



Ostbayerische Technische Hochschule Amberg-Weiden  
Fakultät Elektrotechnik, Medien und Informatik

Studiengang Medieninformatik

**App-Programmierung Studienarbeit  
Wintersemester 2022/23**

von

**Philip Bartmann**

**Dokumentation der Entwicklung und Implementierung  
einer App zur Visualisierung von Daten der Parkhäuser  
Ambergs mithilfe des Frameworks react-native**

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Problemstellung</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Vorbereitung und Vorgehensweise</b>	<b>2</b>
<b>3</b>	<b>Implementierung der Karte</b>	<b>6</b>
<b>4</b>	<b>Implementierung der Liste</b>	<b>10</b>
<b>5</b>	<b>Umsetzung einer Pseudo-Navigation</b>	<b>13</b>
<b>6</b>	<b>Zusätzliche Funktionen der App</b>	<b>16</b>
<b>7</b>	<b>Ausblick und Fazit</b>	<b>18</b>
	<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>20</b>
	<b>Abbildungsverzeichnis</b>	<b>22</b>
	<b>Listings</b>	<b>23</b>

# Kapitel 1

## Problemstellung

Ziel dieser Studienarbeit war, das vorhandene Parkleitsystem Ambergs zu nutzen, um eine App zu entwickeln, welche die Daten der Parkhäuser übersichtlich und benutzerfreundlich darstellt. Hierbei wurden die Daten als XML-Datei live über eine API der Stadt Amberg zur Verfügung gestellt. Über <https://parken.amberg.de/wp-content/uploads/pls/pls.xml> können diese abgefragt werden. Die App soll es dem Nutzer ermöglichen, alle Daten der Parkhäuser einsehen zu können, um eine fundierte Entscheidung zu treffen, wo er parken will. Zur Entscheidungsfindung werden von der Stadt Amberg Daten für freie Parkplätze, die stündlichen Kosten des Parkens, der Trend, also ob sich das Parkhaus gerade füllt oder leert, die Koordinaten der einzelnen Parkhäuser auf der Karte und weiteres bereitgestellt.

Über die Koordinaten sollen dem Nutzer Markierungen auf einer Karte gegeben werden, bei denen er die Daten der Parkhäuser auslesen kann. Diese Markierungen sollen auch als Liste dargestellt werden, um eine alternative Orientierungsmöglichkeit zu bieten. Auch sollen Benachrichtigungen erzeugt werden, falls der Nutzer in die Nähe eines Parkhauses kommt, damit naheliegende Parkhäuser einfacher betrachtet werden können. Zudem soll eine simple Navigation möglich sein, um den Nutzer nach seiner Entscheidung zu dem gewünschten Parkhaus zu leiten. Zuletzt soll die App sinnvolle Einstellungsmöglichkeiten bieten, welche der Nutzer verwenden kann, um die App zu konfigurieren.

Zur Entwicklung der App wurde das Framework react-native verwendet, womit native Apps entwickelt werden können [1]. Dies bedeutet, dass die Apps speziell für eine bestimmte Plattform, wie Android oder iOS, entwickelt werden. Der Vorteil bei react-native ist, dass hierfür nicht für jede Plattform eigener Code geschrieben werden muss, sondern Webtechnologien verwendet werden können und sich react-native unter der Haube um die plattformspezifische Umsetzung kümmert.

Im Folgenden wird beschrieben, wie die App aufgebaut ist und wie die einzelnen Funktionen umgesetzt wurden. Zudem werden auch zusätzliche Funktionen vorgestellt, welche bei der Entwicklung als sinnvoll erschienen und deshalb für eine bessere Benutzerfreundlichkeit zusätzlich implementiert wurden.

## Kapitel 2

# Vorbereitung und Vorgehensweise

Bevor die App entwickelt werden konnte waren einige Vorbereitungen nötig. Zuerst wurde eine Umgebung benötigt, in der die Entwicklung stattfinden konnte. Dafür wurde zuerst ein Template installiert, welches von Expo bereitgestellt wurde [2]. Expo ist ein Framework, welches die Arbeit mit react-native erleichtert. Durch Expo lassen sich Pakete für die Apps installieren, Entwicklungsserver starten und vieles mehr. Es wurde sich hier für ein Template mit TypeScript entschieden, da es sich dabei um typsicheres JavaScript handelt, womit viele Fehler schon in der Entwicklung gefunden werden können.

Um die App testen zu können wurde zudem ein Smartphone benötigt. Ein reales Smartphone ist zwar möglich, jedoch kann hier nicht die Position des Nutzers nach Belieben verändert werden, was sehr unvorteilhaft für die Entwicklung einer App ist, welche bestimmte Ereignisse nur an bestimmten Positionen ermöglicht. Also wurde hier über Android Studio ein Android-Emulator installiert. Es wurde sich für einen Emulator des Pixel 3a XL Smartphones entschieden, da hier ein ausreichend großer Bildschirm vorhanden ist.

Ein weiterer Vorbereitungsschritt bestand darin, die statischen Daten der Parkhäuser zu finden. Durch die API der Stadt Amberg können nur Daten abgefragt werden, die sich ändern, also dynamische Daten, wie freie Parkplätze oder der Trend mit dem sich das Parkhaus füllt oder leert. Um diese verarbeiten zu können wurde zudem ein XML-Parser gebraucht, da die Daten im XML-Format geschickt werden. Dafür wurde das Paket fast-xml-parser verwendet [3]. Hier fehlen jedoch Daten wie die Koordinaten des Parkhauses oder die stündlichen Preise für das Parken. Diese Daten wurden zuerst unter der URL <https://www.amberg.de/leben-in-amberg/mobilitaet/parken> bereitgestellt, während der Entwicklung der App wurden die Daten jedoch auf die Webseite <https://www.amberg.de/parken> verschoben. Hier konnten die Koordinaten der einzelnen Parkhäuser über eine OpenStreetMap-Karte ausgelesen werden, wobei die Koordinaten für die spätere Navigation ein wenig angepasst wurden, sodass diese genau auf den Eingängen zu den einzelnen Parkhäusern liegen. Die Preise und Öffnungszeiten wurden dann durch die weiteren Informationen auf der Webseite und eine von der Stadt Amberg bereitgestellte umfassende Übersicht über die

Preise als PDF-Datei zusammengestellt. Die PDF-Datei ist unter dem Link [https://www.amberg.de/fileadmin/Mobilitaet/Parkpreise\\_Uebersicht.pdf](https://www.amberg.de/fileadmin/Mobilitaet/Parkpreise_Uebersicht.pdf) verfügbar. Zudem wurden noch nützliche Zusatzinformationen übernommen, wie zum Beispiel, dass das Parken für Gäste des Kurfürstenbades auf dem Parkplatz des Kurfürstenbades und dem Parkhaus Kurfürstengarage frei ist. Alle diese Daten sind in der Datei `staticDataParkingGarage.ts` als JavaScript-Objekt für die einfachere Handhabung zu finden.

Nachdem alle Daten gesammelt waren, mussten diese noch persistent gespeichert werden. Hier gab es zwei Möglichkeiten: Die erste ist die Speicherung in einer Datenbank, hier ist SQLite unter react-native verfügbar. Die zweite und modernere Variante ist das Paket `async-storage`. Zuerst wurde versucht eine Datenbank aufzusetzen über das `expo-sqlite` Paket, welches wieder von Expo bereitgestellt wird [4]. Hier mussten SQL-Abfragen benutzt werden, um die Daten zu speichern und auszulesen. Da dies zu Unmengen an Code führte, wurde die zweite Möglichkeit probiert [5]. Das `async-storage` Paket speichert Daten als Schlüssel-Wert Paare, das heißt die Daten bekommen bei der Speicherung einen Schlüssel als String zugewiesen, mit dem sie danach identifiziert und wieder ausgelesen werden können. Die Daten müssen dabei auch als String gespeichert werden. Der Vorteil bei dieser Methode ist, dass JavaScript-Objekte einfach in einen String konvertiert und beim Auslesen wieder in ein JavaScript-Objekt „rekonvertiert“ werden können. Auch sind keine Datenbankstrukturen, wie Tabellen und Beziehungen zwischen diesen, nötig.

In Listing 2.1 ist das Format der statischen Daten am Beispiel des Parkhauses am Ziegeltor zu sehen.

```
1 id: 4,
2 name: "Am Ziegeltor",
3 coords: {
4   latitude: 49.44864,
5   longitude: 11.85684,
6 },
7 numberOfParkingSpots: 200,
8 pricingDay: {
9   firstHour: 1,
10  followingHours: 0.5,
11  maxPrice: 5,
12  startHours: "08:00",
13  endHour: "19:00",
14 },
15 pricingNight: {
16   firstHour: 0.5,
17   followingHours: 0.5,
18   maxPrice: 1.5,
19   startHours: "19:00",
20   endHour: "08:00",
21 },
22 openingHours: {
23   startHour: "00:00",
24   endHour: "24:00",
25 },
26 additionalInformation: "FLEXI-Ticket moeglich",
```

```
27 favorite: false,
```

**Listing 2.1:** Format der statischen Daten der Parkhäuser am Beispiel des Parkhauses am Ziegeltor

In Listing 2.2 dagegen das Format der dynamischen Daten desselben Parkhauses.

```
1 "Aktuell": 36,  
2 "Frei": 164,  
3 "Gesamt": 200,  
4 "Geschlossen": 0,  
5 "ID": 4,  
6 "Name": "Am Ziegeltor",  
7 "Status": "OK",  
8 "Trend": -1
```

**Listing 2.2:** Format der dynamischen Daten der Parkhäuser am Beispiel des Parkhauses am Ziegeltor

Nachdem diese Daten nun gespeichert werden konnten, war ein kontinuierliches Abfragen der API nötig, um immer die aktuellsten Daten zu besitzen. Hierfür wurde eine Funktionskomponente in react-native erstellt, welche im Ordner ParkingAPI in der Datei useAPICall.ts zu finden ist und bei Aufruf ein Intervall erzeugt. Dieses Intervall ruft nach einer bestimmten Zeit eine Funktion auf, welche die Daten der API anfragt. Um nicht zu viele Anfragen zu tätigen, aber trotzdem aktuelle Daten zu besitzen, ruft das Intervall die Funktion alle 60 Sekunden auf. Die Funktion zur Anfrage der API achtet zudem auch darauf, ob eine Internetverbindung besteht oder nicht. Falls keine Internetverbindung besteht, wird automatisch durch die fetch-Funktion, welche benutzt wird, um die API abzufragen, ein Fehler geworfen. Bei einem solchen Fehler werden die alten Daten, die noch im async-storage bestehen, verwendet. Falls keine solchen Daten bestehen, wird der Nutzer benachrichtigt, seine Internetverbindung zu prüfen. Falls jedoch die Daten aus der API abgefragt werden können, überschreiben die neuen Daten die alten im async-storage und die neuesten Daten stehen der App damit zur Verfügung. Über jedes dieser Ereignisse wird der Nutzer zudem über Benachrichtigungen informiert.

Die letzte Vorbereitung bestand aus dem Erstellen einer Farbpalette für ein ansprechendes Design der App. Hierfür wurde die Webseite „Hexcolorpedia“ verwendet [6], welche ähnliche und komplementäre Farben zu ausgewählten Farbwerten vorschlägt. Es wurde sich für eine weiße-graue Hintergrundfarbe entschieden, um diese von der Karte abheben zu können und dabei nicht zu viel Kontrast zu schaffen. Für die Primärfarbe wurde ein dunkles Grün gewählt. Weitere Farben sind ein, von Google Maps übernommenes, Blau für die Navigation, ein Rot für negative Ereignisse und ein helleres Grün für positive Ereignisse. Alle diese Farben sind in der Datei colors.ts zu finden.

Da die Vorbereitung damit abgeschlossen war, konnte nun begonnen werden die App zu entwickeln. Hier stellte sich die Frage, welche Funktionalität als erstes entwickelt werden sollte. Es wurde sich zuerst für die Karte entschieden, da diese zum größten Teil durch Einbinden eines Expo-Pakets implementiert werden konnte. Für die Karte wurden zudem auch gleich die Konfigurationsmöglichkeiten umgesetzt. Danach

wurde eine Liste entwickelt, mit welcher der Nutzer die Parkhäuser übersichtlich und mit Detail-Informationen betrachten kann. Hier wurden auch wieder Konfigurationsmöglichkeiten implementiert. Die Pseudo-Navigation wurde als nächstes umgesetzt. Zuletzt wurden die zusätzlichen sinnvollen Funktionen entwickelt, welche die App benutzerfreundlicher machen sollten.

## Kapitel 3

# Implementierung der Karte

Die Karte und alle Zusatzfunktionalitäten sind im Ordner Map zu finden. Ein erster Prototyp der Karte war sehr schnell implementiert. Hierfür musste nur das Paket react-native-maps installiert werden [8]. Dieses Paket benutzt auf Android-Systemen die Google Maps API und auf iOS-Systemen die Apple Maps API, um eine Karte in der App anzeigen zu können. Wenn dieses Paket mit Expo installiert wird, sind sogar keine API-Keys nötig, um die Karten anzeigen und nutzen zu können. Um nun auch den Standort des Nutzers in der Karte zeigen zu können, wird das Expo-Paket expo-location benötigt [9]. Dieses Paket kann, wenn der Nutzer die Erlaubnis gibt, den Standort des Nutzers herausfinden und in die Karte einzeichnen. Wenn der Nutzer seine Erlaubnis nicht gibt, wird dies auch wahrgenommen und die Funktionalität der App ist dadurch eingeschränkt, da dann nicht mehr herausgefunden werden kann, wie nah der Nutzer einem Parkhaus ist. Um die Parkhäuser in die Karte einzzeichnen wurde eine Liste aus den statischen Daten erzeugt, welche an das react-native-maps Paket übergeben wird.

Diese Markierungen der Parkhäuser wurden danach noch mit Icons versehen, welche den Trend anzeigen. Diese Icons stammen aus dem react-native-vector-icons Paket [11]. Die Icons aus diesem Paket werden in der gesamten App verwendet. Ein grüner Marker mit einem Pfeil nach unten bedeutet, dass sich das Parkhaus gerade leert.

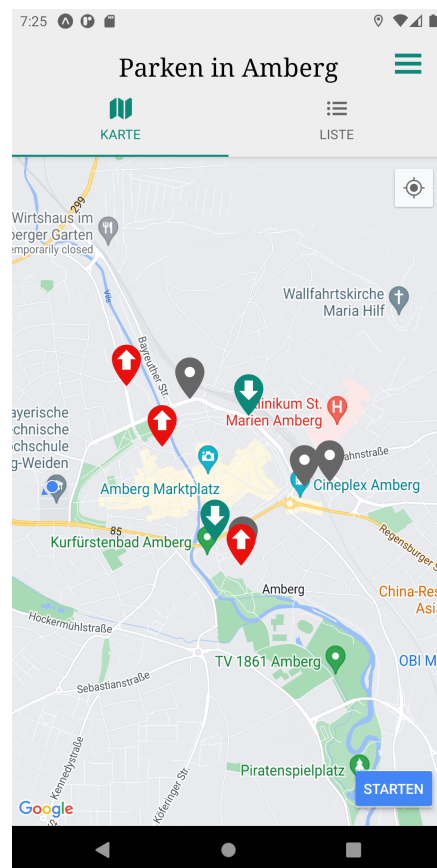


Abbildung 3.1: Ansicht der fertigen App mit der Karte und eingezeichneten Markern



Ein roter Marker mit einem Pfeil nach oben heißt, dass sich das Parkhaus füllt. Ein grauer Marker bedeutet, dass das Parkhaus einen gleichbleibenden Trend besitzt. Somit kann der Nutzer schon beim Starten der App sofort Informationen zu den Parkhäusern auslesen. Diese Marker mit der Karte sind in Abbildung 3.1 zu sehen. Hier ist der Nutzer als kleiner blauer Punkt mit einem Pfeil in Blickrichtung bei der OTH eingezeichnet.

Durch Anklicken der Marker ist es auch möglich, nähere Informationen zu den einzelnen Parkhäusern zu bekommen. Diese Ansicht ist in Abbildung 3.2 zur Theatergarage zu sehen. Hier wird angezeigt, wie viele Plätze in diesem Parkhaus noch frei sind. Zur besseren Benutzerfreundlichkeit wird dies noch mit einem Fortschritts-Kreis visualisiert, welcher aus dem react-native-progress Paket stammt [10]. Dieser zeigt den Füllstand des Parkhauses in Prozent an. Je größer der Prozentwert, desto mehr Parkplätze sind frei. Über diesem Kreis sind zwei Icons zu sehen. Der blaue Pfeil links bedeutet die Navigation. Durch Klicken auf dieses Icon wird der Nutzer zu diesem bestimmten Parkhaus navigiert, was später erläutert wird. Das rote Herz rechts bedeutet, dass dieses Parkhaus vom Nutzer zu den Favoriten hinzugefügt wurde. Wenn das Parkhaus nicht zu den Favoriten gehört, ist das Herz nicht ausgefüllt. Durch einen Klick auf dieses Icon kann der Nutzer zudem das Parkhaus zu den Favoriten hinzufügen oder wieder entfernen.

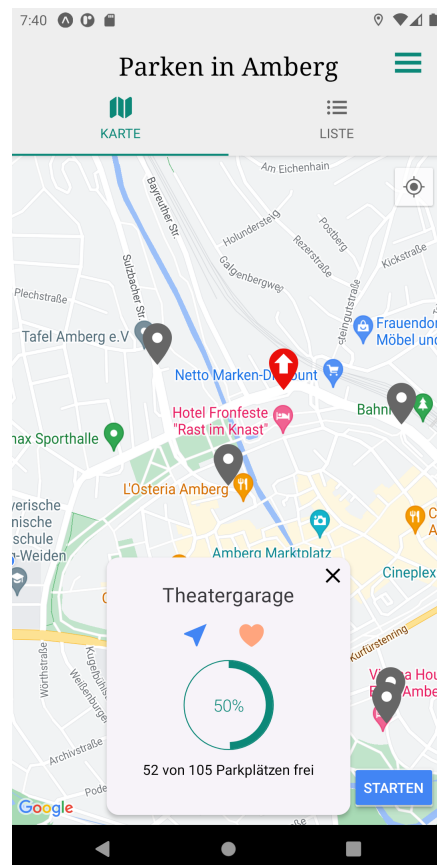


Abbildung 3.2: Detailansicht zum Parkhaus Theatergarage in der Karte

Nachdem die Karte fertig implementiert war, konnten die Anzeigen erstellt werden, dass sich der Nutzer einem Parkhaus nähert. Dies wurde zuerst über Geofencing versucht zu lösen. Geofencing bedeutet, dass die App kreisförmige Bereiche, welche für den Nutzer meist nicht sichtbar sind, um Koordinaten aufspannt. Bei Betreten und Verlassen eines dieser Bereiche wird ein Event mit den Informationen zu dem Bereich, also hier dem Parkhaus, gefeuert. Im expo-location Paket ist standardmäßig Geofencing enthalten. Dies wurde versucht einzufügen, jedoch kam es hierbei zu Problemen. Wenn der Nutzer in mehreren Geofences ist, kann es passieren, dass das Betreten eines anderen Geofences doppelt signalisiert ist. Wie in <https://github.com/expo/expo/issues/6283> zu sehen, besteht dieses Problem immer noch und es scheint keinen Fix hierfür zu geben. Deshalb wurde ein eigenes Geofencing implementiert, welches im

Ordner Geofencing zu finden ist. Dafür musste die Luftlinienentfernung vom Nutzer zu jedem Parkhaus berechnet werden, ob er in der Nähe eines Parkhauses ist. Zur Berechnung der Distanz wurde die Haversine Formel verwendet [12]. Diese kann über die Umwandlung der Winkelkoordinaten Latitude und Longitude ins Bogenmaß den Abstand zwischen zwei Punkten auf einer Kugel berechnen.

Um nun den Abstand zu den Parkhäusern zu berechnen, wurde die Position des Nutzers benötigt. Dafür existiert wieder eine Funktion in expo-location, nämlich `startLocationUpdatesAsync`. Diese Funktion schickt kontinuierlich die aktuellen Koordinaten des Nutzers an einen Task, der vorher definiert wurde und im Hintergrund läuft. Tasks können mithilfe des expo-task-manager Pakets gestartet werden [13]. Der Task nimmt die Koordinaten an und übergibt diese an eine Funktion, welche den Abstand dieser Koordinaten zu jedem Parkhaus berechnet. Falls der Abstand kleiner als 200 Meter ist, wird der Nutzer als „in der Nähe des Parkhauses“ angesehen. Falls der Nutzer vorher weiter entfernt als 200 Meter vom Parkhaus war, also außerhalb des „Geofences“, erscheint eine Meldung als Toast durch das react-native-root-toast Paket [14], welchem Parkhaus der Nutzer sich gerade nähert und wie viele freie Parkplätze in diesem aktuell sind. Diese Meldung wird auch über das expo-speech Paket vom Smartphone vorgelesen [15] und ist die einzige, die zudem vorgelesen wird. Alle anderen werden nur über Toasts gezeigt. Die graphische Anzeige der Meldung ist in Abbildung 3.3 ersichtlich. In welchen Geofences der Nutzer gerade ist, wird in einer Liste festgehalten, die später benötigt wird.



Abbildung 3.3: Anzeige, dass sich der Nutzer dem Parkhaus ACC nähert, welches 226 freie Parkplätze hat

Zuletzt wurde die Karte noch mit zwei Einstellungsmöglichkeiten konfigurierbar gemacht. Diese sind über das Burger-Menü rechts oben aufrufbar. Bei Klicken auf das Menü öffnet sich eine Liste mit zwei Einträgen, wie in Abbildung 3.4 sichtbar. Dieses Menü stammt aus dem Paket react-native-paper [16]. Der erste Eintrag des Menüs steuert, ob die Meldung, dass ein Geofence betreten wurde, vorgelesen werden soll oder nicht. Wenn das Icon des Lautsprechers durchgestrichen ist, wird die Vorlesefunktion ausgeschaltet. Standardmäßig ist diese Funktion angeschaltet. Der zweite Eintrag gibt an, ob bei der Navigation ausschließlich zu Google Maps weitergeleitet werden, oder ob die interne Navigation der App, wenn möglich, genutzt werden

soll. Auf diese Navigation wird in Kapitel 5 weiter eingegangen. Diese Einstellung ist standardmäßig ausgeschaltet, damit die interne Navigation bevorzugt wird. Die Werte beider Einstellungen werden zudem ebenfalls in async-storage gespeichert, damit der Nutzer die App nicht bei jedem Öffnen neu konfigurieren muss.

Damit ist die Implementierung der Karte abgeschlossen. Im Folgenden wird die Funktionalität und Umsetzung der Liste beschrieben.



**Abbildung 3.4:** Liste an Einstellungen der Karte, welche über ein Burger-Menü verfügbar ist

## Kapitel 4

# Implementierung der Liste

Alle Komponenten, aus denen die Liste besteht, sind im Ordner `ParkingList` zu finden. Für die Liste selbst wird die `FlatList`-Komponente, welche standardmäßig im `react-native` Framework enthalten ist, verwendet. Dafür wird durch eine Funktion ein Array aus den dynamischen und statischen Daten erzeugt, welche an die `FlatList`-Komponente zur Anzeige übergeben wird. Die Erzeugung und Anzeige des Arrays ist in der Datei `ParkingList.tsx` zu finden. Die anzuzeigenden Daten sind zum einen der Name des Parkhauses zur Identifizierung. Darunter wird dargestellt, ob das Parkhaus geöffnet oder geschlossen ist. Wenn das Parkhaus offen ist, wird dies in grüner Schrift angezeigt, geschlossen wird dagegen rot geschrieben. Da alle Parkhäuser 24 Stunden offen sind, sollte ein geschlossenes Parkhaus nur bei Wartungsarbeiten und Störungen auftreten. Rechts daneben wird die Entfernung des Nutzers zu diesem spezifischen Parkhaus in Metern angezeigt. Die Position des Nutzers wird wieder über dieselbe Methode erlangt, wie in Kapitel 3 für das Geofencing. Über die Haversine Distanz wird wieder die Entfernung zu den Koordinaten der Parkhäuser berechnet und dann angezeigt. Dies wird bei jeder Positionsänderung des Nutzers durchgeführt, damit die Entfernungen immer aktuell sind. Darunter wird noch der Trend des Parkhauses über Icons symbolisiert. Ein grüner Pfeil nach unten signalisiert,

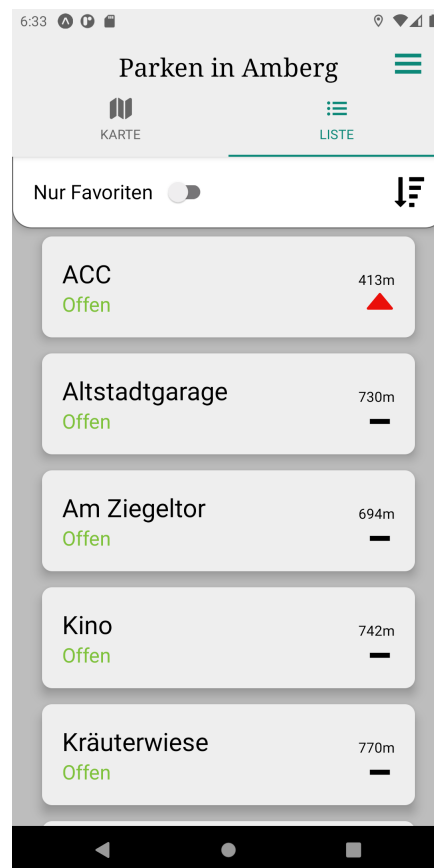


Abbildung 4.1: Ansicht des Listen-Tabs mit der alphabetisch geordneten Liste an Parkhäusern

dass sich das Parkhaus leert, ein roter Pfeil nach über bedeutet ein sich füllendes Parkhaus und ein schwarzer Balken zeigt einen gleichbleibenden Trend an, wie mit den Markern der Karte.

Diese Liste kann zudem auch konfiguriert werden. Dafür ist zu einen links oben der Liste ein Schalter vorhanden, für den die Switch-Komponente von react-native benutzt wurde, mit der Beschreibung „Nur Favoriten“. Wenn dieser Schalter gesetzt ist, werden nur die Parkhäuser angezeigt, welche als Favorit markiert wurden, also bei welchen das rote Herz ausgefüllt ist, wie in Abbildung 3.2 zu sehen ist. Zudem ist rechts oben ein Sortier-Icon zu sehen. Wenn auf dieses Icon geklickt wird öffnet sich eine Liste an Sortiermöglichkeiten, wobei dieses Menü wieder aus dem Paket react-native-paper stammt. Diese Liste ist in Abbildung 4.2 ersichtlich. Es gibt drei Sortiermöglichkeiten. Die erste sortiert alphabetisch nach den Namen der Parkhäuser. Die zweite sortiert aufsteigend nach den Entfernungen, sodass das nächste Parkhaus ganz oben steht. Da die Entfernungen bei jeder Positionsänderung des Nutzers neu berechnet werden, muss auch die Liste neu sortiert werden, wenn ein Parkhaus nach einer Positionsänderung näher als ein anderes am Nutzer ist, damit das nächste Parkhaus immer oben ist. Die letzte Möglichkeit sortiert absteigend nach den freien Plätzen, also je mehr Parkplätze in einem Parkhaus frei sind, desto weiter oben ist es in der Liste.

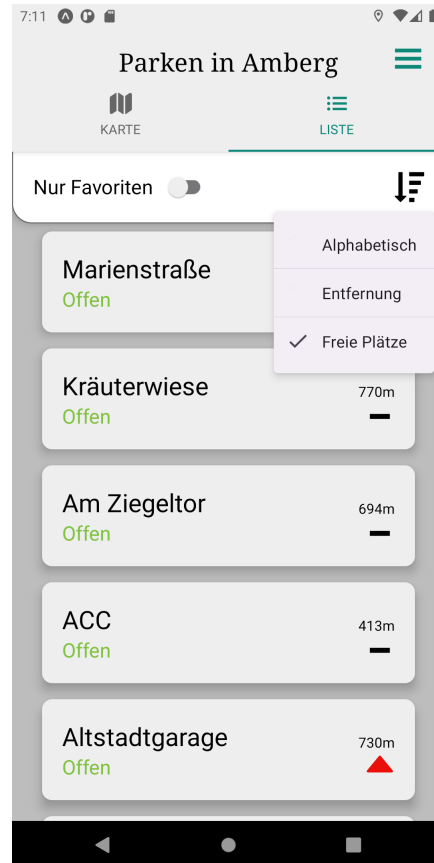


Abbildung 4.2: Aufruf des Menüs zum Sortieren der Liste

Da es nicht möglich war, alle Daten zu den Parkhäusern in der Liste anzuzeigen, mussten Detail-Fenster erzeugt werden, die nähere Informationen zu den Parkhäusern darstellen. Diese Detail-Fenster sind über Anklicken des zugehörigen Listeneintrags aufrufbar. Um zwischen der Liste und den verschiedenen Detail-Fenstern der Parkhäuser navigieren zu können, wurde das Paket React Navigation benutzt. Dieses ermöglicht das Aufrufen von Fenstern über die Screen-Komponente. Diese Fenster besitzen einen Zurück-Knopf, wie in Abbildung 4.3 ersichtlich, mit dem zum letzten Fenster, also der Liste, zurück navigiert werden kann. Das Detail-Fenster besitzt zudem auch die Navigations- und Favoriten-Icons der Karte, welche hier dieselbe Funktion besitzen. Durch Drücken des Navigations-Icons wird der Nutzer hier jedoch entweder zur Karte für die interne Navigation, oder direkt zu Google Maps weitergeleitet.

Zur Anzeige der restlichen Informationen des Parkhauses wurde wieder das react-native-paper Paket benutzt. Hier bestehen die weißen Kasten, aus denen sich das Detail-Fenster zusammensetzt, aus der Card Komponente. Zuerst wird durch rote oder grüne Schrift gezeigt, ob es in diesem Parkhaus gerade eine Störung gibt oder nicht und ob das Parkhaus offen ist. Danach werden die Öffnungszeiten angeschrieben und der Trend nochmals schriftlich gezeigt. Darunter wird die Anzahl der freien Parkplätze auf dieselbe Weise wie in der Karte gezeigt.

Unter den freien Parkplätzen sind die Preise dargestellt. Wenn eine Unterscheidung in Tag- und Nachtpreise nötig ist, wie beim Parkhaus am Ziegeltor, werden diese Preise als Tabelle gezeigt, wobei hier jeweils der Preis für die erste und die weiteren Stunden eingetragen ist. Die Tabelle besteht aus der DataTable-Komponente des react-native-paper Pakets. Unter den Preisen sind nur noch die Zusatzinformationen der statischen Daten zu sehen. Damit werden alle verfügbaren Daten angezeigt und dem Nutzer übersichtlich und benutzerfreundlich dargestellt.

Damit sind alle Komponenten und Funktionalitäten der Liste beschrieben worden. Um die Funktionsweise und den Effekt der Navigationsknöpfe in der Karte und in den Detail-Fenstern der Parkhäuser besser verstehen zu können, wird im nächsten Kapitel auf die interne Pseudo-Navigation eingegangen, welche für diese App erstellt wurde und wie diese Navigation reagiert, wenn kein Weg zum Parkhaus gefunden werden kann.

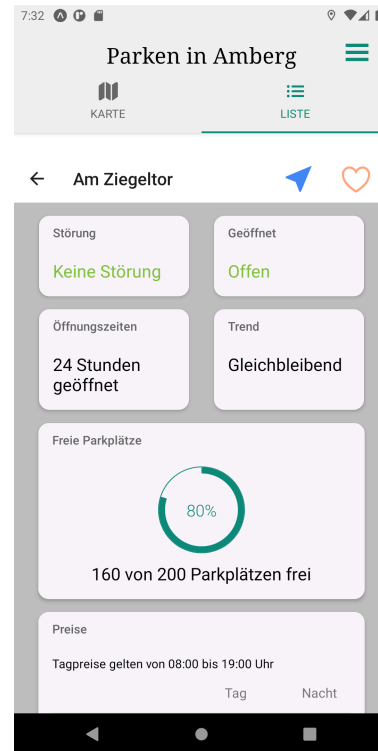


Abbildung 4.3: Erster Teil des Detail-Fensters zum Parkhaus am Ziegeltor

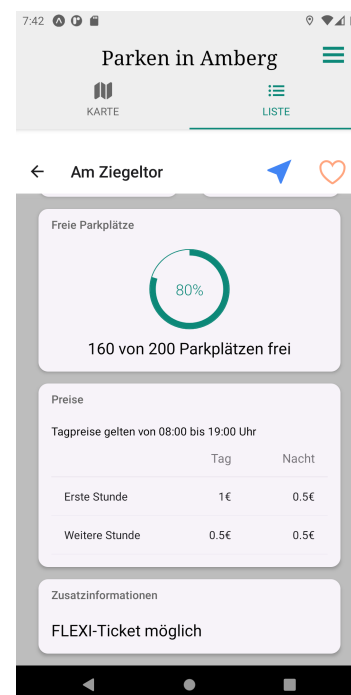


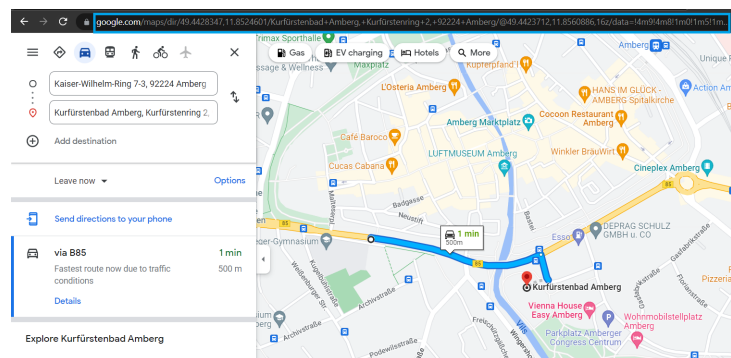
Abbildung 4.4: Zweiter Teil des Detail-Fensters zum Parkhaus am Ziegeltor



## Kapitel 5

# Umsetzung einer Pseudo-Navigation

Die Funktionen und Dateien der Navigation sind im Ordner Navigation angesiedelt. Zentral für die Navigation ist die Datei `findCorrectGpxFile.ts`. Diese Datei enthält Funktionen, welche eine Liste aus 48 GPX-Dateien analysiert und die richtige für die Navigation auswählt. Diese GPX-Dateien wurden per Hand erstellt, indem ein Punkt im Altstadttring auf der Karte ausgewählt wurde. Von diesem Punkt aus wurde durch die App das nächste Parkhaus über die Luftlinie, also wieder Haversine Distanz, berechnet. Mit diesen Daten wurde ein Pfad in Google Maps zum nächsten Parkhaus berechnet, wie in Abbildung 5.1 zu sehen ist. Die Informationen dieses Wegs werden in die URL geschrieben. Mithilfe eines Konvertierers können diese Informationen in eine GPX-Datei umgewandelt werden, die wiederum in die Karte der App durch das `react-native-maps` Paket über die `Polyline`-Komponente eingezeichnet werden können. Ein möglicher Konvertierer ist die „Maps to GPX Converter“-Webseite, welche den Google Maps Link annimmt und daraus eine GPX-Datei des Pfades erzeugt. Mit dieser Methode wurde einmal um den ganzen Altstadttring in 100 Meter Abständen der Weg zum nächsten Parkhaus berechnet. Das Ergebnis sind die oben erwähnten 48 GPX-Dateien, welche zudem noch in TypeScript-Dateien umgewandelt werden mussten, um diese für `react-native` verfügbar zu machen.



**Abbildung 5.1:** Berechnung des Wegs zum nächsten Parkhaus von einem Punkt im Altstadttring mit markierter URL

Um nun die richtige GPX-Datei zu finden, muss der Funktion `findCorrectGpxFile` in der gleichnamigen Datei nur die Zielkoordinaten, also die Koordinaten des Parkhauses, zu dem navigiert werden soll, übergeben werden. Wenn diese Koordinaten 0 sind, wird automatisch zum nächsten Parkhaus navigiert. Die Suche nach der Datei zum nächsten Parkhaus läuft dann folgendermaßen ab: Zuerst erfragt die Funktion die aktuelle Position des Nutzer. Mit dieser Position wird die Entfernung zu allen

Anfangspunkten der 48 GPX-Dateien über die Haversine Distanz berechnet. Wenn der Nutzer mehr als 100 Meter von allen Startpunkten der Dateien entfernt ist, ist die Navigation zu ungenau und der Nutzer wird zu Google Maps weitergeleitet. Falls es Startpunkte gibt, die weniger als 100 Meter entfernt sind, wird die GPX-Datei mit dem nächsten Startpunkt genommen. Diese GPX-Datei wird dann an die `Directions.tsx`-Komponente im Ordner Map übergeben, damit diese den Pfad in die Karte einzeichnet, was in Abbildung 5.2 gezeigt wird. Die Navigation lässt sich über den Knopf mit der Aufschrift „Abbrechen“ rechts unten beenden. Dabei wird nur die eingezeichnete Linie wieder aus der Karte gelöscht.

Falls nun ein bestimmtes Parkhaus gefunden werden soll, wird wieder zuerst die Position des Nutzers erfragt. Danach werden die Entfernungen der Startpunkte der GPX-Dateien berechnet. Hier werden alle GPX-Dateien in einem Array gespeichert, deren Startpunkt weniger als 50 Meter vom Nutzer entfernt sind, da diese Navigation genauer sein soll. Dieses Array wird nun für die Endpunkte durchgegangen. Zu jedem Kandidaten der Dateien wird die Entfernung des Endpunkts zur gewünschten Zielkoordinate des Parkhauses berechnet. Falls ein Endpunkt einer Datei wieder weniger als 50 Meter von den Zielkoordinaten entfernt liegt, kann mit dieser GPX-Datei navigiert werden. Für mehr Genauigkeit wird hier wieder die Datei zum Einzeichnen in die Karte verwendet, deren Endpunkt den geringsten Abstand zum gewünschten Parkhaus besitzt. Falls keine Datei gefunden werden kann, wird wieder zu Google Maps weitergeleitet. Wenn jedoch die Einstellung „Immer Google Maps nutzen“ der Karte aktiviert ist, wird immer zu Google Maps weitergeleitet und diese Berechnungen finden nicht statt. Falls hier wieder keine Zielkoordinaten gegeben sind, wird in Google Maps zum nächsten Parkhaus navigiert, welches wieder über die Luftlinie berechnet wird. Im Falle, dass Koordinaten gegeben sind, wird zu diesen navigiert.

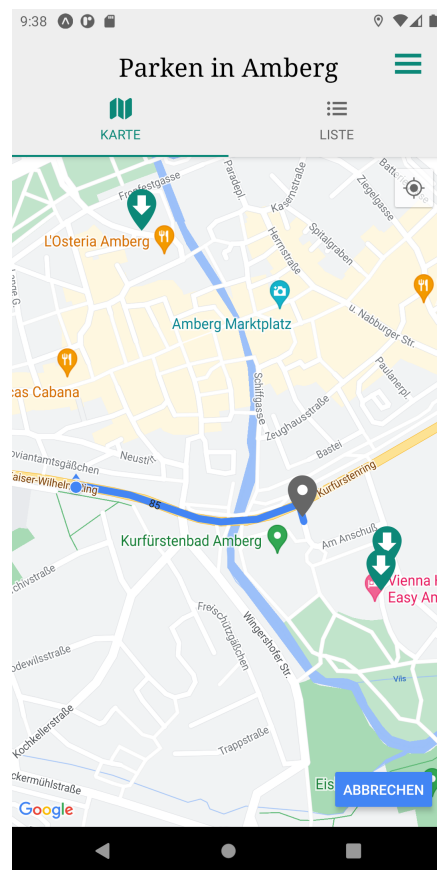


Abbildung 5.2: Interne Navigation zum Kurfürstenbad über Einzeichnen der Daten einer GPX-Datei

Die Weiterleitung zu Google Maps erfolgt über folgenden Link: [https://www.google.com/maps/dir/?api=1&destination=\"Latitude\", \"Longitude\"](https://www.google.com/maps/dir/?api=1&destination=\) [19]. Anstatt „Latitude“ und „Longitude“ müssen in diesen Link nur noch die Koordinaten des Ziels, also des Parkhauses, eingesetzt werden. Über diesen Link wird entweder zur Google Maps App



weitergeleitet, falls diese auf dem Smartphone installiert und verfügbar ist, oder es wird Google Maps im Browser geöffnet. Durch den Zusatz `/dir/` im Link wird bei Aufruf von Google Maps zudem auch die Navigation von der aktuellen Position des Nutzers zu den Zielkoordinaten im Link gestartet. Der Link wird von der App automatisch, wenn erforderlich, ausgeführt, um die Weiterleitung zu starten. Die Weiterleitung zu Google Maps wird dem Nutzer auch über eine Meldung gezeigt. Mit dieser Methode ist sichergestellt, dass der Nutzer von jeder Position aus zu einem Parkhaus navigieren kann, auch wenn er nicht auf dem Altstadttring ist. Falls der Nutzer jedoch auf dem Altstadttring ist, ist die Navigation angenehmer, da dann kein App-Wechsel stattfindet, sondern nur die Karte der App aufgerufen und der Pfad eingezeichnet wird.

Ein Nachteil der internen Navigation der App ist jedoch, dass die Startpunkte der GPX-Dateien manchmal einen sehr großen Abstand zum Nutzer aufweisen, besonders wenn nur zum nächsten Parkhaus navigiert werden soll, da hier der Abstand bis zu 100 Meter betragen darf. Hier müssten viel mehr GPX-Dateien angelegt werden, um eine größere Abdeckung des Altstadttrings zu erreichen. Als proof-of-concept ist diese Menge an GPX-Dateien jedoch ausreichend.

Die beschriebenen Berechnungen werden bei jedem Klick auf den Navigationspfeil entweder in der Karte oder im Detail-Fenster der Parkhäuser ausgeführt und eine Navigation findet somit entweder intern oder über Google Maps statt. Die Navigation zum nächsten Parkhaus erscheint hier überflüssig, wird jedoch für eine zusätzliche Funktion der App benötigt, welche im nächsten Kapitel beschrieben wird.

## Kapitel 6

# Zusätzliche Funktionen der App

Zu den in Kapitel 1 vorgestellten Funktionen wurden noch zusätzliche Funktionen implementiert, welche die Nutzung der App erleichtern sollen.

Zuerst wurde eine Navigation über Tabs umgesetzt, mit welcher der Nutzer immer zwischen der Karte und der Liste wechseln kann. Hierfür wurde wieder das React Navigation Paket [17] verwendet. Die Komponente für die Tab-Navigation trägt den Namen `material-top-tabs`, da diese Tabs oben am Bildschirm angesiedelt sind. Wie in Abbildung 4.3 zu sehen ist, werden die Tabs auch bei Öffnen eines Detail-Fensters beibehalten, sodass immer eine Navigation zur Karte möglich ist. Damit kann der Nutzer Daten eines bestimmten Parkhauses nachschauen und kann dieses Parkhaus auch auf der Karte betrachten, ohne, dass immer ein Fenster geschlossen werden müsste, um zurück zur Karte navigieren zu können. Die Umsetzung der Tabs ist in der Datei `App.tsx` zu finden.

Eine weitere Funktion ist die Navigation zu einem bestimmten Parkhaus von überall in der App. Es kann sowohl von der Karte, als auch von den Detail-Fenstern der Parkhäuser immer zu dem gewünschten Parkhaus navigiert werden. Auch wird durch die `findCorrectGpxFile`-Funktion sichergestellt, dass die Weiterleitung zu Google Maps immer in der Komponente stattfindet, in welcher der Navigations-Knopf gedrückt wurde. Zum Beispiel wird bei Drücken des Knopfes zur Navigation in einem Detail-Fenster nicht zur Karte navigiert und dann weitergeleitet, sondern das Detail-Fenster bleibt offen und die Weiterleitung findet hier statt. Somit bleibt die App genau in dem Zustand, in welchem der Nutzer diese zur Navigation mit Google Maps verlässt und es kommt zu keinen Brüchen in der Nutzererfahrung.

Für die letzte zusätzliche Funktion wird die in Kapitel 5 beschriebene Navigation zum nächsten Parkhaus benötigt. Diese Funktion ist durch den Knopf mit der Aufschrift „Starten“, welcher in Abbildung 3.1 rechts unten ersichtlich ist, umgesetzt. Ein Drücken dieses Knopfes kann zwei Effekte haben. Wenn der Nutzer sich in keinem der Geofences der neun Parkhäuser befindet, wird automatisch zum nächsten Parkhaus weitergeleitet. Dafür wird wieder die `findCorrectGpxFile`-Funktion benutzt, welche, wie in Kapitel 5 beschrieben, die Startpunkte der GPX-Dateien mit der Position des Nutzers vergleicht. Die GPX-Datei mit dem nächsten Startpunkt wird verwendet. Da al-

le GPX-Dateien immer zum nächsten Parkhaus von ihrem Startpunkt aus führen, wird somit immer zum nächsten Parkhaus navigiert. Dies funktioniert jedoch nur, wenn der Nutzer sich auf dem Altstadttring befindet. Wenn nicht, also wenn die Entfernung zwischen Nutzer und allen Startpunkten der GPX-Dateien mehr als 100 Meter beträgt, wird zu Google Maps weitergeleitet und dort die Navigation um nächsten Parkhaus gestartet. Falls eine interne Navigation möglich ist, wird der Pfad wie in Abbildung 5.2 in die Karte eingezeichnet und die Aufschrift „Starten“ ändert sich zu „Abbrechen“, um die Navigation wieder zu beenden. Nach Drücken des Abbrechen-Knopfes wird die Linie gelöscht und der Starten-Knopf erscheint wieder.

Der zweite Effekt des Drückens dieses Knopfes wird automatisch ausgeführt, wenn sich der Nutzer in einem oder mehreren der Geofences befindet, also der Abstand zwischen der Position des Nutzers und einem Parkhaus unter 200 Meter ist. Dann erscheint ein weiteres Menü von react-native-paper, wie in Abbildung 6.1 zu sehen ist. Hier werden nun mehrere Einträge angezeigt, aus denen der Nutzer wählen kann. Der erste Eintrag ist immer die Navigation zum nächsten Parkhaus. Durch Drücken dieses Eintrags findet derselbe Ablauf statt, wie oben beschrieben. Die weiteren Einträge sind die Namen der Parkhäuser, in deren Geofences der Nutzer sich befindet. Wenn einer dieser Einträge gedrückt wird, findet eine Navigation über die `findCorrectGpxFile`-Funktion statt, die exakt zu diesem Parkhaus navigiert. Dabei wird die Navigation zu einem bestimmten Parkhaus verwendet, die in Kapitel 5 beschrieben ist. Da der Nutzer maximal einen Abstand von 200 Metern zu jedem dieser Einträge besitzen kann, da er ja sonst nicht in den Geofences wäre, ist die Wahrscheinlichkeit hoch, dass eine interne Navigation möglich ist, denn der Nutzer befindet sich dann wahrscheinlich auf dem Altstadttring. Wenn eine interne Navigation gestartet wird, erscheint wieder der „Abbrechen“-Knopf, um diese zu beenden.

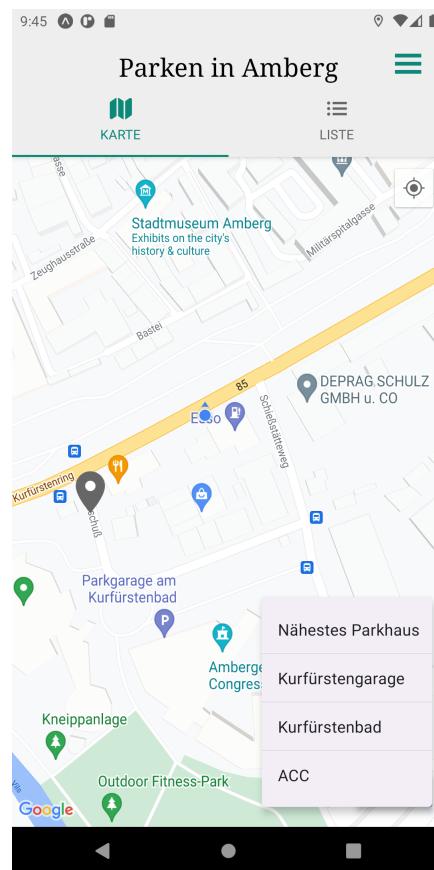


Abbildung 6.1: Menü zur Navigation der Parkhäuser, in dessen Geofences sich der Nutzer befindet

Damit sind alle Funktionen und Komponenten der App beschrieben. Im Folgenden wird ein Ausblick gegeben, welche Schritte sinnvoll wären, um die App zu verbessern und eine Zusammenfassung der Entwicklung.

## Kapitel 7

### Ausblick und Fazit

Eine wichtige Verbesserung, welche die App benutzerfreundlicher machen würde, wäre die Nutzung einer Navigations-API, zum Beispiel die Directions-API von Google. Hiermit kann der Nutzer von jeder Position zu dem gewünschten Parkhaus navigiert werden, ohne die App verlassen zu müssen. Der Nachteil dieser API ist jedoch, dass die Anzahl an Anfragen begrenzt ist. Nachdem die Anfragen aufgebraucht wurden, entstehen Kosten für jede weitere Anfrage. Damit ist die einzige Lösung, welche die interne Navigation um den Altstadttring verbessern würde und kostenfrei ist, mehr GPX-Dateien für eine bessere Abdeckung zu erstellen. Auch ist damit eine Verkleinerung der Abstände zwischen der Nutzerposition und dem Startpunkt der GPX-Dateien möglich, welche zu genaueren Ergebnissen führt, da damit der eingezeichnete Pfad an der Position des Nutzers beginnt.

Eine weitere Besserung für mehr Genauigkeit ist die Berechnung des nächsten Parkhauses nicht über die Luftlinie, sondern über den benötigten Weg zu jedem Parkhaus. Dies kann auch über die Directions-API bewerkstelligt werden, da die Länge eines Pfades auch berechnet werden kann. Somit müsste nur der kürzeste Pfad genommen werden. Auch möglich ist wieder eine bessere Abdeckung mit GPX-Dateien. Hier kann ebenso die Länge des Pfades berechnet werden, was heißt, dass nur die GPX-Datei verwendet werden muss, welche den kürzesten Pfad aufweist. Dies ist jetzt zwar auch möglich, aber sehr ungenau. Auch ist diese Lösung wieder nur für den Altstadttring anwendbar und nicht allgemein für alle Koordinaten des Nutzers, wie die Luftlinie oder die Directions-API.

Doch auch ohne diese Änderungen besitzt die App viele Funktionen, welche eine Informationsbeschaffung für die Parkplatzsituation in Amberg und eine darauffolgende Navigation zu einem gewünschten Parkhaus ermöglichen und erleichtern. Zuerst wurde eine Karte implementiert, welche alle Parkhäuser mit ihrer Position über Markierungen anzeigt. Hier ist bereits eine Navigation zu den Parkhäusern und eine Favorisierung dieser möglich. Die Position des Nutzers auf der Karte wird benutzt, um zu signalisieren, wenn sich der Nutzer einem Parkhaus nähert. Die Funktionsweise der Karte kann über ein Menü konfiguriert werden. Hier kann eingestellt werden, ob die App die Näherung an ein Parkhaus vorlesen soll und ob möglichst die interne Naviga-

tion verwendet werden soll. Zudem kann der Nutzer sich einfach zu dem nächsten Parkhaus navigieren lassen, wenn er sich keine Gedanken über freie Parkplätze und Preise machen möchte. Danach wurde eine Liste umgesetzt, in der alle Parkhäuser nach bestimmten Kriterien sortiert angezeigt werden.

Über die Liste ist eine Detailansicht zu den Daten der Parkhäuser erreichbar, welche Daten wie Öffnungszeiten, Störungen, Preise und den Trend enthält, die aus der Parkhaus-API der Stadt Amberg hervorgehen, welche minütlich abgefragt wird. Auch kann hier das Parkhaus wieder favorisiert oder nicht favorisiert werden. Die Liste kann auch nach diesen Favoriten gefiltert werden, sodass nur diese angezeigt werden. Zuletzt kann der Nutzer auch von den Detail-Fenstern der Parkhäuser zu dem bestimmten Parkhaus navigiert werden, indem er den dafür vorgesehenen Knopf drückt.

Eine simple Navigation wurde über GPX-Dateien erzeugt. Hier wird die Datei berechnet, welche am meisten mit den Wünschen des Nutzers übereinstimmt und dann in die Karte als Pfad eingezeichnet, dem der Nutzer folgen kann. Die Navigation kann auch wieder abgebrochen werden. Wenn keine Datei passend ist, wird die Navigation über einen Link von Google Maps ausgeführt, indem das Ziel des Nutzers in diesen Link eingetragen wird. Google Maps zeigt damit den Weg von der aktuellen Position des Nutzers zum gewünschten Ziel an.

# Literaturverzeichnis

- [1] [1] „React Native · Learn once, write anywhere“. <https://reactnative.dev/> (zugegriffen 11. Januar 2023).
- [2] „Expo“. <https://expo.dev/> (zugegriffen 13. Januar 2023).
- [3] „fast-xml-parser“, npm. <https://www.npmjs.com/package/fast-xml-parser> (zugegriffen 16. Januar 2023).
- [4] „SQLite“, Expo Documentation. <https://docs.expo.dev/versions/latest/sdk/sqlite> (zugegriffen 11. Dezember 2022).
- [5] „React Native Async Storage“. AsyncStorage, 13. Januar 2023. Zugegriffen: 13. Januar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/react-native-async-storage/async-storage>
- [6] „Hex Color Conversion | Color Schemes , Color Shades , Pantone color | Hexcolorpedia“, hexcolorpedia.com, 4. März 2021. <https://hexcolorpedia.com/color/> (zugegriffen 7. Januar 2023).
- [7] „react-native-maps“. react-native-maps, 13. Januar 2023. Zugegriffen: 13. Januar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/react-native-maps/react-native-maps>
- [8] „react-native-maps“. react-native-maps, 13. Januar 2023. Zugegriffen: 13. Januar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/react-native-maps/react-native-maps>
- [9] „Location - Expo Documentation“. <https://docs.expo.dev/versions/latest/sdk/location/> (zugegriffen 11. Dezember 2022).
- [10] J. Arvidsson, „react-native-progress“. 6. Januar 2023. Zugegriffen: 8. Januar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/oblador/react-native-progress>
- [11] J. Arvidsson, „Multi-style fonts“. 7. Januar 2023. Zugegriffen: 7. Januar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/oblador/react-native-vector-icons>
- [12] „Distance on a sphere: The Haversine Formula“, Esri Community, 5. Oktober 2017. <https://community.esri.com/t5/coordinate-reference-systems-blog/>

- distance-on-a-sphere-the-haversine-formula/ba-p/902128 (zugegriffen 7. Januar 2023).
- [13] „TaskManager“, Expo Documentation. <https://docs.expo.dev/versions/latest/sdk/task-manager> (zugegriffen 11. Dezember 2022).
- [14] Horcrux, „magicismight/react-native-root-toast“. 15. Januar 2023. Zugegriffen: 15. Januar 2023. [Online]. Verfügbar unter: <https://github.com/magicismight/react-native-root-toast>
- [15] „Speech“, Expo Documentation. <https://docs.expo.dev/versions/latest/sdk/speech> (zugegriffen 13. Januar 2023).
- [16] „Home · React Native Paper“. <https://callstack.github.io/react-native-paper/index.html> (zugegriffen 14. Januar 2023).
- [17] „React Navigation | React Navigation“. <https://reactnavigation.org/> (zugegriffen 14. Januar 2023).
- [18] S. Sigmundarson, „Maps to GPX Converter“, Maps to GPX. <https://mapstogpx.com> (zugegriffen 6. Januar 2023).
- [19] „Get Started | Maps URLs“, Google Developers. <https://developers.google.com/maps/documentation/urls/get-started> (zugegriffen 6. Januar 2023).

# Abbildungsverzeichnis

3.1	Ansicht der fertigen App mit der Karte und eingezeichneten Markern .	6
3.2	Detailansicht zum Parkhaus Theatergarage in der Karte . . . . .	7
3.3	Anzeige, dass sich der Nutzer dem Parkhaus ACC nähert, welches 226 freie Parkplätze hat . . . . .	8
3.4	Liste an Einstellungen der Karte, welche über ein Burger-Menü verfügbar ist . . . . .	9
4.1	Ansicht des Listen-Tabs mit der alphabetisch geordneten Liste an Parkhäusern . . . . .	10
4.2	Aufruf des Menüs zum Sortieren der Liste . . . . .	11
4.3	Erster Teil des Detail-Fensters zum Parkhaus am Ziegeltor . . . . .	12
4.4	Zweiter Teil des Detail-Fensters zum Parkhaus am Ziegeltor . . . . .	12
5.1	Berechnung des Wegs zum nächsten Parkhaus von einem Punkt im Altstadtring mit markierter URL . . . . .	13
5.2	Interne Navigation zum Kurfürstenbad über Einzeichnen der Daten einer GPX-Datei . . . . .	14
6.1	Menü zur Navigation der Parkhäuser, in dessen Geofences sich der Nutzer befindet . . . . .	17



# Listings

2.1	Format der statischen Daten der Parkhäuser am Beispiel des Parkhauses am Ziegeltor . . . . .	3
2.2	Format der dynamischen Daten der Parkhäuser am Beispiel des Parkhauses am Ziegeltor . . . . .	4