

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

24 Wochen

Teilnehmernummer

800864

Kurs

PSEJG20

ErstprüferIn

Prof. Dr. Natividad Martinez Madrid

ZweitprüferIn

Dr. Robin Braun

## **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>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	1
1.2	Forschungsfragen . . . . .	3
1.3	Zielsetzung der Arbeit . . . . .	3
1.4	Aufbau der Arbeit . . . . .	3
1.5	CGI . . . . .	5
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>6</b>
2.1	IoT - Internet der Dinge . . . . .	6
2.1.1	IIoT . . . . .	7
2.1.2	Cloud Computing . . . . .	7
2.2	Smart Home . . . . .	8
2.2.1	Historische Entwicklung . . . . .	10
2.2.2	Ziele von Smart Home . . . . .	10
2.3	Technologien . . . . .	11
2.3.1	Protokolle . . . . .	11
2.3.2	MQTT . . . . .	11
2.4	Roboter . . . . .	12
2.4.1	Serviceroboter . . . . .	12
2.4.2	Temi - Roboter . . . . .	12
2.5	Home Assistant . . . . .	13
2.5.1	Konzept . . . . .	13
2.5.2	Architektur . . . . .	13
2.5.3	Ziele und Schwerpunkte . . . . .	13
2.5.4	Stärken und Schwächen . . . . .	13
2.6	openHAB . . . . .	14
2.6.1	Konzept . . . . .	14
2.6.2	Architektur . . . . .	14
2.6.3	Ziele und Schwerpunkte . . . . .	14
2.6.4	Stärken und Schwächen . . . . .	14

<b>3</b>	<b>Stand der Technik</b>	<b>15</b>
3.1	Theorien . . . . .	15
3.2	Methoden . . . . .	15
3.3	Techniken . . . . .	15
<b>4</b>	<b>Anforderungsanalyse</b>	<b>16</b>
4.1	Use Cases . . . . .	16
4.1.1	Check in mit Temi . . . . .	16
4.1.2	Notfallevakuierung mit Temi . . . . .	16
4.2	Anforderungen . . . . .	16
<b>5</b>	<b>Konzept</b>	<b>17</b>
5.1	Abzudeckende Funktionen . . . . .	17
5.2	Architektur . . . . .	17
5.2.1	Schnittstellen . . . . .	17
5.2.2	Interfaces . . . . .	17
<b>6</b>	<b>Umsetzung</b>	<b>18</b>
6.1	Implementierung . . . . .	18
6.1.1	Aufbau der Architektur . . . . .	18
6.1.2	Einbindung der Funktionen abgeleitet von der Konzeption . . . . .	18
<b>7</b>	<b>Ergebnis</b>	<b>19</b>
<b>8</b>	<b>Diskussion und Evaluation</b>	<b>20</b>
8.1	Analyse des Konzepts der Eigenentwicklung . . . . .	20
8.2	Vergleich zwischen Eigenentwicklung und bestehenden Softwarelösungen . . . . .	20
<b>9</b>	<b>Fazit</b>	<b>21</b>
<b>10</b>	<b>Ausblick</b>	<b>22</b>
	<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<sup>1</sup> 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 Markteinsatzbarkeit und Relevanz der Technologie zahlen sich eindeutig aus. [GARTNER 2022]

Nachdem ein innovativer Gedanke den *Höhepunkt überhöhter Erwartungen* passiert hat, z.B. die Revolutionierung der Softwareentwicklung oder Szenarien, wie z.B. die Vollautomatisierung eines Gebäudes oder Service-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

---

<sup>1</sup>Die Entwicklungsphasen der Gartner Inc. ist unter folgender URL zu finden: "<https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle>"

die Zukunftsvision auf und es handelt sich um eine am Markt etablierte Technologie.

Zum aktuellen Zeitpunkt befindet sich die Technologie rund um Plattformen für intelligente Geräte im privaten Bereich, engl. *Smart Home (SH)* oder *Connected Home*, im Anfangsstadium der letzten Phase, dem sogenannten *Plateau der Produktivität*. Mit zunehmender Akzeptanz werden im Umfeld des Internets der Dinge, engl. *Internet of Things*, stetig Szenarien entwickelt, die das Wachstum und die Verwendung von solchen Plattformen vorantreibt. Mit einer immer tiefer gehenden Forschung und Umsetzung von Anwendungsbeispielen werden Bereiche offenbart, die eine solche Plattform im privaten als auch im geschäftlichen Umfeld immer attraktiver gestaltet. Mit steigender Konnektivität und Kompatibilität mehreren Geräten und Gegenständen können Bereiche und Szenarien, wie die Steuerung von Service-Robotern, umgesetzt werden. Der jetzige technologische Fortschritt und die über die Forschungsjahre gesammelten Erfahrungen bringt das Segment der intelligenten Geräte der IoT den ursprünglich angedachten Visionen und Ideen näher, sodass ein weiterer Ausbau dieser Technologie und dessen Anwendung stattfindet und sich vollständig in den Markt etabliert. Der finale Schritt der endgültigen Marktreife ist ein faszinierender und wichtiger Grund für meine Motivation, mich dieser Technologie und der dahinterstehenden Theorie zu widmen.

Ein weiterer Punkt meiner Motivation ist die Vereinfachung der Erweiterung einer solchen Zentrale. Somit soll dem Entwickler bei einer stetigen Erweiterung der Plattform Zeit und Aufwand erleichtert werden. So können weiter Anwendungsszenarien und Objekte integriert werden, ohne einen zu großen Entwicklungsaufwand zu erzeugen.

Die Einsatzgebiete von intelligenten Geräten, beziehungsweise die damit zu verwendende Steuerzentrale beschränkt sich räumlich auf Gebäude, Häuser und Wohnungen, bieten trotz dessen viele Verwendungs- und Einsatzmöglichkeiten. Diese sehen wie folgt aus:

- Komfort
- Entertainment
- Überwachung und Sicherheit
- Steuerung von Prozessen
- Management von Automationen

## 1.2 Forschungsfragen

## 1.3 Zielsetzung der Arbeit

## 1.4 Aufbau der Arbeit

Die vorliegende Master-Thesis gliedert sich nach den soeben genannten einleitenden Information im Aufbau in insgesamt zehn Kapitel. Das erste Kapitel (1) beschreibt die Motivation (1.1), welche die Intension kundtut, diese Thematik rund um IoT und Smart Home zu bearbeiten. Darauf folgend



werden die Forschungsfragen (1.2), die im Rahmen der Thesis behandelt werden, erläutert. Nach der Beschreibung der Forschungsfragen wird im anknüpfenden Abschnitt (1.3) die Zielsetzung der Arbeit erläutert. Hierbei werden zusätzliche Schwerpunkte und Ziele aufgegriffen. Abschließend wird das Unternehmen, in der die Thesis geschrieben wird, hervorgehoben und deren Absichten in Verbindung mit Innovationen beleuchtet.

Das Kapitel (2) widmet sich den essentiellen und wichtigen Grundlagen dieser Arbeit. Zu Anfang wird dem Leser der Terminus des Internet of Things (2.1) offenbart, um zum Teil den Kontext im Bezug zu dieser Arbeit zu begreifen, gefolgt von einer Einführung in die Thematik des Smart Home (2.2), der Problematik der Begriffsdefinition, der historischen und kontinuierlichen Entwicklung und mit den Zielen, die mit der Verwendung einer Smart Home Lösung bewältigt werden sollen. Mit dem Verständnis der übergeordneten Begriffe, IoT und Smart Home, werden Technologien (2.3) aufgegriffen, die im Rahmen dieser Arbeit erwähnenswert sind und verwendet werden. Um auf die Vielfältigkeit von der Umsetzung eines Smart Home einzugehen und einen Teilaspekt der Anforderungen abzudecken, wird ebenso auf Service-Roboter (2.4) eingegangen. Abschließend werden in Kapitel (2) die Softwarelösungen, Home Assistant und openHAB (2.5 & 2.6), dargestellt. Diese dienen zur Grundlage für die Evaluation als auch zur Gegenüberstellung der Lösungen in Kapitel (8) Diskussion und Evaluation.

Die theoretischen und methodischen Hintergründe sowie den Stand der Technik wird in Kapitel (3) angesprochen. Dieser Teil enthält Beschreibungen, Forschungen und aktuelle Erkenntnisse über Technologien, die im Umfeld der Smart Home Anwendungen innerhalb des IoT verwendet werden. Zudem werden in Zusammenhang der Erkenntnisse und Möglichkeiten der Technologie die Szenarien dargestellt.

Kapitel (4) befasst sich mit den Anforderungen, engl. Requirements, die für die eigentliche Konzeption relevant sind. Innerhalb dieses Kapitels wird anhand von Informationen und den umzusetzenden Szenarien die Anforderungen für die Konzeption erarbeitet. Hierbei werden aus der Praxis bekannte Verfahren verwendet, um die Anforderungen zu definieren. Mittels den zugrundeliegenden Anforderungen wird im nachfolgenden Schritt die eigentliche Konzeption dargelegt.

Nach Aufbereitung der Anforderungen durch das sogenannte Anforderungsmanagement, engl. *Requirements Engineering*, wird in Kapitel (5) das Konzept erarbeitet, welches als Grundlage für die prototypische Implementierung und Umsetzung des Konzepts dient. Das Konzept befasst sich mit den Anforderungen und setzt diese ein, um die Organisation des Systems in Komponenten, deren Beziehungen zueinander und zur Umgebung sowie deren Prinzipien zu definieren. Zum Ende des Konzepts steht eine Architektur, die sich aus den Anforderungen und auch aus den Analysen der eigentlichen Forschungsfrage abzeichnet.

In Kapitel (6) wird die Umsetzung des Konzepts skizziert. Darunter welche Problem während der Implementierung auftraten als auch deren Lösungsfindung. Ebenso wird hier aus praktischer Sicht auf die Architektur geschaut, welche Komponenten, Bibliotheken und zusätzliche Systeme, engl. *Frameworks*, verwendet wurden.

Das Ergebnis wird aus objektiver Sicht in dem darauf folgenden Kapitel (7) erläutert.

Nach Abschluss der Umsetzung und dessen Ergebnisdokumentation befasst sich das Kapitel (8) mit der Diskussion und Evaluation. Hier findet eine Analyse des Konzepts sowie deren Umsetzung und objektive Betrachtung statt. Anschließend werden Vergleiche zwischen der Eigenentwicklung und bereits bestehender Softwarelösungen, die im Grundlagenkapitel aufgefasst werden, aufgestellt und bewertet.

Im vorletzten Teil, Kapitel (9), wird ein Fazit aus den Erkenntnissen und Ergebnissen gezogen. Dieses Schlussresümee führt nochmals die Höhepunkte sowie eine eigene Einschätzung auf.

Zum Abschluss der Thesis wird in Kapitel (10) ein Ausblick gegeben. Dieser gibt Aufschluss darüber, welche Erweiterungsmöglichkeiten es für die in dieser Thesis erfolgten Arbeit gibt und wie innovativ sich dieser Grundbaustein in Zukunft erweisen könnte.

## **1.5 CGI**

# Kapitel 2

## Grundlagen

In diesem Kapitel werden die für diese Thesis relevanten Grundlagen geschaffen, um ein Grundverständnis und fundiertes Wissen über verwendete Technologien zu erlangen und die nachfolgende Recherche, Konzeption und Umsetzung besser verstehen zu können.

### 2.1 IoT - Internet der Dinge

Internet of Things (IoT), im Deutschen *Internet der Dinge (IdD)*,

Das Internet der Dinge ist ein neuartiger Paradigmenwechsel in der IT-Arena. Der Begriff „Internet of Things“, kurz auch als IoT bekannt, setzt sich aus den beiden Wörtern zusammen, d.h. das erste Wort ist „Internet“ und das zweite Wort „Things“. Das Internet ist ein globales System miteinander verbundener Computernetzwerke, die die Standard-Internetprotokollsuite (TCP/IP) verwenden, um Milliarden von Benutzern weltweit zu dienen. Es ist ein Netzwerk von Netzwerken, das aus Millionen privater, öffentlicher, akademischer, geschäftlicher und staatlicher Netzwerke von lokaler bis globaler Reichweite besteht, die durch eine breite Palette elektronischer, drahtloser und optischer Netzwerktechnologien verbunden sind [3]. Heute sind mehr als 100 Länder über das Internet in den Austausch von Daten, Nachrichten und Meinungen eingebunden. Laut Internet World Statistics gab es zum 31. Dezember 2011 weltweit schätzungsweise 2.267.233.742 Internetnutzer (aufgerufene Daten vom 06.06.2013: von der Universal Resource Location <http://www.webopedia.com/TERM/I/Internet.html>). Dies bedeutet, dass 32,7 % der Gesamtbevölkerung der Welt das Internet nutzen. Sogar das Internet wird in den kommenden vierten Jahren durch das Internet Routing in Space (IRIS)-Programm von Cisco in den Weltraum gehen (Zugriff am 05.10.2012: Zu den Dingen, die beliebige Gegenstände oder Personen sein können, die von der realen Welt unterscheidbar sind, zählen nicht nur elektronische Geräte, denen wir täglich begegnen und die wir täglich verwenden, sondern auch technologisch fortschrittliche Produkte wie Geräte und Gadgets, sondern „Dinge“, die wir normalerweise überhaupt nicht als elektronisch betrachten – wie Lebensmittel, Kleidung und Möbel; Materialien, Teile und Ausrüstung, Waren und Spezialartikel; Sehenswürdigkeiten, Denkmäler und Kunstwerke und all das Verschiedenes aus Handel, Kultur und Raffinesse [4] Das heißt, hier können Dinge sowohl Lebewesen sein wie Menschen, Tiere – Kuh, Kalb, Hund, Tauben, Kaninchen usw., Pflanzen – Mangobaum, Jasmin, Banyan und so weiter und nicht - Lebewesen wie

Stuhl, Kühlschrank, Röhrenlampe, Vorhang, Teller usw. jedes Haushaltsgerät es oder Industriegerät. An diesem Punkt sind die Dinge also reale Objekte in dieser physischen oder materiellen Welt.

Definitionen Es gibt keine eindeutige Definition für das Internet der Dinge, die von der weltweiten Benutzergemeinschaft akzeptiert wird. Tatsächlich gibt es viele verschiedene Gruppen, darunter Akademiker, Forscher, Praktiker, Innovatoren, Entwickler und Geschäftsleute, die den Begriff definiert haben, obwohl seine ursprüngliche Verwendung Kevin Ashton, einem Experten für digitale Innovation, zugeschrieben wurde. Allen Definitionen gemeinsam ist die Idee, dass es in der ersten Version des Internets um Daten ging, die von Menschen erstellt wurden, während es in der nächsten Version um Daten ging, die von Dingen erstellt wurden. Die beste Definition für das Internet der Dinge wäre: „Ein offenes und umfassendes Netzwerk intelligenter Objekte, die in der Lage sind, sich automatisch zu organisieren, Informationen, Daten und Ressourcen auszutauschen und auf Situationen und Veränderungen in der Umgebung zu reagieren und zu handeln.“ Das Internet der Dinge reift und ist nach wie vor das neueste und am meisten gehypte Konzept in der IT-Welt. In den letzten zehn Jahren hat der Begriff Internet of Things (IoT) Aufmerksamkeit erregt, indem er die Vision einer globalen Infrastruktur vernetzter physischer Objekte projizierte, die jederzeit und überall Konnektivität für alles und nicht nur für irgendjemanden ermöglicht [4]. Das Internet der Dinge kann auch als globales Netzwerk betrachtet werden, das die Kommunikation zwischen Mensch zu Mensch, Mensch zu Dingen und Dingen zu Dingen ermöglicht, was alles auf der Welt ist, indem es jedem Objekt eine einzigartige Identität verleiht [5]. IoT beschreibt eine Welt, in der so gut wie alles vernetzt werden kann und so intelligent kommuniziert wie nie zuvor. Die meisten von uns denken an „verbunden sein“ in Bezug auf elektronische Geräte wie Server, Computer, Tablets, Telefone und Smartphones. Im sogenannten Internet der Dinge werden Sensoren und Aktuatoren, die in physische Objekte eingebettet sind – von Straßen bis hin zu Herzschrittmachern – über kabelgebundene und drahtlose Netzwerke verbunden, wobei sie häufig dieselbe Internet-IP verwenden, die das Internet verbindet. Diese Netzwerke produzieren riesige Datenmengen, die zur Analyse an Computer fließen. Wenn Objekte sowohl die Umgebung wahrnehmen als auch kommunizieren können, werden sie zu Werkzeugen, um Komplexität zu verstehen und schnell darauf zu reagieren. Das Revolutionäre dabei ist, dass diese physischen Informationssysteme nun beginnen, eingesetzt zu werden, und einige von ihnen funktionieren sogar weitgehend ohne menschliches Zutun. Das „Internet der Dinge“ bezeichnet die Kodierung und Vernetzung von Alltagsgegenständen und Dingen, um sie im Internet individuell maschinenlesbar und rückverfolgbar zu machen [6]-[11]. Viele bestehende Inhalte im Internet der Dinge wurden durch codierte RFID-Tags und IP-Adressen erstellt, die mit einem EPC-Netzwerk (Electronic Product Code) verknüpft sind [12].

### **2.1.1 IIoT**

### **2.1.2 Cloud Computing**

## 2.2 Smart Home

Smart Home, übersetzt in Deutsch *“intelligentes Zuhause“*, ist einer von mehreren bekannten Zweigen des IoT. Speziell diese Rubrik widmet sich explizit sämtlichen Haushaltsgeräten und -einrichtungen. Aus diesem Grund können viele Geräte ebenso intelligente Gegenstände der Rubrik Smart Home sein. Ein kleiner Ausschnitt solcher Nutzgegenstände sind unter anderem Lampe, Kontaktsensoren, Thermostate, Service-Roboter, Staubsauger-Roboter, Kühlschränke Geräte rundum die Haussicherheit.

Unter dem Oberbegriff Smart Home ist auch eine Weise zu verstehen, mit der die Erhöhung der Wohn- und Lebensqualität, effizienteren Energienutzung unter Verwendung vernetzter und fernsteuerbarer Geräten, Sicherheit sowie automatisierbaren Abläufe gesteigert werden kann.

Der Begriff intelligenten Zuhause wird auch schon verwendet, wenn die Haustechnik und Haushaltsgeräte unter einander vernetzt sind. Die Definition im Deutschen Gebrauch, welche nach (Strese et al. 2010) in der Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie aufgegriffen wird, lautet wie folgt:

„Das Smart Home ist ein privat genutztes Heim (z.B. Eigenheim, Mietwohnung), in dem die zahlreichen Geräte der Hausautomation (wie Heizung, Beleuchtung, Belüftung), Haushaltstechnik (wie z.B. Kühlschrank, Waschmaschine), Konsumelektronik und Kommunikationseinrichtungen zu intelligenten Gegenständen werden, die sich an den Bedürfnissen der Bewohner orientieren. Durch Vernetzung dieser Gegenstände untereinander können neue Assistenzfunktionen und Dienste zum Nutzen des Bewohners bereitgestellt werden und einen Mehrwert generieren, der über den einzelnen Nutzen der im Haus vorhandenen Anwendungen hinausgeht.“ [STRESE u. a. 2010]

Eine vergleichbare Definition wurde zu späterem Zeitpunkt durch eine Literaturrecherche publiziert. Diese beschreibt die zugrundeliegende Thematik weniger aus Anwendersicht sondern widmet sich vielmehr dem System und der Konnektivität.

„A smart home is a place with heterogeneous systems to many front devices with the support of embedded information and communication architectures[...]“ [BALAKRISHNAN, VASUDAVAN und MURUGESAN 2018]

Den beiden Definitionen ist zu entnehmen, dass die Kernaussage eine ähnliche ist, es jedoch in Büchern, Fachartikeln, Publikationen an Universitäten und in den verbreiteten Medien bis heute keine durchgängige Definition gibt. Aus der einschlägigen Literatur wird ersichtlich, dass viele Synonyme für die Benennung der Thematik verwendet werden, darunter beispielsweise: [STRESE u. a. 2010]

- Connected Home
- Elektronisches Haus
- Intelligentes Haus (engl. Smart House)

- Smart Living
- Home of the Future

Eine elementare Information im Zusammenhang zu dieser Arbeit ist, dass die Verwendung des Begriffs *intelligentes Büro* ebenso in den Kontext des Smart Home gehört. Hierbei wird lediglich die Räumlichkeit im unternehmerischen Jargon verwendet, die ebenso Grundlage für die Verwendung von Komponenten des Smart Home bietet.

An dieser Stelle wird ebenso deutlich, dass die Verwendung des Begriffs als auch die zugrundeliegenden technischen Verfahren weiträumig einsetzbar sind und deshalb die Begriffsdefinition nicht eindeutig festgehalten werden kann.

### Teilsysteme des Smart Home

Der Zentrale Punkt des Smart Home ist die Automatisierung häuslicher Prozesse. Dadurch sollen dem Nutzer in vielerlei Hinsicht Aufwände erspart und Informationen zentralisiert angezeigt werden. Die Hausautomatisierung umfasst eine Menge von Teilsystemen. Eine Teilmenge davon ist der folgenden tabellarischen Auflistung zu entnehmen:

Segment	Beschreibung
Licht	Beleuchtung, Lichtmanagement/Szenarien, Storen/Rollos
Zutritt	Zutrittskontrolle, Klingelanlage, Schlösser, Anwesenheits- und Bewegungserfassung
Überwachung	Technische Alarmer: Feuer, Rauch, Gas; Intrusion: Glasbruchmelder, Video; Babyphon, Urlaubswachschutz
Notfall	Sprinkleranlage, unabhängige Stromversorgung, Fluchtwegsystem
Metering	Verbrauchszähler für Strom, Gas, Wasser, Wärme, uvm.
Konsumelektronik	TV, Internet, Smartphones, Tablets, Spielekonsolen etc.
Hausgeräte	Kühlschrank, Waschmaschine, Staubsauger, Service-Roboter; Hausgeräte-monitoring, -diagnostik, und -fernbedienung
Heimlogistik	Einkaufs- und Speiseplanung, häusliche Dienste
Hobby	Haustierversorgung, Aquarienmanagement, etc.
Mobilität	PKW mit Diagnostik, Navigationssystem mit local based services, Info-/Entertainmentangebote etc.

Tabelle 2.1: Teilsysteme des Smart Home [STRESE u. a. 2010]

Ein weiterer wichtiger Anhaltspunkt zum Verständnis der Definition von Smart Home ist die Ausstattung der Komponenten mit Intelligenz und die Vernetzung der Teilsysteme. Dadurch steht als Ziel im Vordergrund nicht die übergeordnete zentrale Steuerung, sondern vielmehr die verteilte Intelligenz, um Aufgaben möglichst autonom (eigenständig) abzuarbeiten. Die dabei erzeugten als auch erforderlichen Daten mit anderen Komponenten des Gesamtsystems auszutauschen, ist ebenso ein vorangestelltes Ziel, welches eine intelligente Umgebung schafft.

Eine mögliche Vernetzung und auch Verwendung solcher Komponenten wird in folgender Abbildung 2.1 skizziert. Diese Grafik dient als grobe Übersicht potentieller Anwendungsszenarien, ist allerdings nicht als vollständig zu interpretieren.

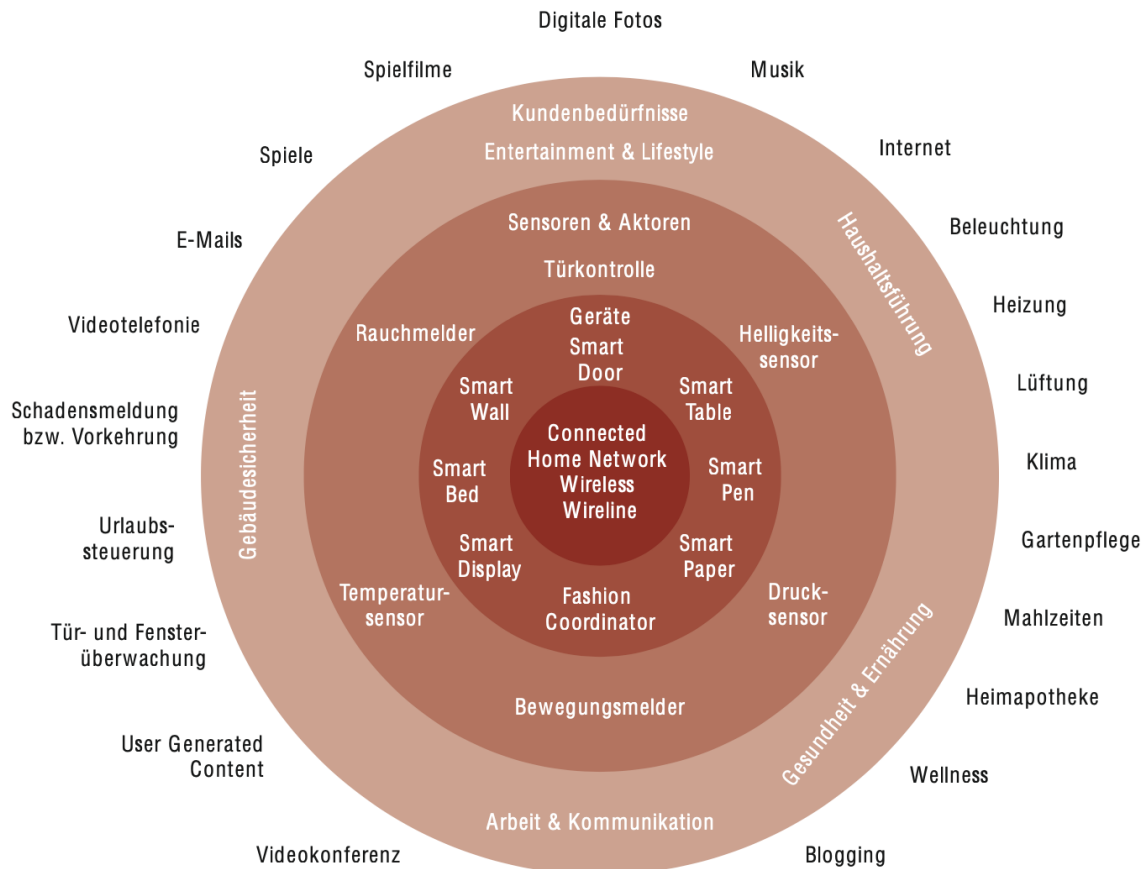


Abbildung 2.1: Mögliche Anwendungsszenarien im Smart Home [STRESE u. a. 2010]

Es gibt weitaus mehr, beziehungsweise werden diese in einem Überbegriff untergeordnet. Ein essentielles Anwendungsszenario ist die Kopplung von Robotern jeglicher Art, darunter Staubsaugerroboter oder auch Service-Roboter, die immer mehr in die Thematik des Smart Home integriert werden.

## Einordnung von Smart Home in das Internet der Dinge

### Eigendefinition Smart Home

#### 2.2.1 Historische Entwicklung

#### 2.2.2 Ziele von Smart Home

## **2.3 Technologien**

### **2.3.1 Protokolle**

### **2.3.2 MQTT**

Draft



## **2.4 Roboter**

### **2.4.1 Serviceroboter**

### **2.4.2 Temi - Roboter**

Draft

## 2.5 Home Assistant

### 2.5.1 Konzept

### 2.5.2 Architektur

### 2.5.3 Ziele und Schwerpunkte

### 2.5.4 Stärken und Schwächen

Draft

## **2.6 openHAB**

### **2.6.1 Konzept**

### **2.6.2 Architektur**

### **2.6.3 Ziele und Schwerpunkte**

### **2.6.4 Stärken und Schwächen**

Draft

## Kapitel 3

# Stand der Technik

Stand der Technik

**3.1 Theorien**

**3.2 Methoden**

**3.3 Techniken**

Draft

## Kapitel 4

# Anforderungsanalyse

### 4.1 Use Cases

#### 4.1.1 Check in mit Temi

#### 4.1.2 Notfallevakuierung mit Temi

### 4.2 Anforderungen

Draft

# Kapitel 5

## Konzept

### 5.1 Abzudeckende Funktionen

### 5.2 Architektur

#### 5.2.1 Schnittstellen

#### 5.2.2 Interfaces

Draft

# Kapitel 6

## Umsetzung

### 6.1 Implementierung

#### 6.1.1 Aufbau der Architektur

#### 6.1.2 Einbindung der Funktionen abgeleitet von der Konzeption

Draft

## Kapitel 7

## Ergebnis

Draft



## Kapitel 8

# Diskussion und Evaluation

- 8.1 Analyse des Konzepts der Eigenentwicklung
- 8.2 Vergleich zwischen Eigenentwicklung und bestehenden Softwarelösungen

Draft

## Kapitel 9

## Fazit

Draft

## Kapitel 10

### Ausblick

Draft

# Abbildungsverzeichnis

2.1	Mögliche Anwendungsszenarien im Smart Home [STRESE u. a. 2010]	10
-----	--	----

Draft

# Tabellenverzeichnis

2.1	Teilsysteme des Smart Home [STRESE u. a. 2010]	9
-----	--	---

Draft

# Liste der Code-Beispiele

Draft

# Abkürzungsverzeichnis

<b>IoT</b>	Internet of Things . . . . .	6
<b>IdD</b>	Internet der Dinge . . . . .	6
<b>SH</b>	Smart Home . . . . .	3

Draft

# Literatur

- BALAKRISHNAN, Sumathi, Hemalata VASUDAVAN und Raja Kumar MURUGESAN [Dez. 2018]. „Smart home technologies: A preliminary review“. In: Association for Computing Machinery, S. 120–127. ISBN: 9781450366298. DOI: 10.1145/3301551.3301575 [siehe S. 8].
- GARTNER [März 2022]. *Gartner Hype Cycle*. <https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle> [siehe S. 1, 2].
- STRESE, Hartmut u. a. [2010]. *Smart Home in Deutschland. Untersuchung im Rahmen der wissenschaftlichen Begleitung zum Programm Next Generation Media (NGM) des Bundesministeriums für Wirtschaft und Technologie*. Institut für Innovation und Technik (iit). ISBN: 9783897501652 [siehe S. 8–10].



## 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