

# Diplomarbeit

# Sensorenphalanx für Heimautomation

**Projektbezeichnung Thema** Konzipierung und Entwicklung einer Sensorenphalanx für Smart Home

**Lehrgang, Jahrgang, Klasse** 6. Automation 18H-21H

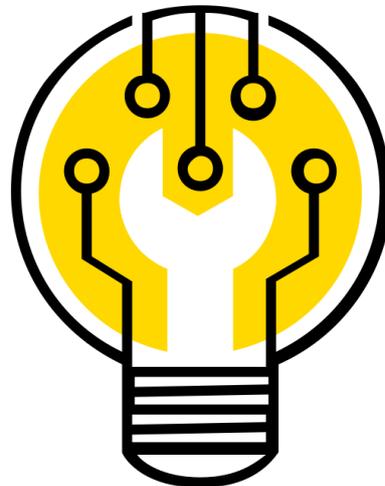
**Diplomand**

**Betreuer**

**Experte, / Expertin**

**Auftraggeber** Der Diplomand

**Grafik und Projektmotto**



**Let's build things!**

## Vorwort

### Management Summary

Am Schluss schreiben!!!

#### Ausgangslage und Zielsetzung

#### Vorgehen

#### Ergebnisse

## Inhaltsverzeichnis

<b>Vorwort</b> .....	<b>1</b>
<b>Management Summary</b> .....	<b>1</b>
Ausgangslage und Zielsetzung .....	1
Vorgehen .....	1
Ergebnisse .....	1
<b>Inhaltsverzeichnis</b> .....	<b>1</b>
<b>Abbildungsverzeichnis</b> .....	<b>4</b>
<b>Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis gefunden werden.</b> .....Fehler! Textmarke nicht definiert.	
<b>Tabellenverzeichnis</b> .....	<b>4</b>
<b>1 Ausgangslage</b> .....	<b>5</b>
1.1 Problemstellung .....	5
1.2 Zielsetzung .....	5
1.2.1 Wunschziel .....	6
1.3 Persönliche Motivation .....	6
1.4 Rahmenbedingungen und Abgrenzungen .....	7
1.5 Termine und Lieferobjekte .....	8
1.5.1 Meilensteinplan .....	8
1.5.2 Terminplan .....	9
1.5.3 Lieferobjekte .....	11
1.6 Präferenzmatrix für Projektkriterien .....	11
<b>2 Variantenwahl</b> .....	<b>14</b>
2.1 Smart Home Systeme .....	14
2.1.1 Open Source .....	14

2.1.2	Close Source.....	14
2.1.3	Entscheidungsbegründung.....	15
2.1.4	Open Source Smart Home Systeme.....	16
2.1.4.1	openHAB.....	16
2.1.4.2	Home Assistant .....	16
2.1.4.3	OpenMotics .....	16
2.1.4.4	Entscheidungsbegründung (Präferenzmatrix).....	16
2.1.5	Analyse Siegervariante.....	16
2.1.5.1	Eigenschaften.....	16
2.1.5.2	Kommunikation Möglichkeiten .....	16
2.1.5.3	Protokolle.....	16
2.2	Hardware .....	16
2.2.1	Raspberry Pi .....	16
2.2.1.1	Version 3 .....	16
2.2.1.2	Version 3 B .....	16
2.2.1.3	Version 4 B .....	16
2.2.1.4	Entscheidungsbegründung (Präferenzmatrix).....	16
2.2.2	Mikroprozessor.....	16
2.2.2.1	Arduino Uno .....	16
2.2.2.2	ESP32.....	16
2.2.2.3	ESP8226 .....	16
2.2.2.4	Entscheidungsbegründung (Präferenzmatrix).....	16
2.2.3	Energieversorgung .....	16
2.2.3.1	Batterie .....	16
2.2.3.2	LIPO.....	16
2.2.3.3	Direktversorgung.....	17
2.2.3.4	Entscheidungsbegründung (Präferenzmatrix).....	17
2.2.4	Sensoren.....	17
2.2.4.1	Temperatur.....	17
2.2.4.2	Feuchtigkeit.....	17
2.2.4.3	Bewegung .....	17
2.2.4.4	CO2.....	17
2.2.4.5	Luftqualität .....	17
2.2.4.6	Akkustand (Anzeige) .....	17
2.2.4.7	Helligkeit.....	17
2.2.4.8	Entscheidungsbegründung (Morphologischer Kasten).....	17
2.3	Zusammenfassung Hardwarebestellung.....	17
<b>3</b>	<b>Umsetzung.....</b>	<b>18</b>
3.1	Raspberry .....	18
3.1.1	Installieren.....	18
3.1.2	Einrichten .....	18
3.1.3	Testen .....	18
3.2	Schaltplan entwerfen .....	18
3.3	Lochraster Prototyp.....	18

---

3.3.1	Aufbau .....	18
3.3.2	Testen .....	18
3.4	PCB Design.....	18
3.5	Gehäuse entwerfen.....	18
3.6	Software entwickeln.....	18
3.6.1	Kommunikation aufbauen .....	18
3.6.2	Daten Sammeln .....	18
3.6.3	Daten Schicken.....	18
3.7	Datenauswertung -aufbereiten auf dem Raspberry .....	18
3.7.1	Datenspeicherung.....	18
3.7.2	Visualisierung .....	18
<b>4</b>	<b>Fazit.....</b>	<b>19</b>
	<b>Literaturverzeichnis.....</b>	<b>VII</b>
	<b>Anhänge.....</b>	<b>VII</b>
	<b>Eidesstattliche Erklärung.....</b>	<b>VII</b>

## **Abbildungsverzeichnis**

Es konnten keine Einträge für ein Abbildungsverzeichnis  
gefunden werden.

## **Tabellenverzeichnis**

Tabelle 1: Meilensteinplan .....	8
Tabelle 2: Terminplan Teil 1 .....	9
Tabelle 3: Terminplan Teil 2 .....	10
Tabelle 4: Lieferobjekte .....	11
Tabelle 5: 1.6 Präferenzmatrix Projektkriterien .....	12
Tabelle 6: 1.6 Präferenzmatrix Rangliste.....	13

# 1 Ausgangslage

“Smart Home” und “Home Automation” erfreuen sich immer größer Beliebtheit. Fast jeder Neubau wird mit einer zentralen Steuerungseinheit gebaut, die mindestens das Raumklima steuert. Darüber hinaus gibt es viele Varianten und Zusatzfunktionen von einfachen Steckdosen- und Einbaugeräteschaltungen über Energiemanagement bis hin zur vollautomatischen Zugangs- und Zutrittsregelungen.

Allerdings gibt es bei Bestandsgebäuden einige Hindernisse, die mit konventionellen Produkten nicht oder nur unzureichend abgedeckt werden können.

Beispielsweise kann in Mietwohnungen nur sehr begrenzt Eingriff in die Elektroinstallation vorgenommen werden. Da es viele Maker\*innen gibt, die ebenfalls eine Möglichkeit haben möchten, ihre Wohnung auch im Automationsbereich zu gestalten, besteht hier ein Markt für Bausätze. Daher ist es sinnvoll, einen Bausatz zu entwickeln, der ihnen die Möglichkeit einräumt, ihre eigenen Ideen umzusetzen und auch ermöglicht, die Sensordaten dort zu sammeln, wo sie benötigt werden und nicht, wie bei vielen konventionellen Produkten, am Aktor selber.

Ebenso ist das Thema IT-Sicherheit ein wichtiger Punkt. Immer wieder werden gravierende Sicherheitslücken öffentlich diskutiert. Ein Beispiel hierfür sind WLAN-kompatible Leuchtmittel, die unter Umständen den unverschlüsselten Standort und die WLAN-Daten speichern oder ohne direkte Einwilligung des Nutzers an den Herstellern übermitteln. Ein weiterer Faktor ist auch die anzustrebende Unabhängigkeit von Herstellerressourcen wie Cloud-Service und App-Entwicklung, da diese ohne konkreten Einfluss des Nutzers offline genommen oder nicht mehr weiterentwickelt werden können.

## 1.1 Problemstellung

Die Herstellung eines Bausatzes einer Sensorenphalanx, die es Maker\*innen ermöglicht Raumdaten zu sammeln und für ihr Smart Home zu nutzen.

## 1.2 Zielsetzung

Teil dieses Projektes wird es sein, einen lokalen Server für Home Automation aufzusetzen. Vorzugsweise soll dies auf eine günstige und gut verfügbare Hard- und Softwarebasis realisiert werden.

Der Fokus liegt auf der Entwicklung einer Hardware Sensorenphalanx diese soll modular aufgebaut werden, sodass es dem User möglich ist, anwendungsspezifisch einzelne Sensormodule zu verbauen. Zur Kommunikation soll WLAN verwendet werden. Die

Sensorenphalanx wird keinen direkten Kontakt mit dem Internet haben, sondern nur mit dem Home Automation-Server kommunizieren.

Die Sensoren Phalanx soll keine CE-Zertifizierung erhalten müssen, da sie nur als rudimentärer Bausatz und in Form von Plänen und Programmcode, für erfahrene User zugänglich gemacht werden soll.

Weiter soll die Phalanx über keine Aktoren, die über ein Feedback für den User hinausgehen, verfügen. Da die Phalanx an zentralen Punkten in einer Mietwohnung montiert werden soll, liegt ein Schwerpunkt auch auf der Stromversorgung. Diese soll mittels eines Elektrospeichers erfolgen, der auf einfachem Wege wieder aufladbar sein muss.

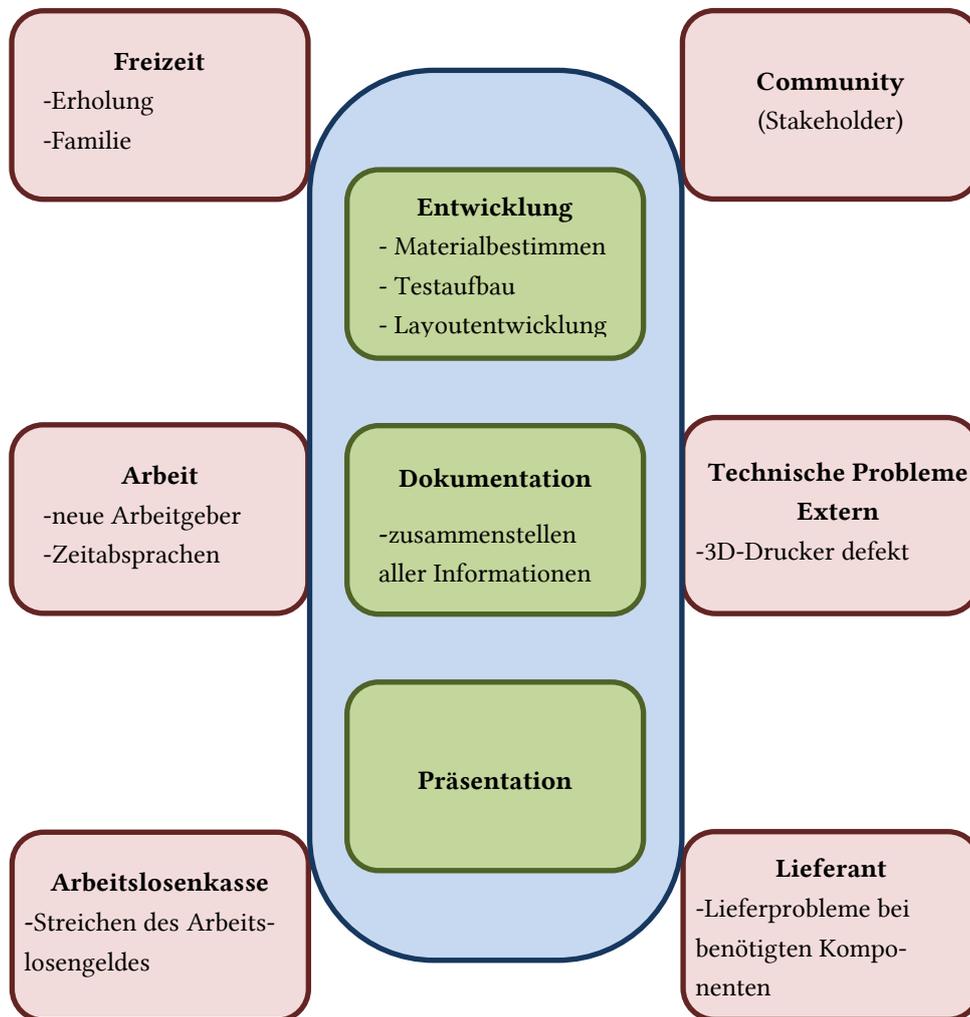
### **1.2.1 Wunschziel**

Um anderen Maker\*innen zu ermöglichen sich die Sensorenphalanx selber bauen zu können oder auf der Grundlage des Ergebnisses weiter zu entwickeln sollen zum Abschluss der Diplomarbeit alle erarbeiteten Inhalte online verfügbar gemacht werden.

## **1.3 Persönliche Motivation**

Der Autor möchte schon länger die Möglichkeit haben in seiner Mietwohnung ein zusammenhängendes Smart Home System einzusetzen und um sinnvolle und auf die persönlichen Bedürfnisse ausrichten zu können hat er sich entschlossen dieses selbst zu realisieren.

## 1.4 Rahmenbedingungen und Abgrenzungen



Die Diplomarbeit soll ein funktionsfähiger Prototyp einer Sensoreinheit für die Home Automation ergeben. Diese Einheit soll so dokumentiert werden, dass ein Nachbau für kundige Maker\*innen gut möglich ist.

Die Schnittstellen nach außen sind in diesem Projekt nicht zahlreich, da der Diplomand ebenfalls Auftraggeber wie auch Endnutzer ist. Da das Ergebnis aber im Anschluss der interessierten Öffentlichkeit als Bausatz angeboten werden soll, ist vorgesehen während der Diplomarbeit den Fortschritt auf einen Blog festzuhalten und wenn möglich mit Videos zu begleiten. Dieses ist nicht Teil der Diplomarbeit und erfolgt parallel, sofern dem Diplomanden genug Ressourcen zur Verfügung stehen.

## 1.5 Termine und Lieferobjekte

### 1.5.1 Meilensteinplan

Nr.	Meilenstein	Plan Datum	Ist Datum
1	Grobkonzept	30.08.2021	30.08.2021
2	Feinkonzept	28.10.2021	
3	Hausleitsystem betriebsbereit	04.11.2021	
4	Lochrasterprototyp	09.11.2021	
5	Sensorsoftware betriebsbereit	23.11.2021	
6	PCB / Gehäuse prototyping	06.12.2021	
7	Diplomarbeit Abschluss	05.01.2022	

Tabelle 1: Meilensteinplan





### 1.5.3 Lieferobjekte

Nr.	Ziel	Muss	Kann
1.	Elektrolayout	X	
2.	PCB-Layout	X	
3.	Sensordefinition	X	
4.	OpenHAB auf Raspberry Pi	X	
5.	Aufzeichnung von Messdaten	X	
6.	Veröffentlichung des Fortschrittes		X
7.	Veröffentlichung des Sourcecodes und der Schemata		X
8.	PCB mit SMD Bauteilen bestellt		X
9.	Serienfähiger Prototyp		X
10.	3D gedrucktes Gehäuse		X
11.	Lochraster Prototyp	X	

Tabelle 4: Lieferobjekte

## 1.6 Präferenzmatrix für Projektkriterien

Um für die im weiteren Verlauf nötigen Entscheidungen eine Grundlage zu haben, wurde die Präferenzmatrix gewählt. In dieser wurden alle oben genannten Attribute eingetragen und gegeneinander gewichtet, als Ergebnis gibt es eine Priorisierung der einzelnen Kriterien, dieser werden sortiert aufgelistet, wobei bei Gleichstand im Rang das direkte Vergleichsergebnis aus der Matrix herangezogen wird.



Präferenzmatrix für das Projekt Sensorenphalanx				
Gewicht	Rangfolge	Anzahl Nennungen	Kriterien	
8.791	5	8	a	Modulare Sensoren
8.791	5	8	b	Günstig zu beschaffende Sensoren (Breakout Boards)
4.396	10	4	c	W-Lan Anbindung
10.99	2	10	d	Unabhängigkeit von "konventionellen" Anbietern
10.99	2	10	e	Offene Software
5.495	9	5	f	Autonome Energieversorgung
7.692	8	7	g	kabelloses Design
12.09	1	11	h	einfach nachzubauen
2.198	12	2	i	Batteriezustand anzeigen (LED)
2.198	12	2	j	Batteriezustand übermitteln
4.396	10	4	k	unscheinbare Optik
10.99	2	10	l	gut rückbaubar
8.791	5	8	m	hohe Kompatibilität mit Smart Home Systemen
2.198	12	2	n	PCB günstig in der Herstellung
104.4		91		

Tabelle 5: 1.6 Präferenzmatrix Projektkriterien

Rang	Kriterium
1	einfach nachzubauen
2	Unabhängigkeit von "konventionellen" Anbietern
3	Offene Software
4	gut rückbaubar
5	Modulare Sensoren
6	hohe Kompatibilität mit Smart Home Systemen
7	Günstig zu beschaffende Sensoren (Breakout Boards)
8	kabelloses Design
9	Autonome Energieversorgung
10	gut rückbaubar
11	W-Lan Anbindung
12	Batteriezustand übermitteln
13	Batteriezustand anzeigen (LED)
14	PCB günstig in der Herstellung

Tabelle 6: 1.6 Präferenzmatrix Rangliste

## 2 Variantenwahl

Da es eine Vielzahl von möglichen Varianten im Bereich Software und Hardware gibt werden im folgenden Kapitel die verschiedenen Lösungsmöglichkeiten aufgezeigt und der Entscheidungsweg näher beleuchtet.

### 2.1 Smart Home Systeme

Die Basis eines Smart Home Systeme stellt die Zentrale dar die per Funk mit weiteren Komponenten interagiert. Die Zentrale erkennt anhand von angebunden Sensoren Umweltinformationen und reagiert durch das steuern von Aktoren darauf. Wird die Smart Home Zentrale beispielsweise von einem Bewegungsmelder im Raum über eine Bewegung informiert, kann sie abhängig von anderen Daten wie Helligkeit und Uhrzeit bestimmte Beleuchtungssettings aktivieren. Die Logik des Systems befindet sich somit allein auf der Zentrale, deren Auswahl dementsprechend gut überlegt sein sollte.

Abhängig vom gewähltem Funkstandard des Smart Home Systems (z.B. WLAN oder Bluetooth) stehen unterschiedlich viele Geräte zur Auswahl. Während manche konventionellen Lösungen nur mit Geräten des eigenen Herstellers vernetzbar sind, bieten andere Smart Home Systeme auch die Möglichkeit kompatible Komponenten anderer Hersteller einzubinden. Einen marktübergreifenden Standard gibt es derzeit nicht.

Es Gibt grundsätzlich zwei unterschiedliche Herangehensweisen an die Zentrale Smart Home Software: Open Source oder Close Source.

#### 2.1.1 Open Source

Als Open Source bezeichnet man Programmcode der der Öffentlichkeit zugänglich gemacht wird, das heißt, jeder kann ihn einsehen sowie nach Belieben verändern, verteilen und weiterentwickeln.

Open Source-Software stützt sich auf Peer-Review und Community-Produktion. Die aus diesem Prozess entstandene Software ist in der Regel flexibler und langlebiger als proprietäre Produkte, da sie von einer Community entwickelt wird und nicht von einem einzelnen Unternehmen das seine Geschäftsgrundlage sichern möchte. Weit verbreitete Open Source Projekte haben auch den Ruf sichere Software zu sein da hier viele Augen auf den Code schauen und so Fehler und Sicherheitslücken schneller gefunden werden und gegebenenfalls direkt vom Entdecker gelöst werden können

#### 2.1.2 Close Source

Close Source oder auch Proprietäre Software bezeichnet Software die die Möglichkeit der Einsicht und Weiterentwicklung stark einschränkt oder verunmöglicht. Der Vorteil

der Close Source Software ist das sie auf klar definierter Hardware eingesetzt werden kann und so passgenau zugeschnitten wird. Weiter bietet diese Art der Software den Herstellenden Unternehmen bessere Möglichkeiten der Vermarktung.

Als Nachteil ist hier aber zu nennen das Sicherheitsupdates nicht immer am Endgerät ankommt da Nutzer nicht immer auf dem aktuellsten Stand sind. Weiter ist darauf hinzuweisen das Sicherheitslücken nicht zwingend dem Anbieter gemeldet werden und so negativ genutzt werden können.

### **2.1.3 Entscheidungsbegründung**

Aufgrund der Vorgaben aus der Präferenzmatrix die auf Rang Zwei „Unabhängigkeit von „konventionellen“ Anbietern“ und auf Rang Drei „Offene Software“ festlegt, fällt hier die Entscheidung auf eine Open Source Lösung.

## **2.1.4 Open Source Smart Home Systeme**

2.1.4.1 openHAB

2.1.4.2 Home Assistant

2.1.4.3 OpenMotics

2.1.4.4 Entscheidungsbegründung (Präferenzmatrix)

## **2.1.5 Analyse Siegervariante**

2.1.5.1 Eigenschaften

2.1.5.2 Kommunikation Möglichkeiten

2.1.5.3 Protokolle

## **2.2 Hardware**

### **2.2.1 Raspberry Pi**

2.2.1.1 Version 3

2.2.1.2 Version 3 B

2.2.1.3 Version 4 B

2.2.1.4 Entscheidungsbegründung (Präferenzmatrix)

### **2.2.2 Mikroprozessor**

2.2.2.1 Arduino Uno

2.2.2.2 ESP32

2.2.2.3 ESP8226

2.2.2.4 Entscheidungsbegründung (Präferenzmatrix)

### **2.2.3 Energieversorgung**

2.2.3.1 Batterie

2.2.3.2 LIPO

2.2.3.3 Direktversorgung

2.2.3.4 Entscheidungsbegründung (Präferenzmatrix)

## **2.2.4 Sensoren**

2.2.4.1 Temperatur

2.2.4.2 Feuchtigkeit

2.2.4.3 Bewegung

2.2.4.4 CO<sub>2</sub>

2.2.4.5 Luftqualität

2.2.4.6 Akkustand (Anzeige)

2.2.4.7 Helligkeit

2.2.4.8 Entscheidungsbegründung (Morphologischer Kasten)

## **2.3 Zusammenfassung Hardwarebestellung**

## **3 Umsetzung**

### **3.1 Raspberry**

#### **3.1.1 Installieren**

#### **3.1.2 Einrichten**

#### **3.1.3 Testen**

### **3.2 Schaltplan entwerfen**

### **3.3 Lochraster Prototyp**

#### **3.3.1 Aufbau**

#### **3.3.2 Testen**

### **3.4 PCB Design**

### **3.5 Gehäuse entwerfen**

### **3.6 Software entwickeln**

#### **3.6.1 Kommunikation aufbauen**

#### **3.6.2 Daten Sammeln**

#### **3.6.3 Daten Schicken**

### **3.7 Datenauswertung -aufbereiten auf dem Raspberry**

#### **3.7.1 Datenspeicherung**

#### **3.7.2 Visualisierung**

---

## 4 Fazit

---

## **Literaturverzeichnis**

### **Anhänge**

### **Eidesstattliche Erklärung**