



**Hochschule für Technik
und Wirtschaft Berlin**

University of Applied Sciences

**Pflichtenheft
im Fachübergreifendes Projekt**

Sprachsteuerung eines Hauses

Autoren : Azim Izzudin Ramadhani Mubarak
Bashar Mustafa
Kenneth Austin
Reynaldo Domenico

Betreuer/in : Prof. Dr.-Ing. Christian Müller

Ort, Datum : Berlin, 24.05.2022

Inhaltsverzeichnis

	Seite
Abbildungsverzeichnis.....	II
Tabellenverzeichnis.....	III
1 Überblick.....	1
2 Hauptziele.....	2
3 Annahmen und Abgrenzungen.....	2
4 Workflow.....	3
4.1 WF-01: Smarthome Workflow	3
4.2 WF-02: Sprachbefehl Workflow.....	4
4.3 WF-03: Update Workflow	5
5 Funktionalität	6
5.1 Überblick.....	6
5.2 UC-01: Befehle geben	7
5.3 UC-02: Audio im Text umwandeln.....	7
5.4 UC-03: Spracherkennung.....	8
5.5 UC-04: Text in Audio umwandeln.....	8
5.6 UC-05: Feedback geben	9
5.7 UC-06: Lautstärke anpassen.....	9
5.8 UC-07: Update installieren	10
6 Benötigte Hardware.....	11
7 GUI Mockup.....	12
8 Modelle	13
9 Modulabhängigkeiten	14
10 Wer hat was gemacht	14

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Der Smarthome Workflow	3
Abbildung 2: Der Sprachbefehl Workflow	4
Abbildung 3: Der Update Workflow	5
Abbildung 4: Use-Case Diagramm	6
Abbildung 5: Startseite der GUI.....	12
Abbildung 6: Geräteliste GUI.....	12
Abbildung 7: Vorderansicht	13
Abbildung 8: Seitenansicht.....	13
Abbildung 9: Draufsicht	13
Abbildung 10:Isometrische Ansicht	14

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Version Historie	IV
Tabelle 2: Relevante Dokumente	V
Tabelle 3: Hauptziele des Projekts	2
Tabelle 4: Fachliche und technische Annahmen für das Projekt	2
Tabelle 5: Abgrenzungen für das Projekt	2
Tabelle 6: Beschreibung Befehl Eingeben	7
Tabelle 7: Beschreibung der Umwandlung Audio im Text	7
Tabelle 8: Beschreibung Funktion der Spracherkennung	8
Tabelle 9: Beschreibung der Umwandlung Text in Audio	8
Tabelle 10: Beschreibung Funktion Feedback geben	9
Tabelle 11: Beschreibung Funktion Anpassung der Lautstärke	9
Tabelle 12: Beschreibung Funktion Update	10
Tabelle 13: Hardwarekomponenten	11
Tabelle 14: Modulabhängigkeiten	14
Tabelle 15: Verteilung der Aufgaben	14

Copyright

© Sprachsteuerung eines Hauses

Die Weitergabe, Vervielfältigung oder anderweitige Nutzung dieses Dokumentes oder Teile davon ist unabhängig vom Zweck oder in welcher Form untersagt, es sei denn, die Rechteinhaber/In hat ihre ausdrückliche schriftliche Genehmigung erteilt.

Version Historie

Tabelle 1: Version Historie

Version	Datum	Verantwortlich	Änderung
0.1	11.05.2022	Alle	Initiale Dokumenterstellung
0.2	15.05.2022	Bashar, Azim	Diagramme hinzugefügt
0.3	18.05.2022	Kenneth, Reynaldo	Workflow und Beschreibungen hinzugefügt
0.4	20.05.2022	Alle	Abbildungen und Beschreibungen von den Funktionen hinzugefügt
0.5	22.05.2022	Alle	Erweiterungen
0.6	23.05.2022	Alle	Letze Überprüfung
1.0	24.05.2022	Alle	Abgabe

Verzeichnis vorhandener Dokumente

Alle für die vorliegende Spezifikation ergänzenden Unterlagen müssen hier aufgeführt werden

Tabelle 2: Relevante Dokumente

Dokument	Autor	Datum
Lastenheft-Gruppe-4.pdf	<ul style="list-style-type: none">• Azim Izzudin Ramadhani Mubarak• Bashar Mustafa• Kenneth Austin• Reynaldo Domenico	26.04.2022
Projektplanung-1.mpp	<ul style="list-style-type: none">• Azim Izzudin Ramadhani Mubarak• Bashar Mustafa• Kenneth Austin• Reynaldo Domenico	24.05.2022

1 Überblick

Aus dem vorliegenden Lastenheft werden folgende Anforderungen in diesem Projekt nachgegangen. Es wird ein Gerät entwickelt, das den Zugriff auf verschiedene "Smart Devices" nur mit Sprachsteuerung ermöglicht. Dieses Gerät besteht aus Software und Hardware. Für die Hardware wird es mit Komponenten hergestellt, die aus Mikrofon, Lautsprecher, Raspberry Pi, Gehäuse und LED bestehen. Die LED leuchtet auf, wenn ein Wort oder Code als „Wake Word“ genannt, vom Benutzer gesagt wird. Das zeigt an, dass unser Gerät bereit ist, Befehle abzuhören. Das Mikrofon wird verwendet, um die Stimme des Benutzers zu erfassen und an den Mikrocontroller weiterzuleiten.

Der Raspberry Pi funktioniert hier als Mikrocontroller, in den wir alle Programme und Funktionen schreiben werden. Der Lautsprecher dient dazu, Feedback zu geben, dass der vom Lautsprecher erfasste Befehl ausgeführt werden kann oder nicht. Wenn der vom Benutzer gegebene Befehl erfolgreich ist, leuchten die gewünschten "Smart Devices" auf und handeln gemäß dem Befehl. Um alle Komponenten abzudecken, verwenden wir ein Gehäuse, das mit 3D-Drucker gedruckt wird. Für die Software wird dieses Gerät, Rhasppy als Spracherkennung und OpenHab zum Implementieren des Befehls verwenden.

2 Hauptziele

Tabelle 3: Hauptziele des Projekts

#	Ziel	Beschreibung der Implementation
1	Gehäuse	<ul style="list-style-type: none"> Das Modell wird mit Inventor oder einer ähnlichen Software erstellt, die den 3D-Druck ermöglicht. Die Gehäuse verfügt über einen ausreichenden Platz, um alle Komponenten des Projektes zu beinhalten. Außerdem hat die Gehäuse auch Löcher für die USB und Ladekabel. Die Gehäusedeckel kommt von oben und wird mit den Schrauben befestigt.
2	Verbindung mit Haushaltgeräten	OpenHab wird als Bindeglied zwischen Haushaltsgeräten und Produkt sowie als zentrale Steuerung aller Geräte eingesetzt.
3	Spracherkennung und Textgenerierung	Rhasspy übersetzt Sprachbefehle, damit das System versteht, was zu tun ist. Rhasspy übersetzt auch Feedback vom System in Audio.
4	Verbindung zwischen OpenHab und Spracherkennung	Rest API

3 Annahmen und Abgrenzungen

Tabelle 4: Fachliche und technische Annahmen für das Projekt

#	Annahmen (fachliche und technische Annahmen)
1	Stromversorgung durch Ladekabel
2	Ein gutes Mikrofon und Lautsprecher
3	Gleichverteiltes Gewicht des Gerätes
4	Die Verbindung soll mit Wifi verbunden werden
5	Status LED soll an dem Gerät montiert werden
6	Open Home Automation Bus (OpenHAB): Alle Komponenten des Hauses werden in einer Plattform verbunden

Tabelle 5: Abgrenzungen für das Projekt

#	Abgrenzungen (Was ist in dieser Lösung nicht enthalten bzw. abgedeckt)
1	Keine schwer erklärende Benutzeroberfläche
2	Die Erkennung von Wörtern ist nicht sicher, ob es korrekt erkannt werden
3	Mehrere Befehle gleichzeitig verarbeiten
4	Mehrere Geräte gleichzeitig steuern
5	Sprachbefehl nicht mehr als 5 m gegeben wird

4 Workflow

4.1 WF-01: Smarthome Workflow

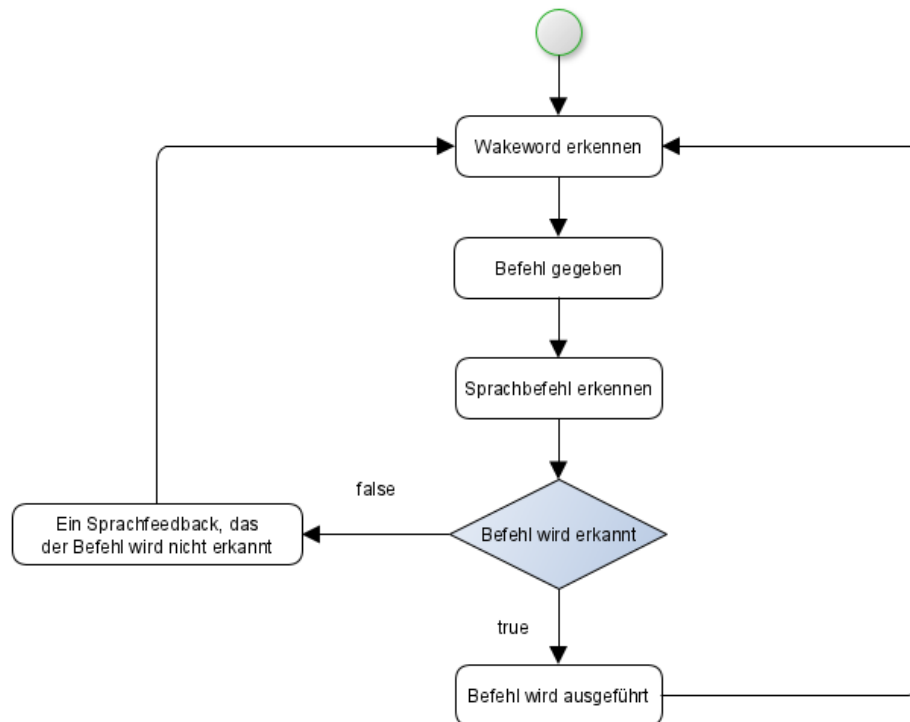


Abbildung 1: Der Smarthome Workflow

4.2 WF-02: Sprachbefehl Workflow

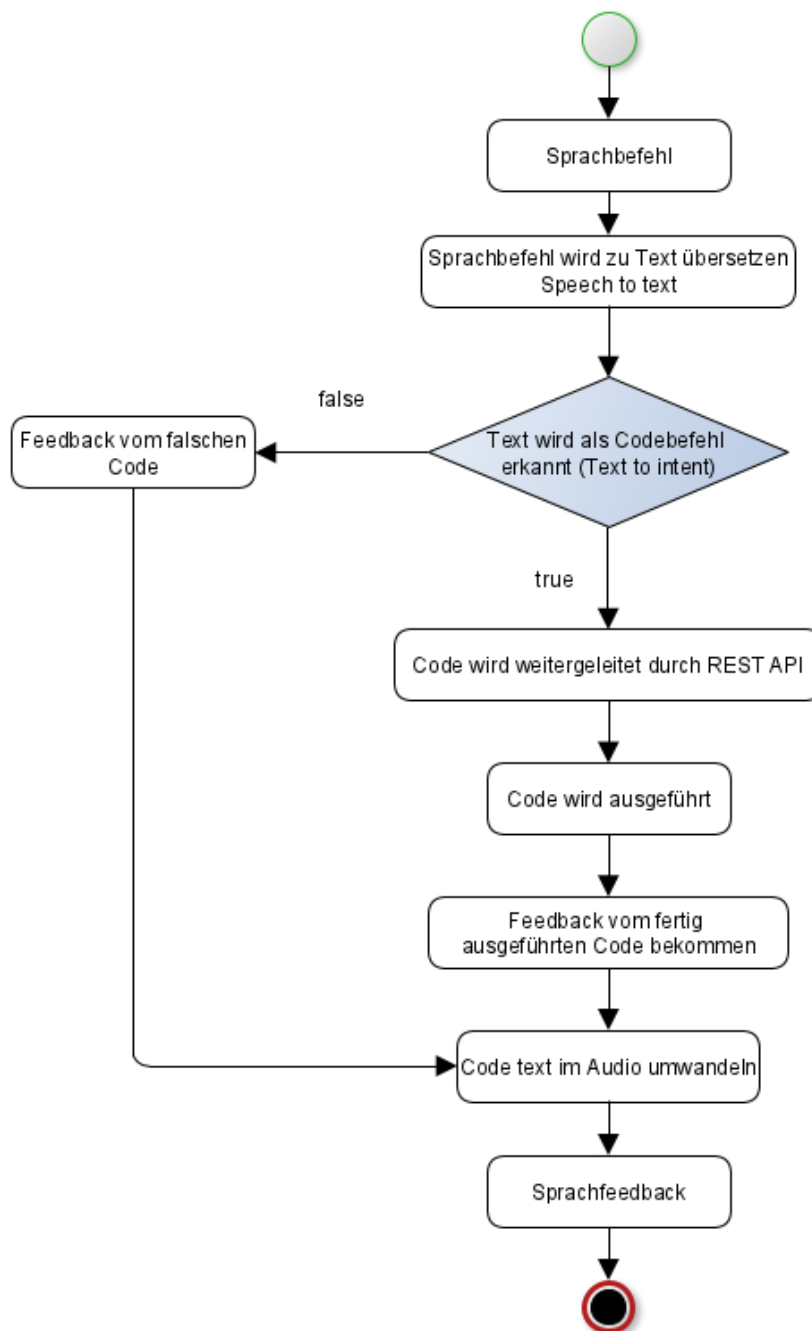


Abbildung 2: Der Sprachbefehl Workflow

4.3 WF-03: Update Workflow

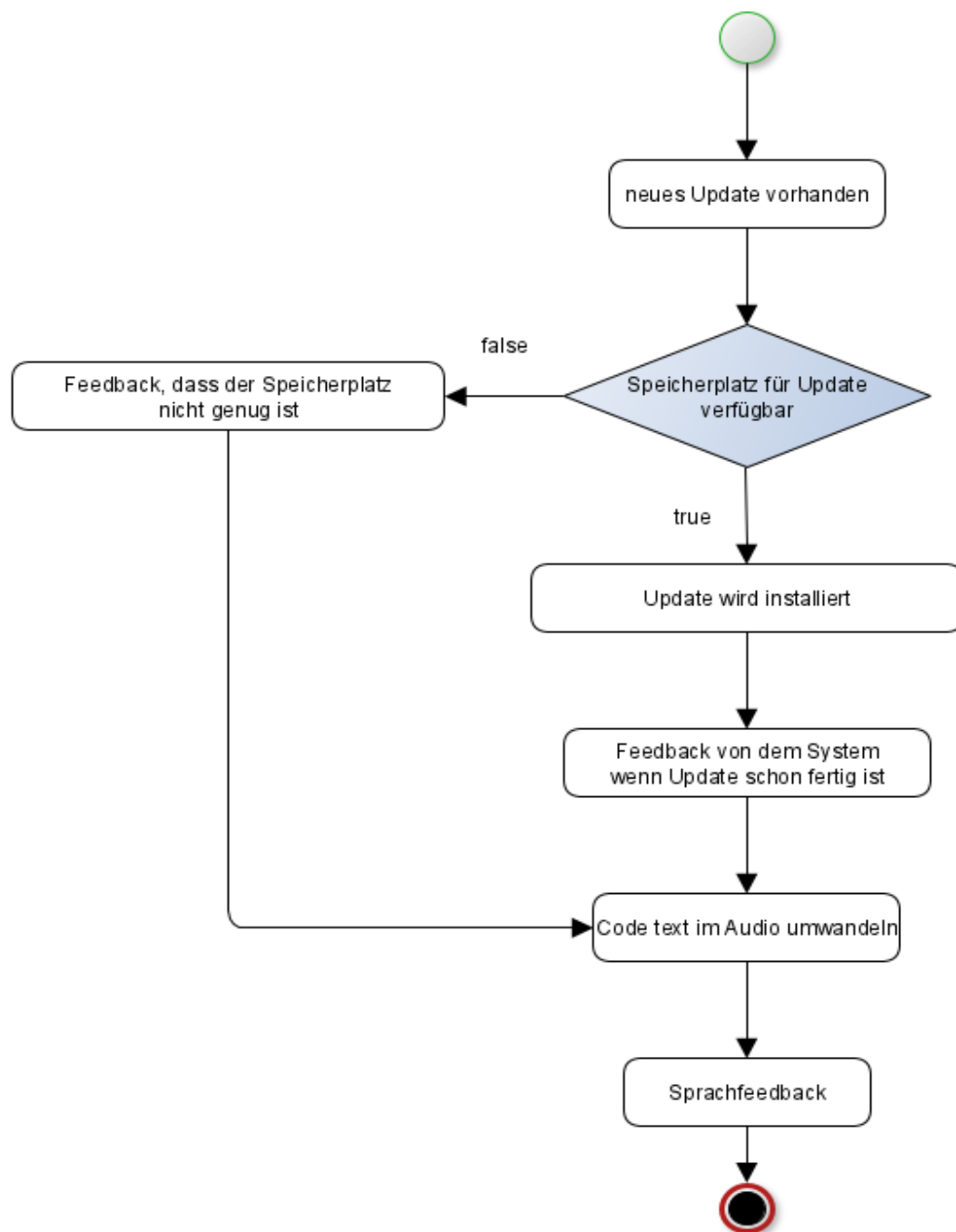


Abbildung 3: Der Update Workflow

5 Funktionalität

5.1 Überblick

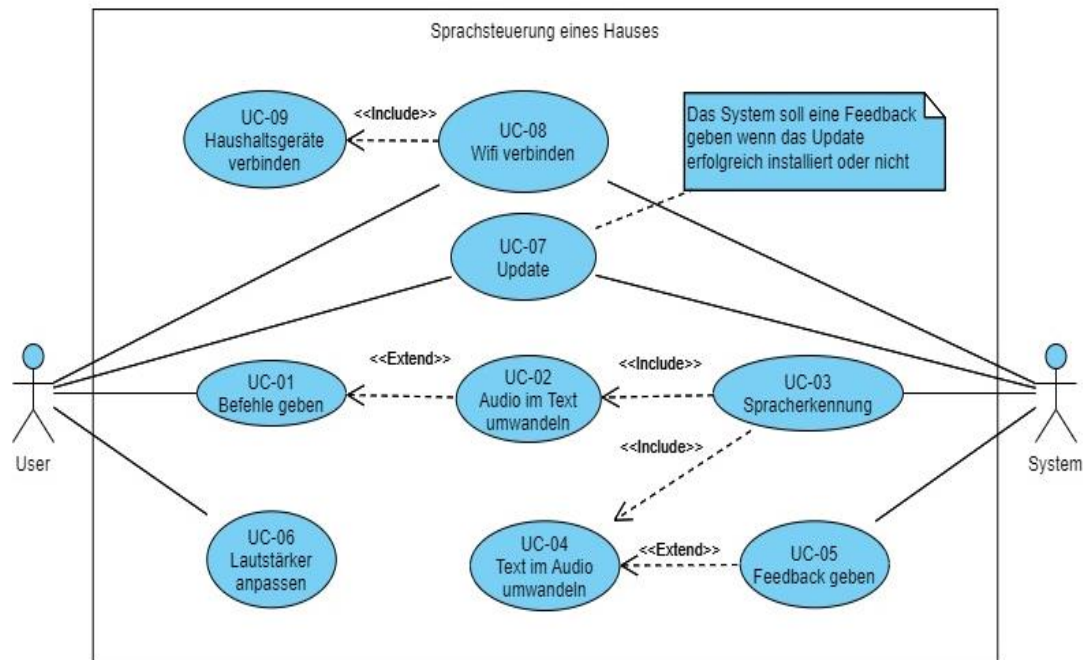


Abbildung 4: Use-Case Diagramm

5.2 UC-01: Befehle geben

Tabelle 6: Beschreibung Befehl Eingeben

Zweck/Ziel	User gibt Sprachbefehl, der verarbeitet wird
Akteur/Auslöser	User
WF-Referenz	WF-01, WF-02
Vorbedingung	<ul style="list-style-type: none"> • Produkt ist eingeschaltet • Produkt ist an einer Stromquelle angeschlossen
Daten-Input	Sprachbefehl von User
Verarbeitungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. User aktiviert das System, indem er das Wakeword gibt 2. User gibt Sprachbefehl ein
Ergebnis	System kann Sprache erkennen. Befehl wird im nächsten Schritt bearbeitet
Plausibilitäten	Hintergrundgeräusche beeinträchtigen die Befehlsklarheit
Fehlerhandling	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen, dass das Mikrophon gut funktioniert • Überprüfen, dass das System bereit ist
Test-Cases	<ul style="list-style-type: none"> • Eingabe aus einer Entfernung von weniger als 5 m • Eingabe aus einer Entfernung von mehr als 5 m • Eingabe des bekannten Wakeword • Eingabe des unbekannten Wakeword

5.3 UC-02: Audio im Text umwandeln

Tabelle 7: Beschreibung der Umwandlung Audio im Text

Zweck/Ziel	System wandelt Sprachbefehl in einen Text-Code um
Akteur/Auslöser	System
WF-Referenz	WF-02
Vorbedingung	<ul style="list-style-type: none"> • Sprachbefehl wurde gegeben • Sprachbefehl ist in Englisch oder Deutsch
Daten-Input	Sprachbefehl
Verarbeitungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. System nimmt Sprachbefehl ab 2. Befehl wird in Text übersetzt, der vom System verstanden werden kann
Ergebnis	Bei der erfolgreichen Übersetzung wird Befehl in Text umgewandelt
Plausibilitäten	System kann Befehle aufgrund mangelnder Sprachverständlichkeit nicht richtig übersetzen
Fehlerhandling	Sicherstellen, dass im vorherigen Prozess keine Fehler aufgetreten sind
Test-Cases	<ul style="list-style-type: none"> • Eingabe des Sprachbefehl auf Englisch • Eingabe des Sprachbefehl auf Deutsch • Eingabe des Sprachbefehl in anderen Sprachen

5.4 UC-03: Spracherkennung

Tabelle 8: Beschreibung Funktion der Spracherkennung

Zweck/Ziel	System führt eine Aktion basierend auf dem gegebenen Befehl aus
Akteur/Auslöser	System
WF-Referenz	WF-01, WF-02
Vorbedingung	<ul style="list-style-type: none"> • Befehl wird in Text Code empfangen • System ist mit den Haushaltsgeräten verbunden
Daten-Input	Befehl in Text Code
Verarbeitungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. System nimmt Befehl ab 2. System verarbeitet den Befehl 3. Wenn Befehl erkannt wird, wird der Befehl ausgeführt 4. System gibt Feedback
Ergebnis	System führt den Befehl aus und Feedback in Text wird zum nächsten Prozess fortgesetzt
Plausibilitäten	
Fehlerhandling	Überprüfen, dass das System mit Haushaltsgeräten verbunden ist
Test-Cases	<ul style="list-style-type: none"> • Eingabe des bekannten Befehls • Eingabe des unbekannten Befehls

5.5 UC-04: Text in Audio umwandeln

Tabelle 9: Beschreibung der Umwandlung Text in Audio

Zweck/Ziel	Wandeln von System generierten Text im Audio um
Akteur/Auslöser	System
WF-Referenz	WF-02
Vorbedingung	<ul style="list-style-type: none"> • Produkt ist eingeschaltet • Produkt ist an einer Stromquelle angeschlossen
Daten-Input	Befehl in Text Code
Verarbeitungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. System hat den Befehl empfangen, der bereits von der Spracherkennung verarbeitet wurde 2. Befehl wird in Audio übersetzt
Ergebnis	Das System kann den Befehl in Audio umwandeln, sodass er als Feedback ausgegeben werden kann
Plausibilitäten	Das System kann den Befehl nicht in Audio umwandeln oder er wurde falsch umgewandelt
Fehlerhandling	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen, dass das System Befehle in Audio umwandeln kann • Überprüfen, dass das System Befehle in dem gewünschten Audio umwandeln kann
Test-Cases	<ul style="list-style-type: none"> • Ausgabe des Sprachbefehl auf Englisch • Ausgabe des Sprachbefehl auf Deutsch

5.6 UC-05: Feedback geben

Tabelle 10: Beschreibung Funktion Feedback geben

Zweck/Ziel	Um den Befehl auszugeben, der bereits in Audio umgewandelt wurde
Akteur/Auslöser	System
WF-Referenz	WF-01, WF-02
Vorbedingung	Der Befehl schon vom System umgewandelt
Daten-Input	Audiodaten, die schon vom Befehl umgewandelt wurden
Verarbeitungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. System hat den Befehl erhalten, der bereits von der Spracherkennung verarbeitet wurde 2. Befehl wird in Audio übersetzt
Ergebnis	System kann Sprache erkennen. Befehl wird im nächsten Schritt bearbeitet
Plausibilitäten	Das System kann ein passendes Feedback liefern oder überhaupt kein Feedback liefert
Fehlerhandling	<ul style="list-style-type: none"> • Überprüfen, dass der Lautsprecher gut funktioniert • Überprüfen, dass das System entsprechendes Feedback liefert
Test-Cases	Feedback in beiden Sprachen testen

5.7 UC-06: Lautstärke anpassen

Tabelle 11: Beschreibung Funktion Anpassung der Lautstärke

Zweck/Ziel	Die Lautstärke kann eingestellt werden
Akteur/Auslöser	User
WF-Referenz	
Vorbedingung	Der Benutzer ändert die Lautstärke mit der Taste am Produkt
Daten-Input	Eingabe von der Taste
Verarbeitungsschritte	<ol style="list-style-type: none"> 1. Der Benutzer drückt die Taste, um die Lautstärke zu erhöhen oder zu verringern 2. Der Lautsprecher passt die Lautstärke abhängig von der Eingabe über die Taste an
Ergebnis	Der Lautsprecher kann die gleiche Lautstärke wie vom Benutzer gewünscht ausgeben
Plausibilitäten	Die Lautstärke des Lautsprechers entspricht nicht den Wünschen des Benutzers oder nicht der Eingabe über die Taste
Fehlerhandling	Überprüfen, dass der Lautsprecher die Lautstärke ändern kann
Test-Cases	<ul style="list-style-type: none"> • Ton testen • Keine Geräusche bei maximaler Lautstärke






5.8 UC-07: Update installieren

Tabelle 12: Beschreibung Funktion Update

Zweck/Ziel	Neue Update installieren, damit man neue Befehle und neue Haushaltsgeräte geben kann.
Akteur/Auslöser	System, User
WF-Referenz	WF-03
Vorbedingung	<ul style="list-style-type: none">• Speicherplatz vorhanden• Neue Update Vorhanden• Das System soll mit Wifi verbunden sein
Daten-Input	Neue Update
Verarbeitungsschritte	<ol style="list-style-type: none">1. Neues Update vorhanden2. System überprüft, ob neuer Speicherplatz vorhanden ist oder nicht3. Das Update wird installiert
Ergebnis	Neue Befehle und Haushaltsgeräte werden erkennen
Plausibilitäten	Das System kann die Installation von dem Update abbrechen, falls nicht genug Speicher vorhanden ist
Fehlerhandling	Update Fehler, keine neuen Geräte werden gefunden.
Test-Cases	<ul style="list-style-type: none">• Eingabe der neuen Sprachbefehle auf der beiden Sprachen• Die Erkennung der neuen Geräte

6 Benötigte Hardware

Tabelle 13: Hardwarekomponenten

Name	Technische Daten	Bild
Raspberry Pi 4	<ul style="list-style-type: none"> • SoC: Broadcom BCM2711B0 quad-core A72 (ARMv8-A) 64-bit @ 1.5GHz • GPU: Broadcom VideoCore VI • Networking: 2.4 GHz and 5 GHz 802.11 b/g/n/ac wireless LAN • RAM: 1GB, 2GB, or 4GB LPDDR4 SDRAM • Storage: microSD • Ports: 2 x micro-HDMI 2.0, 3.5 mm analogue audio-video jack, 2 x USB 2.0, 2 x USB 3.0, Gigabit Ethernet, Camera Serial Interface (CSI), Display Serial Interface (DSI) 	
ReSpeaker 4-Mics	<ul style="list-style-type: none"> • Raspberry Pi kompatibel • 4 Mikrofone Sprachaufnahme mit einem Radius von 3 Metern • 2 Grove-Schnittstellen • 12 APA102 LEDs • Software-Algorithmus: VAD (Voice Activity Detection), DOA (Direction of Arrival) und KWS (Stichwortsuche) 	
Speicherkarte	<ul style="list-style-type: none"> • Betriebsspannung: 2,7 -3,6 V • 10000 Steckzyklen 	
Ladekabel	<ul style="list-style-type: none"> • Anschluss: USB-Typ-C • Spannung: 5,1 Volt • Stromstärke: 3 Ampere • Leistung: 15,3 Watt 	
LED	<ul style="list-style-type: none"> • Wellenlänge: 565 nm • Betriebstemperatur: -40...+85 °C • Spannung: 5 V • Maße: Durchmesser 5.0 mm, Länge 8,60 mm 	
Gehäuse	<ul style="list-style-type: none"> • Dimension: kleiner als 20x20x15 cm³ • Gewicht: kleiner als 1 Kg 	siehe in Modelle

7 GUI Mockup

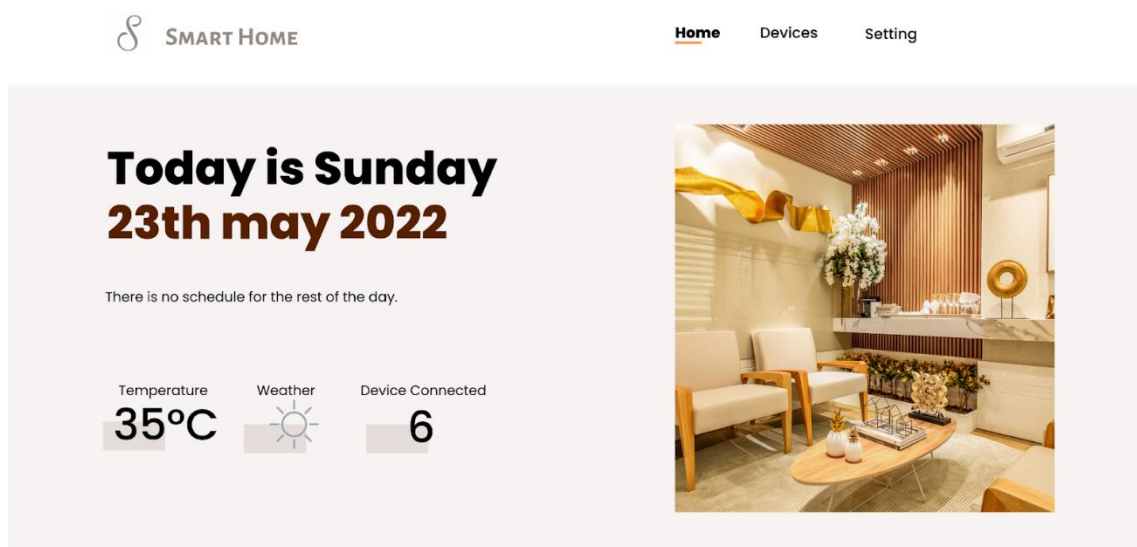


Abbildung 5: Startseite der GUI

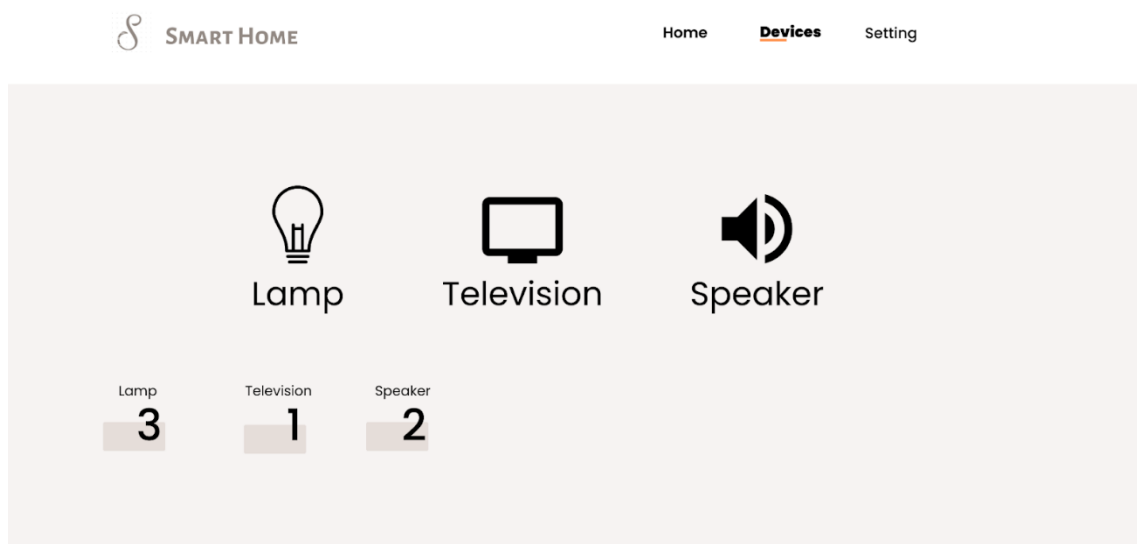


Abbildung 6: Geräteliste GUI

8 Modelle

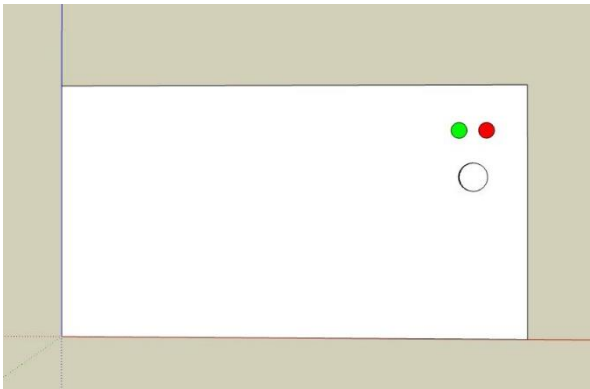


Abbildung 7: Vorderansicht

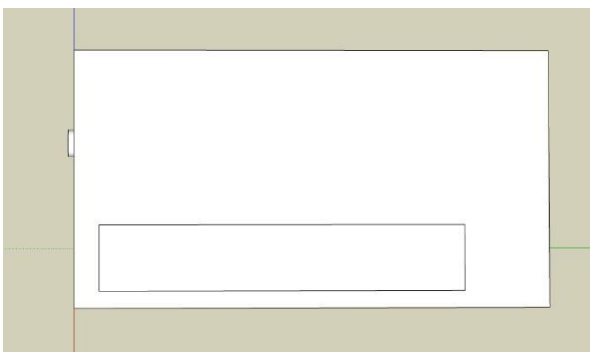


Abbildung 8: Seitenansicht

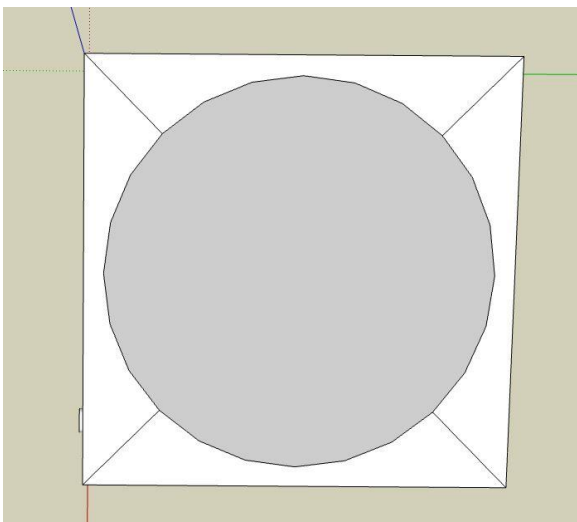


Abbildung 9: Draufsicht

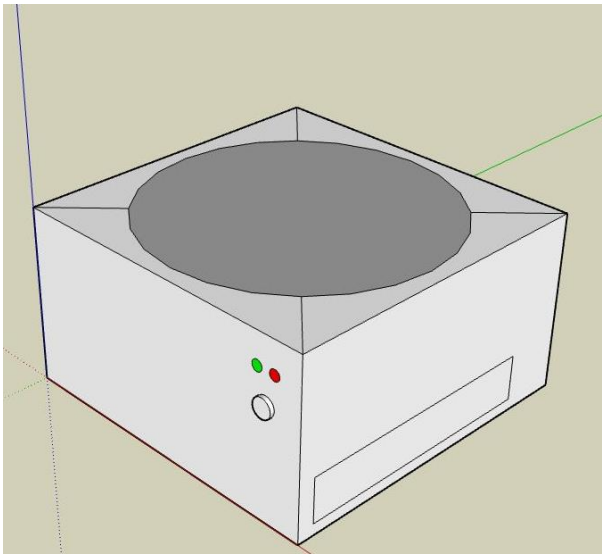


Abbildung 10: Isometrische Ansicht

9 Modulabhängigkeiten

Tabelle 14: Modulabhängigkeiten

#	Name	Abhängig von
1	Raspberry Pi 4	Stromversorgung für die andere Module, wird durch das Ladekabel direkt mit Strom versorgt. Steuert und regelt alle Module.
2	ReSpeaker 4-Mics	Wird mit Raspberry Pi verbunden fürs Signal um Ein- & Ausschalten und auch um die Dateien zu tauschen. Wurde auch von Raspberry Pi 4 das Strom versorgt.
3	Ladekabel	Netzteil versorgt mit Strom
4	LED	Wird mit Raspberry Pi verbunden fürs Signal um Ein- & Ausschalten. Das Raspberry Pi 4 versorgt das Strom.

10 Wer hat was gemacht

Tabelle 15: Verteilung der Aufgaben

Autor	Aufgabe/Kapitel	Anteil
Azim	Alle	25%
Bashar	Alle	25%
Kenneth	Alle	25%
Reynaldo	Alle	25%