

Technische Hochschule Nürnberg Georg Simon Ohm

Fakultät Informatik

Studiengang Medieninformatik

Exposé von

David Nguyen

# **Augmented Reality und die Anwendungsmöglichkeiten**

Sommersemester 2023

Abgabedatum: 26. Mai 2023

Matrikelnummer: 3548145

E-Mail: nguyenda81452@th-nuernberg.de

Zeichenanzahl: 12910

## Inhaltsverzeichnis

1. Einführung des Themas.....	2
2. Forschungsfrage .....	2
3. Ausgangslage der AR-Technologie .....	3
3.1 Wellenleiter-Technologie (waveguide) .....	4
3.2 Echtzeit-Umgebungs-Mesh (spatial mapping) .....	4
4. Vorgehensweise .....	4
5. Mögliche Anwendungsszenarien .....	5
6. Vorläufige Gliederung der Arbeit .....	7
7. Vorläufiger Zeitplan.....	8
Literaturverzeichnis .....	9

## 1. Einführung des Themas

Augmented Reality (AR) ist eine Technologie, welche die reale Welt mit digitalen Elementen erweitert. Durch die Integration von Computergrafik, Audio und anderen sensorischen Eingaben in die physische Umgebung können AR-Anwendungen dem Benutzer ein verbessertes und immersiveres Erlebnis bieten. AR hat in den letzten Jahren in vielen Bereichen an Bedeutung gewonnen, von der Unterhaltung bis hin zur Bildung und der Medizin. AR bietet zahlreiche Einsatzmöglichkeiten, insbesondere in der Industrie, wo es bei der Fertigung, Wartung und Schulung eingesetzt werden kann. In der Medizin kann AR verwendet werden, um Körperteile zu visualisieren und dabei komplexe Operationen durchzuplanen, sowie Fehler zu erkennen, bevor sie auftreten. In der Bildung können AR-Technologien den Schülern helfen komplexe Konzepte besser zu verstehen, indem der gelernte Inhalt mit visueller Unterstützung dargestellt wird. Auch im Einzelhandel wird AR zunehmend eingesetzt, um das Einkaufserlebnis zu verbessern und Kunden auf innovative Weise zu informieren. [1, S. 1-6]

## 2. Forschungsfrage

Die verschiedenen Einsatzgebiete von AR beweisen dessen Vielfältigkeit, sodass sich folgende Fragestellung formulieren lässt: Wie können Augmented Reality Technologien erweitert werden, um ihre Anwendungsmöglichkeiten in den verschiedenen Branchen wie Bildung, Medizin, Industrie und Handel zu verbessern?

Um diese Frage näher beantworten zu können, muss zunächst der aktuelle Stand von AR erläutert werden. Die Funktionsweise von AR wird am Beispiel der HoloLens 2 erklärt. Im weiteren Verlauf soll in diesem Exposé das Ziel der Bachelorarbeit beschrieben werden und grob auf einige Anwendungsszenarien von AR eingegangen werden. Abschließend wird eine Gliederung sowie ein Zeitplan für die Bachelorarbeit vorgeschlagen, welche einen detailreicheren Ausblick über die bevorstehenden Themen geben soll.

### 3. Ausgangslage der AR-Technologie

Wie schon in der Einführung des Themas angedeutet wurde, ist AR in vielen Bereichen verbreitet. Von Bildung, Industrie, Medizin bis zum Konsumenten wird AR in unterschiedlichen Technologien und über unterschiedliche Geräte verwendet, um ein immersiveres Erlebnis zu ermöglichen. Eines dieser Geräte ist die HoloLens 2, welche von Microsoft entwickelt wurde. Um die Ausgangslage von AR besser zu verstehen, wird die Technologie der HoloLens 2 näher erläutert.

Die HoloLens ist eine Mixed-Reality-Brille, welche Fotos und Videos aus Hologrammen mit der physischen Umgebung überblendet. Der Aufbau lässt sich in folgende Teile gliedern:

**Display:** Die HoloLens 2 verfügt über durchsichtige holografische Linsen, auch bekannt als Wellenleiter. Die Auflösung beträgt  $2 \times 10^3$  3:2-Lichtgeneratoren und die holographische Dichte liegt bei mehr als  $2,5 \times 10^3$  Lichtstrahlen (Lichtpunkte pro Radianten). Zudem wird das Display durch augenbasiertes Rendering optimiert, um eine bestmögliche Darstellung zu gewährleisten [2]

**Sensoren:** In der HoloLens sind verschiedene Sensoren eingebaut, die zur Erkennung der Umgebung und des Nutzers dienen. Dazu gehören vier sichtbare Lichtkameras für das Headtracking und zwei Infrarotkameras für das Eyetracking. Der 1 Megapixel Time-of-Flight Tiefensensor sorgt für eine präzise Tiefenwahrnehmung. Der Beschleunigungssensor, das Gyroskop und der Magnetometer ermöglichen eine genaue Erfassung der Bewegungen des Nutzers. Auch eine Kamera mit 8 Megapixel für 1080p Videos ist in der HoloLens verbaut. [2]

**Weiter Spezifikationen:** Zweihändiges Handtracking und Echtzeit Eyetracking sind in der HoloLens integriert. Mit 6 DoF (Degrees of Freedom) wird die Position im Raum erkannt, sowie eine räumliche Zuordnung mittels eines Echtzeit-Umgebungs-Mesh (spatial mapping) erstellt. [2]

Wie man an den Spezifikationen erkennen kann, ist die HoloLens 2 eines der modernsten und komplexesten Geräte für Mixed-Reality-Anwendungen auf dem Markt. Im weiteren Verlauf werden zwei in der HoloLens 2 eingebauten Technologien genauer beschrieben.

### 3.1 Wellenleiter-Technologie (waveguide)

Wellenleiter Linsen sind ein optisches System, welches die Wellenleiter Technologie verwendet, um das Licht von einem kleinen Ausgangspunkt auf eine größere Fläche zu projizieren. Dieses System verwendet zwei grundlegende optische Prinzipien: Das Prinzip der totalen inneren Reflexion (TIR) und das Prinzip der Beugung. Bei der totalen inneren Reflexion (TIR) wird das Licht in der Glasstruktur des Wellenleiters eingefangen und somit effizient über die Länge der Struktur geleitet. Das Prinzip der Beugung erlaubt es eine kontrollierte Menge Licht über die Glasstruktur an das Auge beziehungsweise das Display zu bringen. [3, S. 1]

### 3.2 Echtzeit-Umgebungs-Mesh (spatial mapping)

Spatial Mapping ist eine Technologie, die Microsoft in der HoloLens 2 verwendet, um eine detaillierte 3D-Darstellung der realen Umgebung zu ermöglichen. Dabei wird ein Echtzeit-Umgebungs-Mesh der Oberflächen um den Benutzer herum erstellt. Dies ermöglicht Anwendungen virtuelle Objekte in der realen Welt präzise zu platzieren und zu verankern, um eine nahtlose Integration von virtuellen und realen Objekten zu erreichen. [4]

In diesem Exposé sind die Technologien nur grob beschrieben worden, um ein Bewusstsein über den Fortschrittsgrad von AR-Technologie zu erlangen. Detailreichere Beschreibungen der Technologien und ihrer Funktionsweise werden in der Bachelorarbeit behandelt.

## 4. Vorgehensweise

Nachdem eine Übersicht des aktuellen Fortschrittes in der AR-Technologie präsentiert wurde, wird nun näher auf die Umsetzung der Forschungsfrage eingegangen.

Im Rahmen der Umsetzung werden die vorhandenen Anwendungsszenarien analysiert und kategorisiert, um sie grob in Bereiche zu unterteilen. Diese Kategorisierung dient als Grundlage für die Entwicklung eines neuen und innovativen Anwendungsszenarios. Ziel dieses neuen Szenarios ist es nicht, bestehende Szenarien zu ersetzen, sondern diese zu ergänzen und auf ihnen aufzubauen, um ein verbessertes Nutzererlebnis zu schaffen. Der nächste Arbeitsschritt wäre die Entwicklung einer Applikation, welches das neue Anwendungsszenario implementieren soll. Die Applikation soll der Zielgruppe der bestehenden Anwendungsszenarien vorgestellt werden, damit

Nutzer-Feedback gesammelt werden kann. Mittels der gewonnenen Daten wird die Applikation verbessert. Das Projekt wird abschließend fertiggestellt, sodass es als eine eigenständige App veröffentlicht werden kann. [5]

Die vorgeschlagene Methodik enthält klare Schritte für ein erfolgreiches Projektmanagement. Sie berücksichtigt sowohl den Stand der Technik als auch bewährte und neue Design-Prinzipien, um ein umfassendes Verständnis für die zu entwickelnde Anwendung zu schaffen. Durch die iterative Entwicklung und die Einbindung von Nutzertests wird sichergestellt, dass das entwickelte System den Anforderungen entspricht und eine hohe Nutzerakzeptanz aufweist. Folglich ist das Endprodukt eine praxistaugliche Software. Die vorgeschlagene Methodik ermöglicht somit eine effektive Umsetzung der Forschungsfrage, da sie ein systematisches Vorgehen gewährleistet und sicherstellt, dass die Applikation den Bedürfnissen und Anforderungen des Nutzers entspricht. [5, S. 355 – 356]

## 5. Mögliche Anwendungsszenarien

Wie in den vorherigen Kapiteln erläutert, ist die AR eine Technologie, welche es jedem ermöglicht digitale Inhalte in der realen Welt darstellen zu lassen. Wegen diesem Nutzen ist es möglich AR in vielen Bereichen einzusetzen. Das Ziel dieses Kapitels besteht darin, einige der verschiedenen Bereiche zu benennen und Beispiele zu präsentieren. Anhand dieses Wissens wird es möglich sein, neue potenzielle Anwendungsszenarien für AR zu erkennen.

**Industrie:** In der Industrie wird Effizienz und Produktivität besonders wertgeschätzt, da jeglicher Zeitaufwand Kosten zur Folge hat. Dies ist zum Beispiel der Fall für Mitarbeiter Schulungen. Diese Schulungen für industrielle Maschinen können über Fernunterstützung stattfinden, ohne dabei die Gesundheit und das Wohlergehen der Arbeiter zu beeinträchtigen. Ein Beispiel von AR-Anwendung in der Industrie wurde bei Companhia Paranaense de Energia (COPEL) als Fallstudie durchgeführt [6]:

Die Companhia Paranaense de Energia (COPEL) ist ein großes brasilianisches Energieunternehmen, welches mit dem Mangel an spezialisierten Fachkräften kämpft. Copelia ist

eine AR-Anwendung, welche dieses Problem beheben soll. Die Anwendung ermöglicht, dass unspezialisierte Arbeiter Wartungen an Wiedereinschaltern auf Strommästen ausführen können. Mit Hilfe von Schritt für Schritt Anleitungen, welche mit 3D Animationen visualisiert werden, können die Arbeiter ohne vorangegangene Schulung erwähnte Wartungen ausführen. [6, S. 1]

**Bildung:** AR bietet eine neue Perspektive für Lernende, indem es komplexe und abstrakte Lernkonzepte visualisiert. Dies soll dazu führen, dass diese Lernkonzepte einfacher zugänglich sind.

Zum Beispiel können die Umsetzungen von AR-Technologien bei der Gestaltung von K-12 Bildungsprodukten helfen. AR erhöht die Motivation am Lernen und verbessert somit das Lernen selbst. Beim Einsatz von AR-Technologie für K-12 Bildungsinhalte wird nicht nur das abstrakte Lernmaterial visualisiert, sondern auch das situationelle Lernen gefördert. Weitere Verbesserungen liegen in der Konzentration der Lernenden, da sie sich interaktiv mit dem Lernmaterial auseinandersetzen. [7, S. 1]

**Endkonsument:** Während AR in der Industrie und anderen Bereichen bereits weit verbreitet ist, beginnt die Technologie auch für den Endkundenmarkt interessanter zu werden. Durch die Integration von AR in Smartphones und anderen Geräten, wird es für Endkonsumenten einfacher, AR-Technologien zu nutzen. AR bietet dem Endkunden zahlreiche Vorteile, wie eine verbesserte Erfahrung bei Einkäufen oder auch neue Möglichkeiten der Unterhaltung.

Eine Fallstudie über ein virtuelles Museum in Sagamihara, soll als Beispiel dienen. Ingress, ein AR Online-Spiel, welches auf GPS-Daten und einer Multiplayerbasis aufbaut, wurde genutzt, um das virtuelle Museum zu initialisieren. Das Museum dient zur Erkundung der Stadt Sagamihara in den Bereichen Kultur und Historie. Somit wurde die komplette Stadt zu einer Art virtuellem Museum mit Exkursions-Eigenschaft, welches über AR besucht werden konnte. [8]

Die oben vorgestellten Beispiele offenbaren die Möglichkeiten von AR. Obwohl in diesem Exposé nicht auf neue innovative Anwendungsszenarien eingegangen wird, sollen diese als Anregung dienen solche Szenarien zu entwickeln, welche dann in der Bachelorarbeit bearbeitet werden können.

## 6. Vorläufige Gliederung der Arbeit

### 1. Einleitung

#### 1.1 Einführung in Augmented Reality

#### 1.2 Ziel dieser Arbeit: Entwicklung eines Prototypen zu einem innovativem Szenario

#### 1.3 Klassifikation von allen Anwendungsszenarien in AR und Ableitung vom neuem Szenario

#### 1.4 Realisierung des Prototypen

##### 1.4.1 Entwicklungsplan des Prototypen

##### 1.4.2 Entwicklungsumgebung und Tools

##### 1.4.3 Programmbeschreibung

### 2. HoloLens als Deployment-Technologie

#### 2.1 Aufbau

#### 2.2 Wellenleiter-Technologie (waveguides)

#### 2.3 Echtzeit-Umgebungs-Mesh mit Spatial mapping

### 3. Wichtige Packages und Plugins für das Entwickeln einer AR Anwendung

#### 3.1 Mixed Reality Toolkit (MRTK)

#### 3.2 Azure Spatial Anchors

#### 3.3 Photon Unity Networking (PUN)

### 4. Aktuelle Anwendungen von Augmented Reality

#### 4.1 Medizin

#### 4.2 Industrie

#### 4.3 Bildung

#### 4.4 Endnutzer



- 5. Innovative Anwendungsszenarien für AR
  - 5.1 Szenario 1
    - 5.1.1 Use-Case zu Szenario 1
  - 5.2 Szenario 2
    - 5.2.1 Use-Case zu Szenario 2
  - 5.3 Szenario 3
    - 5.3.1 Use-Case zu Szenario 3
  - 5.4 Innovatives Szenario X als Applikation
- 6. Analyse und Lösungsansätze der auftretenden Probleme bei der Entwicklung
  - 6.1 Fall 1: Collision-Detection – Mesh
  - 6.2 Fall 2: User Interaction
- 7. Weitere geplante Features
  - 7.1 Multiplayer-Funktionalität in unterschiedlichen Standorten
  - 7.2 Dynamische Interaktion von Nutzern und Objekten
- 8. Schlussfolgerung

## 7. Vorläufiger Zeitplan

Dieses Exposé dient der Veranschaulichung des Themas: Augmented Reality und dessen Anwendungsmöglichkeiten. Es soll verdeutlicht werden, wie die Bachelorarbeit eingeteilt wird. Zudem wird das Ziel der Bachelorarbeit in diesem Exposé festgelegt, welches eine Entwicklung einer Applikation ist, die ein neues Anwendungsszenario von AR beschreibt. Letztlich dient dieses Exposé vor allem zur Anregung von Ideen, welche später in der Bachelorarbeit umgesetzt werden können. Der vorläufige Zeitplan wird im kommenden Textabsatz beschrieben:

Um einen umfassenden Überblick zu erhalten, wird zunächst eine vierwöchige Recherche über mögliche und bereits existierende Anwendungsszenarien durchgeführt. Im Anschluss daran soll innerhalb von zwei Wochen ein neues Anwendungsszenario verfasst werden. Aus diesem Anwendungsszenario wird ein Prototyp innerhalb von acht Wochen entwickelt. Zum Abschluss des Projekts wird der Prototyp innerhalb eines Zeitraums von zwei Wochen getestet, indem er mehreren Probanden vorgestellt wird. Nach dem Test wird die finale Version der Applikation veröffentlicht.

## Literaturverzeichnis

- [1] F. Arena, M. Collotta, G. Pau, F. Termine, “An Overview of Augmented Reality”, *Computers*, vol. 11, no. 2, S. 28, Feb. 2022, doi: 10.3390/computers11020028. Verfügbar unter: <http://dx.doi.org/10.3390/computers11020028>
- [2] Microsoft, *HoloLens 2 – Technische Daten* [Online]. Verfügbar unter: <https://www.microsoft.com/de-de/d/hololens-2/91pnzzznwcp?activetab=pivot:technischendatentab> (Zugriff am: 15. April 2023)
- [3] I. K. Wilmington, M. S. Valera, “Paper No 18.2: Waveguide-Based Display Technology”, *SID Int Symp Dig Tec*, vol. 44, S. 278-280, 2013, doi: 10.1002/sdtp.81. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1002/sdtp.81>
- [4] M. Zeller, V. Tieto, C. Davidson, A. Buck, H. Arya, H. Ferrone, D. Coulter, v-chmccl, *Spatial Mapping* [Online]. Verfügbar unter: <https://learn.microsoft.com/en-us/windows/mixed-reality/design/spatial-mapping> (Zugriff am: 15. April 2023)
- [5] S. Deppe, M. Brünninghaus, M. Voit, C. Röcker, “Anwendungsszenarien für AR in der Produktion: Use Cases und Technologielösungen“, *HMD*, Nr. 59, S. 351–366, 2022, doi: 10.1365/s40702-022-00838-z. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1365/s40702-022-00838-z>
- [6] A. Bastos, A. Pinto, S. Ribeiro, L. Ferreira, F. Reis, M. Chayel, “Copelia: Wearable Augmented Reality Application for Training and Maintenance of Reclosers”, In *12th Augmented Human International Conference (AH2021)*. Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Nr. 11, S. 1–4, 2021, doi: 10.1145/3460881.3460926. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1145/3460881.3460926>

- [7] L. Zhang, M. Cheng, Y. Shi, H. Li, Y. Xue, “Application and Practice of Augmented Reality Technology in the Design of K-12 Education-assisted products”, In Proceedings of the 2020 International Conference on Computers, Information Processing and Advanced Education (CIPAE 2020). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, S. 403–406, 2020, doi: 10.1145/3419635.3419701. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1145/3419635.3419701>
- [8] A. Shirai, Y. Kose, K. Minobe, T. Kimura, “Gamification and construction of virtual field museum by using augmented reality game ‘Ingress’”, In Proceedings of the 2015 Virtual Reality International Conference (VRIC '15). Association for Computing Machinery, New York, NY, USA, Nr. 4, S. 1–4, 2015, doi: 10.1145/2806173.2806182. Verfügbar unter: <https://doi.org/10.1145/2806173.2806182>