

Peer-to-Peer Kommunikation für Sprachübertragung in einem Praxisrufsystem

IP6 - Bachelor Thesis

1. März 2022

Studenten Joshua Villing

Fachbetreuer Daniel Jossen

Auftraggeber Daniel Jossen

Studiengang Informatik

Hochschule Hochschule für Technik

Management Summary

Lorem Ipsum

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
2	Vorgehensweise	4
2.1	Projektplan	4
2.2	Meilensteine	5
2.3	Abweichungen	5
3	Anforderungen	6
3.1	User Stories	6
3.2	Features	7
4	Technologie Evaluation	8
4.1	Mobile Client	8
4.2	Sprachsynthese	10
4.3	Gegensprechanlage	12
5	Konzept	14
5.1	SystemArchitektur	14
5.2	Nativer Mobile Client	17
5.3	Sprachsynthese	23
5.4	Gegensprechanlage	29
5.5	Zusammenfassung	39
6	Umsetzung	44
6.1	Resultate	44
6.2	Tests	50
6.3	Fazit	55
7	Schluss	57
	Literaturverzeichnis	58
	Abbildungsverzeichnis	59
A	Aufgabenstellung	61
B	Quellcode	62
C	Ehrlichkeitserklärung	63

1 Einleitung

”Ärzte und Zahnärzte haben den Anspruch in Ihren Praxen ein Rufsystem einzusetzen. Dieses Rufsystem ermöglicht, dass der behandelnde Arzt über einen Knopfdruck Hilfe anfordern oder Behandlungsmaterial bestellen kann.”[1] Mit diesem Projekt wurde ein cloudbasiertes Praxisrufsystem realisiert. Dazu wurde das im Vorgängerprojekt ”IP5 Cloudbasiertes Praxisrufsystem” umgesetzte Praxisrufsystem erweitert. Das erweiterte System ermöglicht es Benachrichtigungen zu versenden und Sprachverbindungen zwischen Teilnehmern aufzubauen. Als Benutzeroberfläche dient dabei eine native iOS Applikation. Folgende Abbildungen zeigen die Startseite der iOS Applikation (Abbildung 1.1) sowie die Ansicht während eines aktiven Gruppenanrufs (Abbildung 1.2).

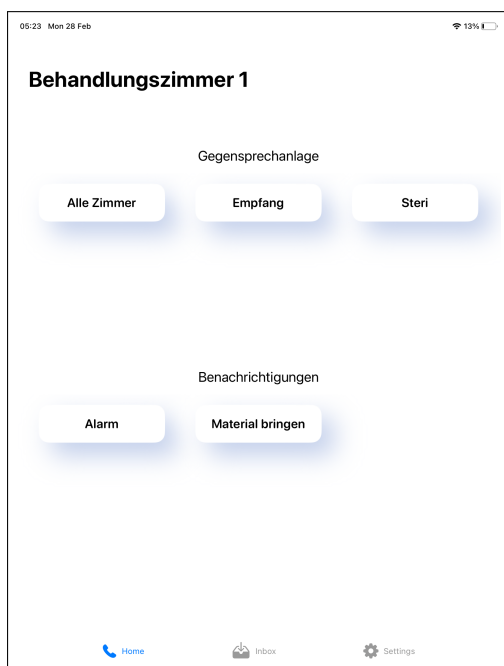


Abbildung 1.1: Praxisruf Startseite

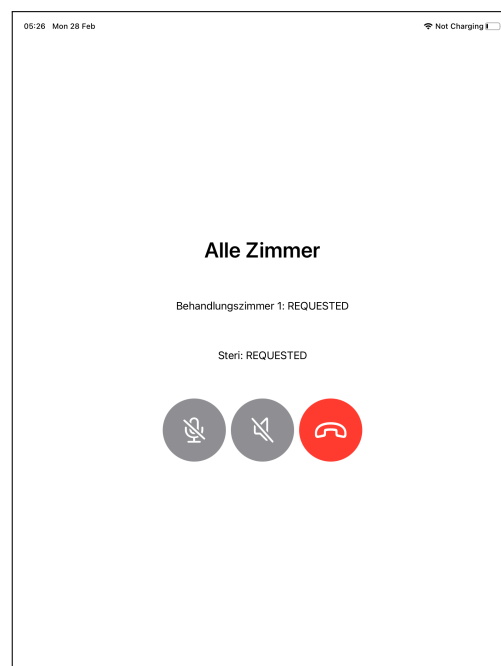


Abbildung 1.2: Aktiver Anruf

Auf der Startseite der Applikation können per Knopfdruck Benachrichtigungen versendet und Sprachverbindungen gestartet werden. Empfangene Benachrichtigungen werden als Push-Benachrichtigung angezeigt und in einer Inbox gesammelt. Bei entsprechender Konfiguration wird zudem der Inhalt von empfangenen Benachrichtigungen automatisch vorgelesen. Sprachverbindungen können zwischen zwei oder mehr Teilnehmern aufgebaut werden. Das System unterstützt sowohl private Gespräche als 1:1 Verbindungen wie auch Gruppenunterhaltungen als 1:N Verbindungen.

Welche Buttons und damit welche Benachrichtigungen und Sprachverbindungen zur Verfügung stehen, wird durch Administratoren konfiguriert. Die Konfiguration von Buttons für Sprachverbindungen beinhaltet, mit welchen Empfängern eine Verbindung aufgebaut wird. Die Konfiguration von Buttons für Benachrichtigungen definiert den Inhalt der Benachrichtigung, welche Empfänger sie erhalten und ob die Benachrichtigung vorgelesen wird. Für die Verwaltung dieser Konfiguration kann durch eine Weboberfläche vorgenommen werden. Abbildung 1.3 zeigt die Übersicht verfügbarer Benachrichtigung in dieser Weboberfläche.

Die Grundlage für das umgesetzte Praxisrufsystem wurde im Rahmen der Projektarbeit ”IP5 Cloudbasiertes Praxisrufsystem” erarbeitet. Im Rahmen des Vorgängerprojektes wurde bereits ein Praxisrufsystem mit eingeschränktem Funktionsumfang entwickelt. Die in diesem Projekt entwickelte Lösung ist eine Erweiterung des bestehenden Systems. Das zuvor umgesetzte System unterstützte das Versenden und Empfangen von Benachrichtigungen. Sprachsynthese für Benachrichtigungen und Sprachver-

	Title	Body	Description	Text to speech
<input type="checkbox"/> Display text				
<input type="checkbox"/> Material bringen	Material	Material wird benötigt	Material	×
<input type="checkbox"/> Nächster Patient	Nächster Patient	Nächster Patient bereit	Nächster Patient	✓
<input type="checkbox"/> Alarm	Alarm	Schlimme Sache	Alarm	✓
<input type="checkbox"/> Material bereit	Material bereit	Material ist sterilisiert	Material bereit	×
<input type="checkbox"/> Verpasster Anruf		Missed Call		×

Abbildung 1.3: Praxisruf Startseite

bindungen für eine Gegensprechanlage konnten im Rahmen des Vorgängerprojektes nicht umgesetzt werden.[2] Die zentrale Aufgabenstellung für dieses Projekt war es, das System zu erweitern so, dass Benachrichtigungen vorgelesen und Sprachverbindungen aufgebaut werden können. Die Bedienung des Praxisrufsystems soll weiterhin über eine mobile Applikation möglich sein. Dazu soll eine neue, native iOS Applikation entwickelt werden. Diese ersetzt die bestehende App und muss alle bestehenden Funktionen unterstützen. Sie muss zudem Sprachverbindungen zu anderen Teilnehmern aufbauen und den Inhalt von Benachrichtigungen vorlesen können.

Wie in der Aufgabenstellung beschrieben, hat eine Marktanalyse im Vorfeld dieses Projektes gezeigt, dass bestehende kommerzielle Praxisrufsysteme vorwiegend veraltete Kommunikationstechnologien einsetzen. Diese Systeme sind deshalb aufwändig zu installieren und skalieren schlecht. Sie können weiter nicht einfach in ein TCP/IP-Netzwerk eingebunden oder über externe APIs angesteuert werden.[1] Das im Rahmen des Vorgängerprojektes umgesetzte System löst diese Probleme bereits teilweise. Mit dem Cloudservice bietet das System einen zentralen Dienst, welcher über eine Http Schnittstelle ansprechbar ist. Diese ermöglicht die Verwaltung der Systemkonfiguration und leitet Benachrichtigung anhand der Konfiguration an relevante Empfänger weiter. Dadurch ist es einfacher möglich, das System in Netzwerke einzubinden, zu skalieren und neue Endgeräte anzubinden. Das Vorgängersystem unterstützt aber noch nicht alle Funktionen, die ein Praxisrufsystem bieten muss. Die meisten kommerziell erhältlichen Lösungen können als Gegensprechanlage verwendet werden[1]. Ein konkurrenzfähiges Praxisrufsystem muss deshalb unbedingt als Gegensprechanlage verwendet werden können. Mit der Integration von Sprachsynthese für Benachrichtigungen kann sich das System weiter von bestehenden Lösungen absetzen. Ein weiterer Schwachpunkt des Vorgängerprojektes ist die darin entwickelte mobile Applikation. Diese wurde mit einer geteilten Codebasis für iOS und Android entwickelt. Im Fazit des Vorgängerprojekts wurde festgehalten, dass diese Applikation neu als native Applikation entwickelt werden sollte. Dadurch könne effizienter Betrieb, Wartung sowie Hardware- und Betriebssystemkompatibilität langfristig gewährleistet werden.[2] Deshalb ist auch die Neuentwicklung und Erweiterung der mobile App als native Applikation zentraler Bestandteil der Aufgabenstellung.

Das umgesetzte System besteht aus drei Applikationen. Der zentrale Cloudservice dient zur Verwaltung der Konfiguration und dem Vermitteln von Nachrichten zwischen Endgeräten. Das Admin UI bietet eine Weboberfläche mit der die Konfiguration des Cloudservice verwaltet werden kann. Mit dem Mobile Client bietet das System eine iOS App über welche Sprachverbindungen aufgebaut und Benachrichtigungen versendet/empfangen werden können. Für das Versenden von Benachrichtigungen senden Mobile Clients HTTP Anfragen an den Cloudservice. Der Cloudservice findet in der Konfiguration alle relevanten empfänger und leitet die Benachrichtigung an diese weiter. Für die Zustellung von aus dem Cloudservice an Mobile Clients wird Firebase Cloud Messaging verwendet.

Die Synthese von Sprachdaten wurde mit einer Anbindung an AWS Polly im Cloudservice implementiert. Bei AWS Polly handelt es sich um eine Sprachsynthesedienst von Amazon Webservices.[3] Der Cloudservice bietet eine Http Schnittstelle, über welche Clients Sprachdaten für Benachrichtigungen

beziehen können. Durch diese Lösung müssen die Endgeräte die Anbindung an den Provider für Sprachsynthese nicht selbst implementierten. Dies bietet insbesondere die Vorteile, dass der Provider leicht ausgewechselt werden kann und, dass die Anbindung von zukünftige Plattformen übernommen werden kann.

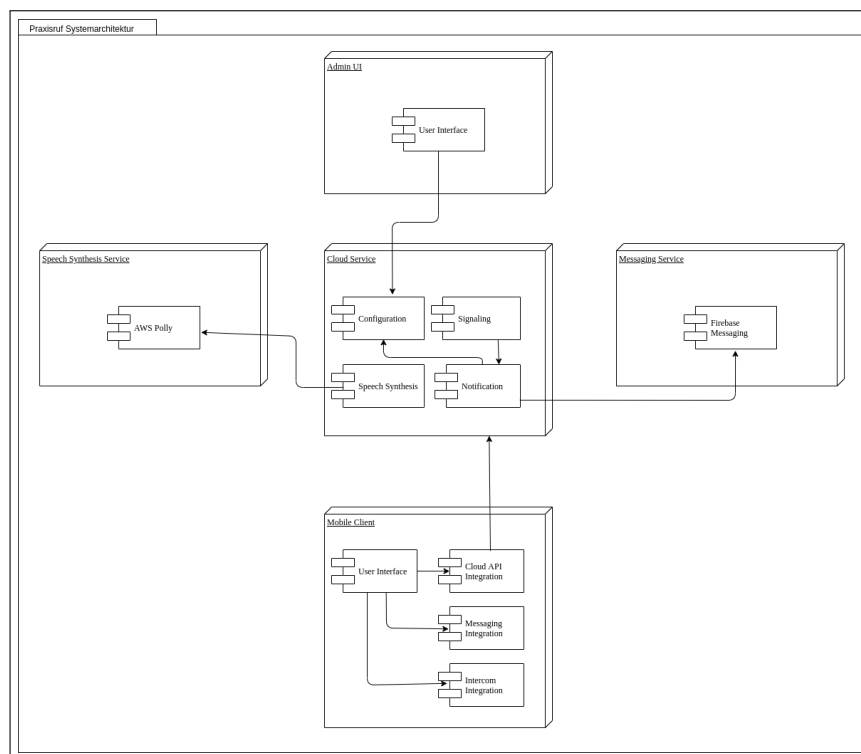


Abbildung 1.4: Systemarchitektur Praxisruf

Sprachverbindungen zwischen Mobile Clients werden als Peer To Peer Verbindungen aufgebaut. Diese Verbindungen wurden mit der Technologie WebRTC umgesetzt. Dabei handelt es sich um einen offenen Standard, welcher Echtzeitkommunikation für mobile Applikationen und Browser Applikationen ermöglicht.[4] Damit Peer To Peer Verbindungen zwischen Mobile Clients aufgebaut werden können, müssen diese synchrone Meldungen austauschen können. Um dies zu ermöglichen, wurde der Cloudservice um ein Modul "Signaling" erweitert. Dieses Modul bietet eine Websocketschnittstelle, über welche die nötigen Signalmeldungen ausgetauscht werden können. Jeder Mobile Client der für Sprachverbindungen verfügbar ist, baut bei der Anmeldung eine Verbindung zum Signaling Modul auf. Über diese Verbindung sendet und empfängt er alle Signalmeldungen, die für den Verbindungsaufbau notwendig sind.

Im folgenden Bericht werden die erarbeiteten Konzepte und Resultate detailliert beschrieben. Zunächst werden Vorgehensweise, Projektplan und die Organisation des Projekts vorgestellt. Anschliessend werden die Anforderungen, welche zu Beginn des Projekts definiert wurden, beschrieben. Es folgt eine Technologie Evaluation für Sprachsynthese und Gegensprechanlage. Dabei werden mögliche Optionen beschrieben und anschliessend begründete Entscheidungen getroffen. Das darauffolgende Kapitel beschreibt das detaillierte technische Konzept für Funktionsweise und Architektur des Systems. Es wird beschrieben, wie die Funktionen Gegensprechanlage und Sprachsynthese umgesetzt wurden. Dabei wird insbesondere darauf eingegangen, wie die bestehende und neue Funktionen in einer nativen iOS Applikation integriert werden. Weiter werden die notwendigen Abläufe, Kommunikationskanäle und Datenmodelle beschrieben. Nach dem Konzept werden die Resultate zusammengefasst und die umgesetzten Ansichten des nativen iOS App abgebildet. Am Ende der Arbeit stehen ein Fazit und Schlusswort mit Empfehlungen für das weitere Vorgehen.

2 Vorgehensweise

Dieses Kapitel beschreibt die Planung des Projekts, welche zu Projektbeginn definiert wurde. Es wurde ein Projektplan erarbeitet und Meilensteine zur Fortschrittskontrolle erfasst.

2.1 Projektplan

Der Projektplan wurde zu Beginn der Projektarbeit definiert und wie in Abbildung 2.1 dargestellt festgehalten. Folgendes Kapitel beschreibt den damit definierten Ablauf.

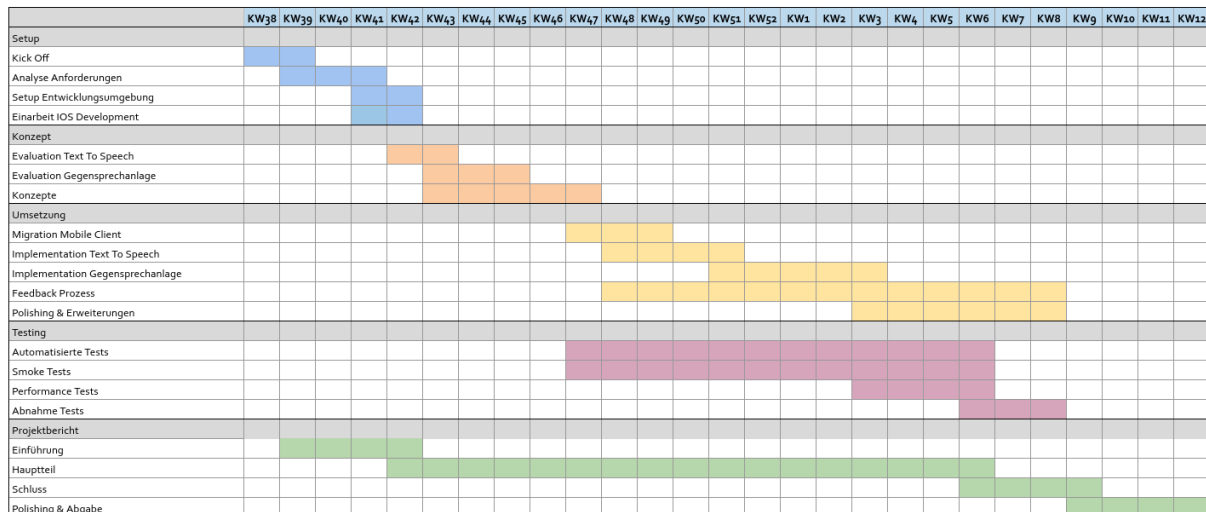


Abbildung 2.1: Projektplan

Das Projekt beginnt mit einer Setup-Phase. Anforderungen und Umfang des Projektes werden zusammen mit dem Auftraggeber erarbeitet und dokumentiert. Es wird ein Projektplan erstellt und die grobe Struktur des Projektberichts definiert. Infrastruktur und Codebasis des Vorgängerprojektes wird übernommen und wo nötig für dieses Projekt angepasst. Für die Entwicklung einer nativen iOS App muss eine Entwicklungsumgebung inklusive Hardware und Testgeräten aufgesetzt werden. Während dieser Zeit findet bereits eine Einarbeitung in native iOS Entwicklung statt. So können erste Erfahrungen gesammelt werden und die Vollständigkeit der Entwicklungsumgebung validiert werden. Nach der Setup-Phase beginnt die Konzept-Phase. Dies beinhaltet Evaluation von Technologien sowie Definition von Grundprozessen und Datenstrukturen. Die erstellten Konzepte werden mit einfachen gehaltenen Proof Of Concepts validiert. Alle erarbeiteten Konzepte werden dokumentiert. Es wird beschrieben, wie die bestehende Systemarchitektur erweitert wird, um die neuen Funktionen integrieren. Dabei müssen insbesondere Skalierbarkeit, Erweiterbarkeit und Integrierbarkeit des Systems bewahrt werden. Die Umsetzung des Systems findet schliesslich in der dritten Phase. Die erarbeiteten Konzepte werden umgesetzt und in das Praxisrufsystem integriert. Bei der Umsetzung wird als Erstes der bestehende Mobile Client als native iOS Applikation neu entwickelt. Darauf werden Sprachsynthese und letztlich Gegensprechanlage implementiert. Die erarbeiteten Konzepte werden dabei laufend verfeinert und wo nötig angepasst. Während der Umsetzung wird der aktuelle Stand regelmässig mit dem Kunden besprochen. Der Kunde kann so frühzeitig Rückmeldung geben. Gewünschte Anpassungen und Erweiterungen können Frühzeitig eingeplant werden. Parallel zur Umsetzung läuft eine Testing-Phase. Diese beinhaltet das Schreiben von automatisierten Tests und regelmässigen manuellen Tests des aktuellen Stands. Zum Ende der Umsetzungsphase wird schliesslich ein Abnahmetest mit dem Kunden durchgeführt. Die vierte Phase bildet den Abschluss des Projekts. Es werden keine Änderungen mehr an der Applikation vorgenommen. Der Projektbericht wird fertiggestellt und das Projekt wird für die Abgabe vorbereitet.

2.2 Meilensteine

In der Anfangsphase des Projektes wurden folgende Meilensteine definiert:

Id	Beschreibung
M01	Initiale Anforderungsanalyse Die Anforderungen an das Projekt aus der Aufgabenstellungen sind in User Stories dokumentiert.
M02	Einarbeit und Setup IOS Umgebung Projektteilnehmende sind mit groben Konzepten der IOS Entwicklung vertraut. Die Entwicklungsumgebung ist bereit für die Umsetzung.
M03	Evaluation Technologien Die Evaluation der Technologien für Sprachsynthese und Gegensprechanlage ist abgeschlossen.
M04	Konzepte Die Konzepte für Systemarchitektur, mobile Applikation, Gegensprechanlage und Sprachsynthese sind erarbeitet.
M05	Migration bestehender Funktionalität Die Funktionen die im Mobile Client der Projektarbeit "IP5 Cloudbasiertes Praxisrufsystem" umgesetzt wurden, stehen in der neuen nativen IOS Applikation zur Verfügung.
M06	Umsetzung Sprachsynthese Die Anforderung zur Funktion Sprachsynthese sind umgesetzt.
M07	Umsetzung Gegensprechanlage 1:1 Die Anforderung zur Funktion Gegensprechanlage sind für 1:1 Verbindungen umgesetzt.
M08	Umsetzung Gegensprechanlage 1:n Die Anforderung zur Funktion Gegensprechanlage sind für 1:n Verbindungen umgesetzt.
M09	Polishing und Erweiterungen Die Applikation wurde eingehend getestet. Bekannte Fehler sind behoben oder dokumentiert. Gewünschte Anpassungen und Erweiterungen sind umgesetzt oder dokumentiert. Bei allen nicht umgesetzten Anpassungen ist beschrieben, wieso diese nicht umgesetzt werden konnten.
M10	Abnahme Die Abnahmetests wurden zusammen mit dem Kunden ausgeführt.
M11	Projektbericht Der Projektbericht ist vollständig.
M12	Abgabe Projektbericht und Quellcode sind fertiggestellt. Das Projekt ist abgegeben.

2.3 Abweichungen

Der zu Beginn definierte Projektplan konnte grösstenteils eingehalten werden. Setup- und Konzept-Phase wurden im geplanten Zeitraum abgeschlossen. Während der Umsetzung ist es hingegen zu mehreren Verzögerungen gekommen. Die Umsetzung und Testen der Gegensprechanlage hat deutlich mehr Zeit beansprucht, als eingeplant wurde. Insbesondere die Integration und effiziente Verwendung von WebRTC im nativen iOS Client war anspruchsvoller als erwartet. Dies ist einerseits auf die mangelhafte Dokumentation der verwendeten Bibliotheken zurückzuführen. Andererseits wurde schlicht zu wenig Puffer für die Implementation eingeplant. Die Verzögerungen während der Umsetzung hat dazu geführt, dass weniger Zeit als erhofft für Polishing und Erweiterungen aufgewendet werden konnten.

Die in Kapitel 2.2 definierten Meilensteine sind grösstenteils erreicht. Der Milestone M09 Polishing und Erweiterungen wurde nicht vollständig erreicht. Wegen Verzögerungen in der Umsetzungsphase konnte weniger Zeit als erwartet für Polishing und Erweiterungen aufgewendet werden. Es wurden deshalb keine Erweiterungen die über die Mindestanforderungen hinausgehen umgesetzt.

3 Anforderungen

Dieses Kapitel beschreibt die Anforderungen an das Praxisrufsystem, welche zu Beginn des Projektes erarbeitet werden. Die Anforderungen werden aus fachlicher der Stakeholder festgehalten. Dazu werden zunächst Stakeholdergruppen identifiziert und anschliessend pro Gruppe User Stories definiert. Jede User Story beschreibt eine Anforderung welche eine Stakeholdergruppe an das System hat. Anhand der User Stories werden anschliessend Features definiert, welche User Stories unter einem gemeinsamen Titel zusammenfassen.

3.1 User Stories

Im folgenden Kapitel werden die Anforderungen aus Sicht der Stakeholder dokumentiert. Im Vorgängerprojekt wurden drei Stakeholdergruppen, welche für dieses Projekt übernommen werden. Die Gruppe Praxismitarbeitende verwendet das Praxisrufsystem, um in der Praxis zu kommunizieren. Neben Praxismitarbeitenden, arbeitet auch die Rolle des Praxisverantwortlichen mit dem Praxisrufsystem. Praxisverantwortliche sind dafür verantwortlich, die Konfiguration des Praxisrufsystems vorzunehmen. Als dritte Stakeholdergruppe hat der Auftraggeber ein Interesse daran, dass gewisse Rahmenbedingungen gesetzt und eingehalten werden.[2] Im Folgenden werden die Anforderungen pro Stakeholdergruppe tabellarisch aufgelistet.

3.1.1 Praxismitarbeitende

Id	Anforderung
U01	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich alle Funktionen aus der existierenden Applikation weiterhin verwenden können, damit mir diese weiterhin die Arbeit erleichtern. ²
U02	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich, dass eingehende Benachrichtigungen vorgelesen werden, damit den Inhalt der Benachrichtigung kenne, ohne meine Aufmerksamkeit auf den Bildschirm zu richten.
U03	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich, das Vorlesen von Benachrichtigungen deaktivieren können, damit ich bei der Arbeit nicht unnötig gestört werde.
U04	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich, per Button eine Sprachverbindung zu einem anderen Praxiszimmer aufbauen können, damit ich mich mit einer anderen Person absprechen kann.
U05	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich, per Button eine Sprachverbindung zu mehreren anderen Praxiszimmern aufbauen können damit, ich mich mit mehreren anderen Personen absprechen kann.
U06	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich über geöffnete Sprachverbindungen in Echtzeit kommunizieren können damit es die Funktion einer Gegensprechanlage wirklich erfüllt.
U07	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich nur Buttons für Sprachverbindungen sehen, die für mich relevant sind.
U08	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich benachrichtigt werden, wenn ein anderes Zimmer eine Sprachverbindung öffnet, damit ich auf die Anfrage Antworten kann.
U09	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich den Verlauf empfangener und verpasster Sprachverbindungen nachvollziehen können, damit ich mich zurückmelden kann.
U10	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich, dass eingehende Sprachverbindungen aus anderen Praxiszimmern automatisch geöffnet werden, damit das Gespräch möglichst schnell beginnen kann.
U11	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich, direkte Sprachverbindungen aus anderen Praxiszimmern trennen können damit ich ein Gespräch beenden kann.
U12	Als Praxismitarbeiter/in möchte ich, aus Sprachverbindungen zu mehreren Praxiszimmern (Gruppenunterhaltungen) austreten können, damit ich nicht unnötig bei der Arbeit gestört werde.

3.1.2 Praxisadministrator

Id	Anforderung
U13	Als Praxisverantwortlicher möchte ich konfigurieren können, welche Benachrichtigungen dem Praxismitarbeitenden vorgelesen werden, damit nur relevante Benachrichtigungen vorgelesen werden.
U14	Als Praxisverantwortlicher möchte ich konfigurieren können, aus welchen Zimmern Sprachverbindungen zu welchen anderen Zimmern aufgebaut werden können, damit die Mitarbeitenden das System effizient bedienen können.
U15	Als Praxisverantwortlicher möchte ich Benachrichtigungen, Clients und Benutzer wie zuvor konfigurieren können, damit ich das System weiterhin auf meine Praxis zuschneiden und bestehende Konfigurationen übernehmen kann.

3.1.3 Auftraggeber

Id	Anforderung
U16	Als Auftraggeber möchte ich die bestehende Betriebsinfrastruktur übernehmen, um von der bereits geleisteten Arbeit profitieren zu können.
U17	Als Auftraggeber möchte ich, dass die bestehenden Komponenten des Systems wo immer möglich weiter verwendet werden, um von der bereits geleisteten Arbeit profitieren zu können.
U18	Als Auftraggeber möchte ich, der bestehende Mobile Client als native iOS Applikation ungeschrieben wird, um Wartbarkeit und Gerätekompatibilität langfristig zu gewährleisten.
U19	Als Auftraggeber möchte ich, dass wo möglich der Betrieb von Serverseitigen Dienstleistungen über Amazon Webservices betrieben wird, damit ich von bestehender Infrastruktur und Erfahrung profitieren kann.

3.2 Features

Die in Kapitel 3.1 beschriebenen User Stories lassen sich in drei Features einteilen. Diese drei Features bilden Grundlage für Aufteilung der Kapitel Konzept und Technologie Evaluation in den nachfolgenden Kapitel. Es wurde die folgenden drei Features definiert:

Id	Feature
F01	Migration des bestehenden Mobile Client
F02	Sprachsynthese
F03	Gegensprechanlage

Das Feature F01 Migration des bestehenden Mobile Client bildet die Grundlage für die native iOS Applikation. Damit wird die native iOS Applikation mit dem Funktionsumfang der Vorgängerversion behandelt. Das Feature Sprachsynthese baut auf F01 auf und fügt die Sprachsynthese für empfangene Benachrichtigungen hinzu. Mit dem Feature Gegensprechanlage wird schliesslich das Kernstück der neuen Funktionalität behandelt. Dieses Feature behandelt Integration von Peer To Peer Sprachverbindungen in das System. Nach der Umsetzung dieses Features kann das Praxisrufsystem als Gegensprechanlage verwendet werden.

4 Technologie Evaluation

In diesem Kapitel wird evaluiert, mit welchen Technologien und Frameworks die Anforderungen für das Projekt umgesetzt werden. Dies beinhaltet die Migration des bestehenden Mobile Clients[2] (F01) sowie die Implementation der neuen Features "Sprachsynthese" (F02) und "Gegensprechanlage" (F03)¹.

4.1 Mobile Client

Mit dem Projekt "IP5 Cloudbasiertes Praxisrufsystem" wurde bereits eine mobile Applikation für Praxisruf umgesetzt. Mit dieser Applikation können bereits heute Benachrichtungen über Praxisruf versendet und empfangen werden.[2] Die bestehende Applikation wurde mit Nativescript[5] als Multi-Platform Applikation gebaut. Um die Wartbarkeit und Hardware- sowie Betriebssystemkompatibilität zu gewährleisten wurde im Fazit des Vorgängerprojekts empfohlen, die Applikation neu als native Applikation für iOS und Android zu schreiben.[2]

Mit diesem Projekt soll die Applikation dementsprechend neu als native iOS Applikation umgesetzt werden. Dabei ist es wichtig, dass sämtliche bestehende Funktionalität auch im neu entwickelten nativen Mobile Client zur Verfügung steht. Um weiterhin Benachrichtungen senden und empfangen zu können, muss die gewählte Technologie es ermöglichen Firebase Cloud Messaging anzubinden und Push Benachrichtigungen im Vorder- sowie im Hintergrund empfangen können. Weiter muss die Technologie es ermöglichen, regelmäßige Aufgaben auszuführen. Dadurch kann überprüft werden, ob der Benutzer ungelesene Benachrichtigungen hat und wenn nötig eine Erinnerung dafür angezeigt werden.

4.1.1 Programmiersprache

Für die Entwicklung von nativen iOS Applikationen ist die Programmiersprache Swift Industriestandard.[6] Der native iOS Client für Praxisruf wird deshalb mit Swift implementiert.

4.1.2 Frameworks

Für die Umsetzung von iOS Applikationen stellt Apple die zwei Frameworks UIKit[7] und SwiftUI[8] zur Verfügung. UIKit ist das ältere der beiden Frameworks und ist seit iOS 2.0 verfügbar. Dementsprechend ist das Framework ausgereifter und bietet viele Funktionen zur Integration einer Applikation mit iOS.[7]

SwiftUI ist deutlich neuer und steht seit iOS 13.0 zur Verfügung. Auf der offiziellen Dokumentationsseite zu SwiftUI schreibt Apple "SwiftUI helps you build great-looking apps across all Apple platforms with the power of Swift — and as little code as possible." [8] SwiftUI fokussiert sich auf eine deklarative Syntax, welche es leichtgewichtiger als UIKit macht. Es bietet zudem ausgezeichnete Integration des Entwicklungsworkflows in die XCode Entwicklungsumgebung und viele Standardkomponenten wie Listenansichten, Formfelder und andere UIKomponenten. Dadurch wird es einfacher eine Benutzeroberfläche mit dem nativem Look und Feel einer nativen iOS Applikation umzusetzen.

Da SwiftUI deutlich neuer ist als UIKit, ist es möglich dass es noch nicht alle Funktionen und Betriebssystem Integrationen unterstützt die in UIKit möglich sind. Dieses Problem wird dadurch aufgehoben, dass UIKit Funktionen nahtlos in SwiftUI integriert werden können.[9] Es ist also grundsätzlich möglich, alles was mit UIKit umgesetzt werden kann auch mit SwiftUI umzusetzen.

¹Siehe Kapitel 3

4.1.3 Unterstützung Benachrichtigungen

Um Notifikationen über Praxisruf versenden und Empfangen zu können, muss Firebase Cloud Messaging in die Applikation integriert werden können. Firebase stellt für die Integration in iOS eine native Library zur Verfügung.[10] Die Integration von Firebase Cloud Messaging kann über Funktionen dieser Library implementiert werden. Dies beinhaltet die Registrierung bei Firebase Cloud Messaging sowie das Empfangen der Benachrichtigungen über Firebase. [11] Damit Push-Benachrichtigungen über das Betriebssystem angezeigt werden können, müssen die Empfangen Benachrichtigungen an das Betriebssystem übergeben werden. Mit AppDelegates ist es möglich sich in den Lifecycle des Betriebssystems einzuhängen[12]. Dadurch ist es auch möglich, Vorder- und Hintergrundbenachrichtigungen über das Benachrichtigungszentrum von iOS anzuzeigen[11].

Die Firebase Cloud Messaging Library kann sowohl mit SwiftUI als auch mit UIKit verwendet werden. AppDelegates sind ein Konzept welches aus UIKit stammt[12]. SwiftUI Applikationen können ohne AppDelegates implementiert werden. UIKit Funktionen können allerdings nahtlos mit SwiftUI integriert werden.[9] Die Firebase Cloud Messaging Library für iOS ermöglicht es also, Benachrichtigungen von Praxisruf sowohl mit UIKit als auch mit SwiftUI umzusetzen.

4.1.4 Benachrichtigungen prüfen

Der Mobile Client soll den Benutzer regelmässig erinnern, wenn es ungelesene empfangene Benachrichtigungen gibt. Dazu muss regelmässig geprüft werden, ob es solche Benachrichtigungen gibt und gegebenenfalls ein Erinnerungston abgespielt werden. Die standard iOS Libraries von Apple bieten Mittel, mit welchen regelmässige Aufgaben angestoßen werden können. Einerseits können über "Timer" in Regelmässigen abständen Events veröffentlicht werden. Auf einer SwiftUI View kann ein beliebiger Listener registriert werden, der beim Empfang eines Events des Timers aufgerufen wird. Dies bringt die Einschränkung mit sich, dass die Prüfung nur ausgeführt ist, wenn die App im Vordergrund läuft und die View geladen wurde.[13] Da der bestehende Mobile Client dieselbe Einschränkung hat, könnte mit einem Timer trotzdem genau dasselbe Verhalten wie im bestehenden Client umgesetzt werden. Apple bietet allerdings auch Mittel, um Aufgaben im Hintergrund zu verarbeiten. Über die Klasse BGTaskScheduler können Aufgaben erfasst werden, die im Hintergrund ausgeführt werden.[14]

Die Umsetzung von der Erinnerungsfunktion kann also ohne zusätzliche Frameworks umgesetzt werden. Es besteht zudem die Möglichkeit den Umfang des bestehenden Clients zu erweitern und die Prüfungen auch im Hintergrund laufen zu lassen.

4.1.5 Entscheid

Der native iOS Mobile Client für Praxisruf wird mit Swift und SwiftUI umgesetzt. Der deklarative Syntax, ermöglicht es einfacher übersichtliche und lesbare Komponenten zu implementieren. Ausgezeichnete Integration in die XCode Entwicklungsumgebung und die zur Verfügung gestellten Standard Komponenten reduzieren den Entwicklungsaufwand weiter. Die Neuheit von SwiftUI bedeutet, dass möglicherweise gewisse Funktionen noch nicht mit purem SwiftUI umgesetzt werden können. Um diese Wahrscheinlichkeit zu minimieren, wird iOS15 als Zielplattform gewählt. Mit der Verwendung der neusten iOS Version als Zielplattform kann auch die neuste Version von SwiftUI und damit alle zur Verfügung stehenden Funktionen aus SwiftUI verwendet werden. Sollten trotzdem Funktionen benötigt werden, die SwiftUI nicht unterstützt, können diese dank der nahtlosen Integration mit UIKit implementiert und in Zukunft migriert werden.

4.2 Sprachsynthese

Praxisruf soll es neu Unterstützen, dass empfangene Benachrichtigungen vorgelesen werden.² Um dies zu ermöglichen muss eine Technologie integriert werden, die es erlaubt den Textinhalt einer Benachrichtigung in eine Sprachdatei zu konvertieren. Diese Sprachdatei muss Audio beinhalten, welches vom Mobile Client abgespielt werden kann.

Diese Integration kann mit den Standardbibliotheken für iOS oder durch die Anbindung eines externen Providers umgesetzt werden. Die Anbindung eines externen Provider kann entweder direkt im Mobile Client implementiert werden. Alternativ das Backend von Praxisruf³ an den Provider angebunden werden und dem Mobile Client eine Schnittstelle bieten, um diese Daten abzufragen.

4.2.1 Apple Speech Synthesis

Die Standardbibliothek von für iOS unterstützt das Konvertieren von Text zu Sprache.[15] Sprachsynthese könnte dadurch ohne die Anbindung eines externen Providers umgesetzt werden. Durch die Verwendung Funktionalität die Apple selbst zur Verfügung stellt, ist zudem die Kompatibilität mit nativen iOS Clients garantiert. Gleichzeitig entsteht auch eine starke Bindung an Apple als Sprachsyntheseprovder. Sollte die Funktion in künftigen Versionen nicht mehr unterstützt werden, müsste die ganze Integration von Sprachsynthese neu implementiert werden. Weiter bringt diese Variante den Nachteil, dass der Mobile Client komplexer wird, weil er mit einer zusätzlichen Instanz kommunizieren muss. Letztlich hat diese Variante den Nachteil, dass dieselbe Funktionalität für einen Android Client komplett neu entwickelt werden müsste.

4.2.2 Amazon Polly

Vom Auftraggeber ist explizit gewünscht, dass Infrastruktur und Services wo möglich über Amazon Webservices bestellt werden.⁴ Mit dem Service "Polly" bietet Amazon Webservices einen Service, welcher Text in Sprachdaten verwandeln kann.[3] Amazon Webservices stellt dazu Libraries für iOS[16] als auch für Java zur Verfügung[17]. Polly kann damit sowohl direkt in den nativen Mobile Client als auch in den Cloudservice integriert werden.

Polly von AWS Webservices bietet eine Library für die Intagrations in iOS. [16] Mit dieser Library ist es möglich, die Anbindung des externen Sprachsyntheseprovders direkt im Mobile Client zu implementieren. Damit wird eine Lösung eingesetzt, die analog auch für zukünftige Android Clients eingesetzt werden kann. Die starke Bindung zu Apple wird durch diese Lösung ebenfalls aufgehoben. Sie wird allerdings durch eine starke bindung zu Amazon Webservices ersetzt. Ein Wechsel des Providers bleibt auch in dieser Variante aufwändig. Weiter bringt auch diese Variante den Nachteil, dass der Mobile Client komplexer wird, weil er mit einer zusätzlichen Instanz kommunizieren muss.

²F02 Sprachsynthese

³Cloudservice

⁴Siehe Kapitel 3 - F19

Alternativ ist es möglich, die Anbindung des Sprachsyntheseproviders im Cloudservice vorzunehmen. Dies hat einerseits den Vorteil, dass alle Clients eine einheitliche Schnittstelle haben können. Sowohl iOS als auch Android und WebClients können die Audiodaten über genau dieselbe Schnittstelle beziehen. Dies ermöglicht es auch den Provider in Zukunft auszutauschen ohne in den Clients etwas verändern zu müssen. Die Option hat zusätzlich den Vorteil, dass Optimierungen, die nicht Client spezifisch sind getroffen werden können. So wäre es möglich einen externen File Storage anzubinden auf, welchem Audiodaten gespeichert werden. Dadurch müsste der Sprachsynthese Provider weniger oft angesprochen werden. Die Variante hat den Nachteil, dass der Cloudservice komplexer wird. Durch die Integration von Sprachsynthese muss aber mindestens eine Komponente im System ausgebaut werden. Wie stark die Komplexität des System wächst, kann jedoch minimiert werden, indem die neue Funktionalität gekapselt wird. Sie kann so umgesetzt werden, dass sie unabhängig von restlichen System bleibt und alle nötigen Daten über die Schnittstelle der anderen Module bezieht.⁵

4.2.3 Entscheidung

Die Sprachsynthese wird durch die Anbindung des externen Providers AWS Polly umgesetzt. Der Cloudservice übernimmt die Kommunikation mit AWS Polly und bietet eine Schnittstelle, über welche Clients Audiodaten beziehen können.

Durch diesen Ansatz kann die Abhängigkeit zu einem spezifischen Provider minimiert werden und die Anbindung für alle Client Plattformen gleich gelöst werden. Dies macht diese Variante zukunftssicher und einfacher betreibbar. Der Einfluss von zusätzlicher Komplexität, die dieser Ansatz mit sich bringt, soll durch eine entsprechende Kapselung in der Systemarchitektur minimiert werden.

⁵Siehe Kapitel 5.1

4.3 Gegensprechanlage

Praxisruf soll um die Funktion einer Gegensprechanlage erweitert werden. Um dies zu ermöglichen, muss das System Sprachübertragung zwischen Mobile Clients in Echtzeit unterstützen. In diesem Kapitel werden die Technologien evaluiert, mit denen dies umgesetzt werden kann.

4.3.1 Amazon Chime

Eine Möglichkeit um Sprachverbindungen in Praxisruf zu implementieren, ist die Integration einer bestehenden Business Kommunikationslösung, wie Webex oder Microsoft Teams. Amazon Webservices bietet für diesen Zweck "Amazon Chime" an. Amazon Chime ist ein Kommunikations Service welcher Funktionen für Meetings, Chats und Geschäftsanrufe ermöglicht.[18] Mit dem Amazon Chime SDK für iOS, ist es möglich Sprach- und Videoanrufe bis hin zu Screensharing in native iOS Applikationen zu integrieren.[19]

Die Integration eines solchen Dienstes hat den Vorteil, dass die Telefonie in einen etablierten Provider ausgelagert werden kann. Durch Verträge mit dem Provider können Verfügbarkeitsgarantien und Supportleistungen vereinbart werden. Dies erhöht die Stabilität des Systems und ermöglicht effizienteres Reagieren im Fehlerfall. Weiter fallen für Praxisruf selbst wenig bis keine Aufwände für den Betrieb der nötigen Telefonieinfrastruktur. Die Kosten, welche durch die Anbindung eines Providers anfallen, sind damit schlimmstenfalls gerechtfertigt und bestennfalls die günstigere Option, als die Infrastruktur selbst zu betreiben.

Die Funktionen für Chats, Videounterhaltungen, Meetings und Bildschirmübertragung sind für den Anwendungsfall "Gegensprechanlage in einem Praxisrufsystem" nicht relevant. Bei der Verwendung von Amazon Chime würde also nur ein kleines Subset der Möglichkeiten die der Service bietet verwendet. Der Nachteil daran ist, dass damit eine starke Bindung an den Amazon Chime SDK und die Abläufe, die Amazon Chime zum Verbindungsaufbau vorsieht.

4.3.2 WebRTC

WebRTC steht für Web Real-Time Communication. Es ist ein Open Source Projekt, welches Echtzeitkommunikation für mobile Applikationen und Browser Applikationen ermöglicht. Es unterstützt Video-, Sprach- und generische Daten, die zwischen Peers gesendet werden. Die Technologien hinter WebRTC sind als offener Webstandard implementiert und in allen gängigen Browsern als reguläre JavaScript-APIs verfügbar. Für native Clients wie Android- und iOS-Anwendungen steht eine Bibliothek mit derselben Funktionalität zur Verfügung.[4] WebRTC baut zur Kommunikation direkte Peer To Peer Verbindungen zwischen den Kommunikationspartnern auf. Um dies zu ermöglichen ist eine Signaling Instanz notwendig, welche Informationen die zum Verbindungsaufbau notwendig sind zwischen den Partnern vermittelt. WebRTC spezifiziert nicht, wie diese Signaling Instanz aussehen muss. Neben dieser Signaling Instanz ist keine Infrastruktur notwendig, um Daten auszutauschen. Sämtliche Sprachdaten werden direkt über die Peer To Peer Verbindungen zwischen Clients ausgetauscht.

Dies hat den Vorteil, dass die Infrastruktur schlank gehalten werden kann. Zudem kann der Signaling Service auf die eigenen Bedürfnisse zugeschnitten werden. Die Kanäle über die Signale ausgetauscht werden, können frei gewählt werden. Das Signaling im Kontext von Praxisruf kann damit im Cloudservice implementiert werden. Für die Benachrichtigung bei verpassten Anrufen können eigene Mechanismen eingebunden werden. Im Fall von Praxisruf, kann dafür der Notification Teil des Cloudservices verwendet werden. Diese Flexibilität bedeutet auch, dass der Signaling Service weitgehend unabhängig von der spezifischen Technologie implementiert werden kann.

Die Verwendung von WebRTC hat den Nachteil, dass kein fachlicher Support bei Verbindungsproblemen zur Verfügung steht. Dies wird dadurch relativiert, dass der eigene Signaling Service sehr einfach gehalten werden kann. Es wird weiter dadurch relativiert, dass der eigene Signaling Service ebenfalls bei einem Cloud Provider betrieben wird. Dafür können wiederum Supportvereinbarungen getroffen werden.

TODO: Signaling Technologie: Websockets, Notification, SSE mit EventSource

Die Verwendung von Peer To Peer Verbindungen ist effizient für Verbindungen bei 1:1 Unterhaltungen. Für 1:m Verbindungen müssen aber tatsächlich m Verbindungen aufgebaut werden. Bei grossen Gruppen, ist diese Art des Verbindungsaufbaus ineffizient. Grundsätzlich wäre es möglich, die Kommunikation über einen zentralen Peer zu bündeln.[20] Um dies zu ermöglichen ist aber wieder Infrastruktur nötig, über welche Sprachdaten übertragen werden können.

4.3.3 Entscheidung

Die Funktion Gegensprechanlage wird mit WebRTC umgesetzt. Dazu wird der Cloudservice um ein Modul erweitert, welches Signaling Informationen vermittelt. Im Mobile Client wird die WebRTC iOS Library integriert, um Peer To Peer Sprachverbindungen aufzubauen.

Durch die Verwendung von WebRTC, können Sprachverbindungen aufgebaut werden, ohne einen neuen externen Service zu integrieren. Weiter kann der Infrastruktur zur Signalvermittlung unabhängig von der gewählten Technologie umgesetzt werden. Die Verfügbaren Libraries für iOS, Android und Javascript bedeuten, dass künftige Web- und Android Clients leicht in das System integriert werden können. Support für die Verfügbarkeit des Signaling Services wird über die Verfügbarkeit des Cloud Providers sichergestellt. **TODO:** Als Signaling Technologie wird Websockets verwendet

5 Konzept

5.1 SystemArchitektur

Dieses Kapitel beschreibt die Erweiterungen und Anpassungen an der Systemarchitektur des bestehenden Praxisrufsystems. Das System wird um Komponenten zur Signalvermittlung und Sprachsynthese erweitert. Weiter wird die interne Struktur des Cloudservices angepasst um die Weiterentwicklung und Betrieb des Systems zu optimieren. **TODO:** Fix Diagram (Arrows Names)

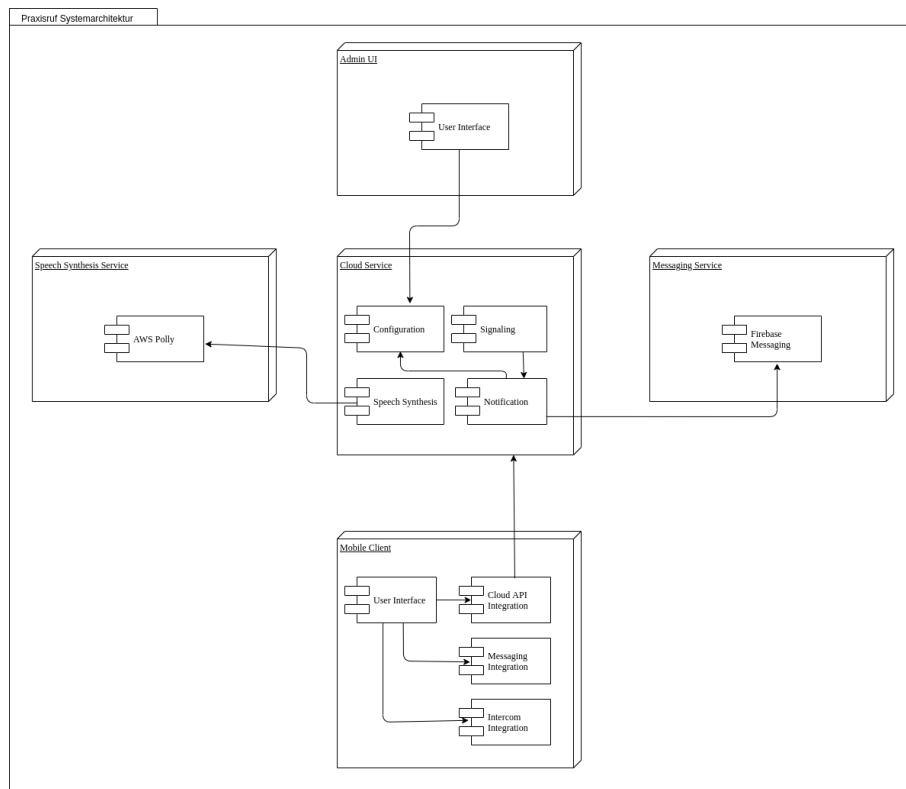


Abbildung 5.1: Systemarchitektur Praxisruf

5.1.1 Systemkomponenten

Dieses Kapitel gibt eine Übersicht zu den Systemkomponenten von Praxisruf. Dabei wird für jede Komponente beschrieben, welche Aufgaben ihr zufallen und welche Teile davon mit diesem Projekt angepasst werden.

Cloudservice

Der Cloudservice bildet das zentrale Backend des Praxisruf Systems. Der Cloudservice wird in die zwei Domänen Notification und Configuration aufgeteilt. Dabei ist die Domäne Notification für das Versenden von Benachrichtigungen und die Domäne Configuration für die Verwaltung und Auswertung der Konfigurationen verantwortlich. Zwischen den beiden Domänen besteht eine gerichtete Abhängigkeit. Die Domäne Notification benötigt zum Versenden von Benachrichtigungen Informationen aus der Configuration Domäne. Das Identifizieren der relevanten Empfänger geschieht in der Configuration Domäne. Dementsprechend benötigt die Notification Domäne beim Versenden die Information, an welche Empfänger die Benachrichtigung versendet werden soll.

Die Domänentrennung innerhalb des Cloudservices findet bis heute lediglich auf Package-Ebene statt. Mit diesem Projekt soll die Trennung einen Schritt weiter gehen. Die Applikation wird in mehrere Module aufgeteilt.⁶ Diese können zu einem späteren Zeitpunkt in einzelne Microservices aufgeteilt werden.

Nachdem die Auftrennung in Module statgefunden hat, wird der Cloudservice um zwei Module erweitert. Das neue Modul Signaling ist für die Signalvermittlung zwischen Mobile Clients verantwortlich. Dies ist nötig um Peer To Peer Sprachverbindungen zwischen Mobile Clients aufzubauen. Das Modul Signaling hat eine gerichtete Abhängigkeit zum Module Notification. Über das Notification Modul sollen Mobile Clients informiert werden, wenn ein Signal nicht versendet werden konnte, weil sie nicht mit dem Cloudservice verbunden waren. Das neue Modul Speech Synthesis dient als einheitliche Schnittstelle zu einem externen Speech Synthesis Service. Dadurch kann auch wenn ein Android oder Web Client kommt, dieser genau gleich angebunden werden. Garantie, dass die Konfiguration und Funktionsweise dieselbe für alle Clients ist.

Mobile Client

Mit dem Vorgängerprojekt wurde bereits ein Mobile Client umgesetzt. Dieser wurde als Shared Platform Applikation mit Nativescript umgesetzt. Er bietet Praxismitarbeitenden die Möglichkeit Benachrichtigungen zu versenden und zu empfangen. Mit diesem Projekt wird der Mobile Client als native iOS Applikation komplett neugeschrieben. Der neue iOS Client muss sämtliche Funktionen des bestehenden Mobile Clients unterstützen. Zudem wird im neuen Client die Funktion der Gegensprechanlage und das Vorlesen von Benachrichtigungen über Sprachsynthese umgesetzt.

Admin UI

Das Admin UI ermöglicht dem Praxisadministrator, die Konfiguration des Systems zu verwalten. Die Konfiguration des Systems wird mit diesem Projekt erweitert. Einerseits können neue Buttons für die Gegensprechanlage konfiguriert werden. Andererseits kann eingestellt werden, welche Benachrichtigungen vorgelesen werden sollen. Beide Informationen müssen über das Admin UI verwaltet werden können.

Messaging Service

Der Messaging Service ist für die Zustellung von Push Benachrichtigungen an Mobile Clients verantwortlich. Der Cloudservice muss an den Messaging Service angebunden sein, um Benachrichtigungen anhand der Konfiguration zu versenden. Die Anbindung des Cloudservices an den Messaging Service ist mit dem Vorgängerprojekt bereits umgesetzt und muss für dieses Projekt nicht angepasst werden. Der neu entwickelte native Mobile Client muss mit diesem Projekt an den Messaging Service angebunden werden, um Benachrichtigungen zu empfangen. Als Messaging Service wird Firebase Cloud Messaging verwendet.

Speech Synthesis Service

Um Sprach Synthese zu ermöglichen, wird ein externer Service angebunden. Dieser übernimmt die Konvertierung von Text aus Benachrichtigungen zu synthetisierter Sprache. Die Anbindung an den Speech Synthesis Service wird ausschliesslich im Cloudservice implementiert. Sämtliche andere Komponenten die Sprachdaten benötigen, fragen diese beim Cloudservice ab. Welcher die Abfrage an den Speech Synthesis Service übernimmt und die Resultate dem Anfrager zur Verfügung stellt. Als Speech Synthesis Service wird Amazon Polly verwendet.

⁶Siehe Kapitel 5.1.2

5.1.2 Modularisierung CloudService

Mit dem Projekt IP5 Cloudbasiertes Praxisrufsystem wurde der Cloudservice implementiert. Der Cloudservice trennt intern die beiden Domänen Notification und Configuration. Die Domäne Configuration ist für die Verwaltung und Auswertung der Konfiguration des Systems verantwortlich. Die Domäne Notification ist für das Versenden von Benachrichtigungen verantwortlich. Für das Versenden von Benachrichtigungen werden in der Notification Domäne Informationen aus der Configuration Domäne benötigt. Diese Informationen werden über eine REST-Schnittstelle abgefragt.

Die Trennung der Notification und Configuration Domänen, ermöglicht es die beiden Teile der Applikation in separaten Services zu betreiben. So können diese unabhängig voneinander betrieben und erweitert werden. Weiter wird es dadurch möglich, einzelnen Teilen der Applikation mehr Ressourcen zuzuteilen. Die Trennung der beiden Domänen in eigene Microservices wurde mit dem Projekt IP5 noch nicht vorgenommen. Die beiden Domänen wurden lediglich durch die Package Struktur innerhalb eines einzelnen monolithischen Services getrennt. Mit diesem Projekt soll die Trennung der Domänen einen Schritt weiter vorangetrieben werden.

Neu soll es pro Domäne ein Gradle Modul geben, welches sämtliche Domänenobjekte, Services und Schnittstellen der jeweiligen Domäne kapselt. Dadurch ist garantiert, dass die Domänen sauber voneinander getrennt sind. Sämtliche Kommunikation zwischen den Modulen muss über REST-Schnittstellen geschehen.

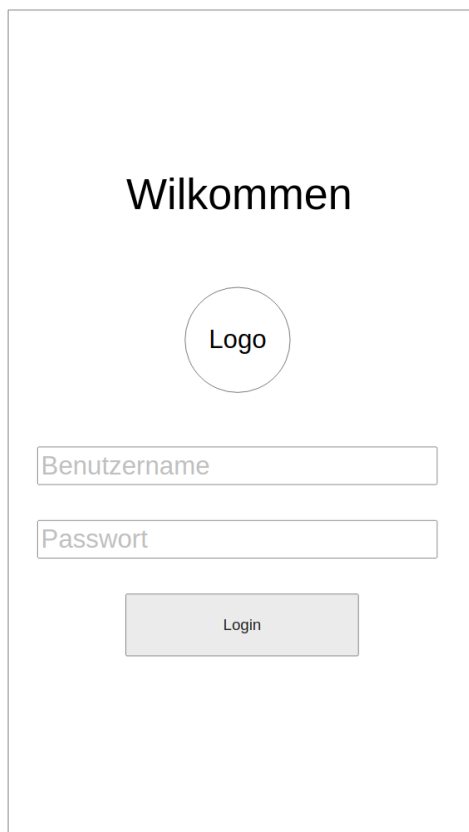
Um den Betrieb des Cloudservices für dieses Projekt möglichst simpel zu halten, werden die einzelnen Teile immer noch als monolithische Applikation gestartet. Dazu wird ein Modul **App** erstellt, welches alle Domänen Module kapselt und in einer Applikation startet. Um die Applikation zukünftig in einzelne Micro Services aufzutrennen, müssen die einzelnen Module um eine Klasse erweitert werden, welche nur dieses Modul als Applikation startet. Komponenten, welche in mehr als einer Domäne verwendet werden, werden in ein zusätzliches **Commons** Modul verlegt. Dazu gehören Data Transfer Objects für Schnittstellen zwischen den Modulen, geteilte Clients um Abfragen auf andere Module abzusetzen sowie Komponenten für Security und Fehlerhandling. Neben den Modulen App und Commons, werden vier weitere Module für die Domänen Configuration, Notification, Speech Synthesis und Signaling erstellt. Das Modul **Configuration** beinhaltet alle Domänenobjekte, Services und Schnittstellen für die Verwaltung, Auswertung und Abfrage der Systemkonfiguration. Das Modul **Notification** beinhaltet alle Domänenobjekte, Services und Schnittstellen für das Versenden von Benachrichtigungen. Das Modul **Speech Synthesis** beinhaltet die Anbindung an den Speech Synthesis Service und stellt eine Schnittstelle zur Verfügung über den das restliche System Sprachdaten beziehen kann. Das Modul **Signaling** beinhaltet Domänenobjekte, Services und Schnittstellen für die Signalvermittlung zwischen Mobile Clients.

5.2 Nativer Mobile Client

Mit IP5 wurde bereits ein Client umgesetzt. Dieser muss für IP6 migriert werden. Hier wird beschrieben, wie die bestehenden Anforderungen mit dem nativen client umgesetzt werden können.

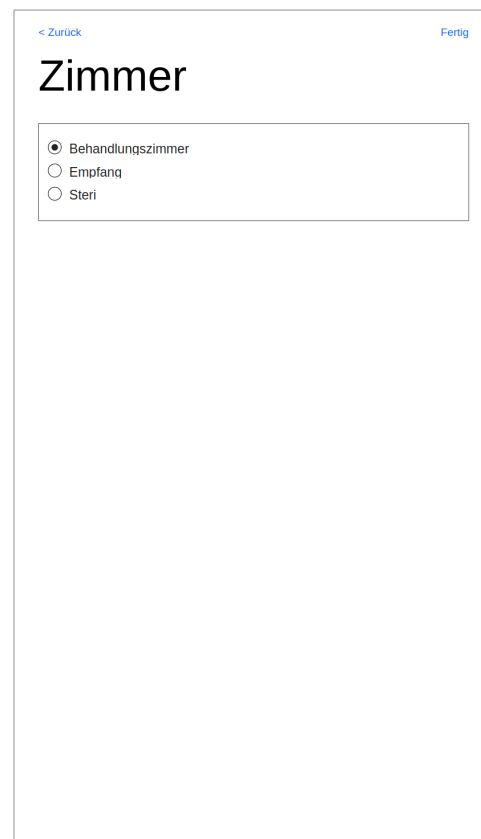
5.2.1 Benutzeroberfläche

Die Ansichten zur Anmeldung und Zimmerauswahl werden analog zum bestehenden Mobile Client umgesetzt. Die Login Seite beinhaltet einen kurzen Willkommenstext und ein Logo für Praxisruf. Darunter findet sich ein einfaches Formular zur Eingabe von Benutzername und Passwort.



The mockup shows a login screen with a light gray background. At the top, the word "Willkommen" is centered in a large, bold, black font. Below it is a circular logo placeholder with the word "Logo" inside. Underneath the logo are two input fields: the first is labeled "Benutzername" and the second is labeled "Passwort". Below these fields is a gray rectangular button labeled "Login".

Abbildung 5.2: Mockup Login



The mockup shows a room selection screen. At the top left is a blue link "< Zurück" and at the top right is a blue link "Fertig". The title "Zimmer" is centered at the top in a large, bold, black font. Below the title is a rectangular panel containing three radio button options: "Behandlungszimmer" (which is selected), "Empfang", and "Steri".

Abbildung 5.3: Mockup Zimmerwahl

Die Zimmerauswahl besteht aus einem Seitentitel und einem Panel indem das gewünschte Zimmer ausgewählt werden kann. In der Auswahl sind alle Zimmer zu sehen, welche dem Benutzer zur Verfügung stehen. In der Kopfzeile sind die Schaltflächen "Zurück" und "Fertig" zu sehen. Die Schaltfläche "Zurück", bricht die Anleitung ab und führt zurück auf die Login Ansicht. Die Schaltfläche "Fertig" bestätigt die Auswahl und leitet zur Hauptansicht weiter. Wird bestätigt, ohne dass ein Zimmer angewählt ist, wird dem Benutzer eine Fehlermeldung angezeigt und nicht zur Hauptansicht weitergeleitet.

In der Hauptansicht gliedert sich in die Bereiche Home, Inbox und Einstellungen. Zwischen den drei Bereichen kann über eine Leiste am unteren Ende des Bildschirms navigiert werden. Die Ansicht Home zeigt dem Benutzer die Buttons, über welche er Meldungen versenden und Anrufe in der Gegensprechanlage starten kann. Wird ein Anruf gestartet, wird die Ansicht für aktive Anrufe angezeigt. Diese zeigt dem Benutzer den Titel des gestarteten Anrufs, sowie eine Liste aller Teilnehmer zusammen mit dem Verbindungsstatus jedes Teilnehmers. Der Titel des Anrufes entspricht dem Anzeigetext des entsprechenden Buttons für ausgehende Anrufe und dem Namen des Anrufers für empfangene Anrufe. Neben den Anrufinformationen zeigt die Ansicht für aktive Anrufe drei Buttons. Über diese können Mikrofon und Lautsprecher des eigenen Gerätes stummgeschaltet werden. Weiter kann über der Anruf über den dritten Button beendet werden. Nach einem beendeten Anruf, wird zurück auf die Hauptansicht weitergeleitet. Für den Anrufer ist das immer der Home Bereich. Für den Empfänger entspricht es dem Bereich, der vor dem Empfang des Anrufes angezeigt wurde.



Abbildung 5.4: Mockup Home

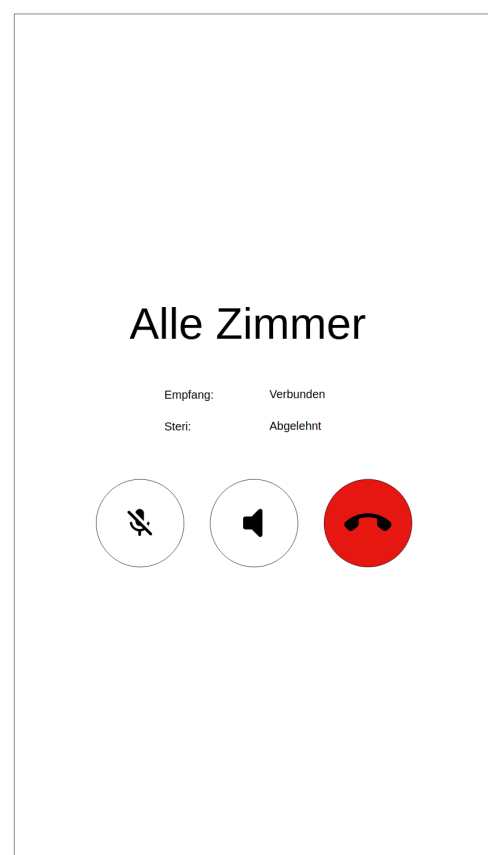


Abbildung 5.5: Mockup Aktiver Anruf

Der Bereich Inbox zeigt eine Liste der empfangenen Meldungen sowie der empfangenen und verpassten Anrufe. Für Meldungen wird der Titel der Benachrichtigung gefolgt vom Namen des Versenders in Klammern sowie der Haupttext der Meldung angezeigt. Für Anrufe wird der Name des Anrufers und ein Text der besagt ob es sich um einen empfangenen, verpassten oder abgelehnten Anruf handelt angezeigt. Einträge für Meldungen sowie verpasste und abgelehnte Anrufe müssen durch antippen quittiert werden. Solange unquitierte Meldungen oder Anrufe in der Inbox sind ertönt, wird im Abstand von 60 Sekunden eine Benachrichtigung angezeigt, die den Benutzer erinnert, die Inbox zu quittieren. Der Bereich Settings zeigt den Namen des aktuellen Benutzers und ausgewählten Zimmers. Über die Schaltfläche Abmelden, kann sich der Benutzer aus der Applikation abmelden. Die Schaltfläche Benachrichtigungen vorlesen ist standardmässig aktiviert. Wird die Option deaktiviert, werden Benachrichtigungen nie vorgelesen. Die Schaltfläche Anrufe empfangen ist ebenfalls standardmässig aktiviert. Wird diese Option deakti-

viert, werden alle empfangenen Anrufe automatisch abgelehnt und stattdessen eine Benachrichtigung angezeigt. Ausgehende Anrufe können auch getätigt werden, wenn diese Option aktiviert ist.

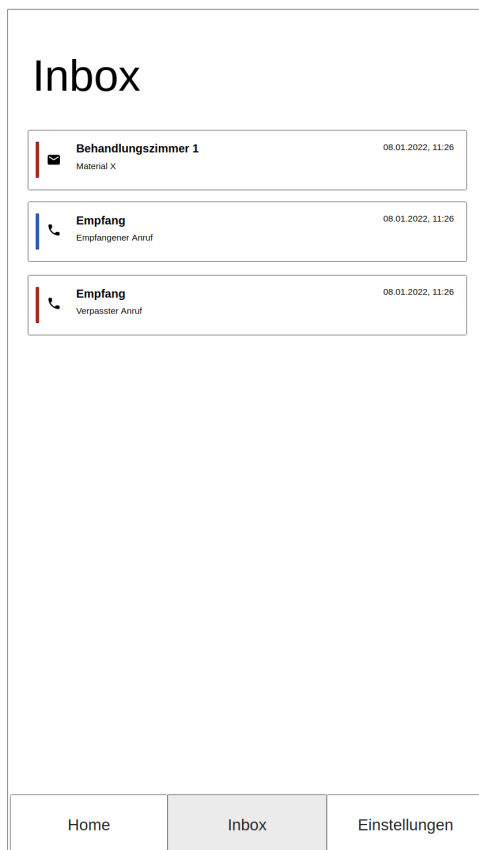


Abbildung 5.6: Mockup Inbox

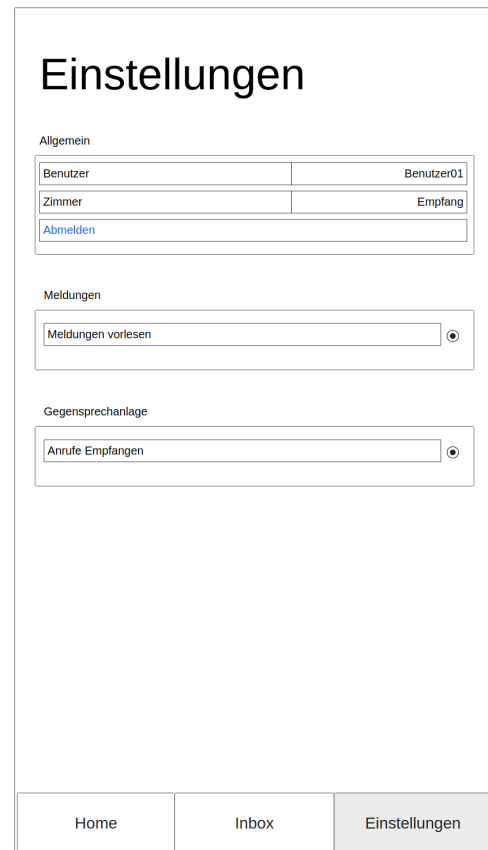


Abbildung 5.7: Mockup Einstellungen

5.2.2 Anbindung CloudService

Der Mobile Client muss an die API des Cloudservices angebunden werden. Es wird eine Anbindung an die Domäne Configuration zur Anmeldung und Auswahl des gewünschten Zimmers, an die Domäne Notification zum Versenden von Benachrichtigungen und an die Domäne Speech Synthesis für den Bezug von Sprachdaten benötigt. Die Schnittstellen dieser Domänen stehen als REST Endpoints zur Verfügung. In diesem Unterkapitel wird beschrieben, wie REST Aufrufe im nativen iOS Client integriert werden sollen.⁷

Die Basisbibliothek für iOS Entwicklung bietet die Klasse `NSURLSession`, über welche Netzwerkaufträge getätigt werden können. Über `NSURLSession.shared` steht zudem eine Standard Instanz zur Verfügung, über welche Anfragen erstellt werden können.[21] Die Klasse `URLRequest` ermöglicht es, `HttpRequest` für eine URL mit Header und Body zu erstellen.[22] Um die Integration dieser Klassen in den Mobile Client zu vereinfachen, wird ein zentraler Service mit dem Namen `PraxisrufApi` erstellt. Dieser kapselt das Erstellen, Befüllen und Absetzen der nötigen `URLRequest` Instanzen und bietet öffentliche für die `Http` Verben `Get`, `Post` und `Delete` an.

Der Basis des `Api Service` lädt die Basis URL für die `Praxisruf API` aus der Umgebungsconfiguration. Die `http` Methoden auf dem Basis Service nehmen eine `subUrl` für den Aufruf entgegen. Diese wird der Basis Url angehängt. `Post` und `Put` nehmen zudem einen Parameter `data` für den Inhalt des Request Bodies

⁷Die Anbindung der Domäne Signaling findet nicht über REST statt und ist im Kapitel 5.2.4 beschrieben.

entgegen. Aus diesen Informationen kann der Http Request gebaut und versendet werden. Als letzten Parameter nehmen alle Methoden einen Parameter mit dem Namen completion entgegen. Dabei handelt es sich um ein Callback, welches beim Erfolg oder Fehlschlagen der Anfrage an die API ausgeführt wird.

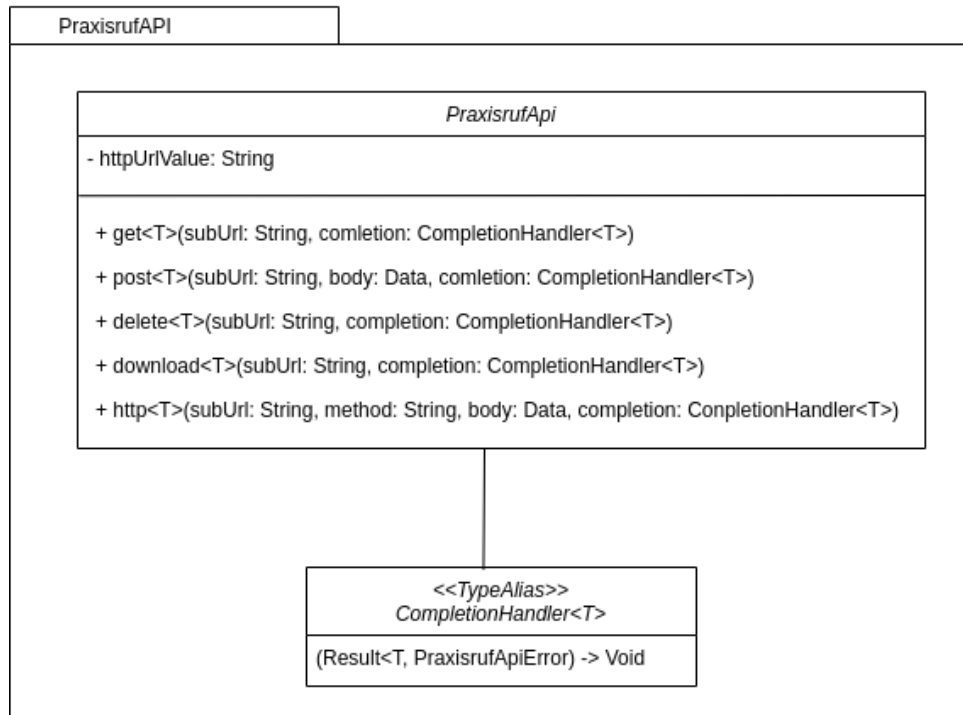


Abbildung 5.8: Klassendiagramm PraxisrufAPI

Als Input Parameter dieses Callbacks wird immer der Typ `Result<T, PraxisrufApiError>` verwendet. Bei `Result` handelt es sich um einen Wrapper Type der entweder als Erfolg oder Fehler instanziiert werden kann. Im Fehlerfall wird der Wrapper mit einem `PraxisrufApiError` Objekt instanziiert. Im Erfolgsfall wird der Wrapper mit einem Objekt vom Typ `T` instanziiert. Der Type `T` ist generisch und muss dem Decodable Protocol entsprechen. Decodable Instanzen können von einer JSON Spring Repräsentation in ein Swift Object konvertiert werden. So kann das Objekt im Erfolgsfall aus der Response generiert und an das Callback übergeben werden. Dadurch kann die Konvertierung generisch in der Basisklasse behandelt werden. Innerhalb des Callbacks kann geprüft werden ob der Request erfolgreich war oder nicht und anhand des Inhalts die entsprechende Logik ausgeführt werden. Dieser Ansatz ermöglicht es im Api Service ausschliesslich den API Call abzuhandeln. Der Api Service muss keinen State führen und kann generisch für alle Anwendungen wiederverwendet werden.

Requests die über den Api Service erstellt werden, werden automatisch autorisiert. Dazu lädt der Service die hinterlegten Credentials aus dem KeyStore von iOS und generiert einen entsprechenden Authorization Header. Ist kein Token vorhanden wird der CompletionHandler mit einer entsprechenden Fehlermeldung aufgerufen.

Mit dieser Lösung steht ein Service zur Verfügung, über welchen REST Calls einfach gemacht werden können. Dank der generischen Methoden im Basis Service können neue Calls einfach hinzugefügt werden, ohne das Boilerplate Code wiederholt werden muss. Durch die completion Methoden kann zudem jeder Call den Bedürfnissen des Aufrufers entsprechend abgehandelt werden. Die Extension Klassen mit domänenspezifischen, sprechenden Methoden machen die verfügbaren Aufrufe übersichtlich. Die API wird immer einheitlich über den generischen Service angesprochen. Die Integration in den rest der Applikation über sprechende Namen führt dabei zu lesbarem und übersichtlicherem Code.

Pro Domäne die angesprochen wird, wird eine Extensionklasse erstellt. Diese bietet Methoden mit sprechenden Namen für die angesprochene Funktionalität. Die Methoden darin rufen die get, post, put und delete Methoden des API Service mit den entsprechenden Parametern auf.

Der Service zur API Integration wird nicht direkt in den View Komponenten verwendet. Es wird pro Domäne ein weiterer Service geschrieben, welche den Aufruf des API Services kapselt. Dieser Service bietet Methoden, über welche der API Service angesprochen werden kann. Die Methoden des Integration Services nehmen die Informationen, welche aus der Benutzeroberfläche stammen als Parameter entgegen. Sind Daten aus der aktuell aktiven Client Configuration für den Request nötig, werden diese im Integration Service aus den UserDefaults geladen. Die Integration Services werden als ObservableObjects implementiert. Die Resultate der API Calls werden im Service als Instanzvariable mit @Published gesetzt. Die View, welche einen Integration Service verwendet, kann Bindings auf diese @Published Resultate setzen.

5.2.3 Anbindung Messaging Service

Als Messaging Service wird Firebase Cloud Messaging verwendet. Firebase bietet eine native library mit welcher Firebase Cloud Messaging in iOS Clients integriert werden kann. Diese Integration kann allerdings nicht mit dem Mitteln von SwiftUI implementiert werden. Dies liegt daran, dass für das Empfangen von Benachrichtigungen und das Anzeigen von Push Benachrichtigungen Integration mit dem Betriebssystem notwendig ist. Diese Integration kann bis heute nur über AppDelegate aus der UIKit Welt umgesetzt werden. SwiftUI Applikationen können oft ohne AppDelegate implementiert werden. Sobald aber Integration mit dem Betriebssystem notwendig ist, müssen AppDelegate verwendet werden. Dazu können AppDelegate bei der Initialisierung der Applikation registriert werden. Zur Anbindung von Firebase Cloud Messaging an den Mobile Client wird dementsprechend ein AppDelegate implementiert. Die Logik des AppDelegate soll dabei auf das minimal nötige reduziert werden. Der AppDelegate selbst ist für die direkte Kommunikation mit dem Messaging Service und Betriebssystem verantwortlich. Alle weitere Logik wird nicht im AppDelegate selbst ausgeführt, sondern an die Applikation delegiert. Dies ermöglicht es die Anbindung des MessagingServices im AppDelegate zu kapseln. Was den Wechsel auf einen Anderen Messaging Service in Zukunft vereinfacht. Weiter sorgt es dafür, dass die Fachlogik vollständig im SwiftUI Teil implementiert werden kann. Der AppDelegate beinhaltet lediglich die Teile, welche aus technischen Gründen nicht mit SwiftUI umgesetzt werden können.

Die Implementation des AppDelegate muss damit folgende Anforderungen erfüllen. Beim Start der Applikation muss sich der Mobile Client beim Messaging Service registrieren. Nach der Registrierung wird für den Mobile Client ein Token generiert, welches den Client eindeutig beim Messaging Service identifiziert. Der App Delegate muss, darauf reagieren und das erneuerte Token an die Applikation übergeben. Der AppDelegate muss weiter die Möglichkeit bieten, den Client beim Messaging Service abzumelden. Für die Verarbeitung von Benachrichtigungen muss der AppDelegate Benachrichtigungen im Vordergrund empfangen und als Push Benachrichtigungen anzeigen können. Die Informationen aus der empfangenen Benachrichtigung müssen anschliessend an die Applikation übergeben werden. Der AppDelegate muss weiter Benachrichtigungen im Hintergrund empfangen und als Push Benachrichtigung anzeigen können. Sobald die Applikation wieder in den Vordergrund tritt, müssen die Daten dieser Benachrichtigung an die Applikation zur weiteren Verarbeitung übergeben werden.

5.2.4 Scheduled Reminder für Inbox

Der bestehende Mobile Client prüft in regelmässigen Abständen, ob ungelesene Benachrichtigungen in der Inbox vorhanden sind. Wenn ungelesene Benachrichtigungen gefunden werden, wird ein Benachrichtigungston abgespielt um den Praxismitarbeiter darauf aufmerksam zu machen. Diese Prüfung findet bisher nur statt, wenn die Applikation in Vordergrund aktiv ist und nicht, wenn sie minimiert ist. Für den

nativen Mobile Client soll die Funktion analog umgesetzt werden. Um dies zu ermöglichen sind zwei Komponenten möglich. Erstens, wird InboxService erstellt welcher eine Liste der aktuellen Benachrichtigungen führt. Zweitens, benötigt es eine Komponente, welche diesen InboxService regelmässig überprüft und bei Bedarf den Erinnerungston abspielt. Die Standardbibliothek für iOS bietet eine Timer Klasse. Über diese ist es möglich auf einer View in regelmässigen Abständen Events auszulösen.[13] Ein solcher Timer wird auf der Hauptansicht für angemeldete Benutzer registriert. Der Timer löst alle 60 Sekunden die Prüfung des InboxReminderService aus.

Die Prüfung von Benachrichtigungen im Hintergrund, wird im Rahmen dieses Projektes nicht umgesetzt. Für künftige Erweiterungen ist es möglich diese Funktion zu implementieren. Um dies zu ermöglichen, müssen Benachrichtigungen als erstes nicht nur in Memory gehalten, sondern auf dem Gerät persistiert werden. So stehen die Daten auch zur Verfügung, wenn die Applikation nicht gestartet ist. Weiter muss ein mit Hintergrundtask[14] implementiert und registriert werden, welcher die persistierten Daten lädt und die darauf die Prüfung des InboxReminderService ausführt.

5.2.5 Security

Um die sichere Übertragung von Daten zu gewährleisten, werden alle Daten zwischen den Services über verschlüsselte Verbindungen ausgetauscht. HTTP Anfragen an die CloudService erfolgen ausschliesslich über HTTPS. Der Aufrufer für alle Abfragen muss mit einem entsprechenden JWT Token authentifiziert sein. Der Austausch von Daten über Websockets erfolgt ausschliesslich über Secure WebSockets (WSS). Für den Aufbau von Websocketverbindungen, muss der Benutzer ebenfalls authentifiziert sein. Dazu muss der Http-Handshake Request um die Websocketverbindung zu öffnen mit einem entsprechend gültigem JWT Token authentifiziert werden.

Langfristig sollen Authentifizierung und Autorisierung in Praxisruf mit OAuth und OpenId-Connect umgesetzt werden. Diese Integration wurde mit dem Projekt IP5 Cloudbasiertes Praxisrufsystem noch nicht umgesetzt und fällt für dieses Projekt out of Scope. Die Authentifizierung des Mobile Clients wird im neuen nativen Client analog zum bestehenden Shared-Platform-Client umgesetzt. Um den Mobile Client zu verwenden, wird der Benutzer über Basic Authentication authentifiziert. Er erhält als Antwort auf diese Registrierung ein JWT Token welches ihn für alle weiteren Anfragen an den Cloud Service berechtigt. Sowohl die Credentials für die Basic Authentication als auch das JWT Token werden im Keystore von iOS gespeichert. Das JWT Token wird regelmässig erneuert, indem die Basic Authentication mit den gespeicherten Credentials wiederholt wird.

5.3 Sprachsynthese

Dieses Kapitel beschreibt die Integration der Sprachsynthese in das Praxisrufsystem. Der Fokus liegt dabei auf den Abläufen zum Empfangen von Benachrichtigungen und dem Abrufen von Sprachdaten. Die Integration von notwendigen Schnittstellen im Mobile Client wird im Kapitel 5.2 beschrieben.

5.3.1 Konfiguration

Nach Use Case U03⁸ muss der Praxismitarbeitende alle Sprachbenachrichtigungen stummschalten können. Dazu wird der Mobile Client um eine Settings Ansicht erweitert. Auf dieser Ansicht, kann der Benutzer auswählen, ob Benachrichtigungen vorgelesen werden sollen. Ist die Option deaktiviert, werden Benachrichtigungen nie vorgelesen.

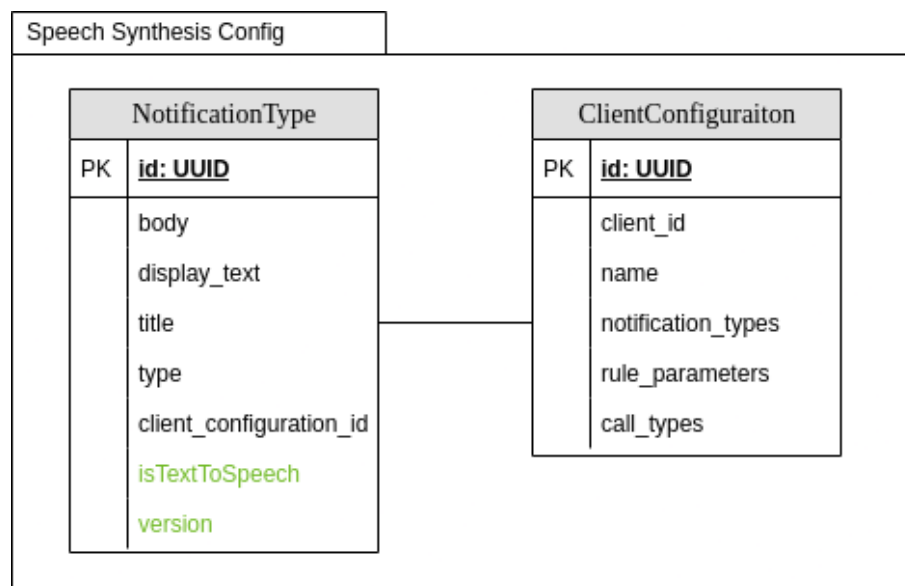


Abbildung 5.9: ERD Ausschnitt - Konfiguration Sprachsynthese

Benachrichtigungen für Praxisruf können über das Admin UI konfiguriert werden. Es kann pro Benachrichtigung Titel, Inhalt, Anzeigetext für Benachrichtigungsbuttons und eine Beschreibung erfasst werden. Diese Konfiguration wird über die Entität NotificationType verwaltet. Neu soll auch konfiguriert werden können, ob eine Benachrichtigung für die Sprachsynthese relevant ist. Dazu wird die Entität NotificationType um ein boolean Flag mit dem Namen isTextToSpeech erweitert. Dieses Flag wird beim Versenden einer Benachrichtigung mitgesendet und kann vom Empfänger überprüft werden. Insofern Sprachbenachrichtigungen in den Einstellungen aktiviert sind, werden Benachrichtigungen, welche dieses Flag auf TRUE gesetzt haben vorgelesen.

Neben dem Feld isTextToSpeech, wird die NotificationType Entity um ein weiteres Feld version erweitert. Dieses Version Feld beinhaltet eine Ganzzahl welche mit jeder Änderung inkrementiert wird. Das Version Feld wird ebenfalls beim Versenden von Benachrichtigungen mitgesendet und kann auf Client Seite zur Implementierung eines Caches verwendet werden.

⁸Siehe Kapitel 3

5.3.2 Integration Sprachsynthese Provider

Die Anbindung des Sprachsynthese Providers erfolgt zentral im Cloudservice. Mobile Clients sprechen den Sprachsynthese Provider nie direkt an. Sie kommunizieren stattdessen mit dem Cloudservice, welcher Anfragen an den Sprachsynthese Provider ausführt und die Resultate an den Mobile Client weiterleitet. Dazu wird der Cloudservice um ein Modul mit dem Namen Speech Synthesis erweitert. Das Speech-Modul darf gleich wie die Module Configuration und Notification keine direkten Abhängigkeiten auf andere Cloud Service Module haben. Sämtliche notwendige Kommunikation zwischen den Modulen findet über Rest-Schnittstellen statt. Diese Unabhängigkeit ermöglicht es, das Modul in Zukunft einfach aus dem Cloudservice auszubauen und als eigenständigen Micro-Service zu betreiben.

Wie in Kapitel 4.2 beschrieben, wird AWS Polly als Sprachsynthese Provider für dieses Projekt verwendet. Dementsprechend, muss die Anbindung im Cludservice für AWS Polly implementiert werden. Die Abhängigkeit an einen spezifischen Provider soll dabei soweit wie möglich minimiert werden. So kann bei Bedarf einfacher auf einen anderen Provicer gewechselt werden. Um dies zu ermöglichen wird das Interface SpeechSynthesisService definiert. Dieses gibt eine einzelne Methode vor, welche eine Input-StreamResource zurückgibt und eine Universal Unique Id als Parameter entgegennimmt. Der Parameter entspricht dabei der technischen Identifikation des zu synthetisierenden Benachrichtigungstypes. Die InputStreamResource muss die snythetisierten Sprachdaten enthalten.

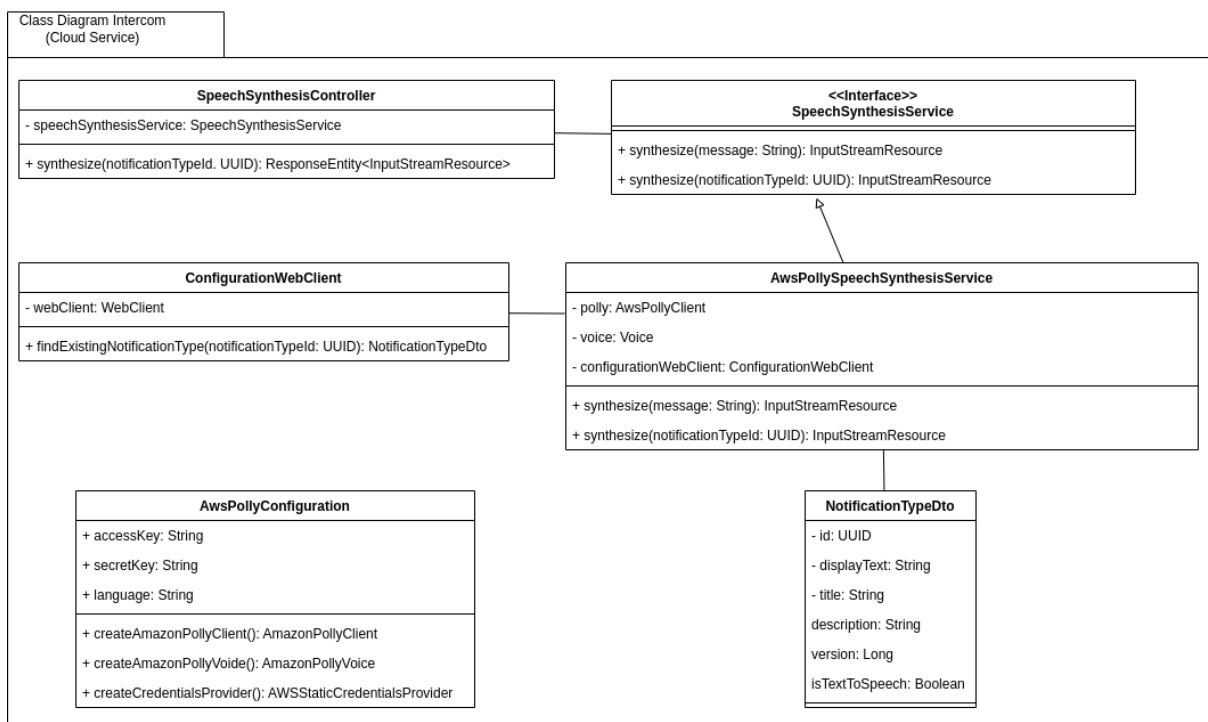


Abbildung 5.10: Klassendiagramm Modul SpeechSynthesis

Dieses Interface kann als Abhängigkeit im Endpunkt, mit welchem Mobile Clients kommunizieren verwendet werden. Um einen spezifischen Sprachsynthese Provider zu unterstützen, reicht es aus, dieses Interface zu implementieren und eine entsprechende Instanz zur Verfügung zu stellen.

Für dieses Projekt bedeutet dies, dass ein SprachSyntheseProviderService für AWS Polly implementiert werden. AWS Polly bietet einen Java SDK, welcher die Anbindung ermöglicht. Dieser SDK bietet alle Klassen die für die Anbindung an AWS Polly nötig sind und wird in der Implementierung des Sprach-SyntheseProviderService verwendet, um den Service anzubinden.

Konkret benötigt es für die Anbindung von AWS Polly drei Komponenten. Als Erstes muss ein `AWSStaticCredentialsProvider` zu Verfügung gestellt werden. Dieser liefert die Credentials, welche das System berechtigen, Anfragen an AWS Polly zu senden. Als zweites muss eine Voice konfiguriert werden. Diese definiert Sprache und Stimme, welche für die Synthetisierung der Sprachdaten verwendet wird. Letztlich muss ein `AmazonPollyClient` konfiguriert werden. Dieser Client wird verwendet, um Anfragen an AWS Polly zu senden. Er verwendet den zuvor konfigurierten `CredentialsProvider`, um die Anfrage mit den entsprechenden Credentials zu ergänzen und die konfigurierte, Voice um die Daten entsprechend zu synthetisieren.

Da im Cloudservice Spring Boot verwendet wird, können diese Komponenten in einer Spring Konfigurationsklasse konfiguriert und instanziiert werden. Im konkreten Service können diese dann als Abhängigkeiten angegeben werden und stehen über die Spring Dependency Injection zur Verfügung. Die Properties welche für die Konfiguration notwendig sind, werden aus dem `application.yml` für das aktuell aktive Profil geladen. Sprache und Region werden sich im Rahmen dieses Projektes nie ändern und beinhalten keine sensiblen Informationen. Sie werden deshalb direkt im `application.yml` definiert und mit dem Quellcode des Projektes verwaltet. Als Credentials für die Anbindung dienen die zwei Schlüssel `AccessKey` und `SecretKey`.⁹ Diese werden nicht direkt im `application.yml` abgelegt. Für sämtliche Credentials wird im `application.yml` ein Platzhalter definiert, welcher die Credentials aus entsprechend benannten Umgebungsvariablen lädt. Die Zugangsdaten müssen damit nicht mit dem Quellcode verwaltet werden und können einfach ausgetauscht werden. In der Implementation des Services kann nun über den injizierten `AmazonPollyClient` eine Abfrage an den Speech Synthesis Service gesendet werden.

5.3.3 Schnittstelle Cloud Service

Das Speech-Modul stellt einen Endpoint zur Verfügung über den die Sprachdaten zu einer Benachrichtigung abgefragt werden können. Der Endpoint bietet dabei nicht die Möglichkeit generische Daten in Sprachdaten zu verwandeln. Stattdessen erlaubt er es Sprachdaten für die aktuellste Version von bekannten Benachrichtigungstypen zu beziehen. Der einzige Parameter für diese Anfragen ist die technische Identifikation des Benachrichtigungstyps (`NotificationType`) der relevanten Benachrichtigung. Anhand dieses Identifikators können die Informationen des Benachrichtigungstyps über die REST-Schnittstelle des Configuration-Modul angefragt werden. Dadurch können Änderungen an einem Benachrichtigungstyp direkt angewendet werden, ohne dass die Informationen auf dem Mobile Client aktualisiert werden müssen. Die geladenen Daten können dann verwendet werden um eine Anfrage an den Sprachsynthese Provider zu senden. Die vom Provider gelieferten Sprachdaten können anschließend als Resultat an den Client zurückgegeben werden. Der Endpunkt für die Abfrage von Sprachdaten im Cloud Service wird als Spring RestController umgesetzt. Die Sprachdaten werden dabei als Binärdaten mit Media Type "audio/mp3" im Body der Response zurückgegeben. Auf Client Seite, kann dieser Endpunkt so als Download angesprochen werden.

⁹quote here

5.3.4 Anbindung Mobile Client

Für die Integration des SpeechSynthesis Endpunkts aus dem CloudService muss die in Kapitel 5.2 beschriebene Klasse PraxisrufApi erweitert werden. Neben dem Abfragen von JSON Daten über HTTP Schnittstellen, muss diese für die Sprachsynthese auch das herunterladen von Dateien unterstützen. Dies kann URLSession aus der iOS Standardbibliothek bietet dafür mit URLSession.downloadTask die Möglichkeit Inhalte von einer URL herunterzuladen.[23] Der Service PraxisrufApi wird dementsprechend um eine Methode download ergänzt. Diese ist dafür verantwortlich, eine Anfrage für den Download mit Credentials aus dem iOS Keystore zu ergänzen und die Abfrage zu versenden und die Resultate oder Fehler an den mitgegebenen CompletionHandler zu übergeben.¹⁰ Heruntergeladene Dateien werden vom PraxisrufApi in einem temporären Verzeichnis gespeichert. Das Resultat im Erfolgsfall ist deshalb nicht die heruntergeladene Datei selbst, sondern eine URL welche auf die Datei im temporären Verzeichnis zeigt. Die Sprachsynthese für Benachrichtigungen, soll automatisch ausgeführt werden sobald eine relevante Benachrichtigung empfangen wurde. Die Benachrichtigung wird im AppDelegate empfangen, aufbereitet und an die Applikation übergeben. Die aufbereiteten Daten beinhalten, die Information, ob die Benachrichtigung für die Sprachsynthese relevant ist. Dies kann dem isTextToSpeech Flags in der Benachrichtigung entnommen werden. Für die Verarbeitung der Sprachdaten, wird ein eigener Service erstellt. Dieser SpeechSynthesisService verwendet die Downloadfunktion aus der PraxisrufApi Basis-klassse, um Sprachdaten vom Cloudservice abzufragen. Wurden die Daten erfolgreich geladen, kopiert er die heruntergeladenen Daten aus dem temporären Downloadverzeichnis in ein permanentes Verzeichnis. Die Datei wird dabei unter dem Namen "ID NotificationType"."version" gespeichert. Anschliessend werden die Inhalte der Datei als Audio wiedergegeben. Die Namenskonvention für die gespeicherten Dateien, erlaubt es ein einfaches Cache zu implementieren. Bevor der SpeechSynthesisService eine Anfrage an den Cloudservice absetzt, prüft er, ob bereits eine Datei mit dem entsprechenden Namen vorhanden ist. Ist dies der Fall, wird keine Anfrage versendet und die Datei wird direkt abgespielt. Die Id des NotificationTypes im Dateinamen sorgt dafür, dass pro Benachrichtigungstyp nur einmal Sprachdaten abgefragt werden müssen. Die Version des NotificationTypes im Dateinamen sorgt dafür, dass die Daten bei einer Änderung am Benachrichtigungstyp neu geladen werden. Da der Inhalt einer Benachrichtigung im Cloudservice abgefüllt wird, bedeutet dies das Benachrichtigungen immer in der neusten Version angezeigt werden. Durch die beschriebene Implementierung des Chaches ist sichergestellt, das auch immer diese Version für die Sprachsynthese verwendet wird.

¹⁰Vgl. Kapitel 5.2

5.3.5 Laufzeitsicht

Um eine Benachrichtigung zu versenden, sendet ein Mobile Client eine Anfrage an den Cloudservice. Dieser lädt die gespeicherte Konfiguration und findet alle für die gewünschte Benachrichtigung relevanten Empfänger. Anschliessend erstellt er für jeden Empfänger eine Benachrichtigung und versendet diese über den Messagingservice.[2]¹¹ Der Messagingservice stellt die Benachrichtigungen an die jeweiligen Empfänger zu. Im Folgenden wird der Ablauf vom Empfang der Benachrichtigung im Mobile Client bis hin zur Ausgabe der Sprachsynthese beschrieben.

Benachrichtigungen werden im Mobile Client durch den AppDelegate empfangen. Dieser beinhaltet die Anbindung an den Messaging Service und kann dementsprechend Benachrichtigungen vom Messaging Service entgegennehmen. Die empfangene Benachrichtigung entspricht dem Format das der Messaging Service definiert. Im AppDelegate werden die Informationen aus diesem Format herausgelesen und in das interne Model der Mobile Client Applikation überführt. Anschliessend wird die Benachrichtigung an den completionHandler von iOS übergeben. Dadurch wird der Benachrichtigungston abgespielt und die Benachrichtigung als Push Benachrichtigung angezeigt. Daraufhin wird die Benachrichtigung im internen Model einem NotificationService übergeben. Dieser fügt die empfangene Benachrichtigung in die Inbox ein. Ab diesem Moment ist die Benachrichtigung in der Inbox des Mobile Clients ersichtlich.

TODO: Fix Diagram

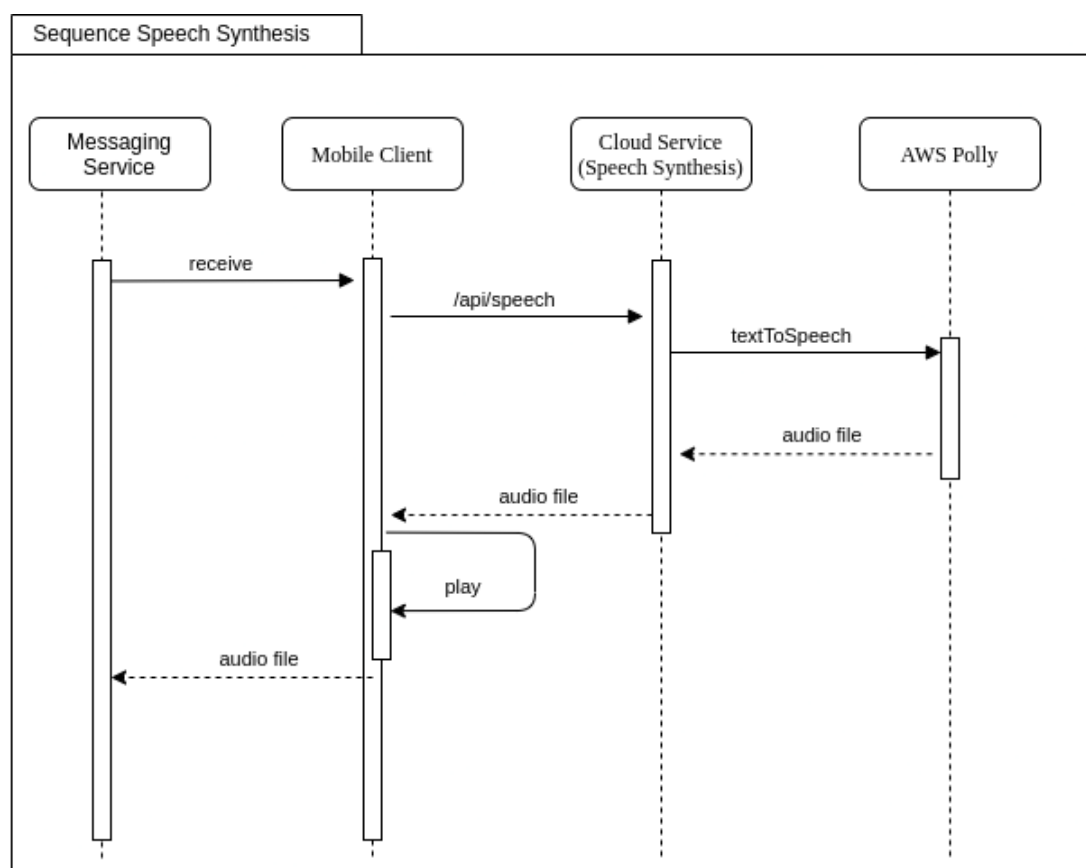


Abbildung 5.11: Ablauf Benachrichtigung empfangen

Anschliessend prüft, der NotificationService, ob Sprachsynthese lokal aktiviert ist. Ist diese deaktiviert, endet die Verarbeitung. Ist die Sprachsynthese lokal aktiviert, wird die Benachrichtigung an den SpeechSynthesisService übergeben. Der SpeechSynthesisService prüft als erstes, ob die Sprachdaten für die empfangene Benachrichtigung bereits lokal zur Verfügung stehen. Dies wird gemacht in dem er

¹¹Vereinfachter Ablauf

überprüft, ob im Applikationsverzeichnis bereits eine MP3-Datei für den Empfangenen Benachrichtigungstyp (NotificationType) in der Version der Empfangenen Benachrichtigung vorhanden ist. Ist dies der Fall, werden die Inhalte dieser Datei abgespielt und es wird keine Anfrage an den Cloudservice versendet. Wenn die Daten gar nicht oder nur in einer anderen Version lokal gefunden werden, wird eine Anfrage an den CloudService gesendet. Der CloudService findet die Inhalte der relevanten Benachrichtigung in der Konfiguration und sendet eine Anfrage an den Sprachsynthese Provider. Anschliessend leitet er die Resultate des Providers an den Client weiter. Der Client speichert die empfangenen Daten lokal im Applikationsverzeichnis unter Id und Version des Benachrichtigungstyps (NotificationType). Nachdem die Daten gespeichert wurden, wird deren Inhalt abgespielt.

TODO: Add Client View Sequence Diag

5.4 Gegensprechanlage

Mit dem Einbau von synchroner Sprachübertragung wird Praxisruf um die Funktion einer Gegensprechanlage erweitert. Die gewählte Technologie WebRTC erlaubt es Peer to Peer Sprachverbindungen zwischen Clients aufzubauen. Dieses Kapitel beschreibt wie das Praxisrufsystem erweitert wird, um eine konfigurierbare Gegensprechanlage mit WebRTC zu integrieren.

5.4.1 Konfiguration

Die Gegensprechanlage wird in den nativen Mobile Client integriert. Praxismitarbeitende können über Buttons Sprachverbindungen zu anderen Clients aufbauen.¹² Welche Buttons und damit welche Sprachverbindungen zur Verfügung stehen, kann vom Administrator über das Admin UI konfiguriert werden. Damit dies möglich ist, sind Änderungen an der Configuration Domain des Cloudservice von Praxisruf sowie am Admin UI notwendig.

Praxisruf bietet bereits heute die Möglichkeit Buttons zu konfigurieren, über welche Benachrichtigungen versendet werden können. Diese Buttons werden mit der Entität NotificationType konfiguriert, welche wiederum einer ClientConfiguration zugeordnet werden können. Diese ClientConfiguration wird bei der Anmeldung auf dem Mobile Client geladen und verwendet um die nötigen Buttons darzustellen. Analog dazu wird für den Aufbau von Sprachverbindungen eine Entität CallType erstellt. Ein CallType beinhaltet den Text, welcher auf dem zugehörigen Button auf Clientseite angezeigt wird und eine Liste von Clients, welche als Ziel der Sprachverbindung verwendet werden.

Die Konfiguration eines Clients wird durch die bestehende Entität ClientConfiguration abgebildet. Diese Konfiguration wird um eine Liste von CallTypes erweitert. So kann für jeden Client definiert werden, welche Sprachverbindungen aufgebaut werden können.

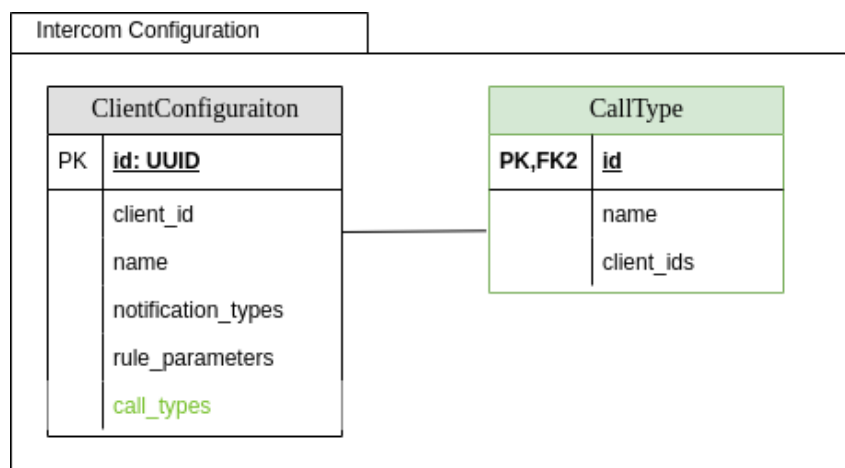


Abbildung 5.12: ERD Ausschnitt - Konfiguration Gegensprechanlage

Das Admin UI wird mit Ansichten erweitert, um CallTypes zu erstellen, anzeigen, bearbeiten und löschen. Gleichzeitig wird der Cloudservice um Rest Endpunkte für das Lesen, Erstellen, Aktualisieren und Löschen von CallTypes erweitert.

Die Ansichten für ClientConfigurations im Admin UI werden so erweitert, dass CallTypes darauf angezeigt, hinzugefügt und entfernt werden können. Die bestehenden Endpunkte für ClientConfiguration werden entsprechend erweitert.

¹²Vgl. Kapitel 4.2.x

5.4.2 Signaling Server

Mit WebRTC werden Peer To Peer Sprachverbindungen aufgebaut.¹³ Bevor die Verbindung aufgebaut ist, kennen die beiden Clients sich gegenseitig noch nicht. Die beteiligten Clients müssen Signale austauschen können um sich auf die Details der Verbindung zu einigen. Es braucht deshalb eine Instanz, welche beide Seiten kennt und Vermittlung von Signalmeldungen übernimmt. In Praxisruf übernimmt der Cloudservice die Funktion, Benachrichtigungen zu vermitteln.

Prinzipiell ist es möglich, den Signalaustausch in dieses Modul zu integrieren. Dieser Ansatz hat aber zwei grosse Probleme. Erstens ist die Grösse von Medlungen, welche über den gewählten Messaging Service (Firebase Cloud Messaging) ausgetauscht werden können beschränkt. Meldungen zum Aufbau von WebRTC Verbindungen können diese Grösse überschreiten.¹⁴ Zweitens geschieht das Versenden von Benachrichtigungen über einen asynchronen Mechanismus. Die Signale für Sprachverbindungen sollen aber synchron ausgetauscht werden. Es soll unmittelbar beim Versuch des Verbindungsaufbau klar sein, ob die Verbindung etabliert werden kann oder nicht.

Mit diesem Projekt wird der Cloudservice deshalb um ein weiteres Modul "Signaling" erweitert, welches den austausch von Signalen zwischen Clients ermöglicht. Gleich wie das Modul für Sprachsynthese wird er unabhängig von den anderen Domänenmodulen im Cloudservice implementiert. Alle Informationen, welche aus anderen Domänen benötigt werden, werden über Rest-Schnittstellen bezogen. Das Modul Signaling übernimmt drittens Aufgaben. Erstens muss es den Clients die Möglichkeit bieten, sich für Sprachverbindungen zu registrieren und diese Registrierungen verwalten. Zweitens muss es Signalmeldungen empfangen und an die relevanten Empfänger zustellen. Drittens muss es wann immer möglich Clients über nicht zustellbare Signale benachrichtigen. Diese drei Funktionen müssen unabhängig von der gewählten Technologie für den Signalaustausch unterstützt werden. Es wird ein entsprechendes Interface spezifiziert¹⁵. Dieses definiert die Methoden `afterConnectionEstablished` und `afterConnectionClosed`. Die beiden Methoden werden aufgerufen, wenn eine Verbindung geöffnet resp. geschlossen wurde. Geöffnete Verbindungen werden in Memory geführt. Dabei wird jede Verbindung durch eine UUID identifiziert. Diese UUID entspricht der technischen Identifikation des entsprechenden Mobile Clients und muss, wenn sich der Mobile Client für eine Verbindung registriert mitgesendet werden. Ein Mobile Client ist für den Signalaustausch verfügbar, wenn das Signaling Modul eine Verbindung mit seiner technischen Id kennt. Sobald eine Verbindung geschlossen wurde, wird sie aus der Liste der in Memory Verbindungen wieder gelöscht. Der entsprechende Mobile Client steht damit nicht mehr für den Signalaustausch zu Verfügung.

Für das Zustellen von Signalen wird die Methode `sendMessage` definiert. Jede Message beinhaltet eine Payload und die Identifikation des Empfängers. Der Signaling Service durchsucht die bekannten Verbindungen und findet die Verbindung für die Identifikation des Empfängers. Anschliessend sendet er das Signal über die Verbindung dieses Empfängers.

Für die Verwaltung von bestehenden Verbindungen wird die Komponente `ConnectionRegistry` implementiert. Diese muss Verbindungen anhand einer id registrieren und Verbindungen wieder entfernen können. Weiter müssen Verbindungen anhand ihrer id gefunden werden können. Die `ConnectionRegistry` wird als Wrapper um eine Java `HashMap` implementiert. Durch die Verwendung der Map über einen Wrapper bleibt die Implementation aber unabhängig davon und kann leicht ausgetauscht werden.¹⁶

¹³ citation

¹⁴ cite

¹⁵ Siehe Listing 6

¹⁶ Siehe Listing 7

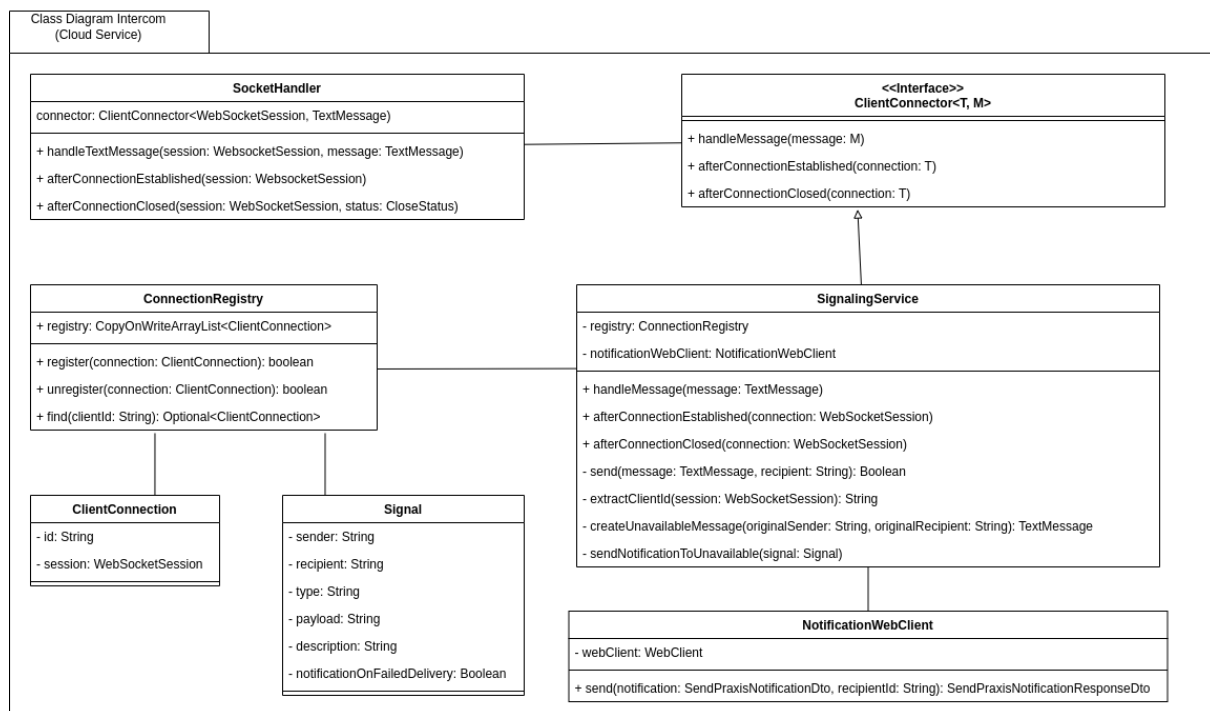


Abbildung 5.13: Klassendiagramm SpeechSynthesisController

Die Schnittstelle des Signaling Servers nach aussen wird mit Websockets umgesetzt. Wie die restlichen Module des Cloudservices wird auch der Singaling Server als Spring Boot Modul umgesetzt. Mit dem Projekt Spring-Boot-Starter-Websocket, können Websocketanbindungen in einer Spring Boot Applikation umgesetzt werden.¹⁷ Es wird ein WebSocketHandler implementiert, welcher unter dem Pfad "server-url/signaling" erreichbar ist. Die Implementation der Websocketschnittstelle implementiert das oben beschriebene ClientConnector Interface mit der entsprechenden Funktion.

Etablierte Verbindungen müssen eindeutig einem Client zugeordnet werden können. Diese Client Identifikation wird als Query Parameter bei Verbindungsaufbau mitgegeben und im WebSocketHandler ausgelesen. Anschliessend wird die WebSocketSession zusammen mit der Client Identifikation in der ConnectionRegistry gespeichert. Wird die WebSocketSession geschlossen, wird sie durch den WebSocketHandler wieder von aus der ConnectionRegistry entfernt.

Der Zugriff auf den Signaling Service darf nur für Berechtigte möglich sein. Um dies sicherzustellen, wird der Verbindungsaufbau nur erlaubt, wenn die Anfrage dazu authentisiert ist. Für die Authentisierung wird derselbe Mechanismus wie für Http Anfragen in den anderen Cloudservice Domänen verwendet werden. Über die SecurityConfig des Cloudservices wird die Authentication aller Http Requests überprüft. Diese Konfiguration sorgt dafür, das unauthentifizierte Http Requests eine entsprechende Response erhalten. Sie verhindert allerdings nicht, dass eine Websocketverbindung aufgebaut wurde, obwohl der Request nicht authentifiziert werden konnte. Um dies zu verhindern, muss der Http Request für den Aufbau einer Websocketverbindung notwendig sind abgefangen werden und geprüft werden, ob der Request authentifiziert wurde.^{cite} Spring bietet dazu die Klasse HttpSessionHandshakeInterceptor. Mit der Methode beforeHandshake kann der Request vor dem Verbindungsaufbau abgefangen werden und die Authentisierung überprüft werden. Ist diese gültig, wird die Verbindung aufgebaut. Andernfalls wird der Verbindungsaufbau abgebrochen und eine Reponse mit HttpStatus "unauthorized" zurückgesendet.

¹⁷ cite

5.4.3 Anmeldung und Registrierung

Der Ablauf von Anmeldung und Registrierung funktioniert mit dem neuen nativen Mobile Client grundsätzlich gleich wie zuvor. Praxismitarbeitende öffnen die Applikation und geben ihr Benutzername und Passwort ein. Der Mobile Client verwendet diese um sich über Basic Authentication beim Cloudservice anzumelden. Als Antwort auf die Anmeldung gibt der Cloudservice ein JWT Token zurück. Dieses wird für die Authentifizierung aller weiteren Anfragen an den Cloudservice verwendet. Nachdem die Anmeldung erfolgt ist, wird eine Liste aller Clientconfigurations die dem aktuellen Benutzer zur Verfügung stehen beim Cloudservice angefragt. Der Benutzer wählt die gewünschte Konfiguration aus und bestätigt.

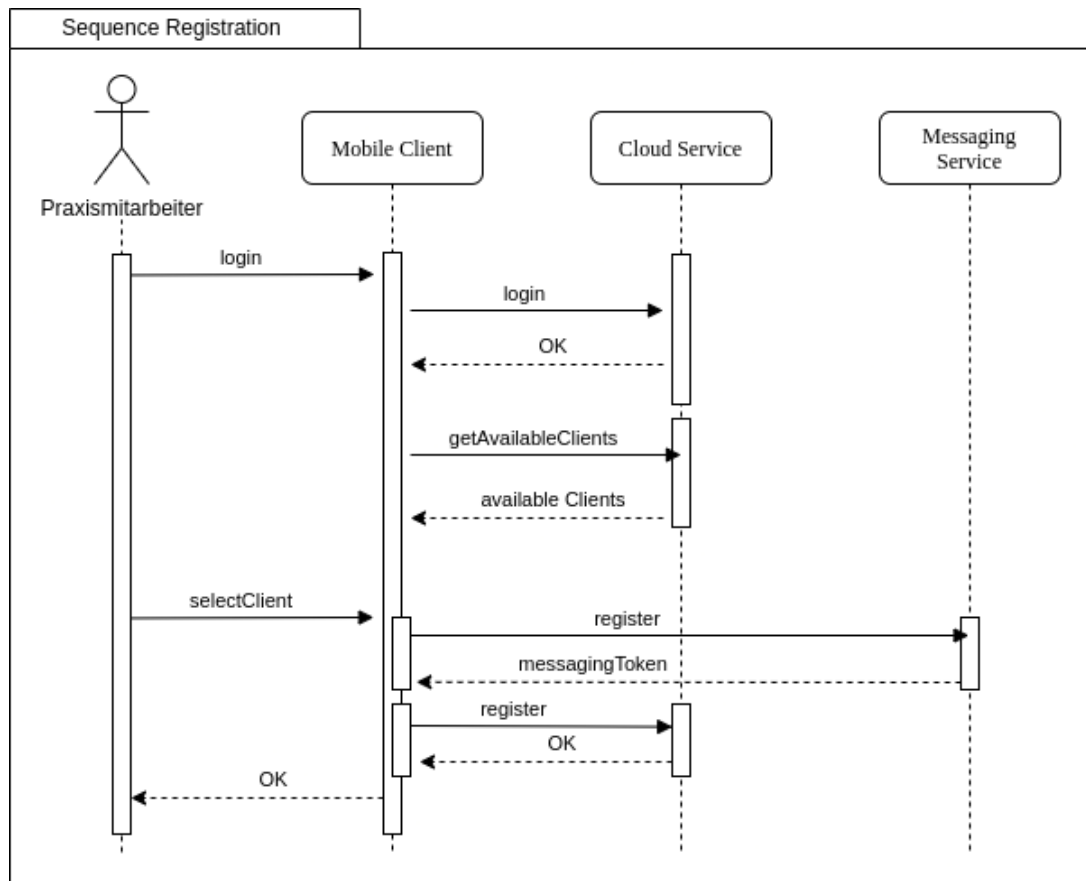


Abbildung 5.14: Mockup Home

Danach wird diese Konfiguration geladen und die Hauptansicht angezeigt. Die geladene Konfiguration beinhaltet alle Informationen die nötig sind um Buttons für Benachrichtigungen und Sprachverbindungen anzuzeigen. Im Hintergrund muss sich der Mobile Client nun für Benachrichtigungen und Sprachverbindungen registrieren. Für Benachrichtigungen registriert er sich zuerst beim Messaging Service. Er erhält ein Token, welches den Client beim Messaging Service identifiziert. Dieses Token sendet der Mobile Client zusammen mit der gewählten Konfiguration an den Cloudservice. Dieser persistiert die Registrierung bei sich und kann sie verwenden um Benachrichtigungen an diesen Client zuzustellen. Für Sprachverbindungen muss zudem eine Verbindung zum Signlaing Modul des Cloudservices aufgebaut werden. Dazu wird wie in Kapitel 5.4.5 beschrieben eine Websocketverbindung geöffnet.

5.4.4 Signalmeldungen

Dieses Kapitel beschreibt die Signalmeldungen, welche für Sprachverbindungen verwendet werden.

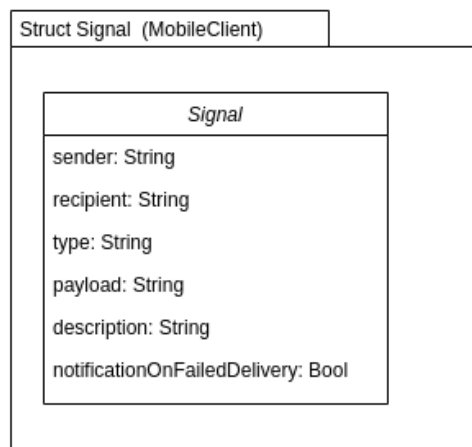


Abbildung 5.15: Signal (Mobile Client)

Alle Signalmeldungen beinhalten Identifikation von Sender und Empfänger. Diese werden vom Signalingserver verwendet, um die Signale korrekt weiterzuleiten. Type, Payload und Description werden im Mobile Client verwendet, um das Signal korrekt zu verarbeiten und Verbindungen aufzubauen. Das Flag notificationOnFailedDelivery wird im Cloudservice ausgewertet. Wenn ein Signal nicht zugestellt werden kann und dieses Flag TRUE ist, wird der Empfänger mit einer asynchronen Benachrichtigung darüber informiert. Dazu wird das bestehende Notification Modul des Cloudservices verwendet. Für die Verwaltung von Sprachverbindungen werden insgesamt sechs Typen von Signalmeldungen definiert.

OFFER: Ein Offer wird vom Initiator der Sprachverbindung an die Empfänger gesendet. Es beinhaltet die SDP¹⁸ Informationen des Initiators.

ANSWER: Eine Answer wird vom Empfänger eines Offers an den Initiator der Sprachverbindung gesendet. Es beinhaltet SDP¹⁹ Informationen des Empfängers.

ICE CANDIDATE: Ein RTCIceCandidate beschreibt Routing- und Protokollinformationen, die für den Verbindungsaufbau verwendet werden. Nach Verarbeitung von OFFER und ANSWER tauschen Initiator und Empfänger solange ICE CANDIDATE Signale aus, bis sie sich auf einen Kandidaten geeinigt haben.

END: Wird von Empfänger oder Initiator versendet, nachdem die Verbindung durch tippen des Auflegen-Button in der Applikation beendet wurde. Empfang dieses Signal führt dazu, dass alle offene Sprachverbindungen beendet werden.

UNAVAILABLE: Wenn der Signalingserver ein Signal nicht zustellen kann, wird das Ziel wenn möglich über eine Benachrichtigung informiert. Zudem wird ein Unavailable Signal zurück an den Sender gesendet. So weiss dieser, dass der gewünschte Gesprächspartner nicht verfügbar ist.

DECLINE: Praxismitarbeitende haben die Möglichkeit den Empfang von Anrufen zu deaktivieren. Wird ein Signal empfangen während Anrufe deaktiviert sind, sendet der Mobile Client ein DECLINE Signal zurück.

¹⁸Session Description Protocol

¹⁹Session Description Protocol

Praxismitarbeitende können Sprachverbindungen zu anderen Clients aufbauen indem sie auf den entsprechenden Button in der Praxisruf App tippen. Zum Zeitpunkt an dem der Button getippt wird, weiss der Mobile Client noch nicht, zu welchen Clients diese Verbindung aufgebaut werden soll. Als erstes muss deshalb beim Cloudservice angefragt werden, welche Clients mit dem betätigten Button angesprochen werden sollen. Der Cloudservice bietet dazu einen Endpoint an über den der vollständige CallType des verwendeten Buttons hinterlegt sind geladen werden können. Nachdem diese Informationen geladen sind, können Sprachverbindungen zu allen relevanten Clients aufgebaut werden. Dazu müssen Offer, Answer und Ice Candidate Signale ausgetauscht werden. Der auslösende Client initialisiert die Peer to Peer Verbindung auf seiner Seite und sendet für jeden Gesprächspartner ein Offer. Der Cloudservice findet die Verbindung der relevanten Empfänger und leitet die Signale über die jeweilige Verbindung weiter. Die Verbindung auf Empfängerseite wird nach Eingang des Offers initialisiert. Danach wird eine Answer zurück an den Initiator gesendet, welche über den Signalingserver zugestellt wird. Der Initiator empfängt die Antwort Signale und ergänzt die notwendigen Verbindungsinformationen. Folgende Graphik visualisiert diesen Ablauf: **TODO:** Add ICE Candidate Exchange

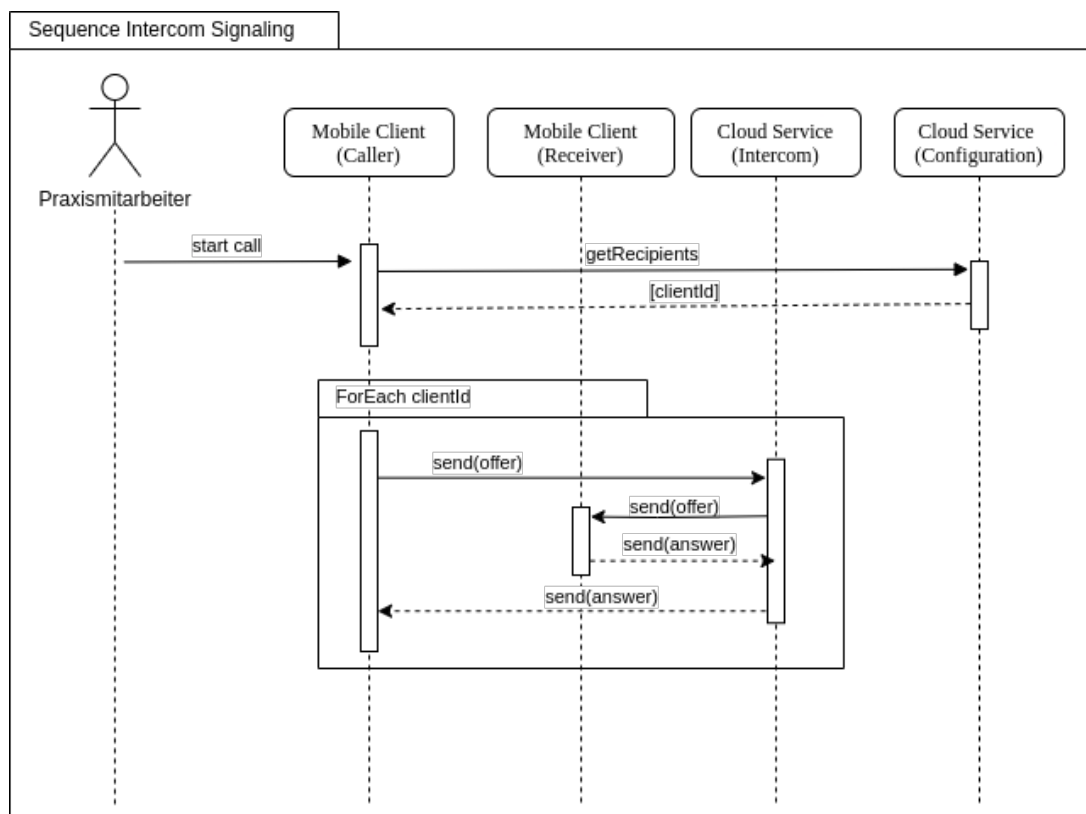


Abbildung 5.16: Ablauf Verbindungsaufbau Gegensprechanlage

Nachdem die Offer und Answer Meldungen ausgetauscht sind, müssen Ice Candidate Meldungen versendet werden. So können sich die Clients über Routing- und Protokollinformationen einigen die für die Peer to Peer Verbindung verwendet werden. Der Austausch von Ice Meldungen wird in obiger Graphik nicht angezeigt. Er verläuft nach demselben Prinzip wie der Austausch von Offer und Answer. Sobald sich die Clients auf die Verbindungsinformationen geeinigt haben, besteht die Sprachverbindung.

5.4.5 Anbindung Mobile Client an Singaling Server

Für den Aufbau von Sprachverbindungen zwischen Mobile Clients müssen mehrere Signalmeldungen ausgetauscht werden. Der Cloud Service wird im Rahmen dieses Projektes um eine Websocket Schnittstelle erweitert, welche dies ermöglicht.²⁰ Als Technologie für diese Schnittstelle werden Websockets verwendet. Der Api Service wird dementsprechend erweitert, um Websocket Verbindungen zu ermöglichen. Dies beinhaltet den Auf- und Abbau von Websocket Verbindungen, sowie das Senden und Empfangen von Meldungen über diese Verbindung. Weiter muss die Verbindung konstant offen gehalten und im Fehlerfall erneut aufgebaut werden können.

Der Austausch von Signalmeldungen ist der einzige Anwendungsfall in Praxisruf, der Websocketverbindungen benötigt. Deshalb wird auf eine generische Integration von Verbindungen analog von Http Verbindungen²¹ verzichtet. Stattdessen wird eine Extension Klasse PraxisrufApi+Signaling nach folgendem Muster erstellt:

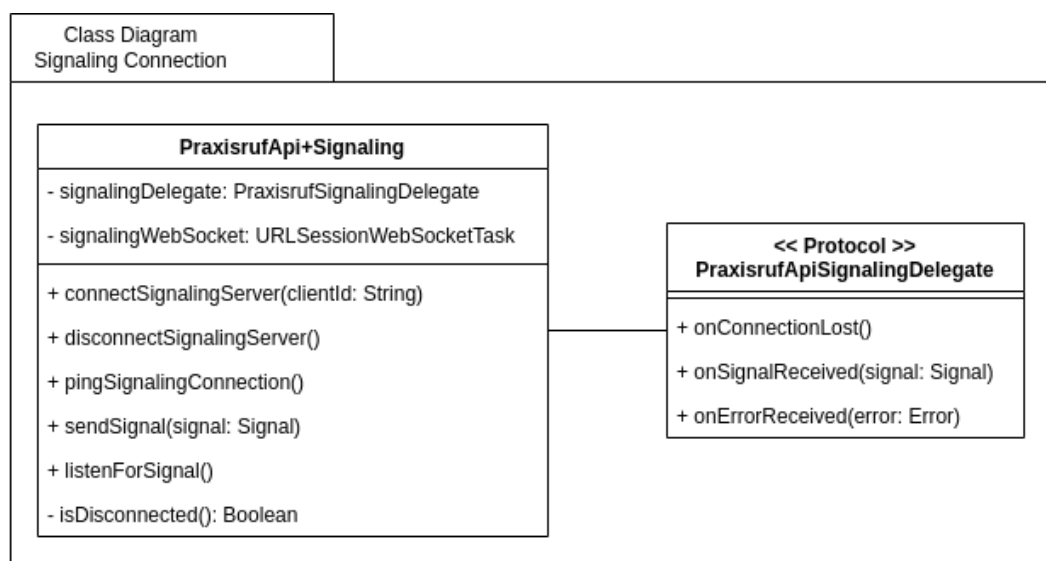


Abbildung 5.17: Klassendiagramm - Signaling Schnittstelle in Mobile Client

Die Signaling Extension kann immer genau eine offene Verbindung verwalten. Diese wird als Instanzvariable innerhalb des Services geführt. Der Status dieser Verbindung kann als Computed Property "disconnected" intern abgefragt werden. Die Extension bietet Methoden um den Signaling Service zu Verbinden. Eine Verbindung wird dabei immer spezifisch für die aktuell gewählte Client Configuration geöffnet.²² Weiter werden Methoden angeboten, um Pingsignale zu senden oder die Verbindung zu trennen. Zudem bietet die Extension Methoden, um Signalmeldungen über die geöffnete Verbindung zu senden, sowie eine Methode um empfangene Signalmeldungen zu verarbeiten. Für die Integration der Singalingverbindung in den Rest der Applikation, wird das Protokoll PraxisrufApiSignalingDelegate definiert.

Vor dem Versenden einer Signal- oder Pingmeldung wird überprüft, ob eine Verbindung geöffnet und fehlerfrei ist. Ist dies nicht der Fall, wird die Verarbeitung die onConnectionLostMethode des Delegates aufgerufen. Die Implementation dieses Delegates ist dafür verantwortlich, die Verbindung wieder zu öffnen. Die Methoden onSignalReceived resp. onErrorReceived werden aufgerufen wenn ein Signal resp. eine Fehlermeldung empfangen wurde. Im Fehlerfall soll wenn nötig eine Fehlermeldung angezeigt werden und die Verbindung repariert werden. Wenn eine Signalmeldung empfangen wurde, muss diese an die Applikation zu Verarbeitung weitergereicht werden.

²⁰Vgl. Kapitel 5.4

²¹Vgl. Kapitel 5.2.2

²²Vgl. Kapitel X.X

5.4.6 Signalverarbeitung im Mobile Client

Neben austausch von Signalen muss auch die Sprachverbindung selbst verwaltet werden. Die Details der Sprachverbindung sind vendor spezifisch. Es wird deshalb eine eigene Klasse CallClient erstellt. Diese ist für das Verwalten von Verbindungen verantwortlich. Bei eingehenden Verbindungen muss sie signale empfangen, die Verbindung erstellen. Wenn nötig Antwort Signale erstellen und zurückgeben. Bei ausgehenden Verbindungen muss sie Verbindung initialisieren. Es muss Signal erstellt und versendet werden. Weiter müssen Methoden angeboten werden um die Unterhaltung oder das Microphon zu muten. Und um die Verbindung zu schliessen. Und um den bei Änderung des internen Status, das UI entsprechend zu aktualisieren.

Um die Integration der Sprachverbindung möglichst unabhängig und auswechselbar zu machen, wird der CallClient nicht direkt in der View verwendet. Stattdessen definiert der CallClient ein Delegate Protocol, welches die notwendigen Callbacks definiert.

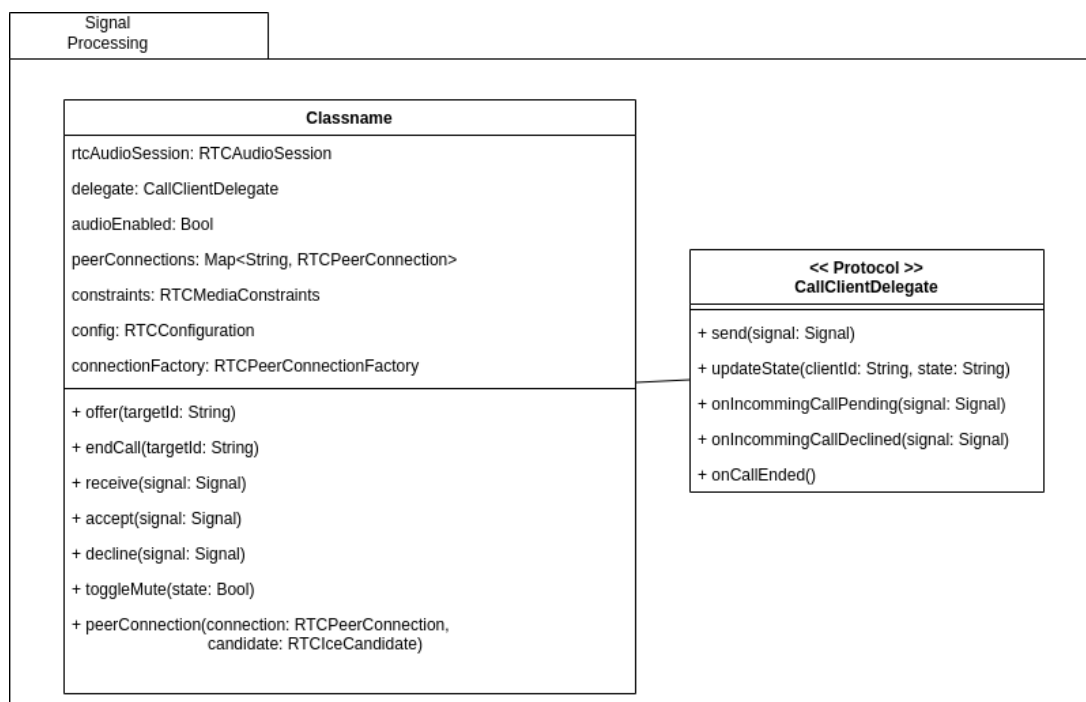


Abbildung 5.18: Klassendiagramm - Signalingverarbeitung in Mobile Client

Um Anrufe in der Applikation verwenden zu können müssen CallClient und PraxisrufApi+Signaling in die Benutzeroberfläche integriert werden. Beide Applikationen definieren ein Delegate Protocol, welches die Funktionen spezifiziert, über welche die Komponenten eingebunden werden können. Es wird eine weitere Serviceklasse mit dem Namen CallService implementiert, welche beide Delegate Protocols implementiert. Dieser Service instanziert CallClient und PraxisrufApi+Signaling und registriert sich anschliessend als Delegate bei beiden Instanzen. Der CallService selbst wird in der View verwendet. Er nimmt Benutzereingaben entgegen und delegiert die entsprechende Funktionalität an den CallClient und SignalingClient.

Wenn der Benutzer einen Anruf startet, wird die View für aktive Anrufe geladen. Diese initialisiert den Anruf über den CallService. Der CallService ruft dazu als erstes den CallClient auf. Der CallClient initialisiert die lokalen Verbindungsinformationen und erstellt ein Signal, um den Empfänger zu informieren. Dieses Signal gibt er an den CallService weiter. Der CallService leitet das Signal an den SignalingClient weiter, welcher das Versenden an den Cloud Service übernimmt.

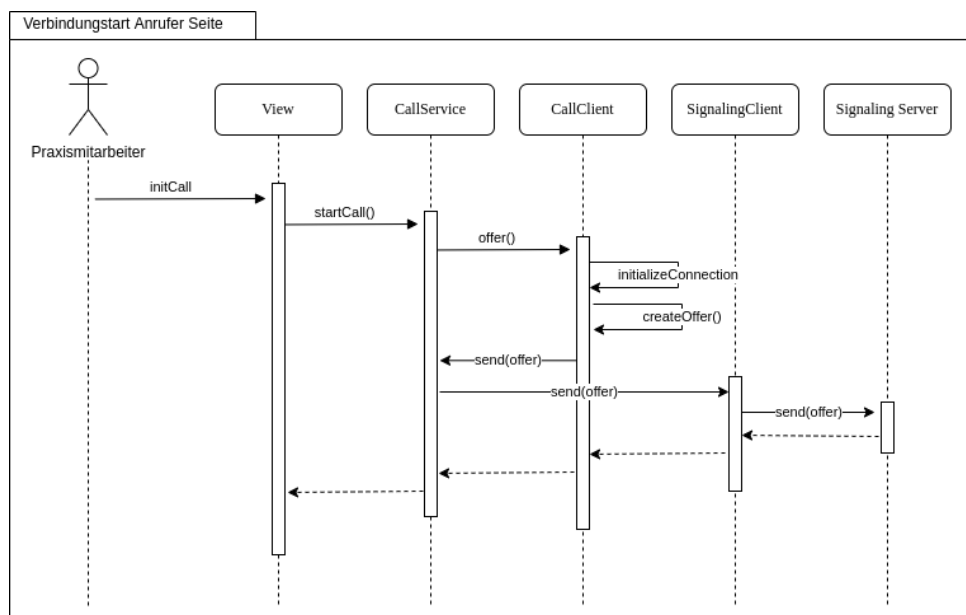


Abbildung 5.19: MobileClient - Anruf Starten Signal

Das versendete Signal wird über das Signaling Modul des Cloud Service an den Empfänger übermittelt. Dieser empfängt das Signal über den SingalingClient. Der SignalingClient gibt das Signal über onSignal-Received an den CallService weiter. Der CallService aktiviert die Ansicht für aktive Anrufe und leitet das Signal an den CallClient weiter. Der CallClient initialisiert die lokalen Verbindungsinformationen und erstellt eine Signal zur Bestätigung. Dieses Signal wird wiederum über den CallService zum Signaling-Client weiter zum Cloud Service versendet. Auf Starterseite, kann diese Bestätigung weiterverarbeitet werden.

5.4.7 Verpasste Anrufe

Anrufe über die Gegensprechanlage können nur empfangen werden, solange die Praxisruf App im Vordergrund läuft und beim Signalingserver registriert ist. Ist dies nicht der Fall, kann der Signalingserver keine Signale an den jeweiligen Empfänger zustellen. Wenn der Singalingserver ein Signal für einen Empfänger erhält, der nicht verbunden ist wird versucht, diese über eine Benachrichtigung zu informieren. Benachrichtigungen für verpasste Anrufe, werden gleich wie alle anderen Benachrichtigungen empfangen und in der Inbox angezeigt. Für das Versenden der Benachrichtigung für verpasste Anrufe wird das bestehende Notification Modul des Cloudservice verwendet. Dieses wird um einen Endpunkt erweitert, der es erlaubt Benachrichtigungen gezielt an einen einzelnen Client zu versenden. Der neue Enpunkt nimmt zwei Parameter entgegen: Die technische Identifikation des Empfängers und die technische Identifikation des relevanten Benachrichtigungstyps. Der relevante Benachrichtigungstyp muss durch den Praxisadministrator im Admin UI erfasst werden. Die technische Identifikation dieses Benachrichtigungstyps muss anschliessend in den Umgebungsvariablen des Signalingsservices hinterlegt werden.²³ Wenn der Empfänger nicht für Benachrichtigungen registriert ist, kann er nicht über den verpassten Anruf informiert werden. Dasselbe gilt, wenn die Benachrichtigung aus technischen Gründen nicht zugestellt werden kann. Im Rahmen dieses Projektes wird kein Mechanismus implementiert, um diese fehlgeschlagene Zustellung automatisch zu wiederholen.

5.4.8 Deaktivierte Anrufe

Praxismitarbeitende können das Empfangen von Anrufen lokal deaktivieren. Wenn der Empfang von Anrufen deaktiviert ist, werden Offer Signale nicht mit einer Answer sondern mit einem Declined Signal beantwortet. Empfängt ein Client ein Declined Signal, erstellt er lokal einen Eintrag in der Inbox und zeigt eine Push Benachrichtigung an um den Benutzer darauf hinzuweisen.

5.4.9 Verbindungsende

Praxismitarbeitende können Sprachverbindungen durch einen Button beenden. Durch antippen des Auflagen-Buttons wird die bestehende Peer to Peer Verbindung zum Gesprächspartner getrennt. Anschliessend wird ein Signal vom Typ End an die Gesprächspartner gesendet. Durch Empfang des End-Signals, weiss der Gesprächspartner, dass die Verbindung durch das Gegenüber getrennt wurde und kann die Verbindung seinerseits entfernen.

²³Vgl. Installationsanleitung

5.5 Zusammenfassung

5.5.1 Mobile Client

TODO: Add App Delegate **TODO:** Add Views

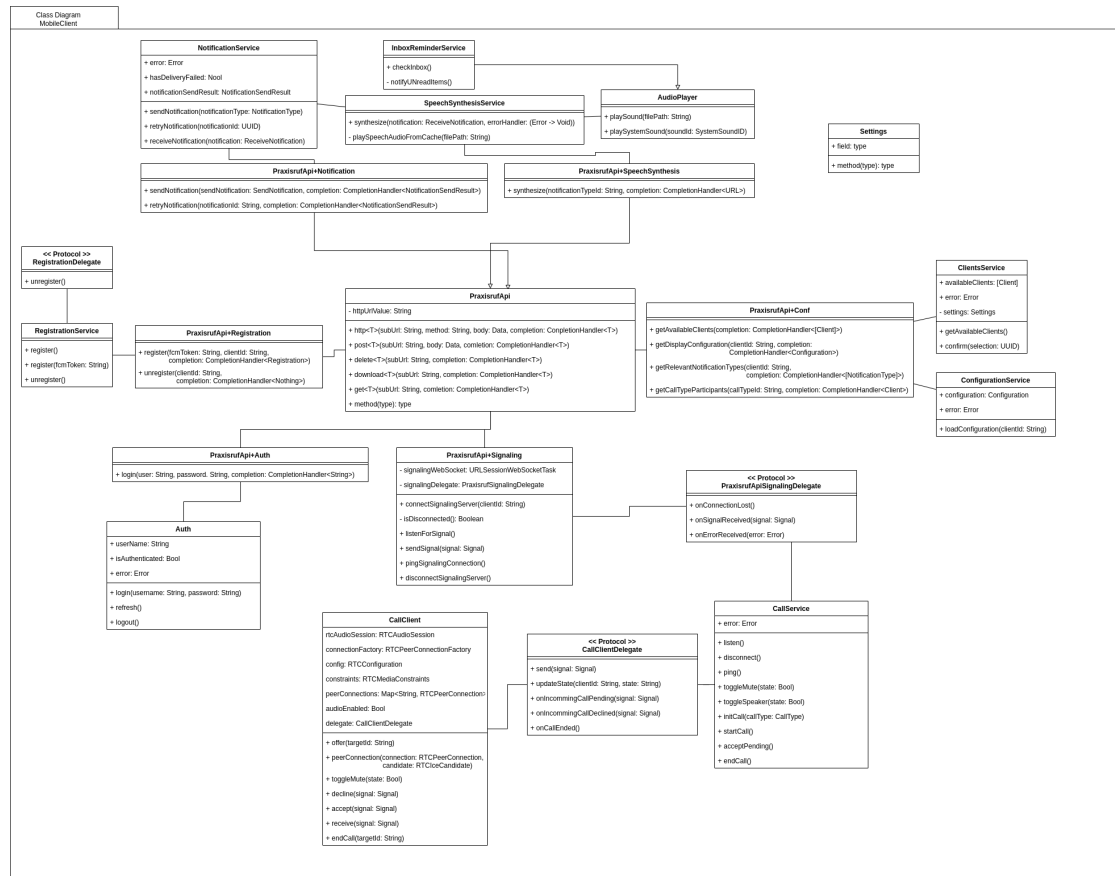


Abbildung 5.20: Klassendiagramm Modul SpeechSynthesis

5.5.2 Cloudservice Entity Relation Diagramm

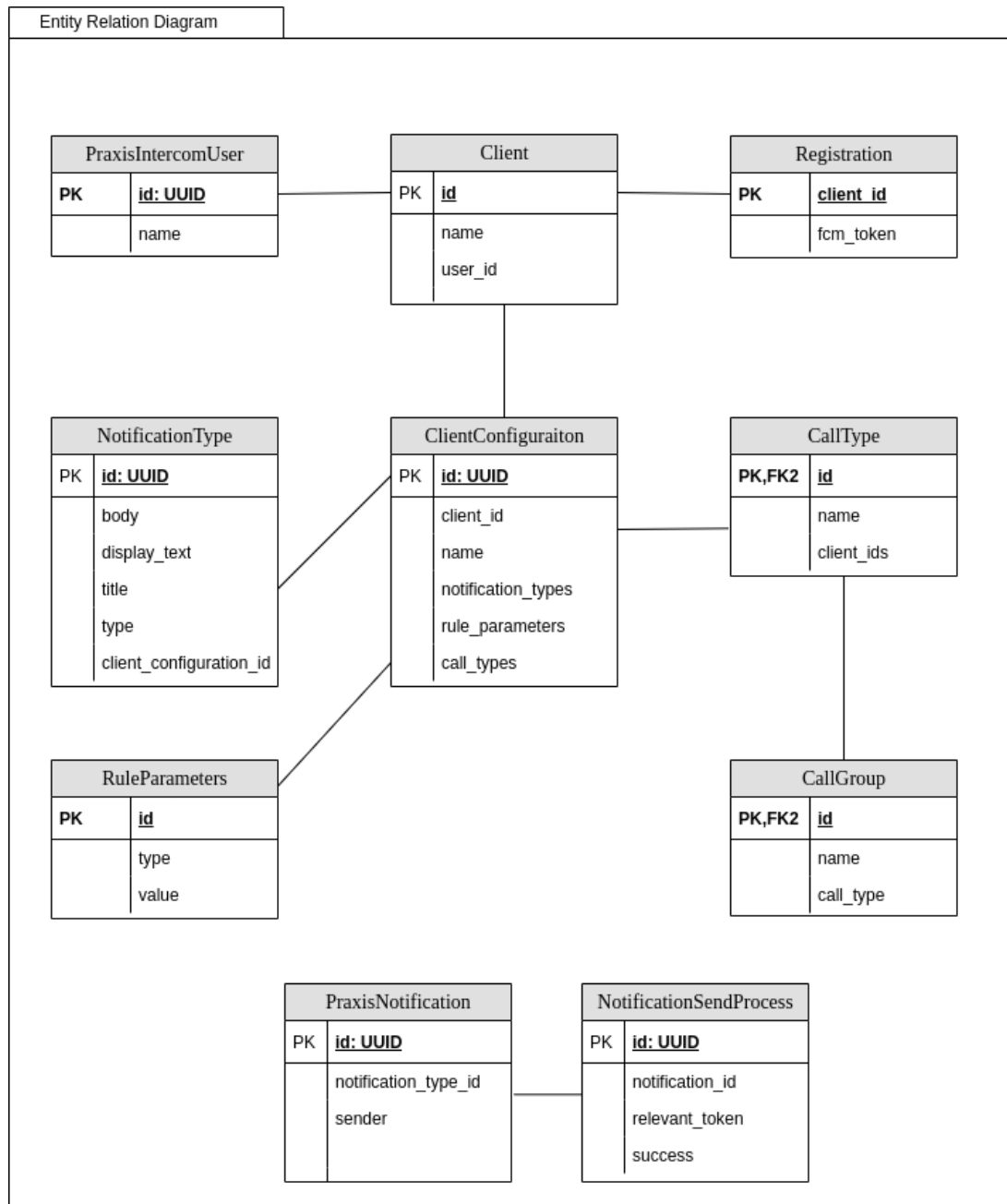


Abbildung 5.21: Entitiy Relation Diagramm - Cloudservice

5.5.3 Cloudservice Modul Speech Synthesis

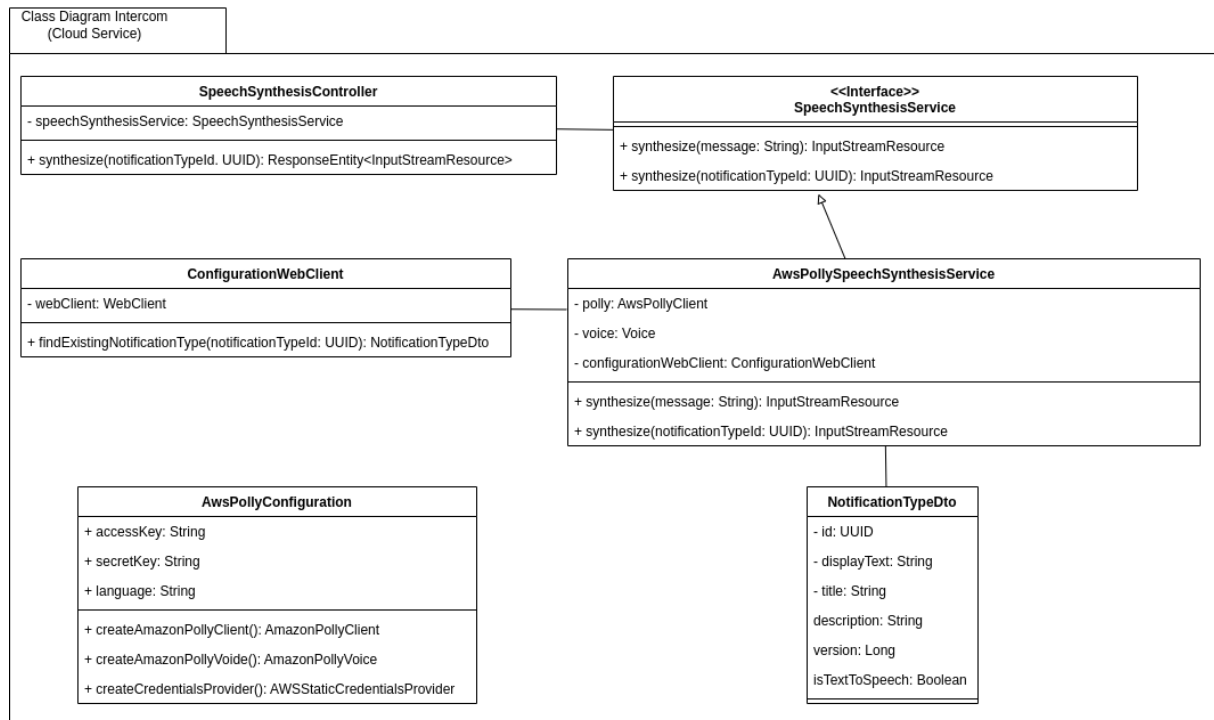


Abbildung 5.22: Klassendiagramm Modul SpeechSynthesis

5.5.4 Cloudservice Modul Intercom

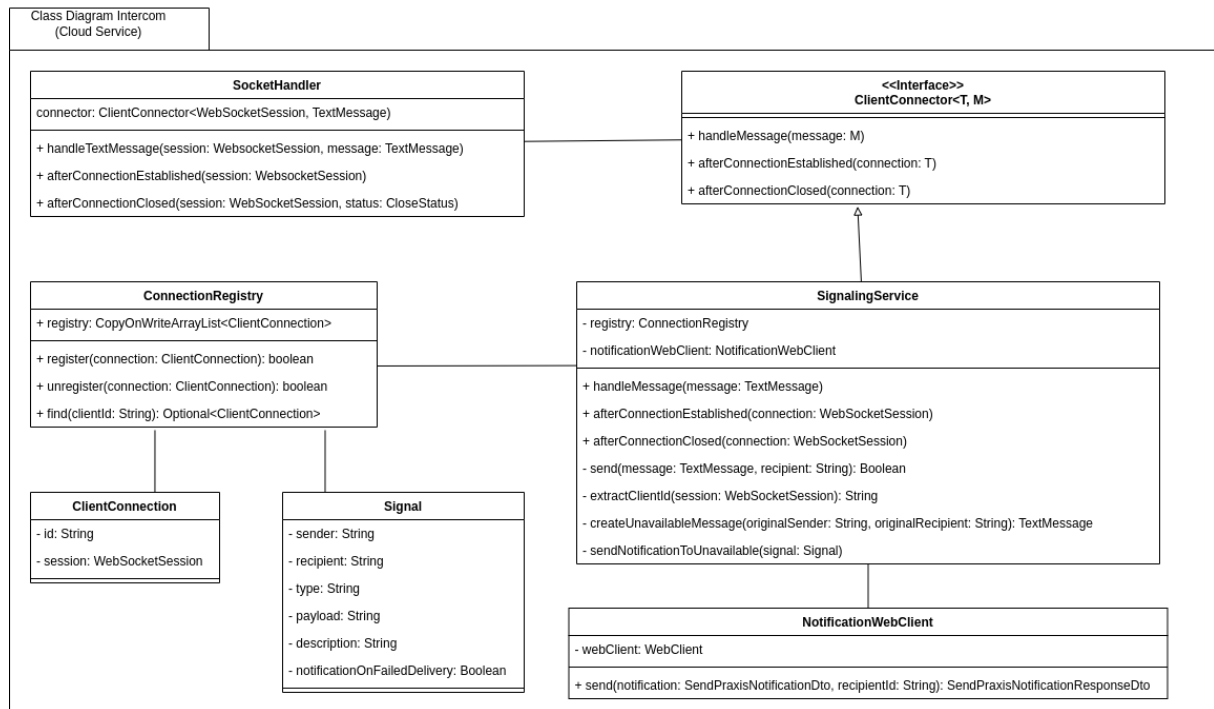


Abbildung 5.23: Klassendiagramm Modul Intercom

5.5.5 Cloudservice Schnittstellen

Der Cloudservice wird um folgende Endpoints erweitert:

Aktion	HTTP	Pfad	Body	Response
Alle CallTypes laden	GET	/api/config/calltype	-	[CallTypeDto]
CallType laden	GET	/api/config/calltype/id	-	CallTypeDto
CallType erstellen	POST	/api/config/calltypes	CallTypeDto	CallTypeDto
CallType aktualisieren	PUT	/api/config/calltypes	CallTypeDto	CallTypeDto
CallType löschen	DELETE	/api/config/calltypes/id	-	-
Mehrere CallTypes löschen	DELETE	/api/config/calltypes/many/filter	-	-
Alle CallGroups laden	GET	/api/config/callgroup	-	[CallGroupDto]
CallGroup laden	GET	/api/config/callgroup/id	-	CallGroupDto
CallGroup suchen	GET	/api/config/callgroup?callTypeId	-	[CallGroupDto]
CallGroup erstellen	POST	/api/config/callgroup	CallGroupDto	CallGroupDto
CallGroup aktualisieren	PUT	/api/config/callgroup	CallGroupDto	CallGroupDto
CallGroup löschen	DELETE	/api/config/callgroup/id	-	-
Mehrere CallGroups löschen	DELETE	/api/config/callgroup/many/filter	-	-
Sprachsynthese für notificationType	GET	/api/speech/id	-	MP3 Datei

Zudem werden die bestehenden Endpoints zur Verwaltung von NotificationType und ClientConfiguration Daten erweitert. Sodass neu CallTypes auf ClientConfigurations registriert werden können und das isTextToSpeech Flag auf NotificationTypes gesetzt werden.

Letztlich wird ein neuer Websocket Endpoint unter /api/intercom/signaling veröffentlicht.

6 Umsetzung

6.1 Resultate

Praxisruf wurde wie in Kapitel 5 beschrieben erweitert. Es wurde eine native iOS App entwickelt, welche den Funktionsumfang des bestehenden Mobile Clients vollständig unterstützt. Weiter wurde mit AWS Polly ein Sprachsynthese Provider an das System angebunden. Diese Anbindung wird verwendet, um bei Bedarf den Inhalt empfangener Benachrichtigungen automatisch vorlesen zu lassen. Letztlich wurde WebRTC verwendet, um eine konfigurierbare Gegensprechanlage zu implementieren. Sowohl das Vorlesen von Benachrichtigungen, als auch die Gegensprechanlage sind über das Admin UI konfigurierbar.

6.1.1 Systemarchitektur

Die Systemarchitektur von Praxisruf wurde im Rahmen dieses Projektes erweitert. Betroffen davon sind der Mobile Client und Cloudservice. Der Mobile Client wurde durch einen neuen nativen Mobile Client ersetzt. Der Cloudservice wurde um Komponenten zur Abfrage von Sprachdaten und Signalaustausch erweitert. Im Rahmen dieses Projektes wurde zudem der interne Aufbau des Cloudservices überarbeitet. Der Cloudservice wird nach wie vor als einzelner Service betrieben. Dieser Service ist aber neu in mehrere domänenspezifische Module aufgeteilt.²⁴ Diese Module können in Zukunft mit wenig Aufwand aus dem monolithischen Service ausgelöst und als eigene Services betrieben werden.

²⁴Siehe Kapitel 5.1

6.1.2 Nativer Mobile Client

Dieses Kapitel zeigt die umgesetzten Ansichten des Mobile Clients.

Anmeldung und Konfiguration

Der Mobile Client bietet eine einfaches Verfahren zur Anmeldung und Konfiguration. In einem ersten Schritt gibt der Praxismitarbeitende Benutzername und Passwort ein. Anschliessend kann er auf einer zweiten Ansicht, die gewünschte Zimmerkonfiguration wählen. Benutzer und Zimmerkonfiguration werden dabei gespeichert. Bis sich der Benutzer manuell abmeldet wird bei allen zukünftigen Starts der App die gespeicherte Kombination von Benutzer und Zimmerkonfiguration wiederverwendet.

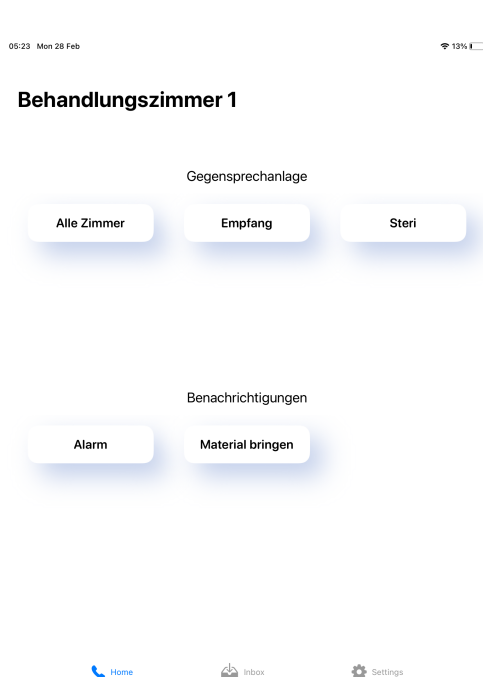


Abbildung 6.1: Ansicht Login

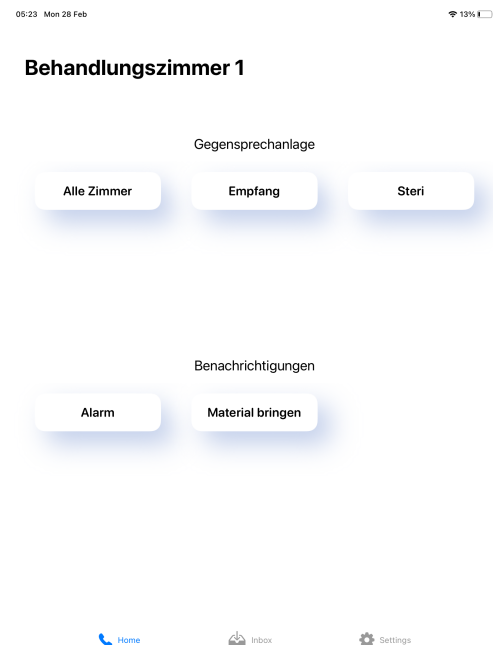


Abbildung 6.2: Ansicht Zimmerkonfiguration

Startseite und Inbox

Nach der Anmeldung und Konfigurationsauswahl wird der Benutzer auf die Hauptansicht der App weitergeleitet. Über eine Navigationsleiste am unteren Bildschirmrand kann zwischen den Bereichen Home, Inbox und Einstellungen. Der Bereich Home ist in zwei Teile gegliedert und beinhaltet Buttons über welche Benachrichtigungen versendet und Sprachverbindungen gestartet werden können. Welche Buttons zur Verfügung stehen werden durch die gewählte Zimmerkonfiguration vorgegeben und wurden im Vorfeld vom Praxisadministrator konfiguriert. Der Bereich Inbox zeigt eine Liste von empfangenen Benachrichtigungen sowie verpassten und vergangenen Anrufen. Einträge in dieser Liste können durch eine Wischgeste (Swipe right) entfernt werden.

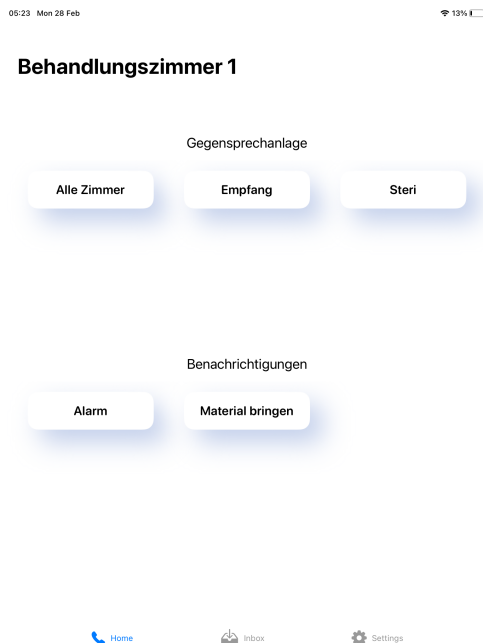


Abbildung 6.3: Ansicht Home

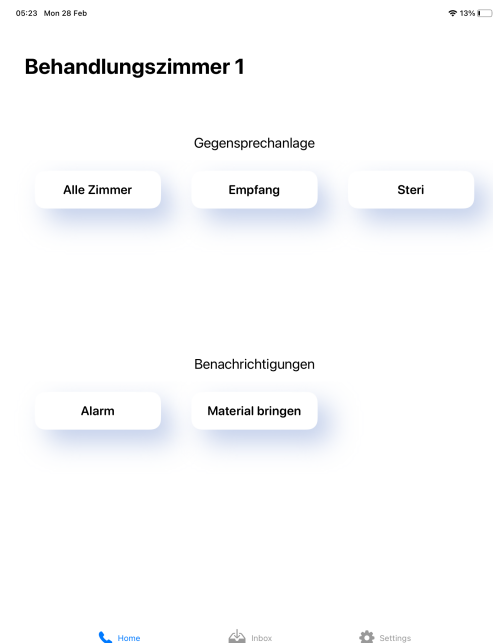


Abbildung 6.4: Ansicht Inbox

Einstellungen und Aktive Anrufe

Im Bereich Einstellungen werden Informationen zur gewählten Zimmerkonfiguration und dem angemeldeten Benutzer angezeigt. Weiter können lokale Einstellungen vorgenommen werden. Das Vorlesen von empfangenen Benachrichtigungen sowie das Empfangen von Anrufen kann hier deaktiviert werden. Über einen Button kann der Benutzer sich zudem von der App abmelden.

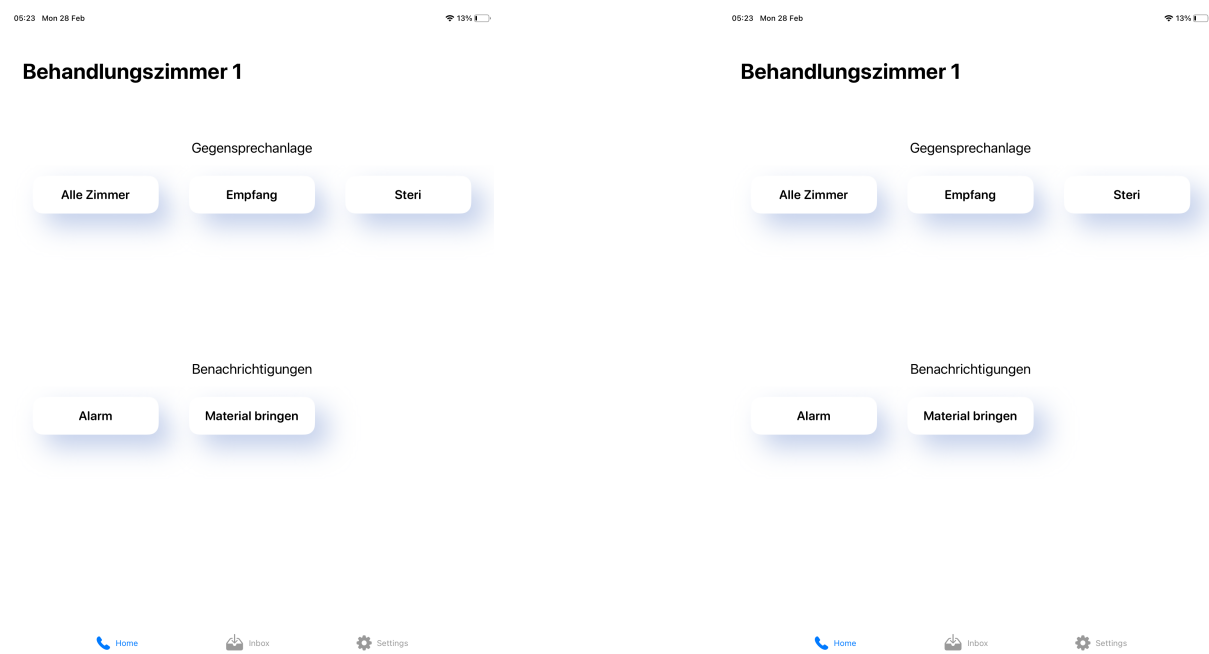


Abbildung 6.5: Ansicht Settings

Abbildung 6.6: Ansicht Aktiver Anruf

Die Ansicht "Aktive Anruf" wird angezeigt, nachdem ein Anruf gestartet wurde. Entweder, der Anruf durch antippen des Buttons in der Home Ansicht gestartet wurde oder weil ein Anruf von einem anderen Client empfangen wird. In dieser Ansicht wird der Titel des gestarteten Anrufes bzw. Name des Zimmer des Gesprächspartners angezeigt. Wenn mehr als ein Gesprächspartner am Anruf beteiligt ist, wird zudem eine Liste der Teilnehmer zusammen mit deren Verbindungsstatus angezeigt. Allen Gesprächsteilnehmern stehen Buttons zur Stummschaltung des eigenen Lautsprechers und Microphons zur Verfügung. Zudem können alle Gesprächsteilnehmer die Unterhaltung durch den roten Auflegen Button beenden.

Hintergrundbenachrichtigungen und Fehlerhandling

Das Versenden von Benachrichtigungen ist über die Anbindung des Cloudservices gelöst. Dieser leitet Benachrichtigungen anhand der Konfiguration über den Messagingservice an die relevanten Empfänger zu. Bei einem Fehler in der Verarbeitung beim Cloudservice, wird Praxismitarbeitenden direkt mitgeteilt, dass die Benachrichtigung nicht zugestellt werden konnte. In der App wird ein Dialog angezeigt, welcher darüber informiert und die Möglichkeit bietet, die Aktion direkt zu wiederholen.

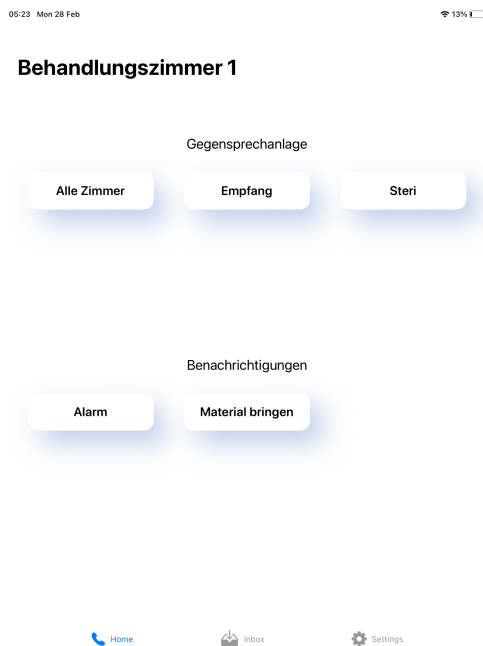


Abbildung 6.7: Hintergrund Benachrichtigung

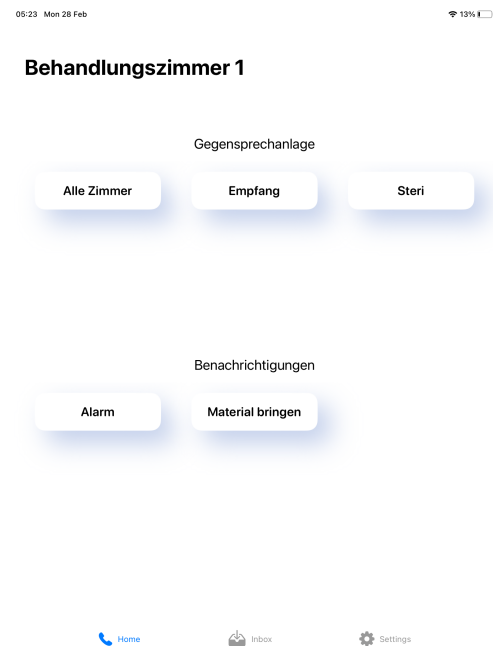


Abbildung 6.8: Benachrichtigung wiederholen

Benachrichtigungen können auch im Hintergrund empfangen werden. Im Hintergrund empfangene Benachrichtigungen erscheinen als Push Benachrichtigungen auf dem Home Screen des iPads. Anrufe über die Gegensprechanlage können nur empfangen werden, wenn die Applikation geöffnet ist. Ist die App minimiert oder beendet, ist der jeweilige Client für Gespräche nicht verfügbar. Ein nicht verfügbarer Client wird über Hintergrundbenachrichtigungen auf verpasste Anrufe hingewiesen.

6.1.3 Sprachsynthese

Die Sprachsynthese für Benachrichtigungen in einem Praxisrufsystem konnten vollständig umgesetzt werden. Praxisadministratoren können über das Admin UI konfigurieren, welche Benachrichtigungen vorgelesen werden. Beim Empfang einer solchen Benachrichtigung im Mobile Client wird deren Inhalt automatisch vorgelesen. Die entsprechenden Sprachdaten bezieht der Mobile Client entweder vom Cloudservice oder aus einem lokalen Cache. Für die Konvertierung von Benachrichtigungen zu Sprachdaten wurde im Cloudservice eine Anbindung an den Sprachsyntheseprovicer AWS Polly implementiert. Der Cloudservice bietet nach aussen eine Http Schnittstelle über welche Sprachdaten von Benachrichtigungen bezogen werden können. Sprachdaten müssen immer anhand der technischen Identifikation des relevanten Benachrichtigungstypes angefragt werden. Die konkreten Daten für die Synthese werden anhand dieser Identifikation aus der persistierten Konfiguration geladen.

6.1.4 Gegensprechanlage

Es wurde eine konfigurierbare Gegensprechanlage entwickelt und in Praxisruf integriert. Die Konfiguration der Gegensprechanlage wurde in die bestehende Konfiguration eingebunden. Praxisadministratoren können über das Admin UI konfigurieren, welche Sprachverbindungen in welchen Zimmern zu Verfügung stehen. Diese Konfiguration wird bei der Anmeldung im Mobile Client geladen. Anhand der Konfiguration werden Buttons für Sprachverbindungen angezeigt.

Praxismitarbeitende können Sprachverbindungen zu anderen Clients über Buttons im Mobile Client starten. Während laufenden Sprachverbindungen sehen Praxismitarbeitende im Mobile Client den Namen aller Gesprächspartner und deren Verbindungsstatus. Gesprächsteilnehmende können ihre Sprachverbindungen stummschalten und beenden. Kann ein Gesprächspartner nicht erreicht werden, wird er mit einer asynchrone Benachrichtigung über den verpassten Anruf informiert. Spracherbindungen auf Empfängerseite werden automatisch angenommen. Bevor die Sprachübertragung aktiviert ist, wird der Empfänger mit einem Benachrichtigungston auf die Verbindung aufmerksam gemacht. Praxismitarbeitende haben die dieses Verhalten in lokalen Einstellungen anzupassen und Sprachverbindungen zu deaktivieren. Durch diese Einstellungen, werden Sprachverbindungen immer abgelehnt. Es wird allerdings eine Benachrichtigung angezeigt, welche über den verpassten Anruf informiert.

Sprachverbindungen werden für jeden Gesprächspartner als Peer To Peer Verbindung zwischen Anrufer und Empfänger aufgebaut. Um diesen Verbindungsaufbau zu ermöglichen, müssen Signale zwischen den Beteiligten ausgetauscht werden. Dazu wurde der Cloudservice um die Komponente Signaling erweitert. Diese ermöglicht es Signale über Websocketverbindungen zu versenden. Sie Signaling Komponenten verwaltet alle offenen Verbindungen und vermittelt Signale an die relevanten Empfänger. Kann ein Signal nicht zugestellt werden, wird der Empfänger über das Notification Modul mit einer Benachrichtigung informiert.

Die umgesetzte Gegensprechanlage erfüllt alle in Kapitel 3 erarbeiteten Anforderungen. Sie hat aber zwei Einschränkungen, welche hier erwähnt sein sollen: Die erste Einschränkung betrifft den Betrieb von Mobile Clients. Die Qualität der Sprachverbindungen ist ausreichend für eine Gegensprechanlage. Grundsätzlich ist es möglich, mehrere Endgeräte im selben Zimmer zu betreiben. Dabei ist aber darauf zu achten, dass diese nicht zu nahe beieinander stehen. Wird eine Sprachverbindung zwischen zwei Mobile Clients aufgebaut, die unmittelbar nebeneinander stehen kann ein positiver Feedback Loop entstehen, welcher zu einem schrillen Pfeifton führt. Praxisruf ist für ein Mobile Client pro Zimmer konzipiert. Diese Einschränkung ist für den Praxisbetrieb minimal bis gar nicht relevant. Die zweite Einschränkung betrifft den austausch von Sprachdaten. Sprachverbindungen können zwischen zwei oder mehr Empfängern aufgebaut werden. Die implementierte Gegensprechanlage hat dabei aber die Einschränkung, dass Verbindungen nur zwischen Anrufer und Empfänger aufgebaut wird. Es werden keine Verbindungen zwischen den einzelnen Empfängern aufgebaut. Die implementierte Gegensprechanlage unterstützt damit 1:1 und 1:n Verbindungen aber keine n:n Verbindungen.

6.2 Tests

6.2.1 Benutzertests

Lorem ipsum

6.2.2 Testplan migrierte Funktionalität

Im Rahmen des Projektes IP5 Cloudbasiertes Praxisrufsystem wurde ein finaler Testplan definiert. Diese Tests wurden zum Abschluss des Projektes durchgeführt, um die Funktionalität des Systems abschließend zu testen. Um zu gewährleisten, dass alle Funktionen aus dem alten (Shared Platform) Mobile Client auch im neuen (Native) Mobile Client zur Verfügung stehen wurden diese Tests zum Abschluss dieses Projekts wiederholt. Die detaillierte Definition der Testszenarien sind im Anhang E des Projektberichts IP5 Cloudbasiertes Praxisrufsystem beschrieben.[2] Folgendes Protokoll gibt eine Übersicht über die Tests

Folgendes Protokoll zeigt den Stand der letzten Ausführung der Tests am xx.xx.2022:

Szenario	Beschreibung	Resultat
S01	Benachrichtigung versenden - Empfänger konfiguriert	tbd
S02	Benachrichtigung versenden - kein Empfänger	tbd
S03	Benachrichtigung empfangen.	tbd
S04	Fehler beim Versenden anzeigen.	tbd
S05	Wiederholen im Fehlerfall bestätigen.	tbd
S06	Wiederholen im Fehlerfall abbrechen.	tbd
S07	Audiosignal bei Benachrichtigung.	tbd
S08	Push Benachrichtigung im Hintergrund.	tbd
S09	Erinnerungston für nicht Quittierte Benachrichtigungen.	tbd
S10	Start Mobile Client - nicht angemeldet	tbd
S11	Start Mobile Client - angemeldet	tbd
S12	Anmelden mit korrekten Daten.	tbd
S13	Anmeldung mit ungültigen Daten.	tbd
S14	Konfiguration Wählen	tbd
S15	Abmelden.	tbd
S16	Admin UI - Anmeldung mit korrekten Daten	tbd
S17	Admin UI - Anmeldung mit ungültigen Daten	tbd
S18	Admin UI - Konfiguration Verwalten	tbd

6.2.3 Testplan Sprachsynthese

Szenario	Beschreibung	Resultat
S19	Benachrichtigung vorlesen - Sprachsynthese aktiviert und Benachrichtigung relevant	tbd
S20	Benachrichtigung nicht vorlesen - Sprachsynthese aktiviert und Benachrichtigung nicht relevant	tbd
S21	Lokale Einstellung - Sprachsynthese deaktiviert und Benachrichtigung relevant	tbd
S22	Lokale Einstellung - Sprachsynthese deaktiviert und Benachrichtigung nicht relevant	tbd
S23	Benachrichtigung verwalten - Relevanz Sprachsynthese kann im Admin UI aktiviert / deaktiviert werden	tbd
S24	Benachrichtigung empfangen - Änderung an Typ in Admin UI wird sofort angewendet	tbd

6.2.4 Testplan Gegensprechanlage

Szenario	Beschreibung	Resultat
S25	Gegensprechanlage Buttons nach Anmeldung anzeigen	tbd
S26	Verbindungsaufbau 1:1 - Gegenüber ist Verfügbar	tbd
S27	Verbindungsaufbau 1:1 - Gegenüber ist nicht Verfügbar	tbd
S28	Verbindungsaufbau 1:1 - Gegenüber hat Gegensprechanlage deaktiviert	tbd
S29	Verbindungsaufbau 1:1 - Benachrichtigungston	tbd
S30	Verbindungsaufbau 1:1 - Automatische Annahme	tbd
S31	Unterhaltung 1:1 - Unterhaltung in Echtzeit möglich	tbd
S32	Verbindungsaufbau 1:n - Alle Gegenüber ist Verfügbar	tbd
S33	Verbindungsaufbau 1:n - 1 von n Gegenüber ist nicht Verfügbar	tbd
S34	Verbindungsaufbau 1:n - 1 von n Gegenüber hat Gegensprechanlage deaktiviert	tbd
S35	Verbindungsaufbau 1:n - 1 von n Benachrichtigungston	tbd
S36	Verbindungsaufbau 1:n - Automatische Annahme in allen Empfängern	tbd
S37	Unterhaltung 1:n - Unterhaltung in Echtzeit möglich	tbd
S38	Inbox - Empfangene Unterhaltungen	tbd
S39	Inbox - Verpasste Unterhaltungen	tbd
S40	Inbox - Abgelehnte Unterhaltungen	tbd
S41	Verbindung trennen 1:1 - Durch Empfänger	tbd
S42	Verbindung trennen 1:1 - Durch Initiator	tbd
S43	Verbindung trennen 1:n - Durch Empfänger	tbd
S44	Verbindung trennen 1:n - Durch Initiator	tbd
S44	Konfiguration über Admin UI	tbd

6.2.5 Testplan Performance

Kriterium	Beschreibung	Resultat
P01	Zeit bis Benachrichtigung ankommt im Schnitt ; 5s	tbd
P02	Vorlesen von Benachrichtigung ; 5s nach Benachrichtigungston (ohne Cache)	tbd
P03	Vorlesen von Benachrichtigung ; 1s nach Benachrichtigungston (mit Cache)	tbd
P04	Verbindungsaufbau Sprachverbindung ;5 s	tbd
P05	Verzögerung bei Sprachverbindung klein genug für normale Unterhaltungen	tbd
P06	Ressourcenverbrauch der Applikation bleibt über Zeit konstant	tbd

6.3 Fazit

In diesem Kapitel werden die zentralen Herausforderungen während der Projektarbeit und die Schlussfolgerungen die daraus gezogen werden können beschrieben.

Eine grosse Herausforderung in diesem Projekt, war die Konzipierung und Umsetzung des nativen Mobile Clients. Insbesondere die effiziente Anbindung an die Umsysteme Cloudservice und Messagingservice sowie die Integration von Sprachverbindungen mit WebRTC stellten eine Herausforderung dar. Die iOS Standardbibliothek sowie die iOS SDKs für WebRTC und Firebase Cloud Messaging und bieten alle Komponenten, welche für diese Integration notwendig sind. Die Herausforderung bestand darin, diese Komponenten effizient zu verwenden und Strukturen aufzubauen, welche die Integration in eine SwiftUI Applikation ermöglichen. Das Erarbeiten dieser Konzepte hat mehr Zeit in Anspruch genommen als erwartet und hat einen grösseren Teil des Konzepts in Anspruch genommen als erwartet. Dieser Mehraufwand hat sich schlussendlich aber bezahlt gemacht. Die Anbindungen an Umsysteme und Peer To Peer Verbindungen konnte in eigenen Komponenten gekapselt, welche effizient in SwiftUI eingebunden werden können.²⁵ Im Unterschied zur Entwicklung des Shared Platform Mobile Clients im Vorgängerprojekt, konnte der Aufwand hier mehrheitlich auf konzeptioneller Ebene gehalten werden. Die Anbindung der Schnittstellen und insbesondere die Verwendung von Gerätehardware und Betriebssystemfunktionen wie Pushbenachrichtigungen konnte deutlich einfacher umgesetzt werden. Es sind keine Probleme bezüglich Kompatibilität oder nicht unterstützten Funktionen aufgetreten.

Ich schliesse daraus, dass sich die native Mobile Entwicklung mit SwiftUI grundsätzlich besser für eine Praxisruf Applikation eignet als die Shared Platform Entwicklung. Um dies effizient zu machen, ist es allerdings unerlässlich, dass die Konzepte zur Anbindung von Umsystemen und direkten Verbindungen sauber erstellt werden. Die Verantwortlichkeit interne Komponenten muss klar definiert und der Aufbau effizient implementiert sein. Ist dies gegeben, kann am ende ein gutes Produkt stehen.

Das Erarbeiten der Konzepte für die Einbindung von WebRTC waren aus weiteren Gründen mühsam. Wie auch Firebase Cloud Messging (FCM) bietet WebRTC einen nativen iOS SDK. Im Unterschied zu FCM bietet WebRTC allerdings keine nennenswerte Entwicklerdokumentation. Dieses Risiko wurde bereits bei der Evaluation der Technologie²⁶ erkannt. WebRTC wurde trotzdem für dieses Projekt verwendet, da es Providerunabhängigkeit und maximale Flexibilität bei der Integration in das System bietet. Diese Vorteile konnten beim Projekt wirklich genutzt werden. Der Signalingsservice ist komplett Providerunabhängig und kann bei einem beliebigen Cloudprovider oder auf einem eigenen Server betrieben werden. Die Sprachverbindungen die im Mobile Client aufgebaut werden sind direkte Peer To Peer Verbindungen, auch dafür wird keine zusätzliche Instanz benötigt. Die mangelhafte Dokumentation hat die Umsetzung dieser Lösung allerdings deutlich erschwert. Es finden sich viele öffentlich zugängliche Referenzimplementierungen und einfache Anleitungen zur Integration von WebRTC in Applikationen. Diese sind in aller Regel aber sehr simpel gehalten. Sie beinhalten keine Mechanismen zum Verbindungsmanagement und keine saubere Integration in die Benutzeroberfläche. Die Komponenten aus dem WebRTC SDK werden kommentarlos verwendet. Dieses Problem wird ein Stück weit dadurch relativiert, dass WebRTC eine Open Source Technologie ist die von allen grossen Browsern unterstützt wird. Die Konzepte welche für den Verbindungsaufbau mit WebRTC verwendet werden, sind deshalb an vielen Orten beschrieben. Die Komponenten und Konzepte in WebRTC sind dabei Plattformunabhängig dieselben. Dementsprechend konnten diese Ressourcen verwendet werden, um das System zu versehen und auf die eigenen Anforderungen zugeschnitten umzusetzen. Schlussendlich konnte hier eine Lösung umgesetzt werden, die alle Anforderungen einer Gegensprechanlage im Praxisrufsysteme erfüllt.

Aus den Erfahrungen mit WebRTC im iOS Umfeld schliesse ich darauf, das WebRTC durchaus geeignet ist um ein Praxisrufsystem umzusetzen. Die Unabhängigkeit von Providern bringt grosse Flexibilität

²⁵ Siehe Kapitel 5

²⁶ Siehe Kapitel 4

und Unabhängigkeit mit sich. Gleichzeitig, muss aber betrachtet werden, dass WebRTC eine Open Source Technologie von Google ist. Es gibt keine Garantie wie lange WebRTC weiterentwickelt wird oder dass es mit zukünftigen iOS Versionen kompatibel bleibt. WebRTC selbst ist aber ein offener Standard und Google liefert lediglich die Implementation. Da es heute in allen grossen Browsern unterstützt ist, ist es wahrscheinlich dass es in jedem Fall von jemandem weiterentwickelt wird. Um sicherzustellen, dass ein Praxisrufsystem das WebRTC verwendet langfristig erfolgreich bleibt, muss eine entsprechende Ausstiegsstrategie definiert werden. Dies beinhaltet zeitnahe evaluation neuer iOS Releases um die Kompatibilität mit WebRTC sicherzustellen. Es beinhaltet weiter ein Konzept, wie WebRTC durch eine andere Technologie ersetzt werden kann. Im Rahmen dieser Projektarbeit konnte kein solches Konzept erstellt werden. Es wird empfohlen für die Weiterentwicklung von Praxisruf ein solches Konzept zu erstellen.

Covid war auch eine Challenge. Im Methoden Teil wurde angedacht, dass scrum mässig zusammengesessen und getestet wird. Das hat aus zwei gründen nicht ganz wie erwartet funktioniert. Einerseits, ist der Konzept teil zu lang. Nicht länger als angedacht, aber halt doch lang. Meetings mussten grösstenteils remote stattfinden. Das hat Demonstrationen und Absprachen deutlich erschwert. Anforderungen wurden am Anfang gemacht, das ist auch gut so. Persönlichere Meetings hätten aber vlt direkteres Feedback ermöglicht, so dass direkter auf Bedürfnisse hätte eingegangen werden können. Letztlich bin ich selbst am Covid erkrankt. Genau in der Zeit in der ich vorgenommen hatte, Zeit für das Projekt zu investieren. Das hat zu Verzögerungen geführt. Insgesamt trotzdem erreicht. Aber es könnte besser sein. Anforderungen waren als Minimum gedacht, mit raum für mehr.

Fazit: Puffer sind nötig. Es wurde Zeit für Polishing eingeplant aber nicht genug. Künftig: Puffer explizit als Puffer einbauen und nicht als Zeit in der man erwartet noch mehr machen zu können. Mehr Zeit für Testing Mehr Zeit für Polishing

Insgesamt bin ich mit dem Resultat dieser Arbeit sehr zufrieden. Ich bin sehr zufrieden mit der Systemarchitektur. Überzeugt, dass diese verwendet werden kann um ein gutes, kommerzielles Produkt zu erstellen. Ich bin weiter zufrieden mit dem Aufbau des Mobile Clients. Besonders da es mein erster ist. Besonders Anbindung umsysteme und integration in UI. Gleichzeitig hätte ich mir gewünscht weiter zu kommen. Es wurden gerade die minimalen Anforderungen umgesetzt, die am Anfang definiert wurden. Eigentlich hätte ich mehr gewollt.

Unterm Strich: Ein guter Prototyp der als Basis für eine kommerzialisierung eines Cloudbasierten Praxisrufsystems dienen kann.

7 Schluss

Im Rahmen dieser Projektarbeit wurde Sprachübertragung und Sprachsynthese in ein cloubasiertes Praxisrufsystem integriert. Die umgesetzte Lösung basiert auf dem Praxisrufsystem das im Rahmen des Projektes "Cloubasiertes Praxisrufsystem" umgesetzt wurde.[2] Das erweiterte System besteht aus einer Mobilen Applikation, einem Cloudservice und einer Web-Applikation. Die Mobile Applikation wurde neu als native Applikation für iOS entwickelt. Sie ersetzt die Shared Platform Applikation, welche im Rahmen des Vorgängerprojektes entwickelt wurde. Dabei wurden sämtliche Funktionen und Anbindungen an Umsysteme auch in der neuen Applikation implementiert. Mit diesem Projekt neu konzipiert und umgesetzt wurden die Sprachsynthese für empfangene Benachrichtigung mit "AWS Polly " sowie die Integration einer Gegensprechanlage über Peer To Peer Verbindungen.

Das umgesetzte Praxisrufsystem kann zum Austausch von Informationen in einem Praxisumfeld verwendet werden. Als Endgeräte dienen dabei iOS Tablets. Über die Mobile Applikation des Systems ist es möglich Sprachverbindungen zu einem oder mehreren anderen Clients aufzubauen. Eingehende Sprachverbindungen werden automatisch angenommen. Das System unterstützt weiter das Versenden und Empfangen von Benachrichtigungen. Dies wird einerseits verwendet, um nicht erreichbare Empfänger über verpasste Sprachverbindungen zu informieren. Weiter bietet die Applikation Praxismitarbeitenden die Möglichkeit vorkonfigurierte Benachrichtigungen an andere Clients zu versenden. Der Inhalt von Benachrichtigungen kann dabei beim Empfang automatisch vorgelesen werden. Sowohl empfangene Benachrichtigungen als auch verpasste und vergangene Anrufe, werden gesammelt und in einer Inbox angezeigt. Empfangene Benachrichtigungen und verpasste Anrufe müssen von Praxismitarbeitenden quittiert werden. Sind unquitierte Elemente in der Inbox, ertönt in regelmässigen Abständen ein Erinnerungston.

Das umgesetzte System deckt die wesentlichen Anforderungen eines cloubasierten Praxisrufsystems ab. Für eine kommerzielle Nutzung des Systems sind aber zusätzliche Erweiterungen notwendig. Praxisruf unterstützt in der aktuellen Version die Authentifizierung mittels Json Web Tokens. Ausstellung der Tokens wird dabei allerdings durch Praxisruf selbst gemacht. Es wird empfohlen vor der kommerziellen Nutzung einen externen Identity Provider anzubinden und Authentifizierung/Authorisierung nach OpenID Connect umzusetzen. Weiter ist Praxisruf heute nur beschränkt mandantenfähig. Praxismitarbeitende haben nur Zugriff auf Konfigurationen, welche dem verwendeten Benutzer zugewiesen sind. Praxisadministratoren können allerdings immer alle bekannten Konfigurationen über das Admin UI verwalten. Weiter wird bei der Auswertung der Konfiguration für das Zustellen von Benachrichtigungen und beim der Signalvermittlung für Sprachverbindungen keine Zuordnung an Benutzer oder Mandat geprüft. Um Praxisruf produktiv bei mehreren Kunden einzusetzen, muss es Mandantenfähigkeit implementiert werden. Letztlich sind heute einfache Mechanismen für das Wiederholen von Benachrichtigungen und Wiederaufbau von verlorenen Verbindungen implementiert. Für den produktiven Betrieb können und müssen diese allerdings noch erweitert werden. Insbesondere der Wiederaufbau von bestehenden Sprachverbindungen bei Verbindungsverlust ist für eine kommerzielle Nutzung unerlässlich.

Die grösste Gefahr für die produktive Nutzung von Praxisruf ist allerdings, das es bis heute nie in grösserem Umfang produktiv eingesetzt wurde. In der aktuellen Form sollte Praxisruf nicht im grossen Stil produktiv eingesetzt werden. Es bietet allerdings alle Funktionen, die ein Praxisrufsystem benötigt. Dementsprechend ist es möglich, das System in einem Pilotbetrieb einzusetzen. So kann Testfeedback von Benutzern eingeholt werden und es können Performance Metriken gesammelt werden. Diese können weitere Einblicke darauf geben, welche Teile des Cloudservices separat als skalierbare Microservices deployed werden sollen. Wird Praxisruf mit den Erkenntnissen aus einem Pilotbetrieb ergänzt und die Funktionen Mandantenfähigkeit und OpenId Connect implementiert, kann es kommerziell und produktiv genutzt werden.

Insgesamt bin ich mit den Konzepten und Ergebnissen, die aus dieser Arbeit hervorgegangen sind zufrieden. Ich bin überzeugt, dass die erarbeiteten Konzepte und das umgesetzte System eine solide Grundlage für ein kommerziell erfolgreiches cloubasiertes Praxisrufsystem bilden.

Literaturverzeichnis

- [1] D. Jossen, *21HS-IMVS38: Peer-to-Peer Kommunikation für Sprachübertragung in einem Praxisrufsystem*, 2021.
- [2] J. Villing, K. Zellweger, "Cloudbasiertes Praxisrufsystem," FHNW - Hochschule für Technik, Techn. Ber., 2021.
- [3] I. Amazon Webservices. (). Amazon Polly, Adresse: <https://aws.amazon.com/polly/>.
- [4] Google Developers. (). WebRTC - Echtzeitkommunikation für das Web, Adresse: <https://webrtc.org/>.
- [5] OpenJS Foundation. (4. Jan. 2022). How NativeScript Works, Adresse: <https://v7.docs.nativescript.org/core-concepts/technical-overview>.
- [6] A. Inc. (). Swift, Adresse: <https://developer.apple.com/swift/>.
- [7] —, (). UIKit, Adresse: <https://developer.apple.com/documentation/uikit/>.
- [8] —, (). SwiftUI, Adresse: <https://developer.apple.com/xcode/swiftui/>.
- [9] —, (). Timer, Adresse: <https://developer.apple.com/tutorials/swiftui/interfacing-with-uikit>.
- [10] firebase. (). Firebase iOS SDK, Adresse: <https://github.com/firebase/firebase-ios-sdk>.
- [11] G. Developers. (). Set up a Firebase Cloud Messaging client app on Apple platforms, Adresse: <https://firebase.google.com/docs/cloud-messaging/ios/client>.
- [12] A. Inc. (). AppDelegate, Adresse: <https://developer.apple.com/documentation/uikit/uiapplicationdelegate>.
- [13] —, (). Timer, Adresse: <https://developer.apple.com/documentation/foundation/timer>.
- [14] —, (). BGTaskScheduler, Adresse: <https://developer.apple.com/documentation/backgroundtasks/bgtaskscheduler>.
- [15] —, (). Speech Synthesis, Adresse: https://developer.apple.com/documentation/avfoundation/speech_synthesis.
- [16] I. Amazon Webservices. (). Amazon Polly iOS Example, Adresse: <https://docs.aws.amazon.com/polly/latest/dg/examples-ios.html>.
- [17] —, (). Amazon Polly Java Example, Adresse: <https://docs.aws.amazon.com/polly/latest/dg/examples-java.html>.
- [18] —, (). Amazon Chime, Adresse: <https://aws.amazon.com/chime/?chime-blog-posts.sort-by=item.additionalFields.createdAt&chime-blog-posts.sort-order=desc>.
- [19] —, (). AWS Chime SDK for iOS, Adresse: <https://github.com/aws/amazon-chime-sdk-ios>.
- [20] Google Developers. (). WebRTC Mesh, Adresse: <https://webrtcglossary.com/mesh/>.
- [21] A. Inc. (). URLSession, Adresse: <https://developer.apple.com/documentation/foundation/urlsession>.
- [22] —, (). URLRequest, Adresse: <https://developer.apple.com/documentation/foundation/urlrequest>.
- [23] —, (). URLSession.downloadTask, Adresse: <https://developer.apple.com/documentation/foundation/urlsession/1411511-downloadtask>.

Abbildungsverzeichnis

1.1	Praxisruf Startseite	1
1.2	Aktiver Anruf	1
1.3	Praxisruf Startseite	2
1.4	Systemarchitektur Praxisruf	3
2.1	Projektplan	4
5.1	Systemarchitektur Praxisruf	14
5.2	Mockup Login	17
5.3	Mockup Zimmerwahl	17
5.4	Mockup Home	18
5.5	Mockup Aktiver Anruf	18
5.6	Mockup Inbox	19
5.7	Mockup Einstellungen	19
5.8	Klassendiagramm PraxisrufAPI	20
5.9	ERD Ausschnitt - Konfiguration Sprachsynthese	23
5.10	Klassendiagramm Modul SpeechSynthesis	24
5.11	Ablauf Benachrichtigung empfangen	27
5.12	ERD Ausschnitt - Konfiguration Gegensprechanalge	29
5.13	Klassendiagramm SpeechSynthesisController	31
5.14	Mockup Home	32
5.15	Signal (Mobile Client)	33
5.16	Ablauf Verbindungsaufbau Gegensprechanalge	34
5.17	Klassendiagramm - Signaling Schnittstelle in Mobile Client	35
5.18	Klassendiagramm - Signalingverarbeitung in Mobile Client	36
5.19	MobileClient - Anruf Starten Signal	37
5.20	Klassendiagramm Modul SpeechSynthesis	39
5.21	Entitiy Relation Diagramm - Cloudservice	40
5.22	Klassendiagramm Modul SpeechSynthesis	41
5.23	Klassendiagramm Modul Intercom	42
6.1	Ansicht Login	45
6.2	Ansicht Zimmerkonfiguration	45
6.3	Ansicht Home	46
6.4	Ansicht Inbox	46
6.5	Ansicht Settings	47

6.6	Ansicht Aktiver Anruf	47
6.7	Hintergrund Benachrichtigung	48
6.8	Benachrichtigung wiederholen	48
A.1	Aufgabenstellung	61

A Aufgabenstellung

21HS_IMVS38: Peer-to-Peer Kommunikation für Sprachübertragung in einem Praxisrufsystem

Betreuer: [Daniel Jossen](#)

Arbeitsumfang: P6 (360h pro Student)

Priorität 1

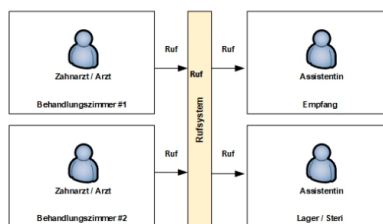
Priorität 2

Teamgrösse: Einzelarbeit

Sprachen: Deutsch

Ausgangslage

Ärzte und Zahnärzte haben den Anspruch in Ihren Praxen ein Rufsystem einzusetzen. Dieses Rufsystem ermöglicht, dass der behandelnde Arzt über einen Knopfdruck Hilfe anfordern oder Behandlungsmaterial bestellen kann. Zusätzlich bieten die meisten Rufsysteme die Möglichkeit eine Gegensprechfunktion zu integrieren. Ein durchgeführte Marktanalyse hat gezeigt, dass die meisten auf dem Markt kommerziell erhältlichen Rufsysteme auf proprietären Standards beruhen und ein veraltetes Bussystem oder analoge Funktechnologie zur Signalübermittlung einsetzen. Weiter können diese Systeme nicht in ein TCP/IP-Netzwerk integriert werden und über eine API extern angesteuert werden.



Ziel der Arbeit

Im Rahmen dieser Arbeit soll ein Cloudbasiertes Praxisrufsystem entwickelt werden. Pro Behandlungszimmer wird ein Android oder IOS basiertes Tablet installiert. Auf diese Tablet kann die zu entwickelnde App installiert und betrieben werden. Die App deckt dabei die folgenden Ziele ab:

- Evaluation Frameworks für die Übertragung von Sprachinformationen (1:1 und 1:m)
- Erweiterung SW-Architektur für die Übertragung von Sprachdaten
- Definition und Implementierung Text-to-Speech Funktion
- Implementierung Sprachübertragung inklusive Gegensprechfunktion
- Durchführung von Funktions- und Performancetests

Problemstellung

Die Hauptproblemstellung dieser Arbeit ist die sichere und effiziente Übertragung von Sprach- und Textmeldungen zwischen den einzelnen Tablets. Dabei soll es möglich sein, dass die App einen Unicast, Broadcast und Multicast Übertragung der Daten ermöglicht. Über eine offene Systemarchitektur müssen die Kommunikationsbuttons in der App frei konfiguriert und parametrisiert werden können.

Technologien/Fachliche Schwerpunkte/Referenzen

- Cloud Services (AWS)
- IOS App-Entwicklung (SWIFT)
- Sichere Übertragung von Sprach- und Textmeldungen

Bemerkung

Dieses Projekt ist für Joshua Villing reserviert.

Abbildung A.1: Aufgabenstellung

B Quellcode

Sämtlicher Quellcode der im Rahmen des Projektes entsteht, wurde mit Git verwaltet. Der Quellcode ist für Berechtigte unter github.com einsehbar²⁷. Berechtigungen können bei Joshua Villing angefordert werden.

²⁷<https://github.com/users/jsvilling/projects/3>

C Ehrlichkeitserklärung

«Hiermit erkläre ich, die vorliegende Projektarbeit IP6 - Cloudbasiertes Praxisrufsystem selbständig und nur unter Benutzung der angegebenen Quellen verfasst zu haben. Die wörtlich oder inhaltlich aus den aufgeführten Quellen entnommenen Stellen sind in der Arbeit als Zitat bzw. Paraphrase kenntlich gemacht. Diese Projektarbeit ist noch nicht veröffentlicht worden. Sie ist somit weder anderen Interessierten zugänglich gemacht noch einer anderen Prüfungsbehörde vorgelegt worden.»

Name Joshua Villing
Ort Aarau
Datum 01.03.2022

Unterschrift