

# Türklingelanlage mit Standardkomponenten

Federico Crameri, Geo Bontognali



## Bachelorarbeit

**Studiengang:** Systemtechnik  
**Profil:** Informations- und Kommunikationssysteme  
**Referent:** Prof. Dr. Hauser-Ehninger Ulrich, MSc in Electronic Engineering  
**Korreferent:** Toggenburger Lukas, Master of Science FHO in Engineering



## Zusammenfassung

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat.

Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi.

Nam liber tempor cum soluta nobis eleifend option congue nihil imperdiet doming id quod mazim placerat facer

## Abstract

Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonumy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Stet clita kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.

Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi. Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy nibh euismod tincidunt ut laoreet dolore magna aliquam erat volutpat.

Ut wisi enim ad minim veniam, quis nostrud exerci tation ullamcorper suscipit lobortis nisl ut aliquip ex ea commodo consequat. Duis autem vel eum iriure dolor in hendrerit in vulputate velit esse molestie consequat, vel illum dolore eu feugiat nulla facilisis at vero eros et accumsan et iusto odio dignissim qui blandit praesent luptatum zzril delenit augue dui dolore te feugait nulla facilisi.

Nam liber tempor cum soluta nobis eleifend option congue nihil imperdiet doming id quod mazim placerat facer



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einführung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung . . . . .	1
1.2	Grundidee . . . . .	1
1.3	Lösungskonzept . . . . .	1
<b>2</b>	<b>Projektplanung</b>	<b>3</b>
2.1	Prozess . . . . .	3
2.2	Zeitplanung . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Aktueller Stand</b>	<b>5</b>
3.1	Die Herausforderungen der Digitalisierung . . . . .	5
3.2	Marktsituation . . . . .	6
<b>4</b>	<b>Hardware</b>	<b>7</b>
4.1	Hardware System Übersicht . . . . .	7
4.2	Komponenten . . . . .	7
4.3	Server . . . . .	8
4.4	Aussensprechstelle . . . . .	8
4.5	Power over Ethernet . . . . .	10
<b>5</b>	<b>Software</b>	<b>12</b>
5.1	Programmiersprachen . . . . .	12
5.1.1	Java . . . . .	12
5.1.2	PHP/Javascript . . . . .	12
5.1.3	PHP Framework: Laravel . . . . .	13
5.2	System Übersicht . . . . .	13
5.3	Raspbian . . . . .	14
5.4	Dienste . . . . .	14
5.4.1	Taster Controller . . . . .	14
5.4.2	Speaker Controller . . . . .	15
5.4.3	Relay Controller . . . . .	15
5.4.4	Signaling Server . . . . .	15
5.5	Logging . . . . .	15
5.6	Watchdog . . . . .	16
5.7	Webapplikationen . . . . .	16
5.7.1	Client Webapplikation . . . . .	16

5.7.2	Aussensprechstelle Webapplikation . . . . .	17
5.7.3	Management Tool . . . . .	17
5.8	Remote Verbindung . . . . .	18
5.9	WebRTC . . . . .	18
5.9.1	Signaling Process . . . . .	19
5.9.2	STUN Servers & Remote Verbindung . . . . .	20
<b>6</b>	<b>Probleme</b>	<b>21</b>
6.1	Rechenleistung der Mikrocontroller . . . . .	21
6.1.1	Alternative . . . . .	22
6.2	Das Mikrophon . . . . .	22
6.3	MORE PROBLEMS . . . . .	22
<b>7</b>	<b>Testabnahme</b>	<b>23</b>
<b>8</b>	<b>Fazit und Ausblick</b>	<b>23</b>
<b>9</b>	<b>Anhang</b>	<b>23</b>
9.1	Aussensprechstelle Konfigurationsanleitung . . . . .	23
9.1.1	Aktuelle Stand . . . . .	23
9.1.2	Namen und Passwortkonzept . . . . .	23
9.1.3	Betriebssystem Installation . . . . .	23
9.1.4	Allgemeine Einstellungen . . . . .	24
9.1.5	Bidschirm Konfiguration . . . . .	24
9.1.6	Browser Kiosk-mode . . . . .	25
9.1.7	Aussensprechstelle Initialisierung . . . . .	25
9.1.8	Taster Controller . . . . .	26
9.1.9	Speaker Controller Service . . . . .	26
9.1.10	Watchdog/Watchdog deamon . . . . .	27
9.1.11	Sicherheitszertifikate Intallazion . . . . .	27
9.2	Server Konfigurationsanleitung . . . . .	27
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>28</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>29</b>
	<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>30</b>
	<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>31</b>





# 1 Einführung

## 1.1 Problemstellung

Heutzutage liefern diverse Hersteller verschiedene Lösungen für das Türglockensystem. Diese sind meistens Komplettsysteme, die nicht nur das einfache Klingeln ermöglichen, sondern auch Zusatzfunktionen wie das Videostreaming anbieten. Diese Systeme sind aber meistens proprietär und werden für sehr hohe Preise verkauft.

Die Komponenten, die für solche Systeme notwendig sind, sind aber heutzutage kostengünstig auf dem Markt erhältlich. Das Erarbeiten preiswerter Lösungen müsste somit möglich sein.

Natürlich spielen die Kosten einer Türsprechanlage auf die Investitionen eines Neubaus keine grosse Rolle. Sicher besteht aber in diesem Bereich eine Marktlücke und somit die Möglichkeit neue, bessere und günstigere Lösungen zu entwickeln.

## 1.2 Grundidee

Die Grundidee dieser Arbeit ist es, durch das Zusammenspiel verschiedener Systemen/Technologien, eine kostengünstige und funktionale Türsprechanlage zu entwickeln.

Um den Kostenfaktor zu berücksichtigen, soll die Anlage auf schon vorhandene Technologie/Hardware basieren. Somit fallen die hohen Kosten für die Beschaffung proprietärer Hardware weg.

In der Zeit, in der die Hausautomation und das «Internet of things» immer mehr Bedeutung gewinnen, soll die Türsprechanlage diese Standards in Betracht ziehen. Dieses System soll den Benutzern ermöglichen, Ihre Sprechtüranlage durch herkömmliche Smartphone oder Tablet zu bedienen.

Klingelt ein Besucher an der Eingangstüre, soll der Wohnungsbesitzer über sein Smartphone darauf aufmerksam gemacht werden. Über eine am Eingang installierte Kamera, bekommt er auch die Möglichkeit den Besucher im Streaming zu sehen und die Türe, falls erwünscht, durch einen Handybefehl zu öffnen.

## 1.3 Lösungskonzept

Die Abb. 7 bietet ein Überblick über den verschiedenen Komponenten die für den Türsprechanlage notwendig sind. Bei der Vorführung werden die Türöffner und die Glocken durch LEDs simuliert. An diese Stellen werden zwei Begrif-

fe erklärt die in diesem Dokument von grosse Bedeutung sind. Die erste ist die Türsprechanlage, damit gemeint ist die Gesamtheit der Komponenten die dann Zusammen den Endprodukt darstellen. Die zweite Begriff ist die Aussensprechstelle. Wie in der Abb. 7 ersichtlich ist in Grunde genommen ein Mikrocontroller mit verschiedene Modulen die an den Eingangstüre installiert wird. Räumlich von der Aussensprechstelle getrennt befindet sich der Server. Dieser besteht aus ein Microcontroller die als Server im Einsatz ist, ein Switch die dazu dient die Aussensprechstelle mit Strom und Datenverbindung zu versorgen und die Relais die den Türöffner und Glocken betätigen.

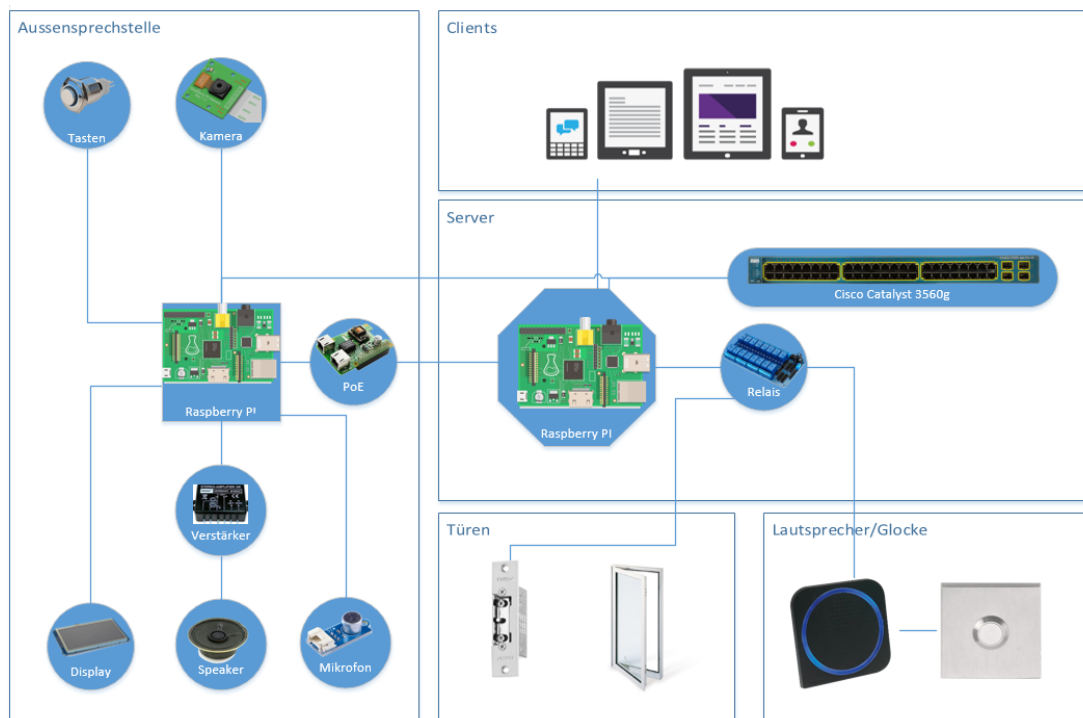


Abbildung 1: Hardware Ecosystem

## 2 Projektplanung

### 2.1 Prozess

Als Entwicklungsprozess wird ein hybrides Vorgehensmodell eingesetzt (siehe Abb. 2). Im Rahmen einer Bachelor Arbeit, in der die Anforderungen und Analysen schon im Vorhinein im Fachmodul definiert worden sind, eignet sich am bestens ein lineares V-Modell. Ein solcher Prozess ist sehr schlank, übersichtlich und geeignet für die Grösse des Projekts.

Was das V-Modell nicht erlaubt, ist eine ständige Iteration mit dem Kunden während der Entwurf/Implementierungsphase. Daraus ergibt sich, wie im Abbild unten gezeigt, ein hybrides Modell welches uns erlaubt, trotz der klar definierten Anforderungen, während der Entwurf- und der Implementierungsphase ein agiles Vorgehen mit der Kunde durchzuführen.

Die im Fachmodul geleistete Arbeit gehört zu den ersten zwei Phasen des Modells. Wie im linearen Vorgehensmodell vorgegeben, beginnt die nächste Phase der Arbeit sobald die vorherige Phase abgeschlossen ist. Die ganze Bachelorarbeit basiert auf Evaluationen/Entscheidungen die in den ersten Phasen getroffen worden sind.

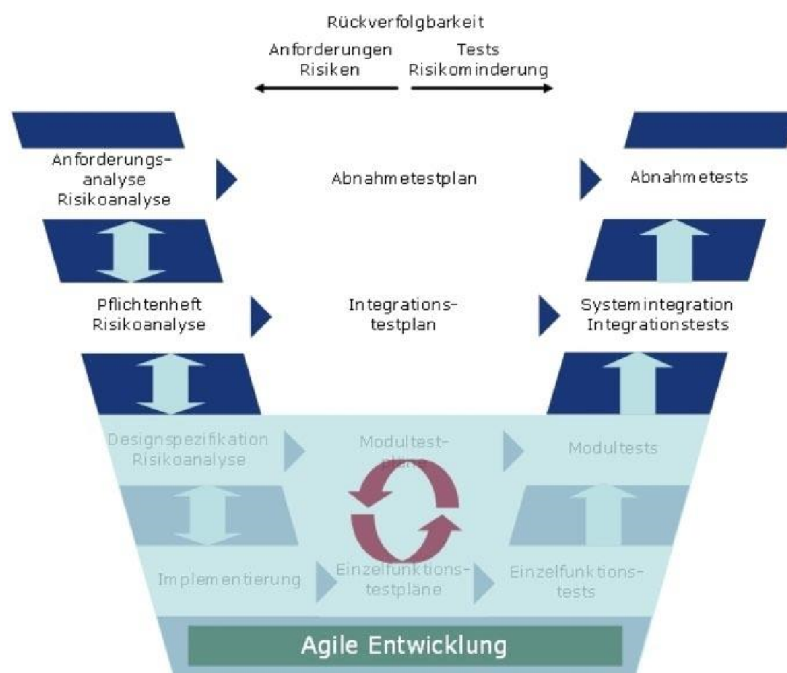


Abbildung 2: Hybrides Vorgehensmodell

## 2.2 Zeitplanung

Die folgenden Abbildungen stellen die Projektplanung und die Meilensteine zeitlich dar (siehe Abb. 3 & Abb. 4). In die erste Woche werden die Hardware Komponenten, die mittlerweile schon bestellt wurden, getestet und zusammengebaut. Die nächste zwei Meilensteine sind Software-Ready Meilensteine. Die Software Programmierung wurde in zwei Teile geteilt.

Bei Part 1 geht es um die Skripts die Serverseitig kleine Aufgaben übernehmen. Part 2 ist der grösste Programmierung teil. Da werden die Webapplikationen entwickelt, die auf die Aussensprechstellen und auf die Mobile Geräte der Bewohner ausgeführt werden sollen.

Die letzte Phase ist für die Optimierung und Reserve gedacht.

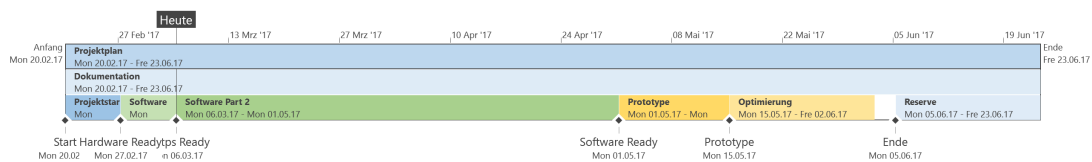


Abbildung 3: Zeitplanung mit Meilensteinen

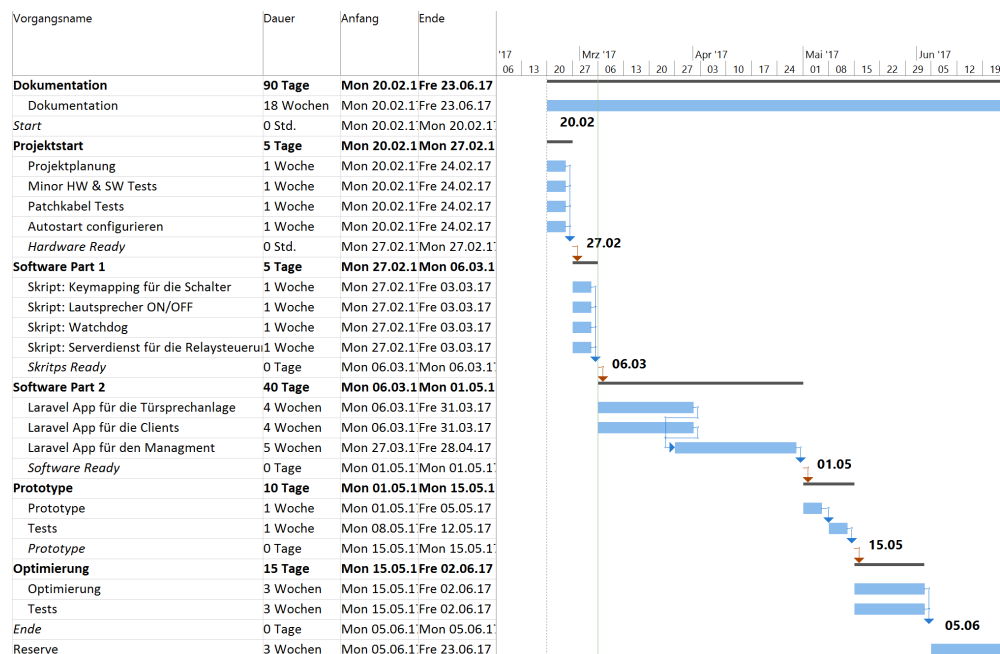


Abbildung 4: Projektplanung

### 3 Aktueller Stand

Eine Türsprechanlage, welche Audio und Video überträgt ist keine neue Erfindung. Auf dem Markt existieren bereits verschiedene Lösungen und das schon seit mehreren Jahren. Diese sind aber meistens Analoge Systeme und verfügen über die Vorteile der Digitalisierung nicht. Die Steuerung über eine Mobileapplikation ist bei solche Lösungen aus diesem Grund ausgeschlossen.



Abbildung 5: Analoge Türsprechanlage mit In-House Display

In den letzten Jahren sind die ersten Digitale Lösungen mit IP Videoübertragung auf dem Markt gekommen. Die Digitalisierung in diesem Bereich hat es die gigantische Schritten im Bereich der Miniaturisierung und die immer schnellere Internet Zugänge (xDSL, LTE, usw) zu verdanken.

#### 3.1 Die Herausforderungen der Digitalisierung

Die Digitalisierung bringt nicht nur Vorteile mit sich. Besonders bei der Video und Audioübertragung. Während eine Analoge Videoübertragung ziemlich mühelos erfolgt muss im Fall eine Digitale Lösung das Video zuerst kodiert und dann dekodiert werden.

Die heutige Kodierung-Algorithmen ermöglichen eine ziemlich schnelle Dekodierung. Mittlerweile hat jeder Smartphone genug Leistung um ein Full-HD Videostream vom Youtube oder Netflix in real-time zu dekodieren. Auf die andere Seite ist die Kodierung ein sehr rechenintensiven Prozess und benötigt sehr viel Leistung.

Jeder der schon mal mit Video-Editing zu tun hatte, weiss, wie viel Zeit die Exportierung eines Video dauern kann.

Die grösste Herausforderung für die real-time Digitale Video/Audio Kommunikation besteht also darin, die Kodierung und Dekodierung der Audio und Video Signal im vernünftigen Zeit durchzuführen.

### 3.2 Marktsituation

Der Hauptziel dieses Bachelorarbeit ist, eine Kostengünstige Lösung für eine digitale, flexible und skalierbare Gegensprechanlage. Tatsächlich ist es so, dass die bestehende Lösungen sehr teuer sind. Viele Produkte basieren auf Drittanbieter, SIP Gateways oder andere Elemente die Zusatzkosten verursachen. Das möchten wir alles vermeiden.



Abbildung 6: Telecom Behnkle MyIntercom

Eine der günstigsten Produkte den wir finden konnten ist das "*MyIntercom*" von Telecom Behnkle (siehe Abb. 6). Diese Türklingelanlage ist ziemlich flexibel und bietet die Möglichkeit, mehrere Türen anzuschliessen. Der Preis liegt hier bei zirka 1'600.- CHF pro Türe bei dem Basic-Modell.

Dank der Aufschwung von Open-Source Hardware wie das Raspberry PI und Real Time Communication Protokolle wie WebRTC muss es möglich sein, kostengünstigere Lösungen zu erarbeiten. Bei den folgenden Kapiteln geht es nun um die effektive Realisierung einem Prototyp, welches die oben genannte Problemen adressiert.

## 4 Hardware

### 4.1 Hardware System Übersicht

Das System wird Hardwareseitig hauptsächlich in zwei Teile unterteilt. Der Server, die zentrale Einheit und die Aussensprechstelle.

Die Abb. 7 bietet ein Überblick über die verschiedene Hardware Komponenten die zusammenarbeiten werden.

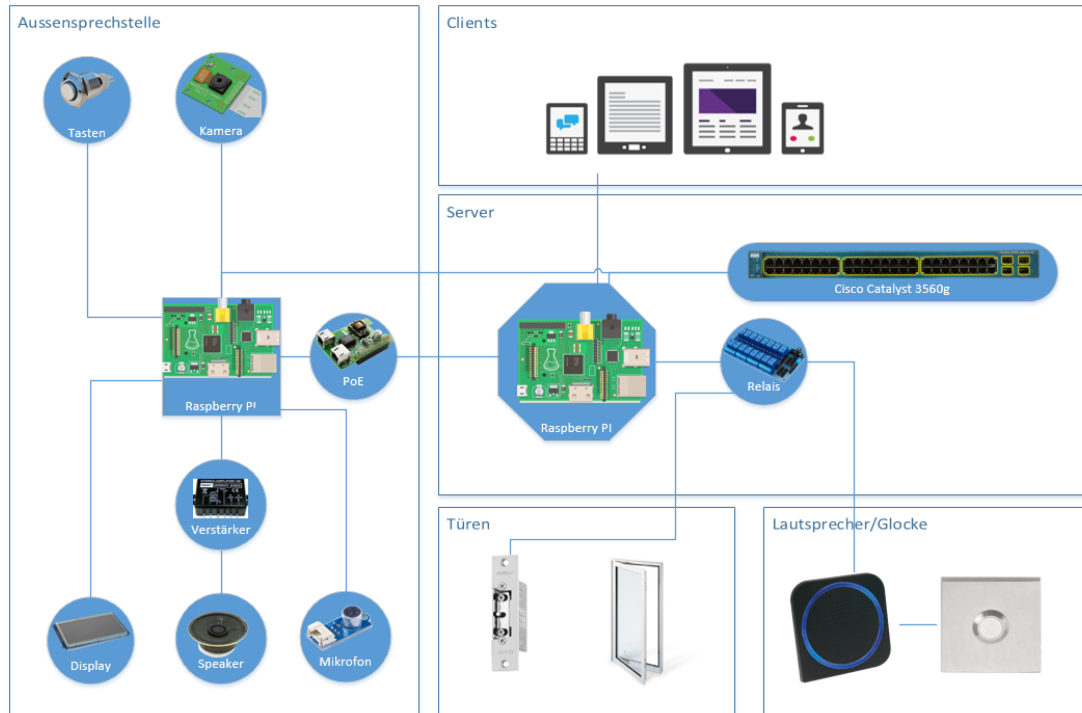


Abbildung 7: Hardware Ecosystem

### 4.2 Komponenten

Die Tabelle 1 und die Tabelle 2 zeigen die benötigten HW-Komponenten, welchen an die jeweilige Stellen benötigt werden.

Um den Überblick über die Kosten aller Hardware-Komponenten zu behalten, sind hier auch die Preisen aufgelistet. Wichtig hier ist sicherzustellen, dass die gesamten Hardwarekosten diejenigen der von der Konkurrenz angebotenen Produkte nicht übersteigen.

Die Preise können natürlich leicht abweichen da es sich um Standardkomponenten

Anzahl	Komponent	Preis
1	Raspberry Pi 3 Model B	50.-
1	Raspberry Gehäuse und Netzteil	25.-
2	8-Kanal Relais Modul	15.-
1	<i>Kleinmaterial</i>	15.-
<b>Total</b>		<b>140.-</b>

Tabelle 1: Server HW Komponenten

Anzahl	Komponent	Preis
1	Raspberry Pi 3 Model B	50.-
1	4"Bildschirm	64.-
1	Raspberry Kamera	59.-
1	PoE Adapter	50.-
3	Schalter	25.-
1	Mikrophon	12.-
1	Lautsprecher	9.-
1	Audio Verstärker	10.-
1	<i>Kleinmaterial / Gehäuse</i>	50.-
<b>Total</b>		<b>329.-</b>

Tabelle 2: Aussensprechstelle HW Komponenten

handelt und die Preise sich schnell ändern. Die Summen sind mehr als Kosten-schätzung zu betrachten.

### 4.3 Server

Der Server wird mit einem Relay-Board verbunden. Diese wird die Gongs und die Türöffner bedienen. An dieser Stelle ist die Hardware-Konfiguration sehr einfach. Mit der jetzige Hardwarekonfiguration könnten bis auf 8 Wohnungen und 8 Aussensprechstellen angeschlossen werden. Die Abb. 8 und die Abb. 9 zeigen die PIN-Belegung auf den Pi und auf dem Relay-Board. Die Tabelle 3 zeigt wie die verschiedene Pins miteinander angeschlossen werden.

### 4.4 Aussensprechstelle

Bei der Aussensprechstelle wird auch eine Raspberry Pi eingesetzt. Hier sind mehrere Zusatzkomponenten notwendig. Die Speisung an dieser stelle erfolgt nur über PoE, aus diesem Grund ist PoE-Splitter vorhanden.

Für die Audiowiedergabe ist ein kleines Lautsprecher und ein Verstärker nötig. Die Chinch-Anschluss der Raspberry Pi hat eine viel zu kleine innere Widerstand um



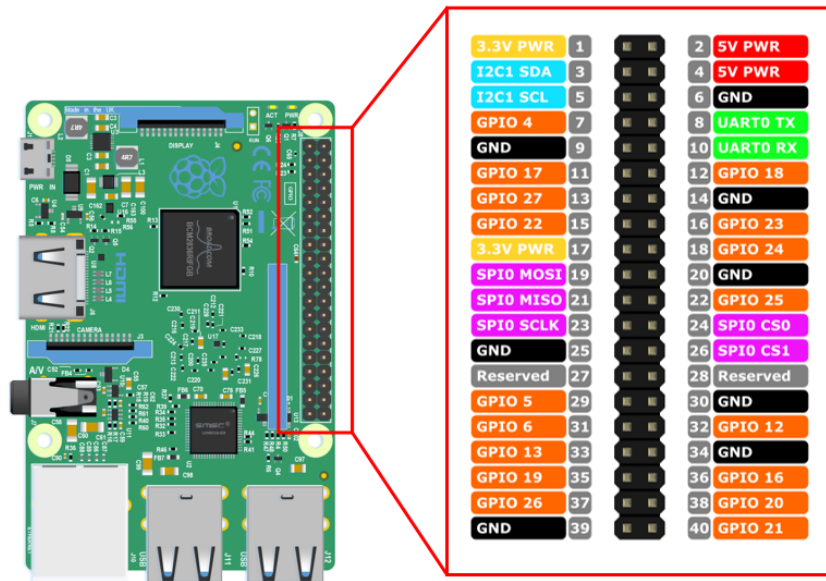


Abbildung 8: Pinbelegung für die Aussensprechstellen

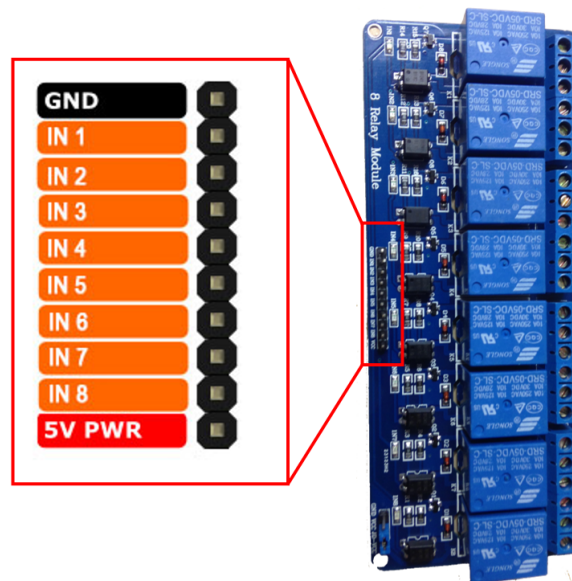


Abbildung 9: Pinbelegung für das Relais-Modul

direkt ein solches Lautsprecher anschliessen zu können. Die Hauptproblematik nun besteht darin, dass die Massen des Raspberry Pi, der Verstärker und des Audio-Interface alle zusammen gekoppelt sind. Das führt zu Brunschleifen die wiederum Störsignale auf dem Audio-Ausgang erzeugen. Um das zu vermeiden

Pi GPIO (PIN)	Relais IN (Board Nr)	Funktion
GPIO4 (7)	IN1 (1)	Gong WG.1
GPIO17 (11)	IN2 (1)	Gong WG.2
GPIO27 (13)	IN3 (1)	Gong WG.3
GPIO22 (15)	IN4 (1)	Gong WG.4
GPIO5 (29)	IN5 (1)	Gong WG.5
GPIO6 (31)	IN6 (1)	Gong WG.6
GPIO13 (33)	IN7 (1)	Gong WG.7
GPIO19 (35)	IN8 (1)	Gong WG.8
GPIO18 (12)	IN1 (2)	Türöffner Türe 1
GPIO23 (16)	IN2 (2)	Türöffner Türe 2
GPIO24 (18)	IN3 (2)	Türöffner Türe 3
GPIO25 (22)	IN4 (2)	Türöffner Türe 4
GPIO12 (32)	IN5 (2)	Türöffner Türe 5
GPIO16 (36)	IN6 (2)	Türöffner Türe 6
GPIO20 (38)	IN7 (2)	Türöffner Türe 7
GPIO21 (40)	IN8 (2)	Türöffner Türe 8

Tabelle 3: PIN-Zuweisung zwischen den Server und die Relais Module

Pi GPIO (PIN)	Schalter	Funktion
GPIO16 (36)	Schalter Links	Nach Links Scrollen
GPIO20 (38)	Schalter Mitte	Glocke läuten
GPIO21 (40)	Schalter Rechts	Nach Rechts Scrollen

Tabelle 4: PIN-Zuweisung zwischen den Raspberry PI und die Schalter

ist eine Massentrennfilter an dieser Stelle notwendig. Diese Problematik wird im ein eigenes Kapitel genauer erläutert. Die drei Schalter, die für die Bedienung der Aussensprechstelle notwendig sind werden an die GPIOs der Raspberry PI angeschlossen. Die Tabelle 4 zeigt die PIN-Zuweisung.

## 4.5 Power over Ethernet

Moderne Hausalte werden meistens mit ethernet Verkabelung verlegt. Ziel des Aussensprechstelle ist die Installationskosten zu senken und die Montage zu vereinfachen. Drei Anschlüsse werden von den Aussensprechstelle benötigt um sein Ziel zu erreichen und zwar Strom, Internetverbindung und eine Leitung der den Türöffner betätigt. Alle diese Fünkfunktionalität können in einem Kat 7 Ethernet Kabel zusammengeführt werden.

Cisco Catalyst 3560g welcher für den PoE Stromversorgung zuständig ist verwendet das Phantomspeisung oder Mode A. Das heisst dass die mit Datenübertragung

belegten Adern mit der Stromversorgung überlagert werden. Diese ist möglich da Elektrizität eine niedrige Frequenz von 60 Hz hat und Datenübertragungen im bereich 10-100MHz liegen.

STANDARD	SOURCE								COMMENTS
	Ethernet RJ-45 connector pin number								
	1	2	3	4	5	6	7	8	
IEEE 802.3af using data pairs	RX DC+	RX DC+	TX DC-	spare	spare	TX DC-	spare	spare	Industry Standard for Embedded POE  <b>(used by Cisco Catalyst Switches)</b>

Abbildung 10: Catalyst 3560g PoE Pinbelegung

Wie im Abbild nr.5!!? dargestellt werden die Adern 7 und 8 dazu verwendet um der Türöffner zu betätigen. Aus den 3 verbliebenden Adernpaare kann maximal die Ethernet Kategorie 100BASE-T erreicht werden. Da aber WebRTC eine erhebliche kleinere Bandbreite in Anspruch nimmt, stellt für die Aussensprechtellen kein Hinderniss dar.

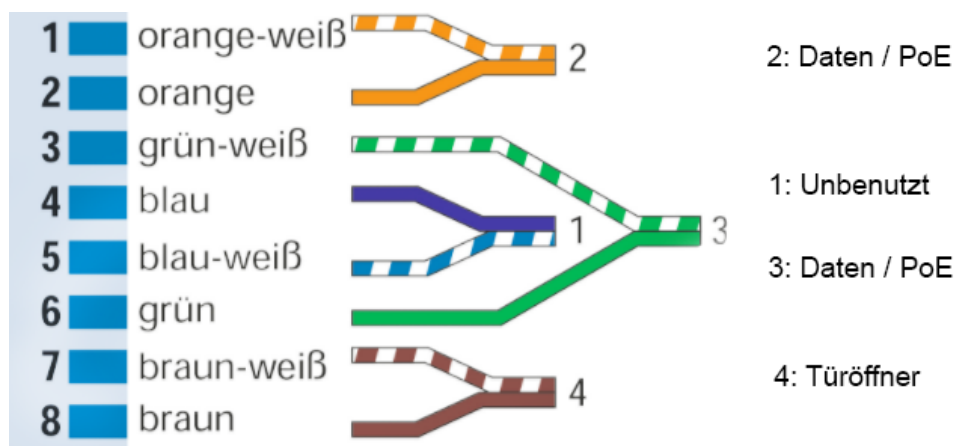


Abbildung 11: Cat. 7 Ethernet Pinbelegung für die Aussensprechstellen

## 5 Software

### 5.1 Programmiersprachen

Das System besteht aus mehrere Programme und Dienste. Für die Entwicklung werden folgende Programmiersprachen eingesetzt:

- Java
- Javascript
- PHP

Im Verbindung mit PHP kommt natürlich die Markup-Languages HTML5/CSS, welche für die graphische Darstellung der Webapplikationen notwendig ist.

#### 5.1.1 Java

Alle Dienste die Serverseitig und ohne Interaktion mit dem Enduser ausgeführt werden, werden in Java programmiert. Als stark typisierte und Objektorientierte Programmiersprache eignet sich Java für dieses Projekt. Für Java sind auch unzählige Libraries verfügbar, insbesondere für die Hardware Steuerung der Raspberry Pi. Eine zweite Variante wäre Python gewesen, die auch das Raspberry sehr gut unterstützt. Python ist aber zu wenig typisiert und für eher kleinere Softwarestücke gedacht.

#### 5.1.2 PHP/Javascript

Die Client Applikation sowohl auch die Applikation bei der Aussensprechstelle werden Web-Applikationen sein. Dies ermöglicht eine schnelle und zeitgemässe Softwareentwicklung. Für dieses Projekt ist die System-Eingriffstiefe von Webapplikationen jedenfalls ausreichend. Es muss lediglich Zugriff auf Mikrofon, Lautsprecher und Kamera garantiert werden. Ein weiteres Punkt zugunsten einer Webapplikation ist die Cross-Plattform Kompatibilität.

Aus diesem Grund haben wir uns für PHP (Objektorientiert) im Kombination mit Javascript/HTML/CSS entschieden. Eine zweite Variante wäre Java EE gewesen. Java EE eignet sich aber vor allem für grosse Softwarelösungen und bietet als gesamten Framework vieles mehr als was dieses Projekt benötigt.

### 5.1.3 PHP Framework: Laravel

Für die Entwicklung der Webapplikationen wird Laravel als PHP Framework eingesetzt. Laravel ist ein Open-Source PHP Web-Application-Framework, die sich für kleine bis zu mittelgrosse Projekte eignet. Laravel beruht auf dem Modell-View-Controller-Muster und ermöglicht eine Objektorientierte Programmierung in PHP.

## 5.2 System Übersicht

Das System besteht aus mehrere Hardware- und Softwarekomponenten die zusammenarbeiten müssen (siehe Abb. 12). Die Vertraulichkeit der Kommunikation zwischen den Knoten ist von TLS immer gewährleistet. Die einzelne Komponenten, sowie das Thema Sicherheit, werden in den nächsten Kapiteln genauer beschrieben.

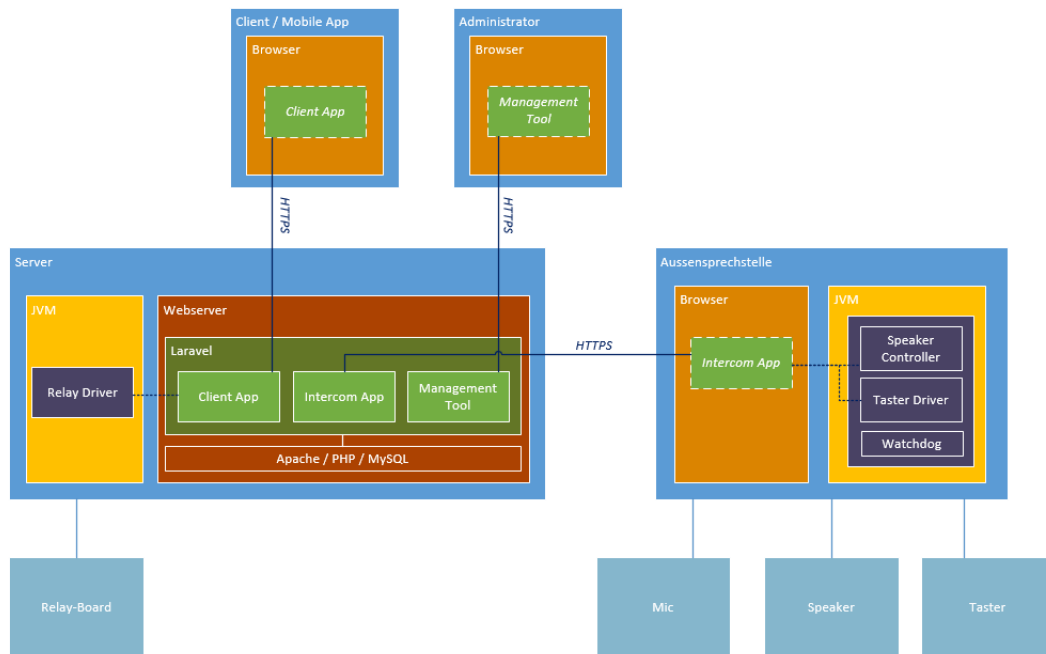


Abbildung 12: Software Ecosystem

Die Software wird in zwei Gruppen unterteilt. Einerseits gibt es alle Dienste/Daemons (*Violett*) die Lokal ausgeführt werden und quasi das Backend des Systems darstellen.

Die zweite Gruppe beinhaltet die Webapplikationen (*Grün*), die eine GUI besitzen und für die Interaktion mit dem System gedacht sind. Darunter zählen die

Client-App für den Bewohner, die Applikation bei der Aussensprechstelle wo die Bewohner angezeigt werden und das Management Tool.

Die Audio/Video-Kommunikation zwischen die Aussensprechstellen und die Client-Apps wird mithilfe von WebRTC realisiert. Diese hat eine gewisse Komplexität und wird in ein eigenes Kapitel (siehe Abschnitt 5.9) behandelt.

### 5.3 Raspbian

Auf alle Raspberry Pi wurde den Betriebssystem Raspbian Jessie installiert. Diese wird von Raspberry Pi Foundation mitgeliefert und gilt als besonders hochoptimierte OS für die mit niedriger Leistung und geringem Stromverbrauch ARM Prozessoren. Raspbian basiert auf Debian welche unter der DFSG (Debian Free Software Guidelines) Lizenz steht. Diese erlaubt der unbeschränkte Weitergabe des Software sowie abgeleitete und modifizierte Werke weiterzugeben. Raspbian enthält Java SE Platform Produkte welches und dem BCL(Oracle Binary Code License) lizenziert sind. Dieses Lizenz gewährleistet die obengenannten Freiheiten ebenfalls.

### 5.4 Dienste

#### 5.4.1 Taster Controller

Die Aussensprechstelle wird durch 3 Schalter bedient. Die drei Schaltern werden an die GPIO-Pins des Raspberry PI angeschlossen. Die Aufgabe der Taster-Controller besteht darin, die GPIO-Input Signale, als verwendbare Tastatur-Eingaben umzuwandeln. Somit kann die GUI an der Aussensprechstelle gesteuert werden.

Die ursprüngliche Idee war das Taster-Controller, so wie alle andere Dienste, als Daemon auszuführen. Das hätte den Vorteil, dass der Daemon mittels die übliche run, stop und restart Befehle gesteuert werden könnte. Eine der eingesetzten Java-Library benötigt aber den zugriff auf dem Graphisches Umgebung. Das Problem besteht darin, dass ein Daemon Benutzer-Unabhängig ist, während der X-Server beim Login einem Benutzer ausgeführt wird. Das ausführen der Deamon erst ab Init 5, da wo auch der X-Server ausgeführt wird, konnte aus diesem Grund das Problem auch nicht lösen. Die verwendete Library hat also keine Möglichkeit, als Deamon eine Verbindung mit dem X-Server aufzubauen.

Die Desktop-Umgebung LXDE welche von Raspbian verwendet wird, bietet aber

ein Autostart welches das Taster-Controller nach dem Initialisierung des X-Server, unter dem gleichen Benutzer ausführt.

#### 5.4.2 Speaker Controller

Das Speaker Controller ist ein kleinen Dienst, welche den Lautsprecher ein- und ausschalten kann. Trotz einem Massentrennfilter sind immer noch leise Störsignale auf der Audio-Ausgang vorhanden. Die Aufgabe des Speaker-Controllers besteht darin, die Stromspeisung des Speakers zu trennen, wenn es nicht verwendet wird. Somit ist das System Energieeffizienter und unnötige Geräusche können vermieden werden.

Der Dienst besteht lediglich aus ein Socket-Server, der auf ein Signal wartet und durch die GPIO der Raspberry, ein kleines Relay steuert. Das Signal kommt von der Aussensprechstelle-Applikation (*localhost*). So kann den Lautsprecher bei Bedarf ein- und ausgeschaltet werden.

#### 5.4.3 Relay Controller

...

#### 5.4.4 Signaling Server

Der Signaling-Server ist ein bestandteil von WebRTC und wird in ein eigenes Kapitel ausführlich beschrieben (siehe Abschnitt 5.9.1).

### 5.5 Logging

Für die Identifikation und Rückverfolgung von Fehlern sowie für den Monitoring sind Logs File von grosse Bedeutung. Diese werden bei allen Services und Dienste konsequent druchgeführt. Das Logrotate wird nicht eingesetzt, statdessen kümmert sich das Java runtime environment um die Grösse des generiertes Log File. Aus dem Grund dass es sich noch um ein Protoyp handelt wurde das Logging Stufe auf 7 eingestellt. In diese Stufe werden alle Emergency Nachrichten bis auf die Debug Nachrichten im Log Dateien gespeichert. Gemäss der FHS (Filesystem Hierarchy Standard) werden die Logs unter `/var/log/Aussensprechstelle` gesichert.

## 5.6 Watchdog

Die ganze Hardware, die an die Türe installiert wird, ist bei eine Endkunde schwer zugänglich. Sollte nun ein Problem mit dem System auftreten, müsste man Vorort die Anlage zurücksetzen. Die Lösung heisst hier Hardware-Watchdog, die auf dem Raspberry komplett unabhängig vom eigentlichen System läuft. Der Vorteil von ein Hardware-Watchdog ist das wenn der System bzw. der Prozessor steht, führt diese unabhängige Hardware ihre Aufgabe weiterhin aus. Der Watchdog wird als standalone Gerät im Unix erkannt. Wird diese Gerät einmal beschrieben, dann muss diese im eine Zeitintervall von 15 Sekunden erneut beschrieben werden. Ist diese Bedingung nicht erfüllt, denn wird ein Hardware-Reset von Watchdog durchgeführt und das System wird neugestartet. Das Beschrieben von der Watchdog-Gerät wird von eine Watchdog-Daemon übernommen. Durch der Konfigurationsdatei des Daemon können verschiedene Parameter des System wie Temperatur, Auslastung der Prozessor usw. überwacht werden. Besonders relevant für die Türsprechanlage ist das PID-Monitoring. Diese ermöglicht das ständig überprüfen von spezifische Prozesse und Diensten die das System benötigt, um sein Zweck als Aussensprechstelle zu erfüllen. Sobald eine diese Prozesse steht wird das System innerhalb von 15 Sekunden nuegestartet. Ein solches Mechanismus steigert die Verfügbarkeit des Dienst, die für eine Türsprechanlage von grosse Bedeutung ist.

## 5.7 Webapplikationen

### 5.7.1 Client Webapplikation

Der Bewohner muss über eine Applikation verfügen, die auf dem Tablet oder Handy ausführbar sein muss. Mithilfe dieser App muss der Enduser folgendes können: Sich mit alle Aussensprechstellen verbinden können, ein Video Signal von der Kamera aller Eingänge erhalten, alle Türe öffnen und mit der Person bei der Türe über die Anlage kommunizieren können.

Die Abb. 13 zeigt das Design für die Webapplikation. Hier gezeigt ist die Smartphone Version. Dank ein Responsive-Design wird die selbe Applikation auch auf andere Geräte wie z.B. Tablets oder Computers passend angezeigt.

Bei der Design-Entwurf standen Übersichtlichkeit und Benutzerfreundlichkeit im Vordergrund. Aus diesem Grund werden die Tasten für die Audio-Kommunikation und für die Öffnung der Türe gross Angezeigt. Das Videostream von der ausge-



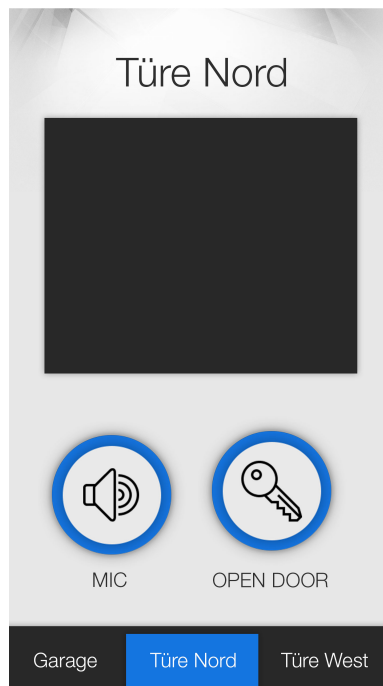


Abbildung 13: Design der Client-Webapp

wählte Türe wird sofort angezeigt und benötigt keine weitere Interaktion.

### 5.7.2 Aussensprechstelle Webapplikation

..

### 5.7.3 Management Tool

Um eine schnellere Inbetriebnahme und eine zentrale Verwaltung des Systems zu gewährleisten, wurde der Management Tool entwickelt. Dieses Portal ermöglicht die Erfassung der Gegensprechanlagen und der Wohnungen. Diese Schnittstelle wurde mit webtechnologien entwickelt(HTML, PHP, Js) und wird zusammen mit den MySQL Database auf den lokalen Raspberry Server gehostet. Aus Sicherheitsgründen werden alle eingehende und ausgehende Verbindungen abhörsicher aufgebaut.

Grund dafür das einsetzen von Webtechnologien ist die Plattformunabhängigkeit sowie die Einfachkeit und die Standardisierung der Sprachen. Für den ersten Prototyp lag der Fokus auf die funktionale Eigenschaften der Tool. Bei einer zukünftige Weiterentwicklung des Produkt kann man, dank der Webtechnologien mit gerigere Aufwand das Tool skalieren bzw. neue Features hinzufügen.

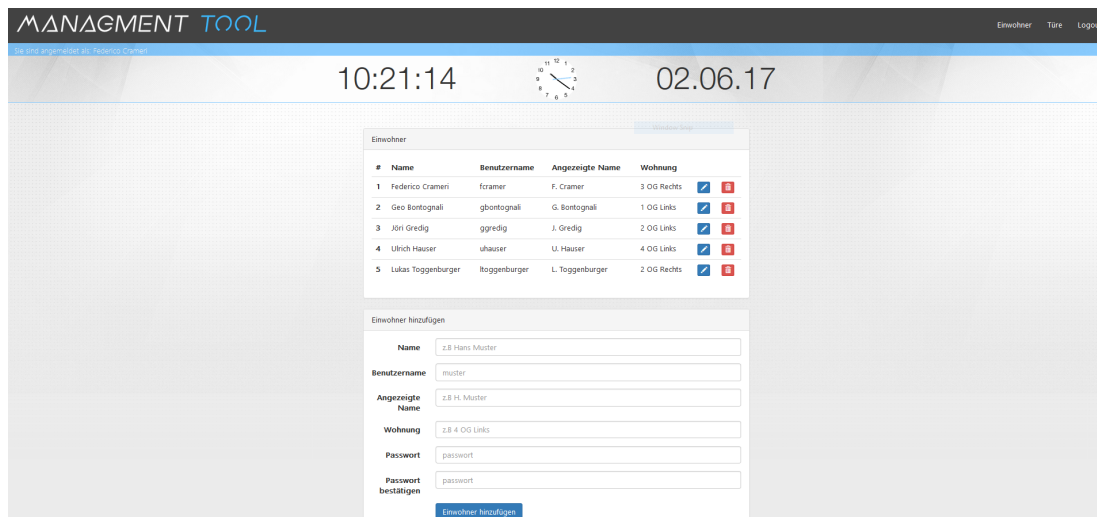


Abbildung 14: Design der Management tool

Das Tool ist mit einem Login versehen, somit ist sichergestellt, dass nur der Hausverwalter die Anlage verwalten kann.

### Bewohner

Unter der Bewohner-Seite werden alle Wohnungen, beziehungsweise alle Bewohner aufgelistet. Diese verfügen über einen Benutzernamen sowie ein Passwort, die von der Client App verwendet werden, um sie sich bei dem Server zu authentifizieren. Dieser Abschnitt bietet noch die Möglichkeit, den Namen und die Position der Wohnung, welche an der Aussensprechstelle ?? angezeigt wird, abzuändern.

### Türen

Bei dem Einbau einer neuen Tür, kann diese in dem Management Tool aufgeführt werden. Dabei muss beachtet werden, dass die ID mit derjenigen, die auf der neu installierten Aussensprechstelle übereinstimmt. In dieser Sektion sind auch die Namen der Türen definiert, welche dann auf der Client App (Siehe Abbildung 14) angezeigt werden.

## 5.8 Remote Verbindung

..

## 5.9 WebRTC

WebRTC ist ein offener Standard, der eine Sammlung von Kommunikationsprotokollen und APIs beinhaltet. Die Standardisierung wird mehrheitlich betrieben

und unterstützt von Google, Mozilla Foundation und Opera Software. WebRTC basiert auf HTML5 und Javascript und die Audio/Video Übertragung erfolgt über eine direkte Verbindung zwischen den Sprechpartnern (Peer-to-Peer).

WebRTC wird hauptsächlich für die Entwicklung von Videokonferenz Programme verwendet. Die Natur dieses Projekt ist allerdings nicht dieselbe wie die herkömmliche Real-Time-Communication Applikationen. Glücklicherweise wurde WebRTC so entwickelt, um möglichst viel Flexibilität zu garantieren. Aus diesem Grund beinhaltet der WebRTC-Standard keine Definition für den Signaling-Process, welcher zusammen mit dem ICE (Interactive Connectivity Establishment) für den Verbindungsaufbau zwischen den Sprechpartnern zuständig ist.

*"The thinking behind WebRTC call setup has been to fully specify and control the media plane, but to leave the signaling plane up to the application as much as possible. The rationale is that different applications may prefer to use different protocols, such as the existing SIP or Jingle call signaling protocols, or something custom to the particular application, perhaps for a novel use case. [...]"*

[?, Sam Dutton, HTML5Rocks.com]

### 5.9.1 Signaling Process

Ähnlich wie bei VoIP-Telefonie (*SIP*), brauchen die Sprechpartner ein gemeinsam bekanntes Knoten, um die Verbindung zu initialisieren (siehe Abb. 15). In den meisten Fällen ist einem Partner, die logische Adressierung der andere Partner nicht bekannt. Es besteht also keine Möglichkeit um eine P2P Verbindung auf einmal zu starten.

Im unseren Fall wäre es theoretisch möglich, da die Position der Aussensprechstellen bzw. der Server immer dieselbe sind. Allerdings wurde WebRTC nicht so konzipiert. Die Standard WebRTC API beinhaltet kein Konstrukt um eine Verbindung anhand von Bekannter IP-Adresse aufbauen zu können.

Im Internet sind es mehrere Signaling-Server Libraries verfügbar. Allerdings sind diese für andere Anwendungen gedacht. Im unseren System, wird beispielsweise nie eine Anruf von der Aussensprechstelle zu den Client-App gestartet, sondern lediglich umgekehrt.

Für die Zwecke unser Projekt wurde ein eigenes Signaling-Server entwickelt. Dieser wird auf den Server ausgeführt und somit bleibt der Datenverkehr zwischen dem Client-App und der Aussensprechstelle, während jeder Schritt der Verbin-

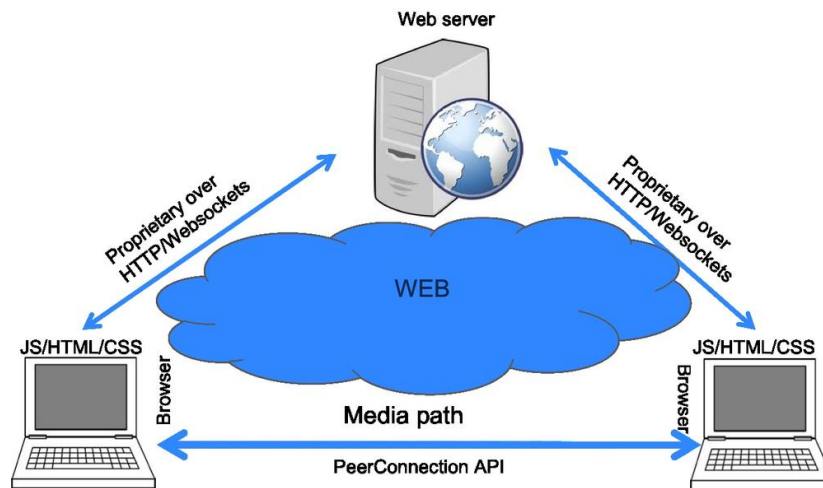


Abbildung 15: Der Signaling Prozess

dungsaufbau und Kommunikation, innerhalb des lokales Netzwerkes. Das natürlich nur, solange der Bewohner sich zu Hause befindet.

### 5.9.2 STUN Servers & Remote Verbindung

Eine Anforderung des Systems ist die Möglichkeit, auch ausserhalb des Heimnetzes mit den Aussensprechstellen sich verbinden zu können. Hier stellt das NAT-Protokoll (Network Address Translation) ein Problem dar.

Nach dem Signaling-Prozess wird das ICE-Prozess gestartet. Hier tauschen sich die zwei Partner Informationen über die eigene Adressierung und den *best path* aus. Falls sich ein Sprechpartner hinter ein NAT-Knote befindet, wird für den anderen unmöglich sein eine Verbindung aufzubauen. Hier kommen die STUN-Servers im Spiel. Ähnlich wie bei dem Signalisierungsprozess stehen STUN-Servers als Hilfe für den Verbindungsaufbau da (siehe Abb. 16). STUN-Servers informieren die Clients über jegliche NAT Konfigurationen die sich dazwischen befinden würden. Die beide Sprechpartner erhalten somit Informationen über welche Ports und Öffentliche Adressen die Verbindung initialisiert werden kann. Für die Entwicklung dieses Projektes werden die Google STUN Servers verwendet, welche kostenfrei zur Verfügung stehen.

Falls sich beide Sprechpartner im gleichen lokales Netzwerk befinden, werden keine STUN-Servers benötigt und den gesamten Datenverkehr bleibt innerhalb des Heimnetzwerkes.

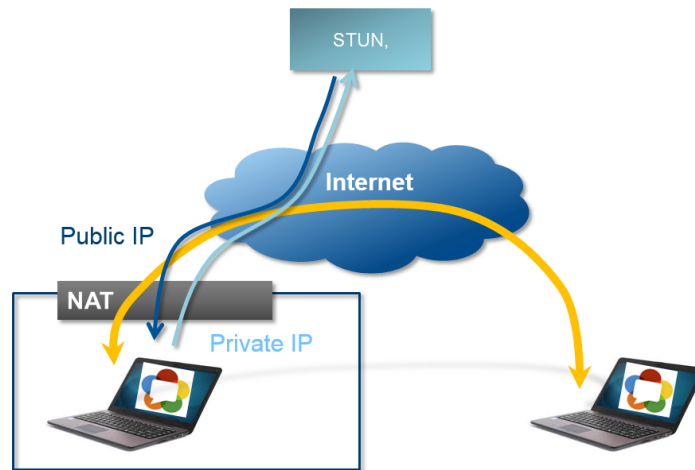


Abbildung 16: STUN Server

## 6 Probleme

Hier aufgelistet, sind alle Problemen die während der Entwicklung aufgetaucht sind. Aus Zeitgründen könnten wir nicht für alle Problematiken eine Lösung implementieren. Nichtsdestotrotz wurde für alle Problemen eine Theoretische Lösungsweg konzipiert.

### 6.1 Rechenleistung der Mikrocontroller

WebRTC basiert, für den Video encoding auf den von Google offengelegte VP8 codec. Der Codierung im Gegensatz zu den Decodierung, wie bei der Mehrheit solche Systemen ist sehr Leistungsintensiv. Die Situation kommt bei der Aussprechstelle genau so vor, dort wird der Videostream auf den Raspberry Codiert und am Client für die Decodierung weitergeleitet. Diese bringt, was der Rechenkapazität anbelangt, die Raspberry an ihre Grenzen. Obwohl eine Kamera mit hohe Auflösung im Einsatz ist, wird WebRTC im Folge des niedrigen Framerates die Qualität des Stream verringern. Sobald die Qualität herabgesetzt ist, ist die Raspberry wieder im Stand die Codierung im Echtzeit durchzuführen.

Aufgrund der hohen Überlastung des Prozessor während der Kodierung, tauchen Wärmeabführung Probleme auf. Bei einer verlängerten Videostreaming-Session, was normalerweise bei einer Türsprechanlage nicht der Fall ist, könnte der Raspberry zu einem Absturz bringen.

Der Raspberry Pi 3 war während der Entwicklungsphase des Prototyp die richtige

	Raspberry Pi Model 3	Banana Pi M3
CPU Cores	4	8
CPU Design	Cortex A53	Cortex A7
CPU Frequenz	1.2GHz	1.8GHz
Memory	1GB DDR2	2GB DDR3
Memory Frequenz	400MHz	672MHz
H264 Decoding	1080P30	1080P60
H264 Encoding	1080P30	1080P60
Preis	CHF 50.0	CHF 99.00

Tabelle 5: Verwendete Raspberry Pi im Vergleich mit der Banana Pi Alternative

Entscheidung. Hauptgrund war die hohe Kompatibilität, die Standardisierung bei einem so sehr gut etablierten Produkt und die Stabilität. Dazu kommen noch die unzähligen Infos, Dokumentationen, die im Internet über diese Mikrocontroller zu finden sind.

### 6.1.1 Alternative

Mit den gesammelten Erfahrungen während der Prototyp-Entwicklung kann eine bessere Alternative zur Raspberry für eine Weiterentwicklung der Anlage ausgewertet werden.

Der Mikrocontroller Banana Pi M3 hat im Gegensatz zum Raspberry erheblich mehr Datenverarbeitungsleistung zu bieten (siehe ??). Dazu kommt noch, dass diese Mikrocontroller die H.264 hardware acceleration unterstützt und somit der Videostream weiterhin optimisiert würde.

Ein weiteres Vorteil des Banana Pi ist, dass der Raspbian OS ebenfalls unterstützt wird. Die mit dem Projekt mitgelieferte Image des Betriebssystems für die Aussen-sprechstellen könnte somit auf den neuen Mikrocontroller mit geringem Aufwand aufgespielt werden. Auch die Verkabelung stellt kein Problem dar, da die Pinbelegung eins zu eins die von der Raspberri entspricht.

## 6.2 Das Mikrophon

...

## 6.3 MORE PROBLEMS

...

## 7 Testabnahme

Überprüfung der Anforderungen

## 8 Fazit und Ausblick

Der Fazit wir hier noch hinzugefügt.

## 9 Anhang

### 9.1 Aussensprechstelle Konfigurationsanleitung

Diese Anleitung ist an den Weiterentwickler des Prototyp gerichtet. Mithilfe von diese Dokumentation und den mitgelieferte Image des Aussensprechstelle, soll ein Entwickler im Stand sein ein fresh installiert Raspbian OS zu einer Aussensprechstelle zu konfigurieren. Alles was Konfiguriert wurde, wurde Dokumentiert und in den Anleitung aufgeführt. Diese soll auch das Hinzufügen von zukünftige Funktionalitäten erleichtern.

#### 9.1.1 Aktuelle Stand

Betriebssystem: Raspbian jessie with pixel

Version: April 2017

Kernel Version: 4.4

#### 9.1.2 Namen und Passwortkonzept

Hostname: DoorPixxx (x= fortlaufende Nummerierung)

User: pi

Password: bachelor (Einfachheitshalber wurde diese schwach Passwort ausgewählt. Sollte aber bei eine Produktive inbetriebnahme zwingend geändert werden)

#### 9.1.3 Betriebssystem Installation

- Das Image von raspberry.com herunterladen und extrahieren. (<https://www.raspberrypi.org/>)
- Um die Image auf der SD Karte zu bringen benutzt man Etcher. (<https://etcher.io/>)

- Mit den Standard-Anmeldedaten Anmelden. User: pi Password: raspberry

#### 9.1.4 Allgemeine Einstellungen

Der System soll auf dem neuste Stand aktualisieren werden

```
apt-get update
sudo apt-get upgrade
```

Mit den Terminal Kommando 'sudo raspi-config' können durch eine grafische Oberfläche folgende allgemeine Einstellungen angepasst werden:

- Unter 'Interfacing Options' muss die SSH Server aktiviert werden.
- Hostname gemäss Namenskonzept anpassen
- Neue Passwort für den Pi Benutzer gemäss Passwordkonzept setzen.
- Zum schluss soll noch die Zeit-Zone, den Land und die Tastaturlayout angepasst werden.

#### 9.1.5 Bildschirm Konfiguration

Die Display Treiber von waveshare.com herunterladen und auf dem SD Karte in Root Directory speichern. ([http://www.waveshare.com/wiki/4inch\\_HDMI\\_LCD](http://www.waveshare.com/wiki/4inch_HDMI_LCD)) Mit folgenden bash Kommandos wird der Treiber Installiert:

```
tar xzvf /boot/LCD-show-YYMMDD.tar.gz
cd LCD-show/
chmod +x LCD4-800x480-show
./LCD4-800x480-show
```

Nachdem das der Bildschirm Treiber installiert wurde, müssen die Einstellungen für den Bildschirm angepasst werden. Folgende Code-Zeilen müssen am ende des 'config.txt' Datei der sich in den root directory befindet, hinzugefügt werden.

```
hdmi_group=2
hdmi_mode=87
hdmi_cvt 480 800 60 6 0 0 0
dtoverlay=ads7846 , cs=1,penirq=25,penirq_pull
=2,
speed=50000,keep_vref_on=0,swapxy=0,pmax=255,
xohms=150,xmin=200,xmax=3900,ymin=200,ymax
=3900
```



```
display_rotate=3
```

### 9.1.6 Browser Kiosk-mode

Als erstes wird die unclutter tool installiert um den Mausepfeil auszublenden.

```
sudo apt-get install unclutter
```

Kiosk-mode Einstellungen werden in der config Datei (/home/pi/.config/lxsession/LXDE-pi/autostart) wie folgendes angepasst.

```
# Chromium auto start in kiosk mode
# path: /home/pi/.config/lxsession/LXDE-pi/
autostart
@lxpanel --profile LXDE-pi
@pcmanfm --desktop --profile LXDE-pi
#@xscreensaver -no-splash
@point-rpi
@xset s off
@xset s noblank
@xset -dpms
@chromium-browser --noerrdialogs --kiosk --
incognito https://172.16.111.99/server
```

### 9.1.7 Aussensprechstelle Initialisierung

Im Homeverzeichnis unter .config/autostart wird die Datei Aussensprechstelle.desktop erstellt.

```
touch /home/pi/Aussensprechstelle/Startup/
AussensprechstelleLauncher.sh
```

Inhalt der Script:

```
#!/bin/bash
# This script executes the needed commands on
startup to initialize the
Aussensprechstelle
# /home/pi/Aussensprechstelle/Startup/
AussensprechstelleLauncher.sh
#
```

```

# Activates the Camera Driver (Safe mode
  because of the chrome resolution bug)
sudo modprobe bcm2835-v4l2
  gst_v4l2src_is_broken=1
#
# Clears the old TasterController PID of the
  process (In case of system shutdown)
file="/var/run/TasterController.pid"
if [ -f $file ] ; then
  rm $file
fi
#
# Starts the TasterController
sudo java -jar /home/pi/Aussensprechstelle/
  TasterController/TasterController.jar &
#
# Creates the PID for the taster controller
sudo echo $! > /var/run/TasterController.pid
#
# Starts the watchdog service
sudo service watchdog start

```

### 9.1.8 Taster Controller

Die Tastencontroller die für den Key Mapping zuständig ist wird von dem oben gezeigte AussensprechstelleLauncher.sh unter /home/pi/Aussensprechstelle/TasterController/TasterController.jar gestartet. Also muss die kompilierte Jar Artefakt dorthin kopiert werden.

Folgende GPIO Pins werden von den 3 Tasten benötigt um die Aussensprechstelle zu steuern.

- GPIO17(16) simuliert den Tastendruck J «Links navigieren»
- GPIO27(20) simuliert den Tastendruck K «Anrufen»
- GPIO22(21) simuliert den Tastendruck L «Rechts navigieren»

### 9.1.9 Speaker Controller Service

Als erstes muss der mitgelieferte Jar Artefakt SpeakerController.jar unter folgendes Pfad kopiert werden:

```
/home/door/Aussensprechstelle/
SpeakerController/SpeakerController.jar
```

Um den SpeakerController als Service unter Unix laufen zu lassen muss unter /etc/init.d/ der speakerController Script erzeugt werden. Der Inhalt des Script wird mit dem Projekt mitgeliefert. Um es ausführbar zu machen muss noch die «execute» Berechtigung gegeben werden

```
touch /etc/init.d/speakerController
chmod +x /etc/init.d/speakerController
```

Damit der speakerController Service auch automatisch beim Systemstart ausgeführt wird muss noch folgendes Kommando ausgeführt werden:

```
sudo update-rc.d speakerController defaults
```

Der Speaker Controller kann nun mit folgende commands gestartet und gestoppt werden

```
sudo service speakerController start
sudo service speakerController stop
sudo service speakerController restart
sudo service speakerController status
```

### 9.1.10 Watchdog/Watchdog daemon

Um die von den Aussensprechstelle benötigte Dienste zu monitorieren die es benötigt wird ein Watchdog verwendet. Raspberry Pi hat ein «stad-alone» Hardware Watchdog die ein Autostart durchführt sobald eine der Dienste oder den OS steht. Mit folgende Kommandos wird der watchdog installiert:

```
sudo modprobe bcm2835-wdt
sudo apt-get install watchdog chkconfig
sudo chkconfig watchdog on
sudo /etc/init.d/watchdog start
```

Damit die SpeakerController und die TasterController von den Watchdog überwacht werden muss unter /etc/watchdog.conf die Konfigurationsdatei abgeändert werden. Der Inhalt des Konfigurationsdatei wird mit dem Projekt mitgeliefert.

### **9.1.11 Sicherheitszertifikate Intallazion**

....

## **9.2 Server Konfigurationsanleitung**

Geo

## **Literatur**

## Abbildungsverzeichnis

1	Hardware Ecosystem . . . . .	2
2	Hybrides Vorgehensmodell . . . . .	3
3	Projektplanung Meilensteine . . . . .	4
4	Projektplanung . . . . .	4
5	Analoge Türsprechanlage mit In-House Display . . . . .	5
6	Telecom Behnkle MyIntercom . . . . .	6
7	Hardware Ecosystem . . . . .	7
8	EthernetPinbelegung . . . . .	9
9	EthernetPinbelegung . . . . .	9
10	Catalyst Pinouts . . . . .	11
11	EthernetPinbelegung . . . . .	11
12	Software Ecosystem . . . . .	13
13	Design der Client-Webapp . . . . .	17
14	Design der Management tool . . . . .	18
15	Der Signaling Prozess . . . . .	20
16	STUN Server . . . . .	21

## **Tabellenverzeichnis**

1	Server HW Komponenten . . . . .	8
2	Aussensprechstelle HW Komponenten . . . . .	8
3	PIN-Zuweisung zwischen den Server und die Relais Module . . . .	10
4	PIN-Zuweisung zwischen den Raspberry PI und die Schalter . . .	10
5	Verwendete Raspberry Pi im Vegleich mit die Banana Pi Alternative	22

## **Abkürzungsverzeichnis**



## Eidesstattliche Erklärung

Die Verfasser dieser Bachelorarbeit, Federico Crameri und Geo Bontognali, bestätigen, dass sie die Arbeit selbstständig und nur unter Benützung der angeführten Quellen und Hilfsmittel angefertigt haben. Sämtliche Entlehnungen sind durch Quellenangaben festgehalten.

Ort, Datum

Geo Bontognali

Ort, Datum

Federico Crameri

