungen sind nicht nur im E- und M-Commerce relevant, sie können auch im stationären Handel von Vorteil sein: Gerade kleine und mittelständische Händler mit kleineren Ladenflächen müssen keine große Bandbreite an Produkten und Produktvarianten in ihren Filialen vorhalten; für sehr große Produkte müssen keine teuren Präsentationsflächen bereitgestellt werden.

Zusätzliche Relevanz wird das Erzeugen digitaler Zwillinge durch die wachsende Relevanz des Vertriebs von virtuellen Abbildern realer Produkte gewinnen. Auch wenn sich dieses Geschäftsfeld erst in den Anfängen befindet, verkaufen Unternehmen wie Adidas und Nike bereits heute rein virtuell nutzbare Sneakers als *Non-Fungible Tokens* (NFTs)<sup>30</sup> im Internet.<sup>31</sup>

---

<sup>29</sup> Vgl. Bitkom (2021)

<sup>30</sup> *Non-Fungible Tokens sind* digitale Besitznachweise von immateriellen Gütern.

<sup>31</sup> Vgl. Kannenberg (2022)



**Good Practice: Scanblue**

Scanblue<sup>32</sup> wurde 1997 gegründet und ist seit knapp zwei Jahrzehnten im Bereich 3D-Scanning sowie AR und VR tätig. Das Unternehmen aus Auetal mit ca. 260 Mitarbeitern wurde 2021 vom Manager Magazin zum „Innovator des Jahres“ (unter mittelständischen Unternehmen in der Größenklasse über 200 Mitarbeitern) gewählt.<sup>33</sup>

Worin besteht die Anwendung?

Scanblue ist auf die Digitalisierung physischer Objekte spezialisiert: Das Unternehmen scannt die Produkte seiner gewerblichen Kunden mit patentierter Software-Technologie und erstellt auf dieser Basis digitale Zwillinge. Das Scannen kann entweder in den Scan Factories von Scanblue oder vor Ort beim Kunden vorgenommen werden. Auf dieser Basis entsteht die Möglichkeit, die digitalen Zwillinge über die Kamerafunktion auf Smartphones oder Tablets in die Umgebung zu übernehmen. Weitere Anwendungsbeispiele umfassen Virtual Try-ons, Produkt-Konfiguratoren, Produktpräsentationen im Außendienst und Social Media.<sup>34</sup>

Wer sind die Nutzer?

Scanblue unterstützt mit seinen 3D-Scantechnologien gewerbliche Kunden aus vielen verschiedenen Branchen (u. a. Elektronik, Bekleidung, Sportwaren, Lebensmittel, Einrichtungshäuser, Baumärkte, Haushaltswaren) und ist kompatibel mit den gängigen Online-Shop- und Content Management Systemen.

Was ist der Nutzen?

Endkunden können auf Grundlage der AR-Lösungen von Scanblue fundiertere Kaufentscheidungen treffen, da die Produkte erfahrbarer oder erlebbarer werden. Da die Endkunden das Produkte im Vorhinein besser kennen, lässt sich die Zahl der Retouren reduzieren.<sup>35</sup> Laut Scanblue können viele Händler mit den virtuellen Produkten neue Kundengruppen erreichen und z. T. deutliche Umsatzsteigerungen verzeichnen.

**Building Information Modeling (BIM)**

AR- und VR-Lösungen kommen auch beim Building Information Modeling (BIM oder Bauwerksdatenmodellierung) zum Einsatz: Bei der Planung, dem Bau und der Bewirtschaftung von Gebäuden oder Bauvorhaben (etwa beim Hoch- und Tiefbau, Infrastrukturausbau oder Städtebau) werden alle relevanten Bauwerksdaten digital modelliert und erfasst. Die hinterlegten Informationen beziehen sich nicht nur auf die Planungsphase, sondern auch auf den späteren Bau und die Bewirtschaftung. Die Visualisierung bezieht in der Regel umfassende technische Informationen (Ablaufpläne zu Architektur und Ingenieurwesen, Haustechnik, Inneneinrichtung, Wartungsintervalle beim Facility Management etc.) mit ein und kann um die weiteren Parameter Zeit und Kosten ergänzt werden.

Verschiedene Stakeholder wie Bauunternehmen, Architekten, Handwerker, Bauherren, Bauämter und andere Behörden können Gebäudedaten in hoher Qualität unmittelbar und kontinuierlich abrufen und in Echtzeit Änderungen an den virtuellen Modellen vornehmen. Hierdurch verbessert sich der

---

32 Vgl. Scanblue Engineering AG <https://scanblue.com/de/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022)

33 Vgl. Manager Magazin (2021)

34 Vgl. Scanblue Engineering AG <https://scanblue.com/de/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022)

35 Vgl. Internet World (2022)

Informationsaustausch und die Planungssicherheit zwischen allen Beteiligten und Verzögerungen beim Bau sowie unvorhergesehene Kostensteigerungen können vermieden werden.<sup>36</sup>

#### **Good Practice: Alfred Döpker GmbH & Co. KG**

Die Alfred Döpker GmbH & Co. KG ist ein Mittelstandsbetrieb aus Oldenburg, der etwa 50 Mitarbeiter hat. Das Unternehmen ist in der Baubranche tätig, z.T. auch als Generalunternehmer.<sup>37</sup>

Worin besteht die Anwendung?

Das Unternehmen setzt VR-Lösungen im Building Information Modelling zu Akquise- und Marketingzwecken bei Bauprojekten ein. Dabei entwickelt das Unternehmen 3D-Gebäudemodelle, in die Materialien als Textur, Gebäudetechnik, Mobiliar und andere Ausstattungselemente integriert sind. Durch das entwickelte 3D-Modell können die Baubeteiligten die Planung leichter verstehen und gegebenenfalls noch Einfluss auf Geometrie und Ästhetik nehmen.

Wer sind die Nutzer?

Die Nutzer der VR-Lösung sind meist Bauherrn, Projektentwickler und andere Beteiligte von Bauprojekten. Zur Visualisierung benötigen die Nutzer eine VR-Brille.<sup>38</sup>

Was ist der Nutzen?

Die Anwendungen ermöglichen es, Bauvorhaben besser zu visualisieren, und die Baubeteiligten besser in die Planung der Gebäude einzubeziehen. Wünsche und Bedarfe der Beteiligten können leichter mit den technischen Machbarkeiten in Einklang gebracht werden. Dies erhöht nicht nur die Transparenz, sondern vereinfacht auch die Kostenkontrolle.<sup>39</sup>

---

36 Vgl. Shekow et al.: AutoAR –Visualisierung von Bauvorhaben vor Ort und Ludwig V.; Human S. (2020)

37 Vgl. Alfred Döpker Bauunternehmen <https://www.team-doecker.de/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022)

38 Vgl. Mittelstand 4.0-Kompetenzzentrum Planen und Bauen <https://www.kompetenzzentrum-planen-und-bauen.digital/praxis/gebaeude-virtuell-erleben-virtuell-reality-vr-als-akquise-instrument> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022)

39 Vgl. Alfred Döpker Bauunternehmen <https://www.team-doecker.de/kompetenzen/bim/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).

## 4 Herausforderungen und Lösungsansätze

- Unklarheiten über die Anwendungsmöglichkeiten sowie mangelnde Akzeptanz stellen Hemmnisse bei der Nutzung von AR und VR dar, Beratungs- und Vernetzungsformate sowie Leuchtturmprojekte können fehlendem Vorwissen und möglichen Vorbehalten entgegenwirken.
- (Potenziale) Anwenderunternehmen wünschen sich niederschwellige und skalierbare AR und VR Lösungen, allerdings stellen Unternehmen Unsicherheit über Kosten-Nutzen-Relationen sowie fehlende personelle Kapazitäten noch Barrieren dar.
- Branchenübergreifende Handlungsfelder umfassen die Notwendigkeit einer stärkeren Standardisierung und Interoperabilität und die Klärung offener Fragestellungen zu Datenschutz und IT-Sicherheit.

Das WIK hat im Mai 2022 einen Workshop veranstaltet, in dem Fallbeispiele für AR- und VR-Anwendungen, die in Deutschland bereits genutzt werden, vorgestellt wurden. Es wurde erörtert, welche Ursachen die Verbreitung von AR- und VR-Anwendungen aktuell noch hemmen. Insbesondere ging es darum, Maßnahmen zu identifizieren, die deren Akzeptanz und Durchdringung, gerade mit Blick auf den Mittelstand als Anwender, stärken können. Über 40 Teilnehmer, darunter Vertreter von Unternehmen, die AR- und VR-Lösungen anbieten, bestehende und potenzielle Nachfrager sowie Repräsentanten aus Wissenschaft, Ministerien und der Bundesnetzagentur haben diese Fragestellungen in einem virtuellen World Café diskutiert und mit Unterstützung eines Online Miro Boards Standpunkte und Thesen erarbeitet. Diese wurden im Nachgang an die Veranstaltung durch das WIK zusammengefasst und den Teilnehmern noch einmal zur Kommentierung vorgelegt.

Neben der Identifikation von Hemmnissen und Widerständen wurden mit den Teilnehmern folgende Themen erörtert:

- Ansätze zur Steigerung von Verbreitung und Akzeptanz,
- Handlungsfelder für die Anbieter im VR- und AR-Ökosystem sowie
- Herausforderungen bei der Implementierung von AR- und VR-Lösungen.

### **Verbreitung und Akzeptanz von AR und VR**

- Potentiale und Use Cases von AR und VR sind für viele potenzielle Nutzer noch nicht hinreichend transparent. Häufig fehlt auch die Vorstellungskraft, wie AR und VR-Lösungen sinnvoll in das eigene Unternehmen eingebracht werden können.
- Die mangelnde Akzeptanz gegenüber AR/VR-Lösungen stellt ebenfalls ein Hindernis dar. Viele Unternehmen und Endkunden, die von derartigen Lösungen profitieren könnten, haben sich bisher noch nicht ausreichend damit beschäftigt oder haben Vorbehalte. Gerade bei der älteren „Gründergeneration“ in vielen KMU gibt es in Teilen ein „Kulturproblem“, was z. T. durch Desinformation und falsche Ängste über soziale Medien geschürt wird. Hinzu kommt, dass VR und AR von einigen potenziellen Nutzern mit Gaming gleichgesetzt wird und deswegen nicht weiterverfolgt wird.
- Für Anwender-Unternehmen sind konkrete Umsetzungsaufwände, Möglichkeiten der Skalierung sowie die damit verbundenen Kosten und Nutzen im Vorfeld kaum abschätzbar. Ebenso besteht Unsicherheit darüber, wie viele personelle Ressourcen durch die Einführung von AR- und VR-Lösungen gebunden werden müssen.

- Für potenziell interessierte Anwender fehlen Möglichkeiten, um Lösungen auszuprobieren und den ersten Schritt zu wagen.

Lösungsansätze:

- ⇒ Leuchtturmprojekte, Referenzprojekte, Reallabore und Best Practices können eine zentrale Rolle spielen, um AR/VR-Potentiale bekanntzumachen und konkrete Lösungsansätze und Use Cases von weiter vorangeschrittenen Anwenderunternehmen aufzuzeigen.
- ⇒ Vernetzungsformate und der Austausch mit anderen Anwendern können dazu beitragen, das Bewusstsein für die Potentiale von AR/VR zu schärfen und bestehende Bedenken zu überwinden.

### **Handlungsfelder für die Anbieter im VR- und AR-Ökosystem**

- Die Mehrzahl der am Markt verfügbarer Lösungen zeichnet sich durch ein hohes Maß an Komplexität aus. Diese setzen hausinterne Kompetenzen voraus, die für potenzielle Anwender eine Einstiegshürde darstellen.
- Die Zahl der Anbieter von AR-/VR-Brillen ist begrenzt und konzentriert sich auf wenige amerikanische und asiatische Anbieter. Taugliche und preiswerte AR- und VR-Brillen sind nicht in ausreichender Zahl vorhanden.
- Viele der am Markt verfügbare Lösungen sind nicht miteinander kompatibel und interoperabel. Entsprechend zieht die Entscheidung für eine Lösung technologische Pfadabhängigkeiten und Lock-In Effekte nach sich. Solange nicht absehbar ist, welche Lösungen und Anbieter dauerhaft am Markt vertreten sein werden, kann dies potenzielle Anwender abschrecken.
- Bedenken bezüglich des Datenschutzes und der IT-Sicherheit haben zur Folge, dass potenzielle Anwender von AR und VR-Lösungen die Implementierung hinausschieben. Diese betreffen insbesondere den Umgang der Hardwarehersteller mit den bei der Nutzung von VR-Brillen generierten Daten.

Lösungsansätze:

- ⇒ AR- und VR-Anbieter müssen sich noch stärker an den Bedürfnissen der Nachfrager ausrichten. „Plug & Play“-Lösungen können den Einstieg für kleinere Betriebe erleichtern.
- ⇒ Anbieter sollten sich unter Beteiligung einschlägiger Branchenverbände und internationalen Standardisierungsorganisationen um die Erarbeitung einheitlicher Normen und Schnittstellen bemühen, um die Interoperabilität zu fördern.
- ⇒ Hardware- und Software-Anbieter sollten durch Transparenz und klare Regeln die Bedenken der Anwender aus dem Weg räumen und Standards implementieren, die im Einklang mit den europäischen Richtlinien und Werten sind.

### **Herausforderungen bei der Implementierung von AR- und VR-Lösungen**

- Für die Anwender sind vor einer Einführung häufig der konkrete Umsetzungsaufwand, die Möglichkeiten der Skalierung sowie die damit verbundenen Nutzen und Kosten im Vorfeld kaum abschätzbar.
- Kontextbezogen sind bei der Planung und Umsetzung von AR/VR auf der Anwenderseite unternehmensspezifische Fragestellungen zu beachten: Neben den zu verwendenden Software- und Hardware-Lösungen stellt sich die Frage nach der Einbindung in die restliche Unternehmens-IT (u. a. Firewalls).
- Erschwerend kommt hinzu, dass gerade kleinere Anwender-Unternehmen mit einem Fachkräftemangel bei IT-Experten konfrontiert sind und das vorhandene Personal häufig im Tagesgeschäft gebunden ist.
- Wichtige (arbeits-)rechtliche Fragen für den gewerblichen Einsatz von AR-/VR-Brillen sind noch ungeklärt: Diese betreffen beispielsweise die Grenzen der Tragbarkeit von Head-Mounted Displays (HMD) und Fragen zur Arbeitssicherheit und Arbeitsmedizin (etwa zu Ergonomie-Problemen, Hygiene und Tragekomfort).

#### Lösungsansätze:

- ⇒ Best Practices und Vernetzungsformate können den Erfahrungsaustausch mit Blick auf Implementierungsfragen erleichtern und damit Unsicherheiten und Barrieren beseitigen.
- ⇒ Aus-, Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen können beitragen, personelle Engpässe zu überwinden.
- ⇒ Regelungslücken mit Blick auf den gewerblichen Einsatz sollten beseitigt werden, damit Anbieter und Nutzer über Planungssicherheit verfügen.

## 5 Fazit und Ausblick

In Deutschland werden bereits heute vielfältige AR- und VR-Lösungen angeboten. Neben den großen internationalen Akteuren haben sich auch deutsche Start-ups als Anbieter von AR- und VR-Lösungen positioniert und bieten Lösungen für unterschiedliche Märkten und Marktsegmenten an.

Grundsätzlich bieten AR und VR hohe Innovations- und Entwicklungspotenziale für zahlreiche Branchen.<sup>40</sup> Die Weitergabe von Wissen, Expertise und Fertigkeiten sowie das schnelle und effiziente Anlernen von Mitarbeitern in neue Arbeitsbereiche stellen wichtige Argumente für ihren Einsatz dar. Daneben haben (auch vor dem Hintergrund der Pandemiebeschränkungen) AR-Lösungen über digitale Zwillinge im Bereich des E- und M-Commerce an Relevanz gewonnen, da sie für die Kunden neue Möglichkeiten zur Produktvisualisierung in der heimischen Umgebung eröffnen.

Remote Assistance, virtuelle Aus- und Weiterbildung, Indoor Navigation, die Virtualisierung von Produkten und Building Information Modeling stellen aktuell die wichtigsten Anwendungsfelder für AR und VR in Deutschland dar. Trotz einer starken Wachstumsdynamik wird das Potential von AR- und VR- in Deutschland im Vergleich zu den Vorreiterländern bisher jedoch noch nicht hinreichend ausgeschöpft. Hierfür gibt es eine Reihe von Gründen:

Zum einen bestehen gerade bei KMU Akzeptanzprobleme und Unwissen über die Anwendungsmöglichkeiten. Hier können Leuchtturmprojekte und Vernetzungsformate einen Beitrag leisten, um Unsicherheiten zu beseitigen und Überzeugungsarbeit zu leisten. Daneben gibt es Handlungsfelder für die Anbieter im VR- und AR-Ökosystem. Niederschwellige und skalierbare AR- und VR-Lösungen fehlen, die einen einfachen Einstieg ermöglichen.

Darüber hinaus bestehen offene Fragen mit Blick auf den Umgang mit den beim Einsatz von VR- und AR-Brillen gewonnenen Daten als auch bei der Interoperabilität der implementierten VR- und AR-Lösungen mit bestehenden Systemen und denen anderer Anbieter. Diese sollten die Hersteller proaktiv angehen mit dem Ziel branchenübergreifende Standards zu setzen, die im Einklang mit den europäischen Regeln und Werten sind. Sollten freiwillige Vereinbarungen nicht zum Erfolg führen, liegt es an der Politik, aktiv zu werden und klare Regeln zu schaffen.

Entscheidend für die Diffusion von AR und VR wird auch die technische Entwicklung bei den Endgeräten sein.<sup>41</sup> Hier besteht aktuell noch ein Mangel an attraktiven, leistungsfähigen und gleichzeitig bezahlbaren Endgeräten.

Schließlich bestehen auch bei der praktischen Implementierung von AR- und VR-Lösungen Herausforderungen, gerade bei kleinen und mittelständischen Unternehmen. Hier können Vernetzungsformate Unsicherheiten beseitigen und Weiterbildungs- und Qualifizierungsmaßnahmen dazu beitragen, personelle Kapazitätsengpässe zu überwinden.

---

40 Vgl. Zabel, et. al. (2021) und Kind, et. al. (2019)

41 Vgl. Bitkom (2021)

## Literaturverzeichnis

- Awesome Technologies (2022):** Awesome to know - VIRTUAL UND AUGMENTED REALITY, [https://awesome-technologies.de/wp-content/uploads/2020/07/whitepaper\\_ar\\_vr\\_awesome\\_technologies.pdf](https://awesome-technologies.de/wp-content/uploads/2020/07/whitepaper_ar_vr_awesome_technologies.pdf) (zuletzt abgerufen am 30.09.2022).
- Bitkom (2021):** Augmented und Virtual Reality - Potenziale und praktische Anwendung immersiver Technologien. Berlin: Bitkom e. V.
- digi4vet.** Augmented and Virtual Reality in VET, <http://digi4vet.com/> (zuletzt abgerufen am 29.09.2022).
- Digi4VET Handbuch (2019):** Neue Technologien in beruflichen Ausbildungsprogrammen integrieren, [https://www.sbg-dresden.de/images/Aktuelles/Projekte/DIGI4VET/IO1\\_-\\_DIGI4VET\\_Handreichung\\_DE.pdf](https://www.sbg-dresden.de/images/Aktuelles/Projekte/DIGI4VET/IO1_-_DIGI4VET_Handreichung_DE.pdf) (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).
- Fraunhofer-Institut für Produktionstechnologie IPT (2022):** Industrie 4.0 - Vernetzte, Adaptive Produktion, <https://www.ipt.fraunhofer.de/content/dam/ipt/de/documents/Broschueren/Industrie%2040-Vernetzte%20adaptive%20Produktion.pdf> (zuletzt abgerufen am 29.09.2022).
- Internet World (2022):** Digitaler Handel - Gastkommentar - Warum Augmented Reality im Handel noch ein Nieschendasein fristet, <https://www.internetworld.de/digitaler-handel/augmented-reality/augmented-reality-im-handel-nischendasein-fristet-2737260.html> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).
- Kannenberg, Axel (2022):** heise online - Cryptokicks: Nike bringt Turnschuhe-NFTs auf die Blockchain, <https://www.heise.de/news/Cryptokicks-Nike-bringt-Turnschuh-NFTs-auf-die-Blockchain-7067504.html> (zuletzt abgerufen am 29.09.2022).
- Kind, Sonja, et al. (2019):** Virtual und Augmented Reality - Status quo, Herausforderungen und zukünftige Entwicklungen. Arbeitsbericht Nr. 180. Berlin: Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag.
- Liebe, Andrea; Lennartz, Jonathan; Arnold, René (2020):** Strategische Ausrichtung bedeutender Anbieter von Internetplattformen. Diskussionsbeitrag Nr. 458. Bad Honnef: WIK Wissenschaftliches Institut für Infrastruktur und Kommunikationsdienste GmbH.
- Ludwig V.; Human S. (2020):** VR in der Bauindustrie - Virtual Reality & BIM. eine perfekte Ergänzung, <https://www.industry-of-things.de/virtual-reality-bim-eine-perfekte-ergaenzung-a-939827/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).
- Manager Magazin (2021):** Das sind die innovativsten Mittelständler Deutschlands, <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/industrie/wettbewerb-top-100-das-sind-die-innovativsten-mittelstaendler-deutschlands-a-61efb198-a967-4e16-9f2b-5061a5ab6e12> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).
- Milgrim, Paul; Kishino, Fumio (1994):** A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays, in: IEICE Transactions on Information Systems, Vol. E77-D, (12-12), S. 1321-1329.
- Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Cottbus:** Einsatzmöglichkeiten von Augmented und Virtual Reality, [https://www.kompetenzzentrum-cottbus.digital/Media/public/Website/Upload/Einsatzmoeglichkeiten-von-Augmented-und-Virtual-Reality\\_2.pdf](https://www.kompetenzzentrum-cottbus.digital/Media/public/Website/Upload/Einsatzmoeglichkeiten-von-Augmented-und-Virtual-Reality_2.pdf) (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).

**Mittelstand 4.0 Kompetenzzentrum Kiel (2021):** Rud. Prey GmbH & Co. KG: Virtuelle Fernunterstützung, <https://www.digitalzentrum-sh.de/praxis/rud-prey-gmbh-co-kg-virtuelle-fernunterstuetzung> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).

**Mittelstand-Digital (2018):** Innovationen in Wartung und Produktion - Assistenzsysteme, Wartungshelfer und erweiterte Realität. Dortmund: Mittelstand 4.0-Agentur Prozesse c/o FTK Forschungsinstitut für Telekommunikation und Kooperation e.V.

**Presse-Board (2021):** SWCode mit virtuellem Stadtführer auf der Smart City Expo in Barcelona, <https://www.presse-board.de/swcode-mit-virtuellem-stadtfuehrer-auf-der-smart-city-expo-in-barcelona/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).

**Preuss, Simon (2022):** H&M arbeitet mit Technologiepartner NeXR an Virtual Fitting in Thailand, <https://fashionunited.de/nachrichten/einzelhandel/h-m-arbeitet-mit-technologiepartner-nexr-an-virtual-fitting-in-thailand/2022091348199> (zuletzt abgerufen 30.09.2022).

**PWC (2020):** The Effectiveness of Virtual Reality Soft Skills Training in the Enterprise, [https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/technology/emerging-technology/assets/pwc-understanding-the-effectiveness-of-soft-skills-training-in-the-enterprise-a-study.pdf?utm\\_campaign=1764995\\_July%202020%20Newsletter\\_Immerse%20UK&utm\\_medium=email&utm\\_s](https://www.pwc.com/us/en/services/consulting/technology/emerging-technology/assets/pwc-understanding-the-effectiveness-of-soft-skills-training-in-the-enterprise-a-study.pdf?utm_campaign=1764995_July%202020%20Newsletter_Immerse%20UK&utm_medium=email&utm_s) (zuletzt abgerufen am 29.09.2022).

**Shekow, M.; Epe, J.; Oppermann, L. :** AutoAR - Visualisierung von Bauvorhaben vor Ort, <https://docplayer.org/17294754-Autoar-visualisierung-von-bauvorhaben-vor-ort.html> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).

**Spot AR (2022):** Spot AR - Next Generation City Guides - Digitale Stadtführungen mit Augmented Reality, <https://urban-digital.de/spot-ar/> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).

**Statista (2022):** AR & VR - Germany, <https://www.statista.com/outlook/amo/ar-vr/germany?currency=EUR> (zuletzt abgerufen am 16.11.2022).

**Tan, Young-Chin; Chandukala, Sandeep R.; Reddy, Srinivas K (2022):** Augmented Reality in Retail and Its Impact on Sale, in: *Journal of Marketing*. Vol. 86 (01), S. 48-66.

**VR Business Club (2022):** BEST PRACTICE Navigator: Eine Expedition zu Erfolgsgeschichten rund um Virtual Reality, Augmented Reality und Mixed Reality, <https://vrbusiness.club/vr-ar-mr-best-practice-navigator-e-book>

**World of VR GmbH:** Wie kann ich AR/VR im Unternehmen einsetzen (Teil 2), <https://worldofvr.de/wie-kann-ich-ar-vr-im-unternehmen-einsetzen-teil-2/> (zuletzt abgerufen am 29.09.2022).

**Zabel, Christian; Heisenberg, Gernot; Telkmann, Verena (2021):** CROSS REALITY IN DEUTSCHLAND - Entwicklung der Branchen- und Netzwerkstrukturen der XR-Unternehmen in Deutschland, Studie der TH Köln. Düsseldorf: MedienNetzwerk NRW.

**Zwettler, Monika (2020):** Wie Virtual Reality Zeit, Geld und CO2 spart, <https://www.konstruktionspraxis.vogel.de/wie-virtual-reality-zeit-geld-und-co2-spart-a-951869/> (zuletzt abgerufen am 29.09.2022).

### Nachweis über die in der Kurzstudie verwendeten Fotos

**Adobe Stock a.** Augmented reality marketing concept. Hand holding digital tablet, <https://stock.adobe.com/de/images/augmented-reality-marketing-concept-hand-holding-digital-tablet/128273074> (zuletzt abgerufen am 04.10.2022).



**Adobe Stock b.** Computer Science Engineer wearing Virtual Reality Headset Works with 3D Model Hologram Visualization, Makes Gestures, <https://stock.adobe.com/de/images/computer-science-engineer-wearing-virtual-reality-headset-works-with-3d-model-hologram-visualization-makes-gestures-in-the-background-engineering-bureau-with-busy-coworkers/207627811> (zuletzt abgerufen am 04.10.2022).

**Adobe Stock c.** Teenage students wearing virtual reality goggles at school in computer science class, <https://stock.adobe.com/de/images/teenage-students-wearing-virtual-reality-goggles-at-school-in-computer-science-class/517612433> (zuletzt abgerufen am 04.10.2022).