

Modellierung, Virtualisierung und Simulation





EINFÜHRUNG IN DIE INDUSTRIELLE REVOLUTION 4.0

Diese didaktischen Materialien, die im Rahmen des von der Europäischen Kommission geförderten europäischen Projekts "Industrie 4.0 - INTRO 4.0" entwickelt wurden, sollen einen Überblick darüber geben, was in der europäischen Industrie im Bereich Industrie 4.0 getan wurde.

Der Inhalt dieser didaktischen Materialien liefert die relevantesten und nützlichsten Informationen über Industrie 4.0 für eine Zielgruppe, zu der Erwachsene, Erzieher*innen (Berufsbildung & Hochschulbildung), Lehrpersonal, Ausbilder*innen, Coaches, Arbeitgeber*innen, Arbeitnehmer*innen, die breite Öffentlichkeit und Anbieter*innen innovativer Lösungen zählen.

Diese Informationen sind in dem Bericht "Current Status Of The Industry 4.0" und dem Bericht "Summary Report of the expert interviews/questionnaires and the specific research on the field of manufacturing companies" verankert, die beide von den Partnern dieses Projekts entwickelt wurden.

VERZEICHNIS

2	Verzeichnis & Lernziele	16-18	Vorteile für das Unternehmen
3	Einführung	19-22	Zukünftige Anwendungen
4-5	Worum handelt es sich?	23-26	Erweiterte Inhalte
6-12	Wozu dient es?	27	Ausbildung
13-15	Praxisbeispiele	28	Bibliographie & Selbstevaluierung



DIESER INHALT KANN FÜR
DIE UNTERNEHMEN VON
GROßEM INTERESSE SEIN.



DIESER INHALT KANN FÜR
DIE BREITE ÖFFENTLICHKEIT
VON GROßEM INTERESSE
SEIN.



LERNZIELE

- ❖ Allgemeines Wissen um Modellierung, Virtualisierung und Simulation erweitern können.
- ❖ Die Vorteile der Virtualisierung identifizieren können.
- ❖ Die Einsatzmöglichkeiten von Simulation und Virtual Reality in der Gesellschaft kennen.
- ❖ Auswirkungen und Trends von Virtual Reality kennen.







EINFÜHRUNG

Simulationsmodellierung löst Probleme aus der Praxis sicher und effizient. Es stellt eine wichtige Darstellungsmethode dar, die leicht verifiziert, kommuniziert und verstanden werden kann. Branchen- und fachübergreifend bieten Simulation und Virtualisierung wertvolle Lösungen, indem sie einen klaren Überblick über verschiedene Szenarien bieten.

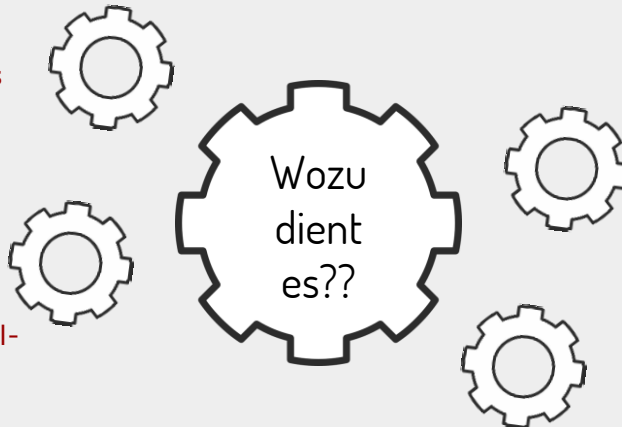


Lernziele

-  Allgemeines Wissen um Modellierung, Virtualisierung und Simulation erweitern können.
-  Die Vorteile der Virtualisierung identifizieren können.
-  Die Einsatzmöglichkeiten von Simulation und Virtual Reality in der Gesellschaft kennen.
-  Auswirkungen und Trends von Virtual Reality kennen.

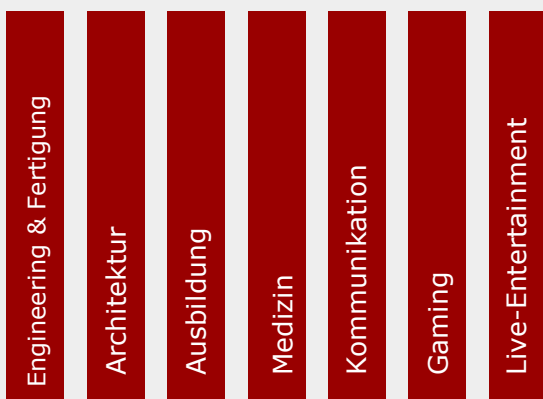
Visualisierung von 3D-Modellen, CADs und anderen Inhalten in VR-Anwendungen

Realistische Simulation von Real-Life-Situationen

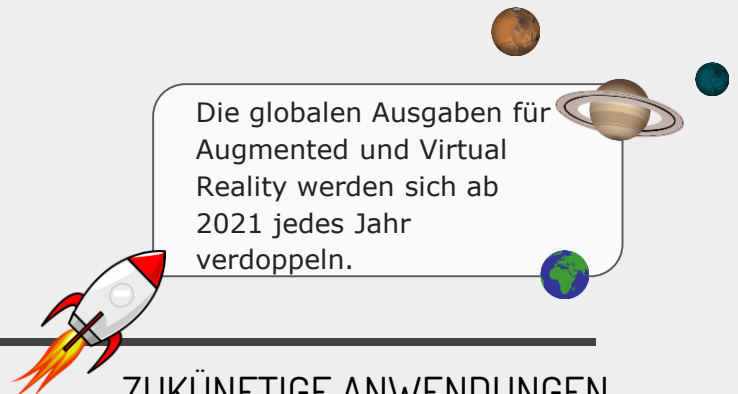


Ermöglicht das echte Erleben des neu gestalteten Stadtraums oder Gebäudes, bevor es überhaupt gebaut wird.

Ermöglicht es Menschen, schwer zugängliche Orte zu erreichen oder zu besuchen.



EINIGE VORTEILE



ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN



WORUM HANDELT ES SICH?



Durch **Modellierung** ist es möglich, Dinge anderes darzustellen, normalerweise in kleinerem Maßstab. Modellierung ist nützlich, weil sie es Ihnen ermöglicht, etwas zu betrachten, das sonst zu groß oder unpraktisch zu überblicken wäre.

Virtualisierung oder Virtual Reality (VR) bezieht sich auf computergenerierte Umgebungen, die die physische Anwesenheit von Personen und/oder Objekten und realistische sensorische Erfahrungen simulieren. VR hat auch die Entwicklung der 3D-Videotechnologie vorangetrieben, die doppelte Bilder verwendet, sodass Objekte auf dem Bildschirm dreidimensional erscheinen und reale Objekte und Orte reproduzieren.

Simulation hat noch einen klaren Vorteil gegenüber dem Begriff Virtual Reality. Viele Aspekte der natürlichen Welt können in mathematische Modelle umgewandelt werden, und mit Hilfe der Simulation können IT-Systeme die Ergebnisse nachahmen, die in der natürlichen Welt geschehen.



Abbildung 1. 3D Simulation in Architektur.



WORUM HANDELT ES SICH?



Die Produktentwicklung basiert heute zunehmend auf der Simulation und Optimierung virtueller Produkte und Prozesse. Mathematische Modelle dienen als digitale Doppelgänger der realen Produkte und Prozesse und sind die Grundlage für die Optimierung und Kontrolle von Design und Funktionalität. Die Anforderungen an die Modelle sind sehr unterschiedlich: Tief verfeinerte mathematische Modelle sind erforderlich, um die wahren physikalischen Prozesse zu verstehen und zu simulieren, während weniger verfeinerte Modelle die Voraussetzung für den Umgang mit der Komplexität von Kontrolle und Optimierung sind. Um die bestmögliche Leistung der mathematischen Modellierungs-, Simulations- und Optimierungstechniken (MSO), insbesondere im industriellen Umfeld, zu erreichen, wäre es ideal, eine vollständige Modellhierarchie zu erstellen.

Der derzeit meistgenutzte Weg in industriellen Anwendungen, um ein solches Hierarchiemodell zu erreichen, ist die Verwendung eines ausreichend fein parametrisierten Modells und die Anwendung von Model Order Reduction (MOR)-Techniken, um dieses Feinniveau auf die Genauigkeit, Komplexität und Rechengeschwindigkeit abzustimmen, die für die Simulation und Parameteroptimierung erforderlich sind.

Obwohl sich die mathematischen Modelle in verschiedenen Anwendungen und Branchen stark unterscheiden, gibt es einen gemeinsamen Rahmen durch eine angemessene Darstellung des physikalischen Modells.

Was ist der Unterschied zwischen VR and AR?

Virtuelle Realität (VR) wird beschrieben als 3D-Umgebung, in die eine Person mit speziellem Headset, das von einem Computer, einer Spielkonsole oder einem Smartphone angetrieben wird, eintauchen kann. Das VR-Erlebnis kann durch 3D-Audio-Sounds und den Einsatz haptischer Geräte, die Körperbewegungen mittels Sensoren in den virtuellen Raum übertragen, verbessert werden. **Augmented Reality (AR)** bezieht sich auf eine reale Umgebung, die mit computergenerierten Informationen wie Ton, Video oder Grafik angereichert ist.



WOZU DIENT ES?

Eines der großen Versprechen und gleichzeitig einer der Schwerpunkte der Industrie 4.0 ist die Überbrückung von digitalen/cyber/virtuellen und physischen Welten, also die Fokussierung auf cyberphysikalische Systeme.

Abgesehen davon, dass es sich hierbei nicht nur um ein technologisches Problem handelt (und auch nicht um die Vision von Industrie 4.0 als solche), denkt man aus technologischer Sicht sofort an das Internet der Dinge. Allerdings sind Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) sicherlich ebenso wichtig.

Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) werden in verschiedenen Sektoren und Kontexten eingesetzt, von Verbraucheranwendungen bis hin zu Herstellern. Doch gerade in der Fertigung bietet Augmented Reality einen großen Nutzen in unzähligen Anwendungen, in Kombination mit mehreren anderen Technologien wie gewohnt.

Der Einsatz von VR und AR in der Fertigungsindustrie und anderen Branchen, für die der Begriff Industrie 4.0 verwendet wird, ist keine Fiktion. Es geschieht während wir sprechen und entwickelt sich immer schneller, da die Vorteile immer deutlicher werden, Angebote, Hardware und Anwendungen reifen und auf die nächste Ebene übergehen und die Hersteller ihre Bemühungen um digitale Transformation auf dem strategischen und schrittweisen Weg zur Realisierung von Industrie 4.0 und der digitalen Transformation der Fertigung verstärken.



WOZU DIENT ES?

Obwohl sie unterschiedlich sind, **teilen sich VR und AR gemeinsame Prozesse und Technologien, wie beispielsweise Audiosoftware und Datenverarbeitung.** Sie konzentrieren sich auch auf dieselben Geschäfts- und Forschungswelten und schaffen so überlappende Ökosysteme.

- **VR** wird in einer Vielzahl von Bereichen eingesetzt, die von der **Spiele- und Unterhaltungsindustrie über Training und Simulation bis hin zu Schulungen im medizinischen Bereich** reichen. Weitere Anwendungsbereiche sind **Bildung und Kultur, Sport, Live-Übertragung, Immobilien, Werbung, Architektur und Kunst.** Weitere Anwendungsbereiche stehen noch aus.
- **AR** hat ein nahezu grenzenloses Einsatzspektrum in den unterschiedlichsten Bereichen, sei es im **Handel, in technischen Anwendungen, in Arbeitsprozessen oder in der Bildung.** VR & AR bedienen sowohl Verbraucher*innen als auch professionelle Nutzer*innen, die privat und öffentlich sein können.

VR und AR können in den typischen frühen Phasen eine Rolle spielen, in denen Optimierung und Produktivitätssteigerung (Quantität, Qualität, Geschwindigkeit, Flexibilität) wichtiger sind als spätere Phasen von Innovation und echter Unternehmenstransformation (die natürlich zu Beginn als Industry 4.0-Ziele formuliert werden können).

Denken Sie nur daran, wie **Simulationsmodelle und der Einsatz von Augmented Reality die gesamte Produktionskette** in Kombination mit den richtigen Daten beschleunigen können, angefangen beim Einsatz von AR und VR im virtuellen Design. Oder an den Einsatz von AR in der Instandhaltung. Und dann gibt es natürlich die Möglichkeit, mit Hilfe von Geräten wie AR/VR-Brillen/Viewern eine virtuelle Schicht auf der Grundlage der richtigen Daten und Informationen auf die "Realität" in allen möglichen Fabriks- und Industrieumgebungen aufzusetzen. Letzteres ist wahrscheinlich das bekannteste Beispiel dafür, wie sich de facto virtuelle und physische Treffen treffen.



WOZU DIENT ES??

Anwendung von AR/VR :

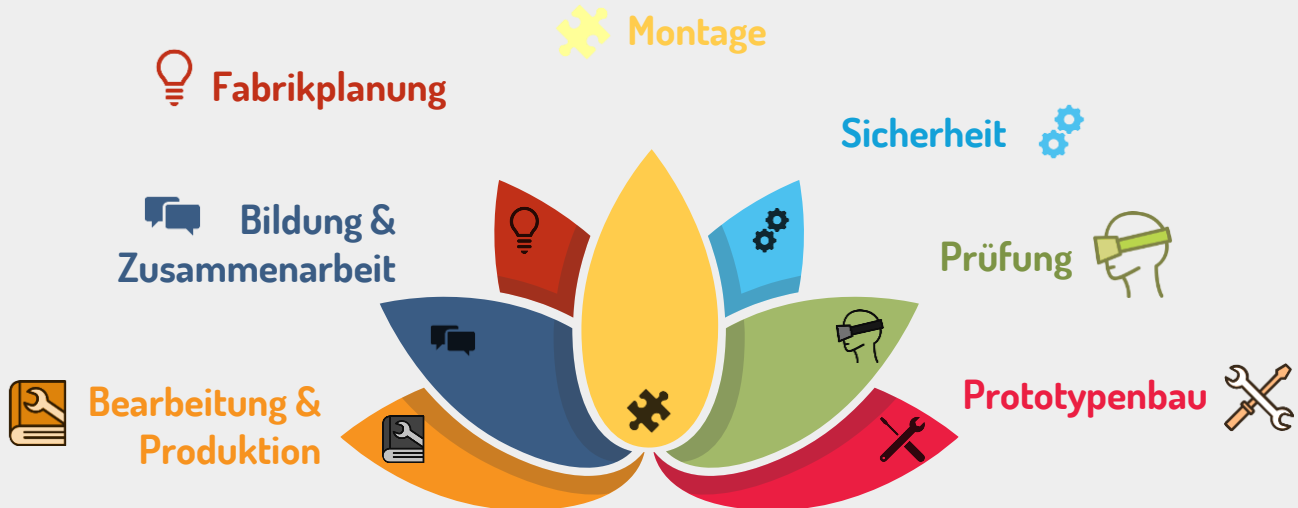


Abbildung 2. Gebrauchsfälle von AR and VR. Quelle: Eigendarstellung.

Die Anwendung von AR/VR umfasst die Bearbeitung und Produktion, Bildung und Zusammenarbeit, Fabrikplanung, Montage, Sicherheit, Prüfung und Digitaler Prototypenbau, um nur einige zu nennen. Wie wir sehen werden, sind auch die Präsentation und die immersiven (wesentlich in AR/VR) Erfahrungen auf Kundenseite wichtig. So sollten Vermarkter*innen auch darauf achten, vor allem bei der Herstellung von Produkten, wo die Präsentation der technologischen Fertigungskompetenz die Wahrnehmung des technologischen Reichtums von Unternehmen und Produkten stärkt. Nein, es ist also kein Zufall, wenn viele Anwendungen von AR/VR in der Fertigung, die viel Aufmerksamkeit erregen, z.B. in der Automobilindustrie (und sicherlich den Luxusautomarken) zu finden sind.

Sie können sich sicherlich auch vorstellen, dass Service-, Fabrik- und Logistikpersonal im Betrieb ihre Aufgaben mit der richtigen Ausrüstung (natürlich auch aus der Sicht der Arbeitenden, haben Sie die ersten Headsets gesehen?) besser erfüllen können, wenn sie die Informationen, die sie benötigen, vor ihren Augen haben, und dabei zwei ihrer wichtigsten Arbeitsinstrumente frei nutzen können: die linke und die rechte Hand. Das Ergebnis: reibungslosere Prozesse und Abläufe.



WOZU DIENT ES?

Anwendung von AR/VR :

MASCHINENBAU UND FERTIGUNGSINDUSTRIE

VR-Anwendungen können für industrielle Zwecke eingesetzt werden, um Produktentwicklungsprozesse zu verbessern, Mitarbeiter*innen zu schulen und die Kommunikation zu verbessern. Getrieben von den Bedürfnissen der großen europäischen Industrien werden VR-Anwendungen entweder selbst entwickelt oder an VR/AR-Unternehmen ausgelagert. Die Visualisierung von 3D-Modellen, CADs und anderen Inhalten in VR-Anwendungen ermöglicht es verschiedenen Personen, von jedem Ort aus darauf zuzugreifen, sie zu analysieren und in einer virtuellen Umgebung zu interagieren. Dies kann den Herstellungsprozess verbessern, zum einen in der Konzeptionsphase für die Konstruktion und Entwicklung von Komponenten oder des Endprodukts, zum anderen bei der Erstellung von Prototypen und in Experimenten nach der Entwicklung des Endprodukts.

ARCHITEKTUR, IMMOBILIEN UND BAUWESEN

Von der Rationalisierung des Designprozesses bis hin zur Erleichterung des Immobilienverkaufs revolutioniert VR die Bau-, Architektur- und Immobilienbranche. Dadurch entfällt nicht nur die Notwendigkeit, in jedem Schritt des Prozesses physische Mock-ups zu bauen, sondern es ermöglicht auch, den neu gestalteten Stadtraum oder das Gebäude richtig zu erleben, bevor es tatsächlich gebaut wird. So haben alle Beteiligten die Möglichkeit, Fehler leichter zu erkennen und schneller zu beheben. Dies reduziert die Wahrscheinlichkeit eines schlecht gestalteten Endprodukts, das nicht gut in seine Umgebung passt oder nicht den Bedürfnissen der Menschen entspricht, die im Raum leben oder ihn nutzen.

BILDUNG UND KULTUR

VR ermöglicht es Menschen, schwer zugängliche Orte zu besuchen oder praktisch in kurzer Zeit und zu geringeren Kosten mehr Orte zu besuchen. Dies kann zum Beispiel in der Bildung eingesetzt werden: Schülerinnen und Studenten oder alle, die sich für das Lernen interessieren, können beispielsweise Jerusalem oder ein Festival im alten Rom in einem 360-Grad-Video besuchen. VR ist in der Lage, Studierenden Wissen näher zu bringen, die sonst keinen Zugang hätte – zum Beispiel aufgrund einer Behinderung oder der Nichtverfügbarkeit einer qualitativ hochwertigen Ausbildung in seinem Land.

MEDIZINISCHES GEBIET

VR hat ein großes Potenzial für Angehörige der Gesundheitsberufe und Krankenhäuser, das von Schulungen über bessere Zusammenarbeit bis hin zu gegenseitigem Verständnis reicht. Auf diese Weise haben Studenten und Fachleute aus dem medizinischen Bereich die Möglichkeit, ohne Risiko eine realistische Operation an einem virtuellen Patienten durchzuführen, sein Wissen zu testen und neue Methoden und Tipps zu erlernen. Ein weiteres besonderes Element in VR-Trainings ist, dass sie reale Situationen realitätsnah simulieren können, indem sie Fachleute oder Studierende verschiedener Fachrichtungen zusammenbringen und die Zusammenarbeit fördern.



WOZU DIENT ES?

SENSIBILISIERUNG UND BERICHTERSTATTUNG

Viele Rundfunkanstalten und Unternehmen, die im Journalismus tätig sind, sowie Organisationen, die sich an humanitären Bemühungen beteiligen und/oder diese fördern, nutzen das einzigartige Potenzial der VR/AR-Technologien, insbesondere die Empathie auslösenden Fähigkeiten von VR. Diese können das Bewusstsein für bestimmte Themen effektiv schärfen und sogar Reaktionen und Handlungen bei den Zuschauer*innen hervorrufen. VR/AR kann als wirkungsvolles Instrument zur Steigerung des Mitgefühls und zur Beeinflussung des Verhaltens dienen und schwerwiegende Probleme von Rassismus bis Klimawandel angehen.

KOMMUNIKATION UND SOZIALE INTERAKTION

VR hat das Potenzial, die Art und Weise zu verändern, wie wir miteinander kommunizieren und interagieren. Der Mehrwert von VR im Vergleich zu anderen entfernungsbasierten Kommunikationsmitteln sind die Interaktivitäts- und Visualisierungsmöglichkeiten (Daten, Dokumente, 3D-Modelle). In dieser Hinsicht kann die VR neue Möglichkeiten für effiziente Fern-Geschäftsmeetings sowie unterhaltsame soziale Interaktionen bieten.

KUNST UND GESCHICHTENERZÄHLEN

VR bringt nicht nur Kunst vor die Haustür, sondern ist auch eine neue Ausdrucks- und Erzählform. Die Möglichkeiten der VR-Filmproduktion werden erforscht, um das Potenzial auszuschöpfen, Geschichten auf frische und kreative Weise zu erzählen. Europa verfügt über ein reiches Erbe und eine kulturelle Vielfalt, die schon immer eine große Inspirationsquelle für die Filmproduktion und den künstlerischen Ausdruck waren, und dieser Wettbewerbsvorteil gilt auch für das VR-Filmschaffen.

HANDELS- UND MARKENERLEBNISSE

Der „Wow-Faktor“ der VR/AR-Technologien ermöglicht es Unternehmen, auf neue und innovative Weise mit ihren Kunden und Kundinnen in Kontakt zu treten, da der immersive Charakter von VR/AR dazu neigt, einen nachhaltigen Eindruck bei bestehenden und neuen Zielgruppen zu hinterlassen. Gleichzeitig können die Kunden und Kundinnen ein interaktiveres und angenehmeres Einkaufserlebnis genießen. So kann VR/AR nicht nur dazu beitragen, Marken in den Köpfen der Kundschaft bekannt zu machen, sondern diese Technologien können auch die E-Commerce-Aktivitäten deutlich steigern und verbessern.

GAMING

Die Gaming-Branche ist einer der wichtigsten Treiber für die Akzeptanz von VR-Headsets durch die Verbraucher und die Weiterentwicklung der Softwareentwicklung und Content-Produktion. Die Erstellung von VR-Spielen ist ein Bereich für hochqualifizierte Entwickler*innen und erfordert Kenntnisse in 3D-Design, Animation und Softwareprogrammierung, aber auch Kreativität und innovative Ideen.



WOZU DIENT ES?

LIVE-UNTERHALTUNG UND ERLEBNISSE

VR/AR-Technologien schaffen neue Erfahrungen und Unterhaltungsmöglichkeiten, die immersiv und in Echtzeit sind. Das bedeutet, Sportspiele, Konzerte und Theateraufführungen so erleben zu können, als ob man da wäre, obwohl die Realität meilenweit weg ist.

Mit VR können den Fans jedoch die besten Plätze in jedem Spiel garantiert werden. Allerdings hat der Livestreaming-Sport bestimmte Anforderungen, die VR noch nicht vollständig erfüllt hat. High Definition TV bietet bereits eine sehr gute Sportberichterstattung, mit einem erfahrenen Regisseur, einem scharfen Bild, Zoom sowie Pause, Rücklauf und Wiedergabe - nichts davon ist derzeit mit VR verfügbar. Zweitens erstellt VR auch Datenmengen, was das Live-Streaming mit aktuellen Breitbandkapazitäten erschwert - 5G wird daher sehr wichtig sein.

ANDERE ANWENDUNGSBEREICHE VON VR & AR

Nicht alle Einsatzmöglichkeiten der VR-Technologie wurden bereits näher erläutert. Dies liegt vor allem daran, dass sie entweder weniger sichtbar oder noch nicht vollständig entwickelt sind, auch wenn sie ein hohes Zukunftspotenzial haben.

Das Potenzial liegt auch in der großen und komplexen Datenvisualisierung, wo zusätzliche Dimensionen und virtueller Raum helfen können, Abläufe in Zeit und Beziehungen zu erfassen.



Abbildung 3. Beispiele zur virtuellen Realität.



WOZU DIENT ES?

Vor- und Nachteile der Verwendung von VR:

Positive Auswirkungen	Negative Auswirkungen
<p>VR kann genutzt werden, um Zeit und Ressourcen zu sparen. Diese Technologie ist ein Gewinn, da Anwender*innen in jeder Branche ihre Produkte testen können, ohne tatsächlich Rohstoffe zu verwenden, und erhöht die Erfolgsquote bei der Erreichung ihres Endziels.</p>	<p>Ohne die richtige Hardware ist es schwierig, die für ein erfolgreiches VR-System notwendige Immersion und Interaktivität vollständig zu schaffen.</p>
<p>Die Zeit- und Ressourcenverschwendung bei Versuchen kann stark reduziert werden, was die Entwicklungskosten erheblich reduziert.</p>	<p>Einige Menschen erfahren möglicherweise Cyber-Krankheit oder Übelkeit aufgrund der Bewegung der Umwelt.</p>
<p>Virtual Reality kann verwendet werden, um empfindliche oder wichtige Verfahren zu testen und zu üben..</p>	<p>Psychologische Auswirkungen, die die User*innen erleben können; ein Problem könnte die Desensibilisierung für aggressive Aktionen sein. Im Hinblick auf VR-Gaming kann es dazu führen, dass Menschen, die so vollständig in eine gewalttätige Welt ohne Folgen für die reale Welt eingetaucht sind, sich aggressiver oder herzloser gegenüber realen Menschen verhalten.</p>
<p>Virtual Reality kann das tägliche Leben des Einzelnen verbessern. Es kann nicht nur das Spielerlebnis verbessern, sondern auch dazu dienen, Bewegung zu fördern, indem virtuelle Welten geschaffen werden, die Bewegung erfordern, während die Menschen vergessen können, dass sie tatsächlich trainieren.</p>	<p>Cyberabhängigkeit kann aus der Virtual Reality-Technologie resultieren, da ein Werkzeug, das es Einzelpersonen ermöglicht, sich leicht von der realen Welt zu lösen, dazu führen kann, dass einige Menschen das wirkliche Leben vernachlässigen.</p>
<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Gaming-Erlebnisse</i> ● <i>Virtuelle Prototypen (z.B.: Autos)</i> ● <i>Trainingsprogramme für das Militär</i> ● <i>Medizinische Ausbildung (z.B.: chirurgische Eingriffe und Diagnostik)</i> ● <i>Psychotherapie</i> ● <i>Training von Astronauten und vielem mehr</i> 	<ul style="list-style-type: none"> ● <i>Bessere Tracking-Systeme</i> ● <i>Verzögerungszeit</i> ● <i>Übersehen der grundlegenden Gesetze der Physik</i> ● <i>Mangelnde Schärfe</i>



PRAXISBEISPIELE



VR-Unternehmen sind in drei Hauptaktivitäten involviert – F&E, Produktion und Content Creation. Europäische VR-Unternehmen produzieren drei Haupttypen von Produkten: Hardware, Software und Content. Viele Unternehmen bieten mehr als einen dieser Produkttypen gleichzeitig an. Unternehmen nutzen die VR-Forschungsinfrastruktur und ihre Fachkräfte.

Die Hardwarefertigung in Europa ist vor allem Präzisions- und Nischentechnologie. Im europäischen Kontext führen die an der Fertigung beteiligten Unternehmen auch eigene F&E-Aktivitäten durch, oft in Zusammenarbeit mit europäischen Universitäten und Forschungszentren. Wenn es um Hardware für die Massenproduktion geht, wird die Forschung und Entwicklung oft in Europa durchgeführt, während die eigentliche Produktion anderswo geschieht. Ein interessantes Beispiel dafür ist eine gemeinsame Initiative der **Starbreeze Studios (SE)** und **Acer (TW, Asien)**, die zum High-End-Headset StarVR führte.

Europa ist ein Zentrum für Forschung und Entwicklung sowohl für Soft- und Hardware als auch für Spezialanwendungen. Interessanterweise sind selbst außereuropäische Unternehmen wie **Jaunt (USA)**, **Oculus (USA)** oder **EON (USA)** oft mit ihren F&E-Abteilungen in Europa vertreten, um von der Präsenz hochqualifizierter Fachkräfte zu profitieren. Einige erfolgreiche Software- und Hightech-Unternehmen wie **Unity (USA-DK)** oder **Metaio (USA-DE)** behielten ihre F&E in Europa, verlegten aber entweder Geschäftsentwicklung und offiziellen Hauptsitz in die USA oder wurden von großen globalen Marken wie Apple übernommen.

Inhalte, die entweder 360°-Videos oder computergenerierte Bilder (CGI) sein können, werden meist mit den kreativen Prozessen der Erstellung von Videospielen, VR-Erlebnissen und Filmen in Verbindung gebracht. Europa ist stark in kreativen Prozessen, wobei Studios wie **Okio (FR)** independent Filme und VR-Erlebnisse anbieten. Europäische Sender wie die **BBC (UK)** und **ARTE (DE/FR)** sind ebenfalls in den Prozess der VR-Inhaltserstellung eingebunden. Einige Content-Studios bauten auch ihre eigenen Kameras, um ihren Bedürfnissen gerecht zu werden.



PRAXISBEISPIELE



cyclespex

CycleSpex: Cycle and Spatial Context Experience Simulator (VR)

Dieses Forschungsinstrument wird entwickelt, um Wissens- und Designfragen zum Thema Radfahren zu beantworten. Der Vorteil für Planer*innen und Entscheidungsträger*innen besteht darin, mögliche Designlösungen vorab in einem sicheren und kontrollierten Umfeld vor der konkreten Investition zu testen. Das innovative Versuchsdesign ermöglicht es, Fragen im VR-Umfeld an große Gruppen von Befragten zu stellen. Auf diese Weise können wir wertvolle Daten über das Verhalten, die Erfahrung und die Leistung des Fahrrads sammeln.

Derzeit führt CycleSpex mehrere VR-Experimente durch, um Forschungsfragen zur Radfahrerfahrung in Bezug auf Straßendesign, Stadtgrün, Beleuchtung, Wegfindung und Unterführungen/Barrieren in Städten zu beantworten. Die Analyse der Beziehungen zwischen mobilen Radfahrer*innen und der (gestalteten) städtischen Umgebung führt zu Erkenntnissen, welche räumlichen Faktoren zu einem besseren Radfahrerlebnis beitragen. Unterschiedliche städtische Umgebungen benötigen möglicherweise ein anderes räumliches Maßnahmenpaket, um ein Fahrraderlebnis zu gewährleisten, das zu einer höheren Fahrradnutzung führt. Die Ergebnisse dieser VR-Experimente werden genutzt, um die EU-Empfehlungen für Radfernstraßen im Rahmen des CHIPS-Projekts zu optimieren.

Training durch Simulation im Virtuellen Krankenhaus Lothringen

Das Lorraine Virtual Hospital (HVL) stellt den Studierenden Geräte und Werkzeuge für die Gesundheits- und Sportsimulation zur Verfügung. Das HVL wird vom Collegium-Santé der Universität Lothringen geleitet, das die Fakultäten für Medizin, Zahnmedizin, Pharmazie und Sportwissenschaften zusammenführt und auf die Herausforderung "nie zum ersten Mal am Patienten" reagiert.



Abbildung 4. Lorraine Virtual Hospital. Quelle: <https://ec.europa.eu/>



PRAXISBEISPIELE



Einige führende Unternehmen :



acer®

JAUNT

OZO
STUDIO



oculus

e-on



unity

metaio



BBC

arte



Google VR

NOKIA



UBISOFT

Capitola



VERTIGO GAMES

SOLIRAX



ZeroLight™

**THE
FOUNDRY.**



VORTEILE FÜR DAS UNTERNEHMEN

AR und VR sind bei weitem nicht allgegenwärtig in allen genannten und anderen Anwendungsfällen, auch nicht in der High-Tech-Industriefertigung.

In dieser Phase sind Virtual und Augmented Reality sicherlich nicht Mainstream und Sie werden sie höchstwahrscheinlich im (Produkt-)Design, in virtuellen Trainingsprogrammen und in der Simulation wichtiger Szenarien und Tests zu Schlüsselwerten in Fabriken und darüber hinaus finden. Mit anderen Worten: Wo die Einsätze hoch und die Werte/Risiken gleich hoch sind. Schulung, Montage und Sicherheit in der Prozessfertigung gehören übrigens zu den wichtigsten Anwendungsfällen von VR und AR. In allen Anwendungsfällen der Branche ist es jedoch der Einzelhandel, der aus Ausgabensicht die Führung übernimmt, mit dem Anwendungsszenario "Retail Showcasing", das wir als nächstes behandeln werden.

Auch in der Fertigung spielt das Showcasing eine Rolle, unter anderem in der Konstruktion und Entwicklung sowie unter kundenorientierten Bedingungen. Am Ende muss jemand überzeugen und verkaufen. Aber das bedeutet natürlich nicht, dass VR und AR nur Verkaufstools oder Gizmos sind, nicht in der Konsumgüterindustrie und ganz sicher nicht in Industrie 4.0. Ein Zeichen für die zunehmende Bedeutung von Augmented Reality im industriellen IoT ist die wachsende Unterstützung durch mehrere **industrielle IoT-Plattformen**.

Nun sehen wir uns einige Fakten und Erkenntnisse über den Einsatz von Virtual Reality und Augmented Reality in der Fertigung und darüber hinaus an, indem wir Forschungsdaten, Vorhersagen und Trends betrachten, bevor wir uns mit Vorteilen, Lösungen und einigen praktischen Anwendungen und Fällen beschäftigen werden.

Wesentliche VR/AR-Anwendungen in der Industrie 4.0:

- Produktdesign
- Virtuelles Training
- Simulationen/Tests mit Fokus auf wichtige Assets, Szenarien und Sicherheitsaspekte.



VORTEILE FÜR DAS UNTERNEHMEN

Tom Mainelli von IDC hat zu Recht erklärt, dass "AR- und VR-Headsets derzeit die meiste Aufmerksamkeit der Medien genießen, aber die Hardware nur so gut ist wie die Software und Dienste, die darauf laufen".

In einem Industrie 4.0-Kontext können wir hinzufügen, dass die Anwendungsfälle, die gedeihen werden, diejenigen sind, die den höchsten Wert generieren, die es ermöglichen, Risiken, Probleme und Ausfallzeiten am besten zu vermeiden, den End-to-End-Fertigungsprozess und die Arbeitsabläufe bestmöglich zu optimieren, die Produktivität, Zufriedenheit und die Erfahrungen von Außendiensttechniker*innen, Fabrikarbeiter*innen, Kundschaft und Stakeholdern am zufriedenstellendsten und immersivsten zu machen – und zwar in einer Weise, die Sinn macht. Und das geht über die technologischen Dimensionen hinaus und erfordert – wie immer – einen individuellen Business Case.

Die Infografik aus der Ankündigung der halbjährlichen Ausgabe der IDC zeigt die Prognosen pro AR/VR-Industrie aus einer Ausgabenperspektive für 2017, die den "Platz" der Prozessfertigung und der diskreten Fertigung im Gesamtbild zeigt und nicht mit den genannten Prognosen für die nächsten Jahre zusammenhängt.

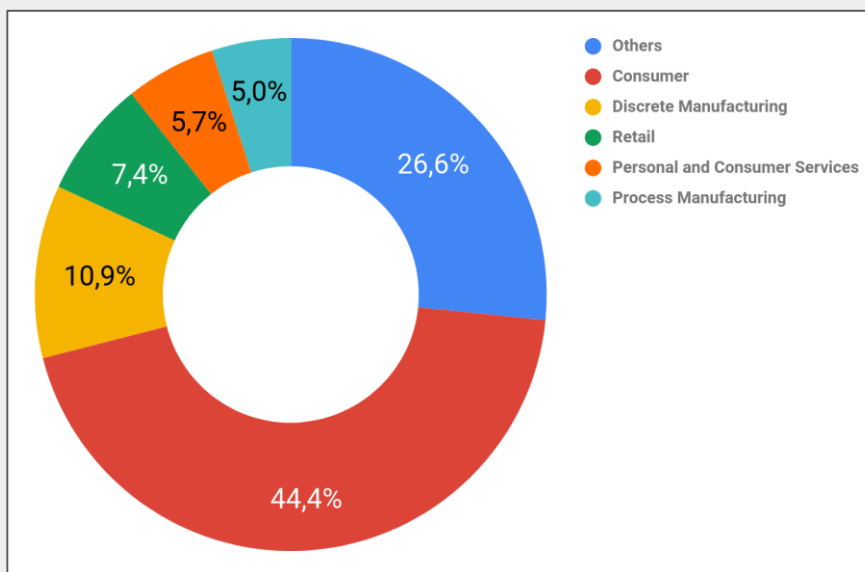


Abbildung 5. Quelle: IDC Worldwide Semiannual Augmented and Virtual Reality Spending Guide



VORTEILE FÜR DAS UNTERNEHMEN

Unternehmen, die VR-Lösungen einsetzen und damit die Nachfrage nach Systemen erzeugen, treiben die Einführung der VR-Technologie voran. Manchmal sind sie eine Zwischenplattform für die Nutzung von Anwendungen durch Verbraucher*innen. Im Allgemeinen kann die Nachfrage entweder kommen von :

Verbraucher*innen, die VR derzeit hauptsächlich für Unterhaltung (z.B. Gaming) und Shopping nutzen, aber auch zunehmend VR-Apps für Gesundheit, Handel oder Bildung einsetzen.

Professionelle Anwender*innen aus dem öffentlichen Sektor wie Ministerien und Regierungen, die sich besonders für VR-Trainings interessieren, das Potenzial von VR-Reha und psychologischer Behandlung sowie den immersiven Mehrwert für die Förderung von Ländern und Regionen..

Professionelle Anwender*innen aus der Privatwirtschaft, die von VR verlangen, den internen Produktionsprozess zu verbessern, neue Werte für ihre Kundschaft zu schaffen oder neue Medien zum Aufbau von Kundenbeziehungen einzusetzen.

Universitäten, die die (Grund-)Forschung vorantreiben.

Einige Unternehmen, die VR & AR entweder **für interne Prozesse** (z.B. Airbus (FR) oder Jaguar Land Rover (UK)) oder **für die Bereitstellung von Inhalten für die Öffentlichkeit** (BBC (UK) und ARTE (DE/FR)) benötigen, entwickeln VR intern, beauftragen aber auch externe Anbieter. Die Nachfrage nach VR wird in einer Vielzahl von Bereichen erzeugt, die von der Fertigungsindustrie bis hin zu Verbraucheranwendungen reichen.



ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN



Europäische Unternehmen im europäischen VR & AR-Ökosystem sind meist kleine und mittlere Unternehmen. Zusammen beschäftigen sie mehr als die Hälfte der gesamten Mitarbeiterzahl. Die großen Unternehmen sind oft etablierte Unternehmen aus der Fertigungsindustrie, die VR-Lösungen für das Engineering einsetzen. Etwa die Hälfte dieser Unternehmen befindet sich in der Anfangsphase der Produktentwicklung, d.h. sie befinden sich entweder in einer F&E-Phase oder in einer sehr frühen Phase der Produkteinführung und erzielen noch keine Gewinne. Die übrigen Unternehmen erzielen bereits Gewinne und/oder haben ihre Produkte bereits auf den Markt gebracht.

Trotz der vielen Stärken der VR- und AR-Industrie in Europa gibt es einige Fragen, die angegangen werden müssen, damit Europa zu einem starken Akteur in der globalen VR- und AR-Industrie wird. Basierend auf einer umfassenden Beratung mit VR-Playern in Europa wurden verschiedene Herausforderungen identifiziert, die sich auf das Wachstum der europäischen VR-Landschaft auswirken. Dazu gehören:

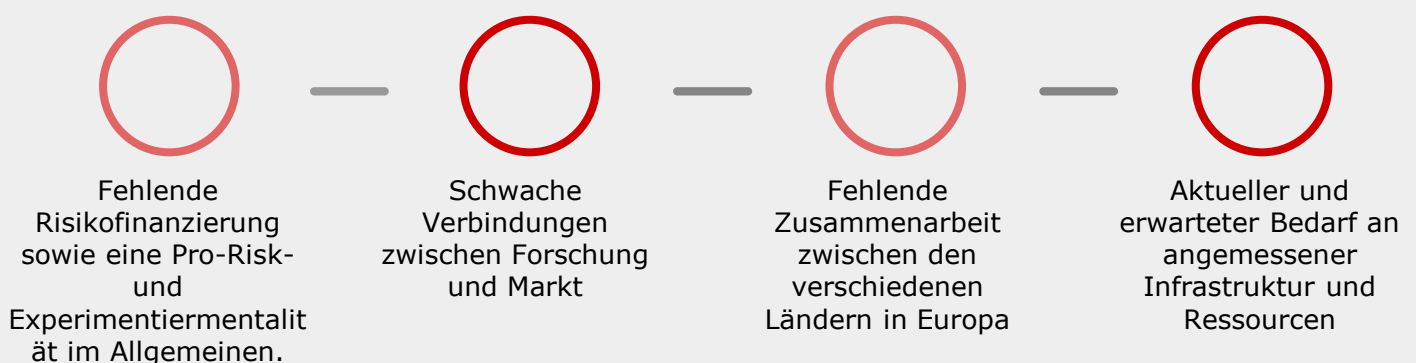


Abbildung 6. Vier Veränderungen, die eine Auswirkung auf das Wachstum der europäischen Landschaft haben. Quelle: Eigendarstellung.



ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN



AR- und VR-Trends in Industrie 4.0 und darüber hinaus:

Die oben genannten wichtigsten Anwendungsfälle von VR/AR für 2017 sind Teil einiger Prognosen von IDC vom August 2017 über die weltweiten Ausgaben für Augmented und Virtual Reality.

In dieser Prognose **prognostiziert IDC**, dass sich die globalen Ausgaben für AR und VR bis 2021 jedes Jahr verdoppeln werden, was ziemlich beeindruckend ist. Angesichts der breiten Palette von VR- und AR-Anwendungsfällen über mehrere Branchen hinweg passt dies jedoch offensichtlich nicht nur in den Kontext des Verarbeitenden Gewerbes und der Industrie 4.0.

In jeder der von IDC betrachteten Regionen wird das Verbrauchersegment 2017 das größte sein. In den USA und Westeuropa liegen jedoch die diskrete Fertigung und die Prozessfertigung bereits auf Platz zwei.

In den USA wird erwartet, dass die Prozessfertigung und die diskrete Fertigung im Prognosezeitraum das Verbrauchersegment übernehmen werden, ebenso wie Regierung, Einzelhandel, Baugewerbe, Transport und professionelle Dienstleistungen. In Westeuropa wird erwartet, dass die diskrete Fertigung, der Einzelhandel und die Prozessfertigung bis zum Ende der Prognose schnell wachsen werden (bis dahin bleibt das Verbrauchersegment das größte).

Bis 2021 wird der Großteil der AR/VR-Ausgaben für die industrielle Instandhaltung getätigt.



ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN



Wenn wir uns die wichtigsten Anwendungsfälle für VR/AR ansehen, sehen wir auch Entwicklungen mit einer starken Rolle für industrielle Anwendungsfälle. Im Jahr 2017 sind es die drei wichtigsten VR/AR-Anwendungsfälle aus Sicht der Anleger*innen:

- **Präsentation des Einzelhandels mit einer Gesamtinvestition von 442 Millionen US-Dollar.**
- **Montage und Sicherheit vor Ort**, im Wert von insgesamt 362 Millionen Dollar.
- **Process Manufacturing Training** als Nummer drei mit 309 Millionen Dollar.

Bis zum Ende der Prognose wird jedoch der größte Teil der Ausgaben für die industrielle Instandhaltung mit 5,2 Milliarden US-Dollar und für die Instandhaltung der öffentlichen Infrastruktur mit 3,6 Milliarden US-Dollar getätigt. Und das bringt uns natürlich einem der Hauptaspekte des Industrial Internet of Things, Industrie 4.0 und so weiter näher: Wartung, Vorbeugung und Vorhersage. Industrie 4.0 Trends, Treiber und Ausgabenentwicklungen, vorbeugende und vorausschauende Instandhaltung sind die wichtigsten Prioritäten.

Auch hier ist die Zahl der Anwendungen für VR/AR sehr breit und die Bereiche Fertigung, Transport, Logistik (Logistics 4.0) und andere Märkte im heutigen 4.0-Umfang sind bei weitem nicht die einzigen. Darüber hinaus werden AR und VR in einigen Regionen weiterhin überwiegend in den Bereichen Konsumgüter und Einzelhandel investieren. Auch die Bildung wird oft erwähnt. In der APeJ-Region ist es nach der erwähnten IDC-Forschung bereits 2017 der dritt wichtigste "Sektor". Die Verbindung mit der Schulung in einem bestimmten Fertigungskontext ist schnell hergestellt. Dennoch ist klar, dass der Einsatz und die Art der Anwendungen mit VR/AR in der Fertigungsindustrie und verwandten Branchen zunehmen, wobei der Schwerpunkt derzeit auf Ausbildung und Sicherheit, um nur zwei zu nennen, liegt und der Fokus zunehmend auf diskreter Fertigung, Prozessfertigung und Wartung in den USA und Westeuropa liegt.



ZUKÜNFTIGE ANWENDUNGEN



Obwohl immer noch zu schwerfällig und sperrig, werden die aktuellen interaktiven VR-Systeme (denken Sie daran, wie lustig sie in 50 Jahren scheinen werden) bald Einzelnutzer-Erlebnisse liefern. Sobald die Technologie jedoch einen weiteren Schritt in Richtung Usability geht, gibt es enorme ungenutzte Möglichkeiten in sozialen Multi-User-Interaktionen, zum Beispiel in der virtuellen Zusammenarbeit und Co-Creation. Die Teamerfahrung ist der nächste Durchbruch mit weitreichenden Marktchancen, aber auch sozialen Auswirkungen. Und das erfordert eine Kombination von Kompetenzen und Technologien, die auf das Internet der nächsten Generation verweisen können:

- Hard- und Software für realistischere und natürlichere Erlebnisse, einschließlich eines größeren Sichtfeldes, Lichtfeldes, panoptischer Aufnahme, fokusfreier, fotorealistischer Darstellung, höherer Auflösungen oder Bildraten.
- Forschung zu sozialen Interaktionen zur Entwicklung von Theorien und Technologien, die es ermöglichen, eine erweiterte menschliche Erfahrung durch Technologien wie Augmented Reality, Virtual Reality oder Brain Interface zu ermöglichen, in Gruppen zu interagieren, zu arbeiten oder zu unterhalten und so neue Wege der sozialen Interaktionen zu entwickeln.
- Unterstützung des Transfers dieser Technologien über verschiedene Sektoren hinweg (industrielle Fertigung, Automobil, Datenlebenszyklus, Konsumgüter, Gesundheitswesen, öffentliche Dienste, Design, Unterhaltung, Medien, Kultur....).

Google Earth VR 'der nächste Schritt, der Welt zu helfen, die Welt zu sehen.

<https://youtu.be/SCrkZOx5Q1M>

Tauchen Sie ein in ein karibisches Juwel mit National Geographic:

<https://youtu.be/v64KOxKVLVg>



ERWEITERTE INHALTE

Interessanterweise sind **VR & AR-Ökosysteme auch eng mit der Industrie der künstlichen Intelligenz (KI)** verbunden. Diese fortschrittliche Technologie hilft, realistischere Simulationen im virtuellen Raum sowie unabhängig agierende Avatare zu erstellen. Die KI ist nicht Gegenstand dieser Studie, jedoch ist es wichtig, sich der Synergien zwischen diesen drei Hightech-Industrien und ihren eng verwandten Ökosystemen bewusst zu sein, wobei Forschung und Entwicklung sowie Kreativität eine große Bedeutung haben.

Wie bei vielen neuen Technologien sind VR und AR Industrien, die durch globale Wertschöpfungsketten gekennzeichnet sind, in denen die Aktivitäten von Forschung und Entwicklung (F&E) über die Hardwareproduktion bis hin zur Inhaltserstellung weltweit verteilt sind. Eine Reihe von Regionen sind von eindeutiger Bedeutung, darunter Europa, Asien und die USA.

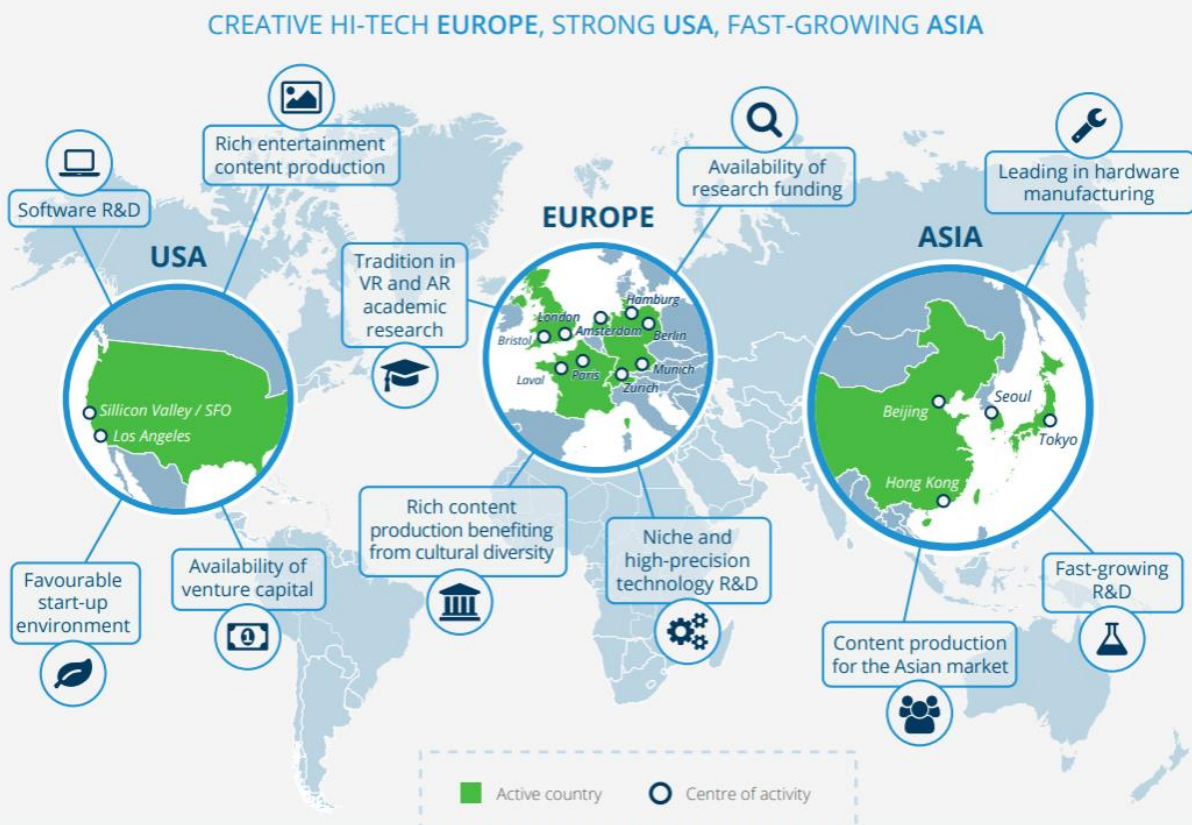


Abbildung 7. Quelle: Virtual Reality and its potential for Europe. Ecores



ERWEITERTE INHALTE

Was ist mit Mixed Reality (MR)?

An der Schnittstelle von virtuellen und physischen Realitäten befindet sich eine aufstrebende Umgebung, die als Mixed Reality (MR) bekannt ist, in der digitale und physische Objekte nebeneinander existieren. Dieser hybride Raum integriert virtuelle Technologien in die reale Welt, so dass der/die Betrachter*in nicht erkennen kann, wo die eine Welt beginnt und die andere endet.

Der virtuelle Aspekt der MR kommt durch den Einsatz von Geräten mit 3D-Viewing-Technologie zustande, die digitale Objekte nahtlos auf die reale Welt überträgt.

Ein weiterer wichtiger Bestandteil von MR ist die Integration von Augmented Reality (AR), also die Schichtung von Informationen über den 3D-Raum.

Ein wesentliches Merkmal von AR ist die Fähigkeit, auf Benutzereingaben zu reagieren, was ein erhebliches Potenzial für Lernen und Bewertung bietet; die Lernenden können ein neues Verständnis aufbauen, das auf Interaktionen mit virtuellen Objekten basiert, die die zugrunde liegenden Daten zum Leben erwecken.

Holografische Geräte werden auch zur Schaffung von Mixed-Reality-Umgebungen eingesetzt, da ihre Videodisplays 3D-Bilder in einen physischen Raum projizieren. Während sie hinter anderen virtuellen Welten zurückbleibt, hält die gemischte Realität allmählich Einzug in den Verbrauchermarkt. 2014 wurde Michael Jackson in holographischer Form neu verkörpert und debütierte bei den Billboard Music Awards, wo sein Hologramm mit live choreographierten Tänzer*innen auf der Bühne stand.

MIXED REALITY (MR)

REALE UMGEBUNG

VIRTUELLE UMGEBUNG

Greifbare Benutzeroberflächen (TUI)
 Eine TUI verwendet reale physische Objekte, um computergenerierte Informationen darzustellen und mit ihnen zu interagieren
 .(Ishii & Ullmer, 2001)

Erweiterte Realität (AR)
 AR "fügt" computergenerierte Informationen der realen Welt hinzu
 (Azuma, et al. 2001)

Erweiterte Virtualität (AV)
 AV "fügt" echte Informationen zu einer computergenerierten Umgebung hinzu. (Regenbreach, et al. 2004)

Virtuelle Realität (VR)
 VR bezieht sich auf vollständig computergenerierte Umgebungen.
 (Ni, Schmidt, Staadt, Livingston, Ball & May, 2006; Burdea & Coffet, 2003)



ERWEITERTE INHALTE

VR-Technologie in der Bildung

Da sich die Technologie verbessert, kann die Fähigkeit, Studierende in eine gemeinsame Umgebung zu bringen, selbst wenn sie aus verschiedenen Schulen, Staaten oder Ländern stammen, dazu beitragen, Studierende mit der weiten Welt zu verbinden. Dies gibt ihnen die Möglichkeit, von Menschen zu lernen, die sie sonst vielleicht nie getroffen hätten. Eine breitere virtuelle Welt könnte ihren Horizont erweitern und in Zukunft eine vielfältigere Zusammenarbeit fördern.

Wenn wir auch immer noch nur an der Oberfläche dessen kratzen, was Virtual Reality in einer Bildungsumgebung leisten kann, zerkratzt, besteht das Potenzial für sie, die Bildung, wie wir sie kennen, zu verändern.

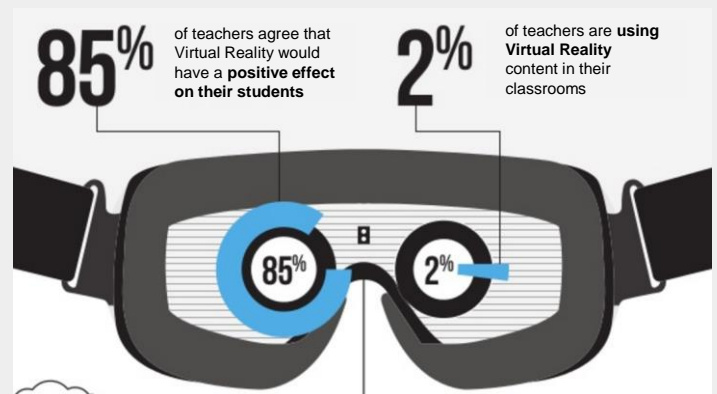


Abbildung 8. VR im Unterricht.

Quelle: <https://www.vrmaster.co/teachers-ready-for-virtual-reality-education-infographic/>

Forschende aus Wissenschaft und Medizin nutzen bereits intensiv die immersive Technologie. Obwohl erweiterte Simulationen und Ansichten des Körperinneren offensichtlich großartige Werkzeuge zum Lernen sind, kann etwas so Einfaches wie das Erleben der Welt aus der Perspektive eines älteren dementen Patienten einen enormen nachhaltigen Einfluss auf Medizin-Studierende haben.

360 Videos in Virtueller Realität

<https://bluehealth2020.eu/projects/360-virtual-reality/>



Lehrerprogramme wenden sich der Virtuellen Realität zu.

<https://www.educationdive.com/news/teacher-ed-programs-turn-to-virtual-reality/511608/>



ERWEITERTE INHALTE

EINIGE VIRTUAL-REALITY-TOOLS:

DESKTOP-TOOLS

Unity 3D	Unity ist mit Abstand eines der allgegenwärtigsten Tools, die heute für die VR-Entwicklung eingesetzt werden.
Unreal Engine (UE4)	Als einer der Hauptkonkurrenten von Unity 3D ist Unreal Engine auch eine Gaming-Engine mit VR-Integration, ein Asset Store und eine hervorragende Dokumentation.
3DS Max & Maya	Dies sind Autodesk-Produkte für Modellierung, Animation, Beleuchtung und VFX. Sie haben standardmäßig keine VR-Unterstützung, sondern stattdessen teure Plugins.
Blender	Es handelt sich um kostenlose und Open-Source-Software, die in Python geschrieben wurde und für Windows, Mac und Linux verfügbar ist. Es gibt eine große Gemeinschaft von Menschen, die sich dieser Software und ihrem Einsatz widmet. Viele Websites bieten Tutorial-Videos, Foren und Dokumentationen an.
SketchUp	SketchUp von Google ist eine grundlegende Modellierungsanwendung mit einer sehr niedrigen Lernkurve, die jeden in kurzer Zeit zum Laufen bringen kann. Die Tutorials auf der Website sind ausgezeichnet und vermitteln nicht nur die Grundlagen der Software, sondern auch eine Einführung in grundlegende 3D-Modellierungskonzepte.

WEB VR TOOLS

Three.js	Dies ist eine JavaScript-Bibliothek, die als Layer über WebGL arbeitet. Sie enthält viele Helfer und Abstraktionen, die die Arbeit mit WebGL viel einfacher machen als die WebGL-API allein.
A-Frame	Dies ist ein Web-Framework, das auf Three.js und WebGL aufbaut, um Virtual Reality-Erfahrungen mit HTML unter Verwendung eines Entity-Component-Ökosystems zu erstellen. Funktioniert auf Vive-, Rift-, Desktop- und mobilen Plattformen.
React VR	React VR verspricht eine schnelle Wiederholung und eine Syntax, die der von A-Frame ähnlich ist, aber von den Vorteilen von React abhängt.
Vizor.io	Vizor ist eine interessante Einstellung zu einem WebVR-Editor in Ihrem Browser, der mit NodeJS und Three.js erstellt wurde. Es handelt sich um eine visuelle Programmierumgebung für WebGL, WebVR und andere HTML5-APIs.
JanusVR	Janus ähnelt eher einem Webbrowser für VR als einem Entwicklungswerkzeug. Es ist eine Plattform und während der Client geschlossener Quellcode und in QT5 integriert ist, ist die serverseitige Komponente Open Source und in NodeJS geschrieben.



AUSBILDUNG



Der Einsatz von Virtual Reality und Cloud-basierten Simulationsmaschinen verspricht, Automaten in realen Szenarien durch simuliertes Trial-and-Error zu trainieren, ohne reale Menschen und reale Dinge zu gefährden. Entwickler*innen erstellen VR-Simulationen in der Cloud und nicht auf einem PC, der in der Lage ist, viele Instanzen gleichzeitig auszuführen, was das Training von maschinellen Lernagenten beschleunigt.

MOOCS (englischsprachig):

- [Introduction to Virtual Reality \(Coursera\)](#)
- [3D Models for Virtual Reality \(Coursera\)](#)
- [3D Interaction Design in Virtual Reality \(Coursera\)](#)
- [Making Your First Virtual Reality Game \(Coursera\)](#)
- [Using Virtual Scenarios to Create Effective Learning \(FutureLearn\)](#)

EXTERNE HANDBÜCHER FÜR WEITERE INFORMATIONEN:

- [Virtual reality and its potential for Europe](#)
- [The VR Book: Human-Centered Design for Virtual Reality](#)



BIBLIOGRAPHIE

- ❖ *Reduced Order Modelling, Simulation and Optimization of Coupled Systems.*, aus: <https://www.romsoc.eu/>
- ❖ *Augmented reality and virtual reality trends and use cases in IoT.*, aus: <https://www.i-scoop.eu/industry-40-virtual-reality-vr-augmented-reality-ar-trends/>
- ❖ *The Virtual Hospital in Lorraine offers students and health professionals training through simulation.*, aus: https://ec.europa.eu/regional_policy/en/projects/france/lhopital-virtuel-de-lorraine-offre-aux-etudiants-et-aux-professionnels-de-sante-des-formations-par-la-simulation
- ❖ Jerard Bitner (2017). *11 Tools for VR Developers.*, aus: <https://www.lullabot.com/articles/11-tools-for-vr-developers>
- ❖ *Advantages and disadvantages of VR.*, aus: <https://virtualtechreality.wordpress.com/advantages-and-disadvantages/>



SELBSTEVALUIERUNG



- ★ Könnte Virtual Reality in meinem Unternehmen Anwendung finden?
- ★ Welche Simulation könnte in Bezug auf die Tätigkeit meines Unternehmens nützlich sein?



- ★ Kann ich vier Anwendungen von Simulation und Virtual Reality nennen?
- ★ Kann ich zwischen Virtual Reality (VR) und Augmented Reality (AR) unterscheiden?



EINFÜHRUNG IN DIE INDUSTRIELLE REVOLUTION 4.0

Die Unterstützung der Europäischen Kommission für die Erstellung dieser Veröffentlichung stellt keine Billigung der Inhalte dar, die nur die Ansichten der Autoren widerspiegelt, und die Kommission kann nicht für die Verwendung der darin enthaltenen Informationen verantwortlich gemacht werden.