

Andrii Zhabrovets  
Friedrichshafnerstrasse 54a  
8590 Romanshorn  
076 525 13 74  
anzhabro@ksr.ch

Kantonsschule Romanshorn  
Klasse 3Mez  
SLA

# **Was ist die AR-Technologie (Augmented Reality) und welche Anwendungen gibt es in der realen Welt?**



Fach: Informatik  
Betreuungsperson: Dr. Andreas Schärer  
Abgabetermin: 11 September 2023

## **Abstract**

Diese Arbeit untersucht die technologischen Aspekte von Augmented Reality (“Erweiterte Realität”, AR) und verfolgt die Entwicklung seit ihren Anfängen. Die Möglichkeiten und Herausforderungen zukünftiger AR-Anwendungen in Bereichen wie Archäologie, Bildung, Medizin, Militär, Videospiele, Navigation und Übersetzung werden eingehend untersucht. Die Arbeit betont das Potenzial der Augmented Reality Technologie und ihre transformativen Auswirkungen auf diese Bereiche.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1 Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2 Augmented Reality</b>	<b>2</b>
2.1 Definition . . . . .	2
2.2 Schlüsseltechnologien . . . . .	3
<b>3 Geschichte</b>	<b>5</b>
<b>4 Anwendungsgebiete von AR</b>	<b>8</b>
4.1 Archäologie . . . . .	8
4.2 Übersetzung . . . . .	8
4.3 Bildungsbereich . . . . .	9
4.4 Videospiele . . . . .	10
4.5 Medizin . . . . .	11
4.6 Militär . . . . .	13
4.7 Navigation . . . . .	14
4.8 Architektur . . . . .	15
4.9 Handel und Marketing . . . . .	15
<b>5 Schlussfolgerung</b>	<b>17</b>
<b>Literatur</b>	<b>19</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>23</b>

# 1 Einleitung

Diese Arbeit befasst sich mit der Frage, was Augmented-Reality-Technologie (“Erweiterte Realität”, AR) ist und wie sie in der realen Welt eingesetzt wird. Zunächst werden mehrere Definitionen des Konzepts der Augmented Reality betrachtet, darunter die Definitionen der Wissenschaftler Milgram, Takemura, Utsumi und Kishino aus dem Jahr 1994 und eine spätere Definition von T. Azuma aus dem Jahr 1997. Anschliessend werden die beiden Hauptkomponenten des Augmented-Reality-Systems, Hardware und Software, erörtert. Um die Entwicklung der AR-Technologie besser zu verstehen und einen Einblick in die Nutzung von AR im Laufe ihrer Existenz zu erhalten, werden wichtige Ereignisse, die die Technologie beeinflusst haben, auch chronologisch betrachtet, und zwar von ihrer Erfindung im Jahr 1968 bis zur Einführung von “Apple Vision Pro” im Jahr 2023, einem hochmodernen AR-Gerät, das von dem bekannten amerikanischen Technologieunternehmen Apple entwickelt wurde. (Apple, 2023)

Im Anschluss werden unterschiedliche Anwendungen der AR wie in der Archäologie, Bildung, Medizin, Militär, in Videospiele, Navigation und Übersetzung besprochen. In der Arbeit wird untersucht, wie die AR-Technologie dazu beigetragen hat, die Erfahrungen zu verbessern, die Effizienz zu steigern und die Möglichkeiten in diesen Bereichen zu erweitern. Durch einen umfassenden Überblick über aktuelle AR-Implementierungen werden die konkreten Vorteile erläutert, die bereits verwirklicht wurden. Die Rolle der Augmented Reality (AR) in der Archäologie besteht zum Beispiel darin, digitale Rekonstruktionen antiker Zivilisationen zu ermöglichen. Dies zeigt das immense Potenzial von AR, um die historische Forschung und Bewahrung zu revolutionieren. In der Bildung wird AR genutzt, um Studenten in immersive Lernerfahrungen einzubeziehen und so ein tieferes Verständnis von komplexen Themen zu fördern sowie das Behalten des Gelernten zu erleichtern. Auch Mediziner profitieren von AR, indem es ihnen beim Einsatz in der chirurgischen Navigation hilft, präzise Eingriffe zu erleichtern und Risiken zu minimieren.

Unter Berücksichtigung der oben genannten Beispiele, wie die AR-Technologie viele Lebensbereiche verbessern kann, bietet diese Arbeit einen Ausgangspunkt für jeden, der sich für die Erforschung oder Nutzung von Augmented Reality interessiert.

## 2 Augmented Reality

### 2.1 Definition

Was ist AR? Das Konzept der erweiterten Realität (Augmented Reality, AR) wurde von vielen Forschern der Informatik unter Berücksichtigung verschiedener Faktoren unterschiedlich definiert.

Die ersten Definitionen wurden von Milgram, Takemura, Utsumi und Kishino vorgeschlagen (1994). In ihrer Arbeit “Augmented Reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum” (Eine Klasse von Displays auf dem Realitäts-Virtualitäts-Kontinuum) konzeptualisierten sie das Virtual-Reality-Kontinuum, das vier Systeme berücksichtigt: reale Umgebung (Real Environment), erweiterte Realität (Augmented Reality), erweiterte Virtualität (Augmented Virtuality) und virtuelle Umgebung (Virtual Environment). Darüber hinaus wurden zwei Ansätze zur Definition von “Augmented Reality” genannt: eine breite Definition und eine präzisere Definition. In der breiten Definition wird Augmented Reality definiert als “Erweiterung des natürlichen Feedbacks an den Operator mit simulierten Hinweisen”. Im Gegensatz dazu wird sie im genaueren Verständnis definiert als “eine Form der virtuellen Realität, bei der das am Kopf montierte Display des Teilnehmers transparent ist und eine klare Sicht auf die reale Welt ermöglicht”. (Milgram & Kishino, 1994) (Milgram, Takemura, Utsumi & Kishino, 1994)

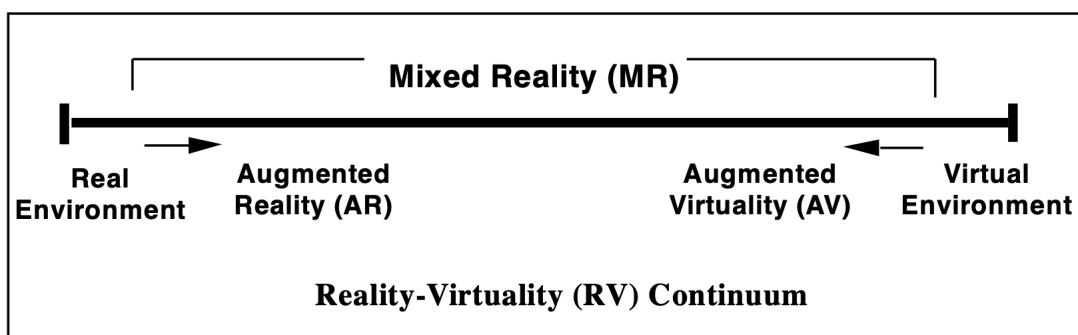


Abbildung 1: Vereinfachte Darstellung eines “Reality-Virtuality (RV) Continuum”.  
(Milgram & Kishino, 1994)

Andere Forscher, wie z. B. T. Azuma, definieren AR anhand seiner Merkmale oder Eigenschaften. Nach seinem Ansatz wird AR als Systeme definiert, die die folgenden drei Merkmale aufweisen:

1. kombiniert reale und virtuelle Objekte in einer realen Umgebung;
2. läuft interaktiv und in Echtzeit;
3. registriert (richtet aus) in 3-D reale und virtuelle Objekte miteinander. (Azuma, 1997)

## 2.2 Schlüsseltechnologien

Ein Augmented-Reality-System kann in zwei Komponenten unterteilt werden: die Hardware und die Software (Craig, 2013), (Chatzopoulos, Bermejo, Huang & Hui, 2017).

Das Hauptmerkmal der Hardwarekomponenten ist die Erfassung und Anzeige der Daten und Informationen sowie deren Verarbeitung. Die **Input-Komponenten** sind Sensoren, die auf physikalische oder chemische Reize aus der realen Umgebung reagieren und die notwendigen Daten für die Entwicklung des Systems liefern. Die **Output-Komponenten** sind Geräte zur Anzeige der Informationen, die in tragbare und nicht tragbare sowie optische, Video- und Projektionsgeräte unterteilt werden können. Die Ausgabe selbst kann weiter in zwei Varianten von Displays unterteilt werden: **Optisch durchsichtiges Display (Optical See-through Display)**, bei dem die virtuellen Inhalte auf die Schnittstelle projiziert werden, um sich optisch mit der realen Szene zu vermischen, und **Video-Durchsichtiges Display (Video See-through Display)**, bei dem es zwei Arbeitsmodalitäten gibt: eine verwendet HMD-Geräte (Head-Mounted Display), die andere arbeitet mit Kamera und Bildschirm in Handheld-Geräten wie Smartphones und Tablets (Azuma, 1997).

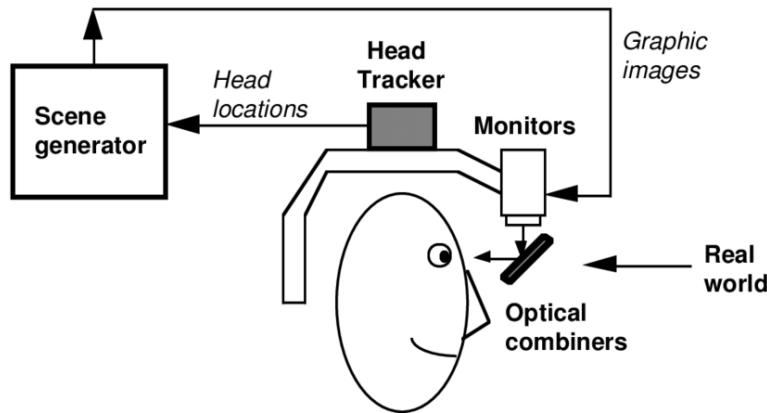


Abbildung 2: Optisch durchsichtiges Display  
(Azuma, 1997)

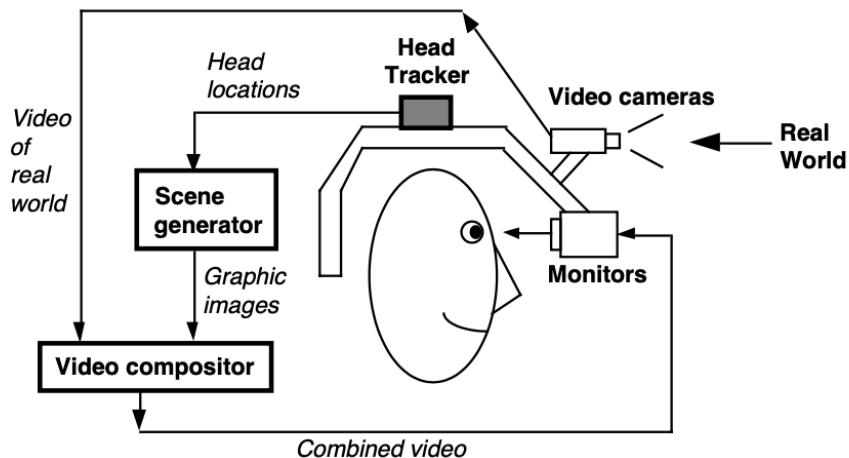


Abbildung 3: Video-Durchsichtiges Display  
(Azuma, 1997)

Auf der Software-Seite besteht eine der Hauptaufgaben darin, reale Koordinaten abzuleiten, die von der Kamera und den Kamerabildern unabhängig sind. Dieser Prozess wird als Bildregistrierung bezeichnet und umfasst verschiedene Computer-Vision-Methoden, insbesondere solche, die sich auf die Videoverfolgung beziehen (Azuma et al., 2001).

### 3 Geschichte

Die Entwicklung der Augmented-Reality-Technologie geht auf die 1960er Jahre zurück, als der Informatiker Ivan Sutherland das erste kopfgetragene Display erfand. Dieses bahnbrechende Gerät, das auch als “Sword of Damocles” bezeichnet wurde, ebnete den Weg für tragbare Computerschnittstellen, obwohl es keine echten AR-Funktionen bot (Sutherland, 1968). Nicht lange danach, 1975, gründete Myron Krueger den Videoplace, ein Labor für künstliche Realität. Dieser Raum reagierte auf die Bewegungen und Aktionen der Benutzer und machte Brillen oder Handschuhe überflüssig (*Videoplace*, 1975).

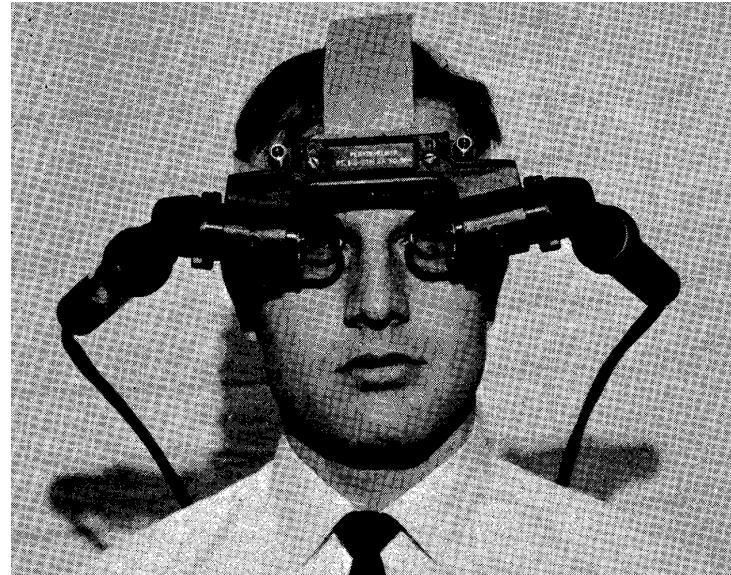


Abbildung 4: Die Optik des Head-Mounted Displays (HMD)  
(Sutherland, 1968)

Tatsächlich wurde der Begriff “Augmented Reality” erst 1990 von Thomas P. Caudell, einem ehemaligen Forscher bei Boeing, eingeführt (Lee, 2012). Im Jahr 1992 stellte Louis Rosenberg vom Armstrong Research Lab der United States Air Force “Virtual Fixtures” vor, eines der ersten voll funktionsfähigen Augmented-Reality-Systeme (Rosenberg, 1992).



Abbildung 5: Dr. Louis Rosenberg trägt ein Oberkörper-Exoskelett (Rosenberg, 1992)

Weitere Entwicklungen in den späten 90er Jahren waren die Definition des Realitäts-Virtualitäts-Kontinuums von Paul Milgram und Fumio Kishino im Jahr 1994, das sich von der realen Umgebung zur virtuellen Umgebung erstreckt. Augmented Reality (AR) und Virtual Reality (VR) liegen dazwischen, wobei sich AR zur realen Welt und VR zur virtuellen Welt neigt (Milgram & Kishino, 1994). Ronald Azumas Studie von 1997 über AR ist ein weiterer wichtiger Meilenstein, der eine allgemein akzeptierte Definition der Technologie liefert. Azuma definierte AR als die Integration von realen und virtuellen Umgebungen mit 3D-Registrierung und Echtzeit-Interaktivität (Azuma, 1997). Im Jahr 2000 brachte Hirokazu Kato das AR ToolKit auf den Markt, eine Open-Source-Softwarebibliothek, die die Entwicklung von AR-Softwareanwendungen durch eine Video-Tracking-Technologie revolutionierte, die virtuelle Grafiken über die physische Welt legt (*The history of ARToolKit*, 2006).

In den frühen 2010er Jahren begannen grosse Technologieunternehmen in die AR-Branche einzusteigen. So stellte Google 2012 seine Google Glass vor, eine Augmented-Reality-Brille, die den Nutzern immersive Erfahrungen bietet (Google for Developers, 2012). Im Jahr 2015 kündigte Microsoft Windows Holographic und das HoloLens-Headset für Augmented Reality an. Das Headset verschmolz hochauflösende “Hologramme” mit der physischen Welt (Tech Discussion, 2015). Im Jahr 2016 wurde die Technologie leichter zugänglich, als Niantic Pokémon Go für iOS und Android veröffentlichte. Die mobile AR-App erfreute sich grosser Beliebtheit und steigerte die Attraktivität von AR-Spielen (Bond, 2016). Darüber hinaus hatte der Aufstieg mo-

biler AR-Apps einen bemerkenswerten Einfluss auf andere Branchen wie den Einzelhandel. Im Jahr 2017 brachte IKEA seine Augmented-Reality-App IKEA Place auf den Markt, die es den Nutzern ermöglicht, sich vor dem Kauf von Möbeln zu Hause eine Vorschau anzusehen (IKEA, 2017). Im Jahr 2023 schliesslich kündigte Apple das Apple Vision Pro an, ein Augmented-Reality-Headset, das die reale und die digitale Welt “nahtlos” miteinander verschmelzen lässt und den neuesten Fortschritt in der AR-Technologie markiert (Apple, 2023).



Abbildung 6: Apple Vision Pro Gerät  
(Apple, 2023)

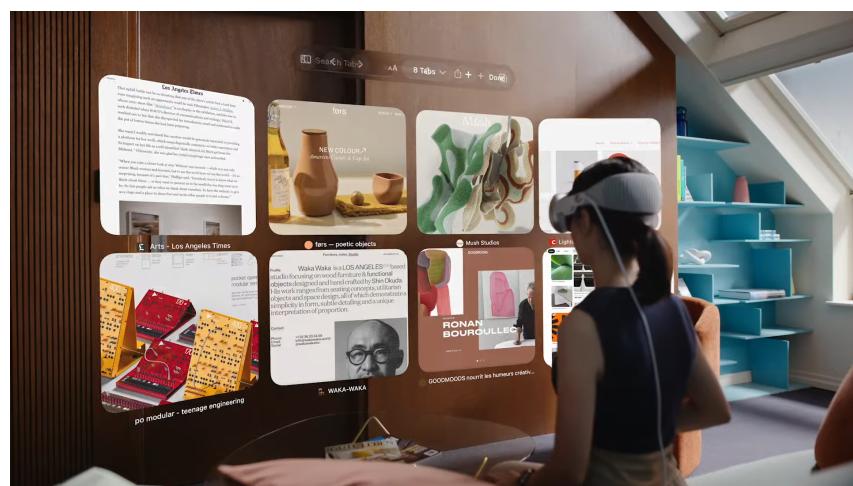


Abbildung 7: Apple Vision Pro Software in Verwendung  
(Apple, 2023)

## **4 Anwendungsgebiete von AR**

### **4.1 Archäologie**

Die Technologie der Augmented Reality (“Erweiterte Realität”, AR) findet in der Archäologie Anwendung, insbesondere im Bereich des erweiterten Tourismus. Sie zielt darauf ab, die Erfahrung des Besuchs historischer Stätten zu verbessern, indem virtuelle Rekonstruktionen über die reale Umgebung gelegt werden. Dies wird durch den Einsatz von Geräten wie Head Mounted Displays (HMDs) oder mobilen Geräten erreicht, die virtuelle Objekte über Live-Videoübertragungen legen. Bemerkenswerte Beispiele für diese Technologie sind “ARCHEO-GUIDE” und das Projekt “Cultural Heritage Experiences through Socio personal Interactions and Storytelling”.

Über den virtuellen Tourismus hinaus kann AR auch helfen, archäologische Stätten aus einer phänomenologischen Perspektive zu erkunden. Durch die Überlagerung von geografischen Daten aus einem Geografischen Informationssystem (GIS) mit der realen Welt wird eine verkörperte Erfahrung der Landschaft ermöglicht. Dieses Konzept wird anhand eines Projekts in einer bronzezeitlichen Siedlung in Cornwall, Grossbritannien, demonstriert, bei dem eine massstabsgerechte Rekonstruktion der Rundhäuser der Siedlung mit Hilfe einer Spiele-Engine, GIS-Software, einem AR-Plugin und benutzerdefinierten Skripten über die reale Landschaft gelegt wurde. (American Society of Overseas Research, 2013)

### **4.2 Übersetzung**

Die Technologie der Augmented Reality (“Erweiterte Realität”, AR) wird in vielen Anwendungen eingesetzt, wobei die Übersetzung eine ihrer Anwendungen ist. Ein Beispiel, mit dem viele Menschen vielleicht vertraut sind, aber nicht wissen, dass dort eine AR-Technologie verwendet wird, ist die Word Lens Mobile App, die von Google übernommen und in Google Translate integriert wurde. Mit dieser App können die Nutzer einfach ihre Smartphone-Kamera auf Texte wie Schilder oder Speisekarten richten und bekommen sofort eine Übersetzung neben dem Originaltext auf dem Bildschirm angezeigt. Damit entfällt die Notwendigkeit, ein Foto zu ma-

chen oder den Text manuell in die App einzugeben, was für Reisende und Sprachschüler auf der ganzen Welt, die Sprachen verstehen und mit ihnen interagieren wollen, äusserst praktisch ist. (QuestVisual, 2010)



Abbildung 8: Demonstration der Funktionsweise der World Lens  
(QuestVisual, 2010)

### 4.3 Bildungsbereich

Augmented Reality (AR) hat das Potenzial, die Bildung durch die Schaffung immersiver Lernumgebungen erheblich zu verändern. Diese Umgebungen ermöglichen es den Lernenden, mit Objekten und Informationen in der realen Welt zu interagieren, was eine praktische und fesselnde Lernerfahrung ermöglicht. AR kann nahtlos in Aktivitäten wie Simulationen, Spiele und Prüfungen integriert werden, um die Entwicklung von kognitiven, emotionalen und physischen Fähigkeiten zu unterstützen. Darüber hinaus bietet AR personalisierte und adaptive Lernerfahrungen, die auf die spezifischen Bedürfnisse der Lernenden zugeschnitten sind und das Interesse, die Motivation und die Zusammenarbeit unter den Schülern fördern. Die pädagogischen Vorteile von AR sind zahlreich, da sie das Behalten von Wissen, die Problemlösungsfähigkeit und die Entscheidungsfindung verbessern und gleichzeitig Kreativität und Innovation fördern. (Wu, Lee, Chang & Liang, 2013)

Allerdings muss man sich darüber im Klaren sein, dass die Integration von AR in den Unterricht

auch mit Herausforderungen verbunden ist. Zu diesen Herausforderungen gehören die Notwendigkeit einer geeigneten Hardware- und Software-Infrastruktur sowie die fehlende Standardisierung verschiedener Plattformen oder Kompatibilitätsprobleme zwischen Systemen oder Geräten. Darüber hinaus besteht die Gefahr, dass die Lernergebnisse beeinträchtigt werden, wenn die Implementierung von AR nicht durchdacht konzipiert oder effektiv durchgeführt wird. Dafür müssen Pädagogen und Designer verschiedene Ansätze sorgfältig abwägen und dabei die ethischen Bedenken im Zusammenhang mit dem Einsatz von AR im Bildungsbereich im Auge behalten. Auf diese Weise können sie Strategien und Leitlinien entwickeln, die den Nutzen der erweiterten Realität im Bildungsbereich maximieren.(Wu et al., 2013)

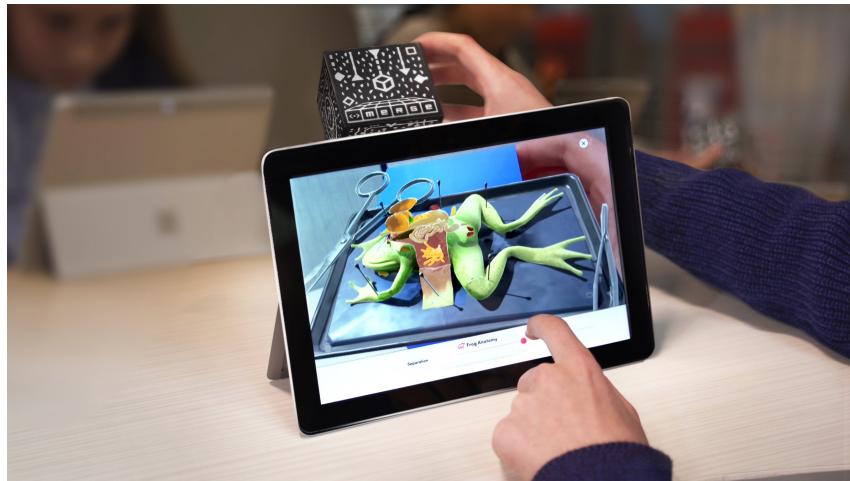


Abbildung 9: Scholorientiertes AR-Gerät von Merge EDU  
(Merge EDU AR Technology, 2022)

## 4.4 Videospiele

Einer der Hauptvorteile der Augmented-Reality-Technologie (AR) in der Videospielindustrie besteht darin, dass sie es den Nutzern ermöglicht, mit synthetischen Objekten, Personen und Umgebungen zu interagieren, die über reale Umgebungen gelegt werden, und ihre Erfahrungen in diesen Umgebungen mit computergenerierten Bildern und Tönen zu erweitern. Dies verbessert das Spielerlebnis und schafft neue Möglichkeiten der sozialen Interaktion. AR-Spiele wie Pokémon GO, Ingress und Zombies, Run! sind bekannte Beispiele für diese Technologie in

Aktion. Die körperliche Bewegung, die diese Spiele erfordern, kann jedoch ein Risiko für die Nutzer darstellen, insbesondere wenn sie nicht sicher und verantwortungsvoll genutzt werden. Insgesamt hat AR das Potenzial, die Spieleindustrie zu verbessern und neue und aufregende Erlebnisse für die Spieler zu schaffen. (Das, Zhu, McLaughlin, Bilgrami & Milanaik, 2017)



Abbildung 10: AR-Technologie in Pokemon Go verwendet  
(*Pokémon GO*, 2022)

## 4.5 Medizin

Die Technologie der Augmented Reality (“Erweiterte Realität”, AR) findet in der Praxis Anwendung. Sie ermöglicht die Schaffung von immersiven Lernerfahrungen für Studenten, die komplexe medizinische Konzepte und Verfahren besser verstehen können. (Parsons & MacCallum, 2021)

Darüber hinaus kann AR Operationen und andere medizinische Verfahren simulieren und so eine kontrollierte Umgebung schaffen, in der die Studenten üben und ihre Fähigkeiten verbessern können. (Parsons & MacCallum, 2021)

Ausserdem kann Augmented Reality während eines chirurgischen Eingriffs Bilder über den Körper des Patienten legen und dem Chirurgen Anweisungen und Informationen in Echtzeit

liefern. Dies trägt dazu bei, die Genauigkeit zu verbessern und Komplikationen bei Operationen zu verringern. (Parsons & MacCallum, 2021)

AR kann auch eingesetzt werden, um Rehabilitationsprogramme für Patienten zu entwickeln, die sich von Verletzungen oder Operationen erholen. Durch die Bereitstellung von Feedback und Anleitungen werden die Patienten bei der Durchführung von Übungen unterstützt und ihre Fortschritte werden im Laufe der Zeit verfolgt. (Cavalcanti, Santana, Da Gama, Correia et al., 2018)

Schliesslich spielt Augmented Reality auch eine Rolle bei der Beratung und Unterstützung. Sie ermöglicht es Ärzten, mit Patienten zu interagieren, auch wenn sie räumlich weit voneinander entfernt sind. (Hsieh & Lee, 2018)



Abbildung 11: Microsoft HoloLens während des Betriebs verwendet  
(*Mixed Reality Healthcare*, 2022)

## 4.6 Militär

Die AR-Technologie wird auch im Militär eingesetzt, wobei Beispiele aus der realen Welt ihre Wirksamkeit zeigen. Ein Beispiel ist die Nutzung in der Ausbildung, wo sie an der Armeeakademie eingesetzt wurde, um Szenarien zu erstellen, die es Studenten ermöglichen, Trainingssituationen für Bediener zu simulieren und zu modellieren. (Virca, Bârsan, Oancea & Vesa, 2021)

Ein weiterer Anwendungsfall ist die Verbesserung des Bewusstseins, wobei Augmented Reality dem Personal Informationen in Echtzeit liefern kann. Diese Echtzeitdaten haben das Potenzial, den gesamten Lebenszyklus militärischer Operationen und die Handlungen des Personals zu begleiten. Darüber hinaus wurden AR-Technologien als kostengünstige Lösung zur Verbesserung der Ausbildung von Soldaten identifiziert. Durch den Einsatz von AR-Technologien können Trainingsprogramme auf die individuellen Bedürfnisse der Soldaten zugeschnitten werden. Darüber hinaus können AR-Technologien computergenerierte Bilder über die Umgebung legen, was die Planung von Operationen erleichtert. (Virca et al., 2021)

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass AR-Technologien die Effizienz von Aktivitäten und Operationen verbessern können, indem sie das Bewusstsein schärfen und dem Personal Informationen in Echtzeit liefern. (Virca et al., 2021)



Abbildung 12: Das Integrated Visual Augmentation (IVAS) System der US-Armee  
(Jason Amadi, 2023)

## 4.7 Navigation

Wie bereits im geschichtlichen Teil dieses Artikels erwähnt, verwendete das NASA-Raumschiff X-38 ein hybrides System für künstliches Sehen. Dieses System überlagerte Videobilder mit Kartendaten, um die Navigationsfähigkeiten des Raumfahrzeugs zu verbessern. Es basierte auf der Software LandForm, die sich besonders bei schlechten Sichtverhältnissen bewährte. (Delgado, Abernathy & White, 2001)

Darüber hinaus kann Augmented Reality (AR) zur Verbesserung von Navigationssystemen eingesetzt werden, indem virtuelle Objekte in die reale Welt eingeblendet werden, was zu einer realistischeren und benutzerfreundlicheren Erfahrung führt. AR kann den Nutzern intuitivere und realistischere Navigationsanweisungen geben, z. B. durch Hervorheben von Orientierungspunkten oder Einblenden von Pfeilen in das Sichtfeld des Nutzers. AR kann auch die Sicherheit erhöhen, da der Nutzer seine Aufmerksamkeit nicht mehr von der Strasse ablenken muss. Das Schweizer Unternehmen Way Ray hat beispielsweise holografische AR-Navigationssysteme entwickelt, bei denen holografische optische Elemente verwendet werden, um alle streckenbezogenen Informationen, einschliesslich Wegbeschreibungen, wichtige Mitteilungen und interessante Punkte, direkt in das Sichtfeld des Fahrers und weit vor das Fahrzeug zu projizieren.

(WayRay, 2023)



Abbildung 13: Das Konzept der in ein Auto integrierten AR-Technologie  
(WayRay, 2023)

## **4.8 Architektur**

Einer der Vorteile des Einsatzes von AR-Technologie in der Architektur ist die Möglichkeit, dem Nutzer Visualisierungsplattformen für die effektive Verwaltung digitaler Informationen zu bieten. Durch die Integration der AR-Technologie können Architekten Erfahrungen schaffen, die es den Kunden ermöglichen, Entwürfe auf lebensechte Weise zu visualisieren. Dies fördert die Kommunikation zwischen Architekten und Kunden und ermöglicht ein Verständnis des Entwurfs vor Baubeginn. (Chi, Kang & Wang, 2013)

Darüber hinaus kann die AR-Technologie auf Baustellen eingesetzt werden, um die Arbeiter bei der Visualisierung von Entwürfen in Räumen zu unterstützen. Dies trägt dazu bei, Fehler zu reduzieren und die Effizienz zu steigern, da die Arbeiter die Platzierung der einzelnen Komponenten genau bestimmen können. Darüber hinaus kann die AR-Technologie Wartungs- und Reparaturanweisungen für Gebäude systeme bereitstellen, wodurch Ausfallzeiten minimiert und die Sicherheit erhöht werden. (Chi et al., 2013)

Ein weiterer Vorteil des Einsatzes von AR-Technologie in der Architektur besteht darin, dass sie den Zugang zu Informationen vor Ort über Dienste ermöglicht. Dies bedeutet, dass Architekten und Bauarbeiter jederzeit und von jedem Ort aus auf projektbezogene Informationen zugreifen können. Eine solche Zugänglichkeit verbessert die Zusammenarbeit zwischen den Teammitgliedern und erleichtert den Arbeitsablauf. (Chi et al., 2013)

## **4.9 Handel und Marketing**

Augmented Reality wird in der Einzelhandels- und Marketingbranche immer beliebter, um das Kundenerlebnis zu verbessern und die Markentreue zu fördern. Durch den Einsatz von AR können sich die Kunden mit den Produkten auf immersive und personalisierte Weise auseinandersetzen, was zu einer stärkeren Loyalität gegenüber der Marke und höheren Umsätzen führt.

Eine interessante Anwendung der AR-Technologie im Einzelhandel und Marketing ist die Einrichtung von Umkleidekabinen. In diesen virtuellen Räumen können Kunden Kleidung, Accessoires und sogar Make-up anprobieren, ohne in einem Geschäft anwesend zu sein. Unternehmen wie IKEA haben sich diese Technologie zunutze gemacht, um ihren Kunden die Möglichkeit zu

geben, sich vor einer Kaufentscheidung ein Bild davon zu machen, wie die Produkte bei ihnen zu Hause aussehen würden. (IKEA, 2017)

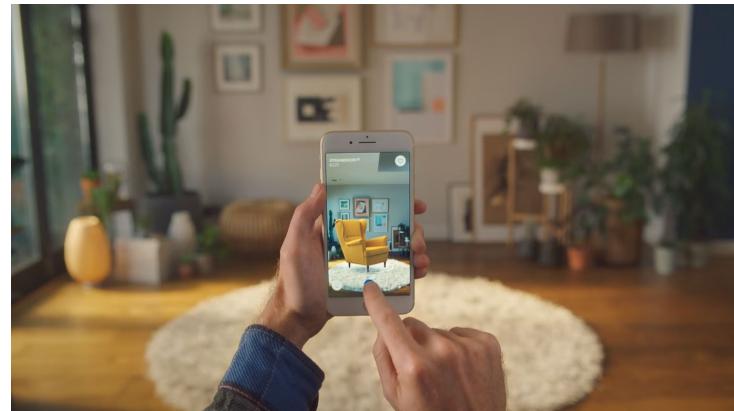


Abbildung 14: IKEA Place im Einsatz  
(IKEA, 2017)

Eine weitere Möglichkeit, die AR-Technologie einzusetzen, ist die Visualisierung von Produkten. Sie ermöglicht die Erstellung von 3D-Modellen, mit denen Kunden in einer Umgebung interagieren können. Bekannte Unternehmen wie BMW und Converse nutzen diese Technologie, um ihren Kunden die Möglichkeit zu geben, das Aussehen und die Funktionalität ihrer Produkte in der realen Welt zu erleben (Boeriu Horatiu, BMW, 2022), (Converse, 2012)

Ausserdem kann die AR-Technologie für standortbezogene Marketingzwecke genutzt werden. Unternehmen haben die Möglichkeit, an bestimmten Orten AR-Erlebnisse zu entwickeln. So könnten sie beispielsweise eine Augmented-Reality-Schnitzeljagd in einem Einkaufszentrum veranstalten oder Informationen über Sehenswürdigkeiten in einer Stadt durch AR bereitstellen.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die potenziellen Auswirkungen der AR-Technologie auf Handel und Marketing tiefgreifend sind. Indem sie ihren Kunden personalisierte Erlebnisse bieten, können Unternehmen das Engagement erhöhen, die Markentreue fördern und den Umsatz steigern.

## 5 Schlussfolgerung

Augmented Reality (“Erweiterte Realität”, AR) hat in den letzten Jahren die Aufmerksamkeit von Forschern, Experten und grossen Technologieunternehmen auf sich gezogen. Diese innovative Technologie überlagert Informationen mit der physischen Welt, was zu interaktiven und immersiven Erlebnissen führt. Die in dieser Arbeit durchgeführten Untersuchungen haben das Potenzial der AR-Technologie und ihre transformativen Auswirkungen in verschiedenen Bereichen wie Bildung, Gesundheitswesen, Unterhaltung und Militär usw. untersucht.

Die AR-Technologie hat Perspektiven für die Verbesserung der menschlichen Erfahrungen und die Steigerung der Effizienz eröffnet. Im Bildungswesen zum Beispiel hat sich AR bei der Erstellung interaktiver Lernmaterialien bewährt, die es den Schülern ermöglichen, komplexe Konzepte besser zu verstehen. Im Gesundheitswesen wird AR eingesetzt, um die Ergebnisse zu verbessern, indem Chirurgen während eines Eingriffs in Echtzeit Informationen und Anleitungen erhalten. Das Militär nutzt AR zur Ausbildung von Soldaten durch Simulation von Einsatzszenarien, um die Bereitschaft für reale Situationen zu verbessern. Darüber hinaus nutzt die Unterhaltungsindustrie AR, um lebensechte Erfahrungen für die Nutzer zu schaffen.

Während die Vorteile der AR-Technologie beträchtlich sind, gibt es auch Herausforderungen und Einschränkungen, die berücksichtigt werden müssen. Ein grosses Hindernis sind die mit der Entwicklung von AR-Anwendungen verbundenen Kosten - ein Hindernis, das viele Unternehmen davon abhalten könnte, diese Technologie vollständig zu übernehmen. Ein weiteres Problem sind die Hardware- und Softwareanforderungen, die die AR-Technologie für bestimmte Bevölkerungsgruppen weniger zugänglich machen.

Trotz dieser Schwierigkeiten ist es wichtig, das Potenzial von Augmented Reality zu erkennen, das unsere Art der Interaktion mit der Welt verändern wird. Mit den Fortschritten in der AR-Technologie und ihrer breiten Anwendung können wir für die Zukunft noch mehr bahnbrechende Anwendungen und Erfindungen erwarten. Es ist klar, dass AR nicht nur ein Trend ist, sondern ein hervorragendes Werkzeug, das zahlreiche Bereiche revolutionieren und das Wohlbefinden der Menschen weltweit verbessern kann.

„Hiermit versichere ich, dass ich die vorstehende Arbeit selbstständig angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß übernommen wurden, habe ich als solche gekennzeichnet.“

Zhabrovets Andrii

## Literatur

- American Society of Overseas Research. (2013, May). *Augmented-reality-a-new-horizon-in-archaeology*. Zugriff auf <https://www.asor.org/blog/2013/06/12/Augmented-reality-a-new-horizon-in-archaeology/> (Abrufdatum: Aug. 2, 2023)
- Apple. (2023). *Apple vision pro*. Zugriff auf <https://www.apple.com/apple-vision-pro/> (Abrufdatum: Jul. 24, 2023)
- Azuma, R. T. (1997). A survey of augmented reality. *Presence: Teleoperators & Virtual Environments*, 6, 355-385. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:469744> (Abrufdatum: Jul. 24, 2023)
- Azuma, R. T., Bailot, Y., Behringer, R., Feiner, S. K., Julier, S. J. & MacIntyre, B. (2001). Recent advances in augmented reality. *IEEE Computer Graphics and Applications*, 21, 34-47. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:791733> (Abrufdatum: Aug. 2, 2023)
- Boeriu Horatiu, BMW. (2022, Mar). Experience the bmw i4 and ix through augmented reality. *BMW BLOG*. Zugriff auf <https://www.bmwblog.com/2022/03/01/bmw-i4-and-ix-augmented-reality/> (Abrufdatum: Sep. 12, 2023)
- Bond, S. (2016, Jul). After the success of “pokémon go,” how will augmented reality impact archaeological sites? *Forbes*. Zugriff auf <https://www.forbes.com/sites/drsarahlbond/2016/07/17/after-the-success-of-pokemon-go-how-will-augmented-reality-impact-archaeological-sites/> (Abrufdatum: Aug. 2, 2023)
- Cavalcanti, V. C., Santana, M. I. d., Da Gama, A. E., Correia, W. F. et al. (2018). Usability assessments for augmented reality motor rehabilitation solutions: A systematic review. *International Journal of Computer Games Technology*, 2018. (Abrufdatum: Sep. 12, 2023)
- Chatzopoulos, D., Bermejo, C., Huang, Z. & Hui, P. (2017). Mobile augmented reality survey: From where we are to where we go. *IEEE Access*, 5, 6917-6950. (Abrufdatum: Sep. 12,

2023) doi: 10.1109/ACCESS.2017.2698164

- Chi, H.-L., Kang, S.-C. J. & Wang, X. (2013). Research trends and opportunities of augmented reality applications in architecture, engineering, and construction. *Automation in Construction*, 33, 116-122. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:62626678> (Abrufdatum: Sep. 3, 2023)
- Converse. (2012, Feb). *Converse the sampler iphone app* [Video]. Zugriff auf <https://www.youtube.com/watch?v=1BQzXi04JpE> (Abrufdatum: Sep. 12, 2023)
- Craig, A. B. (2013). Understanding augmented reality: Concepts and applications. (Abrufdatum: Jul. 25, 2023)
- Das, P., Zhu, M., McLaughlin, L. P., Bilgrami, Z. & Milanaik, R. L. (2017). Augmented reality video games: New possibilities and implications for children and adolescents.. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:27308167> (Abrufdatum: Jul. 24, 2023)
- Delgado, F., Abernathy, M. F. & White, J. E. (2001). Hybrid synthetic-vision system for the x-38 crew return vehicle. In *Spie defense + commercial sensing*. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:121298965> (Abrufdatum: 2022-03-01)
- Google for Developers. (2012, Jun). *Project glass: Live demo at google i/o* [Video]. Zugriff auf <https://www.youtube.com/watch?v=D7TB8b2t3QE> (Abrufdatum: Sep. 12, 2023)
- The history of artookit.* (2006, March). Zugriff auf <https://www.hitl.washington.edu/artoolkit/documentation/history.htm> (Abrufdatum: 2022-03-01)
- Hsieh, M.-C. & Lee, J.-J. (2018). Preliminary study of vr and ar applications in medical and healthcare education. *Journal of Nursing and Health*, 3. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:3627250> (Abrufdatum: Aug. 2, 2023)
- IKEA. (2017, Sep). *Say hej to ikea place* [Video]. Zugriff auf <https://www.youtube.com/watch?v=UudV1VdFtuQ> (Abrufdatum: Jul. 24, 2023)
- Jason Amadi, P. S. P. A. (2023). *Soldier dons ivas 1.2 prototype during user assessment*. Zugriff auf <https://www.dvidshub.net/image/8007897/soldier-dons-ivas-12-prototype-during-user-assessment> (Abrufdatum: Oct. 25, 2023)
- Lee, K. (2012). Augmented reality in education and training. *TechTrends*, 56, 13-21. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:40826055> (Abrufdatum: Aug.

2, 2023)

Merge edu ar technology. (2022). Zugriff auf <https://support.mergeedu.com/hc/en-us/articles/4405907657101-Information-for-Grant-Applications> (Abrufdatum: Oct. 25, 2023)

Milgram, P. & Kishino, F. (1994). A taxonomy of mixed reality visual displays. *IEICE Transactions on Information and Systems*, 77, 1321-1329. (Abrufdatum: Jul. 20, 2023)

Milgram, P., Takemura, H., Utsumi, A. & Kishino, F. (1994, 01). Augmented reality: A class of displays on the reality-virtuality continuum. *Telemanipulator and Telepresence Technologies*, 2351. (Abrufdatum: Jul. 20, 2023) doi: 10.11117/12.197321

Mixed reality healthcare. (2022). Zugriff auf <https://www.microsoft.com/en-us/hololens/industry-healthcare#tabxe115cc4ffaac4f35a282dc336b387b46> (Abrufdatum: Oct. 25, 2023)

Parsons, D. & MacCallum, K. (2021). Current perspectives on augmented reality in medical education: Applications, affordances and limitations. *Advances in Medical Education and Practice*, 12, 77 - 91. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:231699656> (Abrufdatum: 2022-03-01)

Pokémon go. (2022). Zugriff auf <https://pokemongolive.com/> (Abrufdatum: 2022-03-01)

QuestVisual. (2010, Dec). *Introducing word lens* [Video]. Zugriff auf <https://www.youtube.com/watch?v=h20fQdYrHRs> (Abrufdatum: Aug. 2, 2023)

Rosenberg, L. B. (1992). The use of virtual fixtures as perceptual overlays to enhance operator performance in remote environments. *Air force material command*, 1–42. (Abrufdatum: Jul. 25, 2023)

Sutherland, I. E. (1968). A head-mounted three dimensional display. *Proceedings of the December 9-11, 1968, fall joint computer conference, part I*. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:4561103> (Abrufdatum: Sep. 12, 2023)

Tech Discussion. (2015, Jan). *Introduction to microsoft hololens and holographic technology* [Video]. Zugriff auf <https://www.youtube.com/watch?v=aYdB2xBNFek> (Abrufdatum: Oct. 25, 2023)

Videoplase. (1975). Zugriff auf <https://aboutmyronkrueger.weebly.com/videoplace.html> (Abrufdatum: Sep. 12, 2023)

Virca, I., Bârsan, G., Oancea, R. & Vesa, C. (2021). Applications of augmented reality technology in the military educational field. *Land Forces Academy Review*, 26, 337 - 347. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:245671662> (Abrufdatum: Oct. 25, 2023)

Wayray. (2023). Zugriff auf <https://www.wayray.com/> (Abrufdatum: Oct. 25, 2023)

Wu, H.-K., Lee, S. W., Chang, H. & Liang, J. (2013). Current status, opportunities and challenges of augmented reality in education. *Comput. Educ.*, 62, 41-49. Zugriff auf <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:15218665> (Abrufdatum: Sep. 12, 2023)

# Abbildungsverzeichnis

1	Vereinfachte Darstellung eines “Reality-Virtuality (RV) Continuum” . . . . .	2
2	Optisch durchsichtiges Display . . . . .	4
3	Video-Durchsichtiges Display . . . . .	4
4	Die Optik des Head-Mounted Displays (HMD) . . . . .	5
5	Dr. Louis Rosenberg trägt ein Oberkörper-Exoskelett . . . . .	6
6	Apple Vision Pro Gerät . . . . .	7
7	Apple Vision Pro Software in Verwendung . . . . .	7
8	Demonstration der Funktionsweise der World Lens . . . . .	9
9	Schulorientiertes AR-Gerät von Merge EDU . . . . .	10
10	AR-Technologie in Pokemon Go verwendet . . . . .	11
11	Microsoft HoloLens während des Betriebs verwendet . . . . .	12
12	Das Integrated Visual Augmentation (IVAS) System der US-Armee . . . . .	13
13	Das Konzept der in ein Auto integrierten AR-Technologie . . . . .	14
14	IKEA Place im Einsatz . . . . .	16

