NearbyChat

Tim Lock, Linus Kurze

Hochschule Osnabrück
Fakultät Ingenieurwissenschaften und Informatik
Barbarastr. 16, D-49076 Osnabrück
tim.lock@hs-osnabrueck.de
linus.kurze@hs-osnabrueck.de

22. Februar 2023

Zusammenfassung

Die App NearbyChat ermöglicht eine verbindungslose Kommunikation in Form von Chats zwischen mehreren lokalen Nutzern. Diese können Profile erstellen mit denen sie anderen Nutzern angezeigt werden. Getätigte Chats werden nutzerbezogen gespeichert. Für die Realisierung der Kommunikation zwischen den Geräten wird ein Mesh, basierend auf Bluetooth Low Energy Advertisements, aufgebaut. Dadurch wird die geringe Reichweite von Bluetooth deutlich erweitert.

1 Einleitung

Im Rahmen des Modules Mobile Application Developtment wird eine native Android App unter der Verwendung von Kotlin konzipiert und entwickelt. „NearbyChat“ ist eine Chat App, welche zur Kommunikation mit Bluetooth Low Energy eine Mesh-Topologie realisiert. Als Vorlage für die verwendete Topologie dient der Bluetooth-Mesh Standard, der vor allem aus dem Industrial IoT und Smart Building Bereich bekannt ist. Die Verwendung dieses Netzwerktopologie ermöglicht es Nutzern, ein eigenes Netzwerk zu bilden. Innerhalb dieses Netzwerkes ist jedes Gerät für Nachrichten erreichbar.

Einsatzbereiche der App sind belebten Orte, bspw. auf Veranstaltungen wie Festivals oder in Innenstädten, da hier größere Netzwerke aufgespannt werden könnten. Hier gibt es für Nutzer die Möglichkeit einander über die App kennenlernen und miteinander kommunizieren.

Eine ähnliche App ist den Autoren zum Zeitpunkt des Verfassens dieser Arbeit nicht bekannt. Aufgrund örtlicher Gebundenheit, der damit eingehenden eingeschränkten Reichweite und der fehlenden Sicherheit stellt die App jedoch keine Alternative zu herkömmlichen Chat Apps wie WhatsApp oder Signal dar. Darüber hinaus gibt es zwar viele Dating-Apps, wie zum Beispiel Tinder, die auch den Standort zur Suche von potenziellen Partnern nutzen. Allerdings handelt es sich dabei um die Verwendung von Geodaten und nicht um eine vom Gerät aus lokale Suche nach verfügbaren Nutzern [1]. Des Weiteren nutzt Tinder zur Übertragung der Daten das Internet mit eigenen Servern und nicht Bluetooth als direkte Kommunikation zwischen den Geräten [1]. Der Videochat-Dienst Chatroulette, bei welchem zwei zufällige Nutzer miteinander verbunden werden, bietet ebenfalls die Möglichkeit Menschen kennenzulernen [2]. Dieser berücksichtigt allerdings keinen Standort und bietet mit dem Videochat andere Funktionen als der Textchat der App. In der Funktion etwas ähnlicher sind Apples AirDrop und das Pendant Nearby Share von Android. Sie verwenden Bluetooth und WLAN zur Übertragung von Daten, wie Fotos oder Videos [3] [4]. Sie können theoretisch auch zur Übertragung von Nachrichten genutzt werden, jedoch ist die Übertragung von Daten das eigentliche Ziel.

Der Projektbericht ist in fünf Kapitel gegliedert: Konzept, Realisierung, Tests, Installation und Fazit. Im Kapitel Konzept werden die Grundlagen der Kommunikation, Gestaltung des User Interfaces, das Interaktionskonzept und das Datenmodell behandelt. Im Kapitel Realisierung wird aufgezeigt, wie die zuvor genannten Konzepte realisiert werden. Das Kapitel Test beinhaltet die verwendeten Methoden zum Testen der Anwendung. Hervorzuheben sind hier die Tests mit Probanden. Im Anschluss an die Installation wird ein Fazit gezogen und ein Ausblick gegeben.

2 Konzept

Das Konzept besteht aus mehreren Teilen: Das Basiskonzept, das die grundlegende Idee der App beschreibt, das Design mit Logo und Namen und das das Interaktionskonzept, welches die Interaktion des Nutzers mit der App beleuchtet. Darüber hinaus gibt es das Konzept des Bluetooth Mesh Networking, das Konzept des Services und ein Datenmodell zur Abbildung der zu persistierenden Daten.

2.1 Basiskonzept

Das Basiskonzept von „NearbyChat“ sieht vor, dass mehrere Smartphones über Bluetooth Low Energy Advertisements ein Mesh bilden. Über dieses Mesh kann ein Austausch von Nachrichten erfolgen. Diese Nachrichten sollen zur Einordnung den Zeitpunkt des Absendens enthalten. Darüber hinaus können auch Profile ausgetauscht werden. Diese Profile enthalten erste Informationen über den Nutzer und sind diesem eindeutig zugeordnet. Sie werden verwendet, um verfügbare Nutzer oder auch gespeicherte Chats anzuzeigen. Ein Profil beinhaltet einen Namen und eine kurze Beschreibung. Aufgrund der Tatsache, dass sich über Bluetooth Low Energy Advertisements nur wenige Daten in ausreichend schneller Zeit übertragen lassen, ist der Inhalt von Nachrichten auf 64 Zeichen begrenzt. Der Name im Profil ist auf 16 und die Beschreibung auf 32 Zeichen begrenzt. In Chat Apps besitzen Nutzerprofile häufig ein Profilbild. Da dies aber aufgrund der geringen Übertragungsrate nur sehr langsam übertragen werden könnte, ist eine Profilfarbe eingeführt worden. Diese bietet bei geringem Übertragungsaufwand eine hohe Individualität.

Neben den oben beschriebenen technischen Anforderungen besteht die Anforderung der Ergonomie: Die App muss einfach und intuitiv bedienbar sein. Außerdem soll zwischen einem hellen und einem dunklen Design, sowie den Sprachen Deutsch und Englisch gewählt werden können.

2.2 Design, Logo & Name

Das Design der App ist basierend auf einem grundlegendes Farbschema gestaltet. Das Farbschema umfasst ein helles Rot[1] und ein dunkles Rot[2]. Neben diesen Primärfarben sind im Design nur Weiß, Schwarz und Grautöne zugelassen. Mit Ausnahme der Profilfarben werden auch keine weiteren Farben verwendet. Rot als Designfarbe hat sich aus mehreren Gründen als vorteilhaft erwiesen: Zum einen nutzt kein bekannter großer Messenger die Farbe Rot: Facebook Messenger und Signal sind blau [5] [6], WhatsApp ist grün [7], Threema ist schwarz/grün [8] und Snapchat ist gelb [9]. Zum anderen bietet die Farbe Rot eine Vielzahl passender Assoziationen: Rot ist unter anderem die Farbe der Liebe und Leidenschaft [10]. Dies passt gut in den Kontext des Kennenlernens in beispielsweise einem Club oder auf einer Party.

Die Primärfarben finden sich auch im Logo der App wieder. Es besteht aus zwei Sprechblasen, die in den beiden Primärfarben eingefärbt sind. Die eine Sprechblase ist von links ausgerichtet, die andere von rechts. Dies symbolisiert den Austausch zweier Personen und damit exakt die Kernfunktion der App. Der Hintergrund ist weiß und das Logo weist keine weiteren Elemente oder Verzierungen auf. Das Logo ist daher auch in kleineren Größen leicht zu erkennen und bietet trotzdem ausreichende Alleinstellungsmerkmale gegenüber den Logos der oben erwähnten Messengern.

[1] Hexadezimale Darstellung: #FF4B4B
[2] Hexadezimale Darstellung: #FF9E9E

Abbildung 1: Logo der App

Der Name „NearbyChat“ beschreibt direkt die Hauptfunktion der App: Das kommunizieren mit sich in der Nähe befindenden Menschen. Der Begriff „Chat“ oder „Chatten“ findet sich bereits im deutschen Sprachgebrauch wieder [11] [12] und ist daher trotz des englischen Ursprungs auch für Deutschsprachige leicht verständlich. Darüber hinaus bietet der Name einen guten Wiedererkennungswert und könnte aufgrund der Internationalität auch in anderen Ländern eingesetzt werden.

2.3 Interaktionskonzept

Die Interaktion des Nutzers mit der App beginnt mit dem Starten. Unmittelbar danach wird eine Art Splash-Screen angezeigt. Gleichzeitig werden zunächst sämtliche Berechtigungen eingeholt. Darüber hinaus werden, wenn nicht bereits geschehen, Bluetooth und die Ortungsdienste eingeschaltet, damit die App vollständig funktionsfähig ist. Das Einschalten und der Zugriff auf die Ortungsdienste wird, ganz ähnlich zur Corona-Warn-App, benötigt [13]. Android fordert diese Berechtigungen, da über Bluetooth prinzipiell Informationen über den Standort erhoben werden können [14]. Falls die App feststellt, dass sie nicht mit dem Gerät kompatibel ist, da es kein Bluetooth Low Energy Advertising unterstützt, wird dies ebenfalls auf dem Splash-Screen angezeigt.

Abbildung 2: Splash-Screen auf inkompatiblem Gerät

Wenn das Gerät mit der App kompatibel ist, werden nach dem Splash-Screen in einer Navigationsleiste am unteren Ende des Bildschirms vier Tabs angezeigt: Der Tab „Verfügbar“, welcher die aktuell verfügbaren Nutzer anzeigt, der Tab „Chats“, welcher die gespeicherten Chats mit anderen Nutzern anzeigt, der Tab Profil, in dem sich das eigene Profil konfigurieren lässt und der Tab „Einstellungen“, in dem sich die Einstellungen der App anpassen lassen. Die Wahl für die Art der Navigation zwischen diesen verschiedenen Ansichten der App ist auf Tabs gefallen, da diese gut geeignet sind, um unabhängige Informationen und Interaktionsmöglichkeiten, inhaltlich in entsprechende Tabs zusammengefasst abzubilden [15, p. 522]. Des Weiteren sind Tabs gut geeignet, wenn die Verwendungsreihenfolge der Inhalte variieren kann, was in diesem Fall ebenso gegeben ist [15, p. 522].

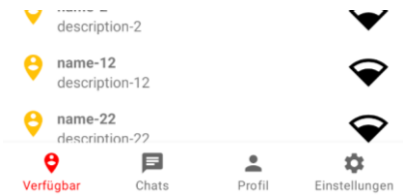


Abbildung 3: Tabs am unteren Bildschirmrand

Der Inhalt der Tabs wird jeweils auf dem Bildschirm zwischen der Navigationsleiste und einer sich am oberen Bildschirmrand befindlichen Informationsleiste angezeigt. Neben der farblichen Hervorhebung des aktuell ausgewählten Tabs ist in der Navigationsleiste unter dem App-Namen eine Kurzbeschreibung des angewählten Tabs zu sehen.

Der Tab „Verfügbar“ zeigt eine sich ständig aktualisierende Profilliste der aktuell erreichbaren Nutzer, jeweils mit Namen, Farbe und Beschreibung. Die Profilfarbe wird mithilfe eines Symbols, einem generischen Avatar auf einer Standortmarkierung angezeigt. Diese sind nach Empfangsstärke sortiert, welche darüber hinaus jeweils durch ein Symbol an der rechten Seite angezeigt wird.

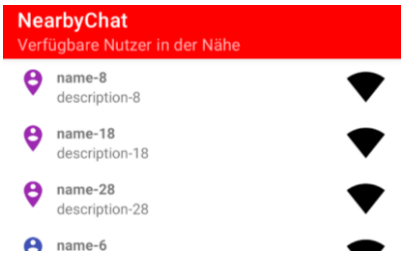


Abbildung 4: Oberer Teil des Tabs "Verfügbar"

Der Tab „Chats“, der die gespeicherten Chats anzeigt, ist hingegen nach dem Zeitpunkt der letzten Interaktion sortiert. Hier wird, neben dem Profilnamen und dem Zeitpunkt der letzten Interaktion, die aktuelle Empfangsstärke des jeweiligen Profils angezeigt. Zur einfachen Unterscheidung von dem Tab „Verfügbar“ ist die Profilfarbe auf einem anderen Symbol, nämlich einer Sprechblase, die mit Text gefüllt ist, angezeigt. Am linken Rand der Profile wird ein roter Punkt angezeigt, wenn eine neue empfangene Nachricht mit diesem Profil ungelesen ist. In diesem Tab können einzelne Chats durch Ziehen von links nach rechts gelöscht werden. Da dies eine kritische Aktion ist, wird sie dem Nutzer durch ein Banner am unteren Bildschirmrand bestätigt. Dieses Banner beinhaltet darüber hinaus eine Schaltfläche, um das Löschen rückgängig zu machen.

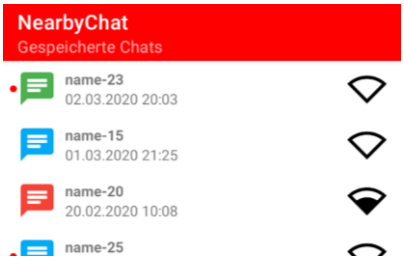


Abbildung 5: Oberer Teil des Tabs "Chats"

Der Tab „Profil“ beinhaltet die Konfiguration des eigenen Profilnamens und der Beschreibung durch Texteingabefelder. Diese sind zur leichten Verständlichkeit mit „Name“ und „Beschreibung“ betitelt. Darunter befindet sich die Konfiguration der Profilfarbe. Ein großes Feld unter der Überschrift Farbe zeigt die aktuell ausgewählte Farbe an. Darunter befinden sich 10 Farbfelder, aus denen sich die Farbe auswählen lässt. In diesem Tab werden vor Änderungen immer die aktuell gespeicherten Profileigenschaften angezeigt. Ein großer Button mit dem Text „Speichern“ ermöglicht das Speichern des eigenen Profils. Nach dem Speichern wird, durch ein Banner am unteren Bildschirmrand, der Vorgang bestätigt.

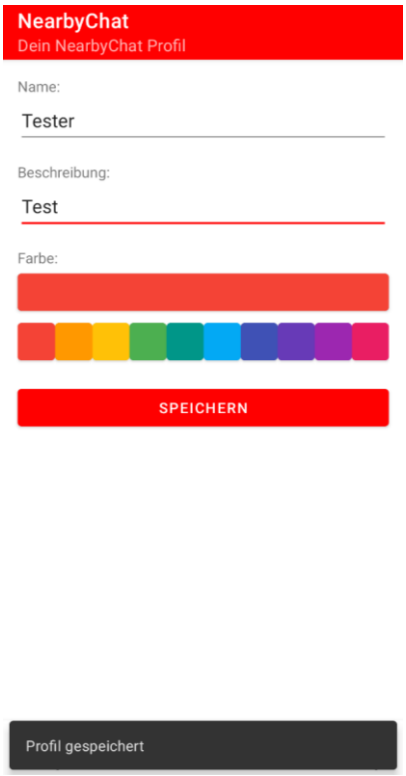


Abbildung 6: Der Tab "Profil" nach Speichern der Eingaben

Der Tab „Einstellungen“ beinhaltet Auswahlmöglichkeiten zur Darstellung und zur Sprache. Unter der Überschrift „Darstellung“ werden die Optionen „Dunkler Modus“, „Heller Modus“ und „Systemstandard“ als Optionsfelder angezeigt. Unter „Sprache“ sind es die Optionsfelder „Englisch“, „Deutsch“ und „Systemstandard“. Es kann für jede Einstellung immer nur ein Optionsfeld ausgewählt sein. Darüber hinaus wird immer die aktuell verwendete Einstellung angezeigt. Unter der Spracheinstellung folgt noch ein Hinweis, dass die Spracheinstellungen erst nach einem Neustart der App angewendet werden.

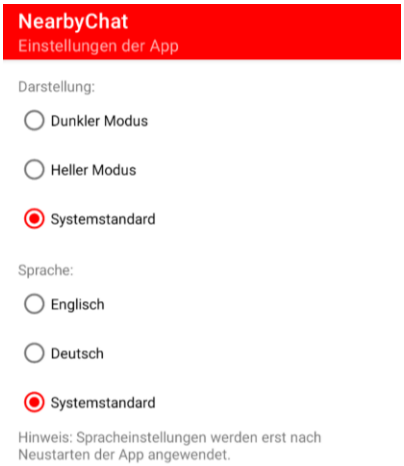


Abbildung 7: Konfigurationen im Tab "Einstellungen"

Aus den Tabs „Verfügbar“ und „Chats“ lässt sich durch Antippen eines Profils der Chat mit dem jeweiligen Profil öffnen. Durch Verwenden des „Zurück“-Buttons von Android gelangt man zurück zum vorher angewählten Tab. In der Informationsleiste am oberen Bildschirmrand befindet sich auch hier, neben dem App-Namen eine Kurzerklärung der aktuellen Ansicht. Direkt darunter befindet sich eine weitere Leiste, die das Profil des Users, deren gemeinsamer Chat geöffnet ist, mit Namen, Farbe, Beschreibung und Empfangsstärke anzeigt. Am unteren Ende des Bildschirms befindet sich ein Eingabefeld für neue Nachrichten. Direkt rechts neben dem Eingabefeld ist ein Button zum Senden einer Nachricht platziert. Der verbleibende Platz, zwischen den oberen und unteren Elementen, wird genutzt, um den Nachrichtenverlauf anzuzeigen. Die Nachrichten werden von neu, am unteren Ende nach alt, am oberen Ende sortiert. Dabei werden eingehende Nachrichten links, mit der Uhrzeit rechts und ausgehende Nachrichten rechts, mit der Uhrzeit links angezeigt. Die Farbe des Nachrichtenfelds variiert ebenfalls, wenn es sich um eine ausgehende oder eingehende Nachricht handelt. Die Nachrichten werden anhand des Sendedatums gruppiert, sodass für Nachrichten mit gleichem Sendedatum nur einmalig das Datum darüber angezeigt wird. Bei ausgehenden Nachrichten wird, immer nach der Zustellung, unten rechts ein kleiner Haken angezeigt. Standardmäßig sind die Nachrichten nach ganz unten, zu den neusten Nachrichten gescrollt. Wenn der Nutzer weiter nach oben gescrollt hat, wird rechts unten ein Button zum Herunterscrollen angezeigt. Des Weiteren wird neben diesem Button, wenn eine neue Nachricht ankommt und der Nutzer nicht ganz heruntergescrollt hat, ein roter Punkt als Hinweis angezeigt.

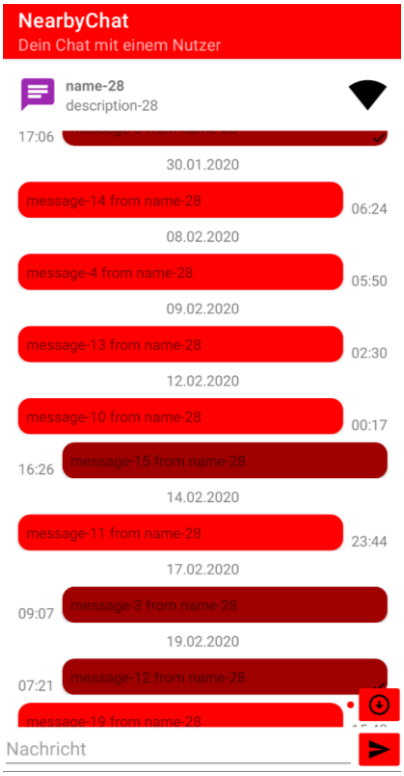


Abbildung 8: Chat mit einem Nutzer

Im Wesentlichen orientiert sich die Struktur des Designs stark an etablierten Designs von Messengern, wie WhatsApp [7], Signal [5], Facebook Messenger [6] oder Threema [8]. Das Design ist responsiv und funktioniert daher unter verschiedenen Auflösungen. Auch das Wechseln zwischen Portrait und Landscape ist ohne Verlust eingegebener Daten oder der Scroll-Position möglich.

2.4 Bluetooth Mesh Networking

Die Protokolle zum Austausch von Nachrichten orientieren sich an dem Bluetooth-Mesh Standard. Bluetooth-Mesh wurde im Sommer 2017 von der Bluetooth Special Interest Group (SIG) eingeführt [16, p. 1]. Die Technologie findet vor allem in den Bereichen Smart Buildings und Industrial IoT Verwendung [16, p. 1]. Der Bluetooth Low Energy Stack (BLE) auf welchem Bluetooth-Mesh aufbaut, wird von den allermeisten Smartphones unterstützt, Bluetooth Mesh jedoch nicht [16, p. 17]. Die verwendete Netzwerktopologie von BLE ist Peer-To-Peer, wobei zwei Geräte eine Verbindung zueinander aufbauen, und anschließend Nachrichten austauschen. Beim Bluetooth-Mesh wird eine Many-To-Many Topologie realisiert, auch genannt Mesh-Topologie, bei welcher jedes Gerät mit jedem anderen Gerät kommunizieren kann.

Aufgrund der fehlenden Unterstützung für Smartphones realisiert die App eigene Protokolle für die Bildung eines Meshes und dem Austausch von Nachrichten. Zum Austausch von Nachrichten wird jedoch nicht, wie für Smartphones üblich, das Verbindungsorientierte Generic Attribute Profile (GATT) [17, p. 61] verwendet, sondern das Generic Access Profile (GAP) [17, p. 72]. GAP wird vor allem verwendet, um ein Gerät für andere BLE-Geräte sichtbar zu machen, durch sogenanntes Advertising. Dabei enthält Advertising Informationen über das Gerät, wie bspw. den Gerätenamen. Das Auffinden von Geräten wird als Scanning bezeichnet. Advertising kann jedoch auch verwendet werden, um Datenpakete, AdvertiseData genannt, in regelmäßigen Abständen zu senden. Diese Datenpakete können ebenfalls über das Scanning empfangen werden. Die maximale Größe eines Datenpakets beträgt 1650 Bytes [18].

Zur Kommunikation werden von der App drei Arten von Nachrichten versendet: Neighbour, Message und Acknowledgement. Nachrichten werden generell immer mit einer geschweiften Klammer begonnen, anschließend folgt ein Character für den Typ der Nachricht und danach ein Doppelpunkt als erstes Trennzeichen. Weitere Nachrichtenfelder werden mit einem Semikolon getrennt. Die Nachricht wird mit einer geschweiften Klammer geschlossen. Um den Nachrichtendurchsatz zu erhöhen, werden Nachrichten in Paketen gebündelt und gemeinsam gesendet. Jedes Bündel von Nachrichten erhält einen Character als ID, welcher das Bündel identifiziert. Die IDs werden in aufsteigender Reihenfolge vergeben und können sich wiederholen. Ein Bündel kann abgeschnittene Nachrichten enthalten, welche vom Empfänger vorgehalten werden und anhand der ID wieder zusammengesetzt werden können.

Damit Geräte eine Nachricht empfangen können, benötigen sie eine eindeutige Adresse. Android empfiehlt als Best-Practice IDs zu verwenden, die vom Benutzer zurückgesetzt werden können [19]. Daher verwendet die App zum Adressieren von Geräten die Android_ID, welche anhand des Gerätes, des Android Nuterkontos und des app-signing-key gebildet wird [20]. Die Android_ID kann mit einem Factory-Reset des Smartphones zurückgesetzt werden und ist daher als Adresse geeignet.

Die „Neighbour“-Nachricht orientiert sich an der Heartbeat-Message im Bluetooth Mesh. Die Heartbeat-Message wird in regelmäßigen Abständen gesendet und signalisiert anderen Geräten, dass das Gerät immer noch erreichbar ist [16, p. 25]. Wie der Abbildung unter dem Absatz zu entnehmen ist, enthält die Neighbour-Nachricht auch Informationen über das Profil, den Absender der Nachricht und die verbleibenden Hops. Ein Gerät sendet in regelmäßigen Abständen alle ihm bekannten Profile. Die Neighbour-Nachricht kann sich auf diesem Weg theoretisch im ganzen Mesh verbreiten, wird aber durch die maximale Anzahl an Hops begrenzt. Mit jedem weiterleiten einer Neighbour-Nachricht, wird das Feld mit den Hops einmal dekrementiert. Wenn der Wert 0 erreicht, wird die Nachricht verworfen. So soll verhindert werden, dass Nachrichten an Geräte mit zu großer Entfernung gesendet werden, da die Dauer einer Übertragung mit jedem weiteren Hop zunimmt. Der Time-To-Live Ansatz im Bluetooth-Mesh verfolgt denselben Ansatz [16, p. 25].

Abbildung 9 Neighbour-Nachricht

Die „Message“-Nachricht wird verwendet, um Textnachrichten zwischen zwei Geräten auszutauschen. Wie der Abbildung unter dem Absatz zu entnehmen ist, besitzt eine Nachricht, neben der Adresse von Sender und Empfänger, auch eine Adresse für den nächsten Hop, welcher die Nachricht weiterleiten soll. Im Gegensatz zu Bluetooth-Mesh verwendet die App keinen Managed-Flooding Ansatz für Message-Nachrichten. Beim Managed-Flooding wird eine Nachricht an alle erreichbaren Geräte gesendet wird. Dies wird vermieden, um die Belastung des Mesh möglichst gering zu halten.

Abbildung 10 Message-Nachricht

Nachrichten vom Typ „Message“ werden mit einer „Acknowledgment“-Nachricht bestätigt. Wie der Abbildung unter dem Absatz zu entnehmen ist, enthält diese, wie bereits die Message-Nachricht, ein Feld mit der Adresse des nächsten Hops. Der Zeitstempel hat denselben Wert wie die erhaltene Message-Nachricht.

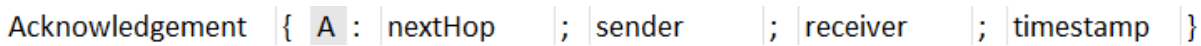


Abbildung 11 Acknowledgement-Nachricht

2.5 Service

Klassen wie Activites, Fragments oder ViewModel sind vom Android Lebenszyklus abhängig [21]. Der Lebenszyklus zeichnet sich dadurch aus, dass diese Komponenten sich in verschiedenen Zuständen des Zyklus befinden können. Aktionen, die zu einem Zustandswechsel im Lebenszyklus führen, können sein: ein Wechsel zu einer anderen App, das Versetzen des Smartphones in den Ruhezustand oder sogar das Drehen des Smartphones vom vertikalen in den horizontalen Modus. Alle eben genannten Aktionen führen dazu, dass nicht persistent gehaltene Daten verloren gehen oder sogar der Mainthread der App beendet wird. Das führt zu zwei Problemen: Die App kann nicht durchgehend Nachrichten erhalten, da zwischen den Zustandsübergängen nicht nach Advertisements gescannt wird. Es können nur Nachrichten empfangen werden, wenn sich die App in einem aktiven Zustand befindet. Durch die eingeschränkte Erreichbarkeit ist das Mesh Netzwerk, welches die Geräte aufspannen sehr instabil, da teilnehmende Geräte häufig ausfallen. Aufgrund dieser Tatsachen ist eine Trennung der Bluetooth Funktionalitäten vom Rest der Anwendung notwendig. Um eine Trennung von App und Bluetooth zu realisieren, wird ein Service verwendet [22].

Ein Service ist unabhängig vom Lebenszyklus der App und besteht sogar weiter, wenn der App Prozess von Android beendet wurde. Die Langlebigkeit des Service ermöglicht es, permanent Nachrichten zu empfangen und zu senden. Der Service wird als Foreground Service realisiert [23]. Ein Foreground Service ist aktiv, bis er vom Benutzer beendet wird. Ein Foreground Service darf nur unter zwei Bedienungen von einer App verwendet werden: Dem Nutzer muss eine Benachrichtigung angezeigt werden, solange der Service aktiv ist. Im Manifest muss eine Permission für den Foreground Services gesetzt werden. Durch die Verwendung eines solchen Service sind Geräte im Mesh-Netzwerk länger erreichbar und das Mesh gewinnt an Stabilität.

2.6 Datenmodell

Für die App sollen Nachrichten und das eigene Profil, sowie fremde Profile persistiert werden. Die Entitäten sind daher „Message“, „OwnProfile“ und „Profile“.

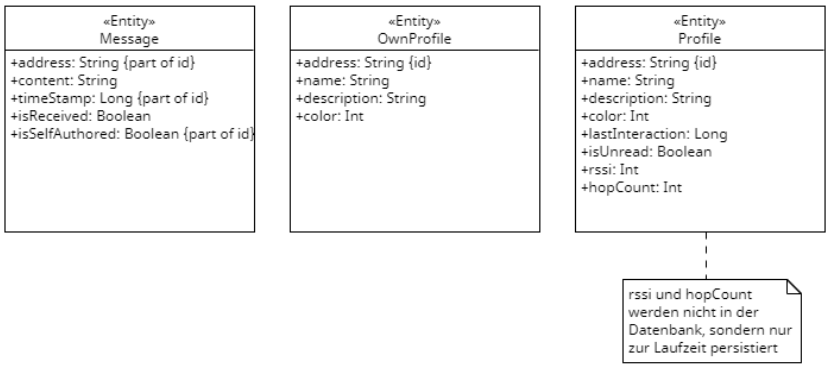


Abbildung 12: Klassendiagramm des Datenmodells

Eine Nachricht enthält neben dem Inhalt einen Zeitstempel und eine Adresse. Die Adresse ist immer die des fremden Profils, an das oder von dem aus Nachrichten gesendet werden. Darüber hinaus wird als Boolean gespeichert, ob die Nachricht angekommen ist und ob sie selbst verfasst oder vom Gegenüber geschrieben wurde. Der Primärschlüssel setzt sich aus der Adresse, dem Zeitstempel und ob die Nachricht selbstgeschrieben ist, zusammen. Somit können sämtliche Nachrichten eindeutig identifiziert werden, da kein Nutzer mehrere Nachrichten zum exakt selben Zeitpunkt versenden kann. Nachrichten werden vollständig in der Datenbank persistiert.

Das eigene Profil enthält die eigene Adresse, den Namen, die Beschreibung und die Farbe. Die zehn wählbaren Farben werden durch eine Zahl zwischen null und neun (einschließlich) repräsentiert. Der Primärschlüssel ist die eigene Adresse, da diese immer eindeutig ist. Darüber hinaus wird allerdings nie mehr als ein eigenes Profil gespeichert. Genauso, wie Nachrichten wird das eigene Profil vollständig in der Datenbank gespeichert.

Fremde Profile enthalten, genauso wie das eigene, die Adresse, den Namen die Beschreibung und die Farbe. Darüber hinaus enthalten sie den Zeitstempel der letzten Interaktion, also einer gesendeten oder empfangenen Nachricht und einen Wert, ob es noch ungelesene Nachrichten gibt oder nicht. Ein fremdes Profil umfasst allerdings noch zwei weitere Attribute, die nicht in der Datenbank persistiert werden: Der Hop-Count, also die Anzahl der Geräte auf dem Weg durch das Mesh zum Ziel, und die Received Signal Strength Indication, kurz RSSI, zur Beschreibung der Empfangsstärke. Diese Informationen werden nur zur Laufzeit persistent gehalten.

3 Realisierung

Zur Realisierung werden viele Funktionen von Android Jetpack verwendet. Android Jetpack ist eine Sammlung von Libraries für die Entwicklung von Android-Apps. Es bietet viele Funktionen zum einfachen und schnellen Umsetzen einer App, die über Versionsgrenzen von Android hinaus kompatibel ist. Darüber hinaus lässt sich mit Jetpack der Code schlanker halten und Best Practices besser umsetzen [24].

Im Folgenden wird auf die Besonderheiten der Realisierung im Bereich Softwaredesign, User Interface, Service, Bluetooth-Kommunikation und Datenhaltung eingegangen.

3.1 Softwaredesign

Wie sich dem Paket Diagramm unter diesem Absatz entnehmen lässt, ist die Anwendung in drei Pakete aufgeteilt: „App“, „Common“ und „Service“.

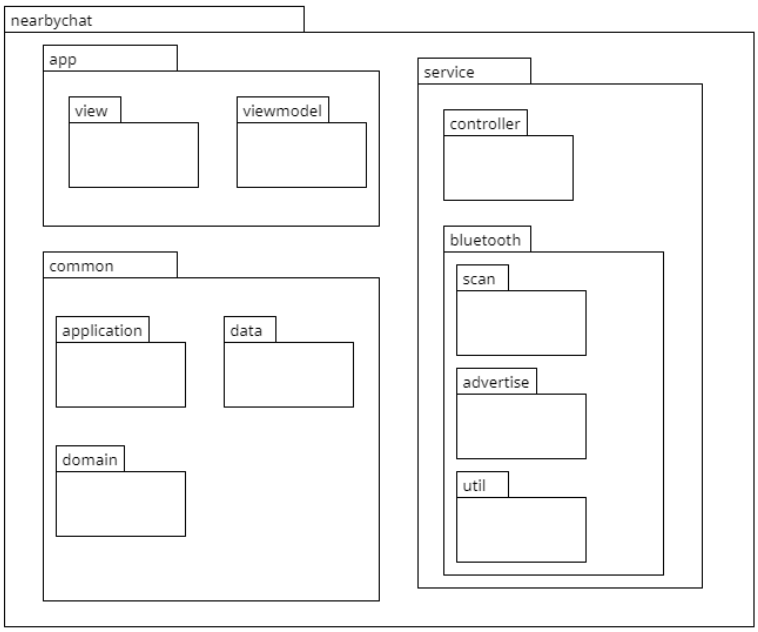


Abbildung 13 Paket Diagramm

Das „App“-Paket enthält Klassen, die für die Realisierung des User Interface relevant sind. Das „Service“-Paket hält neben der „Service“-Klasse noch weitere Pakete, welche die Kommunikation mit Bluetooth ermöglichen. Das „Common“-Paket hält Klassen, welche für die Datenpersistenz relevant sind und sowohl vom App-Paket als auch vom Service-Paket verwendet werden.

3.2 Realisierung des User Interfaces

Die Besonderheiten bei der Realisierung des User Interfaces beginnen bereits beim Splash-Screen. Dieser wird durch eine dezidierte Aktivität umgesetzt. Er muss die Besonderheiten von Android zur Anforderung von Permissions und zur Initiierung von Änderungen an den Einstellungen beachten: Wenn die App Permissions über das System anfordern lässt, werden diese nur einmalig durch das System abgefragt und bei Ablehnung durch den Benutzer auch bei erneuter Initiierung nicht erneut abgefragt. Daher muss die App nach dem Versuch der Anforderung von Permissions über das System eine alternative Behandlung für fehlende Permissions aufweisen. Diese wird konkret durch eine Popup-Benachrichtigung mit Verlinkung zu den entsprechenden Einstellungen umgesetzt. Die Aktivierung von Bluetooth erfolgt durch eine Anfrage an das Android-System, welches nach Bestätigung des Nutzers Bluetooth aktiviert. Für die Ortungsdienste hingegen bietet Android keine Möglichkeit der Abfrage in dieser Form. Daher muss auch hier eine eigene Popup-Benachrichtigung erstellt werden, die auf die entsprechende Stelle in den Einstellungen verweist. Permissions und Änderungen von Einstellungen werden immer nur dann gefordert, wenn sie nicht bereits erteilt bzw. angepasst sind. Sie werden allerdings auch so lange gefordert, bis sie erteilt bzw. angepasst sind, da die App ohne sie nicht funktionsfähig ist. Die Popup-Benachrichtigungen werden durch den „AlertDialog“ von Android Jetpack realisiert.

Die Ansicht mit den vier Tabs „Verfügbar“, „Chats“, „Profil“ und „Einstellungen“ wird in einer einzigen Aktivität umgesetzt. Hierbei ist hervorzuheben, dass die Navigation durch die „BottomNavigationView“ von Googles Material Design realisiert wird. Material Design bietet unter anderem für Android, viele Komponenten, Guidelines und Best Practices im Bereich User Interface Design [25]. Die Änderung des Inhalts und somit der eigentlichen Tabs wird durch Fragmente aus Android Jetpack umgesetzt. Sie bieten die Möglichkeit andere Inhalte beziehungsweise Layouts zu laden, ohne eine neue Aktivität aufrufen zu müssen. Des Weiteren wird die „ActionBar“ von Android Jetpack zur Realisierung der Informationsleiste am oberen Bildschirmrand verwendet.

Die Tabs „Verfügbar“ und „Chats“ verwenden in ihren Fragmenten sogenannte „RecyclerViews“ zur Darstellung der Listen von Profilen. „RecyclerViews“ sind ebenfalls ein Teil von Android Jetpack. Für die beiden Tabs ist jeweils ein Adapter implementiert, der auf Änderungen an den Daten reagiert, indem er diese visualisiert. Des Weiteren bietet der Adapter einen Click-Listener an. Dadurch kann beim Klicken auf ein Profil der Chat mit dem entsprechenden User geöffnet werden.

Das Fragment des Tabs „Chats“ implementiert einen Listener, der auf Zieh-Gesten reagiert. Dieser wird durch den „ItemTouchHelper“ von Android Jetpack zur Verfügung gestellt. Durch diesen Listener kann das Entfernen von Chats realisiert werden. Ein Banner, realisiert durch die „SnackBar“ des Material Design, bestätigt das Löschen. Die „SnackBar“ ermöglicht darüber hinaus durch Antippen eines Textes das Rückgängig-Machen des Löschens.

Die Fragmente zu den Tabs „Profil“ und „Einstellungen“ verwenden die Android eigenen „ScrollViews“, damit die Inhalte auch bei verschiedenen Displayhöhen und im Portrait- sowie Landscape-Modus angezeigt werden können.

Im Fragment des Tabs „Profil“ wird der „SavedInstanceState“ verwendet, um die Profilfarbe bei erneutem Laden des Fragments anzeigen zu können. Dies geschieht beispielsweise bei dem Wechsel von Portrait- zu Landscape-Modus oder andersherum. Andere Änderungen des Nutzers, wie zum Beispiel Eingaben von Texten in die Textfelder, werden automatisch beibehalten. Die Zeichenbegrenzung des Namens und der Beschreibung ist durch eine entsprechende Eigenschaft der Textfelder umgesetzt. Das Speichern des Profils wird mit einer „SnackBar“ aus dem Material Design bestätigt.

Die Einstellungen der App, die im gleichnamigen Tab getätigt werden können, werden durch das Fragment an die darunter befindliche Aktivität weitergeleitet. Diese nutzt die Android eigenen „SharedPreferences“, um die Einstellungen jeweils als Key-Value-Paar zu speichern und wendet diese auch an. Die Anwendung der Einstellungen geschieht bei den Sprachen durch „Locale“ und bei dem Farbschema durch „AppCompatDelegate“.

Die Chats mit einem User werden in einer eigenen Aktivität geöffnet. Diese verwendet ein „ConstraintLayout“ von Android Jetpack, um sowohl die zweite Leiste am oberen Bildschirmrand als auch das Texteingabefeld, den Senden-Button und den Herunterscroll-Button korrekt positionieren zu können. Auch hier ist die Zeichenanzahl der Nachricht durch eine entsprechend gesetzte Eigenschaft des Texteingabefelds beschränkt. Das Profil des anderen Users wird durch die Aktivität bei Änderung aktualisiert. Die Chatnachrichten werden durch einen „RecyclerView“ visualisiert, wie in den Tabs „Verfügbar“ und „Chats“. Wenn Nachrichten dazu kommen, übernimmt der dazugehörige Adapter die Aufgabe diese Anzuzeigen. Darüber hinaus hat er auch die Aufgabe, die Nachrichten auf der richtigen Seite, mit der richtigen Farbe anzuzeigen, je nachdem, ob sie ein- oder ausgehend sind. Außerdem wird durch Prüfen des Zeitstempels der vorangegangenen Nachricht das Datum nur bei einer Datumsänderung angezeigt und dadurch die Gruppierung nach Datum umgesetzt. Wenn das Datum nicht angezeigt werden muss, kollabiert das Textfeld für das Datum, sodass es keinen Platz benötigt. Die Aktivität kann durch einen Scroll-Listener beim Scrollen die aktuelle Scroll-Position abfragen, und dadurch prüfen, ob der Button zum Herunterscrollen und bei Bedarf auch der Punkt als Indikator für eine neue Nachricht angezeigt werden sollen. Darüber hinaus behält die Aktivität die Scroll-Position immer bei, es sei denn es wird eine neue Nachricht empfangen, und die Scroll-Position war vorher ganz unten. In diesem Fall scrollt die Aktivität erneut nach ganz unten, sodass die neue Nachricht zu sehen ist. Darüber hinaus hebt die Aktivität den Ungelesen-Vermerk des Profils auf, wenn die neusten Nachrichten gesehen wurden.

3.3 Realisierung des Services

Ein Service wird realisiert, indem die Service Klasse von Android von einer eigenen Klasse erweitert wird. Zur Kommunikation mit dem Service wird eine eigene Service Connection Klasse verwendet, welche einen Service startet, beendet oder Methoden im Service aufrufen kann. Mit einem Service kann auf zwei Arten kommuniziert werden, entweder nachrichtenbasiert unter der Verwendung von Intents oder mit einem direkten Zugriff auf die Instanz, welches mit dem Binden an den Service ermöglicht wird. Im Falle der App wird die Kommunikation mit einem Binding realisiert, das die Möglichkeit bietet, Methoden direkt aufzurufen. Der Service muss ebenfalls auf die App zugreifen, bspw. wenn neue Profile entdeckt wurden. Um eine lose Kopplung zwischen dem Service und der Service Connection Klasse zu realisieren, werden Intents verwendet. Die Klasse, welche die Kommunikation mit dem Service steuert, implementiert einen Broadcastreceiver, um entsprechende Intents vom Service zu erhalten.

Initial wird ein Service immer als Background Service erstellt. Durch den Aufruf der Service Methode „startForeground()“ wird der Service zu einem Foreground Service. Sobald der Service sich im Vordergrund befindet, wird dem Nutzer eine Notification angezeigt, welche in der Abbildung unter diesem Absatz zu sehen ist. Das Schließen der App und des Service wird durch einen sogenannten „PendingIntent“ erreicht. Der „PendingIntent“ wird in der Notification hinterlegt und enthält einen Intent mit einer von der App spezifizierten Action. Beim Auswählen der Notification wird die „SplashscreenActivity“ erneut mit dem hinterlegten Intent gestartet. Beim Start der Activity wird geprüft, ob der Intent über die hinterlegte Action verfügt. Falls dies der Fall ist, wird die App nicht normal gestartet, stattdessen wird der Service sowie andere aktive Aktivitäten einschließlich der „SplashscreenActivity“ beendet.

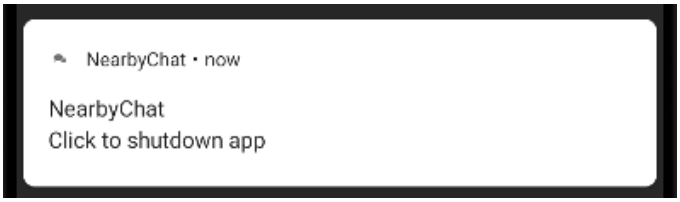


Abbildung 14 Service Notification

3.4 Realisierung der Bluetooth-Kommunikation

Aus dem zweiten Kapitel ergeben sich zwei Anforderungen an die Bluetooth Kommunikation: Die Kommunikation muss verbindungslos sein. Es muss eine Many-to-Many Kommunikation möglich sein. Daher wird auf die Verwendung von Entitäten des GATT, welche in der Regel zur Kommunikation mit Bluetooth Low Energy verwendet werden verzichtet. Alternativ zu GATT werden die beiden Klassen „BluetoothLeAdvertiser“ und „BluetoothLeScanner“ welche Funktionalitäten des GAP auf Android Klassen abbilden, verwendet.

Der „BluetoothLeAdvertiser“ lässt sich mit mehreren Werten parametrisieren. Unter anderem kann der Sendungsintervall verändert werden oder auch die Stärke der Übertragung, wodurch die Übertragungsrate und Reichweite beeinflusst werden. Damit der „BluetoothLeAdvertiser“ neben Informationen zum Smartphone auch Daten der App übertragen kann, müssen diese als „AdvertiseData“ gesetzt werden. „AdvertiseData“ implementieren das Interface „Parcelable“ welches von Android zum Serialisieren verwendet wird. Zum Speichern von Daten benötigt „AdvertiseData“ einen Key, welcher im Falle der App eine 128 Bit UUID ist. Der „BluetoothLeAdvertiser“ kann nur eine bestimmte Größe an Daten versenden. Die konkrete Größe wird beim Initialisieren berechnet. Die konkrete Methode zur Berechnung der Größe musste von einer privaten Methode aus der „BluetoothLeAdvertiser“-Klasse abgeleitet werden, da keine öffentliche Methode exisitert.

Der „BluetoothLeScanner“ lässt sich ebenfalls mit einigen Werten parametrisieren. Neben dem Einstellen des Scanintervall können Ergebnisse des Scans auch gefiltert werden. Gefundene Advertisements werden über ein Callback erhalten. Mithilfe des Scanfilters können Geräte ausgeschlossen werden, welche nicht über die vom „BluetoothLeAdvertiser“ verwendete UUID verfügen.

Die Verwaltung sämtlicher Bluetooth Funktionalitäten erfolgt über die Klasse „MeshController“, welche die einzige Schnittstelle für den Service ist. Der „MeshController“ steuert, welche Daten gesendet werden und wie auf eingehende Nachrichte reagiert werden muss. Eingehende „Neighbour“-Nachrichten werden in einer eigenen Klasse zum Speichern von Profilinformationen gehalten. Message-Nachrichten werden, falls diese unvollständig sind, vorgehalten, weitergeleitet oder mit dem Absenden einer „Acknowledge“-Nachricht bestätigt. Nachrichten, welche unbestätigt sind werden ebenfalls in einer designeierten Klasse vorgehalten. Bekannte Nachbarn müssen regelmäßig auf Inaktivität geprüft werden. Unbestätigte Nachrichten müssen ebenfalls in regelmäßigen Abständen erneut gesendet werden, bis die Bestätigung eingeht. Um dies zu erreichen, wird ein „ScheduledExecutor“ verwendet. Ein „ScheduledExecutor“ ist ein Thread, der in regelmäßigen Abständen eine Aktion ausführen kann. Im Falle der App werden in regelmäßigen Abständen inaktive Nachbarn verworfen und unbestätigte Nachrichten erneut gesendet.

Zum regelmäßigen Versenden von Nachrichten wird die Klasse „AdvertisementExecutor“ verwendet, welcher ebenfalls einen ScheduledExecutor nutzt. Dieser agiert allerdings mit einer höheren Frequenz. Der „AdvertisementExecutor“ baut in jedem Durchlauf ein Paket von Nachrichten zusammen. Das Paket wird abgesendet, sobald die maximal Größe erreicht wurde oder keine Nachrichten mehr zur Verfügung stehen. Es werden abwechselnd „Neighbour“-Nachrichten oder Message- und „Acknowledgement“-Nachrichten versendet, so wird verhindert, dass bei zu vielen „Neighbour“-Nachrichten keine Message-Nachrichten mehr gesendet werden können.

3.5 Realisierung der Datenhaltung

Die Realisierung der Datenhaltung findet auf zwei Ebenen statt: Zum einen werden die Daten, die in der Datenbank persistiert werden sollen, mit der Library „Room“ aus Android Jetpack in eine lokale Datenbank geschrieben. Zum anderen werden die zur Laufzeit zu persistierenden Daten mit „LiveData“, ebenfalls ein Teil von Android Jetpack, persistent gehalten. „LiveData“ ermöglicht es, einfach auf Änderungen zu reagieren. Da „LiveData“ auch mit „Room“ kompatibel ist, werden auch die Daten aus der Datenbank in der App in „LiveData“ verwaltet. Änderungen an diesen Daten müssen allerdings durch gesonderte Funktionen auf der Datenbank ausgeführt werden und können nicht an den „LiveData“ Objekten vorgenommen werden. „LiveData“ bietet für die Verwendung der Datenbank darüber hinaus den Vorteil, dass die Zugriffe auf die Datenbank asynchron sind. Dadurch greift die Beschränkung von Android nicht, dass vom UI-Thread nicht synchron auf die Datenbank zugegriffen werden kann.

Besonders ist das Repository bei der Umsetzung der Datenhaltung hervorzuheben. Es verwaltet mit Hilfe sogenannter Data Access Objekt, kurz DAOs, die Daten aus der Datenbank und führt Änderungen asynchron über die DAOs auf der Datenbank aus. Darüber hinaus verwaltet es aber auch die zur Laufzeit persistenten Daten und aktualisiert sämtliche Daten, wenn nötig: Kommt beispielsweise eine Nachricht an, oder wird gesendet, so wird geprüft, ob das zugehörige Profil bereits gespeichert ist. Wenn dies nicht der Fall ist, wird es aus den verfügbaren Profilen übernommen und gespeichert, oder wenn auch dies nicht möglich ist, wird ein leeres Platzhalterprofil erstellt. Ist die Nachricht eine eingehende Nachricht, so wird die Markierung für ungelesene Nachrichten auf dem Profil gesetzt. Sämtliche gespeicherten Profile werden durch das Repository aktualisiert, wenn sie verfügbar sind und die verfügbaren Profile Unterschiede gegenüber den gespeicherten aufweisen. Dies betrifft nur die Eigenschaften Name, Beschreibung, Farbe, RSSI und Anzahl der Hops, nicht jedoch den letzten Interaktionszeitpunkt oder die Markierung für ungelesene Nachrichten. Ändert sich ein gespeichertes Profil, so wird dieses, wenn verfügbar, immer um die RSSI und die Anzahl der Hops ergänzt, sodass auch in gespeicherten Chats die aktuelle Empfangsstärke angezeigt werden kann.

Das ViewModel erfüllt ebenfalls relevante Aufgaben: Zum einen kapselt es die Logik des Repositorys durch einfache Methoden für die verschiedenen Views. Zum anderen ist es für die Verwaltung des Chat-Services verantwortlich. Es stellt sicher, dass der Service gestartet wird und reagiert auf Änderungen durch den Service, beispielsweise wenn ein neues Profil entdeckt wird oder eines verschwindet. Diese Änderungen reicht das ViewModel an die Datenbank weiter.

4 Tests

Zum Testen der verschiedenen Komponenten der Anwendung sind zwei Arten von Tests durchgeführt worden. Zum einen wurde das User Interface inklusive der Datenhalten mehreren Probanden vorgeführt. Zum anderen wurden die Bluetooth Funktionalitäten mithilfe von Fakes und Instrumented Tests getestet, welche auf einem Emulator ausgeführt worden sind.

4.1 Tests des User Interfaces und der Datenhaltung

Die Tests des User Interfaces wurden mit Tests der Datenhaltung kombiniert: Es wurden Methoden zum Laden von Testdaten implementiert. Diese Daten wurden durch das UI dargestellt und konnten auch bearbeitet, ergänzt oder gelöscht werden. Durch diese Testdaten war ein Testen bereits vor Fertigstellung der Bluetooth-Kommunikation möglich.

Die konkreten Tests wurden dann mit mehreren Personen an verschiedenen Smartphones mit aufgespielter App und den Testdaten umgesetzt. Dabei haben die Personen sich zunächst allein zurechtfinden und ein paar Aufgaben erfüllen müssen. Beispiele für solche Aufgaben sind: Das eigene Profil anpassen, eine Nachricht an einen Nutzer versenden, oder einen Chat mit einem Nutzer löschen. Beim Erfüllen dieser Aufgaben haben die Personen alles erwähnt, was ihnen aufgefallen ist. Dadurch konnte unter anderem identifiziert werden, dass die ursprünglich verwendete Markierung von ungelesenen Chats durch einen roten Hintergrund als unschön und schlecht lesbar empfunden wurde, weshalb der kleine rote Punkt am Rand eingeführt wurde. Es fiel der Bedarf nach einem Button zum Herunterscrollen in den Chats auf. Weiterer Korrekturbedarf wurde beim Bearbeiten des eigenen Profils festgestellt: Im Landscape-Modus konnte es nicht auf jedem Gerät vollständig bearbeitet werden, da der Speichern-Button abgeschnitten war. Zur Abhilfe wurde die Möglichkeit zu scrollen eingebaut.

Auch nach Fertigstellung der Bluetooth-Kommunikation wurden Tests durch Anwendung durchgeführt. Hierbei haben zwei Personen über die App kommuniziert oder ihr Profil angepasst und es wurde geprüft, ob die Änderungen oder neuen Nachrichten, wie erwartet dargestellt werden. Auch die Markierung für ungelesene Chats wurde getestet. Bei diesen Tests zeigte sich nur kleiner Korrekturbedarf an der Datenhaltungslogik, welcher ebenfalls umgesetzt wurde.

4.2 Tests der Bluetooth-Kommunikation

Beim Testen der Klassen, welche direkt oder indirekt auf die Bluetooth Schnittstelle von Android zugreifen, wurde auf die Verwendung eines Mocking-Frameworks wie Mockito verzichtet. Android empfiehlt die Verwendung von sogenannten Fakes [26], da diese leichtgewichtiger als Mocks sind und kein externes Framework benötigen. Fakes zeichnen sich dadurch aus, dass sie nur in einem isolierten Unit-Test funktionieren. Ein Beispiel für ein Fake ist in der Abbildung unter diesem Absatz zu sehen. Im Beispiel besitzt der „AdvertisementExecuter“ eine Abhängigkeit zu dem Interface „Advertiser“. Das „Advertiser“ Interface wird in der eigentlichen Anwendung von „MeshAdvertiser“ implementiert. Der „MeshAdvertiser“ kann im Unit-Test jedoch nicht verwendet werden, weil dieser die Bluetooth Schnittstelle von Android verwendet und der Emulator kein Bluetooth unterstützt. Stattdessen kann ein Fake injiziert werden, im Beispiel eine anonyme Klasse, welches das Interface „Advertiser“ implementiert.

```
val advertisementExecutor: AdvertisementExecutor = AdvertisementExecutor(
    object : Advertiser {
        override fun start(): Boolean {
            TODO( reason: "Not yet implemented")
        }

        override fun stop() {
            TODO( reason: "Not yet implemented")
        }

        override fun getMaxMessageSize(): Int {
            TODO( reason: "Not yet implemented")
        }

        override fun send(message: String): Boolean {
            actual += message.substring( startIndex: 2)
            return true
        }
    },
```

Abbildung 15 Fake Objekt im Unit-Test

Zum Testen der Kommunikation über Bluetooth wurde die App auf zwei Smartphones installiert. Beim Testen ist aufgefallen, dass einige Advertisements nicht empfangen werden konnten. Auch unter der höchstmöglichen Frequenz für Scanning und Advertising, sind Nachrichten verloren gegangen. Aufgrund dieser Tatsache musste die Frequenz des Advertisings reduziert werden, von einer zehntel Sekunde auf eine ganze Sekunde. Das Resultat dieser Änderung ist eine sehr hohe Latenz, da mit jedem Hop einer Nachricht mindestens eine Sekunde vergeht.

5 Installation

Bei der Installation ist zu beachten, dass auf dem verwendeten Smartphone mindestens Android 8.0 installiert ist. Außerdem muss sichergestellt werden, dass das Smartphone folgende Bluetooth 5.0 Features unterstützt: Long Range (PHY Coded) und High Speed (PHY 2M) [18]. Werden diese Features nicht unterstützt, kann die App nicht verwendet werden. Ebenfalls müssen vom Nutzer aktiv Berechtigungen für die Nutzung des Standorts und der Verwendung von Bluetooth erteilt werden. Beim Starten der App wird der Nutzer darauf hingewiesen, falls Berechtigungen fehlen oder die Bluetooth 5.0 Spezifikation nicht unterstützt wird.

6 Zusammenfassung & Ausblick

Es ist gelungen, eine Chat-App zu entwickeln, welche eine Kommunikation basierend auf der Mesh-Topologie realisiert. Konzepte von Bluetooth-Mesh, welche für den Austausch von Textnachrichten relevant sind, konnten weitestgehend auf das Protokoll der App übertragen werden. Nachrichten erreichen zuverlässig den Chat Partner, wenn auch mit teilweise erhöhter Latenz.

Im aktuellen Zustand ist „NearbyChat“ als Chat App nur bedingt verwendbar. Problematisch ist die teilweise erhöhte Latenz, welche dazu führt, dass manche Nachrichten erst mit einer Verzögerung von mehreren Sekunden beim Empfänger eintreffen. Ein weiteres Problem ist der fehlende Sicherheitsaspekt, Nachrichten werden nicht verschlüsselt und können von potenziell fast jedem Gerät im Netzwerk mitgelesen werden.

Eine denkbare und sinnvolle Erweiterung wäre die Implementierung von Verfahren zur Authentisierung und Verschlüsselung, ähnlich zum Vorbild Bluetooth-Mesh [16, p. 22]. Eine weitere Anpassung könnte die Verwendung des Managed Flooding Prinzips sein [16, p. 25]. Mit einem Managed Flooding Ansatz wäre das Netzwerk robuster, da Nachrichten mehrere Routen nehmen. Auf diese Weise könnte die Frequenz für das Advertising erhöht werden, da der Ausfall einer Nachricht somit weniger problematisch wäre.

Die Chat App zeigt darüber hinaus, dass trotz der Herausforderungen eine verbindungslose Mesh-Kommunikation über Bluetooth Low Energy zwischen Smartphones möglich ist. Diese Kommunikation kann auch die Basis für andere Systeme darstellen. Beispielsweise könnte damit ein erweitertes Kontakttagebuch, ähnlich zu den Kontakten in der Corona Warn App geführt werden.

Literaturverzeichnis

[1] Tinder, „Tinder,“ 12 Januar 2023. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.tinder&hl=de&gl=US. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[2] CR Computing, „Chatroullete,“ CR Computing, [Online]. Available: https://about.chatroulette.com. [Zugriff am 20 Januar 2023].

[3] N. Hery-Moßmann, „So funktioniert AirDrop - einfach erklärt,“ Chip, 23 Juli 2022. [Online]. Available: https://praxistipps.chip.de/so-funktioniert-airdrop-einfach-erklaert_99963. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[4] I. Bauer, „Nearby Share auf Android - so funktioniert's,“ Heise, 16 Mai 2022. [Online]. Available: https://www.heise.de/tipps-tricks/Nearby-Share-auf-Android-so-funktioniert-s-7095779.html. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[5] Signal Foundation, „Signal - Sicherer Messenger,“ 11 Januar 2023. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=org.thoughtcrime.securesms&gl=DE. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[6] Meta Platforms Inc., „Messenger,“ 13 Januar 2023. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.facebook.orca&gl=DE. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[7] WhatsApp LLC, „WhatsApp Messenger,“ 5 Dezember 2022. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.whatsapp&gl=DE. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[8] Threema GmbH, „Threema,“ 5 Januar 2023. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=ch.threema.app&gl=DE. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[9] Snap Inc, „Snapchat,“ 12 Januar 2023. [Online]. Available: https://play.google.com/store/apps/details?id=com.snapchat.android&gl=DE. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[10] A. Soboth, „Farbe Rot: Bedeutung und Wirkung der Farbe Rot,“ Focus Online, 5 Februar 2019. [Online]. Available: https://praxistipps.focus.de/farbe-rot-bedeutung-und-wirkung-der-farbe-rot_107802. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[11] Duden, „chatten,“ [Online]. Available: https://www.duden.de/rechtschreibung/chatten. [Zugriff am 17 Januar 2023].

[12] Duden, „Chat,“ [Online]. Available: https://www.duden.de/rechtschreibung/Chat. [Zugriff am Januar 17 2023].

[13] Stiftung Warentest, „Corona-App - Standort-Zugriff auf Android-Handys,“ 17 Juni 2020. [Online]. Available: https://www.test.de/Corona-App-Standort-Zugriff-auf-Android-Handys-5624423-0/. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[14] Android Developers, „Bluetooth Permissions,“ Google Inc., 12 Januar 2023. [Online]. Available: https://developer.android.com/guide/topics/connectivity/bluetooth/permissions. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[15] W. O. Galitz, The Essential Guide to User Interface Design, Hoboken: Wiley, 2007.

[16] M. Woolley, „Bluetooth,“ 2 Dezember 2020. [Online]. Available: https://www.bluetooth.com/bluetooth-resources/bluetooth-mesh-networking-an-introduction-for-developers/. [Zugriff am 18 Januar 2023].

[17] M. Woolley, „Bluetooth,“ 6 Juny 2022. [Online]. Available: https://www.bluetooth.com/bluetooth-resources/the-bluetooth-low-energy-primer/?utm_source=internal&utm_medium=blog&utm_campaign=technical&utm_content=the-bluetooth-low-energy-primer. [Zugriff am 18 Januar 2023].

[18] Android Developrs, „Bluetooth Low Energy Advertising,“ Google Inc., [Online]. Available: https://source.android.com/docs/core/connect/bluetooth/ble_advertising. [Zugriff am 2023 Januar 18].

[19] Android Developers, „Best practices for unique identifiers,“ Google Inc., 12 Januar 2023. [Online]. Available: https://developer.android.com/training/articles/user-data-ids#instance-ids-guids. [Zugriff am 18 Januar 2023].

[20] Google Developers, „Settings.Secure,“ Google Developers, 8 Juni 2022. [Online]. Available: https://developer.android.com/reference/android/provider/Settings.Secure#ANDROID_ID. [Zugriff am 18 Januar 2023].

[21] Android Developers, „The activity lifecycle,“ Google Inc., 07 September 2022. [Online]. Available: https://developer.android.com/guide/components/activities/activity-lifecycle. [Zugriff am 19 Januar 2023].

[22] Android Developers, „Services overview,“ Google Inc., 9 Januar 2023. [Online]. Available: https://developer.android.com/guide/components/services. [Zugriff am 19 Januar 2023].

[23] Android Developers, „Foreground services,“ Google Inc., 12 Januar 2023. [Online]. Available: https://developer.android.com/guide/components/foreground-services. [Zugriff am 19 Januar 2023].

[24] Android Developers, „Android Jetpack,“ Google Inc., [Online]. Available: https://developer.android.com/jetpack. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[25] Material Design, „Material Design,“ Google, [Online]. Available: https://m2.material.io/. [Zugriff am 16 Januar 2023].

[26] Android Developers, „Use test doubles in Android,“ Android Developers, 10 Februar 2022. [Online]. Available: https://developer.android.com/training/testing/fundamentals/test-doubles#types. [Zugriff am 20 Januar 2023].

Arbeitsaufteilung

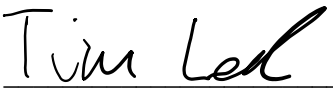
Beitrag	*Verantwortliche(r)*
Kapitel 1, 2.4, 2.5, 3.1, 3.3, 3.4, 4.2, 5, 6	*Tim Lock*
Das Service Package und die Klasse NearbyChatServiceCon	*Tim Lock*
Kapitel 1, 2, 2.1, 2.2, 2.3, 2.6, 3, 3.2, 3.5, 4, 4.1	*Linus Kurze*
Das App und Common Package mit Ausnahme der Klasse NearbyChatServiceCon	*Linus Kurze*

Erklärung

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Verwendung anderer als den angegebenen Hilfsmittel angefertigt habe. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form oder auszugsweise im Rahmen einer anderen Prüfung noch nicht vorgelegt worden.

oder

Hiermit erklären wir, dass wir die vorliegende Arbeit selbstständig und ohne Verwendung anderer als den angegebenen Hilfsmittel angefertigt haben. Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten und nicht veröffentlichten Schriften entnommen wurden, sind als solche kenntlich gemacht. Die Arbeit ist in gleicher oder ähnlicher Form oder auszugsweise im Rahmen einer anderen Prüfung noch nicht vorgelegt worden.



(Tim Lock)

(Linus Kurze)

Osnabrück, den 22. Februar 2023