



# Konzeption und Umsetzung eines Augmented Reality basierten Assistenzsystems zur Unterstützung industrieller Prozesse

## BACHELORARBEIT

für die Prüfung zum  
Bachelor of Science  
des Studienganges Informatik  
an der  
Dualen Hochschule Baden-Württemberg Karlsruhe  
von  
**Mikka Jenne**

Abgabedatum 31. August 2020

Bearbeitungszeitraum  
Matrikelnummer  
Kurs  
Ausbildungsfirma

Betreuer der Ausbildungsfirma  
Gutachter der Studienakademie

12 Wochen  
2062885  
TINF17B4  
cjt Systemsoftware AG  
Karlsruhe  
M. Sc. Florian Dunz  
Prof. Dr. Marcus Strand

## **Erklärung**

Ich versichere hiermit, dass ich meine Bachelorarbeit mit dem Thema: „Konzeption und Umsetzung eines Augmented Reality basierten Assistenzsystems zur Unterstützung industrieller Prozesse“ selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt habe. Ich versichere zudem, dass die eingereichte elektronische Fassung mit der gedruckten Fassung übereinstimmt.

---

Ort, Datum

Unterschrift

## **Sperrvermerk**

Der Inhalt dieser Arbeit darf weder als Ganzes noch in Auszügen Personen außerhalb des Prüfungsprozesses und des Evaluationsverfahrens zugänglich gemacht werden, sofern keine anders lautende Genehmigung der Ausbildungsstätte vorliegt.

## **Zusammenfassung**

Computer sind heutzutage allgegenwärtig.

Kaum ein Unternehmen arbeitet ohne computergesteuerte Unterstützung, sei es das Schreiben einer Rechnung in einem mittelständischen Unternehmen, das Verwalten von einzelnen Arbeitsprozessen oder die Unterstützung bei einzelnen Arbeitsschritten. Speziell im Elektrotechnischen Bereich gibt es heute noch Prozesse die hinsichtlich der physischen und digitalen Welt stark voneinander getrennt sind, z.B. das Zeichnen von Schaltplänen und die digitale Erfassung von Messwerten, die über Programme verwaltet werden können.

Das Ziel dieser Arbeit ist es, die physische Welt durch die Möglichkeit der digitalen Zeichnung von Gebäudeschaltplänen zu erweitern. Für den Gebrauch designed, wird auf eine Verbesserung sowie auf die Transparenz von solchen Schaltplänen gezielt, um so weitere essentielle Informationen zu Gebäuden zu erhalten. Da die händische Zeichnung meist aufwändig, kostenintensiv ist und keiner Norm entspricht, soll durch die Digitalisierung dieses Prozesses Abhilfe geschaffen werden. Durch Nutzung neuester Technologien im Bereich Desktopanwendungen und des Einsatzes einer einheitlichen Zeichenstruktur sollte diese Applikation für den Otto Normalverbraucher leicht nutzbar sein.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>7</b>
1.1	Motivation . . . . .	7
1.2	cjt Systemsoftware AG . . . . .	9
1.3	Aufgabenstellung . . . . .	9
1.4	Aufbau der Arbeit . . . . .	9
1.5	Stand der Technik . . . . .	9
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>10</b>
2.1	Augmented Reality . . . . .	10
2.1.1	Virtual Reality, Augmented Reality und Mixed Reality . . . . .	10
2.1.2	Varianten der Augmented Reality . . . . .	10
2.1.3	Augmented Reality in der Industrie . . . . .	10
2.2	SLAM - Simultaneous Localization And Mapping . . . . .	10
2.2.1	Localization . . . . .	10
2.2.2	Mapping . . . . .	10
2.3	Technologien . . . . .	10
2.3.1	Google ARCore . . . . .	10
2.3.2	Android Jetpack . . . . .	10
2.3.3	Sceneform SDK . . . . .	10
2.3.4	SQLite . . . . .	10
2.4	OpenGL . . . . .	11
2.4.1	Projektionen . . . . .	11
2.4.2	Shader . . . . .	11
2.5	Softwarearchitektur . . . . .	11
2.5.1	MVVM . . . . .	11
2.5.2	Android Architecture Components . . . . .	11
2.6	Modulare Software Architektur . . . . .	11
2.7	Datenmodellierung . . . . .	11
<b>3</b>	<b>Konzeption</b>	<b>12</b>
3.1	Arbeitsumgebung / Umfeld . . . . .	12
3.2	Objekterkennung / Scan-Phase . . . . .	12
3.3	Visualisierungs-Phase . . . . .	12
3.4	Architekturkonzept . . . . .	12
3.5	Softwarekonzept . . . . .	12
3.6	Auswahl des AR Frameworks . . . . .	12

3.6.1	Google ARCore . . . . .	12
3.6.2	ARToolKit . . . . .	12
3.7	Datenmodell . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>13</b>
4.1	Allgemeine Entwicklung . . . . .	13
4.1.1	Umgebungserkennung / Scan - Lernphase . . . . .	13
4.1.2	Visualisierungs-Phase . . . . .	13
4.2	Testdurchlauf - Test-Szenario . . . . .	13
<b>5</b>	<b>Fazit</b>	<b>15</b>
<b>6</b>	<b>Ausblick</b>	<b>16</b>
	<b>Anhang</b>	<b>17</b>
	<b>Index</b>	<b>17</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>17</b>

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis

# Liste der Code-Beispiele



# Abkürzungsverzeichnis

<b>IoT</b>	Internet of Things, dt. Internet der Dinge
<b>KIT</b>	Karlsruher Institut für Technologie, Forschungszentrum Karlsruhe
<b>IOSB</b>	Fraunhofer Institut für Optronik, Systemtechnik und Bildauswertung IOSB

# Kapitel 1

## Einleitung

In diesem Teil der Arbeit wird auf die Motivation des Themas eingegangen. Darüber hinaus wird sowohl die Aufgabenstellung als auch der Aufbau der Arbeit genauestens dargelegt. Eine nähere Betrachtung des Standes der Technik untermauert die Beweggründe der Ausarbeitung dieser Arbeit.

### 1.1 Motivation

Jede neu entwickelte Technologie durchlebt im Laufe der Entstehung ein enormes Aufsehen. Es wird viel darüber debattiert, fantasiert und geplant ohne jedoch genau die Resultate abwägen zu können. Durch fehlende Erfahrung und nicht ausgereifte Konzepte werden Highlights erwartet die zu diesem Zeitpunkt technisch nicht umsetzbar sind. Jede neue technologische Idee macht diese Phasen der Entwicklung durch.

Ein sogenannter Hype Cycle, dt. Hype-Zyklus, ist ein visualisiertes Modell, das die Entwicklung einer neuen Technologie von der Innovation über die Umsetzung bis hin zur ausgereiften Marktfähigkeit repräsentiert und so die Phasen der Entwicklung verdeutlicht. Nachdem eine Innovation den Gipfel der überzogenen Erwartungen passiert hat, folgt das Tal der Enttäuschung, wobei die Technologie an Interesse verliert. Nach der erneuten Sammlung, der *"Kurs-Korrektur"* [BITFORGE 2019], wird die präsente Innovation realistischer beurteilt. Durch die objektive Betrachtungsweise entsteht ein neues und realistisches Bild der Möglichkeiten, aber auch der Grenzen der Technologie. Zum Ende hin geht die ehemals neue Innovation in eine routinierte Technologie über, wobei diese an Anerkennung gewinnt und sich weiterentwickelt. Diese Position des Modells signalisiert und bestätigt die Marktreife einer Technologie und wir ab diesem Zeitpunkt nichtmehr als Zukunftsvision, Hype oder Highlight angesehen.

Momentan befindet sich Augmented Reality auf dem Pfad der Erleuchtung und ist auf sehr gutem Wege zu einer ausgereiften Technologie, da das Wachstum der Verwendung von Augmented Reality stetig steigt und mittlerweile ein weites Portfolio an möglichen Einsatzgebieten vorweist. Mit der jetzigen Erfahrung und dem technologischen Fortschritt können Visionen und Ideen in Bezug auf Augmented Reality, die zu Beginn der Innovation geäußert wurden, umgesetzt werden. Durch die gewonnenen Erfahrungen rückte Augmented Reality wieder in den Vordergrund und weckt ein enormes Interesse die gewonnene Technologie vollends zu nutzen. Die Technologie der Augmented Reality weist, wie bereits erwähnt, ein riesiges Portfolio an Einsatzgebieten vor,

unter anderem:

- Industrie
- Produktion und Lagerlogistik
- Wartung und Reparatur
- Spiele, bzw. Gaming
- Medizin
- Marketing und Werbung
- Navigation
- Unterhaltung und Fernsehen
- Schulung und Training
- Militär

Neben der Affinität der Technologie bringt es auch viele Vorteile mit sich. Arbeitsprozesse und Herangehensweisen an Projekte werden modernisiert. Die Kombination aus vielen Informationen und der visuellen Darstellung der Informationen in Echtzeit reduzieren die Fehleranfälligkeit von menschlicher Unachtsamkeit, steigert die Produktivität und verbessert den Wissenstransfer durch die gegebene Visualisierung.

Schon im Jahr 2016 sprach Apple CEO Tim Cook die Innovation *Augmented Reality* an zahlreichen Events, Keynotes und Interviews an und war zu diesem Zeitpunkt schon enorm begeistert. Er beteuerte: „...*using the tech would become as normal as eating three meals a day.*“ [LESWING 2016] Mit jeder Möglichkeit ging der Apple CEO auf seine Überzeugung gegenüber Augmented Reality ein. Erst vor kurzer Zeit bestätigte er, das AR zahlreiche und innovative Einsatzgebiete erlangen und immer mehr an Wichtigkeit zunehmen würde, als er sagte: „*pervade your life, it will play a big role...*“ [EADICICCO 2020]

Ein sehr großer Anwendungsbereich mit viel Potential, das bei weitem noch nicht ausgeschöpft sei, ist der Industriezweig. Die Marktstudie zu Augmented Reality der IDG Research Services und PTC untermauern das immer weiter steigende Wachstum der Anwendungen in Unternehmen. „Fast 75% der deutschen Unternehmen setzen bereits *Virtual oder Augmented Reality* ein oder planen dies.“ [MUNDT 2020] Eine Prognose berechnet einen Umsatz in zweistelliger Milliarden-Höhe der bis 2021 erreicht werden soll. So wird um so deutlicher das es sich bei Augmented Reality um ein sehr zukunftsorientiertes Marktsegment handelt mit viel Potential und immer weiter in den Vordergrund rückt.

Durch den Trend zur Vollautomatisierung von Produktions- und Industrieprozessen werden Unmengen an Daten erzeugt. Durch das ebenso aktuelle Thema der Industrie 4.0 und dem damit in Verbindung gebrachte IoT werden weiter Daten erzeugt und über eine Cloud zu Verfügung gestellt. Entstehende Daten sind z.B. Maschinendaten aus Maschinen-Protokollen, Prozessinformationen, Produktionsdaten oder Informationen der Endverbraucher. [KRAUSS 2019] Augmented

Reality ermöglicht es einen Großteil sinnvoll zu nutzen, sei es die Ablösung von Papierprozessen oder die einfache Einbindung von digitalen Lösungen in die bestehenden Infrastrukturen. [SEBASTIAN HUMAN 2019] Dabei sind Rückschlüsse auf die allgemeine Arbeitsoptimierung zu ziehen. Notwendige Informationen können ohne großen Aufwand, schnell und zentral an einem Ort durch AR zur Verfügung gestellt und eingeblendet werden. Damit können Wartungen schneller durchgeführt, Defekte besser behoben, Leerläufe oder Fehler am Endprodukt vermieden werden. Mit solch einer Hilfe kann z.B. auch die Orientierung in riesigen Produktionshallen aufrecht erhalten werden, um einen besseren Überblick über alle Maschinen zu erhalten. Dadurch können auch Prozesse effizienter gestaltet werden. Ein Mechaniker kann alle notwendigen Informationen der Augmented Reality Applikation entnehmen, um z.B. eine Wartung schneller durchzuführen oder über Vorfälle in Echtzeit informiert zu sein.

## 1.2 cjt Systemsoftware AG

Die Arbeit wurde bei der Firma cjt Systemsoftware AG durchgeführt. Diese wurde 1999 von Christian J. Tauber und Ulrich Beck gegründet. Damals mit einem Team von 20 Personen, beschäftigt die cjt Systemsoftware AG heute mehr als 60 Mitarbeiter. Mit ihrem Sitz in Karlsruhe ist sie in einer der größten Technologiestädten Deutschlands angesiedelt.

Durch das stetige Wachstum der cjt Systemsoftware AG vergrößert sich auch deren Portfolio kontinuierlich. Dabei setzt das Consulting-Unternehmen hauptsächlich auf maßgeschneiderte Software- und Netzwerklösungen. Großkunden wie Siemens AG, Lufthansa Cargo, KIT und Fraunhofer IOSB zeugen von der hohen Qualität der geleisteten Arbeit. Dabei agiert das Unternehmen nicht nur in Deutschland sondern auch international, darunter in Ländern wie China und den USA.

Einer der größten Auftraggeber der Firma ist ebenso das in Karlsruhe angesiedelte Unternehmen Siemens AG das eine beispielhafte Anwendung für das Assistenzsystem bietet und in Zukunft auch der Firma zur Nutzung unterbreitet werden könnte.

## 1.3 Aufgabenstellung

## 1.4 Aufbau der Arbeit

## 1.5 Stand der Technik

# Kapitel 2

## Grundlagen

### 2.1 Augmented Reality

#### 2.1.1 Virtual Reality, Augmented Reality und Mixed Reality

#### 2.1.2 Varianten der Augmented Reality

#### 2.1.3 Augmented Reality in der Industrie

### 2.2 SLAM - Simultaneous Localization And Mapping

#### 2.2.1 Localization

#### 2.2.2 Mapping

### 2.3 Technologien

#### 2.3.1 Google ARCore

#### 2.3.2 Android Jetpack

#### 2.3.3 Sceneform SDK

#### 2.3.4 SQLite

## **2.4 OpenGL**

### **2.4.1 Projektionen**

### **2.4.2 Shader**

## **2.5 Softwarearchitektur**

### **2.5.1 MVVM**

### **2.5.2 Android Architecture Components**

## **2.6 Modulare Software Architektur**

## **2.7 Datenmodellierung**

# Kapitel 3

## Konzeption

- 3.1 Arbeitsumgebung / Umfeld
- 3.2 Objekterkennung / Scan-Phase
- 3.3 Visualisierungs-Phase
- 3.4 Architekturkonzept
- 3.5 Softwarekonzept
- 3.6 Auswahl des AR Frameworks
  - 3.6.1 Google ARCore
  - 3.6.2 ARToolKit
- 3.7 Datenmodell

# Kapitel 4

## Umsetzung

### 4.1 Allgemeine Entwicklung

#### 4.1.1 Umgebungserkennung / Scan - Lernphase

#### 4.1.2 Visualisierungs-Phase

### 4.2 Testdurchlauf - Test-Szenario



# Liste der noch zu erledigenden Punkte

Topic 4.1 umbenennen

## Kapitel 5

## Fazit

## Kapitel 6

## Ausblick

# Literatur

- BITFORGE [Okt. 2019]. *Augmented Reality offiziell kein Hype mehr*. <https://bitforge.ch/augmented-reality/augmented-reality-offiziell-kein-hype-mehr/> [siehe S. 7].
- EADICICCO, Lisa [Jan. 2020]. <https://www.businessinsider.de/international/apple-q1-earnings-call-tim-cook-augmented-reality-ar-2020-1/?r=US&IR=T> [siehe S. 8].
- KRAUSS, Melanie [Feb. 2019]. *Europa baut Führung bei Industrie 4.0 weiter aus*. <https://www.maschinenmarkt.vogel.de/europa-baut-fuehrung-bei-industrie-40-weiter-aus-a-801681/> [siehe S. 8].
- LESWING, Kif [Okt. 2016]. *Apple CEO Tim Cook thinks augmented reality will be as important as 'eating three meals a day'*. <https://www.businessinsider.com/apple-ceo-tim-cook-explains-augmented-reality-2016-10?r=DE&IR=T> [siehe S. 8].
- MUNDT, Elisa [Jan. 2020]. *Marktstudie zu Augmented und Virtual Reality - Einblicke in die Marktreife immersiver Technologien*. <https://www.industry-of-things.de/vr-und-ar-werden-realitaet-a-898199/> [siehe S. 8].
- SEBASTIAN HUMAN, Christopher Bouveret und [Nov. 2019]. *Augmented Reality in der Industrie: Herausforderungen, Potenziale, Chancen*. <https://www.industry-of-things.de/augmented-reality-in-der-industrie-herausforderungen-potenziale-chancen-a-882695/> [siehe S. 9].