



# Lernen in immersiven Welten

Impulspapier

[www.bitkom.org](http://www.bitkom.org)

**bitkom**

## Herausgeber

Bitkom e. V.  
Bundesverband Informationswirtschaft, Telekommunikation und neue Medien e. V.  
Albrechtstraße 10 | 10117 Berlin

## Ansprechpartner

Celina Hirt | Referentin Bildungspolitik  
T 030 27576-162 | c.hirt@bitkom.org

## Autoren

AK Learning Solutions | vertreten durch den Vorsitzenden Martin Geugis

## Co-Autor

Torsten Fell | Institutsleiter, Institute for Immersive Learning

## Verantwortliches Bitkom-Gremium

AK Learning Solutions

## Projektleitung

Celina Hirt | Bitkom e.V.

## Satz & Layout

Katrin Krause | Bitkom e.V.

## Titelbild

© agnormark – stock.adobe.com

## Copyright

Bitkom 2020

Diese Publikation stellt eine allgemeine unverbindliche Information dar. Die Inhalte spiegeln die Auffassung im Bitkom zum Zeitpunkt der Veröffentlichung wider. Obwohl die Informationen mit größtmöglicher Sorgfalt erstellt wurden, besteht kein Anspruch auf sachliche Richtigkeit, Vollständigkeit und /oder Aktualität, insbesondere kann diese Publikation nicht den besonderen Umständen des Einzelfalles Rechnung tragen. Eine Verwendung liegt daher in der eigenen Verantwortung des Lesers. Jegliche Haftung wird ausgeschlossen. Alle Rechte, auch der auszugsweisen Vervielfältigung, liegen beim Bitkom.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>5</b>
<b>2</b>	<b>Immervives Lernen – eine Begriffsdefinition</b>	<b>7</b>
2.1	Immersive Technologien	7
2.2	Einsatzgebiete und Anwendungskonzepte für immersive Lernumgebungen	9
<b>3</b>	<b>Pädagogische und psychologische Grundlagen</b>	<b>12</b>
3.1	VR unterstützt nachhaltiges Lernen – aber warum?	14
<b>4</b>	<b>Infrastruktur und systemische Architektur</b>	<b>18</b>
4.1	Virtual Reality	18
4.2	Augmented Reality	20
<b>5</b>	<b>Praxisbeispiele</b>	<b>23</b>
5.1	Schule – VR Trainingseinheiten im Schulkontext	23
5.2	Berufliche Ausbildung – Immersives Kompetenztraining in Katastrophenschutzszenarien für Einsatzkräfte durch Virtual Reality	24
5.3	Berufliche Weiterbildung im virtuellen Klassenraum 3D	25
<b>6</b>	<b>Chancen und Herausforderungen</b>	<b>27</b>
<b>7</b>	<b>Schlussfolgerungen und Empfehlungen</b>	<b>30</b>
<b>8</b>	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>32</b>

# 1 Einleitung

# 1 Einleitung

**»Lernen ist Erfahrung – alles andere ist Information.«**

Albert Einstein

Das Internet und die damit verbundenen Endgeräte sind in unserem Alltag angekommen. Auch vor dem Lernen machen technologische Fortschritte nicht halt. Die Digitalisierung verändert das Lernen wie kaum eine gesellschaftliche Entwicklung zuvor. Starre Lernkonzepte werden durch hochflexible und individualisierbare digitale Anwendungen abgelöst. Neue Technologien wie Virtual- und Augmented-Reality (VR/AR) halten Einzug in die schulische Bildung sowie die Aus- und Weiterbildungslandschaft und verändern diese nachhaltig. Es entstehen neue Interaktionsmöglichkeiten, räumliche Erlebniswelten (Learning Experience) sowie Mittel und Wege der digitalen Erweiterung der Realität. Häufig werden in diesen virtuellen Realitäten ganze Welten simuliert, in die Lernende in unterschiedlichen Rollen eintauchen können. Die Wirkung, dass das kritische Bewusstsein des Nutzers gegenüber illusionsgenerierenden Stimuli in den Hintergrund tritt und die erlebten virtuellen Zusammenhänge situativ als real empfunden werden, wird in diesem Zusammenhang als Immersion bezeichnet. Das Lernen in solch immersiven Welten kommt in vielen Bereichen bereits heute schon effektiv zum Einsatz. Speziell in Lernsituationen, in denen komplexe Prozesse oder Gefahrensituationen durch die Simulation nachstellbar und erlebbar gemacht werden, bieten immersive Technologien einen Mehrwert für den Lernenden. Entlang der Bildungskette weisen sie große Potenziale in verschiedenen Lernumgebungen auf und werden auch in Zukunft vom naturwissenschaftlichen Unterricht in der Schule, der Ausbildung im Medizinstudium bis hin zur Weiterbildung im kaufmännischen Bereich zunehmend an Relevanz gewinnen.

Wie bei allen neuen technologischen Entwicklungen, die im Bildungsbereich zum Einsatz kommen, sehen sich auch VR- und AR-Technologien mit der Frage konfrontiert, wo der konkrete Nutzen für die Lernenden und die Entscheider liegt. Ausgehend von pädagogisch-psychologischen Aspekten werden in diesem Papier sowohl die enormen Potentiale von immersiven Technologien aufgezeigt als auch potenzielle Herausforderungen beleuchtet.

Das vorliegende Impulspapier hat es zum Ziel einen Einblick in aktuelle Entwicklungen und die zugrunde liegenden pädagogischen sowie technologischen Konzepte zu geben. Beispiele aus der Praxis sollen insbesondere die Potentiale von immersiven Lernumgebungen aufzeigen – über die gesamte Bildungskette hinweg. Nicht zuletzt sollen Bildungsverantwortliche dazu ermutigt werden, immersive Technologien noch häufiger als bisher für die Umsetzung von innovativen Bildungskonzepten zu nutzen und zukunftsorientiert weiterzuentwickeln.

# 2 Immersives Lernen – eine Begriffsdefinition

## 2 Immersives Lernen – eine Begriffsdefinition

Immersives Lernen bezeichnet einen Lernansatz, der digitale Technologien wie Virtual Reality (VR) oder Augmented Reality (AR) nutzt, um Lernende beim Kompetenzaufbau sowie beim Erlernen von Prozessen zu unterstützen. Dies wird u.a. durch die Interaktion, das selbstständige Handeln sowie das Eintauchen des Lernenden in eine interaktive Lernumgebung – Immersion – erreicht.

Virtual Reality (VR) bringt den Nutzer an jeden Ort, während Augmented Reality (AR) alles zum Nutzer bringt. Die Begriffe vermischen lediglich in unterschiedlichem Grad das Reale und das Digitale: Während Augmented-/Mixed- Reality (AR/MR) die Realität um digitale Elemente erweitert, blendet Virtual Reality (VR) die Realität zugunsten des Digitalen vollkommen aus. Die Begriffe Digital Reality (DR) und Extended Reality (XR) gelten als Überbegriff über alle Ausprägungen.

Immersiv gestaltete Lernsettings ermöglichen es den Lernenden vollständig in eine Situation einzutauchen. Dabei sind sich die Lernenden dem Prozess des Lernens zum Teil kaum bewusst. Häufig kommen dabei spielbasierte Anwendungen zum Einsatz, die bestimmte Umgebungen und Szenarien replizieren. Das immersive Lernerlebnis kann sich hierbei in der Tiefe der Illusion unterscheiden, wobei die Immersion, also das Eintauchen in eine virtuelle Welt, sich in graduellen Abstufungen vollzieht. Je höher der Grad der Immersion ist, desto weniger wird dem Lernenden bewusst, dass dieser sich in einer virtuellen Welt befindet. Eine erfolgreiche Immersion kann erreicht werden, wenn der Lernende mental in die Umgebung eintaucht. Dies kann zum einen durch eine realistische Ortsillusion und dreidimensionale Präsentationstechniken erreicht werden. Zum anderen wird die Immersion des Lernenden gefördert, indem die Geschehnisse in der simulierten Welt als plausibel wahrgenommen werden und dieser als Akteur in der virtuellen Welt involviert ist. Diese Ebenen werden primär über die Inhalte in der virtuellen Welt angesprochen.

Grundsätzlich lässt sich sagen, dass neben dem Stimulus von möglichst vielen Sinnen, die Interaktivität und der direkte Einfluss auf die virtuelle Welt inkl. Feedback ein Erfolgsfaktor für eine gute Immersion sowie das erlebte Präsenzgefühl sind. Je nach angewandter digitaler Technologie variiert die Ausprägung der Immersion. Während durch AR- und MR-Technologien eine Erweiterung der erlebbaren Realität geschaffen werden kann, wird ausschließlich in VR-Formaten ein Eintauchen in virtuelle Lebensrealitäten gefördert.

### 2.1 Immersive Technologien

Immersive Technologien haben in den letzten zehn Jahren deutlich an Popularität und Durchschlagskraft gewonnen, vor allem seitdem Unternehmen wie HTC, Oculus, Microsoft und Google VR-Hardwareprodukte massentauglich gemacht haben. Mit der Vervielfachung der Leistung von Prozessoren, Arbeitsspeichern, Grafikkarten und Displays haben sich die Voraussetzungen für immersive Technologien in den letzten Jahren drastisch zu ihrem Vorteil verändert. Immer mehr Unternehmen erkennen den Mehrwert dieser Anwendungen und setzen sie zunehmend in der Aus- und Weiterbildung ein.

**Virtual Reality (VR)** (englisch für virtuelle Realität) wird über verschiedene Hardwarekonzepte umgesetzt. Die bereits erhältlichen Virtual-Reality-Brillen unterscheiden sich hinsichtlich Ausstattung, Preis sowie in den Anwendungen. Es existieren Low-End-Lösungen aus Pappe (sog. Cardboards), die einen preiswerten Einstieg in die 360-Grad-Technik erlauben. Dabei wird ein Smartphone in einer Brillenhalterung aus Pappe befestigt. Die Inhalte werden über spezielle Apps oder per YouTube abgespielt. Ebenfalls Smartphone-basiert sind sogenannte Mobile-VR-Brillen, die zusätzlich über eigene Sensoren verfügen. Im High-End Bereich sind VR-Brillen mit einem Bildschirm ausgestattet. Sie werden mit einem Computer oder einer Spielkonsole verbunden. In den letzten Monaten hat sich eine neue Kategorie der kabellosen Brillen (Stand-Alone) etabliert, die ohne eingestecktes Smartphone oder einen angeschlossenen Rechner und damit Kabel auskommen.

**Augmented Reality (AR)** steht für die »erweiterte Realität«, in der reale und virtuelle Objekte koexistieren und interagieren. Im Vergleich zu Virtual Reality (VR) befindet sich der Nutzer nicht in einer in Echtzeit errechneten digitalen Welt. Stattdessen wird die reale Umgebung durch virtuelle Elemente und/oder digitale Informationen in Echtzeit angereichert und erweitert. Durch Pokémon Go wurde Augmented Reality zum ersten Mal in einer großen Öffentlichkeit erlebbar. Aber auch außerhalb von »klassischen« Games werden durch die Erweiterung der realen Welt um virtuelle Aspekte völlig neue Anwendungen möglich. Mithilfe von entsprechenden Softwarelösungen können virtuelle Elemente auf digitalen Endgeräten, wie AR-Brillen, Smartphones oder Tablets in die reale Umgebung eingeblendet werden, um z. B. eine Maschine und deren Funktionsweise zu erklären. Dabei sieht der Nutzer auf dem Display des Geräts bzw. der Brille die reale Umgebung, die durch entsprechende Einblendungen überlagert wird. Hardwareseitige Voraussetzung hierfür ist die Tiefenerkennung der von der Smartphone-Kamera aufgenommenen Umgebung. Diese wird über eine Kombination aus Doppelkamera, speziellen Sensoren und leistungsfähigen Prozessoren realisiert. Heute gängige Smartphones verfügen i.d.R. über die zur Nutzung von AR notwendige Ausstattung.

	<b>VIRTUAL REALITY (VR)</b> Eintauchen in eine virtuelle Welt	<b>AUGMENTED REALITY (AR)</b> Überlagerung der realen Welt mit zusätzlichen, digitalen Informationen
<b>Über die Technologie</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>VR schafft eine digitale Umgebung, die die Nutzer als realistisch akzeptieren. Der Grad der Immersion hängt dabei von der eingesetzten Hard- und Software ab. U.a. sind die visuelle Gestaltung der Learning Experience und die Interaktionsvielfalt für die Immersion sehr wichtig.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>AR ermöglicht es, ein reales Objekt oder eine reale Szene zu sehen, die um Inhalte wie Hologramme mit und ohne Animationen, Video, Ton oder Grafiken erweitert wird.</li> <li>Anwendungen umfassen das Überlagern von Daten/ Kontextinformationen auf die reale Welt.</li> </ul>
<b>Hardware (HMD)</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Headsets: HTC Vive Pro Eye, HTC Cosmos, Valve Index, Oculus Rift, Oculus Quest, PICO Neo 2</li> <li>Smartphones in Cardboard-Halterung</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Headsets: Microsoft Hololens 1 &amp; 2, SmartEyeGlass, Magic Leap, nreal</li> <li>Smartphones</li> <li>Tablets</li> </ul>
<b>Vorteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Ermöglicht eine realitätsnahe Abbildung komplexer Systeme</li> <li>Intuitive und interaktive Einbindung der Lernenden in den Lernprozess</li> <li>Schulung und Simulation von Gefahrensituationen in sicherer Umgebung</li> <li>Simulation von Arbeitsprozessen</li> <li>Erleben von Teamsituationen</li> <li>Höhere Motivation der Lernenden durch VR-Umgebung</li> <li>Vermittlung prozeduraler Fertigkeiten ohne Störungen des Betriebs</li> <li>Aufbau von Handlungskompetenz und Skills</li> <li>Steigerung der Retention; Gelerntes bleibt länger »hängen«</li> <li>Verringerung der Reisekosten</li> <li>Schnellere Onboarding-Prozesse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Lieferung eines Informationsmehrwerts für die Nutzer, indem die reale Umgebung mit digitalen Informationen angereichert wird (Reduktion der Suchzeiten nach Informationen)</li> <li>Kontextabhängige Assistenzfunktion, Input wird nicht auf Vorrat geliefert, sondern bedarfs- und kontextgerecht</li> <li>Objekterkennung und dadurch schnellen Zugriff auf nötige Informationen</li> <li>Anreicherung bestehender Print-Materialien mit digitalen interaktiven Elementen</li> <li>Steigerung der Lernmotivation</li> <li>Gut geeignet, um Wissen zu vermitteln</li> <li>durch Hologramme – Verbesserung der Wahrnehmung und des Verständnisses von räumlichen Strukturen</li> <li>Steigerung der Retention; Gelerntes bleibt länger »hängen«</li> </ul>
<b>Nachteile</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>je Einsatzszenario – hohe Anschaffungskosten</li> <li>teilweise komplexe Technik</li> <li>Gewöhnung an das Neue – bei Lernenden und Lehrenden, Sickness bei schlechter Hard-/Software-Simulation</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>je nach Hardware und Skalierung hohe Anschaffungskosten</li> <li>bei Smartphone/Tablet-Nutzung keine freien Hände</li> <li>Vernachlässigung von Informationen, die nicht digital sind durch den Nutzer</li> </ul>

Tabelle 1: Übersicht Virtual Reality und Augmented Reality im Vergleich

## 2.2 Einsatzgebiete und Anwendungskonzepte für immersive Lernumgebungen

Die Ausprägungen von Lern-Techniken sind vielfältig. So variiert die Art der Vermittlung von Wissen je nach Situation. In immersiven Lernumgebungen steht vor allem die Aneignung von Informationen und handlungsorientierten Kompetenzen zum Aufbau eines dauerhaft abrufbaren Wissensschatzes beim Lernenden im Vordergrund.

In der Aus- und Weiterbildung bieten immersive Technologien durch Interaktion, Erlebnisräume und digitale Flexibilität eine Fülle an Einsatzmöglichkeiten. Häufig werden ganze Welten simuliert, in die Lernende in unterschiedlichen Rollen eintauchen können. So kann Virtual Reality beispielsweise bei der Schulung komplexer Verkaufsprozesse unterstützen. Situationen und Interaktionen beim Verkauf z. B. von Neuwagen in der Automobilbranche oder die praxisnahe Darstellung von Maschinen sowie Anlagen lassen sich einfach virtuell simulieren. Auch in der Medizin kommt VR z. B. bei der Ärzteauss- und -weiterbildung zum Einsatz, indem Operationen

simuliert werden oder im Pflegebereich Prozesse erlernt und geübt werden können. Besonders interessant ist es, den Einsatz von Werkzeugen sowie Arbeitsabläufe anhand von VR zu veranschaulichen und damit Arbeitsprozesse erlebbar zu machen. Die Lerner können auf diese Weise Handlungskompetenzen erwerben und gemachte Erfahrungen leichter in der Praxis abrufen und anwenden. Auch können in VR sogenannte Multi-User bzw. VR-Collaborations-Lösungen eingesetzt werden, in denen sich ganze Teams im virtuellen Raum treffen, um gemeinsam Lernprozesse zu durchlaufen oder durch einen Trainer unterstützt zu werden.

Im betrieblichen Kontext wiederum kommen AR-Anwendungen besonders in risiko- und kostenintensiven Branchen, beispielsweise beim Militär und im Gesundheitswesen, schon seit einigen Jahren in der Aus- und Weiterbildung zum Einsatz. Mit der »Industrie 4.0« setzt sich AR außerdem im Bereich der Produktion und Wartung/Support in Unternehmen, wie z. B. im Karosseriebau oder Anlagenbau, durch. Auch in der Logistik kommt AR beim Kommissionieren zum Einsatz. Bewährt haben sich AR-Lösungen in Kontexten, die durch abstrakte und komplexe Vorgänge geprägt sind. Die wahrnehmungserweiternde Funktion von AR bietet hier einen Vorteil, da sie situativ die Qualifizierung der Mitarbeiter erhöht. Zielführend können hier Datenbrillen zum Einsatz kommen, die Mitarbeiter zur Lösung eines Problems befähigen, z.B. wenn ein Fehler in der Maschinenstraße entsteht. Diese konsolidieren Informationen und spielen sie in verständlicher Form für den Mitarbeiter aus. Handgriffe und auszuführende Arbeiten werden durch Augmented Reality-Darstellungen visualisiert und sind so bedeutend effizienter als Handbücher oder Checklisten. Derlei Systeme helfen Mitarbeitern Tätigkeiten auszuführen, für die sie ggf. nicht ausgebildet wurden oder bei denen die benötigten Kenntnisse aus anderen Gründen nicht mehr präsent sind. Für den langfristigen Wissens- und Kompetenzaufbau wird die Wissensvermittlung in immersiven Welten mit Methoden zur dauerhaften Speicherung des Wissens beim Lernenden verbunden. Durch Erkennung und Überlagerung von realen Objekten ist eine Einbindung von Echtdateien möglich – Industrie 4.0 und IoT werden so gezielt eingebunden und unterstützt. Interaktive Hologramme können auch bestehendes Print-Trainingsmaterial ergänzen und wieder aufwerten. Dies ist nicht zuletzt für den Lerner wieder interessanter.

Auch im schulischen Bereich können immersive Lernumgebungen einen Mehrwert in der Wissensvermittlung und -aneignung schaffen. Mit erlebbaren 3D-Modellen lassen sich der menschliche Körper mit seinen unterschiedlichen Schichten aus Knochen, Nervensystem oder Blutbahnen, ganze Landschaften wie der Meeresgrund oder Kunstwerke aus der ganzen Welt visualisieren. Durch preisgünstige Cardboard- oder Mobile-VR-Brillen kann eine ganze Schulklasse zu Expeditionen zum Vesuv, den Pyramiden von Gizeh oder dem Nordpol aufbrechen. Gerade für den kulturellen und den Geschichtsunterricht ist VR sehr gut geeignet, um Lerninhalte für die Schüler erlebbar werden zu lassen. Erste Untersuchungen zeigen, welche enormen Potenziale immersive Lernumgebungen für das Verständnis von geometrischen Figuren und naturwissenschaftlichen Phänomenen haben können.

# 3 Pädagogische und psychologische Grundlagen

# 3 Pädagogische und psychologische Grundlagen

## Paradigmenwechsel in der Lerntheorie

In den vergangenen Jahrzehnten und Jahren vollzog sich ein Paradigmenwechsel in den vorherrschenden Lerntheorien und ihren konkreten Anwendungsfeldern, nämlich der angewandten Didaktik in Lernumgebungen wie Klassenräumen, Seminarräumen, Kursen oder Studiengängen. Um wichtige Aspekte immersiver Lernwelten hervorzuheben und zu kontrastieren werden hier in aller Kürze Behaviorismus und Konstruktivismus nebeneinandergestellt. Fragt man Trainer und Coaches, die in der beruflichen Bildung tätig sind, welcher Schule sie sich verpflichtet sehen, werden zunehmend systemisch-konstruktivistische Ansätze als prägend für die Seminargestaltung genannt (Hütter/Lang 2017, S.143). Dies überrascht, denn die Rolle der Lernenden war bisher stark reaktiv angelegt und beinhaltete wenig freie Verantwortungsräume. Die Verantwortung liegt organisatorisch und prozessual beim Lehrer. Um das Potenzial immersiver Lernumgebungen tatsächlich heben zu können, ist genau hier ein fundamentaler Haltungswechsel erforderlich: Die Lernenden müssen Erwartungen an den Trainer durch Eigenverantwortung ersetzen, passives Rezipieren durch selbstgesteuertes Tun und Handeln.

Behavioristische Lehr- und Lernmodelle sind also lehrerzentriert, während konstruktivistische Modelle den Lernenden in den Mittelpunkt rücken.

In den modernen Lernmodellen besteht die individuell konstruierte subjektive Wirklichkeit aus dem, was für erfolgreiches Handeln in sozialen Kontexten erforderlich ist, rekuriert also auf individuelle Bedeutung, zurückliegende individuelle Erfahrungen und subjektive Handlungsrelevanz. Hier ist auch die größere Nähe konstruktivistischer Lernsettings zum Kompetenzerwerb angelegt. So ist eine typische Maßgabe für konstruktivistische Lernumgebungen, einen authentischen Raum zu schaffen, in dem die Lernenden einer Aufgabenstellung begegnen, die sie in eine praxisnahe oder auch praxisidentische subjektive Perspektivlage versetzt. Ein typischer Rahmen sind dafür Simulationen oder Planspiele wie VR-Übungsfirmen mit hohem Immersionsgrad, in denen die Teilnehmer Szenarien erleben, auf die sie als Reaktion selbständig und explorativ Lösungen für komplexe Aufgaben und Herausforderungen finden. Sie konstruieren so situativ neues Wissen und erleben unmittelbar den Erfolg der Anwendbarkeit dieser selbstgenerierten Kompetenz.

Warum aber entwickelt gerade jetzt diese lerntheoretische Abkehr vom Behaviorismus eine solch virale Dynamik? Hier sind zwei auslösende Faktoren zu nennen: Digitale Transformation und Ergebnisse der neurophysiologischen Forschung. Die An- und Herausforderungen der digitalen Transformation lenken das Augenmerk auf die Adaptionfähigkeit des Individuums. Die Anpassung individueller Effizienz in agilen Strukturen erfordert die Fähigkeit zu selbstverantwortlichem und selbstgesteuertem lebenslangen Lernen. »Es spricht einiges dafür, dass wir uns mitten in einer gesellschaftlichen Entwicklung befinden, in der die Bedürfnisse von Wirtschaft und Gesellschaft erstmalig in der Geschichte mit den Anforderungen an die breite Entwicklung der Subjekte koinzidieren.« (Arnold 2017, S.27) Ein weiterer Grund, weshalb gerade jetzt konstruktivistische Lernsettings an Popularität gewinnen, liegt in den Forschungsergebnissen

neurowissenschaftlicher Disziplinen, die in den vergangenen zwei bis drei Jahrzehnten veröffentlicht wurden. Im Kern verdichten sich die Schlussfolgerungen auf folgende Ergebnisse: Lernen muss selbstgesteuert stattfinden und Lernen muss erlebtes Lernen sein und mit positiven Emotionen verknüpft werden.

## Didaktik

Auf didaktischer Ebene findet der theoretische Paradigmenwechsel seine Entsprechung in einer Verlagerung der Schwerpunkte konzeptioneller Aufbereitung von Lerninhalten. Wo früher »Vermittlungsdidaktik« Lerngruppen gleichschaltete und von den Lernenden erwartete, dass sie sich präsentierte Inhalte durch Übung einprägten, eröffnet heute »Ermöglichungsdidaktik« dem einzelnen Lerner explorative Wege zur Erweiterung seines Wissens und seiner Kompetenzen. Es gibt nicht mehr nur eine Methode, die favorisiert zum Lernerfolg führen soll. Individuelle Wege und Methoden, die erfolgreich zum Ziel führen und somit dem Kriterium subjektiver Nützlichkeit dienen, sind nicht nur erlaubt, sondern das Mittel der Wahl. Hier findet nun eine weitere Veränderung statt: Die Rollen von Lernendem und Lehrendem müssen neugestaltet werden. Der Lehrende verlässt die Initiativrolle desjenigen, der sowohl Fach-Input als auch Lernmethode vorgibt und eröffnet dem Lernenden neue Verantwortungsräume. Diese werden vom Lernenden ausgefüllt, indem er selbstbestimmt und eigenverantwortlich Wege und Methoden findet und anwendet, die Lösungen zu finden, die seine aktuellen und individuellen Aufgabenstellungen erfolgreich beantworten. Macht und Verantwortung in und für den Lernprozess werden auf Augenhöhe geteilt. Der Lehrende nimmt eine beratende Rolle ein und wird nicht länger als eine Autorität wahrgenommen, die neben der Fachlichkeit auch die sozialen Bezüge zwischen den Beteiligten dominiert. Hier ist nun eine fundamentale Veränderung zu bewältigen, die den Lernenden in die Aktivität und Eigenverantwortung bringt, um ihm so einen Rahmen zu geben, selbstgewählte Problemlösungswege zu erproben und Erfolge zu erleben. »Kluge Lehre (ist) stets Lernzutauen und Lernbegleitung« (Siebert 1996, S.23).

Hier muss der didaktische Rahmen und die Ausgestaltung der Lernumgebung zulassen, dass Lerner tatsächlich ihre eigenen Wege im Lernstoff finden und gehen können und nicht auf einen starren Zugang zurückgeworfen werden, der einer fachlich-logischen Struktur folgt, wie sie Lehrpläne oder Fachbücher prägt. Genau diese Teilvoraussetzung wird von VR-Lernumgebungen dann geschaffen, wenn ihre Ausgestaltung einen hohen Grad an Immersion ermöglicht.

Ein Bonmot von Vertretern konstruktivistisch angelegter Lernumgebungen sagt doppeldeutig, Erwachsene seien gewiss lernfähig, aber unbelehrbar (Siebert 2015) und pointiert damit, dass ein Lernprozess beim Lerner angesiedelt sein muss und nicht beim (Be-)Lehrenden. Moderne berufspädagogische Didaktik stellt den Lernenden eine breite methodische Palette zur Verfügung. Vom »Flipped Classroom« bis zur komplexen Simulation ist vielen Methoden gemeinsam, dass sie dem Lernenden das Eintauchen in eine Rolle ermöglichen, in der er zum Abwägen, Entscheiden und Handeln aufgerufen wird. Dabei wird auch mit Blick auf die Herausforderungen betrieblicher Organisation im Lichte des Schlagwortes »Arbeit 4.0« auf kollaborative Lernformen Wert gelegt, die nicht nur Fachkompetenz als Ziel des Lernprozesses adressieren, sondern auch Methoden-, Sozial- oder Selbstkompetenz miteinschließen. Lernen ist hier ein sowohl

individueller als auch sozialer Konstruktionsprozess. Hier können immersive Lernwelten ihr ganzes Potenzial entfalten, denn kein anderes Lernsetting führt den Lernenden so tief in das ganzheitliche Erleben und Aneignen neuer Fähigkeiten und neuen Wissens.

In der Unterscheidung von Wissen und Kompetenz verbuchen ermöglichungsdidaktische Lernprozesse, wie sie in immersiven Lernumgebungen angewandt werden, eine weitere Stärke, die sie insbesondere für die berufliche Weiterbildung prädestinieren. Vermittlungsdidaktisches Vorgehen würde paradigmatisch den Lernenden mit den nötigen Informationen versorgen und eine Wissensprüfung ansetzen. Der Lernende würde den Stoff einüben und dieses Prüfungswissen in der Wissensprüfung abliefern.

Um aus Wissen auch Kompetenz erwachsen zu lassen, sind immersive Lernwelten hervorragend geeignet, denn sie versetzen Teilnehmer in die Lage, genau diese praxisidentischen Aufgabenstellungen zu erproben und deren Lösungen zu erleben. Dieses Erfahrungswissen wird über Reflektion in den individuellen Erfahrungs- und Wertekoordinaten der Lernenden verankert und geht so weit über reinen Wissenserwerb hinaus (Vgl. Arnold/Erpenbeck 2015, S.22). Dabei knüpfen die eingesetzten Methoden an bewährte Konzepte aus der Berufspädagogik wie dem Konzept der vollständigen Handlung an und erweitern sie. So können variable Handlungszusammenhänge generiert werden, in denen der Kompetenzerwerb erfolgt, ohne den oft hohen materiellen Aufwand betreiben zu müssen, der bei realem Training nötig werden kann. Auch in den Dimensionen Adaptivität und Individualisierbarkeit sind immersive Lernumgebungen dem Präsenztraining in den meisten Fällen überlegen. Jedoch ist immersiven Lernwelten immer eine Eigenschaft gemein: Wissensvermittlung und das Erleben individueller Fähigkeiten sind stets aus einem Guss und setzen somit den Kompetenzerwerb in den Fokus der Lernprozesse. »Kompetenzentwicklung ist die Bildung der Zukunft!« (Erpenbeck/Sauter 2017a, S.2)

### 3.1 VR unterstützt nachhaltiges Lernen – aber warum?

In den letzten Jahren ist im Umfeld der Aus- und Weiterbildung immer wieder das Thema Kompetenzentwicklung, Erlebnispädagogik und die Steigerung des Engagements der Lerner diskutiert worden. Wir wollen einmal diese Themen im Zusammenhang von Virtual Reality beleuchten. Dazu haben sich Sünne Eichler, Beratung für Bildungsmanagement, und Torsten Fell, Gründer und Institutsleiter des Institute for Immersive Learning, unterhalten.

**Sünne Eichler:** Die Möglichkeiten von VR sind ja scheinbar riesig. Aber einmal ehrlich, kann man damit wirklich Kompetenzen vermitteln oder ist das nur Spielerei?

**Torsten Fell:** Hier sind die Szenarien fast unendlich groß, da ich in einer virtuellen Lernwelt alles abbilden kann und zunehmend auch sehr realistisch. Durch die Immersion tauchen die Lerner ja in die virtuelle Lernsituation ab und nehmen das als ihre aktuell wahrgenommene Realität wahr. Durch die Möglichkeit, mit der visuellen/auditiven Lernwelt zu interagieren z.B. durch körperliche Bewegung oder mit meinen Händen, kann ich die Lernwelt in Echtzeit verändern und bekomme direktes Feedback. Also ein Abbilden eines Prozesses von bestimmten Handgriffen

oder das Bewegen im Raum stellt keine Probleme dar. Ich kann Objekte anfassen, bewegen, werfen, fallen lassen oder mit anderen virtuellen Objekten kombinieren.

**Sünne Eichler:** Bei der Entwicklung von Serious Games ist ja ein wichtiger Aspekt, dem Lernen neben der Möglichkeit des Probehandelns vor allem das Gefühl der Selbstwirksamkeit zu geben. Mit VR wird das dann ja noch realistischer, oder?!

**Torsten Fell:** Ja, absolut. Das selber Erleben von Situationen, das Abspeichern der getätigten Handlung und das bekommene Feedback ermöglichen dem Lerner einen ganzheitlichen Abspeicherungsprozess des Gelernten. Es gibt ihm Sicherheit in der Handlung und der Anwendung des Gelernten. Da auch Prozesse ohne Aufwand wiederholt werden können oder Lernwelten entdeckt werden können, steigert dies beim Lerner die Akzeptanz, die Erinnerungsquote und baut so Handlungskompetenz für den Alltag und die Praxis auf. Nicht nur im Kopf sondern auch auf der Gefühlsebene – im Bauch. Wie sehen Sie denn die Auswirkungen auf die Emotionalität beim Lerner?

**Sünne Eichler:** Professor Onur Güntürkün, der renommierte Neurowissenschaftler, hat im Rahmen eines Vortrags auf der LEARNTEC erklärt, dass das menschliche Gehirn niemals nur Inhalte lernt, sondern immer ganze Situationen. Lernen ist also nicht nur Wissenserwerb sondern ein Erlebnis, bei dem die Lernumgebung als Ganzes berücksichtigt wird. Meine Erlebnisse zeigen ein deutliches Bild, Emotionen und Empathie können durch und mit VR vermittelt und erlebbar werden. Ich selber tauche in die virtuelle Situation ab, dies geschieht meist sehr schnell. Das Präsenzgefühl stellt sich ein, ich bin aktiver Part in der virtuellen Welt, auch wenn mir klar ist, dass dies mit der mich umgebenden physischen Welt im Moment nichts zu tun hat. Die kann ich alleine oder mit anderen erleben, d.h. ich treffe mich mit anderen Personen, die als Avatar visualisiert sind, in der virtuellen Welt. Ich kann zusammen agieren und Situationen erleben. Dies löst unweigerlich Emotionen aus. Diese können positiv oder auch negativ sein. Wenn ich durch einfache VR-Experience Menschen mit Phobien behandeln und in Situationen bringen kann, bei denen sie an ihre Grenze geführt werden können, wird klar, wie mächtig das Medium ist.

**Torsten Fell:** Wir haben aber hier auch eine Verantwortung, da alles in der virtuellen Welt erlebbar ist und jede Situation wie »echt« empfunden werden kann, können solche Erlebnisse auch negative Erfahrungen auslösen. Im Moment werden viele VR-Learning Experience umgesetzt, die Risikosituationen oder Sicherheitsprozesse abbilden, bei denen nicht selten Menschen/ Avatare oder ich selbst als Protagonist in Gefahr bin. Dies führt unweigerlich auch zu negativen Situationen. Diese werden genauso abgespeichert wie die positiven. Hier haben die Verantwortlichen in Unternehmen und bei den Anbietern eine große Verantwortung und es muss sensibel mit den technischen Möglichkeiten umgegangen werden – manchmal ist eben weniger mehr. Im Umfeld der Empathie finde ich spannend, dass z.B. in Studien nachgewiesen werden konnte, dass ich anderen virtuellen Avataren in Krisensituationen helfen will oder entsprechend Mitgefühl in erlebten Situationen entwickle. Dies geht natürlich auch einher mit der Wahrnehmung meines eigenen Körpers in der virtuellen Welt – tut man mir hier etwas an, »spüre« ich dies an meinem echten Körper bzw. habe hier Angst durch die visuelle Wahrnehmung und ver falle in Schutzmechanismen.

**Sünne Eichler:** VR ist ja nicht nur ein Thema für eine vermeintlich jüngere Zielgruppe. VR wird ja bereits in der Therapie von Demenz-Patienten eingesetzt, was ihnen ermöglicht, in »ihre alte Welt« zurückzukehren und dadurch angeregt zu werden. Auch das Thema Inklusion spielt beim Umsetzen von VR Learning Experience immer mehr eine Rolle. Situationen, Umgebungen und Rahmenbedingungen können an jedem Ort und zu jeder Zeit generiert und an spezifische Gegebenheiten des Lernszenarios, aber auch die Möglichkeiten des Lernenden angepasst werden. Man kann z.B. dem mobilitätseingeschränkten Lernenden Situationen erlebbar machen, die im realen Leben bisher kaum vorstellbar waren. Ich kann durch neue Eindrücke zum Beispiel durch Rollen- oder Perspektivwechsel neue Wahrnehmungen und Sichtweisen ermöglichen. Situationen durch die Augen meines Gegenübers oder anderen wahrnehmen und selbst erfahren.

**Torsten Fell:** Dies steigert unwillkürlich die Diversität von Lernprozessen. Ich kann andere vielleicht besser verstehen, dadurch wertschätzen oder deren Verhaltensweisen verstehen lernen. Auch kann ich andere Orte oder Zeiten erleben, mich in diese hineinversetzen und erleben, was Menschen dort erfahren oder wie sich Orte verändert haben. Wir können heute durch die VR-Technologien viele neue Lernsituationen schaffen und ermöglichen. Wenn wir die Grenzen verstehen und sinnvoll einsetzen, können wir Kompetenzen und Handlungssicherheit beim Lernen aufbauen, ihn emotional stärken und ihn Freude beim Lernen erleben lassen.

# 4 Infrastruktur und systemische Architektur

## 4 Infrastruktur und systemische Architektur

Immersive Technologien unterscheiden sich nicht nur in Definition und Einsatzgebiet sondern auch hinsichtlich benötigter Infrastrukturen und dem Aufbau der jeweiligen Technologie. Grundsätzlich wird hier in den einzelnen Technologien nochmals differenziert, um die infrastrukturellen Anforderungen sowie die Systemarchitektur besser zu unterscheiden. Die generelle Systemarchitektur für alle xReality Systeme (XR; »x« hier als Platzhalter für extended = A(ugmented), M(ixed) oder V(irtual) Reality) liegt folgendem Schema zugrunde:

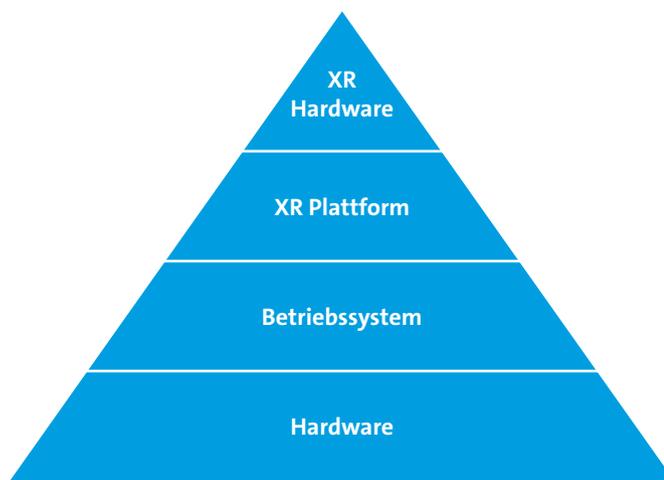


Abbildung 1: Schema Systemarchitektur von xReality Systemen

Die Auswahl und Festlegung der unteren Stufen führt momentan automatisch zur Auswahl der möglichen XR-Hardware. Gleiches gilt auch umgekehrt: Die Auswahl einer XR-Hardware führt automatisch zu den möglichen Plattformen, Betriebssystemen und der benötigten Hardware.

Eine »one-fits-all«-Lösung ist aus systemischer Sicht derzeit nicht möglich. Momentan determiniert die Auswahl der Technologie noch die inhaltlichen Möglichkeiten. Mit Einführung und Etablierung des OpenXR Standards wird sich diese Situation grundsätzlich ändern. Hier empfiehlt es sich die Entwicklung auf <https://www.khronos.org/openxr> genau zu beobachten. Die nachfolgenden Betrachtungen beziehen bereits die Entwicklung im Rahmen von OpenXR mit ein.

### 4.1 Virtual Reality

Virtual Reality ist, wie bereits beschrieben, die immersivste Form der digitalen Realität. Sie erfordert aktuell den höchsten Aufwand in Hinblick auf Erstellung, Ausgangsmaterial, Konzeption und Umsetzung. Dies resultiert daraus, dass dem Anwender (bzw. seinen Sinnen) eine

täuschend echte, virtuelle Umgebung präsentiert werden muss, basierend auf den bekannten Naturgesetzen. Zum Beispiel darf bei der Nutzung von VR-Brillen keine Verzögerung bei (Kopf)-Bewegungen auftreten. Die fotorealistische Darstellung spielt dabei eine zusätzliche Rolle, jedoch mit weit weniger Relevanz als die physikalischen Gegebenheiten. Sollten diese missachtet werden, folgt körperliches Unwohlsein und ein Verlust des immersiven Erlebnisses.

Das bildgebende System (HMD) kann unterschiedliche Techniken umfassen. Die einfachste Art ist die Nutzung eines Smartphones, eine komplexe Art ist der Einsatz von speziellen OLED Panels (Bildschirmen). Entsprechend dieser Differenzierung unterscheidet man Virtual Reality primär auf Basis der eingesetzten Hardware sowie der Darstellungsqualität und dem notwendigen Interaktionsgrad des Anwenders.

Mobile Virtual Reality (Mobile VR)		Stationary Virtual Reality (Stationary VR)		Stand Alone Virtual Reality	
Smartphone VR (3DOF)	Mobile VR Headset (3DOF)	PC Virtual Reality (6DOF)	Console Virtual Reality	Stand-Alone-VR Headset (6DOF)	
Differenzierung	Mit jedem modernen Smartphone, das ein Gyroskop und einen Beschleunigungssensor und VR-Headset besitzt möglich. Darstellungsqualität und Interaktion des Nutzers begrenzt sowie stark abhängig von zum Einsatz kommender Hardware.	Untrennbare Kombination aus mobiler Rechereinheit und VR-Headset in einem Gerät. Rechenleistung aktuell mit einem hochwertigen Smartphone vergleichbar. Darstellungsqualität und Interaktion begrenzt sowie stark abhängig von zum Einsatz kommender Hardware.	Stationäre VR benötigt High-End PC/Notebook Hardware und zusätzlich ein VR-Headset, das mit der eingesetzten PC-Hardware kompatibel sein muss. Ein Kabel verbindet PC und Headset. Hohe und skalierbare Darstellungsqualität sowie vollständige Interaktion möglich.	Console VR benötigt spezielle Spielekonsolen und zusätzlich das zur Konsole passende VR-Headset, hohe und optimierte Darstellungsqualität sowie bedingte Interaktion des Nutzers möglich.	Keine zusätzliche Hardware abgesehen von VR-Headset mehr notwendig, externer PC/Notebook oder ein Kabel sind überflüssig. Die Stand-Alone-Brillen arbeiten autark und sind genauso interaktionsfähig wie PC-Headsets. Durch die eingeschränkte eingebaute Rechenleistung ist nur ein beschränkter Grad der visuellen Gestaltung möglich. Diese sind wesentlich günstiger als die PC Virtual Reality-Headsets, dadurch einfacher skalierbar.

Tabelle 2: Übersicht Differenzierung von Virtual Reality Techniken

Hieraus ergeben sich neben den Anforderungen an Hardware auch die Menge an Komponenten, welche für den Einsatz einer Lösung aus der entsprechenden Kategorie notwendig sind und mit welcher Technologie die Immersion hergestellt wird.

Zur Nachverfolgung und Abbildung körperlicher Bewegungen (Kopf, Hand, Fuß etc.) und Aktionen (greifen, werfen etc.) eines Anwenders innerhalb einer virtuellen Realität, haben sich grob drei Verfahren durchgesetzt, die unterschiedliche infrastrukturelle Anforderungen mit sich bringen. Diese sind:

- **Sensor-basierende Systeme:** Einfache Technologie ohne Zusatzkomponenten – jedoch eingeschränkte Möglichkeiten bei der Abbildung von Bewegung (nur Kopfbewegung – keine Positionsveränderung)
- **Tracker-basierende Systeme:** Komplexe Technologie mit vielen Zusatzkomponenten – sehr gute Möglichkeiten bei der Abbildung von Bewegung und Aktionen
- **Kamera-basierte Systeme** – auch 3DOF bzw. 6DOF genannt (three/six degrees of freedom): Komplexe Technologie ohne Zusatzkomponenten – sehr gute Möglichkeiten bei der Abbildung von Bewegung und Aktionen

Auch bei VR ist es möglich die Grenze in Richtung MR zu verschieben, indem Kameras entweder am Headset des Nutzers oder im umgebenden realen Raum stehend entsprechende Bildinformationen liefern.

## 4.2 Augmented Reality

Für den Einsatz von AR-Brillen kommen je nach Anwendungsfall unterschiedliche Infrastrukturen bzw. Systeme in Betracht. Je nach Ausprägung der AR variiert dies von der Einblendung von Informationen im Display einer digitalen Fotokamera bis hin zum Einsatz modernster AR-Brillen, wie z.B. Microsofts HoloLens 2.

Der meist genutzte technische Ansatz ist der Bereich Augmented Reality (AR), welcher Bilder der realen Umgebung um künstliche Bilder und Informationen ergänzt. Weniger genutzt wird der Bereich Augmented Virtuality (AV), bei dem Informationen aus der realen Umgebung in eine vollkommen künstliche Welt übertragen werden. Fokus der weiteren Beschreibung ist der Bereich AR.

Bei Augmented Reality werden hauptsächlich vier Arten unterschieden: 1. Marker-basierend (marker-based), 2. Marker-los (marker-less), 3. Standort-basierend (location-based) und 4. Objekterkennung

- **Marker-basierende Systeme** reagieren nur auf das Vorhandensein eines vorher festgelegten Musters/Bildes, an dessen Position ein entsprechender AR Inhalt angezeigt wird.
- **Marker-lose Systeme** versuchen auf unterschiedliche technische Art und Weise Informationen über die Umgebungsbeschaffenheit zu erlangen und dann AR-Inhalte passenden zur Umgebung anzuzeigen. Die technischen Systeme unterscheiden sich hierbei vor allem in der Erkennung von Raumtiefen und Objektformen. Dies äußert sich z.B. darin, dass AR-Inhalte von realen Objekten verdeckt werden, wenn diese gemessen an der Raumtiefe hinter einem realen Objekt erscheinen.

- **Standort-basierende System** nutzen die Festlegung von Orten im Freien z.B. via GPS / Galileo oder innerhalb von Gebäuden über Beacons.
- **Objekterkennung** findet durch eingebaute Kameras und Sensoren statt. Diese stellt in Kombination mit KI-Software-Lösungen die Möglichkeit der Objekterkennung von realen Objekten sicher. Das Überlagern oder das Anreichern mit digitalen Daten ermöglicht die interaktive Erweiterung der realen Welt.

Augmented Reality umfasst ein breites Spektrum an Möglichkeiten, die grundsätzlich sehr stark von dem Einsatz der gewählten Hardware bzw. des Gerätetyps abhängig sind. *Smart glasses* definieren hierbei Geräte, welche im Formfaktor einer Brille Informationen in das Sichtfeld des Nutzers einblenden können. Diese Geräte dienen primär der einfachen Einblendung von Informationen, ähnlich wie bei Head-up Displays in Fahrzeugen sowie einfachen Grafiken zur Orientierung oder als Hinweisgeber. Smart glasses nutzen aktuell entweder marker-based oder location-based Technologien, um sich im realen Raum zu orientieren.

Die Rechenleistung von Smartphones erlaubt es seit einigen Jahren immer bessere Augmented Reality Funktionen bereitzustellen. Android bietet mit ARCore, iOS mit ARKit entsprechend auf das jeweilige Betriebssystem bzw. die Hardware angepasste AR-Funktionen, die in ihrer grafischen Ausgestaltung lediglich durch die Leistung des Smartphones begrenzt sind. Smartphones können in der Regel alle Arten von Augmented Reality verarbeiten (marker-based, marker-less, Objekterkennung und location-based).

Holographic Headsets sind speziell entwickelte AR-Brillen oder Brillen-ähnliche Geräte, welche über diverse Sensoren ein akkurates Verständnis der realen Umgebung herstellen, wodurch sehr präzise AR-Inhalte direkt im Sichtfeld des Anwenders angezeigt werden. Dieses Raumverständnis – auch spatial awareness genannt – ermöglicht es, die reale Umgebung zu erlernen und wiederzuerkennen. Grundsätzlich können diese Geräte aber ebenfalls alle Arten von Augmented Reality verarbeiten (marker-based, marker-less, Objekterkennung, und location-based). Diese Ausprägung an Hardware stellt zunehmend die Basis unserer zukünftigen Arbeitsplätze dar – hierbei wird immer mehr der Begriff Spatial Computing verwendet.

# 5 Praxisbeispiele

# 5 Praxisbeispiele

In einigen Förderprojekten und individuellen Aktivitäten, wird der Einsatz von VR- und AR-Technologien im Bildungsumfeld getestet. Beispielhaft wollen wir einige Projekte genauer vorstellen.

## 5.1 Schule – VR Trainingseinheiten im Schulkontext

Im Rahmen der Denkfabrik, einer Begabtenförderinitiative im Handlungsfeld von Berufsorientierung und Digitalisierung, kooperiert die Gemeinschaftsschule Bellevue seit drei Jahren mit lokalen Unternehmen, um die Schüler\*innen auf ihrem Weg zu mündigen Bürger\*innen in einer digitalen Welt zu unterstützen.

Über den Kontakt zu PMI Vice President Universities & School, Frank Tassone, entstand ein Kooperationsprojekt in Klassenstufe 6, das sowohl das Thema Projektmanagement als auch den aktiven Einsatz von VR-Technologie zu Schulungszwecken in den Blick nahm und mittlerweile mehrere Preisjürys von sich überzeugen konnte.

Hierbei standen drei Schwerpunktkompetenzen im Zentrum der Arbeit: Die Schüler\*innen sollten Projektmanagement-Methodik kennenlernen, aktiv einsetzen und für ihre Peergroup didaktisch aufbereiten. Damit verbunden war eine Vertiefung im Bereich der Präsentationskompetenz sowie die Auseinandersetzung mit virtueller Realität als Präsentations- bzw. Begegnungsmedium des finalen Workshops.

Die Schüler\*innen erprobten die Möglichkeiten digitaler Kooperation durch VR und überwandern somit die Grenzen des eigenen Standorts durch den Einsatz von HoloSpaces (CAD Explorer). So konnten Sie von Saarbrücken aus einen selbst entwickelten Workshop mit Schüler\*innen in Niedersachsen und Baden-Württemberg in einem virtuellen Vortragsraum durchführen. Das Projekt sollte gleichzeitig die Möglichkeiten immersiven Lehrens und Lernens erproben. Denkbar wäre zukünftig auch der Einsatz eigens designter digitaler Lernräumen mit zusätzlichen Werkzeugen – z. B. Übersetzungsfunktionen für einen barrierefreien sprachlichen Austausch. Weiterhin sind Ansätze zu prüfen, wie Softwarekonzepte auch konstruktivistischen Settings stärker entgegenkommen können – z.B. indem man Werkzeuge implementiert, die es ermöglichen als Benutzer\*in bzw. Lernende\*r Inhalte oder eigene Umgebungen zu erstellen.

Eine Übersicht über das Projekt sowie eine Abbildung zum Projektverlauf können hier abgerufen werden: <http://www.gts-bellevue.de/ganztagsschule/index.php/199-projektmanagement-trifft-virtuelle-realitaet-in-der-schule>

## 5.2 Berufliche Ausbildung – Immersives Kompetenztraining in Katastrophenschutzszenarien für Einsatzkräfte durch Virtual Reality

Eine effektive Vorbereitung auf Katastropheneinsätze kann nur praktisch erfolgen, indem Einsatzkräfte eine komplexe Großschadenslage mit den verfügbaren Mitteln meistern müssen. Doch mit derartigen Übungen stoßen Einsatzkräfte an ihre Grenzen: Sie sind mit immensem personellen, finanziellen, logistischen und zeitlichen Aufwand verbunden. VR-Technologien können dazu beitragen, praxisnahe Lern- und Arbeitserfahrungen in der beruflichen Aus- und Weiterbildung zu ermöglichen. Über kollaborative Anwendungsszenarien lässt sich in der virtuellen und erweiterten Realität das gemeinsame Problemlösen auch in räumlich verteilten Teams einüben. Die Entwicklung, Produktion, Erprobung und Evaluation eines dafür geeigneten Trainingsdesigns in VR ist das Ziel des Verbundprojektes »Immersives Kompetenztraining in Katastrophenschutzszenarien für Einsatzkräfte durch Virtual Reality« (IKKE VR). Es beinhaltet folgende Bereiche: Ermittlung von Anforderungen in Bezug auf Lernziele und Trainingsdesign in Fokusgruppen; Didaktische Konzeptentwicklung, Unterrichtsmaterialien und Trainerschulung; Szenarien-Entwicklung (Drehbuch); Technische Analyse, Produktion und Umsetzung; Pilotierung und begleitende Evaluation; Vermarktung.

Damit inmitten des Chaos einer Katastrophe effektives und zielgerichtetes Handeln möglich bleibt, muss der Ernstfall regelmäßig trainiert und das Zusammenspiel der unterschiedlichen Behörden und Organisationen sorgfältig geübt werden. Realistisches Erfahren bedeutet hier, dass es auf Kleinigkeiten ankommt: Ziehen kleine Rauchfahnen aus einem Schlüsselloch? Leuchten metallische Gegenstände glühend rot? Solche Aspekte sind für eine korrekte Lagebeurteilung und das damit verbundene einsatztaktische Vorgehen relevant und müssen durch die verantwortlichen Einsatzkräfte korrekt erkannt werden. In einer VR-Simulation können sie gut abgebildet und bei einer Fehlentscheidung behandelt und diskutiert werden – wie in der Realität. Diese Anforderung bedeutet aber nicht, dass die Einsatzkräfte mit unzähligen Klicks einen virtuellen Schlauch korrekt an einen virtuellen Hydranten anschließen können. Viel wichtiger sind hier die taktischen Aspekte wie die Lagebeurteilung und das anschließende Vorgehen, die mit Hard- und Software trainiert werden können. Dem Bedürfnis nach sozialer Interaktion kann in Szenarien für Gruppen von Nutzern Rechnung getragen werden. Dazu sind Aufgabenstellungen wichtig, die ein Handeln in der Gruppe erfordern und dieses fördern, etwa in multidisziplinären Trainings, die eine Zusammenarbeit von Polizei, Feuerwehr, Rettungsdiensten und Hilfsorganisationen möglich machen. Nutzer sollen interaktiv in der virtuellen Umgebung handeln können und unmittelbar mit den Folgen von Entscheidungen in der Ich-Perspektive konfrontiert werden (vgl. Groß 2010). Solch ein Vorhaben kann in den Bereich der »Serious Games« eingeordnet werden. Darunter versteht man Spiele, in denen Bildung das primäre Ziel ist – im Gegensatz zu »Entertainment Games«, bei denen die Unterhaltung im Vordergrund steht. Der Begriff bezieht sich meistens, aber nicht ausschließlich auf Computerspiele und virtuelle Welten. Ein wichtiges Charakteristikum von Serious Games ist ein handlungsorientierter Lernansatz. Es werden mehrere Sinne angesprochen: das Erlebnis ist visuell, auditiv und interaktiv.

### 5.3 Berufliche Weiterbildung im virtuellen Klassenraum 3D

Die hier vorgestellte Plattform orientiert sich beispielhaft am Angebot »Praxiswerkstatt für Finanzbuchhaltung«. Zunächst besteht die Architektur aus einem 3D-Gebäude mit Grünanlagen, das in vier Etagen angelegt ist: Über den Empfangsbereich im Erdgeschoss (Ankündigungstafeln, Firmenbranding, Vortragsflächen mit Medienwänden, usw.) mit Aufenthaltsmöglichkeiten gelangt man über eine Treppe oder einen Aufzug in die oberen Etagen. In der ersten Etage befinden sich neben einer Lounge Besprechungsräume (Gruppenarbeit, Arbeitsbesprechungen) für bis zu zehn Personen und eine Mediathek mit e-Books und Videos für Rechercharbeiten. In der zweiten Etage befinden sich 20 Einzelbüros, die jeweils komplett ausgestattete Arbeitsplätze (PC, Telefon, Ablage, individualisierbare Büroeinrichtung) anbieten, während sich in der dritten Etage ein Auditorium mit rund 90 Sitzplätzen und drei großen Mediawänden befindet, in dem auch 3D-Projektionen vorgeführt werden können. Licht- und Geräuschgegebenheiten werden für jede Stelle im Gebäude errechnet und bereitgestellt.

Die Teilnehmer wählen zu Beginn der Veranstaltung einen Avatar (individuell gestaltbar) aus und betreten das Gebäude. Sie sind ab diesem Moment nicht mehr »Schüler« sondern Mitarbeiter in der Abteilung Buchhaltung der Firma Goldberg. Der Tag beginnt in der Regel im Auditorium, wo der Abteilungsleiter (Trainer) die Aufgaben für den Tag an die Mitarbeiter verteilt und wo auch fachliche Probleme und Aspekte noch einmal erklärt werden können. Nach der Auftragsklärung gehen die Mitarbeiter in ihre Büros und machen sich an die Bearbeitung der Aufträge. Die Teilnehmer können selbst entscheiden, wie sie vorgehen wollen: Sie können sich an Einzelarbeit machen, sich kollaborativ mit anderen Mitarbeitern in Besprechungsräumen treffen, zu Recherchezwecken in die Mediathek gehen und sich gegebenenfalls Dokumente oder Videos auf ihr Tablet laden. Die Abteilung ist geprägt von einem kooperativen Spirit: fachlich starke Mitarbeiter helfen schwächeren weiter, wozu die Besprechungsräume genutzt werden (Kollaboration, flipped classroom). Der Abteilungsleiter kann bei kniffligen Problemen per E-Mail kontaktiert werden oder trifft sich mit den Mitarbeitern ebenfalls in Besprechungsräumen (Ausnahme, da Eigenständigkeit erwartet wird). Am späteren Nachmittag gibt es eine Abschlussbesprechung, die noch einmal aus Sicht der Mitarbeiter und der Abteilungsleitung resümiert, wie die Aufgabenstellungen bewältigt wurden. Die Praxiswerkstatt bildet im Kursverlauf die vier Quartale eines Geschäftsjahrs ab und schließt mit der Jahresbilanz. Die Teilnehmer erhalten in Form und Sprache ein Zwischenarbeitszeugnis und ein Abschlussarbeitszeugnis, also keine herkömmlichen Kurszertifikate. Ebenso wenig werden konventionelle Wissenstests durchgeführt, da nicht vordergründig Wissen vermittelt werden soll, sondern angewandter Handlungskompetenz das Augenmerk gilt.

In der didaktischen Analyse wird deutlich, dass dieses Konzept in zahlreichen Aspekten eine 180-Grad-Abkehr von herkömmlichen Wissensvermittlungskursen darstellt. Ein hoher Grad an sensueller Immersion wird flankiert durch Eigenverantwortlichkeit, selbstreflektiertes Arbeiten, Erleben individueller Bedeutung, berufsidentischer Aufgabenstellungen und Arbeitsumgebung. Handlungskompetenz kann »gefahrlos« zur Anwendung gebracht werden, und nicht zuletzt werden Kompetenzen für Arbeitsformen entwickelt und erprobt, wie sie in Zukunft in der Arbeit 4.0 gefordert werden.

# 6 Chancen und Herausforderungen

## 6 Chancen und Herausforderungen

Die vorangegangenen Beispiele haben gezeigt, wie vielseitig die Anwendungsmöglichkeiten von VR- und AR-Technologien im Lernkontext sind. Die Potenziale von VR und AR im Lehren und Lernen liegen dabei vor allem in der Gestaltbarkeit, der Visualisierung und Verfügbarkeit der digitalen Inhalte. Lernen mit immersiven Technologien entspricht damit auch vielen didaktischen Grundprinzipien, die heutzutage auch in der analogen Aus- und Weiterbildung zum Einsatz kommen – zum Beispiel dem der Anschaulichkeit. Getreu dem Motto »Ein Bild sagt mehr als tausend Worte« kann man in eine virtuelle Unterwasserwelt eintauchen und schon nach wenigen Minuten mehr Erfahrungen sammeln als nach stundenlanger Buchlektüre zum Thema. Außerdem kommen die neuen VR-Systeme dem Prinzip der originalen Begegnung mittlerweile sehr nahe: Besser als Text, Bild und Film verhelfen sie den Lernenden zu einem sehr originalgetreuen Eindruck des Lerninhalts und damit zu einem Lernerlebnis. Damit sprengt immersives Lernen die Grenzen des traditionellen Lernens und Lehrens und hebt die Grenzen zwischen dezidiertem Lernen und Arbeitsplatzunterstützung bzw. Assistenz auf. Lernende haben die Möglichkeit, Lerninhalte praktisch zu erleben, die zu weit weg, zu gefährlich oder außerhalb der sinnlichen Wahrnehmung sind. Komplexe Lerninhalte können reduziert und veranschaulicht werden. Ein weiteres wichtiges Potenzial beim Einsatz von immersiven Lerntechnologien ist, dass Arbeitsgeräte wie Fahrzeuge (z. B. Flugzeuge, Schiffe), Maschinen und Geräte nicht immer in ausreichender Anzahl für Ausbildungszwecke zur Verfügung stehen oder nicht begehbar sind. Um also die korrekte Bedienung realitätsnah und kosteneffizient zu trainieren, sind immersive Lernszenarien zum Teil zwingend erforderlich. Darüber hinaus können in immersiven Lernszenarien unwahrscheinliche, aber dennoch mögliche Ereignisse (z. B. Katastrophenfälle) geübt werden. Zu den weiteren Vorteilen von immersiven Lernszenarien gehören u. a.:

- AR-Anwendungen liefern dem Nutzer einen Informationsmehrwert, indem die reale Umgebung mit digitalen Informationen angereichert wird (Reduktion der Suchzeiten nach Informationen)
- Immersive Lerntechnologien fördern Kreativität, aktives Erforschen und multisensorisches Lernen
- Immersive Lernszenarien können die Lernmotivation der Nutzer steigern
- Ungefährlichkeit
- Mobilität
- Beliebige Wiederholbarkeit, kein Materialverschleiß teurer Geräte
- Keine Schäden an teuren Geräten
- Praxisnahe, realistische Ausbildungssituation
- Kosteneffizienz
- Modifikation von Umgebungsvariablen (z. B. Wetter, Lichtverhältnisse, Fehlermeldungen von Geräten)
- Gesteigerte Lernmotivation und Engagement
- Bessere Lernleistung durch ein hohes Maß an Realitätsnähe und Anschaulichkeit von Lerninhalten
- Verstärkte Kollaboration unter den Lernenden
- Verbesserte Wahrnehmung von räumlichen Strukturen (dreidimensionale Strukturen lassen sich ganz neu erfahren und von allen Seiten selbstgesteuert betrachten)

Trotz zahlreicher Vorteile sind mit dem immersiven Lernen auch Herausforderungen verbunden, die es bei der Einführung zu beachten gilt. Das betrifft technologische Überlegungen, fehlendes Wissen über immersives Lernen, fehlende Standards, unzureichende Skills bei den Trainern und Experten die den Lernprozess begleiten sowie vereinzelt die Kostenaspekte. So existieren aktuell keine Akkreditierungssysteme oder einheitlichen Standards für den Einsatz immersiver Technologien. Das gilt sowohl für Anwendungen im Bildungsbereich als auch in anderen Einsatzgebieten. Organisationen stehen vor der Herausforderung, die Technologie nachhaltig und effektiv in Lernszenarien einzuführen.

Die Erstellung der Lerninhalte wird zunehmend durch Autorensysteme unterstützt. Dies gilt bei VR wie auch bei AR. Fehlende Standards in der Gestaltung und Nutzung machen dies nicht einfacher. Die entstehenden Kosten bewegen sich in einer großen Spannbreite. Meist bestimmt die visuelle Gestaltung und Komplexität der Lernwelt diese maßgeblich. Die Einstiegskosten bei VR z.B. über Stand-Alone-Lösungen werden immer attraktiver und die zunehmende Vielfalt von AR-Lösungen mit Hilfe von Smartphone und Tablet ermöglicht hier skalierbare Modelle. Anwender sollten vor der Anschaffung genau evaluieren, welches technologische System für ihre Lernbedürfnisse am besten geeignet ist.

# 7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

## 7 Schlussfolgerungen und Empfehlungen

Immersive Technologien verändern das Lehren und Lernen bereits heute schon stark und werden es in den kommenden Jahren noch erheblicher verändern. Sie können den Lernenden ein Gefühl des direkten Einbezogenseins ermöglichen und somit positiv auf den Lernprozess einwirken. Darüber hinaus können Lernende in einer immersiven Lernumgebung problemlos spezifische Verhaltensweisen ausprobieren, ohne unmittelbare Konsequenzen bei Fehlern befürchten zu müssen. Unterschiedlichste Prozesse und Verhaltensweisen können auf diese Weise gelernt und geübt werden. Dennoch stehen wir beim Einsatz immersiver Technologien im Lernkontext noch am Anfang. Bildungsanbieter und -anwender sind gefordert, den Einsatz von immersiven Technologien in den nächsten Jahren zu erproben und weiterzuentwickeln. Im Zusammenspiel mit anderen Methoden und Formen des Lernens können immersive Technologien dazu beitragen, die Transferleistung zwischen abstraktem Wissen und dessen praktischer Anwendung zu unterstützen. Komplexe Mechanismen und Kausalzusammenhänge können dem Lernenden greifbarer und somit auch verständlicher gemacht werden.

Künftig wird die Einbindung von immersiven Technologien von Lehr- und Ausbildungspersonal zu prüfen sein. Lernende müssen in die Lage versetzt werden, selbstständig ihren Lernprozess bestimmen zu können. Grundsätzlich sollten, im jeweils individuellen Kontext, immer die Kosten- und Nutzenfaktoren gegenübergestellt werden. Darüber hinaus muss sichergestellt werden, dass AR- und VR-Lerninhalte ein hohes Maß an Immersion ermöglichen und zweckgebunden sowie zielführend in den curricularen Rahmen eingebunden werden können. Aus pädagogischer Sicht wird der Einsatz von immersiven Technologien in der schulischen Bildung sowie der Aus- und Weiterbildung langfristig nur dann erfolgreich sein, wenn diese neue Formen des Wissens- und Kompetenzerwerbs ermöglichen und dadurch Lehren und Lernen nachhaltig verbessern. Im Zusammenspiel mit anderen Methoden können VR und AR dazu beitragen, die Transferleistung zwischen abstraktem Wissen und dessen Umsetzung in praktisches Handeln zu unterstützen. Das Einblenden zusätzlicher digitaler Informationen im realen Umfeld kann Lernenden helfen, komplexe Prozesse und Wirkungszusammenhänge besser zu verstehen. Zudem muss die Rolle und die Weiterbildung der Lehrpersonen mitberücksichtigt werden. Trainer, Coaches und Lehrer müssen befähigt werden, die neuen technologischen Möglichkeiten optimal in die Lernprozesse einzubinden und zu begleiten.

AR wird wohl in Zukunft eine von zahlreichen Methoden in der Aus- und Weiterbildungslandschaft sein, denn Lernen ist und bleibt Erfahrung. Wissen kann statisch vermittelt werden. Kompetenzen hingegen werden durch emotional konnotierte Erfahrung und die daraus resultierende Handlungsfähigkeit erlangt. Und diese Erkenntnis ist nicht neu, sie muss nur immer wieder auf die aktuellsten Bezüge neu angewandt werden, in unserer Betrachtung auf den Einsatz immersiver Technologien.

**»Sage es mir, und ich werde es vergessen. Zeige es mir, und ich werde es vielleicht behalten. Lass es mich tun, und ich werde es können.«**

Konfuzius (551-479 v.Chr.)

# 8 Literaturverzeichnis

## 8 Literaturverzeichnis

- Arnold, R. (2017): Entlehrt euch! Ausbruch aus dem Vollständigkeitswahn. Bern
- Arnold, R., Erpenbeck, J. (2015): Wissen ist keine Kompetenz, in: Grundlagen der Berufs- und Erwachsenenbildung, Band 77. Baltmansweiler
- Erpenbeck, J., Sauter, W. (2017a): Handbuch Kompetenzentwicklung im Netz. Stuttgart.
- Erpenbeck, J., Sauter, W. (2017b): »Kompetenzentwicklung im Netz«, in: Erpenbeck/Sauter (2017a): Handbuch Kompetenzentwicklung im Netz. Stuttgart.
- Groß, A. (2010): Virtuelle Welten für die Ausbildung von Einsatzkräften im Katastrophenschutz. Bachelorarbeit an der Philosophisch-Sozialwissenschaftlichen Fakultät der Universität Augsburg. Altheim (Alb).
- Hütter, F., Lang, S.M. (2017): Neurodidaktik für Trainer. Trainingsmethoden effektiver gestalten nach den neuesten Erkenntnissen der Gehirnforschung. Bonn
- Siebert, H. (1996): Didaktisches Handeln in der Erwachsenenbildung. Neuwied.
- Siebert, H. (2015): Erwachsene – lernfähig aber nicht belehrbar. Was der Konstruktivismus für die politische Bildung leistet. Schwalbach/Ts.

Bitkom vertritt mehr als 2.700 Unternehmen der digitalen Wirtschaft, davon gut 1.900 Direktmitglieder. Sie erzielen allein mit IT- und Telekommunikationsleistungen jährlich Umsätze von 190 Milliarden Euro, darunter Exporte in Höhe von 50 Milliarden Euro. Die Bitkom-Mitglieder beschäftigen in Deutschland mehr als 2 Millionen Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter. Zu den Mitgliedern zählen mehr als 1.000 Mittelständler, über 500 Startups und nahezu alle Global Player. Sie bieten Software, IT-Services, Telekommunikations- oder Internetdienste an, stellen Geräte und Bauteile her, sind im Bereich der digitalen Medien tätig oder in anderer Weise Teil der digitalen Wirtschaft. 80 Prozent der Unternehmen haben ihren Hauptsitz in Deutschland, jeweils 8 Prozent kommen aus Europa und den USA, 4 Prozent aus anderen Regionen. Bitkom fördert und treibt die digitale Transformation der deutschen Wirtschaft und setzt sich für eine breite gesellschaftliche Teilhabe an den digitalen Entwicklungen ein. Ziel ist es, Deutschland zu einem weltweit führenden Digitalstandort zu machen.

**Bundesverband Informationswirtschaft,  
Telekommunikation und neue Medien e.V.**

Albrechtstraße 10  
10117 Berlin  
T 030 27576-0  
F 030 27576-400  
bitkom@bitkom.org  
[www.bitkom.org](http://www.bitkom.org)

**bitkom**