

Monitoring und Analyse von Berührungsinteraktionen an mobilen Endgeräten mit kapazitiven Touchscreens

Masterarbeit
zur Erlangung des akademischen Grades

Master of Science in Engineering (MSc)

Fachhochschule Vorarlberg
Informatik

Betreut von
Prof. (FH) Univ.-Doz. Mag. Dr. habil. Guido Kempter

Vorgelegt von
Lukas Prutsch
1610247043

Götzis, 11. Juli 2022

Disclaimer

In dieser Arbeit werden mehrfach die Begriffe **Smartphone, Phablet, Mobilgerät, mobiles Endgerät** sowie **Multitouch-Gerät** und jeweils der Plural derselben verwendet. Aus Gründen der Lesbarkeit wird auf eine Aufzählung oder die Verwendung eines einheitlichen Sammelbegriffs für die genannten Begriffe verzichtet. Wenn jedoch ein einzelner Begriff wie „Smartphone“ erwähnt wird, sind implizit alle genannten Bezeichnungen gemeint, sofern nicht ausdrücklich Gegenteiliges angeführt wird.

Kurzreferat

Monitoring und Analyse von Berührungsinteraktionen an mobilen Endgeräten mit kapazitiven Touchscreens

Seit der Einführung von modernen Smartphones steigt die Bildschirmdiagonale der mobilen Endgeräte Jahr für Jahr. Dies ist sowohl ein Fluch als auch ein Segen zugleich. Einerseits kann auf einer größeren Bildschirmfläche eine größere Anzahl von Inhalten grafisch dargestellt werden. Andererseits bedeutet dies aber auch, dass Interaktionen mit der gesamten verfügbaren Bildschirmfläche sich als immer schwieriger gestalten. Insbesondere bei der einhändigen Bedienung des Smartphones mit dem Daumen erfordern ungünstig platzierte klickbare Bedienelemente eine erhebliche Streckung des betreffenden Fingers oder sogar die Unterstützung durch die andere Hand. Dadurch kann die Präzision von Berührungsinteraktionen beeinträchtigt werden. Es stellt sich deshalb folgende Forschungsfrage: „Inwiefern hängt die Berührungspräzision von unvoreilhaft positionierten Bedienelementen in Smartphones ab und wie unterscheiden sich die verschiedenen Altersgruppen hinsichtlich Smartphone Interaktionen?“ Zur Beantwortung der Forschungsfrage wurde eine quantitative Studie im Design einer interaktiven Umfrage für Smartphones programmiert und an potentielle Teilnehmer:innen versandt. Dabei wurden die Teilnehmenden aufgefordert vordefinierte Haltegriffe einzuhalten. Es wurden die Berührungsinteraktionen und die Antworten der Teilnehmenden protokolliert und anschließend analysiert. Bei der Datenanalyse wurden die erhobenen Daten der Teilnehmenden in vier Altersklassen unterteilt und anschließend auf Differenzen bezüglich der Bedienpräzision untersucht. Die Darstellung und der Vergleich der Benutzer:inneninteraktionen durch Offset-Vektoren ergab, dass die Versuchsgruppe der Senioren bei allen vordefinierten Haltegriffen eine signifikant geringere Präzision in Bezug auf die Berührungsgenauigkeit aufwies als die anderen Testgruppen. Darüber hinaus wurde festgestellt, dass Objekte, die weiter von der natürlichen Fingerposition entfernt sind, mit einer geringeren Präzision selektiert werden als Objekte, die in unmittelbarer Nähe zum bedienenden Finger positioniert sind. Dies zeigte sich sowohl bei der Bedienung mit dem Daumen als auch mit dem Zeigefinger und ist abhängig vom Winkel des bedienenden Fingers zum Smartphone.

Abstract

Monitoring and Analysis of Touch Interactions on Mobile Devices with Capacitive Touchscreens

Since the introduction of modern smartphones, the screen diagonal of mobile devices has been increasing year by year. This is both a curse and a blessing. On the one hand, a greater number of contents can be graphically displayed on a larger screen area. On the other hand, however, this inevitably means that interaction with the entire available screen area becomes increasingly difficult. Especially when operating the smartphone one-handed with the thumb, unfavourably placed clickable controls require a considerable stretching of the finger in question or even the assistance of the other hand. This can impair the precision of touch interactions. Therefore, the following research question arises: “To what extent does the touch precision depend on unfavourably positioned controls in smartphones and how do the different age groups differ with regard to smartphone interactions?” To answer the research question, a quantitative study in the design of an interactive survey for smartphones was programmed and sent to potential participants. The participants were asked to comply with predefined handholds. The touch interactions and the answers of the participants were recorded and then analysed. In the data analysis, the data collected from the participants was divided into four age groups and then examined for differences in operating precision. The representation and comparison of the user interactions by means of offset vectors revealed that the test group seniors showed a significantly reduced precision with regard to touch precision in all defined grips compared to the other test groups. Furthermore, it was proven that objects that are further away from the natural finger position are selected with a lower precision than objects that are positioned in the immediate vicinity of the operating finger. This was shown both when operating with a thumb and with the index finger and depends on the angle of the operating finger to the smartphone.

Inhaltsverzeichnis

1	Einführung	1
1.1	Was ist ein Smartphone?.....	1
1.1.1	Marktanteile der mobilen Betriebssysteme weltweit.....	3
1.2	Problemstellung.....	3
1.3	Zielsetzung.....	5
1.4	Forschungsfrage und Hypothesenerstellung.....	6
2	Methodisches Vorgehen	7
2.1	Design Thinking Process.....	7
2.2	Leitfadeninterview.....	8
2.3	Literaturrecherche.....	9
2.4	Versuchsaufbau.....	10
2.4.1	Einhand- und Zweihandbedienung von Smartphones.....	10
2.4.2	Bedienverhalten bezogen auf verschiedene Smartphone Haltegriffe.....	11
2.4.3	Versuchsbedingungen.....	12
3	Umsetzung	23
3.1	Frontend.....	23
3.1.1	ReactJS.....	23
3.1.2	React Native.....	26
3.1.3	React Native Web.....	27
3.1.4	Netlify.....	27
3.2	Backend.....	28
3.2.1	Elastic Compute Cloud Instance.....	28
3.2.2	Technologien.....	29
3.2.3	SSL-Zertifizierung.....	29
3.3	Datenanalysetools.....	30
4	Ergebnisse	31
4.1	Pilotphase.....	31
4.2	Datenauswertung.....	32
4.2.1	Auswertung der Vektorfelder.....	35
5	Diskussion	44
6	Zusammenfassung und Ausblick	46
	Abbildungsverzeichnis	48
	Tabellenverzeichnis	50

Literaturverzeichnis	51
Anhang.....	54

1 Einführung

Im Jahr 2020 verwendeten 98% aller Internetnutzer:innen aus Österreich zwischen 15 und 69 Jahren bereits regelmäßig ein an das Internet angebundenes mobiles Endgerät wie z.B. ein Smartphone (Turulski A.-S.2021). Mit dem iPhone der ersten Generation ist im Frühjahr 2007 das erste Smartphone so wie wir es kennen, auf dem Markt erschienen (Blischke, 2012). Informationen, die früher zeitaufwändig mithilfe physischer Tasten in klassische Mobiltelefone eingetippt wurden, konnten damit um ein Vielfaches schneller über Bildschirmtastaturen ins Smartphone übertragen werden. Doch nicht nur die primäre Tastatureingabemethode hat sich seit dem Beginn der Mobiltelefonevolution schlagartig geändert, sondern auch viele andere Komponenten des Smartphones wurden immer performanter. Heutige Smartphone Prozessoren haben beispielsweise etwa eine Rechenleistung, welche die des „Apollo Guidance Computers“, dem Bordcomputer der Apollo Mondmission im Jahre 1969, um den Faktor 120 Millionen übersteigt (Floca, 2019). Noch dazu waren damalige Prozessoren und allgemein die meisten Bauteile eines Computers deutlich größer, schwerer und im direkten Vergleich leistungshungriger als heutige und konnten nicht einfach in einer Hosentasche transportiert werden.

Nicht nur in den eben genannten Bereichen hat sich durch die Einführung von Smartphones einiges verändert, sondern es sind auch neue Anwendungsbereiche für unterschiedlichste Zielgruppen entstanden. Heutzutage stellen Smartphones in den meisten Anwendungsbereichen eine vollwertige Alternative für Notebooks oder PC's dar und sind nicht mehr aus dem Alltag wegzudenken.

1.1 Was ist ein Smartphone?

Im Grunde genommen ist der Begriff „Smartphone“ ein Marketingtechnischer und beschreibt zu Deutsch ein „intelligentes Telefon“, das in Bezug auf Hardware und Software mit erweitertem Funktionsumfang ausgestattet ist (Sjurts, o. D.). Typischerweise bestehen Smartphones mindestens aus einem Touchscreen und einer Kamera. Weiters bieten Smartphones neben Telefonie und Short Message Services (SMS) Zusatzdienste wie z.B. E-Mail Services, GPS-Navigation, Internet und die Wiedergabe von audiovisuellen Inhalten an. Ferner können zu den bereits installierten Applikationen Weitere aus einem Store geladen werden.

In modernen Smartphones ist meist ein kapazitiver Touchscreen verbaut. Kapazitive Touchscreens bestehen aus einem mit Elektroden bestückten Koordinatennetz, eingeteilt in Zeilen und Spalten, welches mit einem Schaltkreis verbunden ist. Zwischen zwei Elektroden befindet sich ein Dielektrikum (eine elektrisch schwach- oder nichtleitende Substanz). Da Finger eine elektrische Leitfähigkeit besitzen, können bei der Berührung des Displays Ladungen an ihm abfließen. In weiterer Folge werden Änderungen des elektrostatischen Feldes erkannt, und die tatsächliche Position der Interaktion kann berechnet werden. Kapazitive Touchscreens können im Gegensatz zu resistiven Touchscreens mehrere Berührungen auf einmal erkennen und benötigen keinen physischen Druck. (Geysse, 2011). Abbildung 1 veranschaulicht das touchkapazitive Prinzip, welches in modernen Touchscreens zu Tragen kommt.

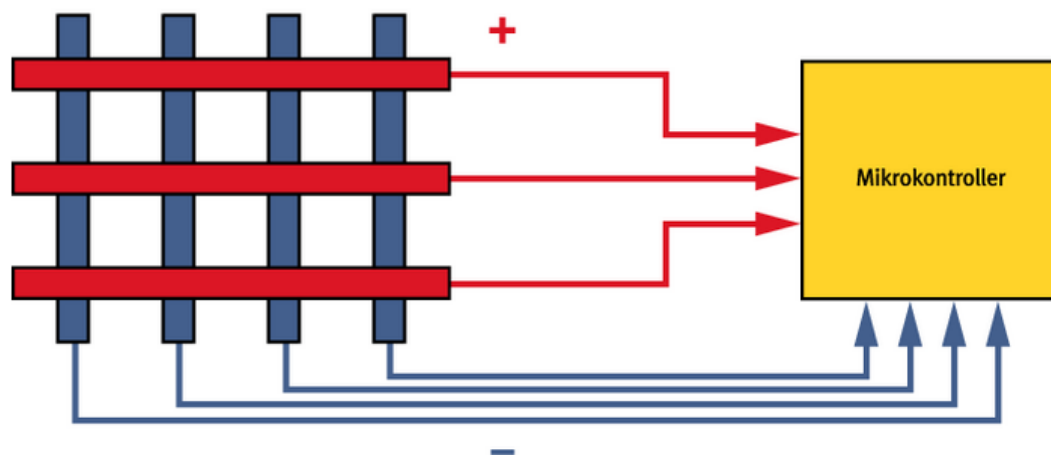


Abbildung 1: Touchkapazitives Prinzip (Heintze, 2011)

1.1.1 Marktanteile der mobilen Betriebssysteme weltweit

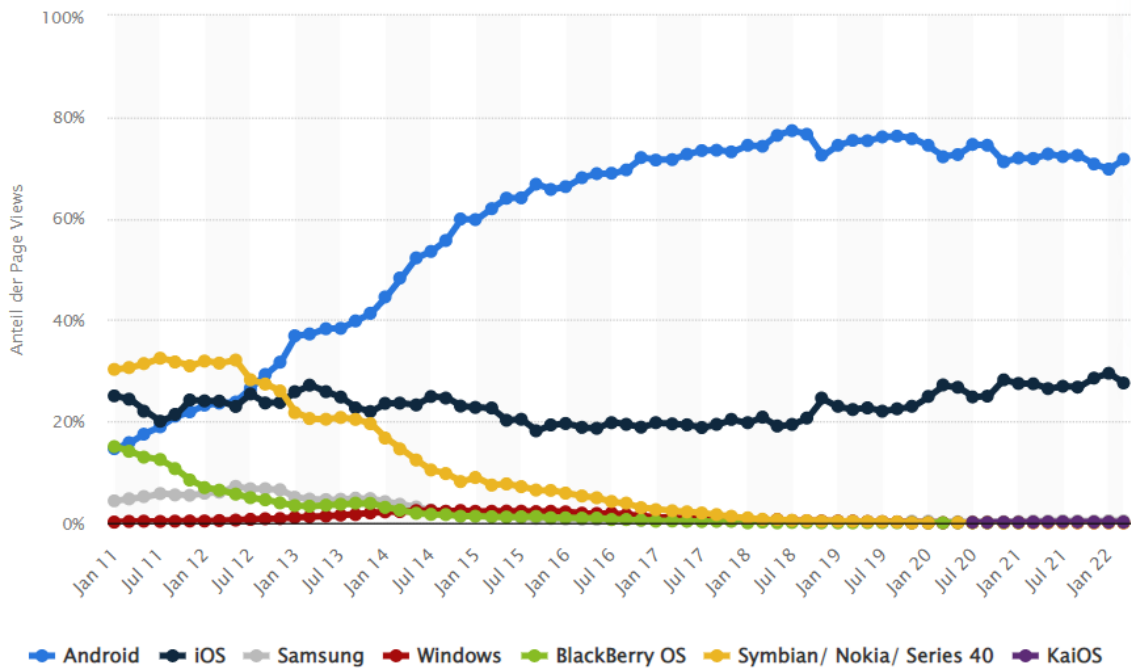


Abbildung 2: Marktanteile der mobilen Betriebssysteme weltweit, gemessen an den Page Views (Statista Research Department, 2022)

Derzeit kontrollieren Google mit „Android“ und Apple mit dem Betriebssystem „iOS“ etwa 71,7% und 27,6% des Weltmarkts und bilden somit ein Duopol in diesem Geschäftsbereich. Mit HarmonyOS gibt es zwar Konkurrenz aus China, jedoch basiert auch dieses Betriebssystem auf dem Android zuordenbaren Open Source Projekt (AOSP)¹ und fließt deshalb mit etwa 2% am Gesamtanteil auch in die Anteile Androids mit ein (Floemer, Cherrayil o.D.). Da derzeit alle verbleibenden Mitbewerber:innen summiert weniger als ein Prozent des Marktanteils ausmachen, wird in dieser Arbeit nicht weiter auf jene eingegangen. Abbildung 2 veranschaulicht die weltweite Entwicklung der mobilen Betriebssysteme, gemessen an den Page Views.

1.2 Problemstellung

So performant und praktisch Geräte wie Smartphones, Tablets oder Phablets auch sein mögen, letztlich hängt der Nutzungskomfort stark von der Umsetzung der einzelnen Anwendungen ab. Bedienkonzepte, die sich in der Welt der Maus und Tastatur bewährt haben, sind nicht bedingungslos für den Einsatz an mobilen Multitouch-Geräten

¹ <https://source.android.com>

geeignet. Manche Bedienkonzepte, welche von Computern angeboten werden, lassen sich recht gut auf Smartphones übertragen, andere wiederum sind in der Welt der mobilen Geräte auf dieselbe Art und Weise nicht anwendbar. Ein Beispiel dafür ist die Rechtsklick Funktionalität bei Computern. Der Cursor an Computern kann, auch dank Mechanismen wie der Zeigerbeschleunigung, sehr einfach innerhalb der Monitorgrenzen durch das Bewegen der Maus einige Zentimeter in jede Richtung bewegt werden. Abgesehen davon, dass Multitouch-Geräte keine Cursorsteuerung anbieten, stellen bei mobilen Geräten Interaktionen, welche einige Zentimeter weiter von gut erreichbaren Positionen entfernt sind, ein Problem dar. Je größer die Distanz zwischen neutraler Fingerposition und der Zielposition auf dem Touchscreen ist, desto schwerer lässt sich ein Ziel erreichen (Le, Mayer, Bader, & Henze, 2018) (Seul, Min, & Yong, Investigating Smartphone Touch Area with One-Handed Interaction: Effects of Target Distance and Direction on Touch Behaviors, 2019). Vor allem bei der einhändigen Bedienung des Smartphones bedarf es bei weiter entfernten klickbaren Bedienelementen eine erhebliche Streckung des betreffenden Fingers oder sogar die Zuhilfenahme der anderen Hand. Weil sich der interagierende Finger in diesem Fall über eine gewisse Distanz fast parallel über den Bildschirm bewegen muss, lässt sich der Abstand zum Bildschirm für den Benutzer nur schwer abschätzen. Dementsprechend werden regelmäßig an schwer erreichbaren Positionen des Touchscreens die falschen Bedienelemente selektiert und die Berührungsgenauigkeit weicht von der gewohnten Präzision ab. (Shin, Choi, Hyun Kim, & Lee, 2016).

Durch die Tatsache, dass im letzten Jahrzehnt die Bildschirmdiagonale von mobilen Endgeräten sukzessiv gestiegen ist, rückt dieses Problem allmählich in den Vordergrund (Tenzer, F., 2022).

1.3 Zielsetzung

Aus den im vorangehenden Kapitel geschilderten Gründen beschäftigt sich vorliegende Arbeit mit der für Smartphone Benutzer:innen ungünstigen Platzierung von Bedienelementen. Der Fokus wird auf die Erfassung, Verarbeitung und Analyse von Berührunginteraktionen gelegt. Dabei wird im Speziellen auf die am häufigsten genutzte Interaktionsart „Tap“ eingegangen. Es soll aber auch die Möglichkeit angeboten werden, Berührungsgesten wie „Swipe“, „Scroll“ und „Drag and Drop“ zu analysieren. Abbildung 3 veranschaulicht die gängigsten Berührunginteraktionen in diesem Kontext.

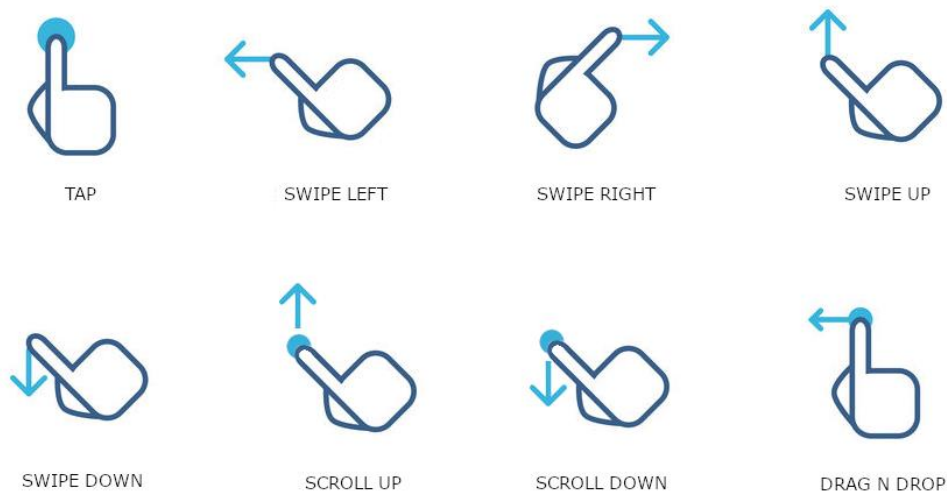


Abbildung 3: Veranschaulichung der Berührungsgesten (in Anlehnung an Solis, 2019)

Ziel dieser Arbeit ist es insbesondere, das Thema Berührunginteraktionen betreffend, Parallelen und Abweichungen zwischen ausgewählten Benutzer:innengruppen während der Bedienung von Multitouch-Geräten aufzuzeigen.

Um diese Berührunginteraktionen zu untersuchen, wird ein interaktiver Online-Fragebogen programmiert, der neben der Beantwortung der Fragen auch die Ausführung der Berührunginteraktionen erfasst. Das hier untersuchte Benutzer:innenverhalten wird durch physikalische Größen wie z.B. der Zielgenauigkeit oder der Geschwindigkeit der Berührunginteraktionen abgebildet. Alle Daten sollen in anonymisierter Form an einen Server übermittelt und persistiert werden.

Da für Umfrageteilnehmende aus Erfahrungswerten die Installation einer Applikation oft nicht erwünscht ist und eine Installation die Anzahl der Teilnehmenden dezimiert, soll das Umfragetool im Webbrowser auf Android, iOS und iPadOS lauffähig sein (Wenz,

Jäckle, & Couper, 2017). Um Vergleiche zwischen den einzelnen Datensätzen anstellen zu können, soll eine Methode gefunden werden, Berührungsinteraktionen auf unterschiedlichen Bildschirmgrößen einheitlich aufzuzeichnen.

Aufgrund der speziell zu Beginn dieser Arbeit vorherrschenden Situation bezugnehmend auf die Covid-19 Pandemie wurde es als nicht bedenkenlos eingestuft, Proband:innen vor Ort während der Benutzung von mobilen Endgeräten zu beobachten um Analysedaten daraus zu gewinnen. Deshalb beschäftigt sich die vorliegende Arbeit ausschließlich mit Erhebungsmethoden (mit Ausnahme der Leitfadeninterviews), die ohne direkten Kontakt mit den Teilnehmenden auskommen.

1.4 Forschungsfrage und Hypothesenerstellung

Aus der Problemstellung und der Zielsetzung dieser Arbeit resultiert folgende Forschungsfrage:

„Inwiefern hängt die Berührungspräzision von unvoreilhaft positionierten Bedienelementen in Smartphones ab und wie unterscheiden sich die verschiedenen Altersgruppen hinsichtlich Smartphone Interaktionen?“

Diese Forschungsfrage wurde in folgende Hypothesen übersetzt:

H1: Die Berührungspräzision beim einhändigen Bedienen (mit einem Daumen) von Smartphones hängt von der Positionierung der zu bedienenden Elemente ab. Je weiter die Elemente vom Ursprung des Daumens entfernt sind, desto ungenauer die Präzision.

H2: Die Berührungspräzision beim Bedienen von mobilen Touch-Geräten per Zeigefinger ist präziser als die Bedienung mit dem Daumen.

H3: Jugendliche zwischen 13 und 18 Jahren bedienen Touch-Oberflächen mit einer höheren Präzision in Bezug auf die Selektierung von Bedienelementen als Versuchsteilnehmende, welche das 60. Lebensjahr bereits vollendet haben.

2 Methodisches Vorgehen

In diesem Kapitel werden einzelne Abläufe bezüglich des Arbeitsaufbaus beschrieben.

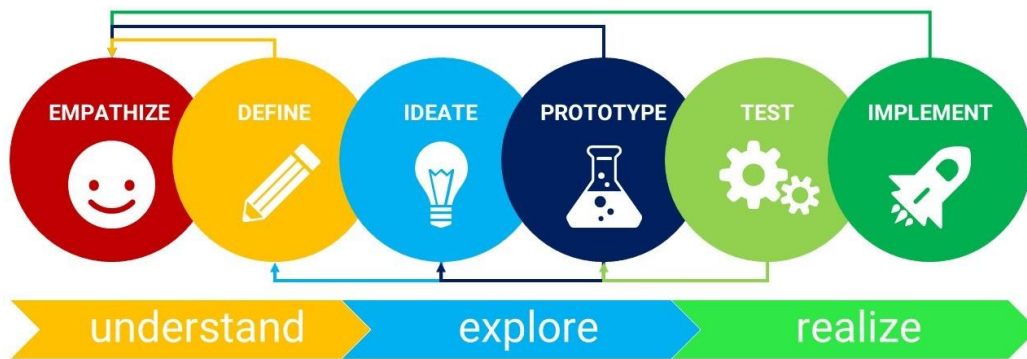


Abbildung 4: Design Thinking Prozess (Weisz, 2019)

2.1 Design Thinking Process

Für die prototypische Umsetzung der Applikation wurde das Prinzip „Design Thinking“ angewendet (Meinel C., 2011). Es werden im Folgenden die einzelnen Phasen aus Abbildung 4 mit Beispielen aus dieser Arbeit beschrieben:

Verstehen (Empathize)

Im ersten Schritt wurde versucht den Kenntnisstand der Proband:innen in Bezug auf Verständnis und Anwendung der einzelnen Berührunginteraktionen herauszufinden und zu verstehen. Für diesen Zweck wurden Leitfadeninterviews durchgeführt (siehe nächster Abschnitt).

Definieren (Define)

Es wurde definiert welche Bedienelemente der Prototyp beinhalten soll. Das Ziel dieses Prototyps war eine für alle definierten Zielgruppen verständliche Applikation zu entwerfen, welche im letzten Schritt implementiert werden soll.

Ideenfindung (Ideate)

Es wurden Ideen zur Umsetzung der Applikation mithilfe bekannter Methoden wie z.B. der „Reverse Brainstorming“ Methode definiert. Auch der Ideeninput aus der Literaturrecherche wurde für die Implementierung mitberücksichtigt.

Prototypisierung (Prototyping)

Aus den gesammelten Ideen wurde ein Prototyp erstellt, welcher in der Phase „Implementierung“ umgesetzt wird. Innerhalb dieser Arbeit wurde für die Erstellung klickbarer Prototypen das Werkzeug Figma² verwendet.

Evaluieren (Test)

In dieser Phase wurde der im vorherigen Schritt erstellte Prototyp und Variationen davon von Testpersonen durchgespielt. Hierfür wurden Proband:innen stillschweigend bei der Ausführung der Aufgaben beobachtet, um eventuelle Schwierigkeiten während der Benutzung zu erkennen.

Implementierung (Implement)

In dieser Phase wurde die Webbrowserapplikation gemäß den Vorgaben des Prototyps implementiert. Screenshots des Prototyps können in Anhang B nachgeschlagen werden.

2.2 Leitfadeninterview

Basierend auf der Problemstellung dieser Arbeit wurden Leitfadeninterviews durchgeführt. In diesem Fall hatten die Leitfadeninterviews den Zweck, unterschiedliche Kenntnisgrade der einzelnen Benutzer:innengruppen in Bezug auf Smartphone Interaktionen zu ermitteln. Dies ist wichtig, um mögliche Unklarheiten bezüglich Bedienung oder Wording der Aufgabenstellung zu vermeiden. Um dieses Ziel zu erreichen, wurden gezielt Teilnehmende gesucht und interviewt, welche in die vordefinierten Versuchsgruppen passen. Es wird angenommen, dass jeder Teilnehmende seine Zielgruppe im Durchschnitt vertritt. Die Einteilung in Versuchsgruppen erfolgt wie in Tabelle 1 beschrieben.

Tabelle 1: Versuchsgruppen des Leitfadeninterviews (Prutsch, 2022)

Jugendliche zwischen 13 und 18 Jahren
Junge Erwachsene zwischen 19 und 27 Jahren
Erwachsene (28 bis 59 Jahre)
Senioren (ab 60 Jahren)

Für jede Versuchsgruppe wurde zumindest eine Person ausgewählt und entweder persönlich oder telefonisch interviewt. Um den jeweiligen Kenntnisstand bezüglich

² <https://www.figma.com>

Smartphone Interaktionen zu ermitteln, wurden den Teilnehmenden zum Einstieg etwa mit Fragen über das Bedienverhalten gestellt. Auch Fragen bezugnehmend auf die Gestenbedienung (siehe Kapitel 1 Abbildung 3) oder allgemeine Schwierigkeiten bei der Bedienung wurden behandelt. Einen Auszug über die Fragen und eine Zusammenfassung der Antworten des Leitfadenterviews können Sie dem Anhang A entnehmen.

2.3 Literaturrecherche

Innerhalb dieser Arbeit wurde Zotero³ als Literaturverwaltungssoftware verwendet. Der Fokus der Recherche lag auf englisch- und deutschsprachigen Informationsquellen wie Bücher, Paper oder digital zugänglichen Medien. Dabei wurden zu einem großen Teil Informationsquellen aus ResearchGate⁴ und Google Scholar⁵ verwendet.

Für den Berührungsinteraktionsteil ohne Gestensteuerung waren vor allem die Paper „*Effect of gestures and smartphone sizes on user experience of text input methods*“ von Li et al. (2021) und „*100.000.000 Taps: Analysis and Improvement of Touch Performance in the Large*“ von Henze et al. (2011) sehr hilfreich.

Auch durch die Paper “Thumb performance of elderly users on smartphone touchscreen.” von Xiong J, Muraki S. (2016) und „Touch Behavior Analysis for Large Screen Smartphones” von Zhang et al. (2016) konnten wertvolle Informationen gesammelt werden.

³ Zotero: <https://www.zotero.org/>

⁴ ResearchGate: <https://www.researchgate.net/>

⁵ Google Scholar: <https://scholar.google.com/>

2.4 Versuchsaufbau

In diesem Abschnitt werden Designentscheidungen betreffend des Versuchsaufbaus argumentiert.

2.4.1 Einhand- und Zweihandbedienung von Smartphones

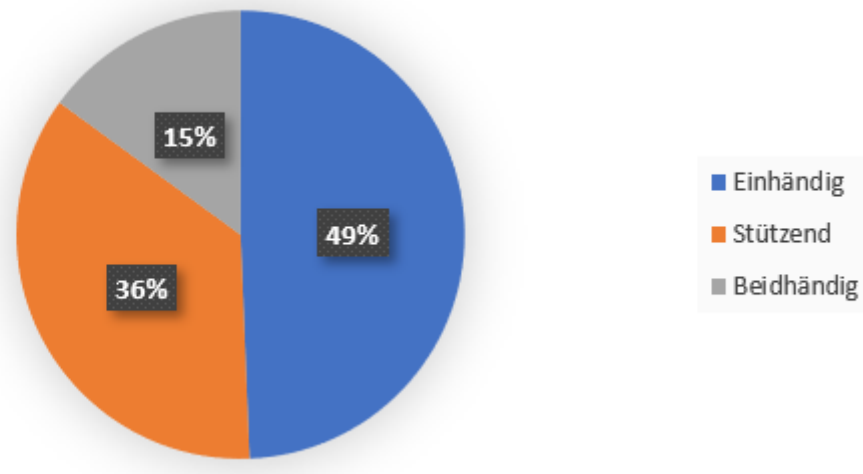


Abbildung 5: Verschiedene Smartphone-Haltegriffe (in Anlehnung an Hooper, 2013)

Ein großer Teil der Bevölkerung befasst sich heutzutage täglich mehrere Stunden mit dem Smartphone. Anders als in der Vergangenheit werden mobile Endgeräte nicht mehr vorwiegend zum Telefonieren verwendet. Im Mittelpunkt stehen stattdessen Funktionalitäten wie Multimedia, Apps oder die Benutzung des Internets (Turulski, 2022).

Bei der Implementierung der Browseranwendung für Mobiltelefone sind Informationen über die Smartphone-Handhabung von großer Bedeutung. In einer umfangreichen Studie zum Thema Smartphone-Bedienverhalten, bezogen auf die Händehaltung von Versuchsteilnehmenden, stellte sich heraus, dass 49% aller Smartphonebenutzer:innen ihr Smartphone bei der aktiven Benutzung einhändig bedienen. 36% nehmen die jeweils andere Hand stützend zur Hilfe und 15% aller Teilnehmer:innen bedienen ihr Smartphone mit beiden Händen gleichzeitig (Hooper, 2013). Abbildung 5 fasst die Ergebnisse der Untersuchung auf den aktuellen Kontext bezogen zusammen. Es wurden nur Personen berücksichtigt, welche ihr Smartphone zum Beobachtungszeitpunkt aktiv bedienten (n=785).

2.4.2 Bedienverhalten bezogen auf verschiedene Smartphone Haltegriffe

Smartphones werden üblicherweise mit einem oder beiden Daumen oder mit dem Zeigefinger bedient. Basierend auf der Studie von Hooper (2013) bedienten 72% aller Personen, sofern sie ihr Smartphone mit einer Hand stützten, ihr Smartphone mit dem Daumen. Die verbleibenden 28% interagierten per Zeigefinger mit dem Smartphone.

Bei der Einhandbedienung wurde laut dem Datensatz⁶ in allen erfassten Fällen das Smartphone mit dem Daumen bedient (Hooper, 2013).

Aufgrund dieser Erkenntnisse wurden für die Umsetzung der Browseranwendung folgende vier Smartphone-Haltegriffe, geordnet nach Häufigkeit der Haltegriffe, definiert und nachfolgend in Abbildung 6 veranschaulicht:

1. Einhandbedienung mit Daumen
2. Einhandbedienung mit Daumen und der zweiten Hand zur Stabilisierung
3. Zweihandbedienung mit beiden Daumen.
4. Einhandbedienung mit Zeigefinger und der zweiten Hand zur Stabilisierung

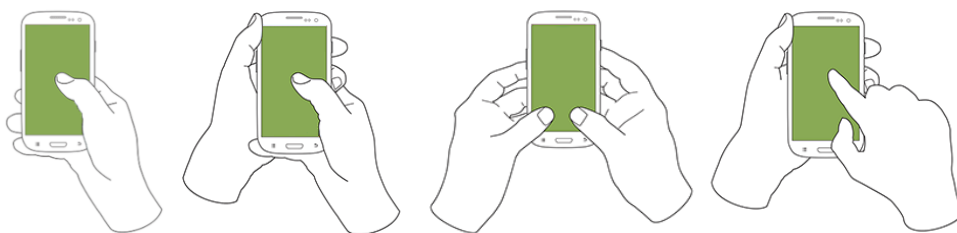


Abbildung 6: Veranschaulichung der verschiedenen Smartphone Haltegriffe (in Anlehnung an Hooper, 2013)

Um sicherzustellen, dass innerhalb dieser Studie die Umfrageteilnehmenden ihr Smartphone unter Einhaltung eines in der Umfrage beschriebenen Haltegriffs bedienen, wurden bei der Implementierung der mobilen Webapplikation zusätzlich zur textuellen Beschreibung Bilder zur Orientierungshilfe eingebildet. Wie in Abbildung 7 ersichtlich, wurden Teilnehmende bei jeder Änderung des Haltegriffs durch die visuelle Darstellung

⁶ https://www.uxmatters.com/mt/archives/2013/02/images/Device_Grasping.html

des Haltegriffs informiert und aufgefordert, ein Kontrollelement zu selektieren, um zu bestätigen, dass zum Zeitpunkt der Erhebung der richtige Haltegriff angewandt wurde.

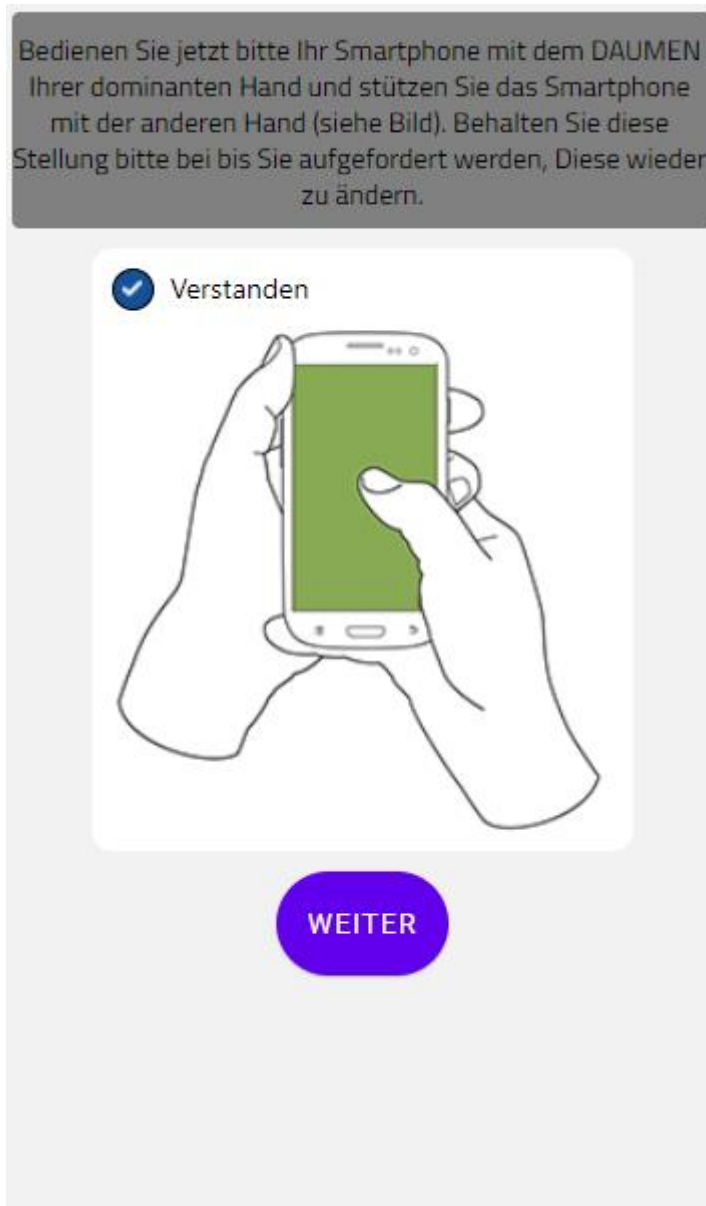


Abbildung 7: Screenshot zur Sicherstellung der Einhaltung eines Haltegriffs (Prutsch, 2022)

2.4.3 Versuchsbedingungen

In bisherigen Arbeiten, wie etwa in *“100.000.000 Taps: Analysis and Improvement of Touch Performance in the Large”* von Henze et al. (2011) wurden individuelle Bildschirmdimensionen und somit die Pixeldichte des jeweiligen Mobilgeräts nicht berücksichtigt. Um für alle Teilnehmenden dieselbe Ausgangsposition zu schaffen, musste in der vorliegenden Arbeit sichergestellt werden, dass die Dimensionierung und Positionierung der einzelnen Bedienelemente unabhängig der verschiedenen Displaygrößen und Pixeldichten einheitlich realisierbar ist.

2.4.3.1 Bildschirmgröße mobiler Endgeräte

Innerhalb dieser Arbeit soll für alle Teilnehmenden die tatsächliche Komponentengröße (auf das metrische System bezogen) auf dem Bildschirm einheitlich dargestellt werden. Da unzählige Smartphones mit unterschiedlichsten Bildschirmdiagonalen und Seitenverhältnissen auf dem Markt vertreten sind, musste zuerst abgegrenzt werden, welche Bildschirmdimensionen mit welcher Häufigkeit am Markt vertreten sind. Abbildung 8 veranschaulicht die weltweit verbauten Displaygrößen in Smartphones und Phablets zwischen 2015 und 2021.

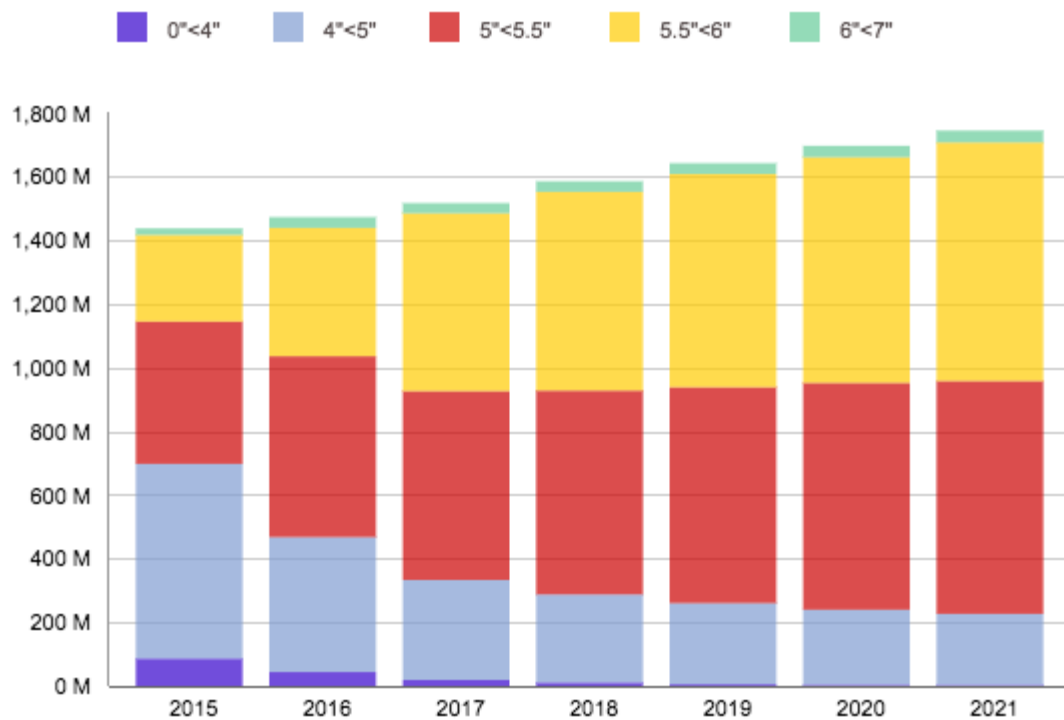


Abbildung 8: Smartphone-Absatz nach Bildschirmgröße (Bosnjak, 2021)

Anhand dieser Abbildung wird deutlich, dass im Laufe der letzten Jahre die Displaygrößen im Bereich 5 Zoll bis kleiner als 6 Zoll jeweils größer ausfielen als in den Jahren davor. Unter der Annahme, dass Smartphones im Schnitt nach 33 Monaten ausgetauscht werden, machte Anfang 2022 der Anteil aller Geräte, deren Bildschirmabmessungen mindestens fünf Zoll betragen hat, zumindest 85 % aller Geräte aus (O'Dea, 2022).

Neben der Bildschirmgröße muss noch der Faktor Seitenverhältnis berücksichtigt werden. Das derzeit am häufigsten vertretene Seitenverhältnis von Smartphones beträgt 16:9 (Olamide, 2019).

2.4.3.2 Effektiv nutzbare Bildschirmabmessungen

Da die entwickelte Applikation browserbasiert ist und unter der Verwendung der Standardkonfiguration von Android- und iOS-Browsern kein Vollbildmodus verfügbar ist, müssen die durch den Browser entstehenden nutzbaren Bereiche von den nicht Nutzbaren abgegrenzt werden.

Der effektiv nutzbare Bereich des Bildschirms setzt sich zusammen aus der gesamten Bildschirmhöhe abzüglich der Höhe von Status- und URL-Leiste. In der vorliegenden Arbeit wird der resultierende Bereich als „Umfragebereich“ bezeichnet. Es wird außerdem angenommen, dass Status- und URL-Leiste zusammen etwa zwei Zentimeter der Bildschirmhöhe für sich beanspruchen. Im Gegensatz zur Bildschirmhöhe steht bei der Benutzung von mobilen Browsern die gesamte Bildschirmbreite zur Verfügung.

In der Regel werden die Steuerelemente des Browsers⁷, sofern der gesamte Inhalt auf eine Seite (ohne Scrolling) passt und keine Gesteneingabe stattfindet, ausgeblendet. Daher müssen Elemente zur Steuerung des Browsers nur bedingt bei der Ausarbeitung berücksichtigt werden.

Um Vergleiche zwischen den einzelnen Teilnehmenden zu ermöglichen, wurden für alle Teilnehmenden dieselben effektiv nutzbaren Bildschirmabmessungen für den Umfragebereich in Millimeter definiert (Abmessungen: h x b: 60mm x 50mm). Dadurch kann gewährleistet werden, dass Bedienelemente auf jedem Smartphone exakt vordefinierte Abmessungen und Positionen entsprechen. An Geräten unter fünf-Zoll Bildschirmdiagonale, wird die maximal mögliche Bildschirmbreite / Bildschirmhöhe skaliert (Kolbow-Lehradt, 2018).

2.4.3.3 Ermittlung der Pixeldichte

In modernen Frameworks, die die Darstellung von Inhalten auf dem Bildschirm unterstützen, ist es möglich, die Anzahl der Pixel entlang der horizontalen und vertikalen Achse des Bildschirms auszulesen. Die Anzahl der Pixel in eine beliebige Achse hat jedoch keine Aussagekraft über die tatsächliche Bildschirmgröße. Um die tatsächliche Bildschirmgröße zu ermitteln, wird mit der Pixeldichte „dots per inch“ („dpi“) eine zusätzliche Geräteinformation benötigt. Diese Geräteinformation wird jedoch bei der Abfrage von Funktionen nur approximativ zurückgegeben (Google Inc., 2022). Wie in Abbildung

⁷ z.B. Neuer Tab, Vorwärts, Rückgängig, Favoriten etc.

9 visualisiert, wird von Android eine Einteilung in vier verschiedene Größen und Pixeldichten vorgenommen. Dabei haben kleine Geräte etwa eine Pixeldichte von 120 dpi und mittelgroße Geräte etwa eine Pixeldichte von 160 dpi usw.

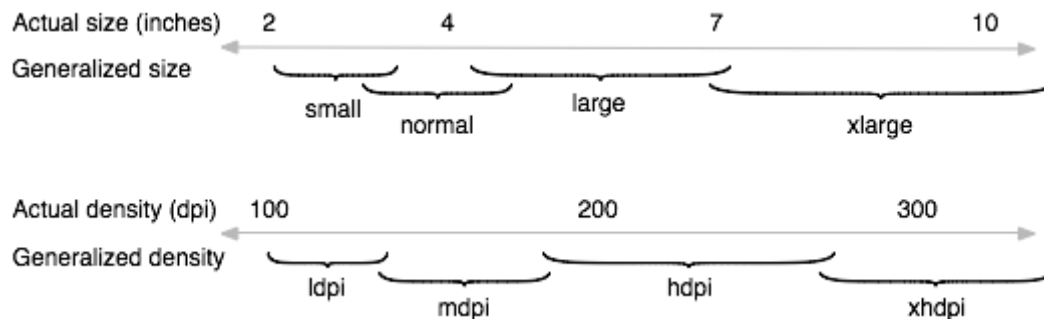


Abbildung 91: Kategorisierung der Bildschirmgrößen am Beispiel des Betriebssystems Android (The Net Circle, 2015)

Da diese Kategorisierung für die vorliegende Arbeit zu grobkörnig ist, wurde ein Mechanismus zur manuellen Bestimmung der Pixeldichte implementiert.

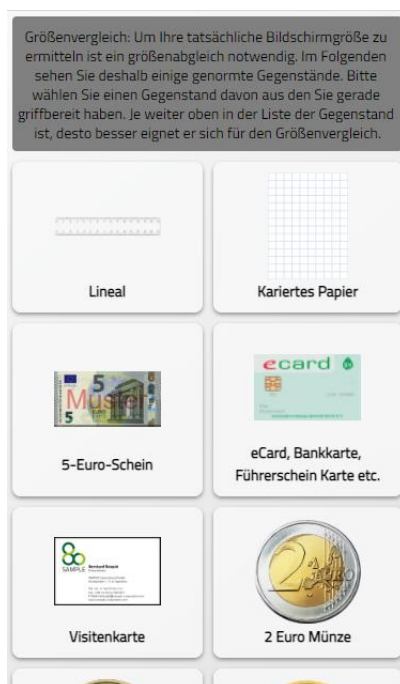


Abbildung 102: Auswahl eines griffbereiten Gegenstandes (Prutsch, 2022)

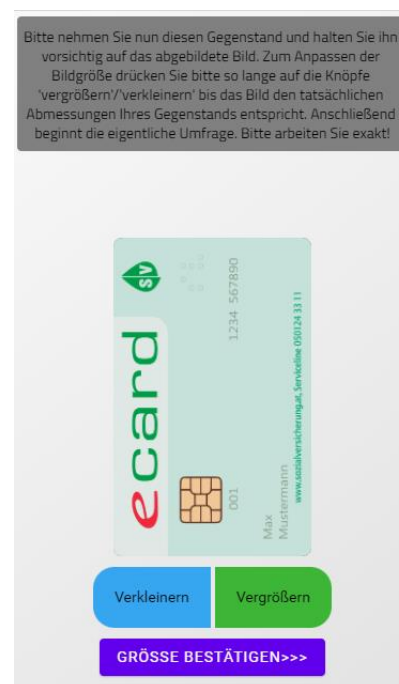


Abbildung 11: Größenabgleich des zu vergleichenden genormten Gegenstandes (Prutsch, 2022)

Die Umfrageteilnehmer:innen werden direkt nach dem Starten der Umfrage aufgefordert, einen griffbereiten genormten Gegenstand Zwecks eines Größenvergleichs auszuwählen

(vgl. Abbildung 10). Im nächsten Schritt wird der ausgewählte Gegenstand auf dem Bildschirm abgebildet und kann durch „Zoomen“ vergrößert oder verkleinert werden (Abbildung 11). Teilnehmende werden aufgefordert, den ausgewählten Gegenstand auf den Bildschirm zu legen und die Größe der Abbildung durch Betätigen des „Verkleinern“ oder „Vergrößern“ Buttons an die tatsächliche Größe des physischen Gegenstandes anzupassen. Abschließend kann die Pixeldichte für jedes Gerät individuell berechnet werden und die resultierende Variable mit der Fensterhöhe und -breite (in Pixel) in Relation zueinander gesetzt werden. Es stehen folgende genormten Gegenstände, geordnet nach Eignung für den Vergleich, zur Auswahl:

- Lineal
- Karopapier (5mm x 5mm pro Kästchen)
- 5-Euro-Schein
- Plastikkarten im Scheckkartenformat nach ISO/IEC 7810 ID-1 (e-card, Bankkarte, Kreditkarte, Führerschein, Personalausweis, etc.)
- Visitenkarte (angelehnt an den ISO Standard 7810 ID-1)
- 2-Euro-Münze
- 1-Euro-Münze
- 50-Cent-Münze

Sofern der Vergleich sorgfältig durchgeführt wurde, lassen sich die Bedienelemente in mobilen Endgeräten einheitlich und präzise darstellen. Nach dem Größenabgleich bekommen die Teilnehmenden mit einer gezielten Frage noch einmal die Chance, zum vorherigen Bildschirm zurückzukehren, um den Vergleich erneut durchzuführen.

2.4.3.4 Umfragebereich



Abbildung 12: Grundlegender Aufbau einer Frage (Prutsch, 2022)

Wie im vorherigen Abschnitt angedeutet, hat der Umfragebereich (in Abbildung 12 rot umrahmt) auf allen unterstützten Geräten und Plattformen, unabhängig der tatsächlichen Bildschirmgröße, dieselben metrischen Abmessungen. Innerhalb dieser Ausarbeitung beträgt die Dimensionierung des Umfragebereichs 60 mm Höhe und 50 mm Breite.

Bei der Auswahl beziehend auf die Form der einzelnen Bedienelemente innerhalb der Umfrage, fiel die Entscheidung auf die Verwendung von Kreisen in Form von „Radio Buttons“ (siehe Abbildung 13). Dies hat den Vorteil, dass positionsbezogene Abstände zwischen Ist- und Sollkoordinaten zum Zentrum des jeweiligen Bedienelements, eindeutig berechnet und verglichen werden können. Jeder Punkt auf dem Umfang des Kreises hat denselben Abstand zum Mittelpunkt.

Ab dieser Frage wird der hervorgehobene 'Umfragebereich' für jeden Umfrageteilnehmer gleich groß dargestellt (ca. 6 x 5 cm). Sollte die Umrandung nicht vollständig sichtbar sein (darf auch im Vordergrund dieses Textes sein), wurde der Vergleich nicht richtig durchgeführt. In diesem Fall wählen Sie bitte 'Vergleich wiederholen' aus.

Verstanden

Vergleich wiederholen

NÄCHSTE FRAGE

Abbildung 13: Umfragebereich „Single Choice“ (Prutsch, 2022)

Innerhalb des Umfragebereichs wird, sofern die Inputvalidierung die Navigation zur nächsten Frage zulässt, eine Komponente „zur nächsten Frage“ o.Ä. am unteren Ende des Bildschirms eingeblendet (siehe Abbildung 13). Beim Tippen auf diese Komponente werden zunächst die Koordinaten dieser Berührungsinteraktion aufgezeichnet. Abschließend werden Koordinaten aller registrierten Interaktionen inklusive Komponentenpositionen und selektierter Antworten an einen Server mittels HTTP-Request übermittelt.

Der Umfragebereich kommt bei allen Fragen zum Einsatz, bei denen Berührungsinteraktionen erfasst werden, nicht jedoch in Fragen, welche auf die Erfassung von weitläufigen Gesten, wie z.B. „Scrolling“ oder „Swiping“ ausgelegt sind.

2.4.3.5 Dimensionierung der Bedienelemente

Analog zum Umfragebereich wurden die Abmessungen aller Komponenten, welche innerhalb des Umfragebereichs platziert sind, im Voraus definiert. Dabei wurden drei Unterscheidungen bezugnehmend auf die Größe der Bedienelemente definiert:

- Kleine Bedienelemente: 3 mm Durchmesser
- Mittelgroße Bedienelemente: 4 mm Durchmesser
- Große Bedienelemente: 5,5 mm Durchmesser

Diese Unterscheidungen haben den Zweck, mögliche Abweichungen innerhalb der einzelnen Konfigurationen aufzudecken, welche bei der Bedienung entstehen (wie z.B. höhere Präzision bei kleineren Objekten usw.).

2.4.3.6 Positionierung der Bedienelemente innerhalb des Umfragebereichs

Da sich die vorliegende Arbeit unter anderem mit der ungünstigen Positionierung von Bedienelementen auseinandersetzt, wurde ein dazu passendes Design ausgearbeitet.

Für jede Frage wurde festgelegt, ob die Bedienelemente links- oder rechtsbündig abgebildet werden und welchen Durchmesser die Bedienelemente annehmen sollen (siehe Abschnitt Dimensionierung der Bedienelemente). Dies dient dem Zweck, Analysedaten in ungewohnten Bildschirmbereichen zu sammeln. Ferner werden durch die alternierende Ausrichtung der Fragen Links- und Rechtshänder gleichgestellt.

2.4.3.7 Aufgabenbereich

Zusätzlich zum Umfragebereich wurde mit dem „Aufgabenbereich“ ein weiterer Bereich eingeführt. Dieser ist jeweils am oberen Ende des Bildschirms platziert und ist in Abbildung blau umrahmt. Das Verhältnis der Fläche von Aufgabebereich zu Umfragebereich ist variabel und hängt von der verfügbaren Bildschirmhöhe innerhalb des Browsers ab. Sollte der Umfragebereich den Aufgabenbereich überlagern, wird der Aufgabenbereich unter den halbtransparenten Umfragebereich geschoben, sodass die Lesbarkeit von Inhalten beider Bereiche beibehalten wird und der Umfragebereich bedienbar bleibt. Dieser Fall kann auftreten, wenn die Bildschirmdiagonale fünf Zoll unterschreitet oder bei exotischen Seitenverhältnissen, wie etwa bei Smartphones mit zwei Bildschirmen.

2.4.3.8 Ermittlung der Berührungspräzision

Um die Berührungspräzision der Proband:innen messen zu können, wurde zu jedem Haltegriff eine Oberfläche mit zufällig erscheinenden farbigen Punkten zum Antippen implementiert. Daraus soll im Ergebnisteil ermittelt werden können, inwiefern eine messbare Abweichung zwischen den verschiedenen Haltegriffen in Bezug auf Berührungsinformationen existiert. Abbildung 14 zeigt einen Auszug aus dem Prototyp zur Veranschaulichung mit mehreren aktiven Objekten. Abbildung 16 zeigt einen Screenshot der tatsächlichen Applikation mit einem aktiven Objekt.

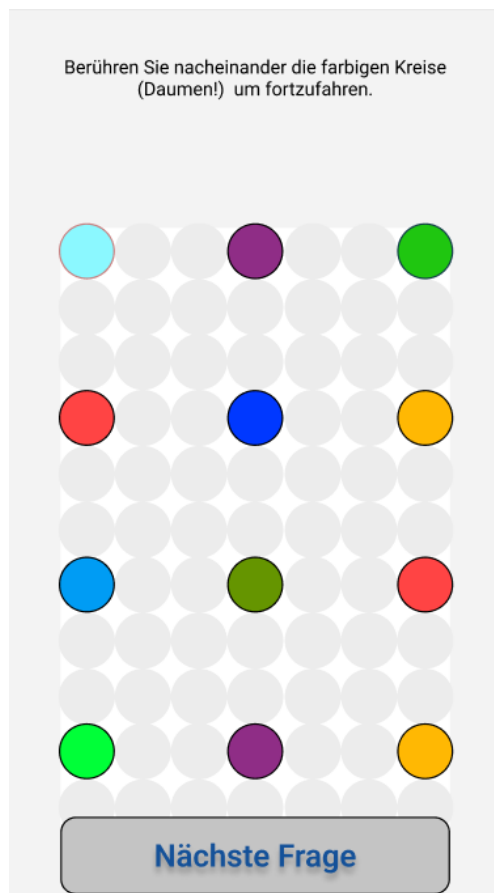


Abbildung 14: Auszug aus dem Prototyp mit mehreren aktiven Kreisen (Prutsch, 2022)

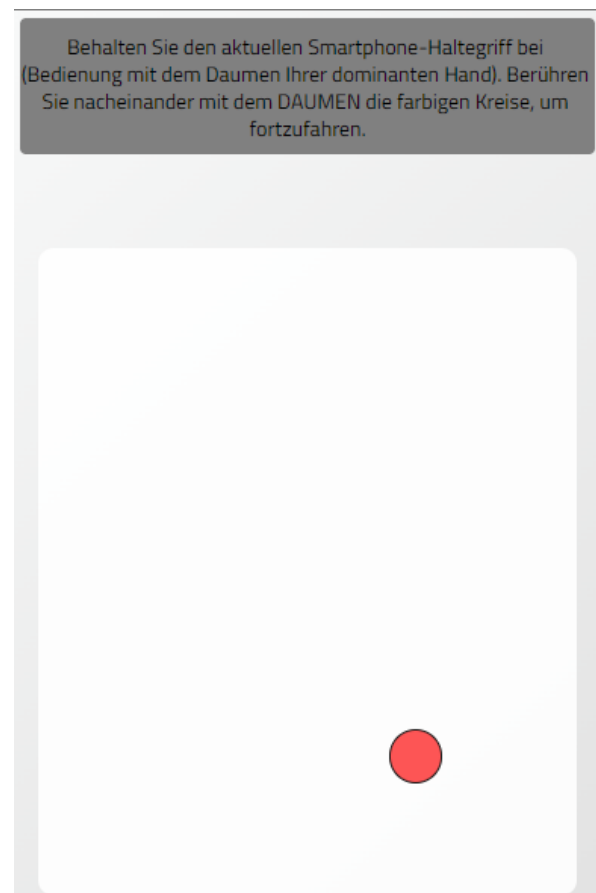


Abbildung 15: Screenshot eines Setups zur Ermittlung der Benutzer:innen Berührungsinteraktionspräzision (Prutsch, 2022)

2.4.3.9 Gestenerfassung

Neben der Protokollierung von Berührungsinteraktionen werden auch Gesten erfasst und mit dem Abschließen jeder Frage an einen Server in Form einzelner Koordinaten inklusive Zeitstempel übermittelt.

Bei der Durchführung von Gesten kann der Umfragebereich aufgrund der eingeschränkt zur Verfügung stehenden Bedienfläche als störend wahrgenommen werden. Dies kann zur Verfälschung der erhobenen Daten führen. Aus diesem Grund wurde in bestimmten Szenarien auf einen Umfragebereich verzichtet. Stattdessen steht bei der Ausführung von Streich- und Wischbewegungen Teilnehmenden der gesamte Bildschirm zur Verfügung. Bei der Gestenerfassung wurden natürliche, im Alltag gebräuchliche Anwendungsszenarien mit Benutzer:innen-Feedback implementiert. So wurden etwa Szenarien wie das Streichen in alle vier Himmelsrichtungen (siehe Abbildung 16) abgeprüft oder das auf- und ab Scrollen in einem längeren Text behandelt (Abbildung 17).

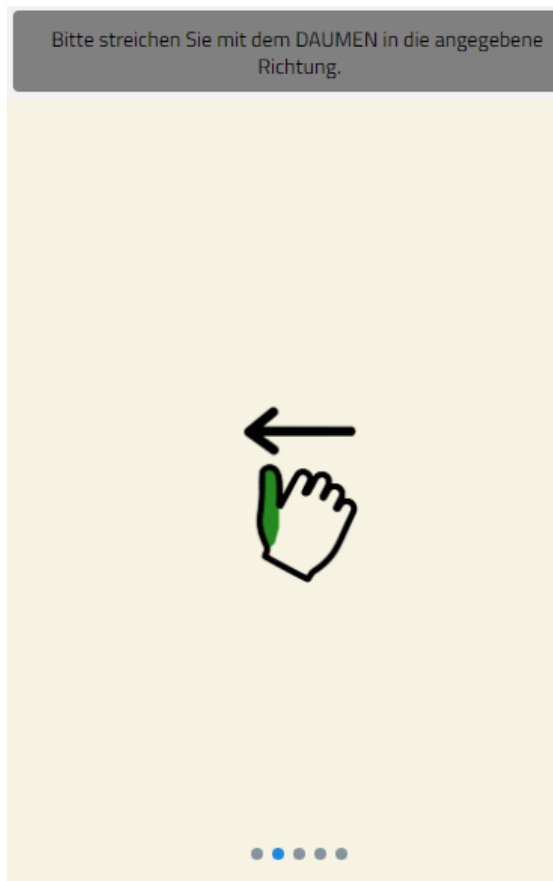


Abbildung 16: Setup zur Aufzeichnung von Wischbewegungen (Prutsch, 2022)

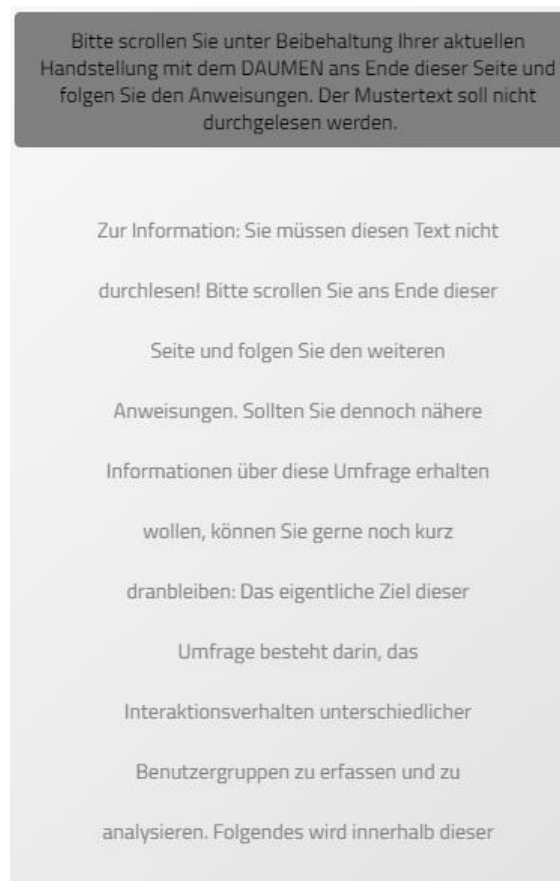


Abbildung 17: Setup zur Aufzeichnung von Scrollbewegungen (Prutsch, 2022)

Zur Ermittlung der maximal erreichbaren Distanz wurde eine Oberfläche mit Zeichenbereich programmiert. Dadurch soll veranschaulicht werden, welcher Bereich pro Proband:in für jedes Setup erreichbar ist (unter Ausnahme der Bedienung durch einen Zeigefinger). Außerdem werden diese Streichbewegungen an den Server gesendet und in einer Datenbank abgelegt.

3 Umsetzung

In diesem Kapitel wird im Detail erläutert, mit welchen Technologien und Hilfsmitteln die vorliegende Arbeit umgesetzt wurde. Grundsätzlich lässt sich festhalten, dass mit den Begriffen „Frontend“ die Implementierung der Webapplikation und mit „Backend“ die Implementierung des Servers gemeint ist. Die Kommunikation zwischen Front- und Backend findet über HTTP-Requests statt. Die mobile Webapplikation ist für die Dauer der Erhebung über die URL <https://umfragefhv.netlify.app> öffentlich zugänglich.

3.1 Frontend

In den letzten zwei Jahrzehnten hat sich im Bereich der Frontendentwicklung vieles geändert. Derzeit gibt es über hundert verschiedene Frontend Frameworks und Bibliotheken mit jeweils individuellen Vor- und Nachteilen. Die meisten Frameworks basieren auf JavaScript, HTML und CSS (Prechu, 2015). Im Zuge dieser Arbeit wurde die Entscheidung über die Frontend Technologie aufgrund folgender Kriterien getroffen:

- Selbe Code-Basis für iOS, Android und Web
- Optimiert für mobile Web-Browser
- Popularität und Community
- Qualität der Dokumentation

Es stellte sich heraus, dass für den Zweck dieser Arbeit dutzende Frameworks bzw. Bibliotheken in Frage kommen. Innerhalb dieser Arbeit wurde die Entscheidung in Richtung React Native Web getroffen. Ausschlaggebend dafür war neben den oben genannten Kriterien die Interoperabilität zu ReactJS sowie die Möglichkeit, die Webapplikation auch nativ als App für Android und iOS/iPadOS Geräte über den Play Store⁸ oder den App Store⁹ auszuliefern.

3.1.1 ReactJS

ReactJS¹⁰, auch unter dem Begriff “React” bekannt, ist eine quelloffene JavaScript Bibliothek für die Darstellung von User-Interface-Komponenten in Webapplikationen. React

⁸ <https://play.google.com/>

⁹ <https://www.apple.com/at/app-store/>

¹⁰ <https://reactjs.org/>

wurde von Meta Platforms Inc., ehemals Facebook Inc.¹¹ entwickelt und ist derzeit die am häufigsten verwendete Frontend Bibliothek in der Webentwicklung (Meta Platforms Inc., 2022).

3.1.1.1 JSX

React benutzt JSX (=JavaScript XML¹²) als Template Sprache, welche JavaScript Funktionalität und HTML-Markup in einer XML-ähnlichen Notation vereint. JSX ist eine Syntax Erweiterung von JavaScript und wird von React benutzt, um Komponenten der Benutzeroberfläche zu beschreiben. Im Gegensatz zu Frameworks wie Angular¹² werden in React Anwendungen üblicherweise kleine zusammengehörige Codeabschnitte, zu sogenannten „Komponenten“ zusammengefasst und stellen Logik und Markup lose gekoppelt, jeweils für sich selbst bereit (Meta Platforms Inc, 2022).

3.1.1.2 DOM

Das „Document Object Model“, auch als „DOM“ bekannt, ist eine Programmierschnittstelle für HTML und XML-Dokumente. Durch den DOM können logische Strukturen von Websites in einer Baumstruktur, bestehend aus Knoten und Objekten, dargestellt sowie manipuliert werden. Abbildung 183 veranschaulicht eine einfache HTML Tabelle in textueller Form sowie die Repräsentation dieser Tabelle im DOM.

¹¹ <https://about.facebook.com/>

¹² <https://angular.io/>

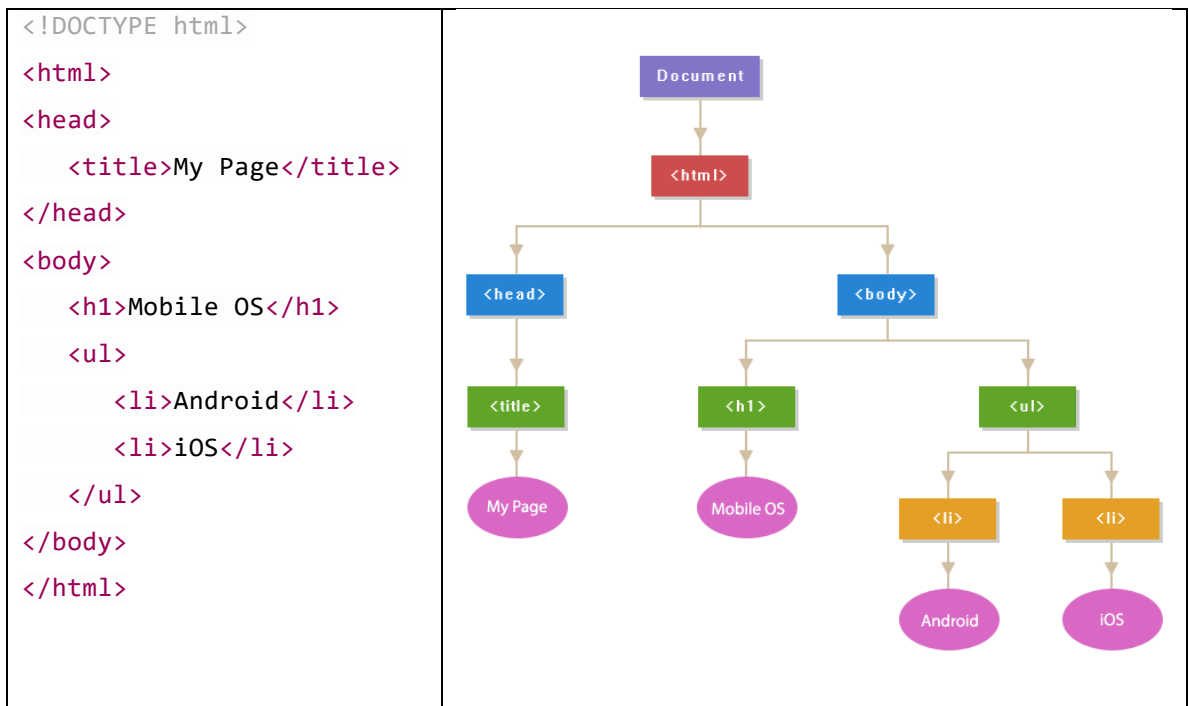


Abbildung 18: HTML Tabelle und DOM Repräsentation einer HTML Tabelle (in Anlehnung an Tutorial Republic (o. J))

Nach dem Verändern eines DOM-Elements muss das modifizierte Element mitsamt seinen Knoten erneut „gerendert“ und das User Interface neu geladen werden. Dies führt dazu, dass durch die Anhäufung der zu modifizierenden Elemente bedingt, für die Gesamtheit aller DOM Aktualisierungen zeitintensive Neuberechnungen des DOM durchgeführt werden müssen (Meta Platforms Inc., 2022).

3.1.1.3 Virtueller DOM

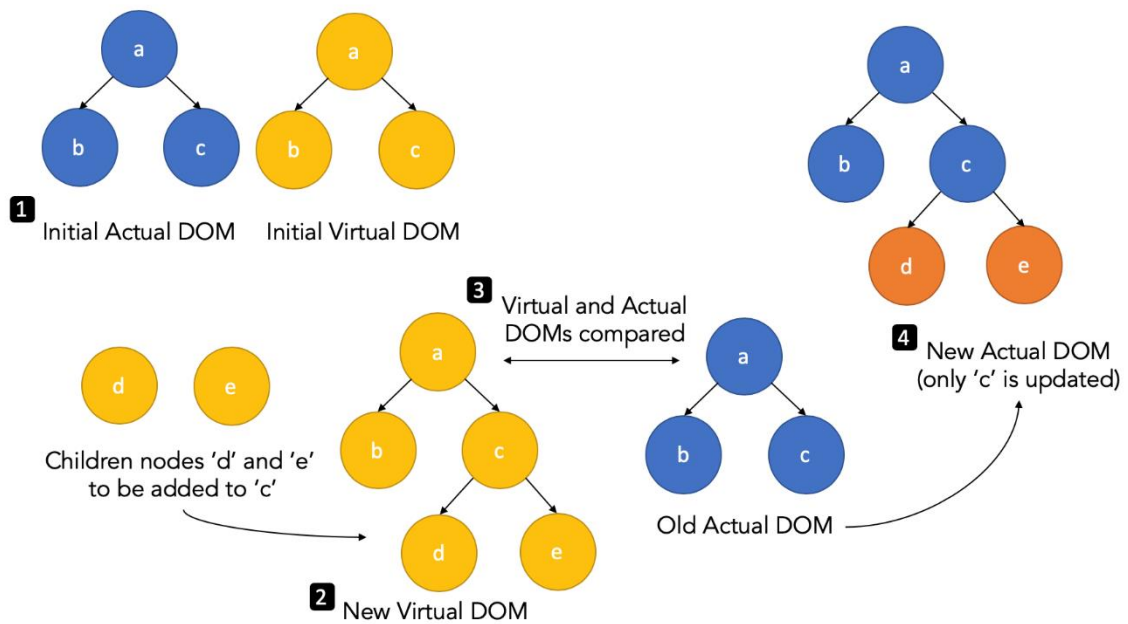


Abbildung 19: Update des DOM in React (Maddi, 2021)

Der Virtuelle DOM, auch „VDOM“ ist eine virtuelle Repräsentation des DOM. Anstatt bei jeder Änderung des Zustands des User Interfaces, den gesamten DOM zu aktualisieren, wird für jedes veränderte Element ein virtueller DOM, aufbereitet als Baumstruktur erzeugt. Im nächsten Schritt wird die Gesamtheit der Änderungen mit dem ursprünglichen DOM verglichen und in optimierter Form in Bezug auf minimale DOM-Änderungen mit der Website synchronisiert (Mosh, 2018). Diese Änderungen werden vom React-DOM Modul am Browser durchgeführt. Dadurch, muss beim „echten“ DOM insgesamt eine geringere Anzahl an Knoten aktualisiert werden als dies ohne dem Zwischenschritt virtueller DOM der Fall wäre und es kann wertvolle Rechenzeit eingespart werden (Meta Platforms Inc., 2022). Dieser Prozess wird „Reconciliation“ genannt (Gallagher, 2022). Abbildung 19 veranschaulicht den Ablauf der Funktionsweise des virtuellen DOM.

3.1.2 React Native

React Native¹³ ist eine quelloffene Bibliothek, welche auf derselben API basiert wie React. Beide genannten Bibliotheken benutzen dieselben UI-Paradigmen, jedoch werden im Falle von React Native native Komponenten für das jeweilige mobile Betriebssystem gerendert. Bei der Verwendung von React Native können somit React Bibliotheken

¹³ <https://reactnative.dev/>

mitbenutzt werden und anstelle einer Website native Applikationen für Android und iOS auf einer JavaScript Codebasis erstellt werden.

3.1.3 React Native Web

Einer der Hauptvorteile bei der Verwendung von React und React Native ist, dass eine bestehende Codebasis in eine Webapplikation oder eine mobile App umgebaut werden kann, je nachdem welche der beiden Bibliotheken initial verwendet wurde. Dennoch resultieren daraus zwei verschiedene Projekte (Dawson, 2022).

React Native Web¹⁴ ist eine Kompatibilitätsschicht zwischen React DOM und React Native und kann verwendet werden, um React Native JavaScript Code mithilfe des React DOM in Webbrowser kompatiblen Code zu kompilieren (Gallagher, 2022). Dadurch kann innerhalb desselben Projekts, unter der Verwendung einer Codebasis, sowohl für Webapplikationen als auch für mobile Applikationen in einem Projekt entwickelt werden (Dawson, 2022).

3.1.4 Netlify

Netlify¹⁵ ist eine Webhosting Plattform, die Features wie Continuous deployment, Pipelines, Serverless Functions uvm. anbietet (Netlify Inc., 2022). Im Zuge dieser Arbeit wurde Netlify als Webhosting Plattform und als Continuous Deployment Tool für das React Native Web Frontend verwendet. Dadurch konnten Änderungen von ausgewählten Branches der Versionsverwaltung automatisiert auf einer reservierten Domain veröffentlicht werden und der Status von Builds überwacht werden. Abbildung 20 zeigt einen Ausschnitt der Netlify Continuous Deployment Benutzeroberfläche.

¹⁴ <https://nicolas.github.io/react-native-web/>

¹⁵ <https://www.netlify.com/>

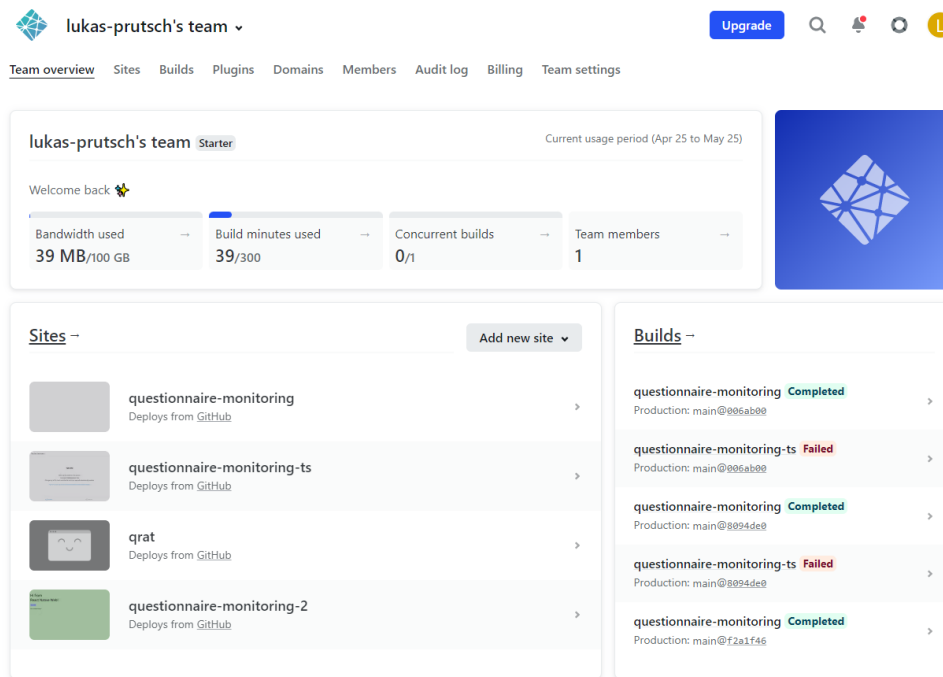


Abbildung 20: Netlify Benutzeroberfläche Continuous Deployment (Prutsch, 2022)

3.2 Backend

Für die Implementierung des Backends wurde ein Server gemietet, über den sämtliche Kommunikation mit dem Frontend erfolgt. Es werden Benutzer:inneninteraktionen, Geräteinformationen und Formulardaten des Fragebogens übermittelt. In diesem Abschnitt wird kurz auf verwendete Technologien und Hilfsmittel für die Implementierung des Backends eingegangen.

3.2.1 Elastic Compute Cloud Instance

Unter „Elastic Compute Cloud Instance“, kurz EC2-Instanz¹⁶, wird ein von Amazon Web Services (AWS)¹⁷ zur Verfügung gestellter Webservice verstanden. Die EC2-Instanz ist öffentlich aus dem Internet zugänglich und kann je nach Anforderung konfiguriert werden (Amazon Inc., 2022). Als Betriebssystem der EC2-Instanz wurde eine Free Tier Version von Windows Server 2019¹⁸ initialisiert. Um Dokumente und Dateien über das Internet, etwa durch HTTP Requests, zugänglich zu machen, wurde die Dienstplattform „Microsoft Internet Information Services“, kurz: IIS¹⁹ eingerichtet und entsprechende Ports geöffnet. Da die EC2 Instanz bei jedem Neustart eine neue IP bzw. Domainname

¹⁶ <https://aws.amazon.com/de/ec2/>

¹⁷ <https://aws.amazon.com/>

¹⁸ <https://www.microsoft.com/windows-server/>

¹⁹ <https://www.iis.net/>

Zuordnung bekommt, musste aufgrund der SSL-Zertifizierung sichergestellt werden, dass unabhängig der URL des Webserver der EC2-Instanz das Backend vom Frontend immer über denselben Domain Name ansprechbar ist. Für diesen Zweck wurde das Tool „Duck DNS“²⁰ eingesetzt, siehe Abbildung 21.

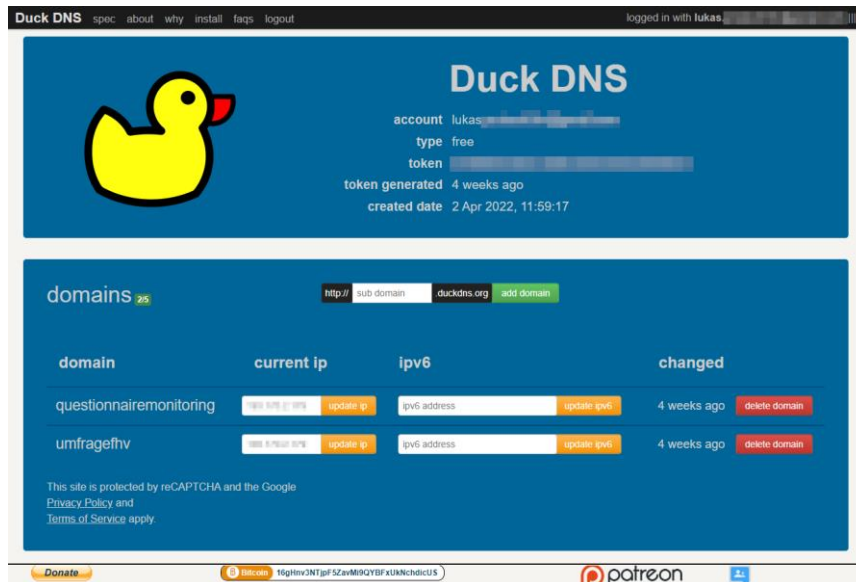


Abbildung 21: Duck DNS Hosting (Prutsch, 2022)

3.2.2 Technologien

Das Backend der Webapplikation wurde in der objektorientierten Programmiersprache Java²¹ geschrieben. Für die Implementierung wurden Frameworks wie Spring Boot²², Spring Data²³ und für die Bereitstellung eines RESTful Web Services²⁴ ein Apache Tomcat Webserver²⁵ mithilfe des Tools „Spring Initializr“²⁶ eingerichtet. Persistiert werden die vom Webserver empfangenen Informationen über eine lokal als Prozess laufende MongoDB²⁷ Instanz.

3.2.3 SSL-Zertifizierung

Die durch die Umfrage erhobenen Daten sind sicherheitstechnisch nicht einem hochsensiblen Kontext zuzuordnen. Dennoch sollte sichergestellt werden, dass bei der Kommunikation zwischen Front- und Backend eine sichere Kommunikation zustande kommt.

²⁰ <https://www.duckdns.org/>

²¹ <https://java.com/>

²² <https://spring.io/projects/spring-boot/>

²³ <https://spring.io/projects/spring-data-mongodb/>

²⁴ <https://spring.io/guides/gs/rest-service/>

²⁵ <https://tomcat.apache.org/>

²⁶ <https://start.spring.io/>

²⁷ <https://mongodb.com/>

Aus diesem Grund wurde ein SSL-Zertifikat von der automatisierten und offenen Zertifizierungsstelle (CA) Let's Encrypt²⁸ beantragt und sowohl im Apache Tomcat Webserver als auch in der IIS Konfiguration hinterlegt. Let's Encrypt Zertifikate haben eine Gültigkeit von 90 Tagen und können vor Ablauf dieser Frist etwa durch das Konsolentool win-acme²⁹ erneuert werden (Let's Encrypt, 2020).

3.3 Datenanalysetools

Innerhalb dieser Arbeit wurde für die Vorverarbeitung der gesammelten Daten Python verwendet. Python unterstützt sowohl die strukturierte und objektorientierte Programmierung und eignet sich mit Bibliotheken wie „Matplotlib“³⁰ oder „Pandas“³¹ mitunter auch für die Datenverarbeitung. Für die Datenanalyse und Veranschaulichung wurden sowohl Python, JupyterLab³², Tableau³³ und SPSS³⁴ und Microsoft Excel³⁵ verwendet.

²⁸ <https://letsencrypt.org>

²⁹ <https://www.win-acme.com>

³⁰ <https://matplotlib.org/>

³¹ <https://pandas.pydata.org/>

³² <https://jupyter.org/>

³³ <https://www.tableau.com/de-de/products/desktop>

³⁴ <https://www.ibm.com/at-de/products/spss-statistics>

³⁵ <https://www.microsoft.com/en-us/microsoft-365>

4 Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der Datenerhebung durch den Online-Fragebogen präsentiert und visualisiert.

4.1 Pilotphase

In der Pilotphase wurden die anfänglich im Leitfadeninterview befragten Personen erneut gebeten, als Vorab-Tester in der nunmehr finalen und öffentlich zugänglichen Version der Applikation teilzunehmen. Die Testpersonen wurden während der Durchführung der interaktiven Umfrage beobachtet, um erneut zu validieren, ob sie die Aufgabenstellungen richtig interpretieren und ausführen. Die Proband:innen wurden gebeten, ihr eigenes ausreichend geladenes Smartphone zur Befragung mitzuführen. Das Mitführen des eigenen Smartphones erfüllte den Zweck, mit mehreren verschiedenen Endgeräten die mobile Applikation auf Funktionalität zu testen und um sicherzustellen, dass das Protokollieren sowohl der Interaktionsdaten als auch der Formulardaten auf allen Systemen erwartungsgemäß funktioniert.

Es wurde festgestellt, dass die unterschiedlichen Webbrowser der verschiedenen mobilen Betriebssysteme jeweils anders auf verschiedene Gesten reagieren. So wurde im Falle der Kombination iOS und Safari beim Scrollen nach unten ein Fehlverhalten des Pull-to-Refresh-Mechanismus im nativen Browser festgestellt. Letzterer Mechanismus musste daher für iOS Endgeräte angepasst werden, um nicht bei jeder Streichgeste die aktuelle Aufgabenstellung der Applikation neu zu laden. Der entsprechenden Testperson wurde ein Ersatzgerät zur Verfügung gestellt und die Erhebung wurde fortgesetzt.

Weiters führten die Beobachtungen während der Pilotphase zur Erkenntnis, dass Personen, welche der Gruppe Senioren zugehörig waren, Probleme hatten, mit einem Daumen weiter entfernte auf dem Touchscreen abgebildete Elemente zu berühren. Diese Personen neigten dazu, die andere Hand zu Hilfe zu nehmen und mussten auf die Einhaltung des zu diesem Zeitpunkt untersuchten Handgriffs hingewiesen werden. In weiterer Folge wurde die bestehende Applikation um Fragen zur Überprüfung des korrekten Handgriffs ergänzt und bestehende Fragen in Bezug auf das Wording leicht angepasst.

4.2 Datenauswertung

Wie eingangs in Kapitel 2 beschrieben, erfolgte die Einteilung in verschiedene Altersklassen zu Beginn dieser Arbeit. Um für jede Altersklasse möglichst viele Proband:innen zu gewinnen, wurden für die Verteilung der Umfrage primär öffentlich zugängliche E-Mail-Adressen kontaktiert. Für die Datenerhebung der Gruppe Jugendliche wurden im Raum Vorarlberg Lehrpersonen von allgemeinbildenden höheren Schulen und Berufsbildenden höheren Schulen kontaktiert, mit der Bitte mit einer ihrer Klassen an der Umfrage teilzunehmen. Für die Gruppe junge Erwachsene wurden Studenten der Fachhochschule Vorarlberg über interne E-Mail-Verteiler kontaktiert. Die Zielgruppe Erwachsene wurde mit E-Mails an Musik- oder Sportclubs auf den Umfragelink aufmerksam gemacht. Die Zielgruppe Senioren wurde über E-Mail-Verteiler von Seniorenclubs sowie Internetforen rekrutiert. Die Datenerhebungszeitspanne betrug etwa zwei Monate und wurde durch die maximale Gültigkeitsdauer des von Let's Encrypt³⁶. ausgestellten SSL Zertifikats mitbestimmt. Insgesamt haben an der Studie 165 Personen teilgenommen, wovon 112 Personen das die Umfrage vollständig durchlaufen haben. Daraus ergibt sich eine rechtsschiefe Verteilung (siehe Abbildung 22).

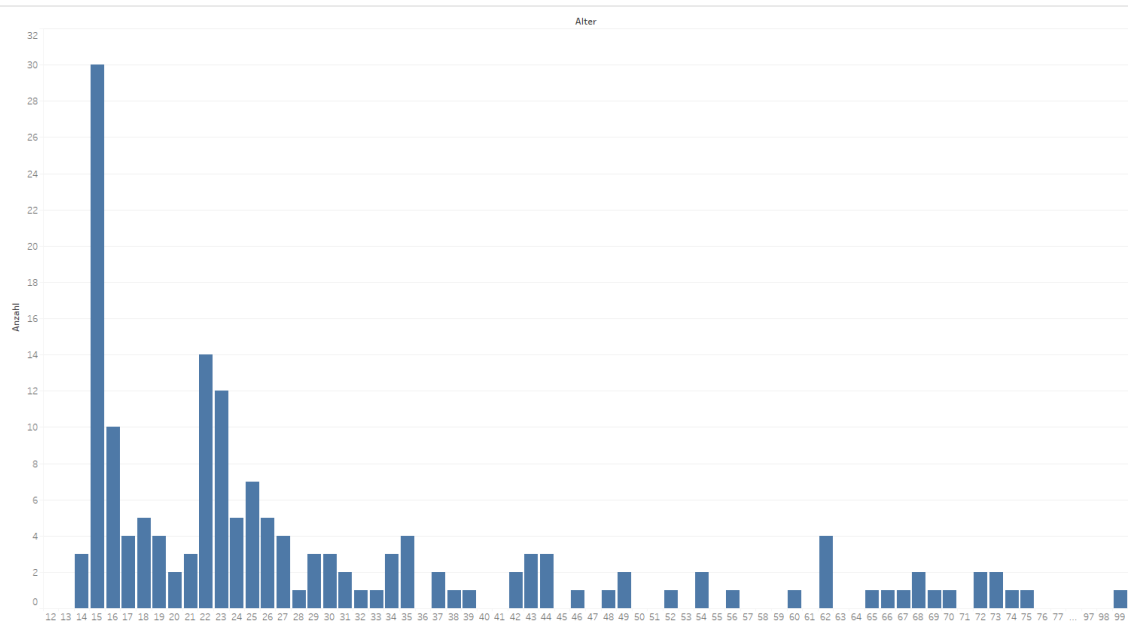


Abbildung 22: Verteilung der Teilnehmer:innen nach Alter in Jahren (Prutsch, 2022)

In Tabelle 2 wird die Verteilung aller Teilnehmer:innen sortiert nach Alter in Jahren dargestellt. Daraus resultiert folgende Aufteilung in Versuchsgruppen:

³⁶ <https://letsencrypt.org>

Tabelle 2: Aufteilung der Teilnehmer:innen in Versuchsgruppen (Prutsch, 2022)

Versuchsgruppe	Spannweite	Anzahl der Probanden
Jugendliche	13 – 18 Jahre	52
Junge Erwachsene	19 – 27 Jahre	56
Erwachsene	28 – 59 Jahre	38
Senioren	60 Jahre +	19

N= 165

Der Anteil an weiblichen Versuchsteilnehmerinnen liegt dabei etwa bei 39%, während der Anteil der Männer 59% umfasst. Die verbleibenden 2% verteilen sich auf das Geschlecht Inter. Darüber hinaus haben rund 90 Personen mit dem Betriebssystem Android teilgenommen. Die restlichen 75 Personen bedienten die Website über ein iOS-Gerät.

Innerhalb der Umfrage standen acht genormte Gegenstände zur Ermittlung der tatsächlichen Pixeldichte der Endgeräte zur Verfügung. Umso größer der gewählte Gegenstand für den Größenabgleich ist, desto präziser kann die Größe des Umfragebereichs in Pixel festgelegt werden. Die Auswahl „Karte in Scheckkartenformat“, „Karopapier“, „Visitenkarte“ und „Fünf-Euro-Schein“ waren für diesen Zweck die optimale Wahl. Etwa zwei Drittel aller Teilnehmer haben sich für die Optionen „Karte im Scheckkartenformat“ oder einem Lineal entschieden. In zwölf Prozent aller Fälle fiel im Zuge des Größenvergleichs die Wahl auf die Verwendung von Karopapier. Die restlichen Werte fallen deutlich geringer aus und können aus Abbildung 23 entnommen werden.

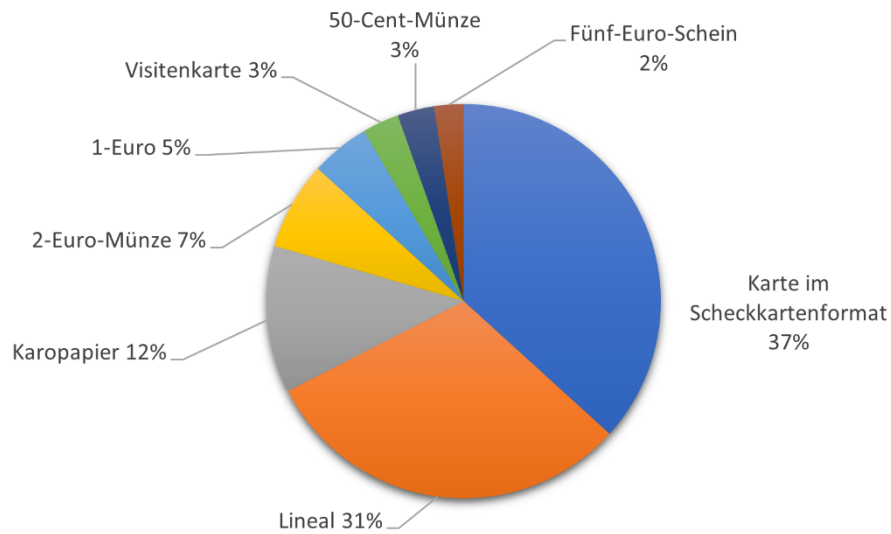


Abbildung 23: Wahl des Gegenstands für den Größenabgleich (Prutsch, 2022)

Die Durchschnittsdauer der Umfrage betrug 14 Minuten, wobei Personen ab 60 Jahren tendenziell etwas länger dafür benötigt haben. Am Ende des Fragebogens wurde den Teilnehmenden die Option angeboten, ein Feedback zu hinterlassen. Diese Option wurde von 15 Personen genutzt und fiel im Allgemeinen sehr positiv aus. Es kann zusammen mit den Antworten der Teilnehmer:innen dem Anhang C entnommen werden.

An der Umfrage haben 17 Linkshänder teilgenommen. Es wurde angenommen, dass Linkshänder dasselbe Verhaltensmuster zeigen, wie Rechtshänder, nur eben gespiegelt entlang der vertikalen Achse. Aus diesem Grund wurde dies bereits bei der Datenaufbereitung durch Python berücksichtigt und entsprechende Einträge an der Y-Achse gespiegelt.

Personen, welche die Umfrage nicht vollständig abgeschlossen haben, erscheinen dennoch in der Datenauswertung, sofern sie den Mindestanforderungen des in Python implementierten Filters entsprechen. Es wurden innerhalb der Umfrage einige Ausschlusskriterien definiert, durch welche Teilnehmer:innen, die beispielsweise angaben, die einzelnen Handgriffe nicht eingehalten zu haben, nicht berücksichtigt wurden.

Innerhalb der Versuchsgruppen gab es deutliche Unterschiede in Bezug auf die Abschlussquote der Umfrage. Hierbei es auffällig, dass nur etwa 47% aller Teilnehmer:innen, welche der Gruppe Senioren zugeordnet waren, die Umfrage abgeschlossen haben. Im

Vergleich dazu durchliefen im Mittel 70% der Befragten die Umfrage vollständig (vgl. Abbildung 24).

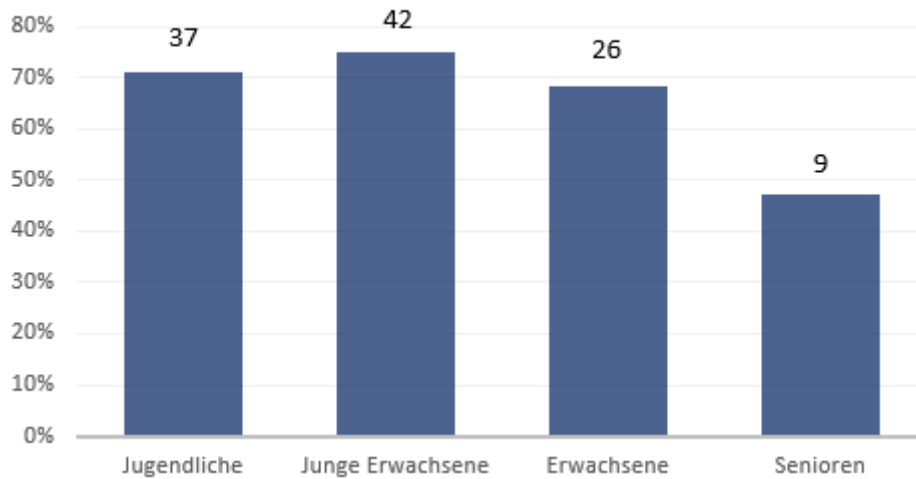


Abbildung 24: Abschlussquoten der Umfrage nach Versuchsgruppen (Prutsch, 2022)

Grundsätzlich wurden nicht nur Android, iOS und iPadOS, sondern alle verfügbaren Betriebssysteme für die Umfrage zugelassen. Sollte eine Person jedoch versuchen fälschlicherweise die Umfrage über das Desktop Betriebssystem Microsoft Windows oder macOS zu starten, so wird ein Hinweistext mit einem QR-Code, welcher auf die Webapplikation verweist, eingeblendet. Weitere statistisch wertvolle Daten können dem Anhang C entnommen werden.

4.2.1 Auswertung der Vektorfelder

Die Abweichungen zwischen Soll- und Ist-Koordinaten während der Benutzung der Webapplikation wurde zunächst mit Verfahren der deskriptiven Statistik analysiert und Ausreißer eliminiert. Der Umfragebereich erstreckt sich, wie im Kapitel 2 beschrieben geräteunabhängig 50 mm entlang der X-Achse und 60 mm in Richtung der Y-Achse. Innerhalb dieser Grenzen wurden nacheinander farbige Kreise mit einem Durchmesser von 6 mm in zufälliger Reihenfolge eingeblendet, um anschließend von Testpersonen selektiert zu werden. Für die Darstellung der Abweichung der Berührungsinteraktionen wurden Offset-Vektoren für jede Zielgruppe gebildet, welche die tatsächliche Abweichung zum Ziel veranschaulichen. In Anhang D sind die Berechnungsbasen für die Vektorfelder abgebildet.

Der Einfachheit halber werden die einzelnen Felder quadratisch dargestellt. Für die Umfrageteilnehmer wurde jedes Feld in Form eines Kreises visualisiert. Sollte der gerade aktive Kreis nicht ordnungsgemäß angetippt werden, wird je nach Distanz zum Ziel die Interaktion dennoch als erfolgreich gewertet. Dies hat den Zweck den Teilnehmenden ein Gefühl der Sicherheit zu vermitteln, selbst dann, wenn sie mit dem Finger knapp am Ziel vorbei getippt haben. Im Hintergrund wird dennoch immer mit den exakten Werten gearbeitet.

4.2.1.1 Haltegriff 1: Einhand-Bedienung mit einem Daumen ohne Stütze

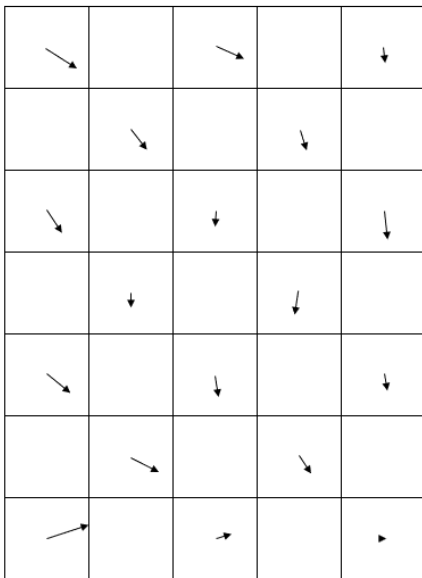


Abbildung 25: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Jugendliche“ anhand von Haltegriff 1 (Prutsch, 2022)

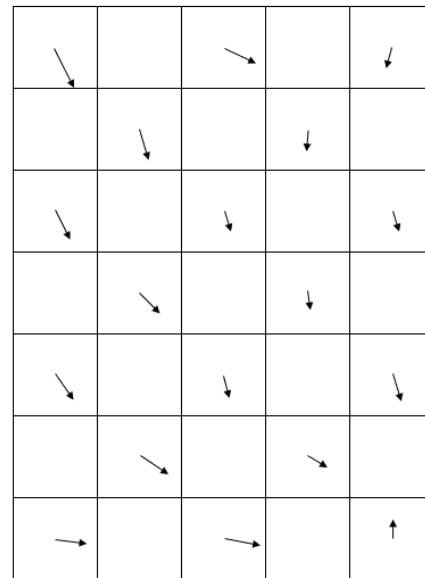


Abbildung 26: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Junge Erwachsene“ anhand von Haltegriff 1 (Prutsch, 2022)

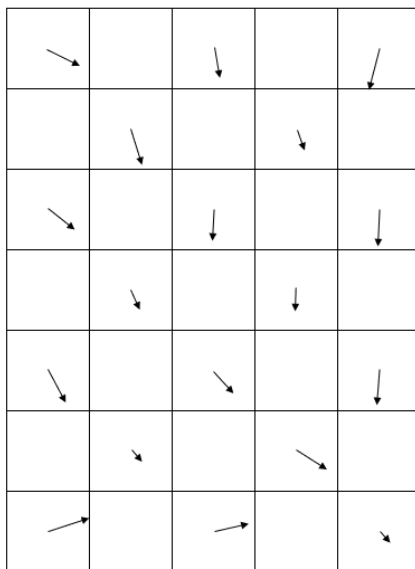


Abbildung 27: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Erwachsene“ anhand von Haltegriff 1 (Prutsch, 2022)

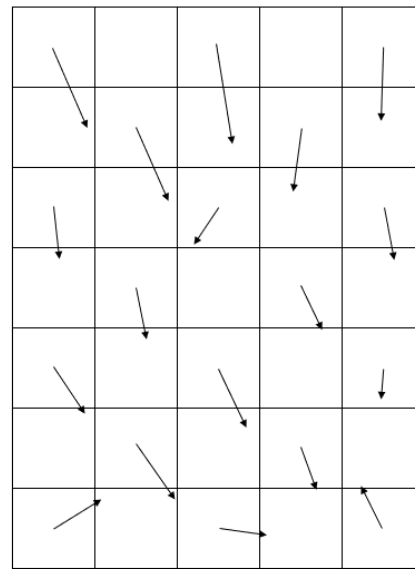


Abbildung 28: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Senioren“ anhand von Haltegriff 1 (Prutsch, 2022)

Die Abbildungen 25 bis 28 zeigen anhand von Haltegriff 1 (Einhand-Bedienung mit dem Daumen) die tatsächliche Berührungspräzision, geordnet nach den einzelnen Versuchsgruppen.

Je weiter ein Objekt von der natürlichen Hand-Daumenposition abweicht, desto eher wurde ein Objekt verfehlt. In Bezug auf die Gruppe der „Senioren“ lässt sich festhalten, dass bei der Anwendung von Haltegriff 1 die Differenz zum Soll-Zielpunkt im Koordinatensystem deutlich stärker abweicht, als dies in den anderen untersuchten Gruppen der Fall ist. Dies wird durch die Länge der Vektoren optisch erkennbar. Eine mögliche Begründung für diese starke Abweichung etwa im Vergleich zur Gruppe „Erwachsene“ könnte die im Alter schwindende Beweglichkeit der Finger, eine verminderte sensorische Wahrnehmung oder das Fehlen der Erfahrung mit Smartphones ausschlaggebend sein. Ein weiterer Grund, mit welchem die starke Abweichung im Vergleich zu den anderen Versuchsgruppen begründet werden kann, stellt die geringe Teilnahmequote der Versuchsgruppe Senioren dar.

Bei der Aufstellung der Offset-Vektorfelder wurde gezeigt, dass die Präzision der Interaktionen unabhängig der Versuchsgruppen mit steigender Distanz zur initialen Position des Daumens sukzessiv weiter abweicht. Deshalb kann folgende Hypothese belegt werden: „H1: Die Berührungspräzision beim einhändigen Bedienen (mit einem Daumen) von Smartphones hängt von der Positionierung der zu bedienenden Elemente ab. Je weiter die Elemente vom Ursprung des Daumens entfernt sind, desto ungenauer die Präzision.“.

Allerdings hängt die Berührungspräzision beim einhändigen Bedienen von Smartphone nicht nur von der Distanz zum Ziel, sondern auch von einer Vielzahl anderer Faktoren ab, welche einen direkten Einfluss auf die Bedienpräzision ausüben können. Einige nicht zu vernachlässigende Faktoren sind etwa die Größe der Hand, die Länge und Durchmesser der Finger, Haut- und Luftfeuchtigkeit und Oberfläche und Oberflächenstruktur des Smartphones.

Die Auswertung des Haltegriff 2, welcher zusätzlich noch die andere Hand als Unterstützung für die dominante Hand vorsieht, weicht unwesentlich von den Ergebnissen des Haltegriff 1 ab und wurde deshalb nicht separat aufgeführt.

4.2.1.2 Haltegriff 3: Gleichzeitige Bedienung mit beiden Daumen

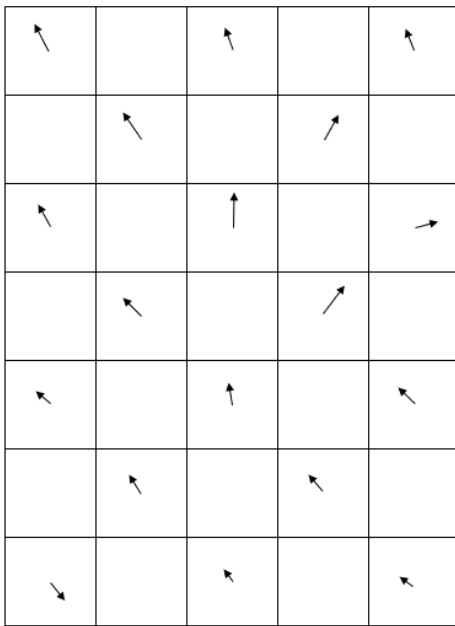


Abbildung 29: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Jugendliche“ anhand von Haltegriff 3 (Prutsch, 2022)

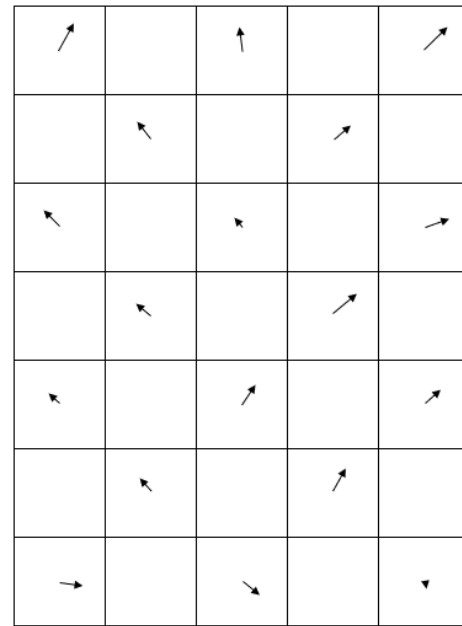


Abbildung 30: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Junge Erwachsene“ anhand von Haltegriff 3 (Prutsch, 2022)

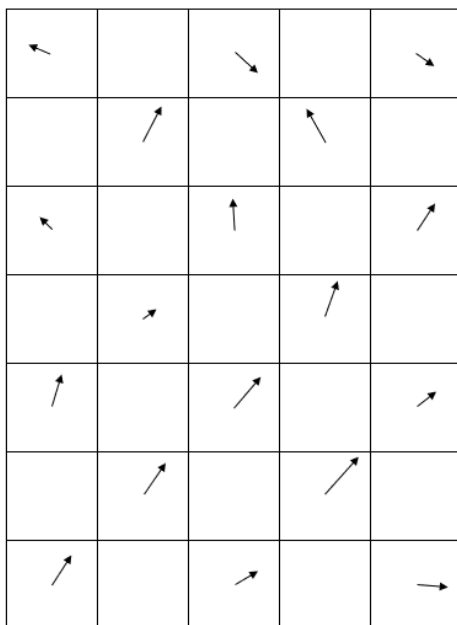


Abbildung 31: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Erwachsene“ anhand von Haltegriff 3 (Prutsch, 2022)

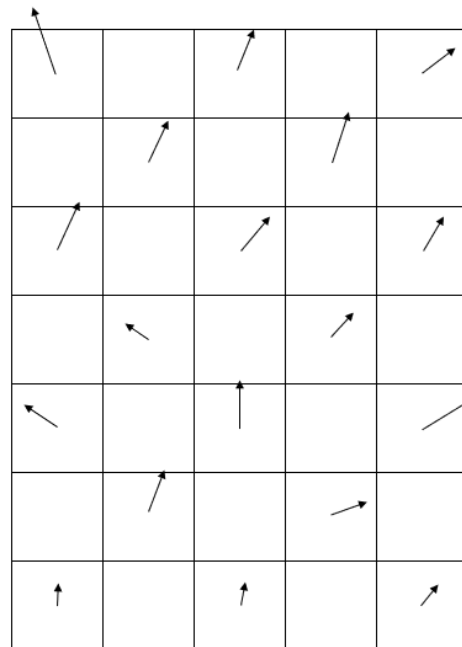


Abbildung 32: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Senioren“ anhand von Haltegriff 3 (Prutsch, 2022)

In den Abbildungen 29 bis 32 sind die Vektorfelder aller Testgruppen in Bezug auf das Setup 3 „Beidhändige Bedienung mit beiden Daumen“ dargestellt. Die eingezeichneten Vektoren zeigen, dass die Bedienung eines Smartphones mit beiden Daumen für die Testgruppen 1 bis 3 nicht präziser ist als die Bedienung mit nur einem Daumen.

Im Gegensatz zu dieser Aussage scheint sich die Gruppe der Senioren mit diesem Setup gut zurechtzufinden, was sich durch eine geringere Abweichung vom Ziel im Vergleich zu Setup 1 bemerkbar macht.

Generell werden bei der gleichzeitigen Verwendung beider Daumen die auf dem Bildschirm angezeigten Elemente tendenziell etwas zu weit oben berührt und die Interaktionen tendenziell zur näheren Seite des Smartphones hin verschoben. Dies könnte darauf zurückzuführen sein, dass das Smartphone bei dieser Einstellung anders gehalten wird als bei bisherigen Setups, so dass es einfacher ist, höher gelegene Elemente auszuwählen. Des Weiteren ist zu beobachten, dass die Abweichungen der Berührungsinteraktionen in den Bereichen, zu denen die Daumen den größten Weg zurücklegen müssen, mit der größten Differenz zum eigentlichen Ziel behaftet sind.

4.2.1.3 Haltegriff 4: Bedienung mit dem Zeigefinger

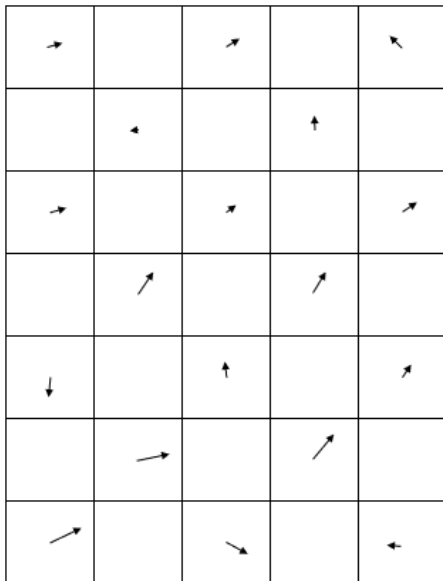


Abbildung 33: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Jugendliche" anhand von Haltegriff 4 (Prutsch, 2022)

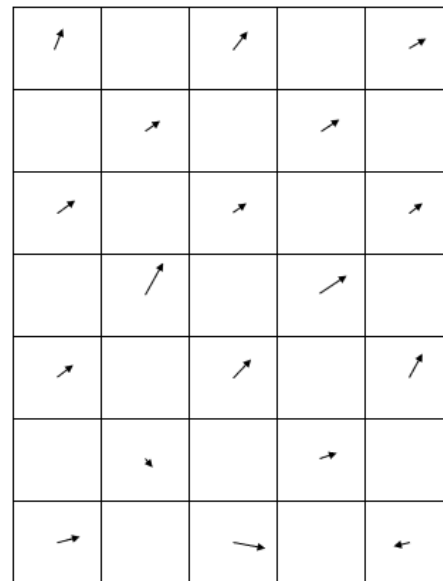


Abbildung 34: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Junge Erwachsene" anhand von Haltegriff 4 (Prutsch, 2022)

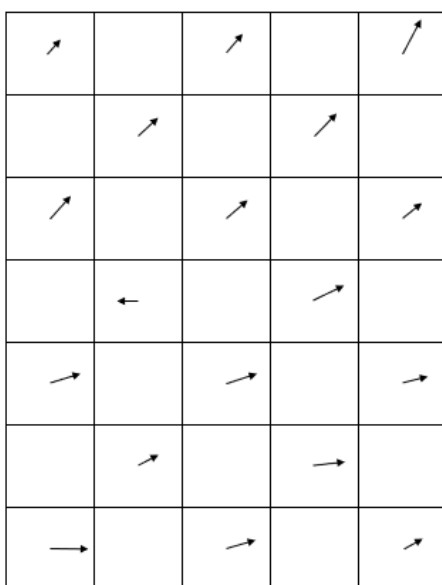


Abbildung 35: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Erwachsene" anhand von Haltegriff 4 (Prutsch, 2022)

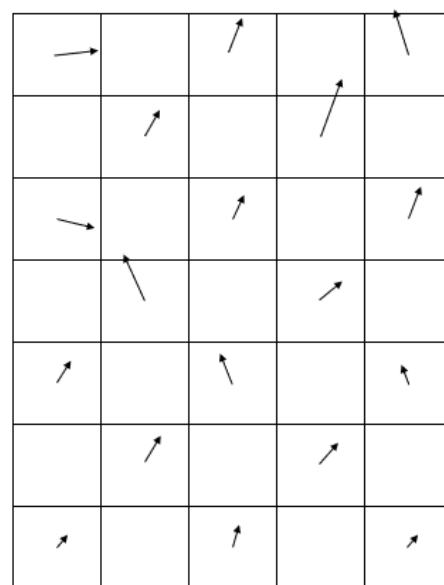


Abbildung 36: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Senioren" anhand von Haltegriff 4 (Prutsch, 2022)

Die Abbildungen 33 bis 36 veranschaulichen die durchschnittlichen Abweichungen der Berührungsinteraktionen unter Anwendung des Haltegriff 4 (Bedienung mit Zeigefinger). Hierbei scheint zunächst einleuchtend, dass im Gegensatz zu Haltegriff 1 die Vektoren nicht in Richtung des Ursprungs der bedienenden Hand verlaufen, da in diesem Haltegriff die Hand nicht fest an das Smartphone gebunden ist.

Stattdessen könnte man annehmen, dass die Versuchsteilnehmenden der Versuchsgruppen bei der Selektierung von Objekten zum einen entlang der Y-Achse tendenziell etwas zu hoch (in Richtung oberes Ende des Smartphones) getippt haben, und zum anderen etwas zu weit in Richtung der positiven X-Achse (im Falle eines Rechtshänders) selektiert wurde.

Dies könnte ein Indikator dafür sein, dass die das Smartphone bedienende Personen vermeiden wollen, mit ihrer eigenen Hand das Display zu verdecken, um eine bessere Übersicht auf den gesamten Bildschirminhalt zu haben. Aus diesem Grund bewegen sie – aus der Sicht eines Rechtshänders interpretiert – den Zeigefinger von rechts kommend seitlich auf die zu selektierenden Punkte zu und nähern sich anschließend wieder der Ausgangsposition an. Dies konnte jedoch aufgrund der Art der Datenerhebung über eine Webapplikation ohne direkten Kontakt zu den Teilnehmenden nicht verifiziert werden.

Wahrscheinlicher ist aber, dass hier ein anderes Szenario vorliegt. Eine Testperson bedient zunächst ihr Smartphone mit ihrer dominanten Hand, welche sich auf ebendieser Seite des Smartphones befindet. Dadurch, dass die Person vor und während der Berührung nicht den exakten Berührungspunkt visuell wahrnehmen kann, geht sie fälschlicherweise davon aus, mit der Spitze des Zeigefingers den Touchscreen zu berühren. Die tatsächliche Interaktion findet jedoch mit einem Punkt bzw. einer Fläche des Fingers statt, die einige Millimeter von der tatsächlichen Mitte der Fingerspitze abweicht. Dieser Berührungspunkt befindet sich irgendwo zwischen der initial angenommenen Fingerspitze und des Nagelwalls, welcher der Handkante zugewandt ist.

Es lässt sich festhalten, dass durch den Haltegriff „Zeigefinger“ eine deutlich höhere Präzision zu erwarten ist als mit Haltegriffen, welche die Benutzung eines Daumens mit einbeziehen. Alle untersuchten Versuchsgruppen haben mit dem Setup Zeigefinger eine durchschnittlich geringere Abweichung zum Zentrum des anzutippenden Objekts als mit anderen Handgriffen. Speziell die Versuchsgruppe Senioren hat sich mit diesem

Haltegriff deutlich verbessert, weist aber noch immer eine hohe Streuung im direkten Vergleich mit den anderen Versuchsgruppen auf. Somit kann die Hypothese „H2: Die Berührungspräzision beim Bedienen von mobilen Touch-Geräten per Zeigefinger ist präziser als die Bedienung mit dem Daumen.“ angenommen werden.

Basierend auf dem aktuellen Stand des Wissens deutet alles darauf hin, dass auch die Hypothese „H3: Jugendliche zwischen 13 und 18 Jahren bedienen Touch-Oberflächen mit einer höheren Präzision in Bezug auf die Selektierung von Bedienelementen als Versuchsteilnehmende, welche das 60. Lebensjahr bereits vollendet haben.“ angenommen werden kann. Jedoch sind die Ergebnisse aufgrund der geringen Anzahl an Versuchsteilnehmer:innen nicht repräsentativ.

5 Diskussion

Die durch die Umfrage erhobenen Daten offenbaren nach der Analyse einen detailreichen Einblick in das Interaktionsverhalten der einzelnen Kontrollgruppen.

Die Ergebnisse zeigen, dass die Präzision der mit **einem Daumen** durchgeführten Berührungsinteraktionen stark von der Positionierung eines Objekts auf dem Display abhängt. Je weiter ein Objekt vom Ursprung des natürlichen Smartphone-Haltegriffs abweicht, desto ungenauer wird die Präzision der Versuchsteilnehmer:innen. Üblicherweise sind für Rechtshänder Interaktionen am rechten unteren Bildschirmrand die präzisesten. Dem gegenüber weichen Interaktionen, welche im Bereich des linken oberen Bildschirmrandes stattfinden am weitesten von der eigentlichen Ziel-Position ab..

Weiters zeigen die Ergebnisse, dass Berührungsinteraktionen, welche von Testpersonen der Versuchsgruppe „Senioren“ ausgehen, eine deutlich größere Differenz zum eigentlichen Ziel aufweisen als bei Testpersonen der anderen Versuchsgruppen. Das lässt sich zum einen darauf zurückführen, dass die Gruppe Senioren im Vergleich zu den anderen Versuchsgruppen durchschnittlich weniger Erfahrung mit Smartphones aufweisen und dieses auch seltener benutzen. Zum anderen deutet die im Alter abnehmende Beweglichkeit der Finger und eine in vielen Fällen allgemein verringerte sensorische Wahrnehmung darauf hin, dass präzise Interaktionen mit Touch -Oberflächen deutlich schwerer durchzuführen sind, als bei Teilnehmer:innen der jüngeren Versuchsgruppen. Um diesen Nachteil gegenüber den anderen Versuchsgruppen zu kompensieren, macht es Sinn, die Größe der auf dem Bildschirm angezeigten Elemente für Senioren zu erhöhen.

Die Offset-Vektor-Diagramme zeigen außerdem, dass die Einhandbedienung mit dem Zeigefinger die präziseste Methode ist, ein Smartphone zu bedienen. In diesem Fall spielt die Positionierung der Elemente auf dem Touchscreen eine untergeordnete Rolle.

Ferner deuten die gesammelten Daten der Einhandbedienung mit Zeigefinger darauf hin, dass Personen der verschiedenen Versuchsgruppen Elemente nicht mit der Spitze des Zeigefingers, sondern mit einem anderen Punkt des Fingers berühren als beabsichtigt. Die tatsächliche Interaktion findet nicht mit der absoluten Spitze des Zeigefingers statt, sondern wird im Bereich zwischen Fingerspitze und dem der Handkante zugewandten

Nagelwall durchgeführt. Dieses Szenario lässt sich auch auf die anderen Handgriffe übertragen.

Allgemein lässt sich festhalten, dass trotz sehr zeitintensiver Rekrutierungsversuchen und zahlreichen E-Mails die Rücklaufquote vor allem bei potenziellen Versuchsteilnehmer:innen der Versuchsgruppe Senioren nicht sehr hoch war. Auch das Registrieren und Posten von Beiträgen in Seniorenforen hatte nicht zum gewünschten Effekt geführt. Dies kann mehrere Gründe haben und etwa auf das Fehlen eines Smartphones zurückzuführen sein. Auch besteht oft eine gewisse berechtigte Skepsis, von unbekannten Personen einen Hyperlink mit dem Smartphone zu öffnen

6 Zusammenfassung und Ausblick

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde eine mobile Webanwendung im Design einer interaktiven Umfrage programmiert und anschließend an potenzielle Versuchsteilnehmende entweder per E-Mail oder per Umfrage in Internetforen verteilt. Insgesamt nahmen 165 Personen an der Befragung teil. Die Teilnehmer:innen wurden nach Altersgruppen in vier verschiedene Testgruppen eingeteilt und bekamen die Aufgabe, bestimmte Anweisungen auszuführen, wie z.B. das Berühren von erscheinenden Punkten mit verschiedenen Haltegriffen. Während der Befragung wurden alle Benutzer:inneninteraktionen aufgezeichnet, an einen Server übertragen und in einer Datenbank gespeichert. Anschließend wurden die gesammelten Daten in Form gebracht und mit der Programmiersprache Python ausgewertet. Es wurde zwischen vier verschiedenen Haltegriffen unterschieden:

- 1) Einhandbedienung mit Daumen
 1. Einhandbedienung mit Daumen und der zweiten Hand zur Stabilisierung
 2. Zweihandbedienung mit beiden Daumen
 3. Einhandbedienung mit Zeigefinger und der zweiten Hand zur Stabilisierung

Die Analyse der einzelnen Griffe zeigte, dass die „Einhandbedienung mit Zeigefinger“ die präziseste Methode zur Auswahl von Objekten ist. Außerdem wurde festgestellt, dass die Testgruppe der Senioren bei allen untersuchten Griffen bei der Bediengenauigkeit stark von der Präzision der anderen Teilnehmergruppen abwichen.

Beim Aufbau der Vektorfelder wurde festgestellt, dass bei der Bedienung von Smartphones generell ein Offset in Richtung des Ursprungs des bedienenden Fingers besteht. Dieser Versatz ist auf die abgerundete Form der Fingerspitzen zurückzuführen und hängt vom Winkel zwischen dem bedienenden Finger und dem Smartphone ab. Dieser Winkel ändert sich je nach Positionierung des anzutippenden Elements.

Die Auswertung der Umfrage zeigte, dass es zwischen den einzelnen Versuchsgruppen deutlichere Unterschiede gibt als initial angenommen. Diesbezüglich können etwa Proband:innen vor Ort bei der Ausführung von Berührungsinteraktionen beobachtet werden um die folgende These zu überprüfen:

Die Abweichung der Berührungsinteraktion wird von dem Winkel zwischen Smartphone und Zeigefinger beeinflusst, da nicht mit der tatsächlichen Spitze des Zeigefingers der Touchscreen berührt wird, sondern mit einem Punkt, der sich zwischen Fingerspitze und des Nagelwalls befindet.

Initial war für diese Arbeit sowohl die Auswertung der Benutzer:inneninteraktionen als auch die Auswertung der Gestensteuerung der Proband:innen vorgesehen. Da die Gestensteuerung jedoch ein sehr weitläufiges Gebiet darstellt, wurde entschieden, Gesten zwar zu erfassen, jedoch nicht explizit auszuwerten. Dies kann als Gegenstand künftiger Forschungsprojekte untersucht werden.

Abbildungsverzeichnis

- Abbildung 1:** Funktionsweise eines kapazitiven Touchscreens (Ueltzhöffer, Harlos, Pollmann, Hermann & Heintze, 2011)
- Abbildung 2:** Marktanteile der mobilen Betriebssysteme weltweit, gemessen an den Page Views (Statista Research Department, 2022)
- Abbildung 3:** Berührungsgesten Veranschaulichung (in Anlehnung an Solis, 2019)
- Abbildung 4:** Design Thinking Zyklus (Weisz, E. 2019)
- Abbildung 5:** Verschiedene Smartphone-Haltegriffe (in Anlehnung an Hooper, 2013)
- Abbildung 6:** Veranschaulichung der verschiedenen Smartphone Haltegriffe (in Anlehnung an Hooper, 2013)
- Abbildung 7:** Screenshot zur Sicherstellung der Einhaltung eines Haltegriffs (Prutsch, 2022)
- Abbildung 8:** Smartphone-Absatz nach Bildschirmgröße (Bosnjak, 2021)
- Abbildung 9:** Kategorisierung der Bildschirmgrößen am Beispiel des Betriebssystems Android (The Net Circle, 2015)
- Abbildung 10:** Auswahl eines griffbereiten Gegenstandes (Prutsch, 2022)
- Abbildung 11:** Größenabgleich des zu vergleichenden genormten Gegenstandes (Prutsch, 2022)
- Abbildung 12:** Grundlegender Aufbau jeder Frage (Prutsch, 2022)
- Abbildung 13:** Umfragebereich „Single Choice“ (Prutsch, 2022)
- Abbildung 14:** Auszug aus dem Prototyp mit mehreren aktiven Kreisen (Prutsch, 2022)
- Abbildung 15:** Screenshot des Setups zur Ermittlung der Benutzer:innen Berührungsinteraktionenpräzision (Prutsch, 2022)
- Abbildung 16:** Setup zur Aufzeichnung von Wischbewegungen (Prutsch, 2022)
- Abbildung 17:** Setup zur Aufzeichnung von Scrollbewegungen (Prutsch, 2022)
- Abbildung 18:** HTML Tabelle und DOM Repräsentation einer HTML Tabelle (in Anlehnung an Tutorial Republic (o. J))
- Abbildung 19:** Update des DOM in React (Maddi, 2021)
- Abbildung 20:** Netlify Benutzeroberfläche Continuous Deployment (Prutsch, 2022)
- Abbildung 21:** Duck DNS Hosting (Prutsch, 2022)
- Abbildung 22:** Verteilung der Teilnehmer:innen nach Alter in Jahren (Prutsch, 2022)
- Abbildung 23:** Wahl des Gegenstands für den Größenabgleich (Prutsch, 2022)
- Abbildung 24:** Abschlussquoten der Umfrage nach Versuchsgruppen (Prutsch, 2022)

- Abbildung 25:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Jugendliche“ anhand von Haltegriff 1 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 26:** Abbildung 26: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Junge Erwachsene“ anhand von Haltegriff 1 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 27:** Abbildung 27: Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe „Erwachsene“ anhand von Haltegriff 1 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 28:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Senioren" anhand von Haltegriff 1 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 29:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Jugendliche" anhand von Haltegriff 3 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 30:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Junge Erwachsene" anhand von Haltegriff 3 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 31:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Erwachsene" anhand von Haltegriff 3 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 32:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Senioren" anhand von Haltegriff 3 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 33:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Jugendliche" anhand von Haltegriff 4 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 34:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Junge Erwachsene" anhand von Haltegriff 4 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 35:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Erwachsene" anhand von Haltegriff 4 (Prutsch, 2022)
- Abbildung 36:** Offset-Vektorfelder der Versuchsgruppe "Senioren" anhand von Haltegriff 4 (Prutsch, 2022)

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Versuchsgruppen des Leitfadeninterviews (Prutsch, 2022)

Tabelle 2: Aufteilung der Teilnehmer:innen in Versuchsgruppen (Prutsch, 2022)

Literaturverzeichnis

- Amazon.com, Inc. (2022). *Amazon Elastic Compute Cloud. What is Amazon EC2?*
Abgerufen von
<https://docs.aws.amazon.com/AWSEC2/latest/WindowsGuide/concepts.html>
- Bosnjak, D. (2021). *Global Smartphone Shipments To Surpass 1.5B*. Abgerufen von
<https://www.androidheadlines.com/2017/05/idc-global-smartphone-shipments-surpass-1-5b-2017.html>
- Blischke, J. (2012). *Betriebssysteme für Smartphones* (Bachelorarbeit, Justus-Liebig-Universität Gießen). München: GRIN Verlag.
- Cherrayil, N. (o. J.). *Huawei Harmony OS*. Abgerufen von
<https://global.techradar.com/en-ae/news/huaweis-harmonyos-to-attain-2-smartphone-market-share-in-2020>
- Chiuhsiang, J. L., & Sui-Hua, H. (2020). *Prediction of the use of mobile device interfaces in the progressive aging*. Abgerufen von
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S153204642030085X>
- Dawson, W. (2022). *React Native Web Vs React- A Comparison Guide*. Abgerufen von
<https://brainhub.eu/library/react-vs-react-native>
- Diepenhorst, H. (o. J.). *Teamentwicklung Lab*. Abgerufen von
<https://teamentwicklung-lab.de/design-thinking-prozess>
- Floca, B. (2019). *Moonshot: The Flight of Apollo 11*. New York: Atheneum Books.
- Floemer, A. (o. J.). *Die Android Alternative von Huawei*. Abgerufen von
<https://t3n.de/news/harmony-os-20-huaweis-android-alternative-1382336/>
- Gallagher, N. (2022). *Introduction to React Native for Web*. Abgerufen von
<https://necolas.github.io/react-native-web/docs>
- Geysse, A.-L. (2011). *Welt der Physik*. Abgerufen von
<https://www.weltderphysik.de/thema/hinter-den-dingen/touchpad-und-screen/>
- Google Inc. (2022). *Android Developers*. Abgerufen von
<https://developer.android.com/guide/topics/large-screens/support-different-screen-sizes>
- Heintze, B. (o. J.). *Touchkapazitives Prinzip*. Abgerufen von
https://www.weltderphysik.de/media/?tx_wdpmedia_pi2%5Baction%5D=image&tx_wdpmedia_pi2%5Bcontroller%5D=Gallery&tx_wdpmedia_pi2%5Bimage%5D=1015&cHash=2f734563942f400d063c4f6911463069

- Hooper, S. (2013). *How Do Users Really Hold Mobile Devices? - UX Matters*. Abgerufen von <https://www.uxmatters.com/mt/archives/2013/02/how-do-users-really-hold-mobile-devices.php>
- Jonathan, R. (2022). *What is the Document Object Model?* Abgerufen von <https://www.w3.org/TR/WD-DOM/introduction.html>
- Kolbow-Lehradt, B. (2018). *Handy.de. Das Magazin*. Abgerufen von <https://handy.de/magazin/aufloesung-beim-handy-display-unterschiede/>
- Le, H. V., Mayer, S., Bader, P & Henze, N. (2018). Fingers' Range and Comfortable Area for One-Handed Smartphone Interaction Beyond the Touchscreen. In R. Mandryk & M. Hancock (Hrsg.), *Proceedings of the 2018 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (S. 1-12). New York: Association for Computing Machinery.
- Let's Encrypt. (2022). *FAQ-Let's Encrypt*. Abgerufen von <https://letsencrypt.org/docs/faq>
- Maddi, A. (2021). A Student's Guide to Software Engineering Tools & Techniques. Abgerufen von <https://se-education.org/learningresources/contents/javascript/Javascript-framework-React.html>
- Meinel, C., Leifer, L. & Plattner, H. (2011). *Design Thinking. Understand - Improve - Apply*. Heidelberg: Springer Berlin.
- Meta Platforms Inc. (2022). *Introducing JSX - React*. Abgerufen von <https://reactjs.org/docs/introducing-jsx.html>
- Meta Platforms Inc. (2022). Abgerufen von <https://reactjs.org/docs/faq-internals.html>
- Mosh, H. (2018). *Coding Made Simple*. Abgerufen von <https://programmingwithmosh.com/react/react-virtual-dom-explained/>
- Netlify Inc. (2022). *Netlify Docs*. Abgerufen von <https://docs.netlify.com>
- Node.js-Einführung (o.J.). *Die JavaScript-Laufzeitumgebung im Überblick*. Abgerufen von <https://www.ionos.de/digitalguide/websites/web-entwicklung/einfuehrung-in-nodejs/>
- O'Dea, S. (2022). *Average lifespan*. Abgerufen von <https://www.statista.com/statistics/619788/average-smartphone-life/>
- Olamide, O. S. (2019). *Smartphone "Aspect Ratio" - Meaning, Types, and Why You Shouldn't Care*. Abgerufen von <https://www.dignited.com/31992/smartphone-aspect-ratio-meaning-types-and-why-you-shouldnt-care>

- Prechu, P. (2015). *100+ JavaScript Frameworks for Web Developers*. Abgerufen von <https://cssauthor.com/javascript-frameworks> abgerufen
- Seul, C. L., Min, C. C. & Yong, G. J. (2018). Investigating Smartphone Touch Area with One-Handed Interaction: Effects of Target Distance and Direction on Touch Behaviors. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1554320>
- Shin, D., Choi, M., Hyun Kim, J. & Lee, J.-g. (2016). *Interaction, engagement, and perceived interactivity in single-handed interaction*. Abgerufen von <https://dblp.uni-trier.de/rec/journals/intr/ShinCKL16.html>
- Sjurts, I. (Hrsg.). (2018). *Ausführliche Definition im Online-Lexikon*. Wiesbaden: Springer Gabler
- Solis, B. (2019). *Berührungsgesten Veranschaulichung*. Abgerufen von <https://www.briansolis.com/2019/08/as-an-author-on-innovation-and-digital-darwinism-i-realized-that-i-needed-to-upgrade-my-work/>
- Statista Research Department. (2022). *Marktanteile der mobilen Betriebssysteme weltweit, gemessen an den Page Views*. Abgerufen von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/184335/umfrage/marktanteil-der-mobilen-betriebssysteme-weltweit-seit-2009/>
- The Net Circle. (2015). *An Introduction to Android Basics*. Abgerufen von <https://thenetcircle.com/updates/introduction-android-basics>
- Tenzer, F. (2022). *Absatz von Smartphones weltweit nach Displaygröße bis 2021*. Abgerufen von <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/882853/umfrage/absatz-von-smartphones-weltweit-nach-displaygroesse/>
- Turulski, A.-S. (2022). *Statistiken zur Smartphone-Nutzung in Österreich*. Abgerufen von <https://de.statista.com/themen/3654/smartphone-nutzung-in-oesterreich/>
- Weisz, E. (2019). Design Thinking Zyklus. Abgerufen von <https://de.linkedin.com/pulse/schon-einmal-von-design-thinking-geh%C3%B6rt-eric-weisz>
- Wenz, A., Jäckle, A. & Couper, M. P. (2017). *Willingness to use mobile technologies for data collection in a probability household panel*. <https://doi.org/10.18148/srm/2019.v1i1.7298>
- Xiong J, Muraki S. (2016), *Thumb performance of elderly users on smartphone touchscreen*.
- Zhang, Y., Ou, B., Ding, Q. & Yang, Y. (2016). Touch Behavior Analysis for Large Screen Smartphones. <https://doi.org/10.1177/1541931215591311>

Anhang

Anhang A - Leitfadeninterviews

Anhang B – Prototyp

Anhang C – Formulardaten der Umfrage

Anhang D – Auszug der Offset-Vektorfelder Daten

Anhangsverzeichnis

Anhang 1: Prototyp: Initiale Fragen inklusive Beginn des Größenabgleichs (Prutsch, 2022)	58
Anhang 2: Prototyp: Fortsetzung des Größenabgleichs inklusive Kontrolle durch den Teilnehmenden (Prutsch, 2022)	58
Anhang 3: Prototyp: Beginn von Setup 1 (Prutsch, 2022)	59
Anhang 4: Prototyp: Fragestellungen von Setup 1 (Prutsch, 2022)	59
Anhang 5: Prototyp: Interaktionspart von Setup 1 Teil 1/2 (Prutsch, 2022)	59
Anhang 6: Prototyp: Interaktionspart von Setup 1 Teil 2/2 (Prutsch, 2022)	60
Anhang 7: Prototyp: Setup 2 Teil 1/3 (Prutsch, 2022)	60
Anhang 8: Prototyp: Setup 2 Teil 2/3 (Prutsch, 2022)	61
Anhang 9: Prototyp: Setup 2 Teil 3/3 (Prutsch, 2022)	61
Anhang 10: Prototyp: Setup 3 Fragen Teil 1/2 (Prutsch, 2022)	62
Anhang 11: Prototyp: Setup 3 Fragen Teil 2/2 (Prutsch, 2022)	62
Anhang 12: Prototyp: Fragen Setup 4 Teil 1/2 (Prutsch, 2022)	63
Anhang 13: Prototyp: Fragen Setup 4 Teil 2/2 (Prutsch, 2022)	63
Anhang 14: Prototyp: Ende der Umfrage (Prutsch, 2022)	64
Anhang 15: Vektorfelder: Jugendliche (Prutsch, 2022)	70
Anhang 16: Vektorfelder: Junge Erwachsene (Prutsch, 2022)	71
Anhang 17: Vektorfelder: Erwachsene (Prutsch, 2022)	72
Anhang 18: Vektorfelder: Senioren (Prutsch, 2022)	73

Anhang A – Leitfadeninterviews

Person 1 (16, w): Altersklasse Jugendliche

Person 2 (22, w): Altersklasse junge Erwachsene

Person 3 (53, m): Altersklasse Erwachsene

Person 4 (79, m): Altersklasse Senior

Besitzen Sie ein Smartphone? – Wann hatten Sie Ihr erstes Smartphone?

P1(16): Ja – Mit 11

P2 (22): Ja – Im Alter von 12 Jahren

P3 (53): Ja – Weiß ich nicht. Das Samsung Galaxy S3 war mein erstes Smartphone
(Release: 2012 → Mit 43 Jahren)

P4 (79): Ja – Seit etwa 3 Jahren

Wie lange bedienen Sie Ihr Smartphone am Tag?

P1: Etwa 3 Stunden

P2: 2-3 Stunden

P3: Kommt drauf an, wie lange ich am Arbeiten muss. 15 Minuten bis 1 h am Tag

P4: Ich schaue manchmal mit meinem iPad Videos aus einer Videothek, das kann etwas länger dauern. Ansonsten benutze ich mein Smartphone nur für Fotos und E-Mails und natürlich zum Telefonieren

Haben Sie manchmal Probleme bei der Bedienung Ihres Smartphones?

P1: Es stürzt manchmal ab. – Probleme bei der Bedienung aber keine.

P2: Nein, keine Probleme, für die ich etwas kann.

P3: Nein

P4: Der Inhalt wird manchmal etwas zu klein dargestellt. Es reagiert manchmal nicht richtig.

Was verursacht diese Probleme?

P4: Ich sehe etwas schlecht

Welcher Anteil an Personen in Ihrem Bekanntenkreis ist etwa gleich jung wie Sie und besitzt ein Smartphone?

P1: Jeder besitzt ein Smartphone

P2: Alle die ich kenne besitzen ein Smartphone.

P3: Ich kenne einige wenige, die ein Smartphone strikt ablehnen.

P4: Die meisten besitzen ein Smartphone. Viele kennen sich aber nicht sehr gut aus.

Wissen Sie was ein QR-Code ist bzw. für was man das braucht?

P1: z.B. zum Scannen des WLAN-Passworts.

P2: Ja, etwa um einen Link mit der Kamera zu Scannen

P3: Ja, oberflächlich; Für den Grünen Pass.

P4: Ja, manchmal in Restaurants zum Scanner der Speisekarte.

Mit welchem Finger bedienen Sie Ihr Smartphone normalerweise?

P1: Kommt drauf an. Meistens mit dem Daumen.

P2: Daumen.

P3: Daumen, außer das Smartphone liegt z.B. auf einem Tisch, dann bediene ich es mit dem Zeigefinger

P4: Zeigefinger

Welche Aktivitäten gehen Sie an einem durchschnittlichen Tag am Smartphone nach?

P1: WhatsApp, Twitch, Instagram, YouTube

P2: Chatten über Whatsapp, Telefonieren mit Freunden/Bekanntem. Sachen nachschlagen.

P3: Ich brauche es für meinen Job. Fotos aufnehmen, etc.

P4: Telefonieren, E-Mails abrufen, manchmal auch Videos schauen.

Haben Sie manchmal Schwierigkeiten, den Bildschirminhalt zu erkennen?

P1: Nein

P2: Nein

P3: Nein

P4: Wenn ich meine Brille nicht auf dem Kopf habe, wird es schwierig.

Haben Kollegen von Ihnen (auch) Probleme bei der Smartphone Bedienung? – Wenn Ja – welche?

P1: Nein

P2: Nein

P3: Da gibt's einige. Die meisten kommen aber gut zurecht denke ich.

P4: Ja, definitiv. Wir helfen uns gegenseitig oder lassen uns helfen wenn es wichtig ist.

Was machen Sie, wenn etwas am Bildschirm zu klein dargestellt wird, und Sie es besser sehen wollen? – Wie?

P1: Zoomen

P2: Hineinzoomen

P3: Den Bildschirm vergrößern

P4: Doppelklick auf den Bildschirm, dann wird der Inhalt größer.

Kennen Sie Drag N Drop; Was ist Drag N Drop?

P1: Ja, das ziehen des Fingers über den Bildschirm

P2: Damit kann man z.B. Apps auf dem Smartphone verschieben

P3: Das Auswählen und Verschieben von Fotos in der Fotogalerie zum Beispiel. Oder am Computer.

P4: Nein

Was ist Wischen/Swipen in Bezug auf Smartphones?

P1: Etwas ähnliches wie Drag N Drop, aber ohne

P2: Tinder

P3: Das wechseln zwischen zwei Fotos wird als Swipen verstanden.

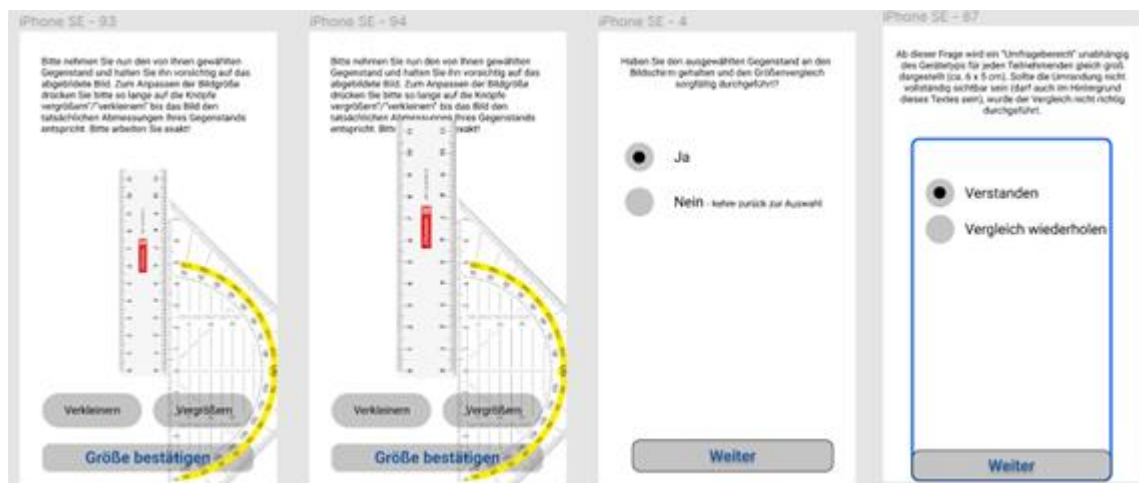
P4: Wird für das Entriegeln des Telefons verwendet.

Anhang B – Prototyp

Größenabgleich

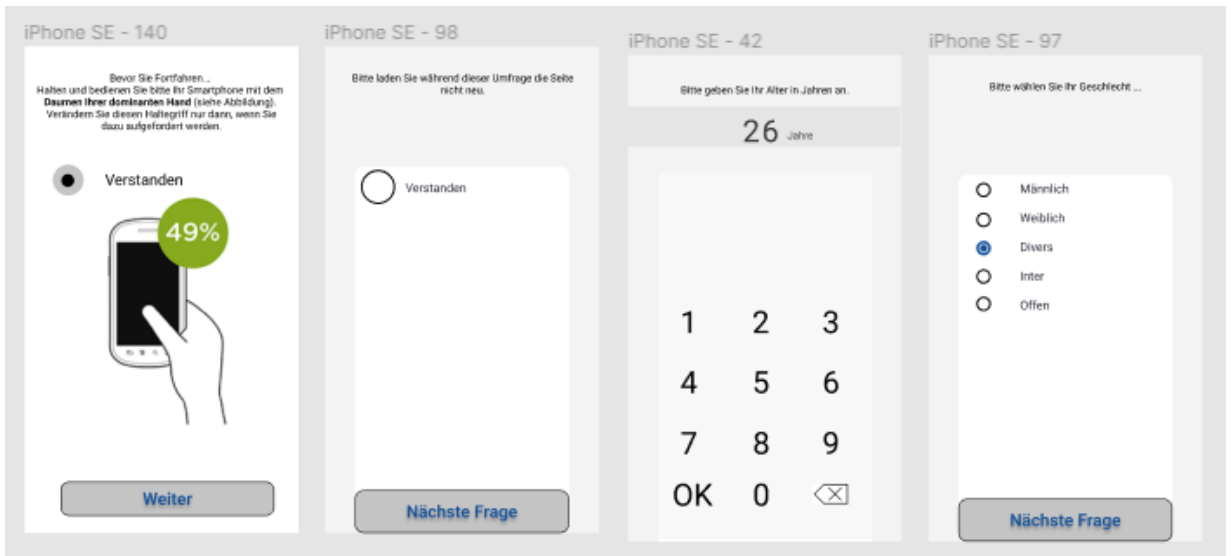


Anhang 1: Prototyp: Initiale Fragen inklusive Beginn des Größenabgleichs (Prutsch, 2022)

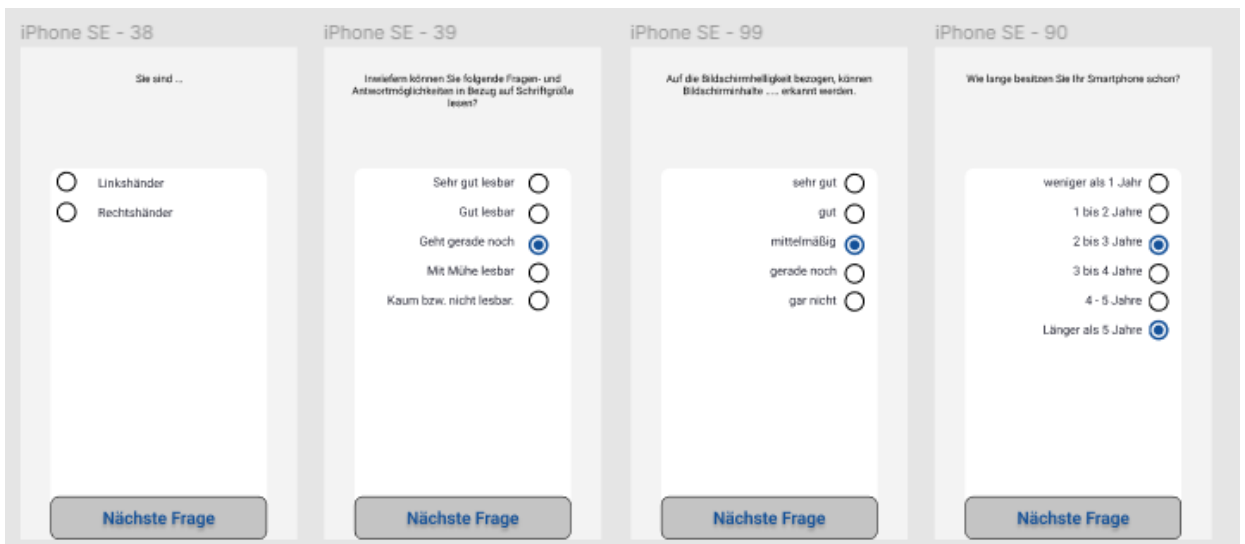


Anhang 2: Prototyp: Fortsetzung des Größenabgleichs inklusive Kontrolle durch den Teilnehmer (Prutsch, 2022)

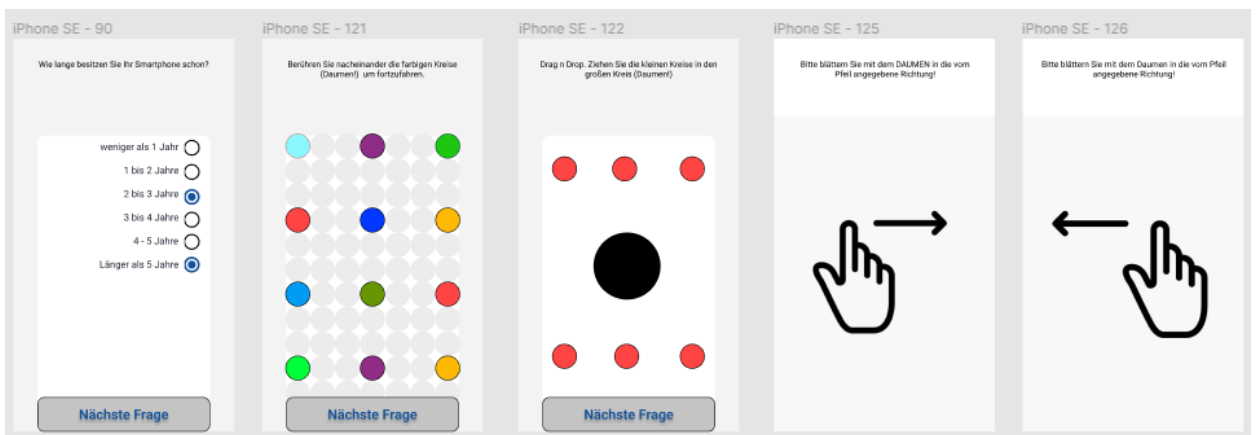
Setup 1



Anhang 3: Prototyp: Beginn von Setup 1 (Prutsch, 2022)



Anhang 4: Prototyp: Fragestellungen von Setup 1 (Prutsch, 2022)



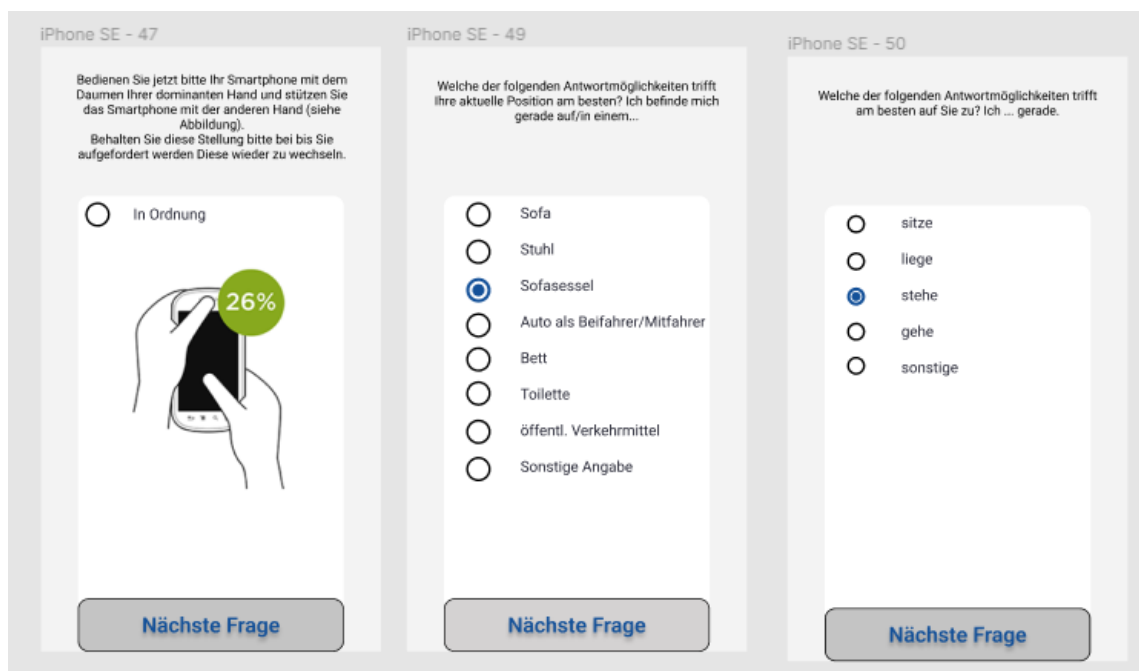
Anhang 5: Prototyp: Interaktionspart von Setup 1 Teil 1/2 (Prutsch, 2022)



Anhang 6: Prototyp: Interaktionspart von Setup 1 Teil 2/2 (Prutsch, 2022)

An dieser Stelle ist das Ende des ersten Setups erreicht. Ab hier werden sich die Fragen zu den Gesten mit einem jeweils anderen Haltegriff wiederholen (die letzten zwei Bildreihen) und werden aus diesem Grund nicht abgebildet.

Setup 2



Anhang 7: Prototyp: Setup 2 Teil 1/3 (Prutsch, 2022)

iPhone SE - 143	iPhone SE - 58	iPhone SE - 61	iPhone SE - 60
<p>Welche der folgenden Geräte besitzen Sie (mehrfachauswahl möglich)?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Smartphone mit Touchscreen <input type="radio"/> Telefon ohne Touchscreen <input checked="" type="radio"/> Tablet / iPad <input type="radio"/> Phablet <input type="radio"/> Touchpad (bei Laptops) <input type="radio"/> Touchscreen Laptop <input type="radio"/> Sonstige Angabe 	<p>Hat Ihr aktuell benutztes Gerät eine Beschädigung am Bildschirm?</p> <p>Nein <input type="radio"/></p> <p>Ja <input type="radio"/></p>	<p>Beeinträchtigt diese Beschädigung die Nutzung Ihres Geräts in irgendeiner Form?</p> <p>Nein, der Schaden ist rein optisch <input type="radio"/></p> <p>Ja, manche Stellen lassen sich nicht einwandfrei bedienen <input checked="" type="radio"/></p> <p>Ja, ein großer Teil des Bildschirms lässt sich nicht ordnungsgemäß bedienen <input type="radio"/></p> <p>Ja, ein Teil des Bildschirms ist defekt <input type="radio"/></p>	<p>Welcher Benutzergruppe in Bezug auf Smartphone/Tabletbenutzer würden Sie sich selbst zuordnen?</p> <ul style="list-style-type: none"> <input type="radio"/> Totaler Anfänger <input type="radio"/> Anfänger <input checked="" type="radio"/> Fortgeschrittener Benutzer <input type="radio"/> Erfahrener Benutzer <input type="radio"/> Experte
Nächste Frage	Nächste Frage	Nächste Frage	Nächste Frage

Anhang 8: Prototyp: Setup 2 Teil 2/3 (Prutsch, 2022)

iPhone SE - 127	iPhone SE - 128	iPhone SE - 123	iPhone SE - 124
<p>Bitte blättern Sie mit dem Daumen in die vom Pfeil angegebene Richtung!</p> 	<p>Bitte blättern Sie mit dem Daumen in die vom Pfeil angegebene Richtung!</p> 	<p>Bitte scrolfen (=blättern) Sie mit dem Daumen ans Ende dieser Seite. Der untenstehende Text dient nur als Platzhalter und soll nicht durchgelesen werden.</p> <p>>Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit, sed diam nonummy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Sit cilia kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonummy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Sit cilia kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet. Lorem ipsum dolor sit amet, consetetur sadipscing elitr, sed diam nonummy eirmod tempor invidunt ut labore et dolore magna aliquyam erat, sed diam voluptua. At vero eos et accusam et justo duo dolores et ea rebum. Sit cilia kasd gubergren, no sea takimata sanctus est Lorem ipsum dolor sit amet.</p>	<p>Bitte markieren Sie mit Ihrem Daumen den einhändig gerade noch erreichbaren Bereich mit einer Link- bzw. Kurve ohne die anderen Finger zu bewegen. Info: Sie können bei dieser Frage über den gesamten Bildschirm zeichnen!</p> 
		Nächste Frage	

Anhang 9: Prototyp: Setup 2 Teil 3/3 (Prutsch, 2022)

Setup 3

The image shows four screens for iPhone SE models 144, 71, 46, and 73. Each screen contains a question and a set of radio button options. The first screen (144) includes an illustration of hands holding a phone with a 15% battery icon.

iPhone SE - 144
 Sie haben es fast geschafft! Halten Sie Ihr Smartphone bitte mit beiden Händen und bedecken Sie das Smartphone mit Ihren Läufern (siehe Abbildung). Behalten Sie diese Stellung bitte bei bis Sie aufgefordert werden diese wieder zu wechseln.
 In Ordnung
 15%
 Nächste Frage

iPhone SE - 71
 Fühlen Sie sich gerade gestreert?
 Nein
 Ja, etwas
 Ja, sehr
 Keine Antwort
 Nächste Frage

iPhone SE - 46
 Haben Sie derzeit eine Hand/Arm-Verletzung/ Erkrankung/sonstige körperliche Beeinträchtigung, die Sie gerade bei der Benutzung Ihres Smartphones hindert?
 Ja (Verletzung)
 Ja (Erkrankung)
 Ja (Sonstige)
 Nein
 Keine Angabe
 Nächste Frage

iPhone SE - 73
 Wie viel schlief benötigen Sie normalerweise um ausgeschlafen zu sein?
 Bis zu 4 h
 4 bis 5 h
 5 bis 6 h
 6 bis 7 h
 7 bis 8 h
 8 bis 9 h
 9 bis 10 h
 Mehr als 10 h
 Nächste Frage

Anhang 10: Prototyp: Setup 3 Fragen Teil 1/2 (Prutsch, 2022)

The image shows three screens for iPhone SE models 72, 68, and 103. Each screen contains a question and a set of radio button options. The third screen (103) features a numeric keypad.


iPhone SE - 72
 Wie lange haben Sie heute in etwa geschlafen?
 Bis zu 4 h
 4 bis 5 h
 5 bis 6 h
 6 bis 7 h
 7 bis 8 h
 8 bis 9 h
 9 bis 10 h
 Mehr als 10 h
 Nächste Frage

iPhone SE - 68
 Wie lange bedienen Sie Smartphones/Tablets täglich?
 bis zu 15 Minuten
 etwa 30 Minuten
 etwa 1 h
 bis zu 2 h
 bis zu 3 h
 bis zu 4 h
 mehr als 4 h
 Nächste Frage

iPhone SE - 103
 Bitte geben Sie die Zahlen '513 862 497 0' ein und tippen Sie anschließend auf 'OK'.
 51
 1 2 3
 4 5 6
 7 8 9
 OK 0

Anhang 11: Prototyp: Setup 3 Fragen Teil 2/2 (Prutsch, 2022)

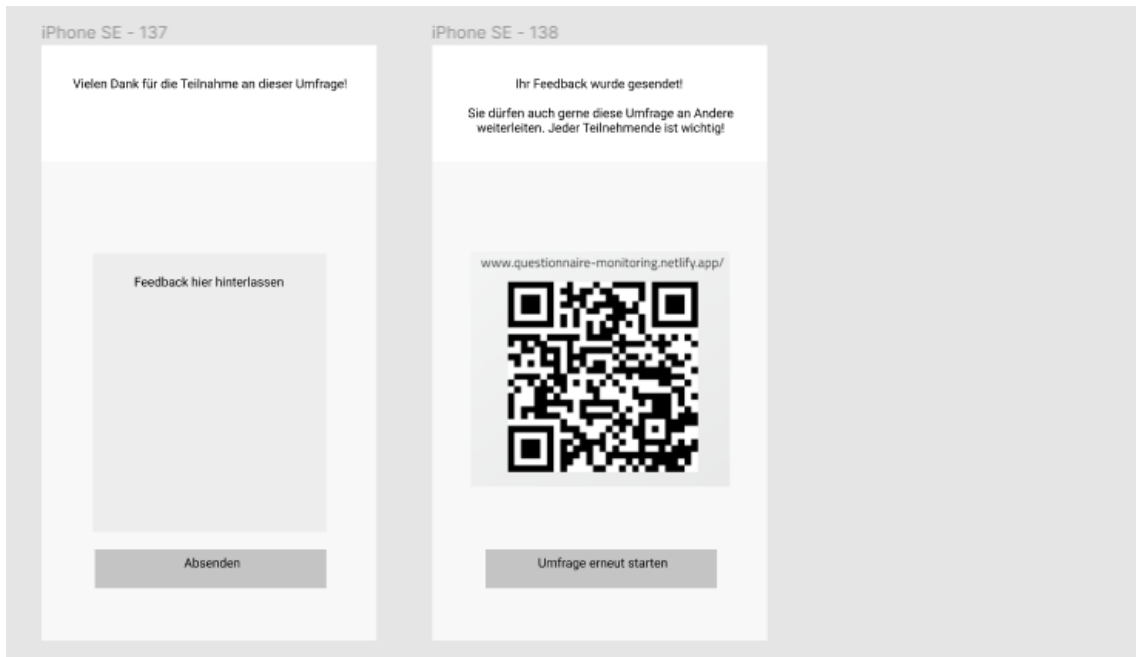
Setup 4

iPhone SE - 67	iPhone SE - 147	iPhone SE - 142	iPhone SE - 150
<p>Nur noch eine Minute! Bitte halten Sie nun Ihr Smartphone mit Ihrer schwächeren Hand und verwenden Sie zur Bedienung des Smartphones bis zum Ende dieser Umfrage den Zeigefinger Ihrer dominanten Hand</p> <p><input type="radio"/> OK, Verstanden</p>  <p>Nächste Frage</p>	<p>Haben Sie im Laufe dieser Umfrage ausversehen das Smartphone mit einem Finger oder einer Hand bedient, welche // von der Aufgabenstellung abweicht?</p> <p><input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein <input checked="" type="radio"/> Nicht dass ich wüsste</p> <p>Nächste Frage</p>	<p>Welche Finger benutzen Sie normalerweise um Ihr Smartphone zu bedienen? (mehrfachantworten zulässig)</p> <p><input type="radio"/> Daumen <input type="radio"/> Zeigefinger <input checked="" type="radio"/> Ringfinger <input type="radio"/> Mittelfinger <input type="radio"/> Kleiner Finger</p> <p>Nächste Frage</p>	<p>Planen Sie in den nächsten Monaten ein neues Smartphone anzuschaffen?</p> <p><input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Nein</p> <p>Nächste Frage</p>

Anhang 12: Prototyp: Fragen Setup 4 Teil 1/2 (Prutsch, 2022)

iPhone SE - 74	iPhone SE - 148	iPhone SE - 149
<p>Stehen Sie gerade unter Medikamenten-, Alkohol- oder Drogeneinfluss?</p> <p>Nein <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> keine Antwort <input checked="" type="radio"/></p> <p>Nächste Frage</p>	<p>Haben Sie im Laufe der Umfrage das Smartphone rotiert?</p> <p>Nein <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Weiß ich nicht <input checked="" type="radio"/></p> <p>Nächste Frage</p>	<p>Sind Ihnen im Laufe der Umfrage "Anzeigefehler" aufgefallen?</p> <p>Nein <input type="radio"/> Ja <input type="radio"/> Weiß ich nicht <input checked="" type="radio"/></p> <p>Nächste Frage</p>

Anhang 13: Prototyp: Fragen Setup 4 Teil 2/2 (Prutsch, 2022)



Anhang 14: Prototyp: Ende der Umfrage (Prutsch, 2022)

Bitte wählen Sie Ihr Geschlecht ...

['männlich', 'weiblich', 'divers', 'inter', 'offen']
[98, 64, 3, 0, 0]

Sie sind ...

['Linkshänder', 'Rechtshänder']
[17, 148]

Inwiefern können Sie die aktuelle Frage und die dazugehörigen Antwortmöglichkeiten in Bezug auf die Schriftgröße lesen?

['Sehr gut lesbar', 'Gut lesbar', 'Geht gerade noch', 'Mit Mühe lesbar', 'Kaum bzw. nicht lesbar']
[71, 69, 24, 2, 0]

Auf die Bildschirmhelligkeit bezogen, wie gut können Sie Bildschirmhalte erkennen?

['Sehr gut', 'Gut', 'Mittelmäßig', 'Gerade noch', 'Gar nicht']
[124, 34, 7, 0, 0]

Wie lange besitzen Sie Ihr Smartphone schon?

['Weniger als 1 Jahr', '1 bis 2 Jahre', '2 bis 3 Jahre', '3 bis 4 Jahre', '4 bis 5 Jahre', 'Länger als 5 Jahre']
[25, 60, 33, 12, 6, 29]

Welche der folgenden Antwortmöglichkeiten trifft Ihre aktuelle Position am besten? Ich befinde mich gerade auf/in einem ...

['Sofa', 'Stuhl', 'Sofasessel', 'Auto', 'Bett', 'WC', 'öffentl. Verkehrsmittel', 'Sonstige Angabe']
[27, 92, 1, 1, 12, 3, 1, 4]

Welche der folgenden Antwortmöglichkeiten trifft am besten auf Sie zu? Ich ... gerade.

['sitze', 'liege', 'stehe', 'gehe', 'sonstige']
[121, 17, 3, 0, 0]

Welche der folgenden Geräte besitzen Sie? Mehrfachauswahl möglich.

['Smartphone mit Touchscreen', 'Telefon ohne Touchscreen', 'Tablet / iPad', 'Phablet', 'PC/Laptop mit Touchpad', 'PC/Laptop mit Touch Monitor', 'Sonstige']
[139, 6, 66, 1, 72, 26, 18]

Hat Ihr aktuell benutztes Gerät eine Beschädigung am Bildschirm?

['Ja', 'Nein']
[27, 114]

Beeinträchtigt diese Beschädigung die Nutzung Ihres Geräts in irgendeiner Form?

['Nein, der Schaden ist rein optisch', 'Manche Stellen sind kaum bedienbar', 'Manche Stellen sind nicht bedienbar']
[27, 0, 0]

Welcher Benutzer:innengruppe in Bezug auf Smartphone/Tabletkenntnis würden Sie sich selbst zuordnen?

['Totaler Anfänger', 'Anfänger', 'Fortgeschrittener', 'Erfahrener Benutzer', 'Experte']

[1, 1, 31, 69, 39]

Haben Sie bei der alltäglichen Benutzung von Smartphones/Tablets Probleme sich zurechtzufinden?

['Nein, nie', 'Sehr selten', 'Selten', 'Hin- und wieder', 'Häufig', 'So gut wie immer']

[69, 49, 12, 6, 1, 3]

Beeinträchtigt die Länge Ihrer Fingernägel die normale Bedienung des Smartphones? Mehrfachauswahl möglich.

['Ja, sehr (Zeigefinger)', 'Ja, etwas (Zeigefinger)', 'Ja, sehr (Daumen)', 'Ja, etwas (Daumen)', 'Nein']

[3, 6, 6, 8, 124]

Fühlen Sie sich gerade gestresst?

['Nein', 'Ja, etwas', 'Ja, sehr']

[99, 31, 2]

Haben Sie derzeit eine Hand-/Arm-Verletzung/Erkrankung/sonstige körperliche Beeinträchtigung, die Sie gerade bei der Benutzung Ihres Smartphones hindert?

['Ja (Verletzung)', 'Ja (Erkrankung)', 'Ja (Sonstige)', 'Nein', 'Keine Angabe']

[3, 2, 2, 120, 4]

Wie viel Schlaf benötigen Sie normalerweise, um ausgeschlafen zu sein?

['Bis zu 4 h', '4 bis 5 h', '5 bis 6 h', '6 bis 7 h', '7 bis 8 h', '8 bis 9 h', '9 bis 10 h', 'Mehr als 10 h']

[5, 2, 8, 23, 53, 28, 6, 7]

Wie lange haben Sie heute in etwa geschlafen?

['Bis zu 4 h', '4 bis 5 h', '5 bis 6 h', '6 bis 7 h', '7 bis 8 h', '8 bis 9 h', '9 bis 10 h', 'Mehr als 10 h']

[5, 10, 22, 40, 45, 10, 0, 0]

Wie lange bedienen Sie Smartphones/Tablets täglich?

['Bis zu 15 Minuten', 'Etwa 30 Minuten', 'Etwa 1h', 'Bis zu 2h', 'Bis zu 3h', 'Bis zu 4h', 'Mehr als 4h']

[2, 4, 15, 35, 28, 20, 28]

Haben Sie in den gerade eben erledigten Aufgabenstellungen beide Daumen für die Bedienung benutzt?

['Ja', 'Ja (unregelmäßig)', 'Nein', 'Nicht dass ich wüsste']

[61, 46, 15, 0]

Haben Sie im Laufe dieser Umfrage das Smartphone mit einem Finger oder einer Hand bedient, welche/r von der Aufgabenstellung abweicht?

['Ja', 'Nein', 'Nicht dass ich wüsste']

[0, 95, 25]

Welche Finger benutzen Sie normalerweise, um Ihr Smartphone zu bedienen? Mehrfachauswahl möglich.

['Daumen', 'Zeigefinger', 'Ringfinger', 'Mittelfinger', 'Kleiner Finger']

[109, 46, 0, 4, 1]

Planen Sie in den nächsten Wochen oder Monaten ein neues Smartphone anzuschaffen?

['Ja', 'Nein']

[18, 102]

Fühlen Sie sich gerade durch die Wirkung von Medikamenten, Alkohol oder Drogen beeinträchtigt?

['Ja', 'Nein', 'Keine Angabe']

[3, 116, 1]

Haben Sie im Laufe dieser Umfrage die Ausrichtung (= Hochformat oder Querformat) des Smartphones geändert?

['Ja', 'Nein', 'Ich verstehe die Frage nicht.']

[0, 120, 0]

Sind Ihnen im Laufe der Umfrage Anzeigefehler aufgefallen?

['Ja', 'Nein']

[12, 108]

Sie können hier ein Feedback hinterlassen:

[0]: -

[1]: Läuft einwandfrei

[2]: War sehr aufschlussreich 😊

[3]: Da es vermutlich um Geschwindigkeit geht. Diese erhöht sich, da man die Aufgaben ab der zweiten Runde kennt 😊 kann aber auch subjektiv sein. Viel Erfolg

[4]: War eine spannende Umfrage und wirklich etwas anders als die meisten - danke!

[5]: Wow bin begeistert von der technischen Meisterleistung beim Erstellen dieses Fragebogens und von der Präzision der Aufgaben- und Fragestellungen.

[6]: Sehr spannende Umfrage! Habe noch nie eine Umfrage dieser Art gesehen. Ich habe aber sicher 10 bis 15 Minuten dafür benötigt. Ich war dabei sehr aufmerksam, da die Bearbeitung Spaß gemacht hat. Das ist jetzt die erste Umfrage, bei der mich die Ergebnisse wirklich interessieren würden.

[7]: Sehr coole Sache! Die Auswertung / daraus resultierende Arbeit würde mich interessieren. *****@*****at

[8]: Tolle Umfrage - mal was anderes. Mir war nicht ganz klar was mit "Dominanter hand" gemeint war. Ich bin Rechtshänder, bediene mein Smartphone aber meist mit der linken Hand und habe daher links als dominant angegeben.

[9]: Danke für die Teilnahme. Kuss diggi

[10]: Wieso so viele Wiederholungen

[11]: Das Lineal konnte nicht so weit vergrößert werden, dass es mit dem realen übereinstimmte. Manche Anweisungen konnten nicht ganz gelesen werden, da sie vom weißen Testfeld etwas überdeckt waren.

[12]: Ich hoffe es hat ihnen geholfen

[13]: Wo gibt es die Ergebnisse nachzulesen?

[14]: Dear Lukas, Next time you prepare a survey with seniors, please

don't put the questions on a dark background with very small letters.
Many people will give up right at the beginning because of this. Good
luck with your survey. Lg *****
[15]: Ich fands cool :)

