



Konzeption und Realisierung für ein mobiles Smartwatch-Fragebogensystem zur Erfassung klinischer Parameter Tinnitus-geschädigter Patienten

Bachelorarbeit an der Universität Ulm

Vorgelegt von:

Viktoria Elsässer

viktoria.elsaesser@uni-ulm.de

Gutachter:

Prof. Dr. Manfred Reichert

Betreuer:

Dr. Rüdiger Pryss

2016

Fassung 14. November 2016

© 2016 Viktoria Elsässer

This work is licensed under the Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 3.0 License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/3.0/de/> or send a letter to Creative Commons, 543 Howard Street, 5th Floor, San Francisco, California, 94105, USA.

Satz: PDF- \LaTeX 2 ϵ

Kurzfassung

Smart Devices haben sich in der heutigen Gesellschaft zu einem festen Bestandteil des Alltags etabliert. Vor allem Smartphones zählen zu den täglichen Begleitern. Daher ist es sinnvoll, Smart Devices auch in der Gesundheitsbranche einzusetzen. Nicht nur für die Erfassung von Daten klinischer Studien, sondern auch das Analysieren und Auswerten der Daten kann mit Smart Devices unterstützt werden. Speziell von Patienten, die unter Tinnitus leiden, ist die Messbarkeit von Tinnitus erschwert. Zu diesem Zweck entwickelt die Universität Ulm ein Projekt, das die Überwachung der Tinnitus Symptome ermöglicht und den Patienten dabei hilft, mit ihrer Erkrankung besser umzugehen.

Die Weiterentwicklung der Smart Devices soll mit dieser Arbeit aufzeigen, ob Smartwatches in Mobile Crowd Sensing Systemen eingesetzt werden können. Hierfür wurde ein prototypisches Fragebogensystem konzipiert, das klinische Parameter Tinnitus-geschädigter Patienten erfassen soll. In der Smartwatch Anwendung wurden Fragebögen umgesetzt, die jeweils aus einer Frage und mehreren Antwortmöglichkeiten bestehen. Diese Antworten können in verschiedenen Designs dargestellt werden. Um festzustellen, ob sich der Einsatz der Smartwatch in Mobile Crowd Sensing Systemen eignet, wird eine Studie durchgeführt.

Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei allen Beteiligten bedanken, die durch ihre fachliche und persönliche Unterstützung zum Gelingen dieser Bachelorarbeit beigetragen haben.

Ein besonderer Dank gebührt Rüdiger Pryss, der mich bei der Themenfindung und der anschließenden Betreuung der Bachelorarbeit unterstützt hat. Weiterhin bedanke ich mich bei Herrn Prof. Manfred Reichert vom Institut für Datenbanken und Informationssysteme, für die Genehmigung der Arbeit und die Möglichkeit, in diesem Themengebiet meine Bachelorarbeit verfassen zu dürfen.

Nicht weniger Dank gilt meinem Partner, meiner Familie und meinen Freunden, die mich besonders zu dieser Zeit immer tatkräftig unterstützt haben und mir zahlreiche Tipps und Anregungen verschafft haben.

Ebenfalls möchte ich mich bei allen Probanden der Studie bedanken, die zum Erfolg dieser Abschlussarbeit beigetragen haben.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Problemstellung	2
1.2	Zielsetzung	3
1.3	Struktur der Arbeit	3
2	Grundlagen	5
2.1	Allgemeine Grundlagen	5
2.1.1	Tinnitus	5
2.1.2	Fragebögen auf Smart Devices	6
2.1.3	Mobile Crowd Sensing	7
2.1.4	TrackYourTinnitus	8
2.2	Technische Grundlagen	10
2.2.1	Apple Watch	10
2.2.2	Programmierungsumgebung und Tools	11
3	Verwandte Arbeiten	17
3.1	Framework zur Unterstützung tinnitusgeschädigter Patienten	17
3.1.1	Aufbau des TrackYourTinnitus Projekts	18
3.1.2	Webseite des TrackYourTinnitus (TYT) Projekts	19
3.1.3	Smartphone Apps des TYT Projekts	19
3.2	Interaktionskonzepte für elektronische Fragebögen auf Smartwatches	20
3.2.1	Architektur des Umfragebogensystems	20
3.3	Using Smart Mobile Devices for Collecting Structured Data in Clinical Trials: Results From a Large-Scale Case Study	22
3.4	Fazit	23
4	Anforderungen	25
4.1	Anwendungsfälle	25
4.2	Funktionale Anforderungen	28
4.3	Nicht-funktionale Anforderungen	29

5	Prototypische Realisierung	31
5.1	Design 1	32
5.2	Design 2	35
6	Studie zur Usability	41
6.1	Studiendesign	42
6.2	Durchführung	42
6.3	Ergebnis	45
6.3.1	Auswertung der Durchschnittszeit	47
6.3.2	Ergebnisse der Single Choice Antworten	47
6.3.3	Ergebnisse der Binärantworten	48
6.3.4	Ergebnisse der Spracheingabe	49
6.3.5	Ergebnisse der Skalenantworten	50
6.4	Auswertung	51
7	Anforderungsabgleich	57
7.1	Funktionale Anforderungen	57
7.2	Nicht-funktionale Anforderungen	58
8	Zusammenfassung	61
8.1	Fazit	62
8.2	Ausblick	63
A	Studie	69

1

Einleitung

“ Tinnitus bedeutet für den Betroffenen einen »Verlust der Stille« und damit eine Störung der Aufmerksamkeit mit allen ihren Folgen. ”

Der Schweregrad des Tinnitus, [1], 2005

Heutzutage leiden sehr viele Menschen an der mentalen Erkrankung Tinnitus. Diese kann sich bei jedem Menschen individuell auswirken, dennoch leiden alle Betroffenen unter dem *Verlust der Stille*, wie im Zitat verdeutlicht wurde. Der Begriff Tinnitus betrifft ein weit umfassendes Gebiet der Gesundheitsbranche. Zwischen 4,4% und 15,1% der Menschen leiden unter anhaltendem Tinnitus [2]. Tinnitus wird häufig als ein Geräusch im Ohr beschrieben, das oft keinem externen, für alle hörbaren Geräusch zugeordnet werden kann. Die Prävention und die Behandlung von Tinnitus ist daher sehr schwer zu bestimmen. Beispielsweise kann zu laute Musik Tinnitus verursachen, aber zugleich auch die Behandlung von Tinnitus sein, solange es in einer angemessenen Lautstärke als Therapie angesehen wird [3]. Ein anderer Ansatz, der Behandlung von Tinnitus beizuhelfen, ist das gezielte Unterdrücken des Störgeräusches durch das Fokussieren auf einen bestimmten Klang. Hierfür wurde eine auf dem Konzept des *Audio Defence*¹ basierende Anwendung entwickelt, in der die Patienten ohne visuelle Hilfe Tiere finden und fotografieren müssen. Die Patienten müssen daher auf die entsprechenden Geräusche reagieren und mit deren Hilfe die Richtung der Tiere bestimmen. Ziel der Anwendung ist es, die volle Konzentration auf die Geräusche des Spiels zu lenken und damit die Störgeräusche des Tinnitus auszublenden [4]. Um aber die mögliche Ursache

¹<http://www.audiodefence.com>

1 Einleitung

des Tinnitus herauszufinden oder die Symptome der Patienten besser kontrollieren zu können, werden Fragebögen für die Erfassung der Daten verwendet [5, 6]. Da für das Erfassen von großen Datenmengen papierbasierende Fragebögen sehr zeit- und kostenintensiv und zusätzlich fehleranfällig sind, bietet es sich an, in diesem Bereich *Mobile Crowd Sensing Plattformen* zu verwenden.

Einer Studie [7] zufolge nutzen 44 Millionen Deutsche ein Smartphone. Durch den Einsatz von *Smart Devices* in der Gesundheitsbranche kann die Anzahl der befragten Patienten gesteigert werden und mehr Daten, die nicht zeit- oder ortsabhängig sind, erfasst werden [5]. Darüber hinaus entwickelt sich mit zunehmendem Wissen die Technik ebenfalls weiter. So wurde bereits viel in die Forschung und Weiterentwicklung mobiler Geräte investiert [6]. Zu den mobilen Geräten zählen mittlerweile nicht nur *Smartphones*, sondern auch *Tablets*. Eines der neuesten Innovationen der mobilen Geräte ist die *Smartwatch*. Smartwatches können mit dem Smartphone verbunden werden und somit miteinander interagieren. Das Tragen am Handgelenk erweist sich als nützlich für die Erfassung von Daten.

1.1 Problemstellung

Die Behandlung von Tinnitus ist in den meisten Fällen sehr schwer. Für die möglichen Ursachen und zugehörigen Behandlungsmöglichkeiten muss erst eine große Menge an Daten gesammelt werden, um diese anschließend auswerten zu können. Jedoch besteht hierbei das Problem, dass Tinnitus sehr schwer messbar ist. Daher ist für die Überwachung von Tinnitus Patienten eine Anwendung, welche die einzelnen Tinnitus Wahrnehmungen durch spezifische Fragebögen erfasst, notwendig. Der Einsatz der Smartwatch in Mobile Crowd Sensing Systemen ist denkbar, dennoch existieren hierfür nur wenige Umsetzungen. Speziell für die *Apple Watch* ist noch keine Realisierung existent. Zur Hilfe der Patienten ist eine entsprechende individuelle Behandlung notwendig. Diese kann mithilfe von spezifischen Fragebögen auf Smartwatches umgesetzt werden.

1.2 Zielsetzung

Als Ziel der vorliegenden Arbeit gilt es zu überprüfen, inwiefern sich eine Smartwatch für den Einsatz in Mobile Crowd Sensing Systemen eignet. Dazu wird eine prototypische Realisierung eines mobilen Smartwatch-Fragebogensystems konzipiert, die versucht, die Dateneingabe so einfach wie möglich zu halten. Der Fokus dieser Arbeit liegt in der Darstellung von Fragebögen und deren verschiedenen Antwortmöglichkeiten auf einer Smartwatch. Zur Eignungsüberprüfung der Smartwatch soll abschließend eine Studie durchgeführt werden.

1.3 Struktur der Arbeit

Die vorliegende Arbeit setzt sich aus acht Kapiteln zusammen. Kapitel 2 dient mit der Erläuterung notwendiger Grundlagen als Einstieg in diese Arbeit. Es werden Hauptbegriffe wie *Tinnitus*, *Mobile Crowd Sensing* oder *Fragebögen auf Smart Devices* beschrieben und Zusammenhänge erklärt.

In Kapitel 3 werden drei verschiedene Arbeiten betrachtet und näher untersucht. Anschließend werden diese zusammengefasst und Bezüge auf diese Arbeit geschlossen.

Kapitel 4 stellt die notwendigen Anforderungen für die Realisierung dieser Anwendung dar. Es werden anfangs die Anwendungsfälle für die Fragebögen vorgestellt und die beschriebenen Anforderungen anschließend in funktionale und nicht-funktionale Anforderungen separiert.

Das Kapitel 5 befasst sich mit der prototypischen Realisierung. Es werden die beiden vorhandenen Designs vorgestellt und die Konzepte der beiden Realisierungen dokumentiert.

Um den Einsatz des zuvor realisierten Prototyps auf seine Eignung in einem Mobile Crowd Sensing System zu überprüfen, wird eine Studie durchgeführt. In Kapitel 6 wird zuerst das Design der Studie aufgezeigt und in den darauffolgenden Abschnitten die Durchführung der Studie weiter beschrieben. Am Ende dieses Kapitels werden die

1 Einleitung

Ergebnisse festgehalten und ausgewertet. Zu erwähnen ist hierbei, dass in der Studie mit *Probanden* zugleich auch *Probandinnen* gemeint sind. Für eine bessere Übersicht jedoch, beschränkt sich die Arbeit auf die männliche Form.

Kapitel 7 enthält den Anforderungsabgleich der zuvor erstellten Anforderungen. Es soll nach der Realisierung der Anwendung überprüft werden, ob die Anforderungen umgesetzt wurden.

Kapitel 8 fasst die vorliegende Arbeit abschließend zusammen. Es werden alle wichtigen Aspekte nochmals aufgegriffen und zusammengefasst. Zudem soll dieses Kapitel einen Ausblick auf mögliche Erweiterungen geben.

2

Grundlagen

Dieses Kapitel erläutert zuerst wichtige Aspekte des Tinnitus-Leidens und stellt anschließend den Zusammenhang zur vorliegenden Arbeit her. Außerdem wird auf die Verwendung von Smart Devices zum Ausfüllen von Fragebögen und auf das Gebiet *Mobile Crowd Sensing* eingegangen. Schließlich werden die technischen Grundlagen genauer erläutert und gezeigt, welche nützlichen Elemente für eine Umsetzung des mobilen Smartwatch-Fragebogensystems vorhanden sind.

2.1 Allgemeine Grundlagen

Die allgemeinen Grundlagen sollen die wichtigsten Begriffe der Arbeit aufweisen und erklären. Dazu zählen Begriffe wie *Tinnitus*, *Fragebogensystem* und *Smartwatch*, welche in den nächsten Unterkapiteln näher erläutert werden.

2.1.1 Tinnitus

Der Begriff *Tinnitus* bezeichnet eine *auditive Wahrnehmung*, die sich bei jedem betroffenen Patienten anders auswirken kann. Generell wird Tinnitus als eine *Störung der Hörfunktion* beschrieben, welche kurzzeitig oder auch dauerhaft bei einem Patienten auftritt. Es wird oft mit einem *hochfrequenten Ton* verglichen, der sich je nach Patient als *Rauschen*, *Pfeifen*, *Klopfen* oder Ähnlichem äußern kann [8]. Wird diese Störung nur vom betroffenen Patienten selbst gehört, spricht man von *subjektivem* Tinnitus. Können die Störungen mit bestimmten Geräten untersucht oder auch gemessen werden, so spricht man von *objektivem* Tinnitus. Außerdem wird Tinnitus in einen *akuten* Tinnitus

2 Grundlagen

eingeteilt, wenn dieser selten auftritt, oder in *chronischen* Tinnitus, wenn dieser über eine längere Zeit andauert [2].

Dementsprechend gibt es auch für beide Tinnitusarten verschiedene Ursachen. Für den *subjektiven* Tinnitus können mehrere Ursachen verantwortlich sein wie beispielsweise *Lärm*, *Stress* oder *Schwerhörigkeit*, aber auch das Zusammenwirken der verschiedenen Ursachen. Studien bestätigen, dass das emotionale Befinden sowie Stress die Wahrnehmung von Tinnitus beeinflusst [2]. Ein potentielles Ziel für die Prävention und Behandlung von Tinnitus ist daher, das emotionale Empfinden ausgewogen zu halten [9].

Für den *objektiven* Tinnitus hingegen spielen innerliche Ursachen, wie Veränderungen an Gefäßen im Ohrbereich oder Gehörgang, eine große Rolle.

Genauere Zahlen von an Tinnitus leidenden Patienten sind noch nicht bekannt.

„Zwischen 5 und 15 Prozent der Gesamtbevölkerung berichten vom Vorliegen eines Tinnitus.“ [10]

Es ist zu betonen, dass Tinnitus eine ernstzunehmende Erkrankung ist. Die Zahlen variieren aber je nach Tinnitusart, Geschlecht und Alter, weswegen keine genaue Angabe gemacht werden kann [10, 11].

2.1.2 Fragebögen auf Smart Devices

Es wird immer üblicher, sein *Smart Device* (z.B. Smartphone, Smartwatch etc.) für alltägliche Aufgaben zu verwenden. Auch der Fitnesswandel und das Bedürfnis der Menschen, mehr auf die Gesundheit zu achten, wird mithilfe von Smart Devices unterstützt. Daher wird das Gebiet der Digitalisierung von alltäglichen Aufgaben immer größer und immer weiter ausgebaut. Durch die neu geöffneten Wege bietet es sich an, Fragebögen aller Art zu digitalisieren. Nicht nur die Umwelt wird durch den reduzierten Papierverbrauch geschont, sondern auch das Auswerten der Fragebögen wird vereinfacht [12, 6, 13]. Viele Frameworks sollen dabei helfen, dass Fach- und Bereichsexperten der Gesundheit schnell und einfach mobile Datenerfassungsanwendungen erstellen können [14, 15].

Ein bereits bestehendes Projekt hierfür ist ein *Fragebogen-Framework*, welches an der Universität Ulm entwickelt wurde. Um speziell psychologischen Studien entgegenzuwirken, wird die Datenerfassung digitalisiert und somit effizienter gemacht. Das Framework besteht aus drei wichtigen Bereichen. Es besitzt einen Fragebogen Konfigurator, mit welchem die Fragen und Fragebögen erstellt werden können. Desweiteren bietet es die Möglichkeit, Smart Devices zu integrieren, um die Fragebögen zu implementieren. Und drittens besitzt es eine Datenschicht, die den sicheren Austausch von Daten ermöglicht [16].

Um spezieller auf den Bereich Tinnitus einzugehen, wird im nächsten Abschnitt die bereits bestehende *Track your Tinnitus Mobile Crowd Sensing Plattform* vorgestellt. Zuvor wird der Begriff *Mobile Crowd Sensing* näher erläutert.

2.1.3 Mobile Crowd Sensing

Der Begriff *Mobile Crowd Sensing (MCS)* umfasst einen großen Forschungsbereich, der es ermöglicht, Daten von größeren Menschenmengen mithilfe von Smartphones und anderen Smart Devices zu sammeln und zu verarbeiten. Anders als bei *Crowd Sensing*, welches Daten durch *mitgeführte oder stationäre Sensoren* erhebt, können bei MCS Daten mithilfe der bereits vorhandenen Sensoren wie beispielsweise Kamera, Mikrofon, oder GPS erfasst und ausgelesen werden [17].

Vor allem in der Gesundheitsbranche stößt das MCS auf großen Zuspruch [5]. Durch den Einsatz von Smart Devices zum Zwecke der Gesundheit einer Population werden neue Wege ermöglicht, beispielsweise den Austausch von Daten und die Kommunikation zwischen Menschen zu vereinfachen.

Besonders bei der Erkrankung Tinnitus bietet es sich an, möglichst viele Daten zu erfassen und auszuwerten, jedoch ist es schwer herauszufinden, wie man Tinnitus überhaupt messen kann. Wenn man an die Unterscheidung zwischen objektivem und subjektivem Tinnitus denkt, so wird schnell ersichtlich, dass der subjektive Tinnitus nicht messbar ist. Darüber hinaus wird die Einschätzung der Tinnitus-Erkrankung zusätzlich

2 Grundlagen

erschwert, da das Auftreten und die Lautstärke der Störung variieren kann und von aktuellen Aktivitäten, Umwelteinflüssen oder Stressfaktoren abhängig ist [9].

Ferner können mithilfe von MCS traumatische Erfahrungen von Patienten überwacht werden. Es können also auch in diesen Studien mobile Geräte zum Erfassen von großen Datenmengen eingesetzt werden. Damit können nicht nur mehr Daten gesammelt werden, sondern auch der Zeit- und Kostenaufwand gesenkt werden [18].

Mit diesen Zielen wurde an der Universität Ulm eine *Track your Tinnitus Mobile Crowd Sensing Plattform* entwickelt, welche die einzelnen Tinnitus Wahrnehmungen durch spezifische Fragebögen ermittelt [11]. Ebenfalls wurden einige Resultate einer Studie festgehalten, die den Einsatz einer Smartwatch in MCS bestätigen [19].

2.1.4 TrackYourTinnitus

TrackYourTinnitus (TYT) ist ein Forschungsprojekt, welches an der Universität Ulm entwickelt wurde. Durch speziell entwickelte Fragebögen sollen Parameter erfasst werden, die Auskunft über die aktuelle Empfindung des Tinnitus der Patienten geben und herausfinden sollen, wie diese mit ihrem Tagesablauf und Aktivitäten zusammenhängen. Zusätzlich berücksichtigt das Smart Device des Patienten den Geräuschpegel im Umfeld, während der Fragebogen bearbeitet wird. Die Resultate werden dann an das *TYT Backend* gesendet. Ein *Backend* läuft auf dem *Server*, verwaltet dort die gesammelten Daten und ermöglicht es somit einem *Forscher*, auf diese zuzugreifen, zu verwenden und zu bewerten [20].

In Abbildung 2.1 wird der Grundaufbau von TYT modelliert. Die TYT Plattform umfasst eine *Webseite*¹ und zwei mobile Applikationen für die Betriebssysteme *iOS* und *Android*. Um die Benutzung der TYT Plattform zu erweitern wurde ein Versuch gestartet, die App auch auf der Smart Watch anzubieten. Hierfür wurde eine Masterarbeit an der Universität Ulm angefertigt, die generell die Umsetzung für elektronische Fragebögen auf Smartwatches – genauer für die *Android Gear*² – zuständig sein soll. In der vorliegenden

¹<https://www.trackyourtinnitus.org>

²<https://www.android.com/wear/>



Abbildung 2.1: Architekturaufbau

Arbeit soll eine Umsetzung für das Gegenstück von Android Gear realisiert werden, die sogenannte *Apple Watch*. Diese wird im nächsten Unterkapitel vorgestellt.

2.2 Technische Grundlagen

In diesem Unterkapitel werden die technischen Begriffe erklärt. Dazu wird zuerst das Smart Device vorgestellt, auf welchem die prototypische Realisierung stattfinden soll. Danach wird auf die Programmierumgebung eingegangen und näher erläutert, welche Elemente zur Umsetzung vorhanden sind.

2.2.1 Apple Watch

Die Apple Watch³ ist eine der neuesten Erfindungen von Apple, die seit 2015 erhältlich ist. Es handelt sich dabei um eine *Smartwatch* – eine Armbanduhr, die über zusätzliche Computerfunktionalitäten verfügt und in Verwendung mit einem Smartphone viele Möglichkeiten mit sich bringt. Unter anderem misst und erfasst die Apple Watch die Herzfrequenz über Sensoren und die erfassten Daten können von Apps auf dem Smartphone verwendet werden. An der rechten Seite der Apple Watch befindet sich die *Digital Crown*⁴, welche das Scrollen oder Auswählen von Elementen ermöglicht, die zum Beispiel am unteren Rand des Displays liegen und somit schwierig zu erreichen sind. Hält man die Digital Crown gedrückt, so wird die Siri-Funktion gestartet. Weiter verfügt die Apple Watch über Lage- und Beschleunigungssensoren, welche eingesetzt werden, um beispielsweise die Bewegung des Nutzers zu erkennen, wodurch unter anderem gemessen werden kann, wie lange der Nutzer gesessen, gestanden oder gelaufen ist.

Das Besondere an diesen Funktionen ist die herausragende Eignung für die Branche, da mithilfe von Pulssensoren die Herzfrequenzwerte leicht festgehalten werden können, was sich zum Beispiel für Nutzer mit Blutdruck-Problemen als sehr nützlich herausstellen kann. Ebenfalls ist das Festhalten dieser Daten für die Fitness der Nutzer wichtig, da sie die Smartwatch leicht in ihren alltäglichen Gebrauch mit einbringen können, ohne weitere Messgeräte oder spezielle Einstellungen zu verwenden.

Es lässt sich schon jetzt feststellen, dass die Grundfunktion einer Uhr, nämlich das Anzeigen der Uhrzeit, mit der Apple Watch weit überschritten wird. Die Apple Watch

³<http://www.apple.com/de/watch/>

⁴<https://support.apple.com/de-de/HT204639>

besitzt wie ein Smartphone einen *Homescreen*, mit dessen Hilfe auf verschiedene Apps zugegriffen werden. Diese können fast wie gewohnt genutzt werden, solange die Apple Watch mit dem iPhone via *Bluetooth*⁵ gekoppelt ist. Es können nicht nur Mitteilungen an die Smartwatch gesendet und angezeigt werden, sondern auch weitere Funktionen, wie eine Wetter-Anzeige, die Siri- Funktion oder die Musikwiedergabe sind möglich.

2.2.2 Programmierumgebung und Tools

Native Apps können für Apple-Betriebssysteme (zum Beispiel iOS, watchOS oder macOS⁶) generell mit Xcode entwickelt werden. Xcode ist eine Programmierumgebung, in der hauptsächlich mit den Programmiersprachen *Swift* und *Objective C* gearbeitet wird. Es können aber auch andere Programmiersprachen wie *C* oder *C++* verwendet werden. Jedoch kann Xcode – im Gegensatz zu den Java-IDEs – nur unter macOS verwendet werden.

Xcode setzt sich aus mehreren Komponenten zusammen. Die wesentlichen Bestandteile sind der *Quellcodeeditor*, in welchem man den Code in einer der möglichen Programmiersprachen betrachten und bearbeiten kann, und zum anderen der *Interfacebuilder*, mithilfe dessen die grafische Oberfläche für eine Anwendung via Drag & Drop erstellt werden kann. Diese wird als *Storyboard* bezeichnet und funktioniert analog zu Microsoft Visual Studio mit Editoren für die grafische Oberfläche und vorgefertigten Controls [21].

Mithilfe von Xcode können verschiedene Projekte für iOS erstellt werden, wie beispielsweise eine *Single-View Application*, welche nur eine (leere) View enthält, oder eine *Page-Based Application*, welche verschiedene Inhalte immer gleich anzeigt. Für Applikationen für die Apple Watch, benötigt man das Projekt *Watchkit*⁷.

Das Besondere an diesem Projekt ist, dass die zu entwickelnde Applikation nicht komplett auf der Uhr ausgeführt wird, sondern auch eine Applikation auf dem zugehörigen iPhone erforderlich ist.

⁵<https://www.bluetooth.com>

⁶<https://developer.apple.com/discover/>

⁷<https://developer.apple.com/library/prerelease/content/documentation/General/Conceptual/WatchKitProgrammingGuide/index.html>

2 Grundlagen

„Somit ist die App zweigeteilt: Ein Teil der App enthält das Storyboard und sonstige Ressourcen und wird auf der Uhr ausgeführt; der andere Teil (Code) läuft auf einem angeschlossenen iPhone und ist eine Erweiterung (Extension) einer App für das iPhone“ [21, S. 384]

Daraus lässt sich schlussfolgern, dass das zu realisierende Xcode-Projekt aus zwei verschiedenen Projekten besteht – zum einem aus dem iPhone-Projekt, welches das Storyboard und die Verwaltung der `ViewController` für die iPhone App beinhaltet, und zum anderen aus dem WatchKit-Projekt, welches aus dem *WatchKit App* Ordner, der das Storyboard für die Apple Watch enthält, und dem *WatchKit Extension* Ordner, welcher die eigentlichen `ViewController` verwaltet, besteht.

Unterhalb der `ViewController` gibt es ebenfalls Unterscheidungen. Für die Verwendung von normalen `Views`, die die Interaktion des Nutzers mit der App darstellen, können *Interface Controller Scenes* verwendet werden. Soll der Nutzer über bestimmte Änderungen, wie beispielsweise über eingehende Nachrichten oder Anrufe in einer App, die auf seinem iPhone installiert ist, informiert werden, eignet sich die *Notification Scene*. Mit der *Notification Scene* kann der Nutzer auf die angezeigten Mitteilungen reagieren, wie zum Beispiel den Inhalt detaillierter anzuzeigen oder mit vorgefertigten Auswahlmöglichkeiten zu antworten. Als dritte Variante gibt es den *Glance*, welcher eine nicht scrollbare `View` ist, und somit nur Informationen anzeigen soll, wie beispielsweise die Herzfrequenz des Nutzers.

Im Folgenden werden die Elemente, die für die Zusammenstellung der `View` wichtig sind, näher dargestellt.

Tabelle

Die `WKInterfaceTable` ist eines der nützlichsten Elemente, um dynamische Inhalte darzustellen. Wie in Abbildung 2.2 dargestellt, eignet sie sich am besten für die Darstellung von Inhalten einer Liste. So kann man im *Interface Storyboard* die Zeile der Tabelle genau definieren und gestalten.



Abbildung 2.2: Darstellung einer Tabelle mit `WKInterfaceTable`

PickerView

Der `WKInterfacePicker` ist ebenfalls ein nützliches Element um dynamische Inhalte darzustellen und diese scrollbar zu machen, wie in Abbildung 2.3 zu sehen ist. Er wird als *PickerView* bezeichnet. Bei dem `WKInterfacePicker` kann zwischen drei unterschiedlichen *Styles* unterschieden werden. Für den Style *List* wird der Inhalt der `PickerView` unterhalb als Liste präsentiert und für den Style *Stack* wird der Inhalt der `PickerView` als Karten Stack repräsentiert, wobei jedes Element aus dem Stack als Bild angezeigt wird. Der Benutzer kann mithilfe der Digital Crown an der Apple Watch durch den Stack blättern und animiert dadurch das neue Bild auf dem Bildschirm. Soll der Inhalt der `PickerView` jedoch als Sequenz dargestellt werden, so kann der Style *Sequence* verwendet werden. Dieser stellt jedes Element der Liste als Sequenzfolge dar. Wird die Digital Crown an der Apple Watch gedreht, so wird zwischen den Bildern gewechselt [22].

Buttons und Spracheingabe

Um dem Nutzer Interaktionen innerhalb der Anwendung zu ermöglichen, wird der `WKInterfaceButton` verwendet. Ein Button besteht aus einem Text, Bild oder Farbe oder aus einer Kombination von den genannten Möglichkeiten. Ebenfalls enthält er den



Abbildung 2.3: Darstellung eines Pickers mit `WKInterfacePicker`

Aufruf einer Methode, um eine bestimmte Handlung zu vollbringen. Um die bestimmte Funktion der *Spracheingabe* zu tätigen, wird folgendes Vorgehen [23] benötigt:

```
1  func makeTextInput () {
2      presentTextInputController (withSuggestions: nil,
3      allowedInputMode: WKTextInputMode.plain,
4      completion: {(results) -> Void in
5          if results != nil && results!.count > 0 {
6              let text = results?[0] as? String
7              self.myLabel.setText (text)
8          }
9      })
10 }
```

Listing 2.1: Spracheingabe

Ein beispielhafter Methodenaufruf wird in Listing 2.1 gezeigt. Die Methode `makeTextInput ()` wird beim Klicken des Spracheingabebuttons aufgerufen und ein neuer `ViewController` wird angezeigt, welcher den gesprochenen Text aufnimmt und diesen im dafür zuständigen `WKInterfaceLabel` anzeigt.

Slider und Switch

Der `WKInterfaceSlider` wird verwendet, um einen bestimmten Wert von einem gegebenen Wertebereich auszuwählen. Er eignet sich ebenfalls sehr gut für die Darstellung von Skalen. Im Interfacebuilder können für den minimalen und maximalen Wert auch Bilder eingesetzt werden [24].

Um einen Schalter oder genauer gesagt einen *Ein- und Ausschalter* verwenden zu können, eignet sich hierfür der `WKInterfaceSwitch`. Er bietet die Möglichkeit, Funktionen innerhalb der Applikation zu aktivieren bzw. deaktivieren. Ein klassisches Beispiel bietet dafür die native *Uhr App* von Apple, bei der neue Wecker erstellt, bearbeitet, gelöscht oder auch ein- oder ausgeschaltet werden können. Abbildung 2.4 zeigt ein minimales Beispiel für beide Elemente [25].



Abbildung 2.4: Darstellung eines Sliders und Switches mit `WKInterfaceSlider` und `WKInterfaceSwitch`

3

Verwandte Arbeiten

Wie in Kapitel 2 bereits erwähnt, gibt es verwandte Arbeiten, die sich mit ähnlichen Themen befassen. In diesem Kapitel werden drei Arbeiten näher betrachtet. Die erste Arbeit behandelt die Realisierung eines mobilen Frameworks zur Unterstützung tinnitusgeschädigter Patienten und die zweite Arbeit befasst sich mit der Umsetzung von elektronischen Fragebögen auf Smartwatches. Die dritte Arbeit befasst sich mit dem generellen Thema, Smart Devices für umfangreiche klinische Studien einzusetzen.

3.1 Konzeption und technische Realisierung eines mobilen Frameworks zur Unterstützung tinnitusgeschädigter Patienten

Zur Erfassung klinischer Parameter Tinnitus-geschädigter Patienten wurde bislang noch keine umfangreiche Digitalisierung vorgenommen, bis hin zur Diplomarbeit von Jochen Herrmann. Durch seine Arbeit wurde es ermöglicht, die Schwankungen der Tinnituswahrnehmung auf Smartphones zu überwachen und zu visualisieren. Hierfür wurde eine Webseite sowie eine App für iOS und Android entwickelt. Für die Umsetzung dieser Möglichkeit wurde das Projekt TYT verwendet [26].

Im nächsten Abschnitt wird, ähnlich wie in Kapitel 2.1.4, der Aufbau des TYT Projekts beschrieben.

3.1.1 Aufbau des TrackYourTinnitus Projekts

Das TYT Projekt unterteilt sich in zwei Bestandteile, als Erstes der *Server*, und als Zweites die *Apps für Smartphones*. In Abbildung 3.1 ist der genauere Aufbau des Projekts dargestellt.

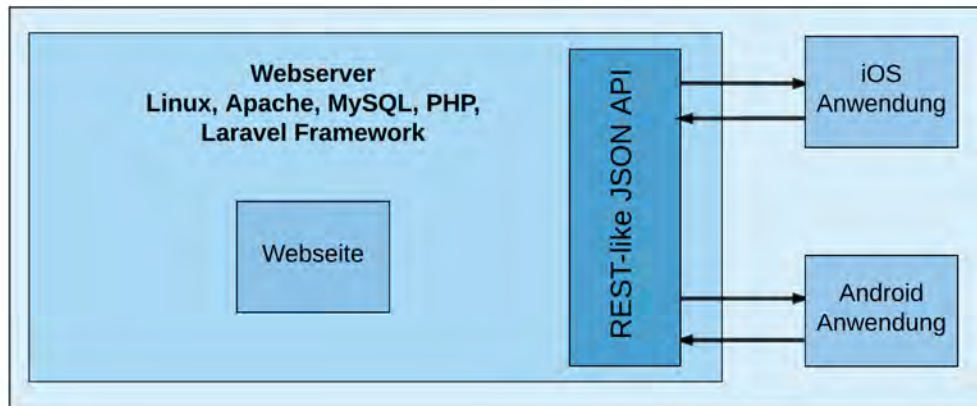


Abbildung 3.1: Aufbau des TYT Projekts [26]

Der *Server* ist für die Netzdienste zuständig und steht in Kontakt mit den *Smartphone Apps*, um für diese bestimmte Dienste zu erfüllen. Der Server von TYT verwendet das Betriebssystem *Linux*. Eine Spezifikation von einem Server ist ein *Webserver*, der Dokumente an einen Webbrowser sendet. Dafür wurde bei TYT *Apache* verwendet. Um die Daten sicher aufzubewahren, wird *MySQL* als Datenbank und *PHP* als Skriptsprache verwendet. Zur Realisierung der Webanwendung wurde das *Laravel Framework* verwendet. Die Smartphone Apps wurden nativ entwickelt, was bedeutet, dass die *iOS Anwendung* mithilfe von *Objective C* und die *Android Anwendung* mithilfe von *Java* entwickelt wurde. Die Kommunikation zwischen den Anwendungen auf den Smartphones und der Webanwendung wird über eine *REST-ähnliche JSON-API* ermöglicht [26]. *REpresentational State Transfer Architektur (REST)* ist ein Architektur Modell, welches beschreibt, wie Web Standards in einer Web gerechten Weise eingesetzt werden können [27]. Die *JSON API* bietet die notwendige Schnittstelle, um den Inhalt abzurufen, also um die Kommunikation zwischen den Anwendungen auf den Smartphones und der Webanwendung zu ermöglichen [26].

3.1 Framework zur Unterstützung tinnitusgeschädigter Patienten

In den folgenden Abschnitten werden zuerst die Webseite und anschließend die Smartphone Anwendungen des TYT Projekts betrachtet.

3.1.2 Webseite des TYT Projekts

Die Webseite des TYT Projekts¹ ermöglicht es, einen neuen Benutzer zu registrieren. Sobald ein Nutzer registriert ist, werden seine Anmeldedaten gespeichert und die An- und Abmeldung ist jederzeit möglich. Der Nutzer hat jetzt die Möglichkeit, einen Fragebogen zu bearbeiten. Sollen die Schwankungen der Tinnituswahrnehmung überprüft werden, so muss der Nutzer sich die entsprechende App auf sein Smartphone herunterladen.

Bei der Anmeldung eines Benutzers wird er automatisch in seinen persönlichen Benutzerbereich geleitet. Auf dieser Seite erhält der Nutzer Informationen über seine Fragebögen, eine Ergebnisdarstellung der erfassten Daten aus den Smartphones und die Möglichkeit, sein Profil zu bearbeiten. Hat ein Benutzer einen Fragebogen bearbeitet, so wird der Fortschritt der Bearbeitung durch einen Fortschrittsbalken angezeigt. Je nach Status des Fragebogens nehmen die Fortschrittsbalken verschiedene Farben an, so hat beispielsweise ein unbearbeiteter Fragebogen einen leeren Fortschrittsbalken, ein angefangener Fragebogen einen blauen und ein vollständig bearbeiteter Fragebogen einen grünen Balken. Diese Funktion soll schneller erkennbar werden lassen, welche Fragebögen noch beantwortet werden müssen und wieviele aller Fragebögen bereits beantwortet wurden [26].

3.1.3 Smartphone Apps des TYT Projekts

Die Umsetzung einer Webseite für das TYT Projekt ermöglicht, jedem Benutzer Zugriff zu gewährleisten unter der Voraussetzung, dass eine Internetverbindung besteht. Um es dem Nutzer zu erleichtern und das Gebiet der Nutzung zu erweitern, wurden Smartphone Apps realisiert.

Die Umsetzung für die Überwachung der Schwankungen der Tinnituswahrnehmung ist nur für die Smartphone Apps realisiert. Dies wurde nativ für die beiden Betriebssysteme

¹<https://www.trackyourtinnitus.org>

3 Verwandte Arbeiten

iOS und Android entwickelt. Zum Zeitpunkt der Entwicklung ist die iOS Version für ein iPhone entwickelt worden. Demnach werden die Versionen iOS6 und iOS7 unterstützt. Die Android Version unterstützt Geräte ab Android Version 2.3 [26].

Um die App nutzen zu können, ist eine Registrierung oder Anmeldung des Nutzers notwendig. Ist ein Nutzer angemeldet, so werden die aktuellen Fragebögen heruntergeladen und falls dies ein bereits bearbeiteter Fragebogen ist, so wird der bearbeitete Status auch mit heruntergeladen. Andernfalls kann der Nutzer die Bearbeitung des Fragebogens beginnen.

Um die Schwankungen der Tinnituswahrnehmung überwachen zu können, ist eine Aktivierung in den Einstellungen notwendig, wobei beachtet werden muss, dass nur der Geräuschpegel gemessen wird und nicht die Aufzeichnung der Hintergrundgeräusche erfolgt [26].

3.2 Realisierung und Evaluierung von Interaktionskonzepten für elektronische Fragebögen auf Smartwatches

Aufbauend auf der Arbeit des vorherigen Abschnittes wird in dieser Arbeit versucht, Interaktionskonzepte für elektronische Fragebögen auf Smartwatches umzusetzen. Hierfür wird die Android Plattform verwendet, die zusammen mit *Android Wear* eine Plattform für *Wearables*² darstellt. Mit dessen Hilfe können Anwendungen für alle Smartwatches erstellt werden, die das Android Betriebssystem verwenden. Hierfür wird im nächsten Abschnitt die Architektur des zu entwickelndem Umfragesystems vorgestellt und das Zusammenspiel von Smartphone und Smartwatch näher erläutert [28].

3.2.1 Architektur des Umfragebogensystems

Der Aufbau des Umfragebogensystems unterteilt sich in drei Bestandteile. Als Erstes der *RESTfulWebservice*, dann die *SmartCrowd (Mobile)* und zuletzt die *SmartCrowd (Wears)*. In Abbildung 3.2 ist der genauere Aufbau dargestellt.

²<http://www.wearables.com>

3.2 Interaktionskonzepte für elektronische Fragebögen auf Smartwatches

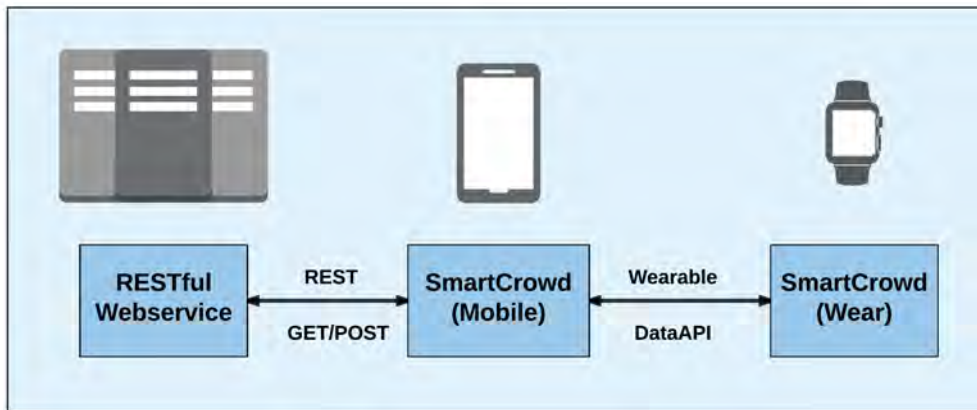


Abbildung 3.2: Aufbau des Umfragebogensystems in Android [28]

Der *RESTfulWebservice* ist ähnlich wie in Kapitel 3.1.1 dafür zuständig, die auf dem Server gespeicherten Fragebögen zur Verfügung zu stellen. Ebenfalls bietet hier die *REST-API* die Schnittstelle, über die der Inhalt abgerufen werden kann. Die Verbindung zur Smartwatch erfolgt hierbei über den Zwischenschritt des Smartphones. Somit gilt das Vorhandensein der Anwendung als Voraussetzung. Damit muss das Smartphone für diese Anwendung mit dem Betriebssystem *Android 4.3* oder höher ausgestattet sein.

SmartCrowd (Mobile) bezeichnet hier die Anwendung auf dem Smartphone. Durch ihre Hilfe werden die Umfragen und Umfragergebnisse durch die Smartwatch empfangen und gesendet. Die Umfragen liegen beim Webserver in *JSON*-Datenformat vor. Sie können durch die Verwendung der von *HTTP*³ bereitgestellten *GET*-Methode vom Webserver geladen werden. Dagegen werden bereits bearbeitete Umfragebögen durch die *POST*-Methode wieder auf den Server gesendet. Gleichmaßen können mit der Anwendung *SmartCrowd (Wear)* Umfragen bearbeitet werden und durch das Smartphone an den Webserver geleitet werden.

Zum Ende dieser Arbeit wird eine Studie mit dem Ziel durchgeführt, das implementierte System zu bewerten und bezüglich der Brauchbarkeit für den Einsatz dieses Systems zu untersuchen. Das Umfragebogensystem wurde mit unterschiedlichen Eingabeformen wie beispielsweise *Multiple Choice* und *Single Choice* realisiert, welche in der Studie

³<https://www.rfc-editor.org/rfc/pdf/rfc/rfc2616.txt.pdf>

dann auf ihre Eignung evaluiert wird. Das Ergebnis der Studie zeigt, dass 15 von 24 Probanden bereit sind, Umfragen in regelmäßigen Abständen durchzuführen. Jedoch wird betont, dass für eindeutige Aussagen über die Akzeptanz von Smartwatches in Umfragesystemen eine längere Studie angesetzt werden müsste [28].

3.3 Using Smart Mobile Devices for Collecting Structured Data in Clinical Trials: Results From a Large-Scale Case Study

Das Thema *Verwendung von Smart Devices für klinische Studien*, zu dem es nennenswerte verwandte Arbeiten gibt, wird im Folgenden betrachtet. Die Methode, klinische Studien papierbasiert durchzuführen, ist eine gepflegte Vorgehensweise, die aber einige Nachteile mit sich bringt [5]. Nicht nur Transkriptionsfehler können auftreten, sondern auch andere Datenqualitätsprobleme wie zum Beispiel unvollständige oder inkonsistente Daten können vorhanden sein. Durch die wachsende Verwendung von Smart Devices im alltäglichen Leben ist auch die Verwendung von Smart Devices für die Durchführung von klinischen Studien angestiegen [29]. In dieser Arbeit wird ein spezieller Fall näher beschrieben.

Um Psychologen in Burundi zu unterstützen, wurde in den letzten Jahren eine umfangreiche Studie durchgeführt. Dabei wird eine mobile Anwendung für eine standardisierte Datenerfassung entwickelt. Während der Studiendurchführung zeigt sich diese Anwendung als äußerst zuverlässig und darüber hinaus auch als sehr effektiv für die Forscher, da diese sich mit der Durchführung der Studie auf Smart Devices mit elektronischen Fragebögen viel Zeit und Arbeit ersparen.

Diese Arbeit bezieht sich ebenfalls auf mehrere klinische Studien, die den Einsatz von mobilen Geräten befürworten. Diese Studien wurden jedoch in stabilen Umgebungen durchgeführt, die eine gute Infrastruktur besitzen und somit eine gute Internetverbindung bieten. Dies hat zur Folge, dass die positiven Ergebnisse nicht auf alle Umgebungen übertragen werden können. In manchen Fällen kann die Infrastruktur große Defizite

aufweisen oder es an Personal mangeln, das eine Affinität zu mobilen Anwendungen besitzt.

Während der Studie stellt sich heraus, dass die Umsetzung von mobilen Anwendungen für klinische Studien noch weitere Komplikationen mit sich bringt. Dazu zählen die ständigen Änderungen des implementierten Fragebogens und des mobilen Betriebssystems, was eine steigende Komplexität des Projekts zur Folge hatte. Mit Erkennung dieser Probleme können schließlich grundlegende Anforderungen für die Entwicklung von mobilen Anwendungen für die Datenerfassung umgesetzt werden. Die Notwendigkeit einer solchen Umsetzung innerhalb des klinischen Rahmens wurde mithilfe dieses Projektes aufgezeigt [30].

3.4 Fazit

Mit der ersten Arbeit ist ein mobiles Framework zur Überwachung der Schwankungen der Tinnituswahrnehmung entwickelt worden. Es wurde eine Webseite realisiert, die für das TYT Projekt verschiedene Funktionen ermöglicht. Ein Nutzer kann nicht nur ein Profil anlegen, sondern auch die Fragebögen bearbeiten und Feedback zum aktuellen Stand der jeweiligen Bearbeitung erhalten. Das Hauptziel der Umsetzung der Smartphone Apps beabsichtigt, zusätzlich zum Bearbeiten der Fragebögen die Überwachung der Schwankungen der Tinnituswahrnehmung zu realisieren.

In der zweiten Arbeit wurde das Ziel angestrebt, ein Umfragebogensystem auf einer Smartwatch zu realisieren. Hierfür wurde das Betriebssystem Android ausgewählt und es wurde eine Anwendung für das Android Smartphone und die Android Smartwatch erstellt. Mithilfe dieser Arbeit wurde gezeigt, dass es möglich ist, eine solche Anwendung auf einer Smartwatch zu realisieren. Das Ergebnis der Studie unterstreicht, dass der Einsatz einer Smartwatch in Umfragebogensystemen sinnvoll ist, jedoch für genauere Aussagen eine Langzeitstudie durchgeführt werden müsste.

Die dritte Arbeit beschäftigt sich mit der Verwendung von Smart Devices für klinische Studien. Es wurde aufgezeigt, welche Effizienz es gegenüber bisherigen, papierbasierten Durchführungsmethoden mit sich bringt und wie eine solche Anwendung umgesetzt

3 Verwandte Arbeiten

werden konnte. Mithilfe dieser Arbeit wurde verdeutlicht, dass der Einsatz von mobilen Geräten für klinische Studien viele Vorteile mit sich bringt.

Somit soll in der vorliegenden Arbeit die Umsetzung eines mobiles Smartwatch Fragebo- gensystems zur Erfassung klinischer Parameter Tinnitus-geschädigter Patienten auf der Apple Watch beschrieben werden.

4

Anforderungen

In diesem Kapitel werden Anforderungen an die prototypische Anwendung definiert, um den Systemumfang zu beschreiben. Zuerst werden die möglichen Anwendungsfälle dargestellt und anschließend werden die Anforderungen in funktionale und nicht-funktionale Anforderungen unterteilt.

4.1 Anwendungsfälle

In jedem Entwicklungsprozess wird das Ziel angestrebt, etwas zu entwickeln, das bestimmte Anforderungen erfüllt. Anforderungen werden generell in zwei verschiedene Arten unterteilt. Die *funktionalen* Anforderungen beschreiben, *was* das System leisten soll, während die *nicht-funktionalen* Anforderungen sich darauf beziehen, *wie* das System oder einzelne Funktionen arbeiten sollen. Anforderungen werden vor der eigentlichen Realisierung aufgestellt, um eine Übersicht über das ganze Projekt zu erhalten und bessere Planungen und Einteilungen zu Beginn machen zu können.

Anforderungen besitzen nach *IEEE-Standard*¹ einige Qualitätsmerkmale [31], die im Folgendem aufgelistet werden.

Eindeutig Jede Anforderung besitzt eine einzige Interpretationsmöglichkeit

Vollständig Jede Anforderung ist inhaltlich und formal vollständig formuliert

Konsistent Jede Anforderung ist konsistent in sich und mit anderen

Korrekt Jede Anforderung ist korrekt

¹<https://standards.ieee.org>

4 Anforderungen

Verifizierbar Jede Anforderung ist überprüfbar in ihrer Erfüllung

Realisierbar Jede Anforderung ist realisierbar

Klassifizierbar Jede Anforderung ist klassifizierbar bezüglich juristischer Verbindlichkeiten

Bewertbar Jede Anforderung ist bewertbar hinsichtlich der Kritikalität, Priorität oder Wichtigkeit

Bei Einhaltung dieser Kriterien erhält man nach Aufstellen der Anforderungen eine detaillierte und präzise Beschreibung des Gesamtprojekts.

Bezogen auf ein mobiles Smartwatch-Fragebogensystem erwartet der Nutzer, dass er eine Anzahl an Fragen bekommt und zu diesen eine *Antwortmöglichkeit* geben kann. Eine *Antwortmöglichkeit* unterscheidet sich hier in der Art, wie sie dargestellt werden kann. In der folgenden Tabelle 4.1 sind die verschiedenen Arten einer Antwortmöglichkeit aufgelistet.

Frageart	Beschreibung
Single Choice	Der Nutzer hat die Möglichkeit, aus <i>mehreren</i> Antwortoptionen eine auszuwählen
Binärantwort	Der Nutzer hat die Möglichkeit, <i>eine</i> Antwort von zwei Antwortoptionen (ja/nein) auszuwählen
Spracheingabe	Der Nutzer hat die Möglichkeit, seine Antwort per <i>Spracheingabe</i> zu tätigen
Slider	Der Nutzer hat die Möglichkeit, seine Antwort anhand eines <i>Wertes innerhalb einer Skala</i> zu tätigen

Frageart	Beschreibung
Picker	Der Nutzer hat die Möglichkeit, seine Antwort anhand eines <i>Wertes innerhalb einer Sequenz</i> zu tätigen

Tabelle 4.1: Übersicht über verschiedene Antwortmöglichkeiten

Zu beachten ist, dass das mobile Fragebogensystem auf einer Smartwatch realisiert werden soll, was das Darstellen von Fragen und Antworten eines Fragebogens auf einer Smartwatch einschränkt.

Um einen *grafischen* Überblick zu erhalten, werden bei der Projektplanung oftmals *Anwendungsfalldiagramme* verwendet. Ein *Anwendungsfalldiagramm* soll die wesentlichen Systemfunktionen und – falls vorhanden – deren Beziehungen aus Benutzersicht beschreiben. Innerhalb eines *Anwendungsfalldiagramms* gibt es *Akteure*, die sich außerhalb des Systems befinden und mit einem zugehörigem *Anwendungsfall* interagieren. In den meisten Fällen sind dies Personen, die das System bedienen [31].

Die Abbildung 4.1 stellt ein Anwendungsfalldiagramm dar, welches einen Akteur besitzt, der mit den verschiedenen Anwendungsfällen, in Verbindung steht. Der Akteur ist in diesem Fall der Nutzer, der Anforderungen an das Fragebogensystem stellt.

In den nachfolgenden Unterkapiteln werden die oben beschriebenen Anwendungsfälle für das in dieser Arbeit zu realisierende Fragebogensystem in funktionale und nicht-funktionale Anforderungen unterteilt.

4 Anforderungen

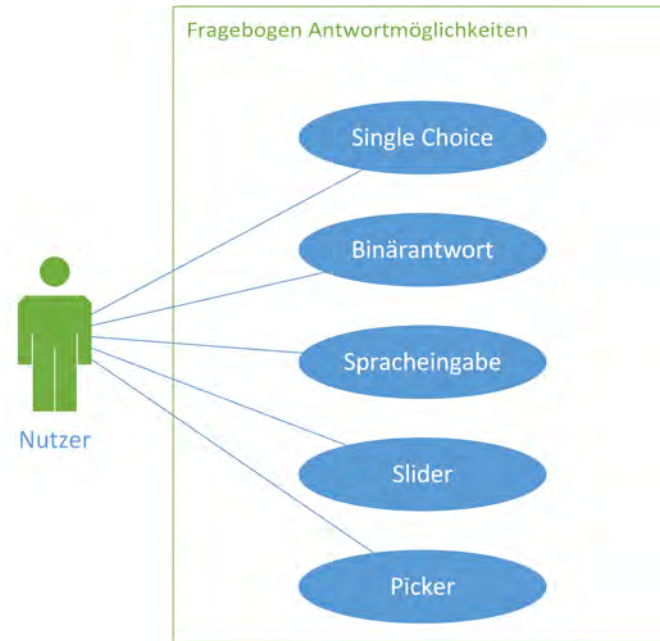


Abbildung 4.1: Anwendungsfalldiagramm für die Antwortmöglichkeiten eines Fragebogensystem

4.2 Funktionale Anforderungen

Die funktionalen Anforderungen beziehen sich darauf, welche Funktionalitäten das Fragebogensystem aufweist.

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
1.	Fragebogen anzeigen	Die Anwendung soll dem Nutzer eine Übersicht anzeigen, in der alle Fragebögen aufgelistet werden
2.	Beantworten von Fragebögen	Der Nutzer soll die Möglichkeit haben, alle Fragen eines Fragebogens beantworten zu können

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
3.	Unterstützung von Antwortmöglichkeiten	Die vorher definierten Anwendungsbeispiele sollen auf dem System umgesetzt werden können
4.	Timer während der Bearbeitung eines Fragebogens	Während der Bearbeitung eines Fragebogens soll die Zeit gemessen werden, die ein Nutzer benötigt, alle Fragen zu beantworten
5.	Möglichkeit, bereits gegebene Antworten zu ändern	Dem Nutzer soll jederzeit die Möglichkeit geboten werden, zur vorherigen Ansicht zurückzukehren, um beispielsweise eine versehentliche Antwort zu korrigieren
6.	Erweiterbarkeit der Fragebögen	Die Fragebögen und Fragen sollen von bestimmten Benutzern editierbar und erweiterbar sein

Tabelle 4.2: Übersicht zu den funktionalen Anforderungen

4.3 Nicht-funktionale Anforderungen

Die nicht-funktionalen Anforderungen beziehen sich darauf, *wie* das Fragebogensystem die funktionalen Anforderungen erbringt.

4 Anforderungen

Nr.	Bezeichnung	Beschreibung
1.	Technische Anforderungen	Das System wird in Xcode mit Swift entwickelt und soll unter watchOS 2 und iOS 7 oder neuer lauffähig sein
2.	Verfügbarkeit	Die App soll jederzeit zur Verfügung stehen
3.	Stabilität und Robustheit	Die App soll robust funktionieren und falls eine Fehlfunktionen auftritt, soll nach einem Neustart des Systems die Anwendung fortgeführt werden können
4.	Benutzerfreundlichkeit	Eine einfache und intuitive Bedienung wird vorausgesetzt

Tabelle 4.3: Übersicht zu den nicht-funktionalen Anforderungen

Durch die nun vorhandenen, beschriebenen Anforderungen kann die prototypische Realisierung als nächsten Schritt wahrgenommen werden.

5

Prototypische Realisierung

In diesem Kapitel werden die zuvor gezeigten Tools aus Kapitel 2.2.2 für die prototypische Realisierung verwendet und mithilfe der im letzten Kapitel gezeigten Anforderungen umgesetzt. Hierbei wurden vier Fragebögen realisiert, welche sich auf das Tinnitusverhalten wie in Kapitel 2.1.4 angedeutet, beziehen. Zu beachten ist, dass jeweils zwei Fragebögen gleichartig sind, nur in anderen Variationen dargestellt sind, um die verschiedenen Erscheinungen im nächsten Kapitel bezüglich ihrer Einsetzbarkeit zu evaluieren.

In den folgenden Unterkapiteln wird zuerst der Unterschied zwischen `struct` und `class` erläutert. Anschließend werden beide Designs für die in Tabelle 4.1 aufgelisteten Antwortmöglichkeiten vorgestellt. Tabelle 5.1 veranschaulicht, wie dabei zwei verschiedene Befragungen simuliert werden, die jeweils in beiden Designs realisiert sind. Es wird gezeigt, dass Fragebogen 1 und 3 dasselbe Design verwenden, während Fragebogen 1 und 2 dieselben Fragen beinhalten. Derselbe Zusammenhang gilt für Fragebogen 2 und 4.

		Design:	
		Design 1	Design 2
Fragen:			
Fragen 1		Fragebogen 1	Fragebogen 2
Fragen 2		Fragebogen 3	Fragebogen 4

Tabelle 5.1: Übersicht zu den Fragen und Designs

5 Prototypische Realisierung

Ein erwähnenswerter Punkt innerhalb der `Swift` Programmierung ist die Verwendung des `structs`. Ein `struct` wird in `Swift` ähnlich wie `class` verwendet. Sie können beide Variablen deklarieren, um Werte zu speichern oder Methoden definieren, um Funktionalität miteinzubinden. Der wichtigste Unterschied zwischen den Beiden ist, dass `struct` ein *value* Typ ist, während `class` ein *reference* Typ ist. Das heißt, dass bei `struct` jede Instanz eine eindeutige Kopie von ihren vorhandenen Daten behält, im Gegensatz dazu teilen sich bei `class` die Instanzen eine Kopie der Daten. [32]

```
1 struct Questionnaire {
2     static var questionnaire = 0
3     static var startTime: Date! = Date()
4     static var endTime: Date! = Date()
5 }
6 class BeginningInterfaceController: WKInterfaceController {
7     let objects: [Questionnaire] = [
8         Questionnaire(name: "Fragebogen 1"),
9         Questionnaire(name: "Fragebogen 2"),
10        Questionnaire(name: "Fragebogen 3"),
11        Questionnaire(name: "Fragebogen 4")]
12 }
13 /* Weitere Methoden folgen */
```

Listing 5.1: Vergleich von `struct` und `class`

In Listing 5.1 wird ein Beispiel gezeigt, in dem sowohl ein `struct` als auch eine `class` verwendet wird. Um für jeden Fragebogen eine genaue Zeit zu stoppen, wird `struct` benutzt. Um aber in der verwendeten Tabelle eine Referenzierung zwischen Fragebogen 1 bis Fragebogen 4 zu erreichen, wird (wie gewohnt) `class` verwendet.

5.1 Design 1

In diesem Abschnitt werden die Antwortmöglichkeiten vorgestellt, die in Design 1 enthalten sind.

Single Choice Antworten

Mithilfe der Single Choice Antwortmöglichkeiten kann der Nutzer aus den vorhandenen Antwortmöglichkeiten genau eine Antwort auswählen. Die Antwortmöglichkeiten werden in Abbildung 5.1 gezeigt.



Abbildung 5.1: Umsetzung der Single Choice Antworten in Design 1

In Design 1 wurden die Single Choice Antworten mithilfe des `WKInterfaceButtons` umgesetzt. Um der kleinen Displaygröße der Apple Watch gerecht zu werden, wurden für die Single Choice Antwortmöglichkeiten drei Icons verwendet, aus denen der Nutzer seine Antwort auswählen kann. Dabei wurden die Antwortmöglichkeiten gering gehalten und je nach Frage dem Nutzer eine positive, neutrale und negative Antwort zur Verfügung gestellt.

Binärantworten

Mit den Binärantworten werden, wie oben schon beschrieben, Ja- und Nein- Antworten modelliert, bei denen der Nutzer eine mögliche Antwort auswählen kann. Design 1 setzt die Binärantworten wie in Abbildung 5.2 gezeigt um. Auch in Design 1 werden für die Binärantworten `WKInterfaceButtons` verwendet. Die Antwortmöglichkeit *Ja* wird mit einem Icon für einen Haken dargestellt, während die Antwortmöglichkeit *Nein* mit einem Icon für ein Kreuz oder X dargestellt wird. Zusätzlich wird eine Beschriftung miteingefügt, um mögliche Verwirrungen zu vermeiden.

5 Prototypische Realisierung



Abbildung 5.2: Umsetzung der Binärantwort in Design 1

Spracheingabe

Um eine individuelle Antwort geben zu können, eignet sich die Spracheingabe besonders gut. Ein Nutzer kann mit einem speziellen Button die Diktierfunktion starten und seine Antwort in Richtung des Mikrofons sprechen. Dabei wird ihm der erkannte Text angezeigt und falls dieser seinen Wünschen entspricht, kann er seine Antwort der Frage hinzufügen – wenn nicht, kann er die Spracheingabe wiederholen. In Abbildung 5.3 wird der Button für die Spracheingabe angezeigt.



Abbildung 5.3: Umsetzung der Spracheingabe in Design 1

Da nicht jeder Benutzer mit der Spracheingabefunktion vertraut ist, wurde in Design 1 der `WKInterfaceButton` mit dem Text *Spracheingabe* verwendet, um dem Nutzer zu signalisieren, dass er durch diese Schaltfläche eine Spracheingabe durchführen kann.

Sliderantworten

Mit den Sliderantworten kann der Nutzer einen Wert auf einer abgebildeten Skala auswählen. Die Skala wird in folgender Abbildung 5.4 gezeigt.



Abbildung 5.4: Umsetzung der Sliderantwort in Design 1

In Design 1 wurden die Sliderantworten mit einem `WKInterfaceSlider` umgesetzt. Die Werte der Skala haben den Minimumwert 0 und den Maximumwert 5, sodass der Nutzer einen Wert zwischen 0 und 5 auswählen kann. Die Werte werden anhand des grünen Striches deutlich. In Design 1 wurde statt des Standardsliders mit Plus und Minus an beiden Enden zwei Icons zur betreffenden Frage eingefügt.

5.2 Design 2

In diesem Abschnitt werden die Antwortmöglichkeiten vorgestellt, die das Design 2 hervorheben.

Single Choice Antworten

Auch in Design 2 werden mehrere Single Choice Antwortmöglichkeiten zur Verfügung gestellt, zwischen welchen der Nutzer wählen kann. Die Antwortmöglichkeiten werden in Abbildung 5.5 gezeigt.



Abbildung 5.5: Umsetzung der Single Choice in Design 2

In Design 2 wurden die Single Choice Antworten mithilfe der `WKInterfaceTable` umgesetzt. Hierfür wurde eine positive, neutrale und negative Antwortmöglichkeit zur Verfügung gestellt und eine zusätzliche Beschriftung eingefügt.

Binärantworten

Auch hier wurden für die Binärantworten wieder Ja und Nein zur Verfügung gestellt, wie in Abbildung 5.6 deutlich wird.

Die Binärantwortmöglichkeiten wurden in Design 2 mithilfe des `WKInterfaceButtons` umgesetzt. Hier wurde der Ja-Button mit einer grünen und der Nein-Button mit einer roten Farbe hinterlegt.



Abbildung 5.6: Umsetzung der Binärantwort in Design 2

Spracheingabe

Auch in Design 2 wurde dem Nutzer die Möglichkeit gegeben, seine Antwort individuell per Spracheingabe aufzunehmen. In Abbildung 5.7 wird der Button für die Spracheingabe angezeigt.



Abbildung 5.7: Umsetzung der Spracheingabe in Design 2

In Design 2 wurde die Sprachfunktion mit einem `WKInterfaceButton` umgesetzt. Der Text aus Design 1 wurde durch ein Icon ersetzt, welches ein Mikrofon darstellt, mithilfe dessen die Diktierfunktion gestartet werden kann. Wichtig hierbei ist, dass bei beiden Sprachfunktionen zuerst die Sprachfunktion getätigt werden muss, bevor der Weiter-Button direkt unter dem Button für die Sprachfunktion aktiviert wird.

Sliderantworten

Mit den Sliderantworten kann der Nutzer ebenfalls in Design 2 einen Wert auf einer abgebildeten Skala auswählen. Die Skala wird in folgender Abbildung 5.8 gezeigt.



Abbildung 5.8: Umsetzung der Sliderantwort in Design 2

Der Slider wurde mithilfe des `WKInterfaceSlider` umgesetzt. Hier kann wie auch in Design 1 ein Wert zwischen 0 und 5 ausgewählt werden. Die Werte werden anhand des grünen Striches deutlich. Es wurde der Standardslider mit Plus und Minus Zeichen an beiden Enden verwendet. Zusätzlich zum Slider wurden dann zwei Icons, die zur betreffenden Frage passen, eingefügt.

Pickerantworten

Mit den Pickerantworten kann der Nutzer einen Wert aus einer abgebildeten Sequence (siehe Abschnitt 2.2.2) auswählen. Die Sequence wird in folgender Abbildung 5.9 gezeigt.

In Design 2 wurde die Pickerantwortmöglichkeit mithilfe des `WKInterfacePicker` umgesetzt. Durch einen `WKInterfacePicker` konnte der Style *Sequence* ausgewählt werden, sodass eine Reihe von Bildern angezeigt werden kann. Hierbei kann der Nutzer die Digital Crown an der rechten Seite der Apple Watch drehen, um den gewünschten Wert auszuwählen. Hierbei ist es dem Nutzer möglich, in beide Richtungen zu drehen,



Abbildung 5.9: Umsetzung der Pickerantwort in Design 2

um das vorherige oder nachfolgende Bild aufzurufen und damit die Prozentzahl zu erhöhen oder zu verringern.

6

Studie zur Usability

Dieses Kapitel befasst sich mit der Durchführung einer Studie, mit welcher überprüft werden soll, ob und zu welchem Grad sich die Antwortmöglichkeiten der vorliegenden prototypischen Realisierung für den Einsatz in einem MCS System eignen. Dafür wird anfangs das Studiendesign vorgestellt, welches den Aufbau der Studie beschreiben soll, und anschließend die Durchführung der Studie dokumentiert. Zuletzt sollen diese Ergebnisse ausgewertet und gedeutet werden.

Um genauere Schlussfolgerungen ziehen zu können, wurden die in Tabelle 6.1 dargestellten Hypothesen aufgestellt. Diese sollen nach der Analyse der Studienergebnisse in Kapitel 6.4 überprüft werden.

Nr.	Hypothese
1.	Ein mobiles Smartwatch-Fragebogensystem kann für eine Smartwatch entwickelt werden und ist für ein MCS-System geeignet
2.	Ein Fragebogen für eine Smartwatch sollte nicht mehr als 5 - 10 Fragen enthalten, um vom Benutzer vollständig ausgefüllt zu werden
3.	Smartphone Benutzer, die jedoch nicht über eine Smartwatch verfügen, können sich nicht vorstellen, regelmäßig Fragebögen auf der Smartwatch zu beantworten
4.	Viele Nutzer empfinden es als anstrengend, einen Fragebogen auf einer Smartwatch auszufüllen
5.	Der Benutzer ist nicht bereit, Fragen bezüglich seiner Gesundheit an öffentlichen Orten per Spracheingabe zu beantworten

Tabelle 6.1: Aufstellung der Hypothesen

6.1 Studiendesign

In diesem Abschnitt soll das Studiendesign näher erläutert werden. Zu Beginn der Studie wird allen Probanden der Ablauf der Studie erklärt. Es wird davon ausgegangen, dass die Probanden das erste Mal mit einer Smartwatch interagieren, so werden ihnen anfangs notwendige Interaktionskonzepte der Apple Watch vorgeführt. Dazu gehört das Koppeln mit einem iPhone und das anschließende Starten der prototypischen App. Anschließend werden ihnen einige Bedienungshinweise erklärt, wie beispielsweise das Scrollen und der Umgang mit der Digital Crown. Auch wird am Anfang der Studie gefragt, ob der Proband die Apple Watch an der linken oder rechten Hand tragen möchte. Sobald alle Unklarheiten beseitigt sind, kann die Beantwortung der Fragebögen beginnen.

6.2 Durchführung

Nachdem die App gestartet wurde, bekommt der Proband den Startscreen zu sehen (Abbildung 6.1). Hierbei erhält er eine Übersicht zu den Fragebögen 1 bis 4. Daraufhin



Abbildung 6.1: Übersicht zu den Fragebögen

kann der Proband mit dem ersten Fragebogen beginnen und einen nach dem anderen bearbeiten.

Die ersten beiden Fragebögen umfassen acht gleiche Fragen, jeweils dargestellt in Design 1 und Design 2. Sie enthalten den Fragebogen zur Überwachung der Schwankungen der Tinnituswahrnehmung. Das bedeutet, es werden Fragen zum aktuellen Empfinden des Tinnitus gestellt. Die letzten beiden Fragebögen enthalten 32 gleiche Fragen, ebenfalls dargestellt in Design 1 und Design 2. Diese beiden Fragebögen wurden nach Tinnitus Sample Case History Questionnaire entwickelt [26] und sollen helfen, den Tinnitus des Patienten besser einzuschätzen, da dieser nur schwer messbar ist. Die beiden Fragebögen werden in Anhang A inkludiert.

Nach erfolgreichem Ausfüllen der Fragebögen bekommt der Benutzer am Ende die Zeit angezeigt, die er für den jeweiligen Fragebogen benötigt hat, wie in Abbildung 6.2 zu sehen ist.

Sobald der Proband alle Fragebögen bearbeitet hat, bekommt er einen weiteren *Vergleichsfragebogen* vorgelegt. Dieser wird jedoch nicht auf der Apple Watch ausgefüllt, sondern auf einem iPad, welches ebenfalls zur Studie beigelegt wird und enthält insgesamt 21 Fragen zur Person und zu den beiden Designs. Anfangs soll der Proband in die dafür vorgesehenen Felder die jeweiligen benötigten Zeiten zum Ausfüllen der einzelnen Fragebögen eintragen. Anschließend werden einige Fragen zur Person gestellt, die das Alter, das Geschlecht und den höchsten Schulabschluss etc. befragen. Schließlich

6 Studie zur Usability



Abbildung 6.2: Anzeige der benötigten Zeit

werden Fragen zu den beiden Designs und zur generellen Realisierung der App gestellt. Der Vergleichsfragebogen kann in Anhang A angesehen werden.

6.3 Ergebnis

Die Studie wurde mit insgesamt 32 Probanden durchgeführt. Dabei waren, wie in Abbildung 6.3 abgebildet, 16 weibliche und 16 männliche Probanden beteiligt.

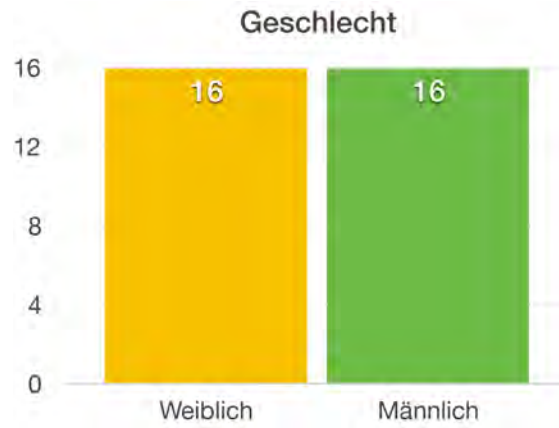


Abbildung 6.3: Ergebnis der Geschlechter Aufteilung

Sie wurden, wie in Abbildung 6.4 (a) zu sehen ist, in die drei Alterskategorien, 1947-1975, 1981-1988 und 1990-2000 eingeteilt. Der größte Teil der Befragten befindet sich im Jahrgang 1990-2000.

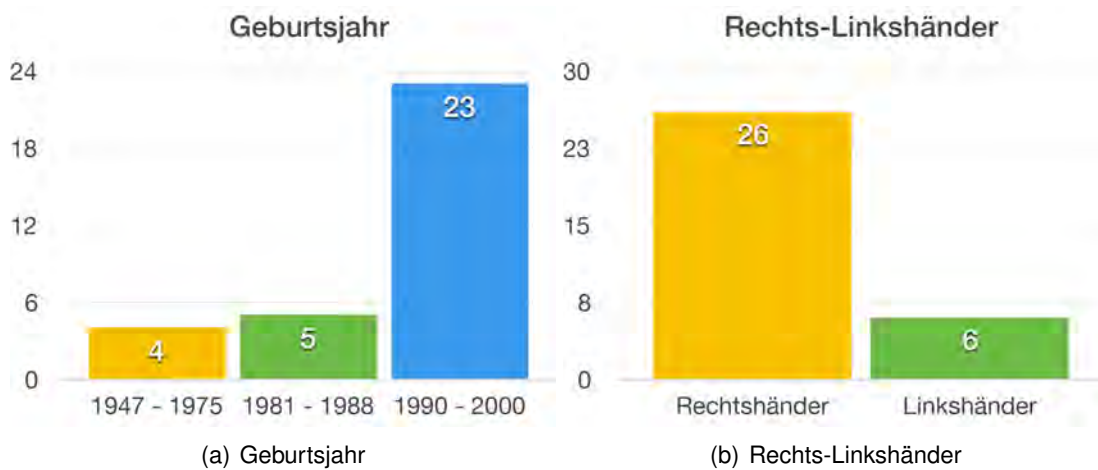


Abbildung 6.4: Ergebnis der Altersaufteilung und der Rechts-Linkshänder Aufteilung

6 Studie zur Usability

Außerdem wurde befragt, wie viele von den Probanden Rechts oder Linkshänder sind. Wie in Abbildung 6.4 (b) zu sehen ist, waren 26 Rechtshänder und 6 Linkshänder unter den Teilnehmern vertreten.

Die Probanden wurden ebenfalls nach ihrem höchsten allgemeinbildenden Schulabschluss gefragt und der Anzahl ihrer Schul- oder Studiumsjahre. Die Ergebnisse werden in Abbildung 6.5 gezeigt.

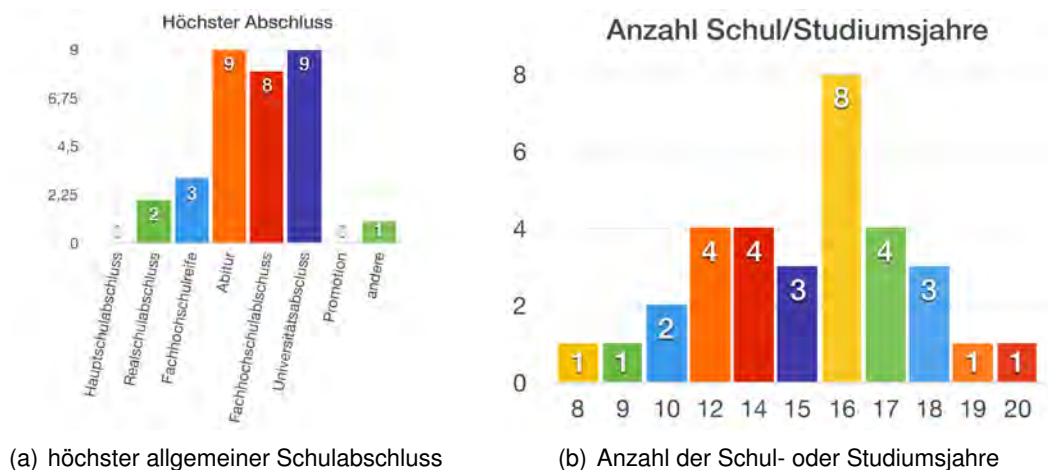


Abbildung 6.5: Ergebnis des höchsten allgemeinen Schulabschlusses und Anzahl der Schul- oder Studiumsjahre

In Abbildung 6.5 (a) ist zu sehen, dass die meisten Probanden einen höchsten allgemeinen Abschluss der allgemeinen Hochschulreife oder einen Universitätsabschluss besitzen. Acht Probanden hingegen besitzen einen höchsten allgemeinen Abschluss der Fachhochschule. Die wenigstens haben einen höchsten allgemeinen Abschluss in der Hauptschul-, Realschul- oder Fachhochschulreife. Ein Proband gab bei dieser Studie unter höchsten allgemeinen Abschluss *andere* an.

Daraus folgt, wie in Abbildung 6.5 (b) abgebildet ist, dass acht Probanden 16 Schul- oder Studiumsjahre besitzen. Dagegen besitzen vier Probanden 12 Schul- oder Studiumsjahre und ebenfalls vier Probanden 17 Schul- oder Studiumsjahre. Die minimale Anzahl an Schul- oder Studiumsjahren beträgt 8 Jahre.

6.3.1 Auswertung der Durchschnittszeit

Für die Überprüfung der durchschnittlichen Bearbeitungszeit der einzelnen Fragebögen hat jeder Proband seine Zeiten in den Vergleichsbogen eintragen müssen. Aus diesen Ergebnissen wurde die Durchschnittszeit, wie in Abbildung 6.6 zu sehen ist, berechnet.

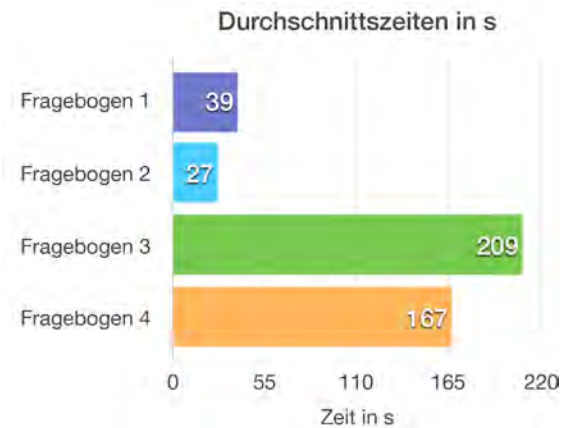


Abbildung 6.6: Ergebnis der Single Choice Umfrage

Für den ersten Fragebogen wurden durchschnittlich 39s benötigt. Im Gegensatz dazu wurden bei Fragebogen 2 27s benötigt. Die beiden Fragebögen beinhalten dieselben Fragen und Antworten, nur die Antwortmöglichkeiten sind in verschiedenen Designs dargestellt. Daher waren den Probanden die Fragen und Antworten in Fragebogen 2 bereits bekannt und sie benötigten für die Bearbeitung weniger Zeit. Analog lässt sich dies auf das Ergebnis von Fragebogen 3, mit einer Durchschnittszeit von 209s und Fragebogen 4, mit einer Durchschnittszeit von 167s, übertragen.

6.3.2 Ergebnisse der Single Choice Antworten

Eines der Hauptziele dieser Studie ist das Evaluieren der verschiedenen Designs, die in Kapitel 5 umgesetzt wurden. Es wurde nach den verschiedenen Antwortmöglichkeiten gefragt und in welchem Design sie der Proband für besser oder angebrachter hält. In den nächsten Abschnitten werden die jeweiligen Ergebnisse näher betrachtet.

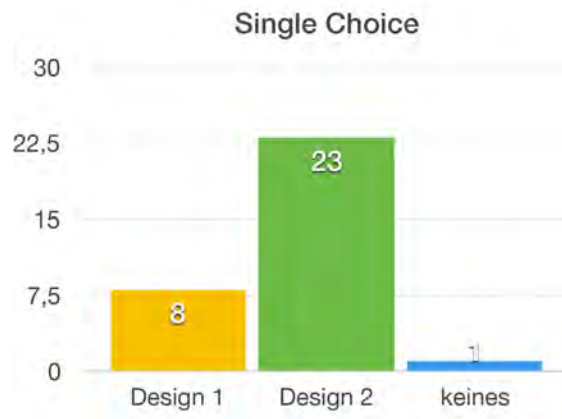


Abbildung 6.7: Ergebnis der Single Choice Umfrage

Abbildung 6.7 zeigt, dass 23 Probanden das Design 2 für die Single Choice Antworten als besser empfunden haben und von 8 Probanden das Design 1 für die Single Choice Antworten mehr angesprochen hat. Ein Proband entschied sogar, dass keiner der verwendeten Designs zutreffend für die Single Choice Antworten ist.

Eine mögliche Schlussfolgerung könnte sein, dass es von den Probanden als besser oder einfacher empfunden wird, wenn die Single Choice Antworten zusätzlich zum Icon einen Text anbieten. Dadurch erhält der Benutzer mehr Informationen und hat eine eindeutige Antwortmöglichkeit im Gegensatz zu einem Icon, welches mehrere Interpretationen zulässt.

6.3.3 Ergebnisse der Binärantworten

In Abbildung 6.8 wird gezeigt, dass bezüglich der Binärantworten eine Gleichverteilung von jeweils 15 Personen für Design 1 und 2 herrscht. Außerdem konnten sich zwei Probanden für keines der Designs entscheiden. Die Schlussfolgerung für dieses Ergebnis ist nicht direkt eindeutig. Bei beiden Designs wurde dem Benutzer zusätzlich Text dargeboten, sodass keine Verwirrungen auftreten können. Jedoch wurden bei Design 1 Icons hinzugefügt, welche die beiden Antwortmöglichkeiten verdeutlichen sollen, während bei

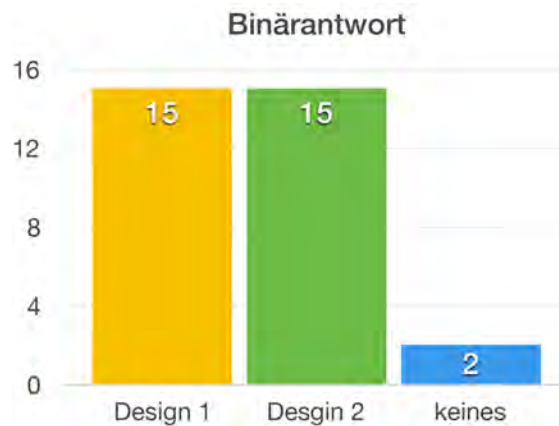


Abbildung 6.8: Ergebnis der Binärantwort Umfrage

Design 2 Farbe hinzugefügt wurde. Aus diesem Ergebnis könnte also geschlussfolgert werden, dass beide Designs für die Binärantworten als gleich gut empfunden werden.

6.3.4 Ergebnisse der Spracheingabe

Für die Evaluation der Spracheingabe entstand folgendes Ergebnis (siehe Abbildung 6.9). Der Spracheingabebutton aus Design 1 konnte 15 Probanden überzeugen, während weitere 14 den Button aus Design 2 bevorzugten. In diesem Fall empfanden 3 Probanden weder Design 1 noch Design 2 für gut.

Eine mögliche Interpretation dieses Ergebnisses könnte die Vermutung sein, dass Probanden gerne auf einen beschrifteten Button zurückgreifen, da dieser genauere Aussagen über die damit verbundene Funktion zulässt als ein Button ohne Beschriftung. Hier wurde in Design 1 nur Text und in Design 2 nur ein Icon verwendet. Möglicherweise hätte es den 3 Probanden daher eher zugesprochen, wenn wiederum ein Icon und ein Text angeboten wird. Daher könnte eventuell auch spekuliert werden, dass den 15 Probanden eher Text gefallen hat als ein Icon, da dieses in manchen Fällen zu Missverständnissen führen kann.

6 Studie zur Usability

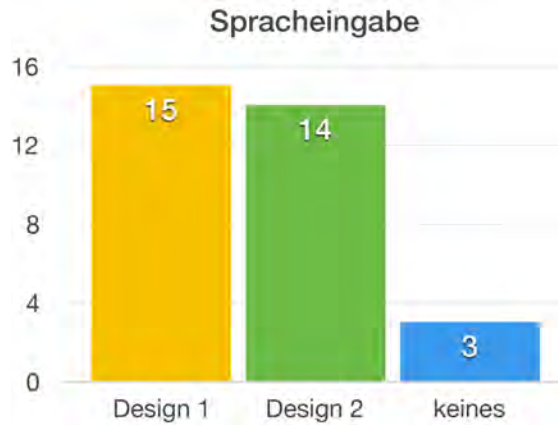


Abbildung 6.9: Ergebnis der Spracheingabe Umfrage

6.3.5 Ergebnisse der Skalenantworten

In Abbildung 6.10 wurde das Evaluieren der Slider- und Pickerantworten zusammengeführt, da Design 1 keine Umsetzung für eine Pickerantwort vorsieht. Das Ergebnis zeigt, dass im Vergleich von den Sliderantworten in Design 1 und 2 und der Pickerantwort deutlich mehr Probanden für die Pickerantwort gestimmt haben. Acht Probanden haben für die Sliderantwort in Design 2 gestimmt und fünf für die Sliderantwort in Design 1. Bei diesem Ergebnis hat jeder Proband eine Designmöglichkeit gewählt.

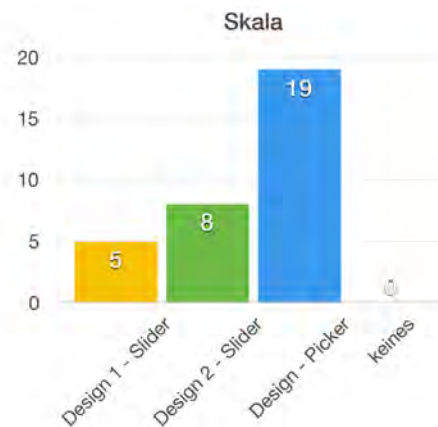


Abbildung 6.10: Ergebnis der Slider und Picker Umfrage

Trotz den möglichen Schwierigkeiten, den `WKInterfacePicker` richtig zu bedienen, könnte aus diesem Ergebnis gefolgert werden, dass der Picker den Probanden am meisten zuspricht. Der Picker kann, anders als die Slider, mit der Digital Crown verwendet werden und auch die Anzeige der Prozentzahl ist mehr hervorgehoben als die der Slider. Da das Ergebnis von Design 1 für die Slider am schlechtesten ausgefallen ist, könnte eine Möglichkeit hierfür sein, dass die Benutzer die Funktion als nicht eindeutig empfunden haben. Statt den standardmäßigen Slider mit Plus und Minus zu verwenden, wurden Icons eingesetzt.

6.4 Auswertung

In diesem Abschnitt werden die am Anfang des Kapitels 6 bereits aufgestellten Hypothesen ausgewertet.

1. Hypothese *„Ein mobiles Smartwatch-Fragebogensystem kann für eine Smartwatch entwickelt werden und ist für ein MCS-System geeignet“*

Durch das Erstellen der prototypischen Anwendung kann diese Hypothese bestätigt werden. Eine Umsetzung von mobilen Smartwatch-Fragebögen eignet sich für ein MCS-System, da vor allem der Einsatz des `WKInterfacePickers` oder der Spracheingabe viel Zuspruch erhielt. Dies hat sich in den vorherigen Abschnitten gezeigt.

2. Hypothese *„Ein Fragebogen für eine Smartwatch sollte nicht mehr als 5 - 10 Fragen enthalten, um vom Benutzer vollständig ausgefüllt zu werden“*

Diese Hypothese wurde mithilfe der Studie widerlegt. In Abbildung 6.11 wird deutlich, dass die Mehrzahl der Probanden einen Fragebogen vollständig beantworten, wenn er aus 10 - 15 Fragen besteht.

Knapp davon gefolgt, haben neun Probanden dafür gestimmt, dass der Fragebogen 5 - 10 Fragen beinhalten darf, damit sie ihn vollständig ausfüllen würden. Acht wiederum sagen, dass der Fragebogen auch aus 15 - 20 Fragen bestehen kann.

6 Studie zur Usability

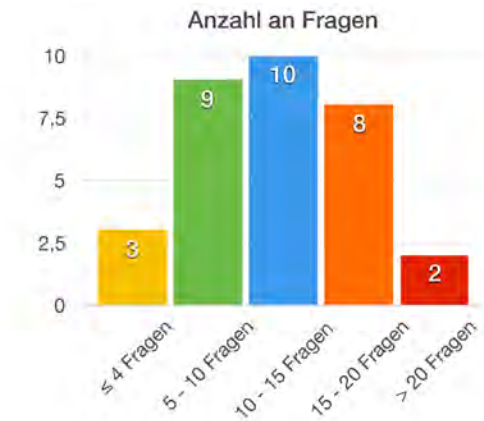


Abbildung 6.11: Ergebnis der Anzahl an Fragen Umfrage

Jedoch nur drei finden, dass er aus höchstens vier Fragen bestehen sollte und zwei sind der Meinung es könnte auch mehr als 20 Fragen geben.

3. Hypothese „*Smartphone Benutzer, die jedoch nicht über eine Smartwatch verfügen, können sich nicht vorstellen, regelmäßig Fragebögen auf der Smartwatch zu beantworten*“

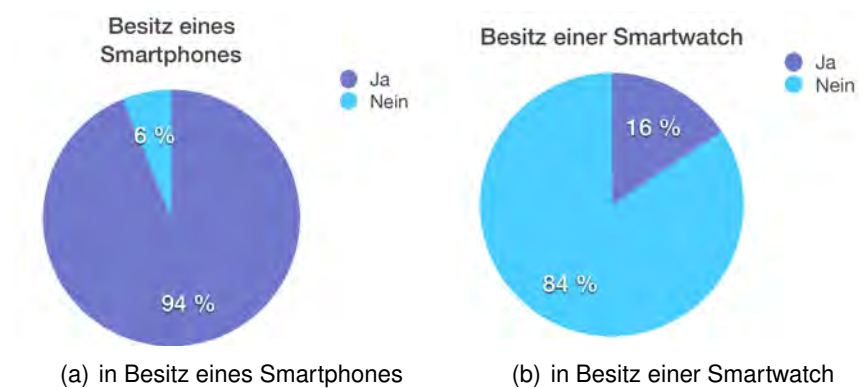


Abbildung 6.12: Ergebnis der Umfrage für Anzahl an Smartphone und Smartwatch Besitzern

Wirft man einen Blick auf die Abbildung 6.12 so wird deutlich, dass 94% der Probanden ein Smartphone besitzen, dagegen nur 16% eine zugehörige Smartwatch.

Dies könnte den Grund haben, dass Smartwatches noch relativ neu sind und sich noch nicht so weit verbreitet haben.

Betrachtet man aber das Ergebnis aus Abbildung 6.13, so wird diese Hypothese widerlegt.

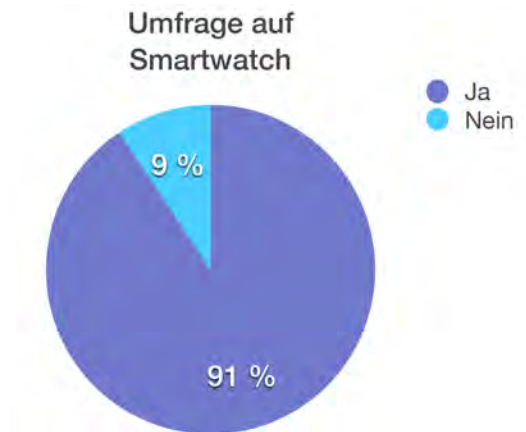


Abbildung 6.13: Ergebnis der regelmäßigen Umfragen auf der Smartwatch

Es ist zu sehen, dass 84% der Probanden keine Smartwatch besitzen, aber dennoch 91% aller Probanden bereit sind, regelmäßig Umfragen auf der Smartwatch zu beantworten. Somit sieht man, dass prinzipiell keine Abneigung gegenüber dem Einsatz einer Smartwatch für Umfragen besteht und es wird nochmal verdeutlicht, dass sich eine Smartwatch in MCS-Systemen etablieren kann, wie in Hypothese 1 behauptet wurde.

4. Hypothese „Viele Nutzer empfinden es als anstrengend, einen Fragebogen auf einer Smartwatch auszufüllen“

Mit dieser Hypothese soll herausgefunden werden, ob sich die Größe und Darstellung der Fragebögen auf einer Smartwatch eignet oder ob es für die Nutzer eher anstrengend ist, sich auf einer kleineren Displayfläche zurecht zu finden.

In Abbildung 6.14 ist zu sehen, dass 47% der Probanden es für *überhaupt nicht* anstrengend empfinden, Fragebögen auf der Smartwatch zu bearbeiten. 38% finden das Ausfüllen der Fragebögen auf einer Smartwatch *ein wenig* anstrengend, während 3% es als *äußerst* anstrengend empfinden. Mithilfe dieser Aussagen

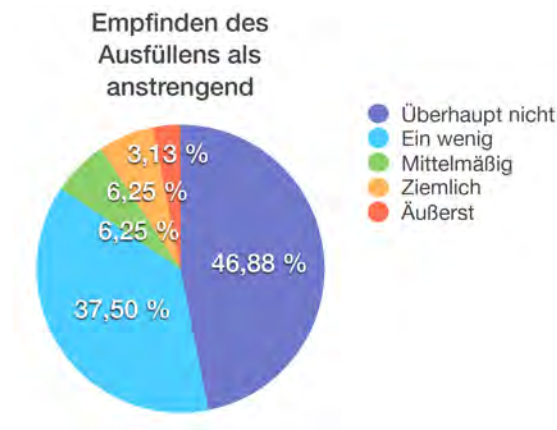


Abbildung 6.14: Ergebnis der von regelmäßigen Umfragen auf der Smartwatch

kann gefolgert werden, dass die Mehrheit es als nicht anstrengend empfindet und daher wird die Hypothese widerlegt.

5. Hypothese „Der Benutzer ist nicht bereit, Fragen bezüglich seiner Gesundheit an öffentlichen Orten per Spracheingabe zu beantworten“

Fragen über den gesundheitlichen Zustand einer Person sind als ein besonderes Thema anzusehen, denn nicht immer ist jede Person bereit, solche Fragen zu beantworten. Zudem können sich einige unwohl fühlen, Antworten an öffentlichen Orten zu geben. Mit dieser Hypothese soll herausgefunden werden, ob ein Benutzer bereit ist, Fragen bezüglich seiner Gesundheit an öffentlichen Orten per Spracheingabe zu beantworten.

Die Abbildung 6.15(a) zeigt, dass 3% der Befragten sich überhaupt nicht gut dabei fühlen würden, Fragen bezüglich ihrer Gesundheit mittels einer Umfragen App auf der Smartwatch zu beantworten. Hingegen 40% ziemlich und 16% sogar äußerst gut fühlen würden.

In Abbildung 6.15(b) wird deutlich, dass nur 37% sich vorstellen könnten, Fragen bezüglich ihrer Gesundheit an öffentlichen Orten per Spracheingabe zu beantworten. Somit sind 63% der Befragten nicht bereit, dies zu tun, womit die Hypothese bestätigt wird. Jedoch ist zu sehen, dass die Probanden bereit wären, Fragen bezüglich ihrer Gesundheit in einem Fragebogen zu bearbeiten.

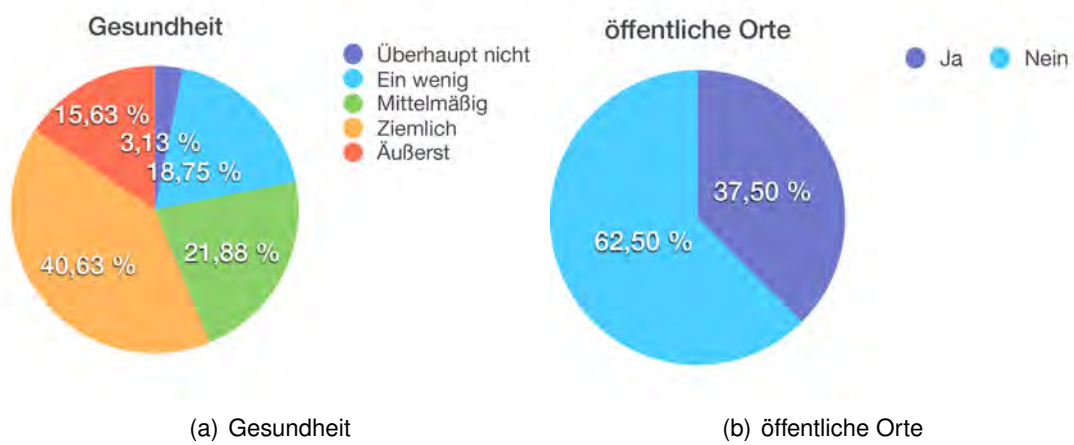


Abbildung 6.15: Ergebnis der Umfrage für Antworten an öffentlichen Orten

7

Anforderungsabgleich

In diesem Kapitel werden die in Kapitel 4 aufgestellten Anforderungen untersucht und auf ihre Umsetzung überprüft. Dazu werden zuerst die funktionalen und anschließend die nicht-funktionalen Anforderungen erneut genannt und anschließend bewertet, ob diese erfüllt wurden.

7.1 Funktionale Anforderungen

Hier werden die funktionalen Anforderungen aus Kapitel 4.2 nochmals aufgelistet und mit den Funktionen der prototypischen Realisierung verglichen.

Nr.	Bezeichnung	Umsetzung
1.	Fragebogen anzeigen	Diese Anforderung wurde erfüllt (siehe Kapitel 5)
2.	Beantworten von Fragebögen	Diese Anforderung wurde erfüllt (siehe Kapitel 5 und folgende)
3.	Unterstützung von Antwortmöglichkeiten	Diese Anforderung wurde erfüllt (siehe Kapitel 5.1 und 5.2)

Nr.	Bezeichnung	Umsetzung
4.	Timer während der Bearbeitung eines Fragebogens	Diese Anforderung wurde erfüllt (siehe Kapitel 6.2)
5.	Möglichkeit, bereits gegebene Antworten zu ändern	Diese Anforderung wurde erfüllt, da jede Seite einen <i>Zurück</i> -Button enthält
6.	Erweiterbarkeit der Fragebögen	Diese Anforderung kann erfüllt werden, da leicht weitere Fragebögen erstellt und hinzugefügt werden können

Tabelle 7.1: Überprüfung der funktionalen Anforderungen

7.2 Nicht-funktionale Anforderungen

In diesem Abschnitt werden die nicht-funktionalen Anforderungen aus Kapitel 4.3 aufgezeigt und abgeglichen.

Nr.	Bezeichnung	Umsetzung
1.	Technische Anforderungen	Diese Anforderung wurde erfüllt. Das System wurde in Xcode mit Swift entwickelt und läuft unter watchOS 2 oder neuer

Nr.	Bezeichnung	Umsetzung
2.	Verfügbarkeit	Diese Anforderung wurde erfüllt. Die App ist selbst im nicht-gekoppeltem Zustand mit dem iPhone lauffähig, jedoch ist es für die Sprachfunktion notwendig, dass die Apple Watch mit dem iPhone gekoppelt ist
3.	Stabilität und Robustheit	Diese Anforderung wurde erfüllt. Da es sich um eine prototypische Realisierung handelt, konnte eine sehr robuste App entwickelt werden. Durch die niedrige Komplexität konnten mögliche Fehlerquellen äußerst gering gehalten oder sogar vermieden werden.
4.	Benutzerfreundlichkeit	Diese Anforderung wurde erfüllt, da die Anwendung zwei Designs enthält, die einfach gehalten wurden und somit eine einfache Bedienung ermöglichen

Tabelle 7.2: Überprüfung der nicht-funktionalen Anforderungen

8

Zusammenfassung

In diesem Kapitel werden die wichtigsten Aspekte der prototypischen Anwendung aufgegriffen und die Besonderheiten hervorgehoben. Nachdem ebenfalls die Ergebnisse der Studie vorgestellt wurden, können diese nun zusammengeführt werden. Der folgende Abschnitt enthält damit eine Zusammenfassung der vorliegenden Arbeit. Kapitel 8.2 gibt abschließend einen Ausblick über mögliche Erweiterungen der Anwendung.

Zu Beginn dieser Arbeit wurde die mentale Erkrankung Tinnitus vorgestellt. Wenn ein Patient von Tinnitus betroffen ist, so beschreibt er dies meist als ein Störgeräusch im Ohr. Hierbei kann zwischen einem subjektivem und objektivem Tinnitus unterschieden werden. Um den Tinnitus des Patienten behandeln zu können, wurde beispielsweise das TYT Projekt vorgestellt. Die entwickelte Anwendung des Projekts ermittelt die einzelnen Tinnituswahrnehmungen durch spezifische Fragebögen.

Um Smartwatch-Fragebogensysteme auf der Apple Watch umsetzen zu können, benötigt man verschiedene Elemente, die den Inhalt der Fragebögen darstellen können. Zu diesen Elementen zählen zum Beispiel die `WKInterfaceTable`, um dynamische Inhalte darzustellen oder der `WKInterfacePicker` um Einträge einer Liste in verschiedenen Styles zu erstellen.

Für die Realisierung einer solchen Anwendung müssen zuvor Anforderungen aufgestellt werden, welche die vorgesehene Anwendung erbringen muss. Dabei kann man zwischen funktionalen und nicht-funktionalen Anforderungen unterscheiden. Diese Anforderungen wurden in Kapitel 4 aufgestellt und anschließend in Kapitel 7 überprüft, ob sie in der Realisierung umgesetzt wurden.

8.1 Fazit

Die Zielsetzung dieser Arbeit war, den Einsatz der Smartwatch in MCS-System auf ihre Eignung zu überprüfen. Es wurde eine prototypische Anwendung erstellt, die das Konzept eines mobilen Smartwatch-Fragebogensystems beinhaltet. Die Umsetzung einer solchen Anwendung erfolgte für die Apple Watch. Hierfür wurden vier Fragebögen angelegt, davon jeweils zwei Fragebögen mit demselben Design. Damit diese Anwendung auf ihre Eignung in MCS-System überprüft werden konnte, wurde eine Studie durchgeführt, welche die jeweiligen Darstellungsmöglichkeiten der Antworten evaluierte.

Mit dem Konzept eines mobilen Smartwatch-Fragebogensystems konnte eine prototypische Anwendung erstellt werden, die sich für ein MCS-System eignet. Die Fragebögen dieser Anwendung bestehen aus einer Frage und einer jeweils dazu passenden Antwortmöglichkeit. Hierbei können die Antwortmöglichkeiten in Single Choice-, Binär-, Slider-, Picker- oder Spracheingabeantworten separiert werden.

Die Antwortmöglichkeiten wurden in zwei verschiedenen Designs dargestellt. Um herauszufinden, welches Design sich für welche Antwortmöglichkeit am besten eignet, wurden die Darstellungen in der Studie evaluiert. Die Ergebnisse dieser Überprüfung zeigen, dass sich für die Single Choice Antworten Design 2 am besten eignet. Für die Binärantworten hingegen gab es kein eindeutiges Ergebnis. Die Spracheingaben wurden in Design 1 bevorzugt. Die Skalenantworten beinhalten die beiden Designs für die Slider sowie für den Picker. Das Ergebnis zeigt, dass das Design für den Picker sich am besten für Skalenantworten eignet.

Die Analyse zeigt auch, dass 91% der Probanden bereit sind, regelmäßig Umfragen auf einer Smartwatch zu bearbeiten. Somit kann gefolgert werden, dass sich der Einsatz der Smartwatch in MCS Systemen etablieren kann. Zudem finden es 47% aller Probanden als überhaupt nicht anstrengend, Fragebögen auf der Smartwatch auszufüllen. Lediglich 38% finden es als ein wenig anstrengend. Darüber hinaus ist zu sehen, dass nur 3% der Probanden sich überhaupt nicht gut dabei fühlen würden, Fragen bezüglich ihrer Gesundheit zu beantworten. Jedoch sind 63% nicht bereit, diese an öffentlichen Orten per Spracheingabe zu beantworten.

Zusammenfassend lässt sich behaupten, dass die Studie einen hohen Zuspruch der Probanden bestätigt. Dies wiederum kann für Entwickler als Motivation gesehen werden, in die Digitalisierung von Fragebögen zu investieren, um diese in MCS Systemen und insbesondere in Verbindung mit Smartwatches einzusetzen. Abschließend werden Ideen zur Weiterentwicklung des realisierten Prototyps genannt.

8.2 Ausblick

Die prototypische Realisierung des mobilen Smartwatch-Fragebogensystems zur Erfassung klinischer Parameter Tinnitus-geschädigter Patienten wurde in dieser Arbeit umgesetzt. Da es sich hierbei nur um eine prototypische Realisierung handelt, ist es durchaus möglich, die Realisierung vollständig umzusetzen. Durch die Ergebnisse der Studie wurde gezeigt, dass der Bedarf einer solchen Anwendung auf einer Smartwatch vorhanden ist. Da bereits eine Applikation für das iOS Betriebssystem vorhanden ist, könnte eine einfache Umsetzung für die Apple Watch erfolgen, da diese ohnehin schon mit dem iPhone gekoppelt sein muss.

Da Tinnitus eine Erkrankung ist, die das Leben der Patienten in den unterschiedlichsten Lebensphasen beeinflussen kann, ist es wichtig, den Verlauf des Tinnitus zu überwachen. Durch die Verwendung der App auf Smartwatches ist es ebenfalls möglich, die Sensoren für die Herzfrequenzmessung einzusetzen. Dadurch können weitere Daten erfasst werden, die zur Behandlung des Tinnitus helfen sollen.

Ferner lässt sich ein Fragebogensystem wie dieses problemlos auf diverse andere gesundheitliche Probleme übertragen. Auch eine Verwendung außerhalb der Gesundheitsbranche ist denkbar. Zudem können in der Forschung neue Möglichkeiten in Betracht gezogen werden, da durch die vollständige Umsetzung dieser Anwendung neue Studien durchgeführt werden können. In Verbindung mit den mobilen Fragebogensystemen können mehr Daten erfasst und analysiert werden.

Literaturverzeichnis

- [1] Goebel, G., Biesinger, E., Hiller, W., Greimel, K.: Der Schweregrad des Tinnitus. In: Tinnitus. Springer (2005) 19–42
- [2] Probst, T., Pryss, R., Langguth, B., Schlee, W.: Emotional states as mediators between Tinnitus loudness and Tinnitus distress in daily life: Results from the TrackYourTinnitus application. Scientific Reports **6** (2016)
- [3] Serquera, J., Schlee, W., Pryss, R., Neff, P., Langguth, B.: Music Technology for Tinnitus Treatment Within Tinnnet. In: Audio Engineering Society Conference: 58th International Conference: Music Induced Hearing Disorders, Audio Engineering Society (2015)
- [4] Schickler, M., Pryss, R., Reichert, M., Schobel, J., Langguth, B., Schlee, W.: Using Mobile Serious Games in the Context of Chronic Disorders - A Mobile Game Concept for the Treatment of Tinnitus. In: 29th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS 2016). (2016) 343–348
- [5] Pryss, R., Reichert, M., Herrmann, J., Langguth, B., Schlee, W.: Mobile Crowd Sensing in Clinical and Psychological Trials - A Case Study. In: 28th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems, IEEE Computer Society Press (2015) 23–24
- [6] Schobel, J., Pryss, R., Wipp, W., Schickler, M., Reichert, M.: A Mobile Service Engine Enabling Complex Data Collection Applications. In: 14th International Conference on Service Oriented Computing (ICSOC 2016). Number 9936 in LNCS (2016) 626–633
- [7] BITKOM: 44 Millionen Deutsche nutzen ein Smartphone. (http://www.bitkom-research.de/WebRoot/Store19/Shops/63742557/5512/871D/66D0/C7BE/CB7E/C0A8/2BB9/ABB5/BITKOM-Presseinfo_Smartphone_Nutzung_25_03_2015_final.pdf) Aufgerufen: 07-10-2016.
- [8] Goebel, G.: Tinnitus. In: Verhaltenstherapie in der Medizin. Springer (1989) 207–228

Literaturverzeichnis

- [9] Probst, T., Pryss, R., Langguth, B., Schlee, W.: Emotion dynamics and tinnitus: Daily life data from the TrackYourTinnitus application. *Scientific Reports* **6** (2016)
- [10] Tinnituszentrum-Regensburg: Tinnitus. (<http://www.tinnituszentrum-regensburg.de/htmls/information/tinnitus-faq.php>) Aufgerufen: 08-10-2016.
- [11] Pryss, R., Reichert, M., Langguth, B., Schlee, W.: Mobile Crowd Sensing Services for Tinnitus Assessment, Therapy and Research. In: *IEEE 4th International Conference on Mobile Services (MS 2015)*, IEEE Computer Society Press (2015) 352–359
- [12] Schobel, J., Pryss, R., Schickler, M., Reichert, M.: A Lightweight Process Engine for Enabling Advanced Mobile Applications. In: *24th International Conference on Cooperative Information Systems (CoopIS 2016)*. Number 10033 in LNCS, Springer (2016) 552–569
- [13] Schobel, J., Pryss, R., Schickler, M., Reichert, M.: A Configurator Component for End-User Defined Mobile Data Collection Processes. In: *Demo Track of the 14th International Conference on Service Oriented Computing (ICSOC 2016)*. (2016)
- [14] Schobel, J., Pryss, R., Schickler, M., Reichert, M.: Towards Flexible Mobile Data Collection in Healthcare. In: *29th IEEE International Symposium on Computer-Based Medical Systems (CBMS 2016)*. (2016) 181–182
- [15] Schobel, J., Pryss, R., Schickler, M., Ruf-Leuschner, M., Elbert, T., Reichert, M.: End-User Programming of Mobile Services: Empowering Domain Experts to Implement Mobile Data Collection Applications. In: *5th IEEE International Conference on Mobile Services (MS 2016)*, IEEE Computer Society Press (2016) 1–8
- [16] Schobel, J., Ruf-Leuschner, M., Pryss, R., Reichert, M., Schickler, M., Schauer, M., Weierstall, R., Isele, D., Nandi, C., Elbert, T.: A generic questionnaire framework supporting psychological studies with smartphone technologies. In: *XIII Congress of European Society of Traumatic Stress Studies (ESTSS) Conference*. (2013) 69–69

- [17] Talasila, M., Curtmola, R., Borcea, C.: Mobile Crowd Sensing (2015)
- [18] Schickler, M., Schobel, J., Pryss, R., Reichert, M.: Mobile Crowd Sensing - A New way of collecting data from trauma samples? In: XIV Conference of European Society for Traumatic Stress Studies (ESTSS) Conference. (2015) 244
- [19] Schickler, M., Pryss, R., Reichert, M., Heinzemann, M., Schobel, J., Langguth, B., Probst, T., Schlee, W.: Using Wearables in the Context of Chronic Disorders - Results of a Pre-Study. In: 29th IEEE Int'l Symposium on Computer-Based Medical Systems. (2016)
- [20] itwissen.info: Back-End. (<http://www.itwissen.info/definition/lexikon/Back-End-back-end.html>) Aufgerufen: 01-10-2016.
- [21] Bleske, C.: iOS-Apps programmieren mit Swift. dpunkt.verlag (2016)
- [22] developer.apple.com: WKInterfacePicker. (<https://developer.apple.com/reference/watchkit/wkinterfacepicker>) Aufgerufen: 01-10-2016.
- [23] developer.apple.com: WKInterfaceButton. (<https://developer.apple.com/reference/watchkit/wkinterfacebutton>) Aufgerufen: 03-10-2016.
- [24] developer.apple.com: WKInterfaceButton. (<https://developer.apple.com/reference/watchkit/wkinterfaceslider>) Aufgerufen: 05-10-2016.
- [25] developer.apple.com: WKInterfaceButton. (<https://developer.apple.com/reference/watchkit/wkinterfaceswitch>) Aufgerufen: 05-10-2016.
- [26] Herrmann, J.: Konzeption und technische Realisierung eines mobilen Frameworks zur Unterstützung tinnitusgeschädigter Patienten. PhD thesis, University of Ulm (2014)
- [27] Bayer, T.: REST Web Services. (<http://www.oio.de/public/xml/rest-webservices.htm>) Aufgerufen: 15-10-2016.
- [28] Heinzemann, M.: Realisierung und Evaluierung von Interaktionskonzepten für elektronische Fragebögen auf Smartwatches. PhD thesis, Institute of Databases and Information Systems (2016)

Literaturverzeichnis

- [29] Schobel, J., Schickler, M., Pryss, R., Reichert, M.: Process-Driven Data Collection with Smart Mobile Devices. In: 10th International Conference on Web Information Systems and Technologies (Revised Selected Papers). Number 226 in LNBI. Springer (2015) 347–362
- [30] Schobel, J., Pryss, R., Reichert, M.: Using smart mobile devices for collecting structured data in clinical trials: Results from a large-scale case study. In: 2015 IEEE 28th International Symposium on Computer-Based Medical Systems, IEEE (2015) 13–18
- [31] Partsch, H.: Softwaretechnik. Skript zur Vorlesung, Universität Ulm, Lehrstuhl Programmier-Methodik und Compilerbau, Ulm, Deutschland (2004)
- [32] developer.apple.com: Classes and Structs. (https://developer.apple.com/library/content/documentation/Swift/Conceptual/Swift_Programming_Language/ClassesAndStructures.html) **Aufgerufen:** 21-10-2016.

A

Studie

Nr.	Frage	Antworttyp
1	Haben Sie gerade den Tinnitus bewusst wahrgenommen?	Ja/Nein
2	Wie laut ist der Tinnitus momentan?	Slider
3	Wie belastend empfinden Sie den Tinnitus im Moment?	Slider
4	Wie ist ihre aktuelle Stimmungslage?	Single Choice
5	Wie aufgeregt sind sie gerade?	Single Choice
6	Wie gestresst fühlen Sie sich gerade?	Slider
7	Wie sehr haben Sie sich auf das konzentriert, was Sie gerade tun?	Slider

Tabelle A.1: Fragebogen 1 und 2 zur Untersuchung der Schwankungen der Tinnituswahrnehmung

Nr.	Frage	Antwortmöglichkeit	Antworttyp
1	Haben Sie Tinnitus-Beschwerden in der Familie	Ja/Nein; Wenn Ja: Eltern, Geschwister, Kinder	Single Choice
2	Wann haben Sie den Tinnitus zum ersten Mal wahrgenommen?	-	Spracheingabe
3	Wie haben Sie den Beginn wahrgenommen?	allmählich; unvermittelt	Single Choice
4	Stand der Beginn Ihres Tinnitus in Verbindung mit:	Knalltrauma; Verletzung der Halswirbelsäule; Veränderung des Hörvermögens; Stress; Kopfverletzung; Sonstiges	Single Choice
5	Haben Sie das Gefühl, dass Ihr Tinnitus pulsiert?	Ja, im Rhythmus meines Herzschlags; Ja, anders als mein Herzschlag; Nein	Single Choice
6	Wo nehmen Sie Ihren Tinnitus wahr?	im rechten Ohr; im linken Ohr; in beiden Ohren, stärker im linken Ohr; in beiden Ohren, stärker im rechten Ohr; in beiden Ohren gleich stark, im Inneren des Kopfes; an anderer Stelle	Single Choice

Nr.	Frage	Antwortmöglichkeit	Antworttyp
7	Wie ist der Verlauf?	Phasen mit und ohne Tinnitus wechseln sich ab; Der Tinnitus ist ständig vorhanden	Single Choice
8	Verändert sich die Lautstärke Ihres Tinnitus von Tag zu Tag?	Ja; Nein	Binärantwort
9	Bitte beschreiben Sie die durchschnittliche Lautstärke Ihres Tinnitus	-	Slider
10	Bitte beschreiben Sie mit eigenen Worten, wie Ihr Tinnitus normaler Weise klingt:	-	Spracheingabe
11	Hört sich Ihr Tinnitus eher wie ein Ton an oder eher wie Lärm?	Ton; Lärm; Grillen; andere Empfindung	Single Choice
12	Bitte beschreiben Sie die Frequenz Ihres Tinnitus	sehr hohe Frequenz; hohe Frequenz; mittlere Frequenz; niedrige Frequenz	Single Choice
13	Wieviel Prozent der Zeit waren Sie sich im letzten Monat Ihres Tinnitus bewusst?	-	Slider

Nr.	Frage	Antwortmöglichkeit	Antworttyp
14	Wieviel Prozent der Zeit im letzten Monat haben Sie sich über Ihren Tinnitus geärgert, bzw. waren Sie wegen des Tinnitus unglücklich oder genervt?	-	Slider
15	Wie vielen verschiedenen Behandlungen haben Sie sich unterzogen aufgrund Ihres Tinnitus?	keiner; einer; mehreren; vielen	Single Choice
16	Wird die Lautstärke Ihres Tinnitus durch bestimmte Arten von Umgebungsgeräuschen reduziert bzw. überdeckt, wie zum Beispiel durch das Rauschen eines Wasserfalls oder das Geräusch fließenden Wassers, wenn Sie unter der Dusche stehen?	Ja; Nein; Ich weiß es nicht	Single Choice
17	Verschlechtert starker Lärm Ihren Tinnitus?	Ja; Nein; Ich weiß es nicht	Single Choice
18	Beeinflusst eine Bewegung Ihres Kopfes und/oder Ihres Nackens (zum Beispiel das Verschieben des Kiefers oder das Zusammenbeißen der Zähne) oder eine Berührung Ihrer Arme, Hände oder Ihres Kopfes Ihren Tinnitus?	Ja; Nein	Single Choice

Nr.	Frage	Antwortmöglichkeit	Antworttyp
19	Beeinflusst ein kurzer Schlaf während des Tages (z.B. Mittagsschlaf) Ihren Tinnitus?	verstärkt meinen Tinnitus; vermindert meinen Tinnitus; hat keine Auswirkung	Single Choice
20	Besteht eine Verbindung zwischen Ihrem Nachtschlaf und Ihrem Tinnitus während des Tages?	Ja; Nein; Ich weiß es nicht	Single Choice
21	Hat Stress Einfluss auf Ihren Tinnitus?	verstärkt meinen Tinnitus; vermindert meinen Tinnitus; hat keine Auswirkung	Single Choice
22	Beeinflusst die Behandlung mit Medikamenten Ihren Tinnitus?	-	Spracheingabe
23	Haben Sie ein Problem mit Ihrem Hörvermögen?	Ja; Nein; Ich weiß es nicht	Single Choice
24	Benützen Sie Hörgeräte?	rechts; links; auf beiden Seiten; auf keiner Seite	Single Choice
25	Fühlen Sie sich besonders geräuschempfindlich? Fühlen Sie sich beispielsweise gestört durch Geräusche, die anderen Menschen in Ihrer Umgebung nicht störend laut vorkommen?	niemals; selten; manchmal; gewöhnlich; immer	Single Choice

Nr.	Frage	Antwortmöglichkeit	Antworttyp
26	Führen laute Geräusche bei Ihnen zu Schmerz-ähnlichem Empfinden oder zu körperlichem Unwohlsein?	Ja; Nein; Ich weiß es nicht	Single Choice
27	Leiden Sie unter Kopfschmerzen?	Ja; Nein	Binäranwort
28	Leiden Sie unter Schwindel?	Ja; Nein	Binäranwort
29	Haben Sie Beschwerden im Bereich Ihres Kiefergelenkes oder Ihrer Kau-muskulatur?	Ja; Nein	Binäranwort
30	Leiden Sie unter Nackenschmer-zen?	Ja; Nein	Binäranwort
31	Leiden Sie unter anderen Schmer-zen?	Ja; Nein	Binäranwort
32	Befinden Sie Sich momentan in psychiatrischer Behandlung?	Ja; Nein	Binäranwort

Tabelle A.2: Fragebogen 3 und 4 zur Untersuchung und Messung der Tinnituswahrnehmung

Einsatz der Apple Watch im Mobile Crowd Sensing


Bitte füllen Sie alle Fragen aus.

Bitte tragen Sie hier die benötigten Zeiten wie sie auf der Uhr dargestellt sind ein.

Fragebogen 1

 Geben Sie hier Ihre Antwort ein.

Fragebogen 2

 Geben Sie hier Ihre Antwort ein.

Fragebogen 3



Abbildung A.1: Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 1

Geben Sie hier Ihre Antwort ein.

Fragebogen 4

Geben Sie hier Ihre Antwort ein.

Vielen Dank.

Bitte beantworten Sie jetzt die Fragen zum Einsatz der Apple Watch im Mobile Crowd Sensing.

Sind Sie Rechts- oder Linkshänder?

Rechtshänder

Linkshänder

Sind Sie männlich oder weiblich?

männlich

Abbildung A.2: Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 2

weiblich

Bitte geben Sie ihr Geburtsdatum an

Welchen höchsten allgemeinbildenden Schulabschluss haben Sie?

- Hauptschulabschluss (Volksschulabschluss)
- Realschulabschluss (Mittlere Reife)
- Fachhochschulreife (Abschluss einer Fachoberschule)
- Allgemeine Hochschulreife/Abitur
- Fachhochschulabschluss (z. B. Diplom, Master)
- Universitätsabschluss (z. B. Diplom, Magister, Staatsexamen, Master)
- Promotion
- andere

Wie viele Schul/Studiumsahre besitzen Sie?

Abbildung A.3: Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 3

Sind Sie in Besitz eines Smartphones?

ja

nein

Wenn ja, welches Betriebssystem läuft auf ihrem Smartphone?

Apple iOS

Android

Windows Phone

andere

Ich habe kein Smartphone

Sind Sie im Besitz einer Smartwatch (Eine Armbanduhr, die über Computerfunktionalitäten verfügt)?

ja

nein

Können Sie sich vorstellen, in regelmäßigen Abständen Umfragen auf einer Smartwatch auszufüllen?

Abbildung A.4: Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 4

- ja
- nein

Wieviele Fragen dürfte ein Fragebogen beinhalten, damit Sie ihn vollständig auf der Smartwatch beantworten würden?

- ≤ 4
- 5 - 10
- 10 - 15
- 15 - 20
- > 20

Wie anstrengend fanden Sie das Ausfüllen der Fragebögen auf der Smartwatch?

- Überhaupt nicht
- Ein wenig
- Mittelmäßig
- Ziemlich
- Äußerst

Würden Sie sich dabei gut fühlen, Fragen bezüglich Ihrer

Abbildung A.5: Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 5

Gesundheit mittels einer Umfrage App auf der Smartwatch zu beantworten?

Überhaupt nicht

Ein wenig

Mittelmäßig

Ziemlich

Äußerst

Können Sie sich vorstellen, Fragen bezüglich Ihrer Gesundheit an öffentlichen Orten per Spracheingabe zu beantworten?

ja

nein

Welche Interaktionsform bevorzugen Sie auf der Smartwatch, wenn Sie zwei Antworten zur Auswahl gestellt bekommen?

Abbildung A.6: Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 6

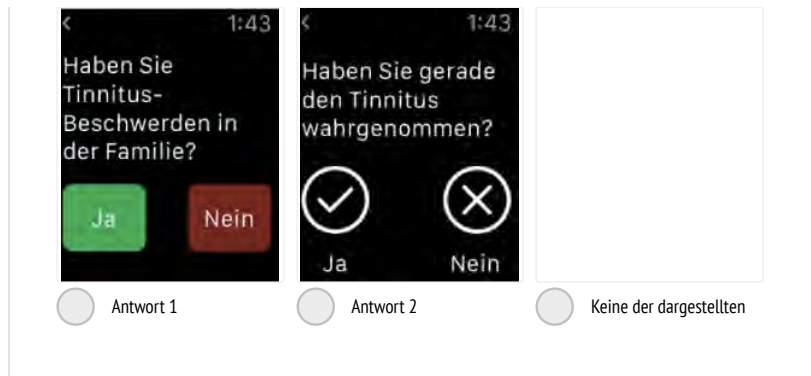


Abbildung A.7: Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 7

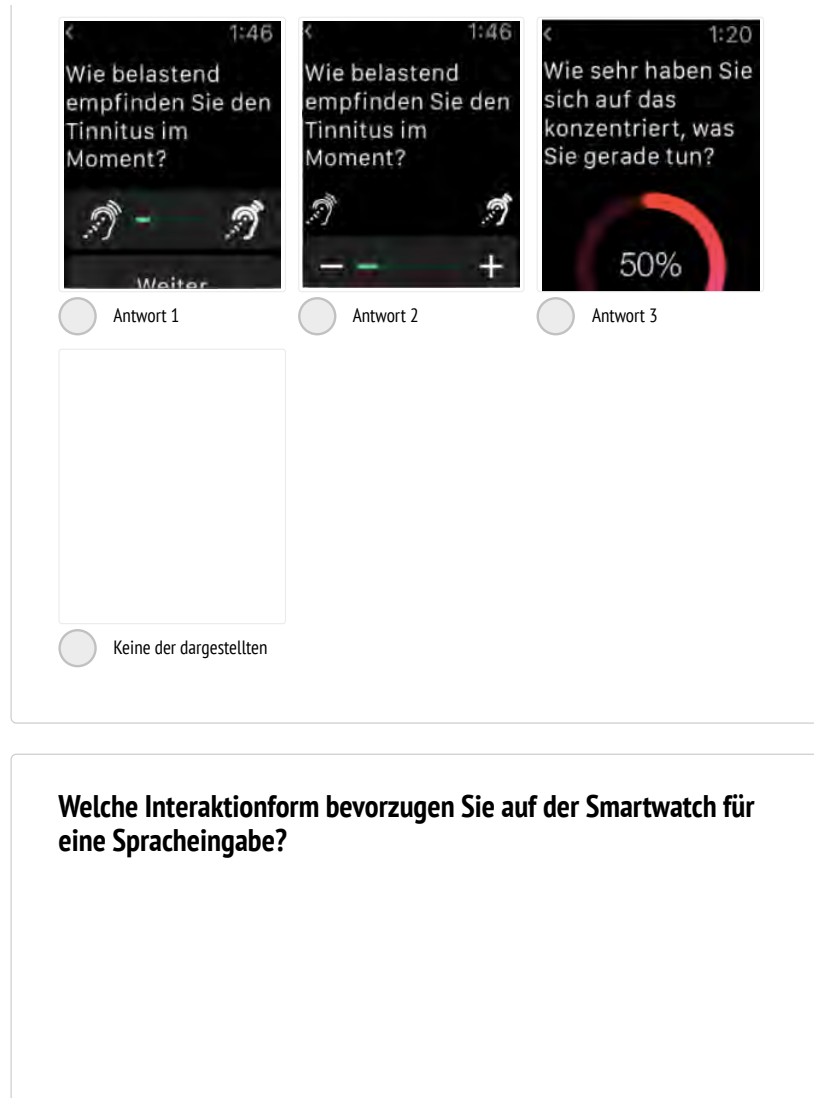

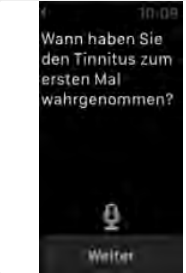
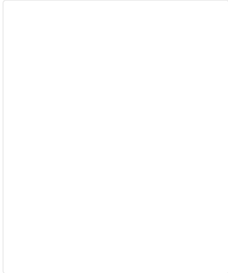


Abbildung A.8: Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 8

		
<input type="radio"/> Antwort 1	<input type="radio"/> Antwort 2	<input type="radio"/> Keine der dargestellten

Vielen Dank.

ABSENDEN

Abbildung A.9: Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 9

Abkürzungsverzeichnis

MCS Mobile Crowd Sensing

TYT TrackYourTinnitus

REST REpresentational State Transfer Architektur

Abbildungsverzeichnis

2.1	Architekturaufbau	9
2.2	Darstellung einer Tabelle mit <code>WKInterfaceTable</code>	13
2.3	Darstellung eines Pickers mit <code>WKInterfacePicker</code>	14
2.4	Darstellung eines Sliders und Switches mit <code>WKInterfaceSlider</code> und <code>WKInterfaceSwitch</code>	15
3.1	Aufbau des TYT Projekts [26]	18
3.2	Aufbau des Umfragebogensystems in Android [28]	21
4.1	Anwendungsfalldiagramm für die Antwortmöglichkeiten eines Fragebo- gensystem	28
5.1	Umsetzung der Single Choice Antworten in Design 1	33
5.2	Umsetzung der Binärantwort in Design 1	34
5.3	Umsetzung der Spracheingabe in Design 1	34
5.4	Umsetzung der Sliderantwort in Design 1	35
5.5	Umsetzung der Single Choice in Design 2	36
5.6	Umsetzung der Binärantwort in Design 2	37
5.7	Umsetzung der Spracheingabe in Design 2	37
5.8	Umsetzung der Sliderantwort in Design 2	38
5.9	Umsetzung der Pickerantwort in Design 2	39
6.1	Übersicht zu den Fragebögen	43
6.2	Anzeige der benötigten Zeit	44
6.3	Ergebnis der Geschlechter Aufteilung	45
6.4	Ergebnis der Altersaufteilung und der Rechts-Linkshänder Aufteilung	45
6.5	Ergebnis des höchsten allgemeinen Schulabschlusses und Anzahl der Schul- oder Studiumsjahre	46
6.6	Ergebnis der Single Choice Umfrage	47
6.7	Ergebnis der Single Choice Umfrage	48

Abbildungsverzeichnis

6.8	Ergebnis der Binärantwort Umfrage	49
6.9	Ergebnis der Spracheingabe Umfrage	50
6.10	Ergebnis der Slider und Picker Umfrage	50
6.11	Ergebnis der Anzahl an Fragen Umfrage	52
6.12	Ergebnis der Umfrage für Anzahl an Smartphone und Smartwatch Besitzern	52
6.13	Ergebnis der regelmäßigen Umfragen auf der Smartwatch	53
6.14	Ergebnis der von regelmäßigen Umfragen auf der Smartwatch	54
6.15	Ergebnis der Umfrage für Antworten an öffentlichen Orten	55
A.1	Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 1	75
A.2	Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 2	76
A.3	Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 3	77
A.4	Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 4	78
A.5	Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 5	79
A.6	Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 6	80
A.7	Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 7	81
A.8	Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 8	82
A.9	Vergleichsfragebogen für die Probanden Seite 9	83

Tabellenverzeichnis

4.1	Übersicht über verschiedene Antwortmöglichkeiten	27
4.2	Übersicht zu den funktionalen Anforderungen	29
4.3	Übersicht zu den nicht-funktionalen Anforderungen	30
5.1	Übersicht zu den Fragen und Designs	31
6.1	Aufstellung der Hypothesen	42
7.1	Überprüfung der funktionalen Anforderungen	58
7.2	Überprüfung der nicht-funktionalen Anforderungen	59
A.1	Fragebogen 1 und 2 zur Untersuchung der Schwankungen der Tinnitus- wahrnehmung	69
A.2	Fragebogen 3 und 4 zur Untersuchung und Messung der Tinnituswahr- nehmung	74

Name: Viktoria Elsässer

Matrikelnummer: 847643

Erklärung

Ich erkläre, dass ich die Arbeit selbstständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Ulm, den

Viktoria Elsässer