

# 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**

In dieser Bachelorarbeit geht es darum ein Werkzeug/Tool zu entwickeln, das Propeller-Motor-Systeme von Leicht- bis Ultraleichtflugzeugen, sowie von Motorschirmen analysieren bzw. optimieren kann. Das Werkzeug soll weiterführende Erkenntnisse über Propeller und deren Einsatzbereich zur Verfügung stellen. Dazu werden Geometrieinformationen des Propellers von einem CAD-Programm ins Werkzeug geladen und ausgewertet. Gegebenenfalls können auch Geometrieänderungen, im Wesentlichen Änderungen an der Verdrillung des Propellers, vorgenommen werden. Anschliessend kann das Rotorsystem durch Berechnung und graphische Darstellung der Ergebnisse für verschiedene Flugsituationen ausgelegt bzw. optimiert werden.

Ebenfalls wurde eine Verifikation mit Messdaten der Firma Helix Carbon GmbH durchgeführt, welche Hinweise auf die Richtigkeit der Berechnung gab. Auch wurden einige Beispiele zur Optimierung und zur Auslegung durchgeführt, um mögliche Anwendungsfälle aufzuzeigen.

## **Abstract**

This bachelor's thesis is about to develop a tool, which can analyze, respectively optimize propeller-engine-systems from light to ultralight aircrafts and from paramotors. The goal was to create a tool, which provides further findings about propellers and their application area. Therefore, the given propeller geometry information from a CAD program is loaded and analyzed in the tool. There can also be made optionally geometry changes, substantially changes made to the twist of the propeller. Subsequently, the rotor system can be designed and optimized by calculation and graphical representation of the results for different flight situations.

There was also carried out verification with measurements of Helix Carbon GmbH, which gave evidence on the accuracy of the calculation. Some examples for optimization and analysis were explained in order to highlight possible applications.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Subsection test . . . . .	1
1.1.1	Subsubsection test . . . . .	1
1.1.2	Subsubsubsection test . . . . .	2
<b>2</b>	<b>Einführung</b>	<b>3</b>
2.1	Problemstellung . . . . .	3
2.2	Grundidee . . . . .	3
<b>3</b>	<b>Projektplanung</b>	<b>4</b>
3.1	Prozess . . . . .	4
3.2	Zeitplanung . . . . .	5
<b>4</b>	<b>Hardware</b>	<b>6</b>
4.1	Server . . . . .	6
4.2	Aussensprechstelle . . . . .	6
<b>5</b>	<b>Software</b>	<b>7</b>
5.1	Programmiersprachen . . . . .	7
5.1.1	Java . . . . .	7
5.1.2	PHP/Javascript . . . . .	7
5.1.3	PHP Framework: Laravel . . . . .	8
5.2	System Übersicht . . . . .	8
5.3	Dienste . . . . .	9
5.3.1	Keymapper . . . . .	9
5.3.2	Speaker Controller . . . . .	9
5.3.3	Streaming Server . . . . .	9
5.3.4	Relay Controller . . . . .	9
5.3.5	Watchdog . . . . .	9
5.3.6	Signaling Server . . . . .	10
5.4	Webapplikationen . . . . .	10
5.4.1	Client Webapplikation . . . . .	10
5.5	WebRTC . . . . .	11
5.5.1	Signaling Process . . . . .	11
5.5.2	STUN Servers & Remote Verbindung . . . . .	12
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>14</b>

<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>15</b>
<b>Tabellenverzeichnis</b>	<b>16</b>
<b>Abkürzungsverzeichnis</b>	<b>17</b>
<b>Eidesstattliche Erklärung</b>	<b>18</b>

# 1 Einleitung

List Example:

- Maximaler Schub beim Starten z.B. wegen kurzer Startbahn
- Maximale Fluggeschwindigkeit erreichen z.B. bei Rettungsflügen oder Ähnlichem
- Maximale Effizienz z.B. um möglichst lange Flugzeiten zu ermöglichen

Bild Beispiel:

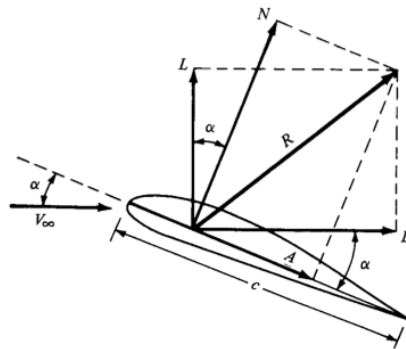


Abbildung 1: Wirksame aerodynamische Kräfte an einem Profil [?]. Die Auftriebskraft  $L$  wirkt beim Propeller als Schub und die Widerstandskraft  $D$  als Drehmoment.

Unterkapittel:

## 1.1 Subsection test

Wenn die Propellerberechnung beendet ist, werden alle Resultate in eine Baumstruktur gespeichert. Somit sind die Resultate schnell wieder aufrufbar und auch sauber in einer einzigen Datei geordnet und gespeichert.

### 1.1.1 Subsubsection test

Wenn die Propellerberechnung beendet ist, werden alle Resultate in eine Baumstruktur gespeichert. Somit sind die Resultate schnell wieder aufrufbar und auch sauber in einer einzigen Datei geordnet und gespeichert.



### **1.1.2 Subsubsubsection test**

Wenn die Propellerberechnung beendet ist, werden alle Resultate in eine Baumstruktur gespeichert. Somit sind die Resultate schnell wieder aufrufbar und auch sauber in einer einzigen Datei geordnet und gespeichert.

## 2 Einführung

### 2.1 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.

### 2.2 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.

## 3 Projektplanung

### 3.1 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.

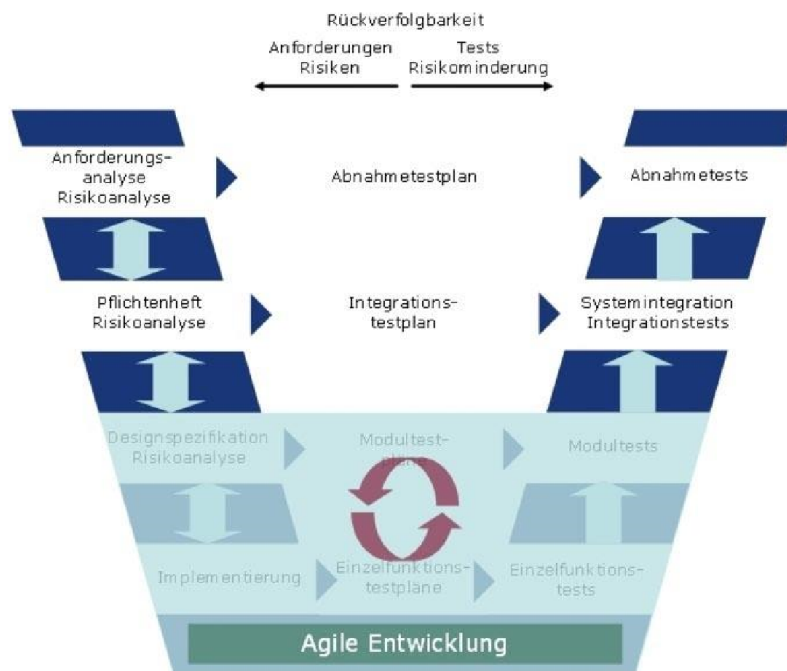


Abbildung 2: Hybrides Vorgehensmodell

## 3.2 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.

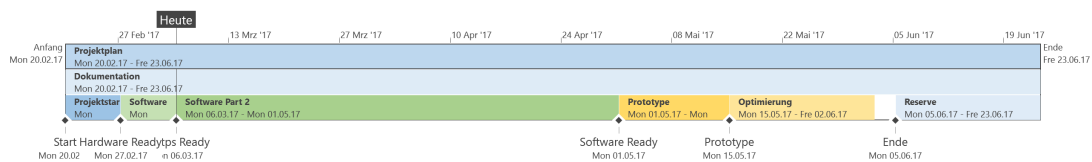


Abbildung 3: Zeitplanung mit Meilensteinen

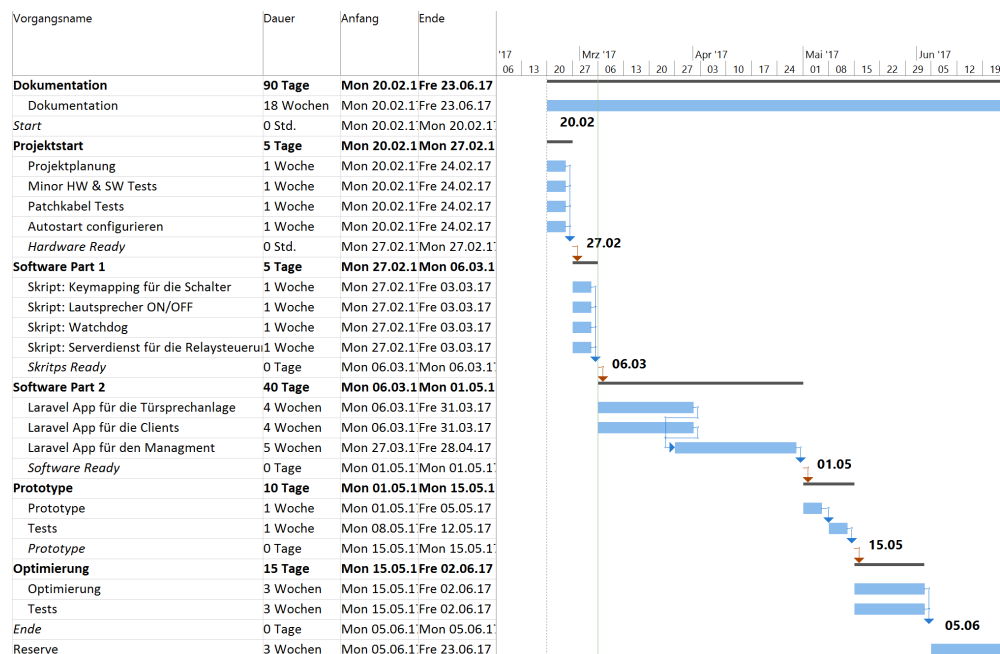


Abbildung 4: Projektplanung

## 4 Hardware

Das System wird Hardwareseitig in zwei Teile unterteilt. Der Server, die zentrale Einheit und die Aussensprechstelle. An beide Orte wird eine Raspberry Pi 3 und das nötige Hardware eingesetzt.

### 4.1 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. Je nach wie viele Gongs und Türe verbunden werden müssen, könnten bis zwei 8-Channel Relayboards verbunden werden.

<- ABBILDUNG CON LA PI E I RELAY E I PIN A CUI SONO COLLEGATI

### 4.2 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 zu kleine innere Widerstand um 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 ist eine Massentrennfilter an dieser Stelle notwendig.

<- ABBILDUNG CON LA PI E COMPONENTI COLLEGATI

## 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 Enduser 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. 5). Die Kommunikation zwischen den Knoten ist von TLS immer gewährleistet. Die einzelne Komponente werden in den nächsten Kapiteln genauer beschrieben.

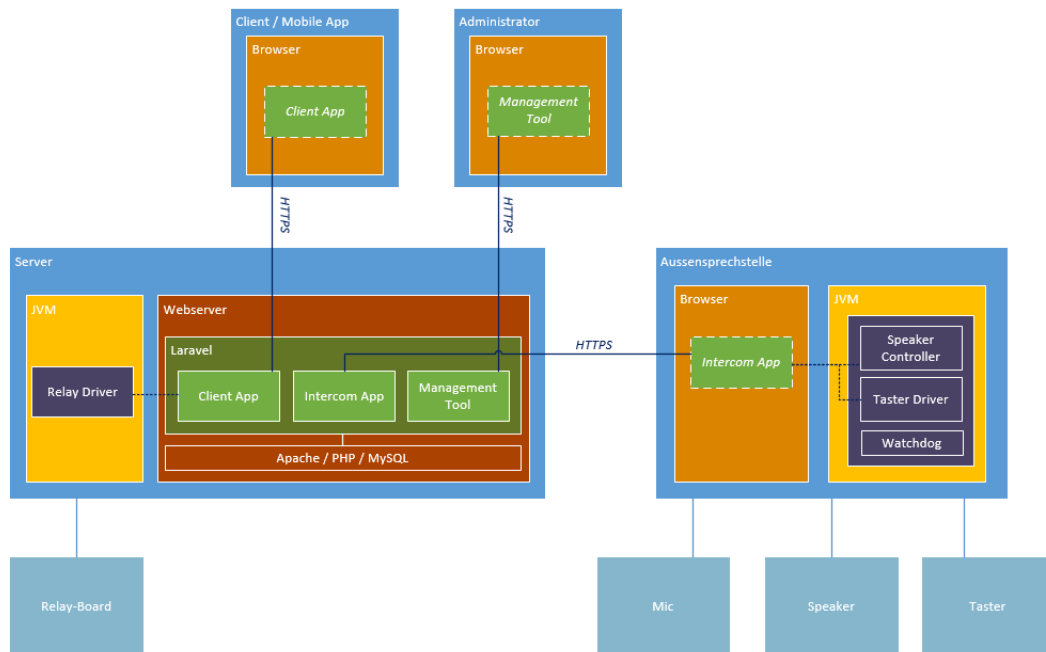


Abbildung 5: Software / Hardware Ecosystem

Die Software wird in zwei Gruppen unterteilt. Einerseits gibt es alle Dienste/Services (*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-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 5.5) behandelt.

## **5.3 Dienste**

### **5.3.1 Keymapper**

Die Aussensprechstelle wird durch 3 Schalter bedient. Die Aufgabe des Keymapers besteht darin, bei einem Tastendruck eine Aktion auf der Aussensprechstelle ausgeführt wird. Die drei Schalter wurden an GPIO Pins des Raspberry PI angeschlossen. Wie im Abschnitt 5.1.1 beschrieben wurde, wird Java eingesetzt.

Die ursprüngliche Idee war der Keymapper als Daemon im Hintergrund laufen zu lassen. Dieser würde den Vorteil haben, dass der Daemon mittels run, stop und restart stabil gesteuert werden könnte. Da die eingesetzte Java Library zum Laufen zwingend ein X Server benötigt, wurde der Keymapper im Init level 5 wo auch der X Server ausgeführt wird. Die Ausführung der Software ergibt in diesem Fall eine Fehlermeldung, da der X Server noch nicht vollständig initialisiert ist. Das Problem lag darin, dass per Definition ein Daemon Benutzerunabhängig ist. Somit steht der Library, die auf dem X Server zugreift, die wiederum Benutzerspezifisch ist, in Konflikt mit der Definition.

Die Desktop-Umgebung LXDE, welche von Raspbian verwendet wird, bietet einen Autostart, welcher den Keymapper nach der Initialisierung des X Servers ausführt.

### **5.3.2 Speaker Controller**

...

### **5.3.3 Streaming Server**

...

### **5.3.4 Relay Controller**

...

### **5.3.5 Watchdog**

...



### 5.3.6 Signaling Server

Der Signaling-Server ist ein Bestandteil von WebRTC und wird in ein eigenes Kapitel ausführlich beschrieben (siehe Abschnitt 5.5.1).

## 5.4 Webapplikationen

### 5.4.1 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 allen Aussensprechstellen verbinden können, ein Video Signal von der Kamera aller Eingänge erhalten, alle Türen öffnen und mit der Person bei der Tür über die Anlage kommunizieren können.

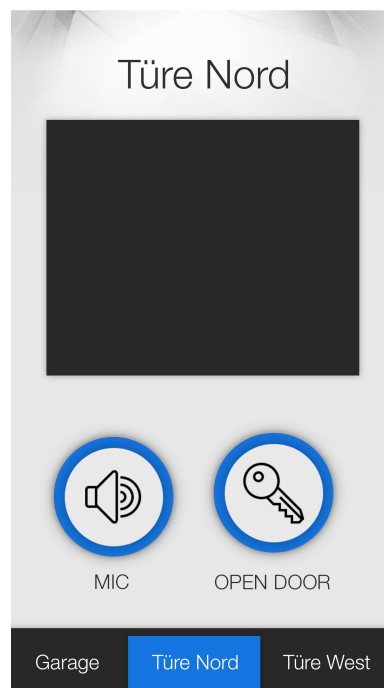


Abbildung 6: Design der Client-Webapp

Die Abb. 6 zeigt das Design für diese 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 ausgewählte Türe wird sofort angezeigt und benötigt keine weitere Interaktion.

## 5.5 WebRTC

WebRTC ist ein offener Standard, der eine Sammlung von Kommunikationsprotokollen und API 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 die Sprechpartner (Peer-to-Peer).

Im unseren System wird WebRTC nur für den Audiostream verwendet. Das Videostream ist unidirektional und kann somit mit andere Methoden effizienter übertragen werden (siehe Abschnitt 5.3.3).

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]

### 5.5.1 Signaling Process

Ähnlich wie bei VoIP-Telefonie (*SIP*) brauchen die Sprechpartner ein gemeinsam bekanntes Knoten, um die Verbindung zu initialisieren (siehe Abb. 7). 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 Aussensprech-

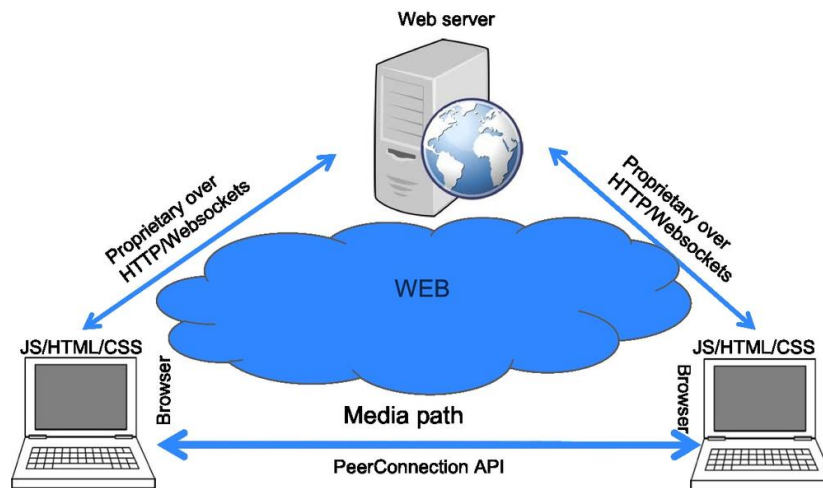


Abbildung 7: Der Signaling Prozess

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

### 5.5.2 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 Adress 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 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. 8). STUN-Servers informieren die

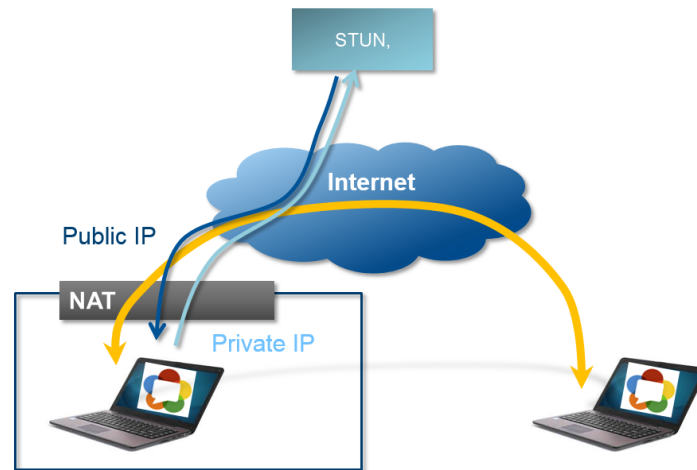


Abbildung 8: STUN Server

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.

## **Literatur**

## Abbildungsverzeichnis

1	Wirksame aerodynamische Kräfte an einem Profil . . . . .	1
2	Hybrides Vorgehensmodell . . . . .	4
3	Projektplanung Meilensteine . . . . .	5
4	Projektplanung . . . . .	5
5	Software / Hardware Ecosystem . . . . .	8
6	Design der Client-Webapp . . . . .	10
7	Der Signaling Prozess . . . . .	12
8	STUN Server . . . . .	13

## **Tabellenverzeichnis**

## **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

