

Institut für Visualisierung und Interaktive Systeme

Universität Stuttgart
Universitätsstraße 38
D-70569 Stuttgart

Bachelorarbeit Nr. 288

Privatsphäre von Wearables: Das Benutzerbewusstsein über geteilte Informationen

Lucas Röhrle

Studiengang: Softwaretechnik

Prüfer/in: Jun.-Prof. Dr. Niels Henze

Betreuer/in: M. Sc. Stefan Schneegäß

Beginn am: 01.06.2015

Beendet am: 01.12.2015

CR-Nummer: H.5.m

Kurzfassung

Das Aufzeichnen von persönlichen Daten über das Smartphone ist ein schnell wachsender Markt. Dieser Trend wird unterstützt durch immer mehr Fitnessarmbänder und andere Smart Garments die das Aufzeichnen von Vitaldaten ermöglichen. Es ist aber für viele Benutzer oft nicht ersichtlich, wie viel sie oder andere aus diesen Daten eigentlich herauslesen können und was sie mit anderen teilen. Zusätzlich bieten die aktuell am weitest verbreiteten Betriebssysteme für Mobile Geräte keine Möglichkeit, sowohl global als auch App spezifisch, Datenzugriff zu erlauben oder zu verhindern. Um einen Überblick über die Teilfreudigkeit und den Wissenstand verschiedener Personen und Personengruppen zu bekommen, wurde eine Onlineumfrage durchgeführt. Diese Erkenntnisse haben beim Erarbeiten der Mock-Ups durch die Fokusgruppe eine wichtige Grundlage dargestellt. Um die Mock-Ups verwenden zu können, wurde eine Architektur entwickelt die als Middleware agiert. Dabei wird es dem Benutzer ermöglicht alle Einstellungen sowohl global als auch App bezogen vorzunehmen.

Abstract

The record of personal data on your smartphone is a fast growing market. More and more fitness bracelets and other Wearable Devices which allow recording of personal data, support this trend. However many users often do not see how much personal information they actually can gather from this sensors. This bachelor thesis explores the understanding of end-users of wearable devices about the information they implicitly share with others and which graphical representation of the collected data is the best to explain, how much of their personal information they collect and they disclose to third parties. The most of the popular operating systems for mobile devices do not offer the possibility to set the settings global or app specific for the personal data accesses. To get an overview of the willingness to share and the knowledge of the different persons and groups, we did an online survey. The findings were used to build up Mock-Ups in an Focusgroup. To use the Mock-Ups usefull we developed a architekture of a middleware witch gives the user the possibility to set the global and app specific settings.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	9
2. Verwandte Arbeiten	11
2.1. Privatsphäre	11
2.2. Privatsphäre an verschiedenen Orten und in verschiedenen sozialen Kontexten	11
2.3. Location Tracking	12
2.4. Privatsphäre-Einstellungen	15
2.5. Visualisierung und Quantifizierung von Daten	16
2.6. Sensoren	18
3. Benutzerstudie	21
3.1. Studienaufbau	21
3.2. Studienteilnehmer	23
4. Ergebnisse	25
4.1. Vorverarbeitung der Rohdaten	25
4.2. Teilbereitschaft der Informationen	25
4.3. Wissensstand der Teilnehmer	28
4.4. Zusammenfassung	29
5. Architekturentwurf Sensorauswahlsystem	31
5.1. Grundlagen Android Apps	31
5.2. Entwurf	32
5.3. Sensorauswahlsystem	33
6. Zusammenfassung	39
A. Anhang	41
Literaturverzeichnis	51

Abbildungsverzeichnis

2.1. Beantwortete Seiten und Positionsanfragen an verschiedenen Plätzen [AHK07]	12
2.2. Bereitschaft der Probanden ihre Positionsinformationen an unterschiedlichen Orten in verschiedene Kategorien an Anfragende weiter zu geben [AHK07]	13
2.3. Durchschnittlicher Trägheitsradius von Personen in den USA [CCLS11]	14
2.4. Verteilung der Rückkehrwahrscheinlichkeiten [CCLS11]	14
2.5. Der Trägheitsradius in Relation zu vier verschiedenen Einflussfaktoren [CCLS11] . .	15
2.6. Privacy Bird Search Engine Architecture [BCKM05]	16
2.7. Privacy Bird Search Engine Result Page[BCKM05]	17
3.1. Die drei Kategorien der durchgeführten Onlineumfrage und ihre Relationen	22
3.2. Tabelle zur Überprüfung des Wissenstandes der Teilnehmer über die Sensorinformationen	22
3.3. Verteilung der Studienteilnehmer anhand ihres Alters	23
3.4. Verteilung der Studienteilnehmer anhand des Alters ihres Smartphones	23
3.5. Verteilung der Studienteilnehmer anhand ihres selbst eingeschätzten Wissensstandes über Wearables	24
4.1. Die Teilfreudigkeit in Bezug auf die Kenntnisse über Wearable Devices (Balkendiagramm der Mittelwerte mit Standardfehler)	26
4.2. Die Teilfreudigkeit in Bezug auf das Alter des Smartphones (Balkendiagramm der Mittelwerte mit Standardfehler)	26
4.3. Die Teilfreudigkeit in Bezug zum Alter der Teilnehmer	27
4.4. Die Teilbereitschaft der einzelnen Information über alle Teilnehmer (Balkendiagramm der Mittelwerte mit Standardfehler)	27
4.5. Der Wissenstand der Teilnehmer gruppiert nach ihren Berufsfeldern (Balkendiagramm der Mittelwerte mit Standardfehler)	28
4.6. Der Wissenstand der Teilnehmer gruppiert nach ihren Kenntnissen über Wearable Devices(1: Keine Kenntnisse 7: Experte) (Balkendiagramme der Mittelwerte mit Standardfehler)	29
4.7. Der Wissenstand der Teilnehmer gruppiert nach dem Besitz und Alter des eigenen Smartphones (Balkendiagramme der Mittelwerte mit Standardfehler)	29
5.1. Überblick über die APK Datenstruktur und Ablauf um Apps ihre geforderten Dienste zu entziehen [DMC14]	31
5.2. Architekturentwürfe für den aktuellen Standardfall und das neu entwickelte Prinzip welches durch die Middleware mehr Kontrolle für den Benutzer bringt	34
5.3. Konkrete Realisierung des Service und seiner Beziehungen innerhalb des Systems .	35

5.4. Handgezeichnete Mock-Up Ideen der Fokusgruppenmitglieder während der Kreativen Phase	36
5.5. Die Hauptseiten der drei Mock-Ups. Dabei basiert das linke nur auf Text, das rechte Mock-Up nur auf Bilder und in der Mitte ist eine Mischung von beidem zu sehen	37
5.6. Detailseite des Mock-Up_2 und Mock-Up_3 im Landscape Format	37

Tabellenverzeichnis

2.1. Sensortypen und ihre möglichen Informationen	20
4.1. Sensortypen und ihre korrespondierenden Informationen auf statistische Signifikanz untersucht und ein Vergleich der Mittelwerte der Teilfreudigkeit	28

1. Einleitung

Da Smartphones und andere Wearable Devices immer mehr an Bedeutung gewinnen, spielen neben den funktionalen Aspekten auch andere Faktoren wie Datensicherheit eine große Rolle. Die einzelnen Wearables sind alle miteinander vernetzt und somit können viele persönliche Daten erfasst werden. Dabei werden diese oft extrem persönlichen Daten zum Teil automatisch an Dritte weitergegeben. Viele der Anwender sind sich dabei nicht bewusst, welche Informationen aus diesen Daten alle herausgelesen werden können. Deshalb spielt die Privatsphäre im Internet eine große Rolle. Dabei ist das Verständnis des Benutzers über seine Daten ein wichtiger Aspekt, denn genau hier fängt die Problematik meist an. Es gibt zwar die Möglichkeit seine Privatsphäre Einstellungen selbst zu wählen, doch der Nutzer weiß oft nicht was genau er dann noch teilt und mit wem. Ein weiterer Aspekt ist die Selbstdarstellung, wie Goffmann [Gof49] bereits 1959 feststellte möchte jeder Mensch einen gewissen Typ repräsentieren. Dazu ist es wichtig, dass Informationen über einen Menschen zur richtigen Zeit im richtigen Licht veröffentlicht werden. Ist dem Anwender dies nicht bewusst oder hat er keinen Einfluss auf diese Veröffentlichungen bzw. Interpretationen, so ist es nicht mehr möglich dieses Gesicht zu wahren das man gerne darstellen würde. Dieser Verlust des Einflusses auf die Selbstdarstellung, stellt eine Einschränkung der Selbstverwirklichung jedes Benutzers dar. Doch es gibt laut Adams [AS01] noch einen weiteren elementaren Aspekt bei der Sicherung von privaten Daten. Was sind private Daten? In der Arbeit "Privacy in Multimedia Communications: Protecting Users, Not Just Data" wird diese Frage behandelt. Dabei ist der Aspekt der Kontextabhängigkeit ein wichtiges Thema. Ein bestimmter Satz von Daten kann in einen Moment für einen Benutzer als privat empfunden werden und in einem anderen Kontext als öffentlich. Die Einstellung des Benutzers zur Veröffentlichung von privaten Daten ist dabei ebenfalls relevant.

Es gibt bereits viele Möglichkeiten seine Privatsphäre im Internet besser zu schützen, doch meist wird dem Benutzer nicht bewusst, was genau er mit welchen Einstellungen nun wirklich preisgibt und was aus diesen Daten an Informationen gewonnen werden kann. Diese Bachelorarbeit beschäftigt sich damit, was Menschen als persönliche Daten ansehen und was sie bereit sind zu teilen und was sie aktuell tatsächlich teilen. Hierbei soll der Unterschied aufgezeigt werden, wie die Eigeneinschätzungen der Nutzer vom tatsächlichen Wissenstand bezüglich Wearables abweicht.

2. Verwandte Arbeiten

2.1. Privatsphäre

Privatsphäre behandelt die Situationen in denen verschiedene Dinge zu verschiedenen Personen in verschiedenen Situationen weiter gegeben werden sollen. Zum Beispiel ist das Schauen durch eine Schaufensterscheibe gewollt und akzeptiert jedoch das Starren durch das Fenster des Nachbarn ist meist inakzeptabel und strafbar [Sch68]. Daher müssen wir Situationen der Privatsphäre so konkret wie möglich darstellen, um diese dem Benutzer zu verdeutlichen [HBL⁺03].

Privatsphäre war schon immer ein Luxusgut. Der Essayist Phyllis McGinley schrieb: *"The poor might have to huddle together in cities for need's sake, and the frontiersman cling to his neighbor for the sake of protection. But in each civilization, as it advanced, those who could afford it chose the luxury of a withdrawing place. Egyptians planned vinehung gardens, the Greeks had their porticos and seaside villas, the Romans put enclosures around their patios... . Privacy was considered as worth striving for as hallmarked silver or linen shieets for one's bed"* [Sch68].

2.2. Privatsphäre an verschiedenen Orten und in verschiedenen sozialen Kontexten

Lage abhängiges Verarbeiten von Daten ist ein wichtiger Schwerpunkt der Forschung mit ubiquitären Computern. Die Lage hilft Informationen und Services besser zu organisieren und Aktivitäten in einen Kontext zu bringen. Die drei Punkte die laut der Arbeit Privacy and Security in the Location-enhanced World Wide Web [HBL⁺03] verantwortlich dafür sind, dass sich die positionsabhängigen Anwendungen, mit Ausnahme der GPS-basierten Navigation, nicht in der breiten Endbenutzermenge durchsetzen sind: Preiswerte Technologien zur Positionsbestimmung, nützliche standortbasierte Dienste und diverse Techniken um den Benutzer auf die Privatsphäre aufmerksam zu machen.

Die Debatte ob es sich im Cyberspace tatsächlich um einen Platz handelt, wie ein Gebäude oder ein Park, gibt es schon seit der Erfindung des Telegrafens [Fis94][Gie00]. Ein Platz bedeutet mehr als nur Raum oder Ort [AHK07]. Laut Thomas Gieryn hat Platz drei notwendige Eigenschaften: Geographische Lage, materielle Form und die kulturelle Bedeutung [Gie00]. Der letzte Punkt zeigt, dass Menschen verstehen müssen welches Verhalten an einem Platz erwartet wird. Dazu müssen sie die Werte und Bedeutung der Plätze erkennen. Beispielsweise werden in einer Bar andere Verhaltensweisen erwartet, als an einem Ort der Religion und des Glaubens. Darüber hinaus gibt es aber auch Situationen bei denen das Selbe getan wird, jedoch der Ort das Verhalten komplett verändert.

2. Verwandte Arbeiten

Beispiel dafür ist das Essen in den eigenen vier Wänden im Gegensatz zu einem Geschäftssessen oder dem Essen in einem Sterne Restaurant.

Der Soziale Kontext ist ein sehr wichtiger Aspekt von Plätzen. Die Menschen werden beeinflusst von der Tatsache wo sie sich gerade aufhalten, was sie tun und welche gesellschaftliche Position sie haben und definieren sich dadurch. Eine Benutzerstudie von Denise Anthony, David Kotz und Tristan Henderson in der Arbeit *Privacy in Location-Aware Computing Environments* im Juni 2004 hatte das Ziel herauszufinden, wie der soziale Kontext innerhalb und zwischen speziellen Plätzen die Denkweise über die aktuelle Privatsphäre zum Thema *Real-Time Location Tracking* beeinflussen und verändern kann [AHK07]. In Abbildung 2.1 ist deutlich zu erkennen, dass sich die Probanden sehr oft Zuhause aufgehalten haben, da über 70% der Positionsanfragen Zuhause beantwortet wurden. Auch die Anzahl der beantworteten Seiten liegt Zuhause bei über 47%. Die Abbildung 2.2 zeigt, dass die Bibliothek ein Ort ist, den die Probanden sehr gerne mit allen vier Kategorien teilen. Die höchste Prozentzahl von über 55% erreicht das Teilen mit einer bestimmten Kategorie, dass man sich aktuell Zuhause befindet. In dieser Tabelle ist kein lineares Schema vorhanden, da beide Einflussparameter zusammen immer wieder eine komplett unvergleichbare Situation erschaffen. Eine weitere Studie in diesem Bereich in der Arbeit *Location Disclosure to Social Relations: Why, When, & What People Want to Share* [CSM⁺05] unterstreicht die Ergebnisse der ersten Studie.

Place during page	Pages answered		Location requests	
	No.	%	No.	% of pages
Home	488	47.6	328	70.4
Work or other	123	12.0	16	12.0
Dining or restaurant	111	10.8	20	18.0
Classroom	73	7.1	15	20.5
Library	69	6.7	53	76.8
Friend's home	65	6.3	29	44.6
In transit	96	9.4	7	7.3
Total	1,025	99.9*	468	45.7

* Total doesn't add to 100% due to rounding

Abbildung 2.1: Beantwortete Seiten und Positionsanfragen an verschiedenen Plätzen [AHK07]

2.3. Location Tracking

Das Location Tracking besteht aus vielen Bereichen, wie beispielsweise der Positionsbestimmung innerhalb eines drahtlosen Netzwerks [GJC04], in Mobilfunknetzen [HM99] oder dem GPS (Global Positioning System) [BRA02]. Das GPS ist aktuell das weit verbreitetste Positionsbestimmungssystem, da es für den normalen Endanwender frei verfügbar ist.

Place during page	Percent willing to share with at least one requester category*	Percent willing to share with list*	Percent willing to share with email*	Percent willing to share with anyone*
Home	55.2	54.3	10.4	6.1
Friend's home	27.6	28.0	6.9	0
Library	51.0	50.9	37.7	22.6
Other public place	32.8	31.0	13.8	6.9
Overall (regardless of place)*	50.1	49.0	10.0	8.0

* For all percentages, the denominator was the number of requests.

Abbildung 2.2.: Bereitschaft der Probanden ihre Positionsinformationen an unterschiedlichen Orten in verschiedene Kategorien an Anfragende weiter zu geben [AHK07]

2.3.1. Bewegungsmuster

Der allgegenwärtige Zugang zu Informationen egal wann, wo und wie ist ein wichtiger Bestandteil der zukünftigen Kommunikationsnetzwerke. Das Internet selbst entwickelt sich immer weiter zu dem *Internet der Dinge* das davon ausgeht, dass jedes Objekt integrierte Sensoren besitzt über die es kommunizieren kann [DMT13]. In der Arbeit *Understanding individual human mobility patterns* [GHB08] wird verdeutlicht, dass menschliche Bewegungsmuster alles andere als zufällig sind. Sie zeigen ein hohes Maß an zeitlicher und räumlicher Regelmäßigkeit, somit folgen sie einfach zu reproduzierenden Mustern. Durch die genau Reproduktion der Bewegungen von realen Menschen, können entscheidende Fragen beantwortet werden, die für die Erfahrungen von Einzelpersonen und Organisationen von großen Nutzen sind. Diese Bewegungsmuster können unter anderem genutzt werden um zu reflektieren welche Transportmittel wie oft verwendet werden und in größeren Mengen sind diese Muster auch sehr hilfreich bei der Stadtplanung.

Angesichts der Gobalen Reichweite von Standort-Sharing-Diensten und das damit verbundene Potenzial, die Check-Ins in Muster für menschliches Verhalten in Bezug zur Mobilität zu packen, ist enorm. Die drei häufigsten verwendeten statistischen Eigenschaften in den Untersuchungen von Check-In Daten in der Arbeit *Exploring Millions of Footprints in Location Sharing Services* [CCLS11] sind Verschiebung, Trägheitsradius und Rückkehrwahrscheinlichkeit. Dabei wurde entdeckt, dass die Verschiebung den Regeln des *Lévy Flights* folgt. In Abbildung 2.3 ist der durchschnittliche Trägheitsradius von Bewohnern von Großstädten mit über 100.000 Einwohnern dargestellt. Dabei sind die roten Blasen die mit einem Radius über 500 Meilen, die blauen die mit einem Radius über 250 Meilen, die cyan farbenen die mit einem Radius über 125 Meilen und die gelben sind die übrigen Städte. Aus solchen Analysen lassen sich für die verschiedensten Bereiche sehr wichtige Informationen über das Reise- und Bewegungsverhalten der Menschen entnehmen. In Abbildung 2.4 sind die Rückkehrwahrscheinlichkeiten der Studie aufgezeigt. Diese Wahrscheinlichkeiten stellen ein Maß für das periodische Verhalten von Personen dar.

2. Verwandte Arbeiten

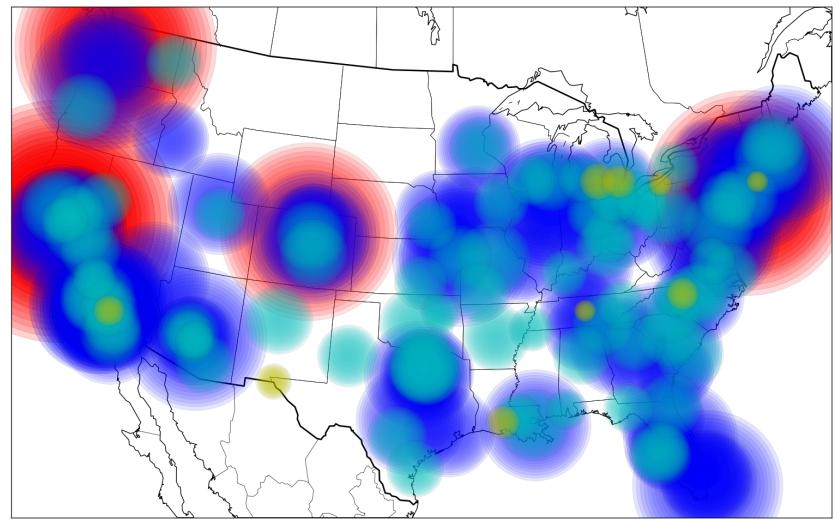


Abbildung 2.3.: Durchschnittlicher Trägheitsradius von Personen in den USA [CCLS11]

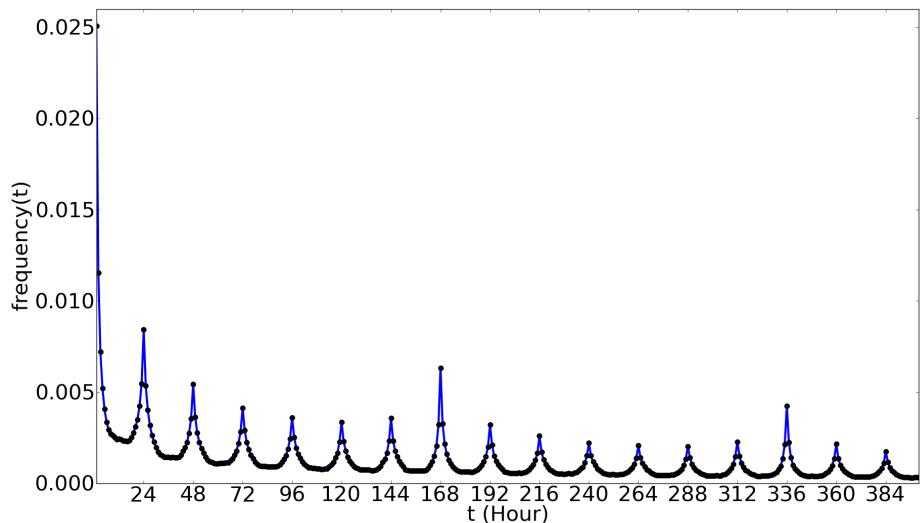


Abbildung 2.4.: Verteilung der Rückkehrwahrscheinlichkeiten [CCLS11]

Mobilität beeinflussende Faktoren

Es gibt in Bezug zum Trägheitsradius von Personen einige Faktoren die in der Arbeit [CCLS11] behandelt werden. Ich möchte vier davon hier aufgreifen. In Abbildung 2.5 ist sehr deutlich zu erkennen, dass bei allen vier Faktoren eine Steigerung des Faktors auch den Trägheitsradius nach oben beeinflusst. Bei der Abbildung 2.5 (a) handelt es sich um einen geographischen Aspekt der zeigt, dass in wenig besiedelten Gebieten mit ca. 1000 Personen pro Meile² ein höherer Radius vorliegt als

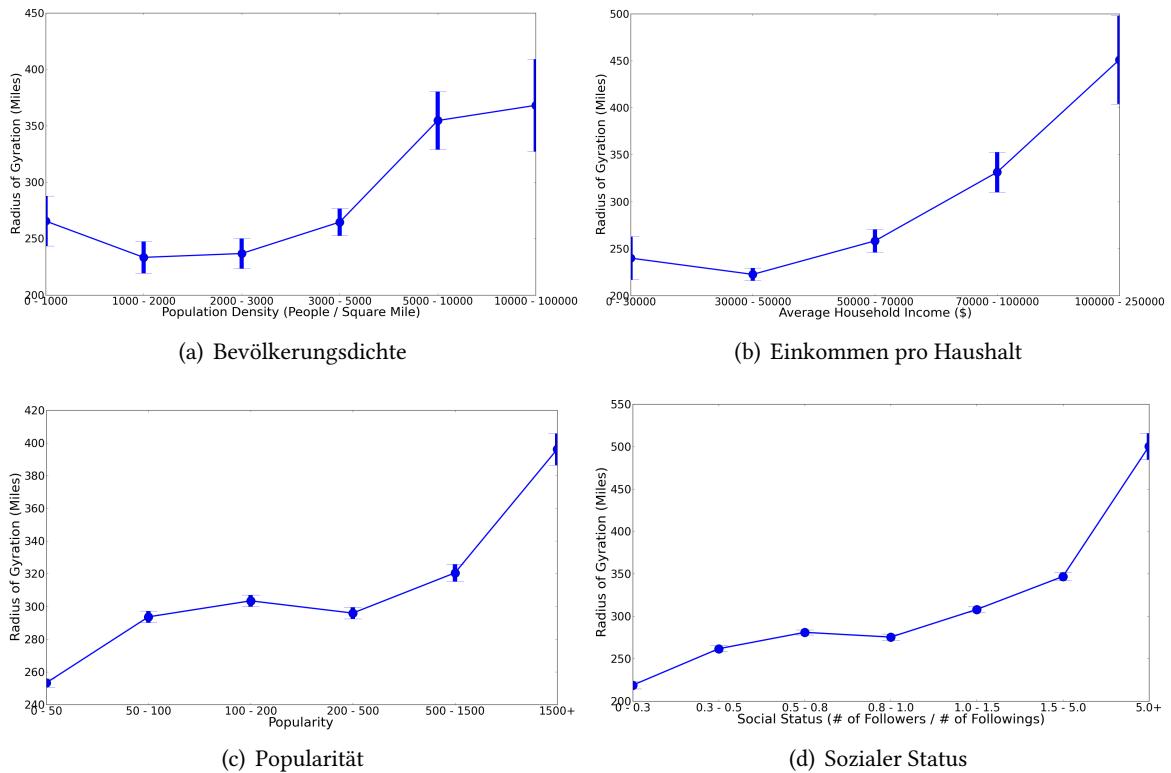


Abbildung 2.5.: Der Trägheitsradius in Relation zu vier verschiedenen Einflussfaktoren [CCLS11]

in Kleinstädten von 1000-2000 Personen pro Meile². Bei allen Einwohnerzahlen über 3000 pro Meile² steigt es entsprechend weiter an.

Ein ökonomischer Aspekt ist in Abbildung 2.5 (b) zu sehen. Hierbei ist der Tiefpunkt bei den Haushalten mit 30000-50000 \$, je höher das Einkommen ab diesem Punkt wird, desto größer wird auch der Radius.

In den beiden Abbildungen 2.5 (c) und (d) sind zwei soziale Aspekte verdeutlicht. Bei beiden steigt mit der Popularität/sozialen Status auch der Radius immer weiter an. Beide besitzen eine Ausnahme bei der ein kleiner Rückgang des Radius zu verzeichnen ist.

2.4. Privatsphäre-Einstellungen

2.4.1. User Interfaces

Die meisten Menschen lesen wenig bis gar keine Privatsphäre Einstellungen, weil sie meist zu lang und zu kompliziert sind. Es gibt sehr viele Tools die entwickelt wurden um die Privatsphäre zu nutzen, doch die meisten scheiterten am selben Aspekt [CGA06]. Denn egal wie gut das Tool die Privatsphäre schützen kann, wenn es für den Benutzer kein verständliches und ansprechendes User Interface

2. Verwandte Arbeiten

enthält ist es unrealistisch, dass es somit einen breiten Markt anspricht. Daher beschäftigen sich viele Arbeiten heute mit dem Thema: Darstellung transparenter und verständlicher Privatsphäre Einstellungen.

2.4.2. Umsetzung

Privacy Bird ist ein Projekt bei dem eine Suchmaschine entwickelt wurde die dem Benutzer anzeigt welche Website sicher ist und welche viele Informationen abfragt [BCKM05]. Die Abbildung 2.6 zeigt die Architektur von Privacy Bird. Es wird eine Anfrage in die Suchmaschine eingegeben, diese wird durch das Google Integrationsmodell direkt an die Google Suchmaschine weitergeleitet, welche die Resultate zurückliefert. Das Google Integrationsmodell kontrolliert den lokalen Cache für Privatsphäre Einstellungen in Bezug auf die zurückgelieferten Links. Wenn die Einstellungen bereits vorhanden sind, werden diese direkt aus der Datenbank bezogen. Falls nicht, werden sie direkt über das Policy Acquisition Module von der Webseite bezogen und für spätere Verwendungen in der Datenbank abgelegt. Die Einstellungen werden von der "APPEL Evaluation Engine" analysiert und die Ergebnisse werden an das "Google Integrationsmodul" zurückgeliefert. Zum Schluss werden, wie in Abbildung 2.7 zu sehen, die Suchergebnisse noch entweder mit einem roten, gelben oder grünen Vogel ausgestattet und dem Benutzer zurückgegeben und angezeigt.

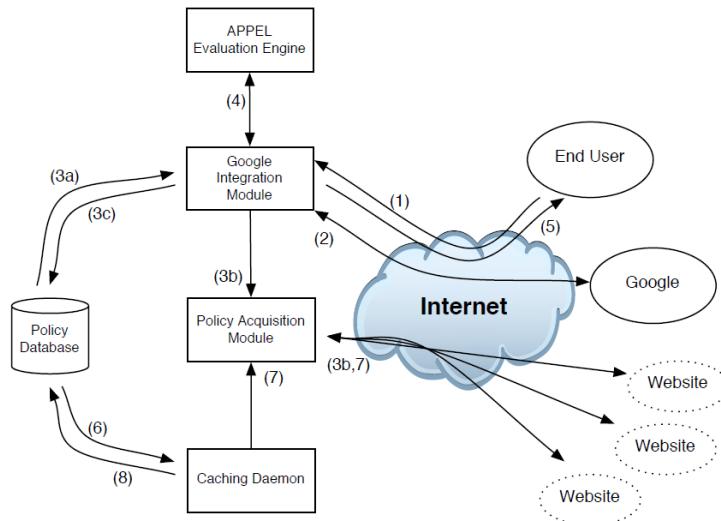


Abbildung 2.6.: Privacy Bird Search Engine Architecture [BCKM05]

2.5. Visualisierung und Quantifizierung von Daten

Die Informationsvisualisierung und Quantifizierung von Daten gehen ein ähnlich gelagertes Problem von zwei komplett verschiedenen Richtungen an. Die Forscher und Entwickler aus dem Bereich



[Looking for News and Current Events?](#)

... <http://www.herald.com/>; Minneapolis Star Tribune - <http://www.startribune.com/>; ... if you know any web pages for news and current ... please let me know at penn@att.net ... home.att.net/~penn/newsnews.htm - 21k - No Cache yet [Similar Pages](#)



[Newspapers in Internet](#)

... should soon explode through the internet with ATT ... Detroit News (<http://detnews.com/TDNHOME/tdnhome> ... Star Tribune (<http://www.startribune.com>) Popular Science ... www.univie.ac.at/Schroedinger/2_96/net33.htm - 6k - No Cache yet [Similar Pages](#)

Abbildung 2.7.: Privacy Bird Search Engine Result Page[BCKM05]

Informationsvisualisierung wollen die Daten nicht bearbeiten, sondern suchen nach einer möglichst präzisen Lösung, die dem Benutzer einen Überblick und gleichzeitig einen detaillierten Einblick in die Datenverteilung gibt [Shn02]. Der zweite Ansatz setzt auf statistische Algorithmen und maschinelles Lernen, um die interessanten Muster zu finden. Dass heißt es stehen sich gegenüber: statische Algorithmen vs. visuelle Datenpräsentation und Hypothesen testen vs. sondierte Datenanalyse. Ben Shneiderman behauptet in seiner Arbeit "Inventing discovery tools: combining information visualization with data mining" [Shn02], dass durch das Kombinieren beider Herangehensweisen neuartige Tools entwickelt werden können, die die bisherigen übertreffen. Denn diese werden die Quantifizierung der Daten vornehmen, ohne dem Benutzer die Kontrolle zu verwehren.

2.5.1. Daten Verarbeiten und Visualisieren

Heutzutage werden viel verschiedene Arten von persönliche Daten gesammelt und es werden immer mehr [LDF11]. Das Sammeln von Daten ist in den meisten Bereichen schon sehr ausgereift, aber das Verarbeiten und Visualisieren von Daten hat noch Potenzial. Es gibt einige Arbeiten die sich damit beschäftigen, wie Daten visualisiert werden können, beispielsweise Ambient Displays [PS06], Glanceable Displays [MRC07] und Information Art [MS03], doch diese behandeln die Daten aus der Vergangenheit sehr gering. Ein Ansatz wie Menschen die bereits vorhandenen Tracking- und Visualisierungstools nutzen, um herauszufinden welche Fragen sie sich dabei selbst beantworten wollen und welche Probleme dabei auftreten, behandelt die Studie [LDF11]. Diese hat sechs Kernbereiche herausgearbeitet innerhalb derer die Fragen der Probanden lagen. Zusätzlich wurde herausgefunden, dass sich die Verwendung der Tools in zwei Phasen einteilen lässt. Innerhalb dieser beiden Phasen befinden sich jeweils die sechs Kernbereiche.

Der *Status* ist sehr interessant für viele Menschen. Wie oft Personen ihren Status checken ist abhängig von der Art der Daten und wie sie gemessen werden. Menschen checken ihren aktuellen Status unter anderem um zu prüfen, ob sie ihr Ziel erreichen werden oder nicht. Für manche Status gibt es keinen Sensor der etwas misst, sondern es werden die vorhanden Faktoren die eine Rolle spielen selbst eingegeben.

Die *Historie* der Daten spielt eine große Rolle, denn die Teilnehmer wollen ihre Daten über einen längeren Zeitraum sehen. Daraus lassen sich dann Trends und Muster erkennen, mit denen man überprüfen kann, ob man sich auf dem richtigen Weg zu einem bestimmten Ziel befindet.

2. Verwandte Arbeiten

Das *Ziel* wird von Powers [Pow73] als eine hierarchische Struktur beschrieben, die von abstrakt bis spezifisch reicht. Die vier Ebenen sind Systemkonzept, Prinzip, Programm und Sequenz. Das Systemkonzept-Ziel bezieht sich auf das Gefühl eines idealisierten Selbst, einer idealisierten Beziehung oder einer idealisierten Gesellschaft und als solche ist sie sehr abstrakt. Die nächste Ebene der Ziele ist die Prinzip Ebene, welche sich auf eine Gruppe von Zielen bezieht. Beispiele dafür sind: körperlich fit zu sein, sparsam und produktiv zu sein. Diese Ebene ist ebenfalls sehr abstrakt, denn eine Person wird nicht einfach körperlich fit, sondern muss dafür eine Reihe von bestimmten Programmen und Aktivitäten umsetzen. Diese Programme und Aktivitäten befinden sich auf der Programm Ebene. Einige Ziele sind beispielsweise: Drei mal die Woche laufen gehen um körperlich fit zu werden, nur ein bestimmtes Budget pro Woche zu verbrauchen um sparsamer zu werden, minimieren der Zeit die mit sozialen Medien verbracht werden um produktiver zu werden. Eines dieser Ziele auf Programm Ebene beinhaltet bestimmte Sequenzen von spezifischen Aktionen, wie zum Beispiel Schuhe anziehen, raus gehen, eine bestimmte Strecke laufen, usw.

Die *Abweichungen* betrifft alle diejenigen, die ihr Ziel kennen und es mit ihrem aktuellen Status vergleichen. Die dabei ermittelte Abweichung gilt es zu minimieren, dazu werden verschiedene kleinere Ziele definiert, die dann immer wieder erreicht werden müssen bis das Hauptziel erreicht ist.

Der *Kontext* ist wichtig um den Einfluss von bewussten und unbewussten Aktivitäten, die parallel statt finden oder schon stattgefunden haben und sich noch immer auswirken, zu verstehen.

Die *Faktoren* sind die Verhaltens- und Vorgehensweisen an denen etwas geändert werden muss um das Ziel zu erreichen. Diese Faktoren alle herauszuarbeiten ist sehr schwierig, da diese extrem vielfältig und komplex sein können.

Die Verwendung der getrackten Daten und der Tools lässt sich in zwei Phasen einteilen. In der Entdeckungsphase versucht der Benutzer meist auf Basis seines Ziels aus der Prinzip Ebene, die verschiedenen Ziele auf Programm Ebene herauszuarbeiten. Dadurch wird ein sehr abstraktes Ziel in eine andere Stufe der Granularität gebracht und somit für den Benutzer verständlicher gestaltet. Hat er diese Ziele definiert und sie in detaillierte Sequenzen eingeteilt, beginnt meist die nächste Phase, die Erhaltungsphase. In dieser Phase versucht der Benutzer seine zuvor erforschten Unterziele immer wieder aufs Neue zu erreichen um zu einem bestimmten Zeitpunkt sein Hauptziel zu erreichen. Diese Phasen sind nicht absolut und so kommt es oft vor, dass ein Benutzer während der Erhaltungsphase erneut in die Entdeckungsphase wechselt um seine Ziele zu ändern oder weitere Faktoren zu finden die den Weg zum Ziel beeinflussen.

2.6. Sensoren

In diesem Abschnitt werden die gängigsten Sensoren, die in Wearables verbaut sind, genauer erklärt. Dabei spielen die zu erhaltenden Informationen aus einem Sensor die größte Rolle. Um einen guten Überblick über die relevanten Sensoren zu erhalten wurden für diese Bachelorarbeit die 10 Sensoren verwendet, die in den bekannten Geräten von Fitbit und Jawbone verbaut sind. In Tabelle 2.1 sind alle Sensoren und ihre daraus zu erhaltenden Informationen aufgelistet. Die Sensoren sind in drei Kategorien unterteilt, die Inertialsensoren, die Körpersensoren und die Kontextsensoren.

2.6.1. Inertialsensoren

Diese Gruppe von Sensoren dient der Messung von Beschleunigungen und Drehraten. Es ist sehr auffällig, dass der Beschleunigungssensor in jedem Wearable der beiden vorgenannten Marken enthalten ist. Er stellt eine Art Grundsensorik für viele Wearables dar. Betrachtet man die zu erhaltenen Informationen aus einem Beschleunigungssensor (siehe Tabelle 2.1) wird auch sehr schnell deutlich, warum dies so ist. Es ist damit möglich, die zurückgelegte Strecke und die Anzahl der Schritte wie in [MGW⁺08] beschrieben zu berechnen, die verbrannten Kalorien [LHP⁺09], bis hin zur detaillierten Aktivitätserkennung (Stehen, Staubsaugen, Zähne putzen, uvm.) [RDML05]. Ein weiterer Punkt der auch durch die Daten des Gyroskops analysiert werden kann, ist die Schlaferkennung.

2.6.2. Körpersensoren

Die Körpersensoren umfassen die Herzfrequenz, die Hauttemperatur und die elektrodermale Aktivität. Die Herzfrequenz erlaubt es neben dem Kalorienverbrauch [LeB57], der Trainingsintensität [POB⁺90, KV88] und der Atmung [JM04], auch Stress- und Schlafqualitätsanalysen [BA98, LeB57], sowie den aktuellen Gesundheitszustand [TMS01] zu analysieren. Die Hauttemperatur und die elektrodermale Aktivität erlaubt sehr ähnliche Analysen, wie die Herzfrequenz.

2.6.3. Kontextsensoren

Kontextsensoren werden in Wearables meist dazu verwendet um die von anderen Sensoren erhaltenen Informationen in einen Kontext zu setzen. Durch diese weitere Eigenschaft wie zum Beispiel der Ort an dem man sich befindet, können die Informationen aus den beiden ersten Kategorien viel besser eingeordnet werden. Weiß meine App, dass ich mich aktuell im Fitnessstudio befinde wird es meine Hauttemperatur anders betrachten, als wenn ich mich in einem Klassenzimmer befinde. Einmal löst die sportliche Aktivität die erhöhte Hauttemperatur aus und beim anderen mal eine Stresssituation. Ohne diesen Kontext des Ortes würde der Hauttemperatursensor alleine nicht solche geeigneten Analysen durchführen können. Ähnliche Einflüsse auf den Kontext wie oben erläutert, haben auch der Umgebungslichtsensor und der Umgebungstemperatursensor. Ersterer kann durch die Lichtanalyse erkennen, ob man sich in einem Zimmer befindet (Künstliches Licht) oder im Freien (Sonnenlicht) [BHV13]. Der Umgebungstemperatursensor ist ein unterstützender Sensor für die Aktivitätserkennung und hilft dabei den Faktor Umgebungstemperatur mit in die Analyse der Aktivitäten einzubeziehen [LWS⁺02].

2. Verwandte Arbeiten

	Sensortyp	Informationen
Inertialsensoren	Beschleunigungsmesser	Strecke, Schritte [MGW ⁺ 08], Kalorien[LHP ⁺ 09, CLH ⁺ 06], Schlafqualität [CSX14], Aktive Minuten [Row07], Lokalitätserkennung [BOL07], Fallerkennung [BOL07], Aktivitätserkennung (Stehen, Laufen, Rennen, Treppe hoch, Treppe runter, Sit-ups, Staubsaugen, Zähne putzen, ...) [RDML05], Trainingsintensität [TIH ⁺ 07], Gesundheitszustand [SCW ⁺ 04]
	Gyroskop	Schlafqualität [SCKC14], Fallerkennung [AZL07]
Körpersensoren	Herzfrequenz	Kalorienverbrauch, Energieverbrauch [MGR63], Trainingsintensität [DC74, KV88, POB ⁺ 90], Gesundheitszustand [DDG09, TMS01], Stressanalyse [LeB57], Schlafqualität [BA98], Atmung [JM04], Lebenserwartung [ZJGS10], Aktivitätserkennung [MF09], Aktive Minuten [SSBJ ⁺ 00]
	Elektrodermale Aktivität	Stressanalyse [SRT ⁺ 07, VZZ12], Trainingsintensität [MCM53], Gesundheitszustand [EW64], Schlafqualität [JL66], Aktive Minuten [PSP10]
	Hauttemperatur	Trainingsintensität [SSSM11], Kalorienverbrauch [OS ⁺ 02], Gesundheitszustand [AHNW ⁺ 07, OS ⁺ 02, PB10], Stressanalyse [KKY ⁺ 98]
Kontextsensoren	GPS	Streckenlänge, Tempo, Streckenverläufe, Zwischenzeiten [TWS08, CD10, EN06], Fortbewegungsmittel [ZLWX08]
	Höhenmesser	Höhenunterschiede, Treppenstufen [MHRK13]
	digitaler Kompass	Navigation [DSU]
	Umgebungslichtsensor	Lichtanalyse(drinnen oder draußen), Sonnenlicht pro Tag [BHV13]
	Umgebungstemperatur	Aktivitätserkennung [LWS ⁺ 02], Schlafqualität [KTA ⁺ 78]

Tabelle 2.1.: Sensortypen und ihre möglichen Informationen

3. Benutzerstudie

Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde eine Onlineumfrage durchgeführt. Die Studie wurde auf der Onlineplattform LimeSurvey erstellt und durchgeführt. Die Studie war aktiv vom 31.07.2015 bis zum 31.08.2015. Das Ziel der Studie ist es das Teilverhalten verschiedener Personengruppen anhand ihrer persönlichen Eigenschaften zu erkennen und dieses auch in Relation zu ihrem Wissenstand zu setzen.

3.1. Studienaufbau

Im ersten Abschnitt werden alle für die Studie relevanten persönlichen Daten über die Teilnehmer erfasst. Um eine sinnvolle Aufteilung in Personengruppen zu gewährleisten, sollten die Teilnehmer alle Fragen beantworten um die Studie fortzuführen. Die erforderlichen persönlichen Daten sind, Geschlecht (männlich, weiblich, keine Antwort), Alter, Berufszweig (Informatik, Naturwissenschaft, Kaufmännisch, Sozial, Handwerk, Sonstiges), Höchster Bildungsabschluss, Kenntnisse über Wearable Devices (Likert Skala von 1 bis 7), "Besitzt du ein Smartphone?", "Besitzt du ein oder mehrere Wearable Devices?".

Der zweite Teil besteht aus insgesamt 15 Fragen. Diese 15 Fragen setzen sich zusammen aus drei verschiedenen Kategorien mit je fünf Elementen. Die erste Ebene enthält fünf verschiedene Sensoren, die zweite Ebene enthält fünf Informationen die durch eine Kurzzeitanalyse der Sensordaten gewonnen werden können und die dritte Ebene enthält fünf Informationen die durch eine Langzeitanalyse der Daten gewonnen werden kann. Jede Frage muss in vier Bereichen jeweils durch eine siebenstufige Likert-Skala [MJ72] beantwortet werden. Dem Benutzer ist die Gruppierung in drei Kategorien nicht bekannt. Damit sich dies während der Studie nicht ändert und keine Sequenzeffekte auftreten, sind alle 15 Fragen in der selben Randomisierungsgruppe und werden deshalb über drei Seiten mit je fünf Fragen verteilt und komplett randomisiert angezeigt.

Hier die vier Kategorien die die Teilnehmer jeweils durch eine Likert-Skala von "*Stimme nicht zu*" bis "*Stimme zu*" beantworten müssen: nicht teilen, mit einer bestimmten Person teilen, mit einer themenbasierten Community teilen, öffentlich teilen.

Im dritten Teil folgt eine Analyse des Wissensstandes der Teilnehmer. Um diesen herauszufinden, werden die Teilnehmer aufgefordert anzukreuzen, aus welchen Sensoren welche Daten aus den Kategorien zwei und drei abgeleitet werden können. Dabei wird eine Tabelle in der Onlineumfrage erstellt, mit den fünf Sensoren als Spalten und den zehn möglichen zu extrahierenden Daten als Zeilen (siehe Abbildung 3.2).

3. Benutzerstudie

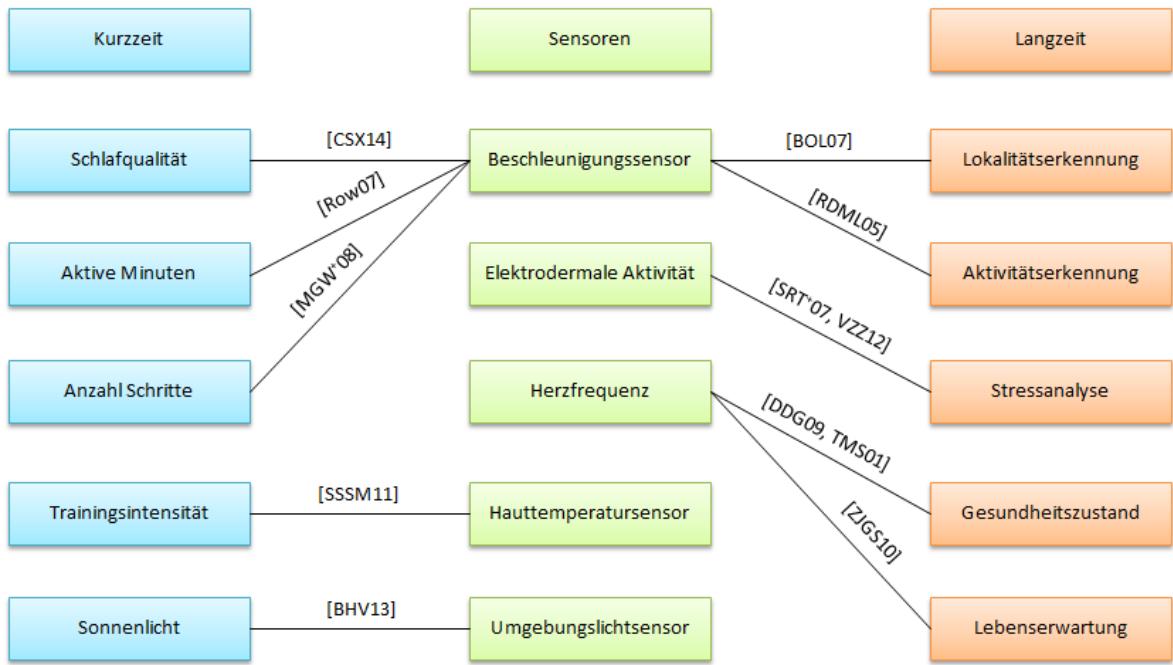


Abbildung 3.1.: Die drei Kategorien der durchgeföhrten Onlineumfrage und ihre Relationen

Die Auswertung der Daten wurde durch eine binäre Matrix realisiert. Eine Zelle die laut der Tabelle 2.1 eine richtige Antwort darstellt, wird mit einer 1 belegt. Alle Zellen, auf die das nicht zutrifft, werden mit -1 belegt. Diese Berechnungsmatrix wird dann für jeden Teilnehmer mit dessen Antwortmatrix verrechnet. Die Summe über alle Multiplikationen aller zueinander gehörenden Zellen, ergibt dann einen numerischen Wert der den Wissensstand des Teilnehmers wieder spiegelt.

Welche Information kann aus welchem Sensor hergeleitet werden?	Beschleunigungssensor	Umgebungslichtsensor	Herzfrequenz	Elektrodermale Aktivität	Umgebungstemperatursensor
Lichtanalyse	<input type="checkbox"/>				
Anzahl Schritte	<input type="checkbox"/>				
Aktive Minuten	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>			
Schlafqualität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		
Trainingsintensität	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Gesundheitszustand	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lokalitätserkennung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Aktivitätserkennung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Stressanalyse	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	
Lebenserwartung	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	

? Es sind bei allen Sensoren keine, eine oder mehrere Optionen möglich.

Abbildung 3.2.: Tabelle zur Überprüfung des Wissenstandes der Teilnehmer über die Sensorinformationen

3.2. Studienteilnehmer

Insgesamt haben an der Studie 428 Personen teilgenommen. Davon waren 174 Teilnahmen unvollständig, dass heißt es wurden nicht alle Fragen beantwortet und somit in der Auswertung nicht berücksichtigt. Durch die Analyse des Studienteils 1 ergibt sich, dass bestimmte Antwortkombinationen in sich unstimmig sind. Dazu werden für jede Frage die vier Antwortmöglichkeiten verrechnet wie in Abschnitt 4.1. Besitzt ein Teilnehmer mehr als zwei dieser unstimmigen Antwortkombinationen, wurde er für die Auswertung nicht berücksichtigt. Somit ergeben sich aus den 254 vollständigen Datensätzen weitere 17 Teilnehmer die für die Auswertung nicht berücksichtigt wurden.

Für die Auswertung wurden somit 237 Datensätze analysiert. Beim ersten Schritt wurde versucht durch die verschiedenen persönlichen Eigenschaften Ausprägungen bei der Teilfreudigkeit zu analysieren um eine Gruppeneinteilung zu erhalten. Dabei hat sich keine der persönlichen Eigenschaften so auf die Teilfreudigkeit ausgewirkt, dass man dadurch sinnige Gruppen hätte bilden können. Auf Basis dieser Erkenntnis werden in den folgenden Abschnitten die Ausprägungen immer in Bezug auf eine persönliche Eigenschaft vorgestellt und nicht in Bezug auf mehrere.

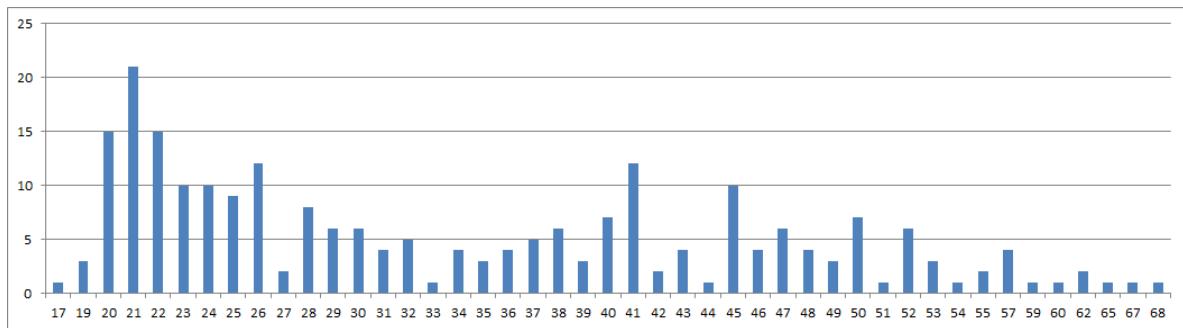


Abbildung 3.3.: Verteilung der Studienteilnehmer anhand ihres Alters

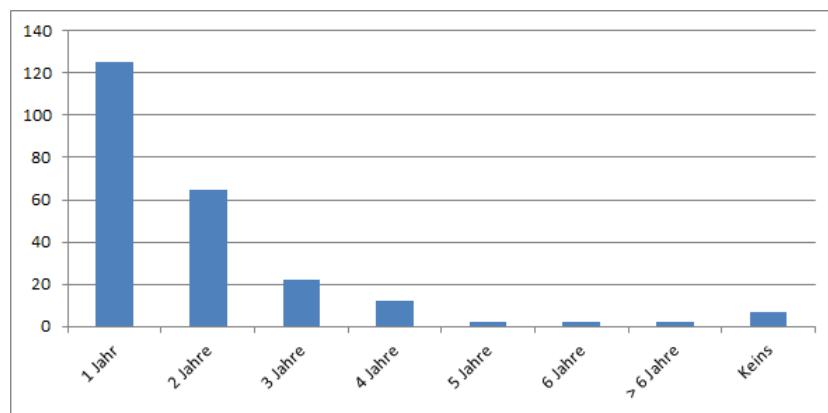


Abbildung 3.4.: Verteilung der Studienteilnehmer anhand des Alters ihres Smartphones

3. Benutzerstudie

3.2.1. Verteilung der Studienteilnehmer

In diesem Abschnitt wird die Verteilung der Teilnehmer vorgestellt. Die Altersklassen zwischen 20 und 36 sind etwas stärker vertreten, ansonsten ist eine eher gleichmäßige Verteilung vorhanden. Dabei reicht das Spektrum von 17 bis 68 Jahre, siehe Abbildung 3.3. Ein weiterer Faktor der die Personen unterscheidet, ist der Besitz eines Smartphones und dessen Alter. Dabei wird deutlich, dass über die Hälfte aller Teilnehmer ein Smartphone haben das jünger als ein Jahr ist, wie in Abbildung 3.4 zu sehen ist. Der dritte hier ausgearbeitete Punkt ist der Wissensstand, resultierend aus der Selbsteinschätzung der Teilnehmer zu Beginn der Studie. Die Verteilung in Abbildung 3.5 weist lediglich an den beiden Endpunkten einen leichten Peak auf. Ansonsten sind nach der Selbsteinschätzung alle Wissensstände sehr gleichmäßig vertreten. Zu dieser Verteilung der Selbsteinschätzung ist zu betrachten, wie gut ihr Wissen über die Sensoren und Informationen wirklich ist, wie in Abbildung 4.6 verdeutlicht wird.

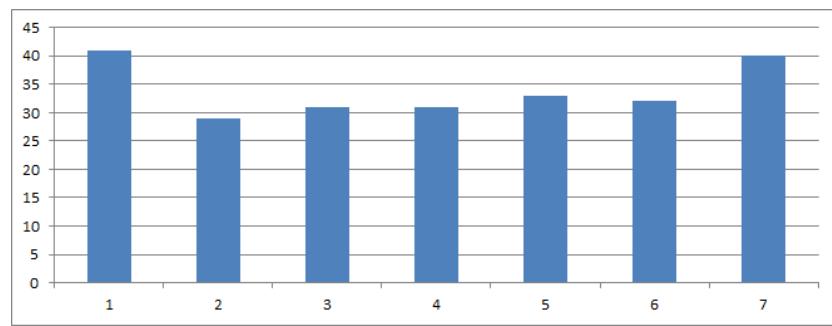


Abbildung 3.5.: Verteilung der Studienteilnehmer anhand ihres selbst eingeschätzten Wissensstandes über Wearables

4. Ergebnisse

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse vorgestellt, die durch die Onlineumfrage hervorgebracht wurden. Auf Basis der persönlichen Daten der Teilnehmer werden die verschiedenen Ausprägungen aufgezeigt.

4.1. Vorverarbeitung der Rohdaten

Jede Antwort auf der Likert Skala ergibt einen nummerischen Wert von eins bis sieben. Für jede Frage entstehen somit vier Werte, die zusammen eine Aussage darüber treffen können, wie sehr eine Person diese Information teilen möchte. Dazu werden im ersten Schritt die Werte der Antwortmöglichkeit "*nicht teilen*" invertiert. Das heißt, die sieben wird zur eins die sechs zur zwei usw. . Der zweite Schritt verrechnet nun diese Werte nach folgender Vorschrift:

$$\underline{\text{Antwortwert2} + \text{Antwortwert3} + \text{Antwortwert4} - \text{Antwortwert1}}$$

Dadurch erhält man für jede Frage einen nummerischen Wert. Auf Basis dieses Werts können unter anderem folgende Aussagen getroffen werden.

- Ein negativer Wert ergibt semantisch keinen Sinn.

Dies lässt sich am besten erläutern anhand eines Beispiels. Nehmen wir an, der Teilnehmer wählt bei allen vier Antwortmöglichkeiten "*Stimme nicht zu*" (macht semantisch keinen Sinn), dann ergeben sich folgende Rohdaten [1, 1, 1, 1]. Durch den ersten Verarbeitungsschritt entsteht eine neue Zahlenkombination [7, 1, 1, 1]. Durch die oben beschriebene Verrechnungsvorschrift ergibt sich der Wert -4.

- Je höher der Wert ist, desto mehr würde der Teilnehmer diese Information teilen.

Die Antwortwerte sind bewusst nicht gewichtet, da keine eindeutigen Faktoren festzustellen sind. Diese variieren zwischen verschiedenen Personen zu stark um eine angemessene Gewichtung einzuführen.

4.2. Teilbereitschaft der Informationen

Um allgemeine Aussagen über Personengruppen zu machen wurde in diesem Abschnitt ein Bezug zwischen persönlichen Daten und der Teilfreudigkeit hergestellt. In Abbildung 4.1 ist anhand des Kenntnisstandes über Wearable Devices kein sinniges Verhältnis zu erkennen. Die Personen mit super Kenntnisstand teilen deutlich weniger als die mit sechs und auch weniger als die mit zwei.

4. Ergebnisse

Ebenfalls ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal der Teilnehmer ist das Alter, dass in Abbildung 4.3 in Bezug zu der Teilfreudigkeit ebenfalls keine eindeutige Gruppierung ermöglicht. Ein dritter Wert ist das Alter des Smartphones. Hierbei spielt das Alter an sich keine Rolle, jedoch zeigt es sich durch Abbildung 4.2, dass Personen ohne Smartphone deutlich weniger teilen möchten als die Personen mit Smartphone.

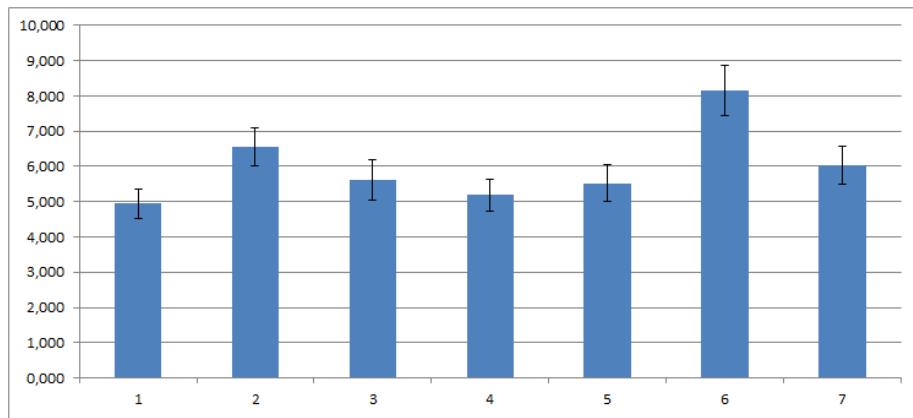


Abbildung 4.1.: Die Teilfreudigkeit in Bezug auf die Kenntnisse über Wearable Devices (Balkendiagramm der Mittelwerte mit Standardfehler)

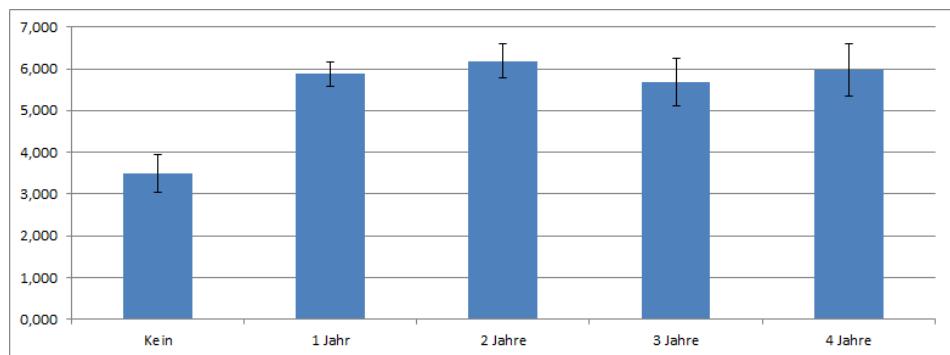


Abbildung 4.2.: Die Teilfreudigkeit in Bezug auf das Alter des Smartphones (Balkendiagramm der Mittelwerte mit Standardfehler)

Die Teilbereitschaft der verschiedenen Sensorentypen und Informationen wird in Abbildung 4.4 dargestellt. Dabei stechen die Informationen *Anzahl Schritte*, *Aktive Minuten* und *Trainingsintensität* deutlich heraus. Diese Informationen sind in den Apps der bekannten Marken Fitbit und Jawbone einer der Hauptbestandteile der analysierten Informationen. Den niedrigsten Wert hat die Lebenserwartung.

Insgesamt macht diese Übersicht auf den ersten Blick Sinn. Kurzzeitinformationen werden im Schnitt mehr geteilt als Langzeitinformationen. Doch es gibt eine Fakt der hier deutlich wird und der das Problem der Benutzer von Wearable Devices gut widerspiegelt. Meine Lebenserwartung möchte

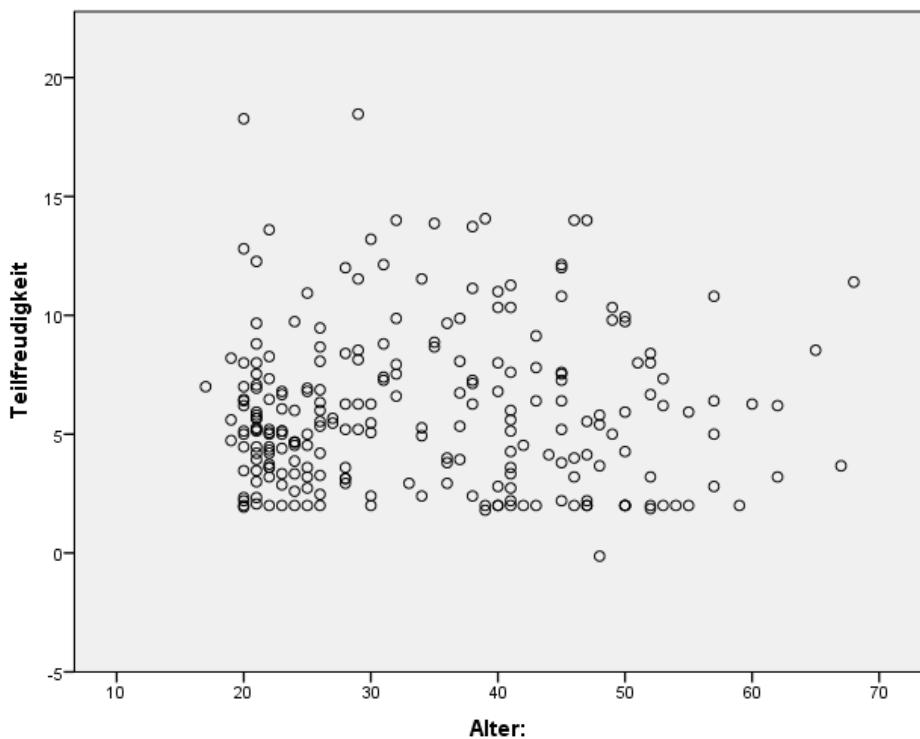


Abbildung 4.3.: Die Teilfreudigkeit in Bezug zum Alter der Teilnehmer

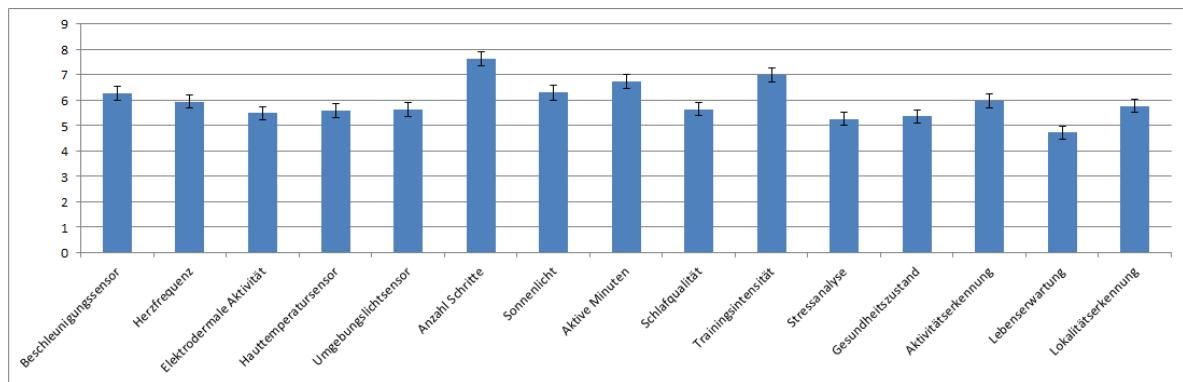


Abbildung 4.4.: Die Teilbereitschaft der einzelnen Information über alle Teilnehmer (Balkendiagramm der Mittelwerte mit Standardfehler)

ich mit einem Mittelwert von 4,7 nur sehr ungern teilen. Meine Herzfrequenz jedoch mit einem Mittelwert von 5,9. Daraus ist zu erkennen, dass den Teilnehmern nicht bewusst war, dass aus der über einen längeren Zeitraum gemessenen Herzfrequenz, die Lebenserwartung ermittelt werden kann. Anhand der in Abbildung 3.1 zusammenhängenden Sensoren und Informationen, ist in Tabelle

4. Ergebnisse

Sensortyp - Information	Statistisch Signifikant	Sensor vs. Information
Beschleunigungssensor - Anzahl Schritte	✓	6,3 < 7,6
Beschleunigungssensor - Aktive Minuten	✗	6,3 < 6,8
Beschleunigungssensor - Schlafqualität	✓	6,3 > 5,6
Beschleunigungssensor - Aktivitätserkennung	✗	6,3 > 6,0
Beschleunigungssensor - Lokalitätserkennung	✗	6,3 > 5,8
Herzfrequenzsensor - Gesundheitszustand	✓	5,9 > 5,4
Herzfrequenzsensor - Lebenserwartung	✓	5,9 > 4,7
Elektrodermale Aktivitätssensor - Stressanalyse	✗	5,5 > 5,3
Hauttemperatursensor - Trainingsintensität	✓	5,6 < 7,0
Umgebungslichtsensor - Sonnenlicht	✓	5,6 < 6,3

Tabelle 4.1.: Sensortypen und ihre korrespondierenden Informationen auf statistische Signifikanz untersucht und ein Vergleich der Mittelwerte der Teilfreudigkeit

4.1 verdeutlicht, welche Paare eine statistisch signifikante Unterschied aufweisen und ob bei diesem Unterschied die Informationen mehr geteilt werden wollen als die Sensordaten.

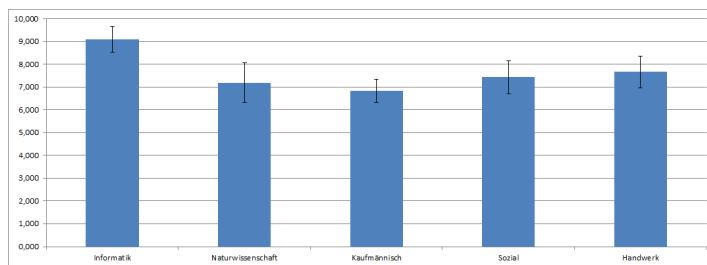


Abbildung 4.5.: Der Wissenstand der Teilnehmer gruppiert nach ihren Berufsfeldern (Balkendiagramm der Mittelwerte mit Standardfehler)

4.3. Wissensstand der Teilnehmer

Um den Wissenstand der Teilnehmer zu analysieren, wurden die Antworten aus dem dritten Teil der Studie (siehe Abschnitt 3.1) verarbeitet, um eine Aussage darüber treffen zu können. Der Wissenstand in Bezug zum Berufsfeld der Teilnehmer zeigt lediglich bei den Informatikern einen signifikanten Ausschlag, wie in Abbildung 4.5 zu sehen. Nimmt man den Wissenstand in Bezug zum Hintergrund, also wie gut kennt sich der Teilnehmer mit Wearable Devices aus, ergibt sich folgendes Ergebnis. In Abbildung 4.6 ist zu sehen, dass sich die Gruppen 2 und 3 nur minimal von den Gruppen 6 und 7 also den Wearable Experten unterscheiden. Das kann zum einen auf eine falsche Selbsteinschätzung vieler

Teilnehmer hindeuten oder darauf, dass sich die Teilnehmer zwar mit den Wearables auskennen, aber sich nie genauer mit den Informationen beschäftigt haben, die sie damit tatsächlich tracken und teilen. Wie auch bei den Berufsfeldern bietet die Betrachtung des Wissenstandes in Bezug auf den Besitz und das Alter des eigenen Smartphones nur eine signifikante Ausprägung. Wie in Abbildung 4.7 zu sehen, wissen die Personen, die kein Smartphone besitzen, deutlich weniger über die Sensoren und die dazugehörigen Informationen als diejenigen die ein Smartphone besitzen. Wie alt das Smartphone ist spielt hier keine signifikante Rolle.

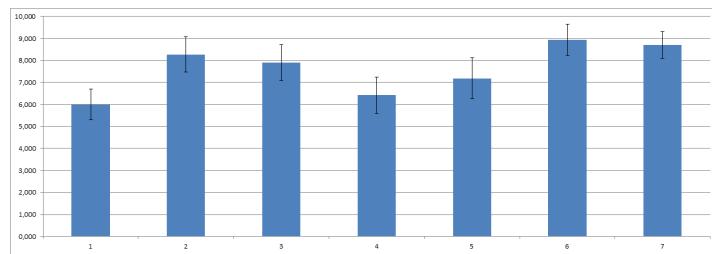


Abbildung 4.6.: Der Wissenstand der Teilnehmer gruppiert nach ihren Kenntnissen über Wearable Devices(1: Keine Kenntnisse 7: Experte) (Balkendiagramme der Mittelwerte mit Standardfehler)

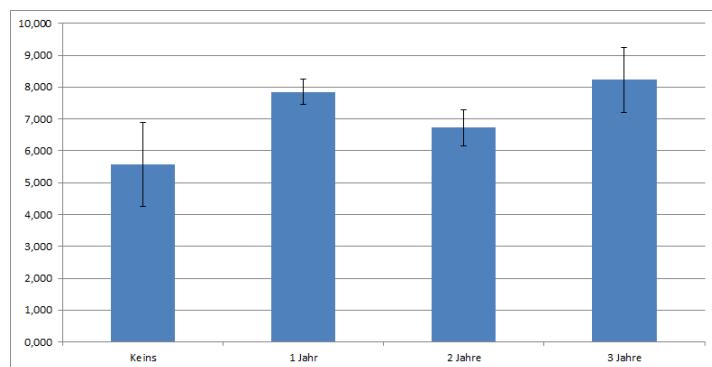


Abbildung 4.7.: Der Wissenstand der Teilnehmer gruppiert nach dem Besitz und Alter des eigenen Smartphones (Balkendiagramme der Mittelwerte mit Standardfehler)

4.4. Zusammenfassung

Zusammenfassend gibt es drei wichtige Ausprägungen, welche für die weitere Verwendung der Ergebnisse relevant sind.

- **Der Zusammenhang** von Sensordaten und den daraus resultierenden Informationen ist vielen Teilnehmern nicht bewusst.

4. Ergebnisse

- **Der Hintergrund** der Benutzer, also persönliche Eigenschaften wie beispielsweise Alter, Beruf oder Schulabschluss. Diese haben keine eindeutige Ausprägung der Teilstimmigkeit oder des Wissensstandes aufgezeigt, was darauf schließen lässt, dass keine Einteilung in Benutzergruppen anhand der bisher erhobenen persönlichen Daten möglich ist.
- **Die Vorkenntnisse** der Benutzer über Informationen und Sensoren beeinflussen die Teilstimmigkeit. Dies zeigt sich unter anderem an der Anzahl der Schritte, bei denen sich der Benutzer etwas Konkretes vorstellen kann. Der Gesundheitszustand ist in diesem Kontext ein eher schwammiger Begriff und lässt sehr viel Interpretationsfreiheit was für zusätzliche Zurückhaltung sorgen kann.

Auf Basis dieser Erkenntnisse werden im nächsten Abschnitt zwei Mock-Ups entwickelt, die es dem Benutzer ermöglichen sollen, seine Sicherheitseinstellungen für getrackte Daten so vornehmen zu können, dass auch die Zusammenhänge zwischen Sensoren und Informationen die in Tabelle 2.1 zusammengefasst sind, berücksichtigt werden.

5. Architekturentwurf Sensorauswahlsystem

In diesem Kapitel wird eine Architektur entwickelt die es dem Benutzer ermöglichen soll, einen klaren Überblick über alle Sensoren und Daten zu bekommen. Dazu gehört das Visualisieren und Verwalten von Daten. Zusätzlich werden hier auch die Zugriffe von Apps auf die Daten verwaltet. Dieser Schritt ist wichtig, da bisher Apps von unbekannten Anbietern direkt auf die gesamten Sensordaten zugreifen können. Dadurch werden viele Informationen weitergegeben, die für die aktuell genutzten Features der Apps nicht benötigt werden. Die entwickelte Architektur ist auf allen Betriebssystemen realisierbar, in dieser Arbeit wird jedoch Android als Grundlage verwendet.

5.1. Grundlagen Android Apps

Eine Android App ist eine in JAVA geschriebene Applikation. Diese werden in eine Android Application Package (APK) Datei gepackt und können somit auf Androidgeräten installiert werden. In Abbildung 5.1 (a) ist ein Beispiel für eine Android APK zu sehen. Die für uns wichtigste Datei ist die Android Manifest.xml, in dieser werden alle benötigten Dienste definiert.

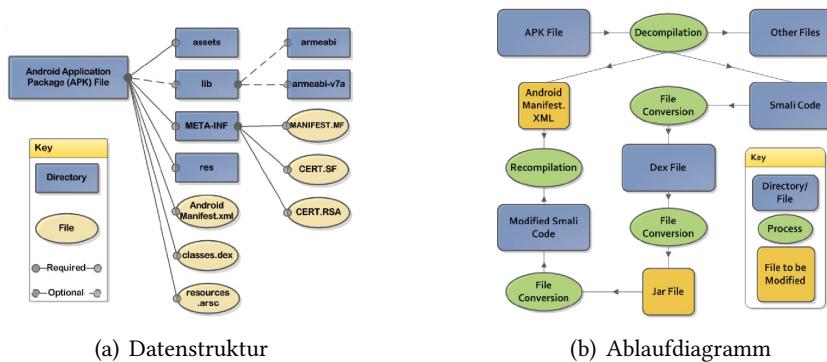


Abbildung 5.1.: Überblick über die APK Datenstruktur und Ablauf um Apps ihre geforderten Dienste zu entziehen [DMC14]

5.1.1. Bekannte Probleme mit Privacy von Apps

Ein grundlegendes Problem bei Apps aus den verschiedenen App Stores ist, dass die in der App geforderten und benötigten Zugriffe auf Dienste erst angezeigt werden, wenn sich der Benutzer

bereits für diese App entschieden hat [KCS13]. Dabei werden Benutzer nur sehr selten durch das Bestätigen dieser Dienste davon abgehalten, da sie sich ja bereits für diese App entschieden haben. Dabei muss man unterscheiden zwischen Diensten welche die App wirklich benötigt und solchen die für die eigentliche Kernfunktionalität nicht entscheidend sind [DMC14]. Es besteht die Möglichkeit die App zu decompilen und die Manifest.xml der App zu verändern. Denn in dieser XML Datei stehen die geforderten Dienste aufgelistet. Dieser Prozess des Decompilens und des Anpassens des Codes wird in Abbildung 5.1 (b) grafisch dargestellt. Dieser Vorgang ist für Experten eine Möglichkeit, doch für normale Anwender ist dieses Vorgehen nicht praktikabel.

5.2. Entwurf

In diesem Abschnitt werden zwei Abläufe modelliert wie sie beim Benutzen eines Smartphones mit verschiedenen Sensoren und Apps vorkommen. Dabei lehnt sich der Folgende Abschnitt an die Arbeit [AS12] an. In Abbildung 5.2 wird sowohl eine Ist-Analyse als auch eine Soll-Analyse dargestellt.

5.2.1. Stakeholder

Für diesen Entwurf gibt es drei relevante Stakeholder. Der *Sensor Entwickler* stellt dabei Wearable Devices her, die verschiedenste Sensoren enthalten können. Diese kommunizieren mit dem System beispielsweise über Bluetooth. Der Entwickler dieser Geräte beschäftigt sich nicht mit der Sicherheit der Daten, da diese lediglich an das System weitergeleitet werden und sich somit das System um die Sicherheit und Privatsphäre kümmern muss. Der *App Entwickler* entwickelt aktuell meistens Apps die genau auf ein Gerät zugeschnitten sind. Hier ist der erste Ansatz Apps nicht mehr nur für ein Wearable Device zu entwickeln, sondern mittels der später erläuterten Middleware auf egal welche Sensordaten zugreifen zu können unabhängig vom Hersteller des Sensors [SBHH14, SHZ⁺15]. Der *Anwender* ist der letzte und zugleich zentralste Stakeholder in diesem Konstrukt. Ihm gehört das Smartphone/Tablet auf dem er selbst die Apps installiert und die anderen Wearable Devices mit ihren Sensoren an dieses System koppelt. Es geht jetzt darum zu erläutern welchen Einfluss der Anwender aktuell darauf hat, wie und was er teilt und dazu ein konkretes Beispiel für eine Middleware zu entwerfen, welches diese Probleme löst.

5.2.2. Komponenten

Dieser Entwurf enthält drei Komponenten. Der *Sensor* ist eine Hardwarekomponente, hergestellt von einem Sensor Developer und verpackt in einem meist handlichen Wearable Device. Das *System* stellt hier ein Smartphone oder Tablet dar. Hierbei ist die Herkunft nicht von Bedeutung, lediglich der dazugehörige Benutzer spielt eine Rolle. Die *Middleware* ist ein auf dem System laufender Service, der als Schnittstelle zwischen Sensordaten und den Apps (Internet) agiert.

5.2.3. Modelle zur Verarbeitung von Sensordaten

Der aktuell meist vorhandene Ablauf, wie in Abbildung 5.2 (a) zu sehen, bietet dem Benutzer nur sehr grobgranulare Einstellungsmöglichkeiten, was das Teilen von Daten anbelangt. Man wird zwar beim Download einer App darauf hingewiesen, welche Daten diese App vom Smartphone (hier System) abrufen wird, aber es gibt keine annehmbare Möglichkeit für normale Benutzer, diese App zu benutzen ohne diese ganzen Daten frei zu geben. Der Sensor Entwickler baut seine Sensoren unabhängig vom System und kümmert sich deshalb auch nicht um die Sicherheit der Daten.

Der App Entwickler möchte eine möglichst umfangreiche App anbieten die viele verschiedene Analysen durchführen kann, um interessante Informationen dadurch zur Verfügung zu stellen. Dazu benötigt er viele persönliche Daten. Wenn der Benutzer nun ein Feature dieser umfangreichen App nutzen möchte, muss er alle geforderten Daten weitergeben, obwohl der Anbieter für diese Analyse eventuell nur einen Teil davon benötigt. Die App Entwickler bieten meist keine Möglichkeit das Bereitstellen der Daten intern zu verweigern.

An genau dieser Stelle setzt die in Abbildung 5.3 konzipierte Middleware an. Sie ist ein auf dem System installierter Service der alle Daten von Sensoren speichert und verwaltet. Bei diesem Service können sich Apps registrieren und persönliche Daten der Sensoren abrufen. Dieser Service wird über ein Sensorauswahlsystem konfiguriert, dass es dem Benutzer ermöglicht sehr detaillierte Einstellungen, global für alle Apps zu treffen jedoch können auch jeder einzelnen App Rechte zugewiesen oder entzogen werden. Wie in Abbildung 5.2 (b) zu sehen erweitert sich dadurch der Bereich, auf den der User Einfluss hat um eine entscheidende Komponente. Der Benutzer ist nun in der Lage zu regeln, welche Informationen nach außen weitergegeben werden dürfen und welche nicht.

5.3. Sensorauswahlsystem

Das SAS bietet im ersten Schritt die Möglichkeit eine Standard Einstellungen für alle Apps zu treffen. Ist eine Information hier auf "Nicht Freigeben" gestellt kann in den einzelnen Apps diese Information nicht auf "Freigeben" gestellt werden, bevor es die Default Einstellungen nicht zulassen. Somit hat man eine Master-Slave Beziehung zwischen Default und den einzelnen Apps. Die registrierten Apps werden mit ihrem Namen und Logo in einer Liste angezeigt. Der Benutzer gelangt in die Einstellungsoptionen, wenn er auf eines der Elemente in der Liste klickt.

Um diese Einstellungsoptionen anwendergerecht zu gestalten, werden in diesem Abschnitt drei Mock-Ups entwickelt, die es dem Benutzer so einfach und intuitiv wie möglich machen sollen, Sicherheitseinstellungen für getrackte Daten vorzunehmen. Die Mock-Ups basieren auf den in Kapitel 4 zusammengefassten Ergebnisse der Onlineumfrage. Damit diese Mock-Ups so verständlich wie möglich für alle Benutzer sind, wurden diese in einer Fokusgruppe erarbeitet.

5.3.1. Fokusgruppe

Bei einer Fokusgruppe handelt es sich um eine moderierte Diskussion mehrerer Teilnehmer. Dabei werden verschiedene Methoden der Ideenfindung und des Meinungsaustausches verwendet. Die hier

5. Architekturentwurf Sensorauswahlsystem

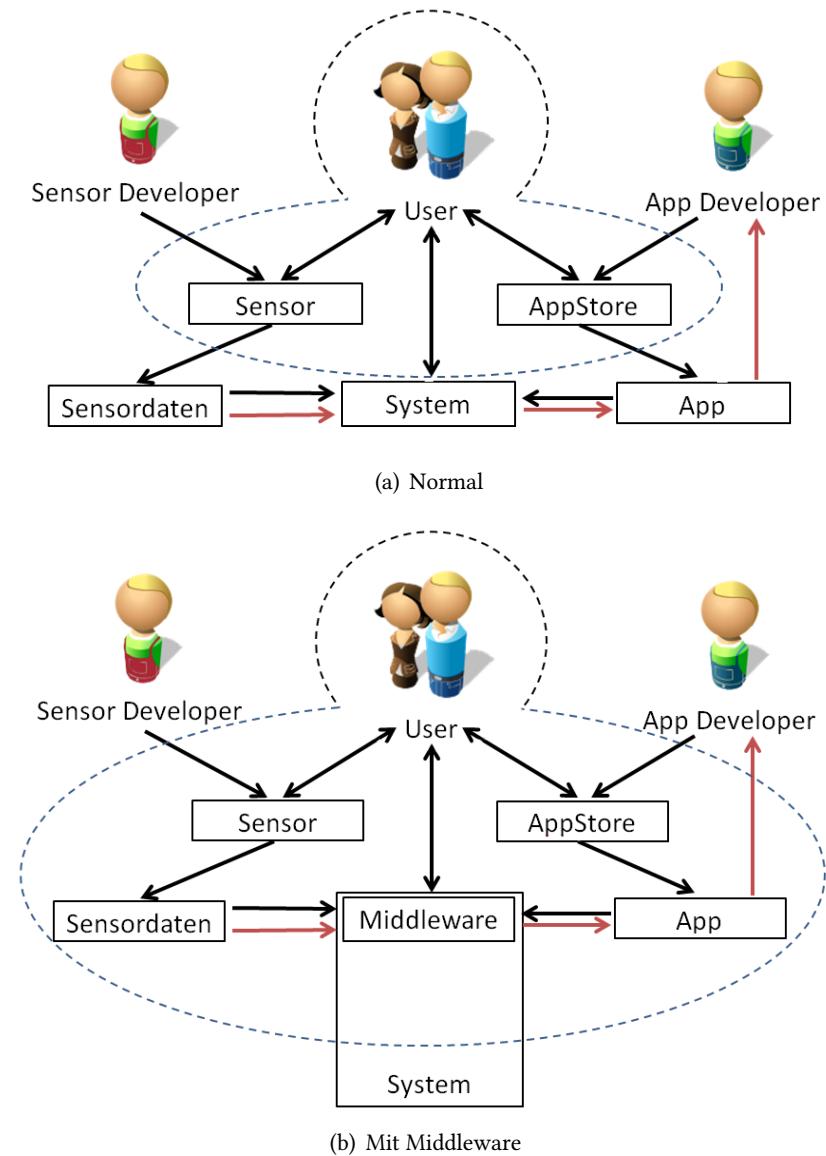


Abbildung 5.2.: Architekturentwürfe für den aktuellen Standardfall und das neu entwickelte Prinzip welches durch die Middleware mehr Kontrolle für den Benutzer bringt

durchgeführte Fokusgruppe besteht aus fünf Teilnehmern und einem Gruppenleiter. Die Teilnehmer waren zwischen 23 und 45 Jahre (M: 30, SD: 7,9). Um ein möglichst breites Spektrum der Gruppe zu erhalten, waren sowohl Laien als auch Experten zum Thema Mock-Ups anwesend.

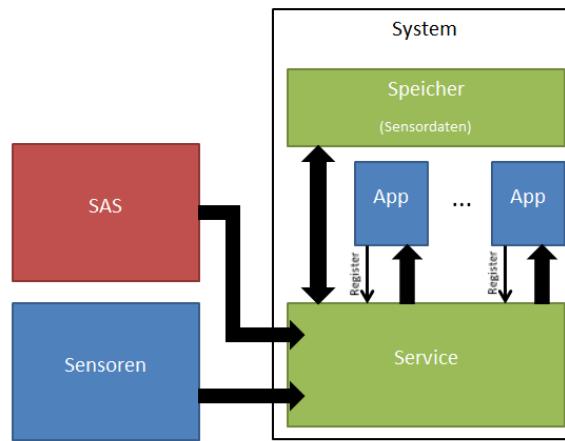


Abbildung 5.3.: Konkrete Realisierung des Service und seiner Beziehungen innerhalb des Systems

5.3.2. Ablauf der Fokusgruppe

Eine Woche vor dem Treffen der Fokusgruppe, erhielten alle Teilnehmer einige einführende Informationen über das Thema und über die bereits durchgeführte und ausgewertete Onlinestudie. Diese Mappe enthielt das Deckblatt der Ausarbeitung, den zeitlichen Ablauf des Treffens, die Sensortabelle 2.1, und das gesamte Kapitel 4 Ergebnisse.

Das Treffen fand am Freitag, den 06.11.2015 statt. Als erstes hat der Gruppenleiter eine zehnminütige Präsentation über die Ergebnisse der Onlinestudie und die Ziele dieser Fokusgruppe gehalten. Zu Beginn des Treffens wurden durch den Gruppenleiter alle wichtigen Informationen mittels einer Präsentation genau dargestellt. Dabei wurden die Ergebnisse der Onlinestudie besprochen und die Ziele der Fokusgruppe klar definiert. Im Anschluss daran wurden zwei aufeinander folgende Brainstorming Runden durchgeführt. Dabei wurden alle Ideen gesammelt, die den Teilnehmern zum Thema eingefallen sind. Aus diesen Ideen wurden dann die wichtigsten Konventionen für die Mock-Ups definiert. Dabei ergab sich als einer der wichtigsten Punkte, die möglichen zu extrahierenden Information in sinnige für den Benutzer verständliche Gruppen zu gliedern. Auf Basis aller angesprochenen Ideen und beschlossenen Konventionen wurden zum Schluss mehrere Mock-Ups von jedem Teilnehmer entwickelt. Das gemeinsame Überarbeiten dieser Mock-Up Entwürfe führte dann zu zwei endgültigen Versionen die in folgenden Abschnitt erläutert werden.

5.3.3. Gruppierung der Informationen

Die von der Fokusgruppe definierten Gruppierungen der Informationen für die bessere Strukturierung der Mock-Ups.

- Bewegungsinformation

Trainingsintensität, Aktivitätserkennung, Fallerkennung, Kalorienverbrauch

5. Architekturentwurf Sensorauswahlsystem

- Streckeninformation
 - Schritte, Streckenlänge, Aktive Minuten, Fortbewegungsmittel
- Gesundheitszustand
 - Atmung, Lebenserwartung, Stressanalyse, Schlafqualität
- Umgebung
 - Umgebungslichtanalyse, Lokalitätserkennung, Streckenverläufe, Standorterkennung

5.3.4. Handgezeichnete Mock-Ups

In der kreativen Phase der Fokusgruppenarbeit sind einige handgezeichnete Skizzen für die Mock-Ups entstanden. Interessant ist dabei zu sehen, wie jeder Teilnehmer auf einen oder mehreren der thematisierten Hauptaspekte des Mock-Ups eingegangen ist. Skizze 1 und 2 waren der Grundstein für die später definierte Detailansicht des Mock-Up_2 und Mock-Up_3. Die Skizzen 3 und 5 bilden die Grundlage für das Mock-Up_1.

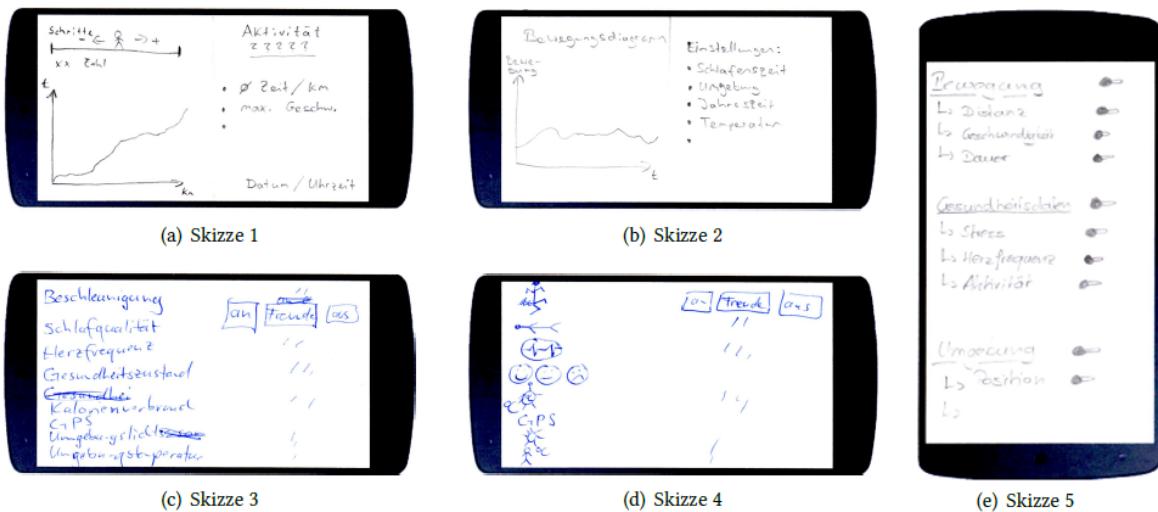


Abbildung 5.4.: Handgezeichnete Mock-Up Ideen der Fokusgruppenmitglieder während der Kreativen Phase

5.3.5. Mock-Ups

Aus der Arbeit der Fokusgruppe resultieren zwei Mock-Ups. Das Mock-Up_1 (Abbildung 5.5 (a)) beruht auf der Prämissen der Fokusgruppe, dass Bilder oft irreführend sein können. Daher wurde hier ein sehr schlichtes Design entwickelt, dass aus 20 Switch-Elementen besteht. Dabei werden durch die Switches der Überbegriffe alle Unterpunkte auf Off oder On gezogen. Ist der Switch des Überbegriffs auf On können einzelne Unterpunkte separat auf Off gestellt werden.

Beim Mock-Up_2 wurden vier Bilder entworfen, welche die Überbegriffe deutlich darstellen sollen. Die Hauptseite besteht dabei aus den vier Bildern und jeweils den von der Fokusgruppe definierten Überbegriffen (Abbildung 5.5 (b)).

Ein weiteres Mock-Up wurde von mir entwickelt. Dabei wurden alle Aspekte der Fokusgruppe beachtet außer, dass Bilder alleine nicht sprechend genug sind. Daher sind die beiden ersten Mock-Ups sehr textlastig. Das von mir erarbeitete Mock-Up geht davon aus, dass die gewählten Bilder aussagekräftig genug sind, um dem Benutzer klar zu machen welche Einstellungen sich hinter diesem Bild verbergen. Das Mock-UP_3 (Abbildung 5.5 (c)) ist angelehnt an das Mock-UP_2 (Abbildung 5.5 (b)). Sie besitzen die selbe Detailansicht (Abbildung 5.6). Die Hauptseite unterscheidet sich dadurch, dass alle vier Bilder direkt zu sehen sind ohne zu scrollen. Dabei wurde auf der Hauptseite auf den Text komplett verzichtet.

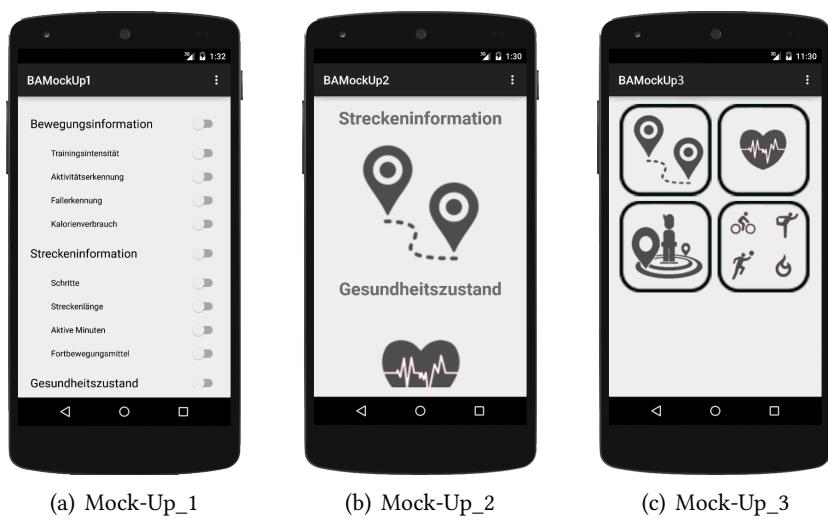


Abbildung 5.5.: Die Hauptseiten der drei Mock-Ups. Dabei basiert das linke nur auf Text, das rechte Mock-Up nur auf Bilder und in der Mitte ist eine Mischung von beidem zu sehen

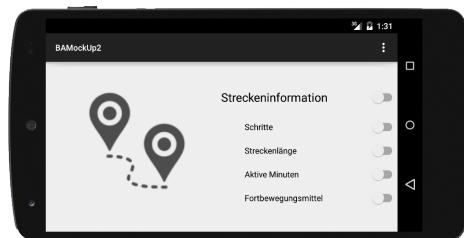


Abbildung 5.6.: Detailseite des Mock-Up_2 und Mock-Up_3 im Landscape Format

6. Zusammenfassung

Die Privatsphäre wird durch viele verschiedene Begriffe beeinflusst, zum einen sind es die Personen selbst die durch ihre Erfahrungen oder Erzählungen diesen Begriff für sich selbst immer wieder neu definiert haben und zum anderen die umgebenden Faktoren, wie beispielsweise die Lokalität oder die verschiedenen sozialen Kontexte. Dadurch bedeutet Privatsphäre für jeden Menschen etwas anderes.

Um einen Überblick zu bekommen über den Wissenstand und die Teilstimmigkeit von verschiedenen Personen und Personengruppen wurde ein Onlineumfrage durchgeführt. Die Informationen die am meisten geteilt werden würden, sind die Anzahl der Schritte und die Trainingsintensität. Die am wenigsten geteilten Informationen sind die Lebenserwartung und die Stressanalyse. Dabei ist zu sehen, dass oft die Teilstimmigkeit der Sensoren nicht passend ist zu der Teilstimmigkeit der Information. Denn möchte eine Person eine Information sehr ungern bis gar nicht teilen, gibt aber beim Sensor selbst an, diesen mit einer bestimmten Gruppe teilen zu wollen, ist das in sich etwas unschlüssig. Da der Benutzer durch das Teilen der Sensordaten auch automatisch die daraus resultierenden Informationen teilt. Der Wissenstand der Teilnehmer wurde wie auch zuvor die Teilstimmigkeit in Bezug auf viele verschiedene persönliche Eigenschaften betrachtet. Dabei hat sich ergeben, dass sich viele Personen falsch Einschätzen und insgesamt ein eher schlechtes Verständnis für Sensoren und ihre Informationen vorhanden ist.

Das grundlegende Problem bei Privatsphäreinstellungen auf mobilen Geräten stellt die Visualisierung und die Erläuterung der Daten für den Benutzer dar. Die in dieser Studie betrachteten Sensoren werden in drei Kategorien unterteilt: die Intertialsensoren (Beschleunigungsmesser, Gyroskop), die Körpersensoren (Herzfrequenz, Elektrodermale Aktivität, Hauttemperatur) und die Kontextsensoren (GPS, Höhenmesser, digitaler Kompass, Umgebungslichtsensor, Umgebungstemperatursensor).

Zum Schluss dieser Arbeit geht es darum eine Architektur zu entwerfen die es dem Benutzer ermöglicht, seine getrackten Sensordaten zentral zu verwalten. Das Sensorauswahlsystem wird realisiert durch einen Service der dauerhaft auf dem System installiert ist. Dieser Service ist als Middleware konzipiert und erlaubt Apps sich zu registrieren und Sensordaten abzufragen. Der Service kann konfiguriert werden. Um diese Konfiguration so benutzerfreundlich wie möglich zu gestalten, wurde eine Fokusgruppe zum Entwickeln von benutzerfreundlichen Mock-Ups durchgeführt. Innerhalb des Services können für alle registrierten Apps sowohl globale als auch spezifische Einstellungen für einzelne Apps gesetzt werden.

Das zuvor beschriebene Sensorauswahlsystem ist die Grundlage dafür, dass in Zukunft Personen ihre Daten verstehen können und nur noch das teilen und weitergeben was sie auch wirklich möchten. Dazu muss der beschriebene Service implementiert werden und die Mock-Ups umgesetzt werden. Ein weiterer Schritt wäre, dass die Hersteller der Betriebssysteme eine solche zentrale Verwaltung der Daten integrieren und das Registrieren der Apps über die selbe Oberfläche ermöglichen.

6. Zusammenfassung

Die Probleme die Personen oft beim Einstellen ihrer Privatsphäre haben und die technischen Probleme die diesem Vorgang im Weg stehen werden an vielen Stellen in dieser Arbeit ausführlich aufgezeigt. Mit der Architektur des Sensorauswahlsystem (SAS) zeigt diese Arbeit eine Möglichkeit wie in Zukunft unsere Daten auf Geräten gespeichert und verwaltet werden können. Diese Architektur bildet den Grundstein um Einstellungen über eine benutzerfreundlichen Oberflächen vornehmen zu können.

Im Rahmen einer weiteren Arbeit könnte diese Architektur für alle gängigen Betriebssysteme implementiert werden. Dabei ist darauf zu achten, dass alle Sensoren und Geräte unabhängig von ihrem Hersteller in dieser Middleware verwendet werden können. Der Service sollte ein API bereitstellen durch die App Entwickler auf die Daten zugreifen und sich beim Service registrieren können.

A. Anhang

Benutzerbewusstsein von geteilten Informationen

Wearable Devices erfreuen sich immer mehr Beliebtheit. In Deutschland nutzen über 13 Millionen Menschen ein Wearable Device (Sie überwachen beispielsweise Blutdruckwerte, Zuckerwerte oder die täglichen Schritte). Diese Geräte werden zu unterschiedlichen Zwecken eingesetzt und ständige Neuerungen erweitern die Verwendungsmöglichkeiten. Das Ziel dieser Umfrage ist es herauszufinden, welche durch Wearable Devices erfassten Informationen sie teilen würden und wenn ja mit welcher Personengruppe.

Nach dieser Umfrage haben Sie die Chance einen von fünf 20€ Amazongutscheinen zu gewinnen. Weitere Informationen zum Gewinnspiel erhalten Sie am Ende der Umfrage.

Bei Fragen können Sie sich gerne per Mail an den Administrator dieser Umfrage wenden:

Lucas Röhrle

lucas.roehlre@sgos.de

Dauer der Umfrage: ca. 10 Minuten

Diese Umfrage enthält 25 Fragen.

Personengruppen

Hier werden die für Studie relevanten Eckdaten ihrer Person erfasst.

Geschlecht:

Bitte wähle nur eine der folgenden Antworten aus:

- Weiblich
- Männlich

Alter: *

In dieses Feld können nur ganze Zahlen eingegeben werden.

Bitte gib hier Deine Antwort ein:

Beruf: *

Bitte wähle nur eine der folgenden Antworten aus:

- Informatik
- Naturwissenschaft
- Kaufmännisch
- Sozial
- Handwerk
- Sonstiges

Welcher ist ihr höchster Bildungsabschluss? *

Bitte wähle nur eine der folgenden Antworten aus:

- Kein Abschluss
- Hauptschulabschluss
- Mittlere Reife
- Berufsausbildung
- Hochschulreife
- Meister/Techniker
- Hochschulabschluss
- Promotion

Ich kenne mich mit gut mit Wearable Devices aus. *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

Stimme nicht zu	<input type="radio"/>	Stimme zu							
--------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------

Ein Wearable Device ist ein Computersystem das während der Anwendung am Körper des Benutzers befestigt ist. Es zeichnet verschiedene Werte auf und stellt diese dem Benutzer zur Verfügung (z.B. am Smartphone). Zu den bekannten Wearable Devices zählen, Fitnessarmbänder, Pulsuhren, Smartwatches usw.

Besitzt du ein Smartphone, wenn ja wie alt ist es? *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

Keins	<input type="radio"/>	1 Jahr	<input type="radio"/>	2 Jahre	<input type="radio"/>	3 Jahre	<input type="radio"/>	4 Jahre	<input type="radio"/>	5 Jahre	<input type="radio"/>	6 Jahre	<input type="radio"/>	7 Jahre und mehr	<input type="radio"/>
-------	-----------------------	--------	-----------------------	---------	-----------------------	---------	-----------------------	---------	-----------------------	---------	-----------------------	---------	-----------------------	---------------------	-----------------------

Besitzt du ein oder mehrere Wearable Devices wie Fitnessarmbänder, Activitytracker oder Smartwatches, wenn ja welche? *Bitte wähle **alle** Punkte aus, die zutreffen:

- Kein Gerät
- Fitbit Zip
- Fitbit One
- Fitbit Flex
- Fitbit Charge
- Fitbit Charge HR
- Fitbit Surge
- Jawbone UP move
- Jawbone UP2
- Jawbone UP3
- Apple iWatch
- Samsung Galaxy Gear
- Sonstiges:

Sensoren

Stell dir vor du besitzt einen oder mehrere Wearable Devices wie Fitnessarmbänder oder andere Aktivitytracker. Um diese Geräte verwenden zu können installierst du eine App auf deinem Smartphone. Diese App möchte die aufgenommenen Informationen und Daten mit einer bestimmten Personengruppe teilen. Mit welcher Personengruppe dürfte die App Informationen teilen?

Dies ist die Grundsituation auf der die kommenden 15 Fragen basieren.

Bitte gib für JEDE der jeweils 4 Personengruppen an, wie sehr du die Informationen teilen würdest.

Ich würde Informationen von einem Beschleunigungssensor, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch nicht zu	Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ein Beschleunigungssensor misst die Beschleunigung in allen drei Dimensionen (auf/ab, vor/zurück, links/rechts), damit kann die Bewegung des Sensors im Raum sehr genau erkannt werden.

Ich würde die Informationen des Herzfrequenzsensors, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch nicht zu	Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich würde die Informationen des Elektrodermale Aktivitätssensors, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch nicht zu	Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Die elektrodermal Aktivität misst den elektrischen Leitungswiderstand der Haut. Diese Hautleitfähigkeit verändert sich beispielsweise bei emotionalen Reaktionen, durch die erhöhte Schweißproduktion.

Ich würde die Informationen des Hauttemperatursensors, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu	Stimme weder zu noch nicht zu	Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich würde die Informationen des Umgebungslichtsensors, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

gar nicht teilen.
mit einer bestimmten Person teilen.
mit einer themenbasierten Community teilen.
öffentlich teilen.

	Stimme nicht zu				Stimme weder zu noch nicht zu				Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>				

Kurzfristig

Ich würde die Anzahl meiner Schritte, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu		Stimme weder zu noch nicht zu		Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich würde die Zeit die ich pro Tag an der Sonne war, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu		Stimme weder zu noch nicht zu		Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich würde die Informationen über die Minuten die ich aktiv gewesen bin, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu		Stimme weder zu noch nicht zu		Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Eine Minute wird als aktive Minute gezählt sobald man sich überdurchschnittlich viel bewegt und daher mehr Energie verbraucht.

Ich würde die Informationen über meine Schlafqualität, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu		Stimme weder zu noch nicht zu		Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Schlafqualität besteht aus vielen Faktoren und wird in den meisten Apps durch ein Schlafprotokoll verdeutlicht. Dabei gibt es meist drei Phasen: schlafen, ruhelos und vollständig wach.

Ich würde die Informationen über meine Trainingsintensität, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

- gar nicht teilen.
- mit einer bestimmten Person teilen.
- mit einer themenbasierten Community teilen.
- öffentlich teilen.

Stimme nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stimme weder zu noch nicht zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Stimme zu	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
--------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	--	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Die Trainingsintensität wird anhand der Leistung (oder Geschwindigkeit) und der dazu gehörenden Herzfrequenz angegeben.

Langfristig

Ich würde die Informationen über meine Stresssituationen, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu		Stimme weder zu noch nicht zu		Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Stresssituationen sind Situationen in denen man besonders angespannt ist bzw. Situationen in denen man großen Druck ausgesetzt ist (z.B. Prüfungssituationen oder Situationen in denen man wichtige Entscheidungen treffen muss).

Ich würde Informationen über meinen Gesundheitszustand, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu		Stimme weder zu noch nicht zu		Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich würde die Informationen meiner Aktivitätserkennung, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu		Stimme weder zu noch nicht zu		Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Bei der Aktivitätserkennung werden alle Aktivitäten wie beispielsweise Sitzen, Laufen, Staubsaugen, Treppen steigen, Schlafen uvm. durch verschiedene Bewegungsmuster erkannt.

Ich würde die Informationen über meine prognostizierte Lebenserwartung, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

	Stimme nicht zu		Stimme weder zu noch nicht zu		Stimme zu
gar nicht teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer bestimmten Person teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
mit einer themenbasierten Community teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
öffentlich teilen.	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

Ich würde die Informationen über die Orte und Einrichtungen an denen ich war, *

Bitte wähle die zutreffende Antwort aus:

gar nicht teilen.

mit einer bestimmten Person teilen.

mit einer themenbasierten Community teilen.

öffentlich teilen.

Stimme
nicht zu

Stimme
weder zu
noch nicht
zu

Stimme zu

Die Lokalitätserkennung analysiert wo jemand momentan ist. Hier werden beispielsweise verschiedene Räume in einer Wohnung unterschieden.

Geräte

Welche Information kann aus welchem Sensor hergeleitet werden?

	Beschleunigungssensor	Umgebungslichtsensor	Herzfrequenz	Elektrodermale Aktivität	Umgebungstemperatursensor
Lichtanalyse	<input type="checkbox"/>				
Anzahl Schritte	<input type="checkbox"/>				
Aktive Minuten	<input type="checkbox"/>				
Schlafqualität	<input type="checkbox"/>				
Trainingsintensität	<input type="checkbox"/>				
Gesundheitszustand	<input type="checkbox"/>				
Lokalitätserkennung	<input type="checkbox"/>				
Aktivitätserkennung	<input type="checkbox"/>				
Stressanalyse	<input type="checkbox"/>				
Lebenserwartung	<input type="checkbox"/>				

Es sind bei allen Sensoren keine, eine oder mehrere Optionen möglich.

Literaturverzeichnis

- [AHK07] D. Anthony, T. Henderson, D. Kotz. Privacy in location-aware computing environments. *IEEE Pervasive Computing*, 6(4):64–72, 2007. (Zitiert auf den Seiten 6, 11, 12 und 13)
- [AHNW⁺07] D. G. Armstrong, K. Holtz-Neiderer, C. Wendel, M. J. Mohler, H. R. Kimbriel, L. A. Lavery. Skin temperature monitoring reduces the risk for diabetic foot ulceration in high-risk patients. *The American journal of medicine*, 120(12):1042–1046, 2007. (Zitiert auf Seite 20)
- [AS01] A. Adams, M. A. Sasse. Privacy in multimedia communications: Protecting users, not just data. In *People and Computers XV—Interaction without Frontiers*, S. 49–64. Springer, 2001. (Zitiert auf Seite 9)
- [AS12] F. Alt, S. Schneegass. A conceptual architecture for pervasive advertising in public display networks. In *Proceedings of the 3rd Workshop on Infrastructure and Design Challenges of Coupled Display Visual Interfaces (Capri, Italy), PPD*, Band 12. 2012. (Zitiert auf Seite 32)
- [AZL07] O. Almeida, M. Zhang, J.-C. Liu. Dynamic fall detection and pace measurement in walking sticks. In *High Confidence Medical Devices, Software, and Systems and Medical Device Plug-and-Play Interoperability, 2007. HCMDSS-MDPnP. Joint Workshop on*, S. 204–206. IEEE, 2007. (Zitiert auf Seite 20)
- [BA98] M. Bonnet, D. Arand. Heart rate variability in insomniacs and matched normal sleepers. *Psychosomatic Medicine*, 60(5):610–615, 1998. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [BCKM05] S. Byers, L. F. Cranor, D. Kormann, P. McDaniel. Searching for privacy: Design and implementation of a P3P-enabled search engine. In *Privacy Enhancing Technologies*, S. 314–328. Springer, 2005. (Zitiert auf den Seiten 6, 16 und 17)
- [BHV13] G. Bieber, M. Haescher, M. Vahl. Sensor requirements for activity recognition on smart watches. In *Proceedings of the 6th International Conference on PErvasive Technologies Related to Assistive Environments*, S. 67. ACM, 2013. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [BOL07] A. Bourke, J. O'brien, G. Lyons. Evaluation of a threshold-based tri-axial accelerometer fall detection algorithm. *Gait & posture*, 26(2):194–199, 2007. (Zitiert auf Seite 20)
- [BRA02] R. Bajaj, S. L. Ranaweera, D. P. Agrawal. GPS: location-tracking technology. *Computer*, 35(4):92–94, 2002. (Zitiert auf Seite 12)
- [CCLS11] Z. Cheng, J. Caverlee, K. Lee, D. Z. Sui. Exploring Millions of Footprints in Location Sharing Services. *ICWSM*, 2011:81–88, 2011. (Zitiert auf den Seiten 6, 13, 14 und 15)

- [CD10] A. J. Coutts, R. Duffield. Validity and reliability of GPS devices for measuring movement demands of team sports. *Journal of science and Medicine in Sport*, 13(1):133–135, 2010. (Zitiert auf Seite 20)
- [CGA06] L. F. Cranor, P. Guduru, M. Arjula. User interfaces for privacy agents. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 13(2):135–178, 2006. (Zitiert auf Seite 15)
- [CLH⁺06] J. H. Choi, J. Lee, H. T. Hwang, J. P. Kim, J. C. Park, K. Shin. Estimation of activity energy expenditure: accelerometer approach. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 2005. IEEE-EMBS 2005. 27th Annual International Conference of the*, S. 3830–3833. IEEE, 2006. (Zitiert auf Seite 20)
- [CSM⁺05] S. Consolvo, I. E. Smith, T. Matthews, A. LaMarca, J. Tabert, P. Powledge. Location disclosure to social relations: why, when, & what people want to share. In *Proceedings of the SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, S. 81–90. ACM, 2005. (Zitiert auf Seite 12)
- [CSX14] J. Chuan, Z. Sheng, L. Xiaokang. An Effective Way to Improve Actigraphic Algorithm by Using Tri-axial Accelerometer in Sleep Detection. In *Computational Science and Engineering (CSE), 2014 IEEE 17th International Conference on*, S. 808–811. IEEE, 2014. (Zitiert auf Seite 20)
- [DC74] J. A. Davis, V. A. Convertino. A comparison of heart rate methods for predicting endurance training intensity. *Medicine and science in sports*, 7(4):295–298, 1974. (Zitiert auf Seite 20)
- [DDG09] L. Djoussé, J. A. Driver, J. M. Gaziano. Relation between modifiable lifestyle factors and lifetime risk of heart failure. *Jama*, 302(4):394–400, 2009. (Zitiert auf Seite 20)
- [DMC14] Q. Do, B. Martini, K.-K. R. Choo. Enhancing user privacy on Android mobile devices via permissions removal. In *System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference on*, S. 5070–5079. IEEE, 2014. (Zitiert auf den Seiten 6, 31 und 32)
- [DMT13] A. Diab, A. Mitschele-Thiel. Human Mobility Patterns. *Creating Personal, Social, and Urban Awareness through Pervasive Computing*, S. 245, 2013. (Zitiert auf Seite 13)
- [DSU] O. J. Durodola, N. Sims, C. Uruquhart. Senior Design Project: Blind Assist: Project Report. (Zitiert auf Seite 20)
- [EN06] S. Edgecomb, K. I. Norton. Comparison of global positioning and computer-based tracking systems for measuring player movement distance during Australian football. *Journal of science and Medicine in Sport*, 9(1):25–32, 2006. (Zitiert auf Seite 20)
- [EW64] R. Edelberg, D. J. Wright. Two galvanic skin response effector organs and their stimulus specificity. *Psychophysiology*, 1(1):39–47, 1964. (Zitiert auf Seite 20)
- [Fis94] C. S. Fischer. *America calling: A social history of the telephone to 1940*. Univ of California Press, 1994. (Zitiert auf Seite 11)
- [GHB08] M. C. Gonzalez, C. A. Hidalgo, A.-L. Barabasi. Understanding individual human mobility patterns. *Nature*, 453(7196):779–782, 2008. (Zitiert auf Seite 13)

- [Gie00] T. F. Gieryn. A space for place in sociology. *Annual review of sociology*, S. 463–496, 2000. (Zitiert auf Seite 11)
- [GJC04] M. K. Gray, J. P. I. Jeffrey, Y. Chery. Position detection and location tracking in a wireless network, 2004. US Patent 6,674,403. (Zitiert auf Seite 12)
- [Gof49] E. Goffman. Presentation of Self in Everyday Life. *American Journal of Sociology*, 55:6–7, 1949. (Zitiert auf Seite 9)
- [HBL⁺03] J. I. Hong, G. Boriello, J. A. Landay, D. W. McDonald, B. N. Schilit, J. Tygar. Privacy and security in the location-enhanced world wide web. In *Proceedings of Fifth International Conference on Ubiquitous Computing: Ubicomp*. 2003. (Zitiert auf Seite 11)
- [HM99] M. Hellebrandt, R. Mathar. Location tracking of mobiles in cellular radio networks. *Vehicular Technology, IEEE Transactions on*, 48(5):1558–1562, 1999. (Zitiert auf Seite 12)
- [JL66] L. C. Johnson, A. Lubin. Spontaneous electrodermal activity during waking and sleeping. *Psychophysiology*, 3(1):8–17, 1966. (Zitiert auf Seite 20)
- [JM04] W. Johnston, Y. Mendelson. Extracting breathing rate information from a wearable reflectance pulse oximeter sensor. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 2004. IEMBS'04. 26th Annual International Conference of the IEEE*, Band 2, S. 5388–5391. IEEE, 2004. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [KCS13] P. G. Kelley, L. F. Cranor, N. Sadeh. Privacy as part of the app decision-making process. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, S. 3393–3402. ACM, 2013. (Zitiert auf Seite 32)
- [KKY⁺98] H. Kataoka, H. Kano, H. Yoshida, A. Saijo, M. Yasuda, M. Osumi. Development of a skin temperature measuring system for non-contact stress evaluation. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 1998. Proceedings of the 20th Annual International Conference of the IEEE*, Band 2, S. 940–943. IEEE, 1998. (Zitiert auf Seite 20)
- [KTA⁺78] I. Karacan, J. Thornby, A. Anch, R. Williams, H. Perkins. Effects of high ambient temperature on sleep in young men. *Aviation, space, and environmental medicine*, 49(7):855–860, 1978. (Zitiert auf Seite 20)
- [KV88] J. Karvonen, T. Vuorimaa. Heart rate and exercise intensity during sports activities. *Sports Medicine*, 5(5):303–311, 1988. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [LDF11] I. Li, A. K. Dey, J. Forlizzi. Understanding my data, myself: supporting self-reflection with ubicomp technologies. In *Proceedings of the 13th international conference on Ubiquitous computing*, S. 405–414. ACM, 2011. (Zitiert auf Seite 17)
- [LeB57] J. LeBlanc. Use of heart rate as an index of work output. *Journal of applied physiology*, 10(2):275–280, 1957. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [LHP⁺09] J. Lester, C. Hartung, L. Pina, R. Libby, G. Boriello, G. Duncan. Validated caloric expenditure estimation using a single body-worn sensor. In *Proceedings of the 11th international conference on Ubiquitous computing*, S. 225–234. ACM, 2009. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)

- [LWS⁺02] C. B. Liden, M. Wolowicz, J. Stivoric, A. Teller, C. Kasabach, S. Vishnubhatla, R. Pelletier, J. Farringdon, S. Boehmke. Characterization and implications of the sensors incorporated into the SenseWear armband for energy expenditure and activity detection. *Bodymedia Inc. White Papers: 1, 7*, 2002. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [MCM53] A. Mundy-Castle, B. McKiever. The psychophysiological significance of the galvanic skin response. *Journal of Experimental Psychology*, 46(1):15, 1953. (Zitiert auf Seite 20)
- [MF09] D. Maguire, R. Frisby. Comparison of feature classification algorithm for activity recognition based on accelerometer and heart rate data. In *9th. IT & T Conference*, S. 11. 2009. (Zitiert auf Seite 20)
- [MGR63] M. Malhotra, J. S. Gupta, R. Rai. Pulse count as a measure of energy expenditure. *Journal of Applied Physiology*, 18(5):994–996, 1963. (Zitiert auf Seite 20)
- [MGW⁺08] M. Marschollek, M. Goevercin, K.-H. Wolf, B. Song, M. Gietzelt, R. Haux, E. Steinhagen-Thiessen. A performance comparison of accelerometry-based step detection algorithms on a large, non-laboratory sample of healthy and mobility-impaired persons. In *Engineering in Medicine and Biology Society, 2008. EMBS 2008. 30th Annual International Conference of the IEEE*, S. 1319–1322. IEEE, 2008. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [MHRK13] C. McKay, C. Hamilton, V. Romero, H. Kalva. Vitality Band and Diagnostic Tool. 2013. (Zitiert auf Seite 20)
- [MJ72] M. S. Matell, J. Jacoby. Is there an optimal number of alternatives for Likert-scale items? Effects of testing time and scale properties. *Journal of Applied Psychology*, 56(6):506, 1972. (Zitiert auf Seite 21)
- [MRC07] T. Matthews, T. Rattenbury, S. Carter. Defining, designing, and evaluating peripheral displays: An analysis using activity theory. *Human–Computer Interaction*, 22(1-2):221–261, 2007. (Zitiert auf Seite 17)
- [MS03] T. Miller, J. Stasko. InfoCanvas: A highly personalized, elegant awareness display. In *Supporting Elegant Peripheral Awareness, workshop at CHI’03*. Citeseer, 2003. (Zitiert auf Seite 17)
- [OS⁺02] K. Ouchi, T. Suzuki, et al. LifeMinder: a wearable healthcare support system using user’s context. In *Distributed Computing Systems Workshops, 2002. Proceedings. 22nd International Conference on*, S. 791–792. IEEE, 2002. (Zitiert auf Seite 20)
- [PB10] A. Pantelopoulos, N. G. Bourbakis. A survey on wearable sensor-based systems for health monitoring and prognosis. *Systems, Man, and Cybernetics, Part C: Applications and Reviews, IEEE Transactions on*, 40(1):1–12, 2010. (Zitiert auf Seite 20)
- [POB⁺90] R. Perini, C. Orizio, G. Baselli, S. Cerutti, A. Veicsteinas. The influence of exercise intensity on the power spectrum of heart rate variability. *European journal of applied physiology and occupational physiology*, 61(1-2):143–148, 1990. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [Pow73] W. T. Powers. *Behavior: The control of perception*. Aldine Chicago, 1973. (Zitiert auf Seite 18)

- [PS06] Z. Pousman, J. Stasko. A taxonomy of ambient information systems: four patterns of design. In *Proceedings of the working conference on Advanced visual interfaces*, S. 67–74. ACM, 2006. (Zitiert auf Seite 17)
- [PSP10] M.-Z. Poh, N. C. Swenson, R. W. Picard. A wearable sensor for unobtrusive, long-term assessment of electrodermal activity. *Biomedical Engineering, IEEE Transactions on*, 57(5):1243–1252, 2010. (Zitiert auf Seite 20)
- [RDML05] N. Ravi, N. Dandekar, P. Mysore, M. L. Littman. Activity recognition from accelerometer data. In *AAAI*, Band 5, S. 1541–1546. 2005. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [Row07] A. V. Rowlands. Accelerometer assessment of physical activity in children: an update. *Pediatric Exercise Science*, 19(3):252, 2007. (Zitiert auf Seite 20)
- [SBHH14] S. Schneegass, T. Birmili, M. Hassib, N. Henze. Towards a garment OS: supporting application development for smart garments. In *Proceedings of the 2014 ACM International Symposium on Wearable Computers: Adjunct Program*, S. 261–266. ACM, 2014. (Zitiert auf Seite 32)
- [Sch68] B. Schwartz. The social psychology of privacy. *American Journal of Sociology*, S. 741–752, 1968. (Zitiert auf Seite 11)
- [SCKC14] H. Shin, B. Choi, D. Kim, J. Cho. Robust sleep quality quantification method for a personal handheld device. *Telemedicine and e-Health*, 20(6):522–530, 2014. (Zitiert auf Seite 20)
- [SCW⁺04] N. Sims, N. Colquitt, M. Wollowitz, M. Hickcox, M. Dempsey. Life sign detection and health state assessment system, 2004. US Patent App. 10/595,672. (Zitiert auf Seite 20)
- [Shn02] B. Shneiderman. Inventing discovery tools: combining information visualization with data mining1. *Information visualization*, 1(1):5–12, 2002. (Zitiert auf Seite 17)
- [SHZ⁺15] S. Schneegass, M. Hassib, B. Zhou, J. Cheng, F. Seoane, O. Amft, P. Lukowicz, A. Schmidt. SimpleSkin: towards multipurpose smart garments. In *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2015 ACM International Symposium on Wearable Computers*, S. 241–244. ACM, 2015. (Zitiert auf Seite 32)
- [SRT⁺07] Y. Shi, N. Ruiz, R. Taib, E. Choi, F. Chen. Galvanic skin response (GSR) as an index of cognitive load. In *CHI'07 extended abstracts on Human factors in computing systems*, S. 2651–2656. ACM, 2007. (Zitiert auf Seite 20)
- [SSBJ⁺00] S. J. Strath, A. M. Swartz, D. R. Bassett Jr, W. L. O'Brien, G. A. King, B. E. Ainsworth. Evaluation of heart rate as a method for assessing moderate intensity physical activity. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(9 Suppl):S465–70, 2000. (Zitiert auf Seite 20)
- [SSSM11] Z. J. Schlader, S. E. Simmons, S. R. Stannard, T. Mündel. Skin temperature as a thermal controller of exercise intensity. *European journal of applied physiology*, 111(8):1631–1639, 2011. (Zitiert auf Seite 20)

- [TIH⁺07] E. M. Tapia, S. S. Intille, W. Haskell, K. Larson, J. Wright, A. King, R. Friedman. Real-time recognition of physical activities and their intensities using wireless accelerometers and a heart rate monitor. In *Wearable Computers, 2007 11th IEEE International Symposium on*, S. 37–40. IEEE, 2007. (Zitiert auf Seite 20)
- [TMS01] H. Tanaka, K. D. Monahan, D. R. Seals. Age-predicted maximal heart rate revisited. *Journal of the American College of Cardiology*, 37(1):153–156, 2001. (Zitiert auf den Seiten 19 und 20)
- [TWS08] A. D. Townshend, C. J. Worringham, I. B. Stewart. Assessment of speed and position during human locomotion using nondifferential GPS. *Medicine and science in sports and exercise*, 40(1):124, 2008. (Zitiert auf Seite 20)
- [VZZ12] M. V. Villarejo, B. G. Zapirain, A. M. Zorrilla. A stress sensor based on Galvanic Skin Response (GSR) controlled by ZigBee. *Sensors*, 12(5):6075–6101, 2012. (Zitiert auf Seite 20)
- [ZJGS10] U. Zulfiqar, D. A. Jurivich, W. Gao, D. H. Singer. Relation of high heart rate variability to healthy longevity. *The American journal of cardiology*, 105(8):1181–1185, 2010. (Zitiert auf Seite 20)
- [ZLWX08] Y. Zheng, L. Liu, L. Wang, X. Xie. Learning transportation mode from raw gps data for geographic applications on the web. In *Proceedings of the 17th international conference on World Wide Web*, S. 247–256. ACM, 2008. (Zitiert auf Seite 20)

Alle URLs wurden zuletzt am 20. 04. 2015 geprüft.

Erklärung

Ich versichere, diese Arbeit selbstständig verfasst zu haben. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt und alle wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommene Aussagen als solche gekennzeichnet. Weder diese Arbeit noch wesentliche Teile daraus waren bisher Gegenstand eines anderen Prüfungsverfahrens. Ich habe diese Arbeit bisher weder teilweise noch vollständig veröffentlicht. Das elektronische Exemplar stimmt mit allen eingereichten Exemplaren überein.

Ort, Datum, Unterschrift