

Konzeption und prototypische Umsetzung  
einer Steuerzentrale eines smarten Büros mit  
dem Fokus einer einfachen Handhabung der  
formalisierten Interaktionen für  
Softwareentwickler

MASTER-THESIS

für die Prüfung zum

Master of Science

des Studienganges Professional Software Engineering

an der

Knowledge Foundation @ Reutlingen University

von

**Mikka Jenne**

Abgabedatum 31. August 2022

Bearbeitungszeitraum  
Teilnehmernummer  
Kurs  
Standort der Universität  
Standort der Firma  
Betreuer der Ausbildungsfirma  
Gutachter der Studienakademie

24 Wochen  
800864  
PSEJG20  
Reutlingen  
Karlsruhe  
Dr. Robin Braun  
Prof. Dr. Natividad Martinez Madrid

## **Zusammenfassung**

Augmented Reality ist eine Technologie, die dem Nutzer ein visuelles Erlebnis mit einer angereicherten Welt voller virtueller Objekte ermöglicht. Das Resultat, eine Kombination aus Realität und Virtualität, bietet dem Benutzer eine neue Art der Wahrnehmung der Gegenwart.

Diese Bachelorarbeit befasst sich mit der Konzeption und Umsetzung eines industriellen Assistenzsystems unter Verwendung der Augmented Reality Technologie. Dabei soll die Umgebung mit Hilfe des SLAM Verfahrens analysiert werden, um auf dieser Basis dreidimensionale Objekte als Referenz zu realen Objekten im Raum virtuell platzieren zu können. Durch die entstehende Visualisierung können Informationen zu den jeweiligen Objekten in eine Datenbank eingetragen und angezeigt werden, dadurch kann das Überwachen von Industriemaschinen vereinfacht werden.

Zu dem Konzept gehört sowohl die Ausarbeitung der grundlegenden Softwarearchitektur, als auch ein allgemein-gültiges Datenmodell zur Persistierung der generierten Daten. Für die bestmögliche Umsetzung der Augmented Reality Experience werden hierzu bereits schon bestehende Frameworks und Software Development Kits, beispielsweise Google ARCore, verwendet.

Der entstandene Prototyp ist ein eigenständiges System. Die Architektur ist modular aufgebaut, um eine stetige Weiterentwicklung zu gewährleisten.

## **Abstract**

Augmented Reality is a technology that enables the user to have a visual experience with an enriched world full of virtual objects. The result offers the user a new way of perceiving surrounding as an Combination of reality and virtuality.

This bachelor thesis deals with the conception and implementation of an industrial assistance system using augmented reality technology. The environment can be analyzed with the help of the SLAM method in order to be able to place three-dimensional objects virtually as a reference to real objects in space. The resulting visualization enables information on the respective objects to be entered in a database and displayed, which enables the simplified monitoring of Industrial machines.

The concept includes the development of the basic software architecture as well as a generally applicable data model for saving the generated data. Already existing frameworks and software development kits where used for the best possible implementation of the augmented reality experience as Google ARCore.

The created prototype is an standalone system. The architecture is modular in order to ensure continuous further development.

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>2</b>
1.1	Motivation . . . . .	2
1.2	Forschungsfragen . . . . .	4
1.3	Zielsetzung der Arbeit . . . . .	5
1.4	Aufbau der Arbeit . . . . .	6
1.5	Stand der Technik . . . . .	7
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>8</b>
2.1	Internet der Dinge . . . . .	8
2.2	Smart Home . . . . .	9
2.3	Technologien . . . . .	10
2.3.1	Protokolle . . . . .	10
2.3.2	MQTT . . . . .	10
2.4	Roboter . . . . .	11
2.4.1	Serviceroboter . . . . .	11
2.4.2	Temi - Roboter . . . . .	11
2.5	Home Assistant . . . . .	12
2.5.1	Konzept . . . . .	12
2.5.2	Architektur . . . . .	12
2.5.3	Ziele und Schwerpunkte . . . . .	12
2.5.4	Stärken und Schwächen . . . . .	12
2.6	openHAB . . . . .	13
2.6.1	Konzept . . . . .	13
2.6.2	Architektur . . . . .	13
2.6.3	Ziele und Schwerpunkte . . . . .	13
2.6.4	Stärken und Schwächen . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Anforderungsanalyse</b>	<b>14</b>
3.1	Use Cases . . . . .	14
3.1.1	Check in mit Temi . . . . .	14
3.1.2	Notfallevakuierung mit Temi . . . . .	14

<b>4</b>	<b>Konzept</b>	<b>15</b>
4.1	Anforderungen . . . . .	15
4.2	Abzudeckende Funktionen . . . . .	15
4.3	Architektur . . . . .	15
4.3.1	Schnittstellen . . . . .	15
4.3.2	Interfaces . . . . .	15
<b>5</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>16</b>
5.1	Implementierung . . . . .	16
5.1.1	Aufbau der Architektur . . . . .	16
5.1.2	Einbindung der Funktionen abgeleitet von der Konzeption . . . . .	16
<b>6</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>17</b>
6.1	Fazit . . . . .	18
	<b>Anhang</b>	<b>i</b>
	<b>Index</b>	<b>i</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>v</b>

# Kapitel 1

## Einleitung

Die folgende Master-Thesis befasst sich mit der Konzepterstellung einer zentralen Steuerzentrale, die dem Entwickler die formalen Interaktionen, weitere Funktionen hinzuzufügen, erleichtern soll. Hierfür werden bereits bestehende Plattformen für Smart Home analysiert und daraus ein Konzept erstellt, die den Anforderungen entsprechend einen größeren Mehrwert in der Weiterentwicklung der Plattform bietet. Die Umsetzung des ausgearbeiteten Konzeptes wird nur in sehr geringem Maß behandelt.

In diesem Teil der Arbeit wird auf die Motivation des Themas eingegangen. Darüber hinaus werden sowohl die Forschungsfragen als auch die Zielsetzung der Arbeit genauestens dargelegt. Darauf folgend findet eine Übersicht über die Arbeit im Gesamten statt, mit der die Inhalte angerissen werden. Eine nähere Betrachtung des Standes der Technik untermauert die Beweggründe dieser Themenwahl und Ausarbeitung dessen.

### 1.1 Motivation

Jede neu entwickelte Technologie durchlebt im Laufe der Entstehung und Publikation ein enormes Aufsehen. So lange bis diese Technik eine standardisierte Verwendung in der Gesellschaft findet oder sich als unpraktikabel erweist und nicht weiter vorangetrieben oder eingestellt wird. Es wird in der Zeit des Aufkommens und der Forschung viel darüber fantasiert, debattiert und geplant, ohne jedoch die Ausmaße und Resultate der Forschungen und Praktiken abwägen zu können. Durch fehlende Erfahrung und nicht ausgereifte Konzepte werden Höhepunkte und Illusionen erwartet, die zu diesem Zeitpunkt technisch nicht umsetzbar sind. Um solche kühnen Versprechungen und Übertreibungen, sogenannte Hypes, die jede neue technologische Idee mit sich bringt, von dem zu differenzieren was wirtschaftlich umsetzbar ist, werden bestimmte Phasen der Entwicklung durchlaufen. [GARTNER 2022]

Die oben erwähnten Phasen der Entwicklung sind in einem sogenannten Hype-Zyklus, engl. Hype-Cycle, dargestellt. Dieser Zyklus ist ein visualisiertes Modell, das die Entwicklung einer neuen Technologie von der Innovation und Entstehung über die Forschung und Umsetzung bis hin zur ausgereiften Marktfähigkeit repräsentiert und so diese Phasen der Entwicklung versinnbildlicht.

Entwickelt wurde der Hype Cycle von der Gartner Inc. Forschungsgruppe. Durch die Mitarbeiterin Jackie Finn wurden die Definitionen der Entwicklungsphasen geprägt. Diese sind wie folgt in fünf Phasen dargestellt:

1. *Innovationsauslöser, engl. Innovation Trigger*: Ein potentieller technologischer Durchbruch löst die Dinge aus. Frühe Proof-of-Concept (PoC) Ansätze und ein großes Medieninteresse lösen eine erhebliche Publizität aus. Oft gibt es keine brauchbaren Produkte und die Marktreife ist nicht bewiesen. [GARTNER 2022]
2. *Höhepunkt überhöhter Erwartungen, engl. Peak of Inflated Expectations*: Frühe Publizität bringt eine Reihe von Erfolgsgeschichten hervor – oft begleitet von zahlreichen Misserfolgen. Einige Unternehmen ergreifen Maßnahmen; viele nicht. [GARTNER 2022]
3. *Trog der Ernüchterung, engl. Trough of Disillusionment*: Das Interesse schwindet, da Experimente und Implementierungen nicht liefern. Hersteller der Technologie reißen es heraus oder scheitern. Investitionen werden nur fortgesetzt, wenn die überlebenden Anbieter ihre Produkte zur Zufriedenheit der frühzeitigen Anwender verbessern. [GARTNER 2022]
4. *Steigung der Erleuchtung, engl. Slope of Enlightenment*: Mehr Beispiele dafür, wie die Technologie dem Unternehmen zugute kommen kann, beginnen sich zu herauszukristallisieren und werden allgemeiner verstanden. Produkte der zweiten und dritten Generation erscheinen von den Technologieanbietern. Mehr Unternehmen finanzieren Pilotprojekte; Konservative Unternehmen bleiben vorsichtig. [GARTNER 2022]
5. *Plateau der Produktivität, engl. Plateau of Productivity*: Mainstream-Akzeptanz beginnt sich abzuheben. Kriterien zur Bewertung der Lebensfähigkeit des Anbieters sind klarer definiert. Die breite Markteinsetzbarkeit und Relevanz der Technologie zahlen sich eindeutig aus. [GARTNER 2022]

Nachdem ein innovativer Gedanke den *Höhepunkt überhöhter Erwartungen* passiert hat, z.B. die vollständige Revolutionierung der Softwareentwicklung oder Szenarien, wie z.B. die Vollautomatisierung eines Gebäudes oder Roboter die uneingeschränkt interagieren können, die man in der Form nur aus Science-Fiction Filmen kennt, folgt der *Trog der Ernüchterung*. In Folge dessen wird festgestellt, dass die Erwartungen nicht in Gänze übertragbar sind, bzw. nur zu einem geminderten Teil in die Realität umgesetzt werden können und der verfolgte Gedanke an Interesse verliert. Nach erneutem Aufgriff der Technologie findet eine realistischere Beurteilung der Innovation statt, die dazu beiträgt, dass die Technologie wieder an Interesse gewinnt. Die objektive und realitätsnahe Betrachtungsweise formt ein neues und realistisches Bild der Potentiale, als auch der Grenzen. Mit dem neu gewonnenen Maßstab geht die ehemals neue innovative Idee in eine routinierte Technologie über, die an Anerkennung gewinnt und in der breiten Masse akzeptiert wird. Die Technologie erfährt mit steigender Zuwendung eine stetigere Weiterentwicklung, die dann zu einer Community geformt wird. Mit der Erreichung dieses Status befindet sich die Innovation, bezogen auf den Hype Cycle, in der letzten Phase, dem *Plateau der Produktivität*, und bestätigt so die Marktreife. Dieser Zeitpunkt löst die Zukunftsvision auf und es handelt sich um eine am Markt etablierte Technologie.

## **1.2 Forschungsfragen**

Hallo



## **1.3 Zielsetzung der Arbeit**

Zielsetzung / Zielerreichung

## **1.4 Aufbau der Arbeit**

Hallo Test

## **1.5 Stand der Technik**

Stand der Technik

## Kapitel 2

# Grundlagen

### 2.1 Internet der Dinge

## 2.2 Smart Home

## **2.3    Technologien**

### **2.3.1    Protokolle**

### **2.3.2    MQTT**

## **2.4 Roboter**

### **2.4.1 Serviceroboter**

### **2.4.2 Temi - Roboter**

## 2.5 Home Assistant

### 2.5.1 Konzept

### 2.5.2 Architektur

### 2.5.3 Ziele und Schwerpunkte

### 2.5.4 Stärken und Schwächen



## **2.6 openHAB**

### **2.6.1 Konzept**

### **2.6.2 Architektur**

### **2.6.3 Ziele und Schwerpunkte**

### **2.6.4 Stärken und Schwächen**

## Kapitel 3

# Anforderungsanalyse

### 3.1 Use Cases

#### 3.1.1 Check in mit Temi

#### 3.1.2 Notfallevakuierung mit Temi

# Kapitel 4

## Konzept

### 4.1 Anforderungen

### 4.2 Abzudeckende Funktionen

### 4.3 Architektur

#### 4.3.1 Schnittstellen

#### 4.3.2 Interfaces

# Kapitel 5

## Umsetzung

### 5.1 Implementierung

#### 5.1.1 Aufbau der Architektur

#### 5.1.2 Einbindung der Funktionen abgeleitet von der Konzeption

## Kapitel 6

# Ergebnis

## **6.1 Fazit**

# Abbildungsverzeichnis

# Tabellenverzeichnis



# Liste der Code-Beispiele

# Abkürzungsverzeichnis

# Literatur

GARTNER [März 2022]. *Gartner Hype Cycle*. <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle> [siehe S. 2, 3].

## Erklärung

Ich versichere, dass ich diese Master-Thesis mit dem Thema: *“Konzeption und prototypische Umsetzung einer Steuerzentrale eines smarten Büros mit dem Fokus einer einfachen Handhabung der formalisierten Interaktionen für Softwareentwickler”* selbstständig verfasst, keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel benutzt sowie alle wörtlichen oder sinngemäß übernommenen Stellen in der Arbeit gekennzeichnet habe. Die Arbeit wurde noch keiner Kommission zur Prüfung vorgelegt und verletzt in keiner Weise Rechte Dritter.

---

Ort, Datum

Unterschrift