



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Bachelorarbeit

Maria Lüdemann

Data Mining auf Consumer Sensor Daten für
Quantified Self

Maria Lüdemann
Data Mining auf Consumer Sensor Daten für
Quantified Self

Bachelorarbeit eingereicht im Rahmen der Bachelorarbeitprüfung
im Studiengang Angewandte Informatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuender Prüfer: Prof. Dr. Kai von Luck
Zweitgutachter: Dr. Sabine Schumann

Abgegeben am 04. Januar 2016
Anmerkung: Es handelt sich um eine nachträglich rechtschreibkorrigierte Fassung.

Maria Lüdemann

Data Mining auf Consumer Sensor Daten für Quantified Self

Quantified Self, Companion Technologie, Datenzentralisierung, Data Mining

Kurzzusammenfassung

Daten aus Consumer Sensoren, wie Fitnessarmbändern, Blutdruckmessgeräten etc. lädt jeder Anbieter separat in seine Cloud hoch. Welchen Nutzen können diese Daten haben, wenn sie dem Anwender zentralisiert zur Verfügung stehen, aus allen Bereichen gesammelt und mit manuellen Daten angereichert analysiert werden. Diese Arbeit betrachtet, ob eine derartige Zentralisierung möglich ist und somit ein Grundstein für eine Plattform gelegt werden kann auf der Companion Systeme aufsetzen können um Nutzer zu unterstützen ihre persönlichen Daten sinnvoll zu nutzen.

Maria Lüdemann

Data Mining with consumer sensor data for Quantified Self

Quantified Self, Companion Technology, data centralization, Data Mining

Abstract

Every manufacturer of consumer sensors such as activity trackers, blood pressure monitors etc. uploads the data into their own cloud. What benefit can this data provide, if centralised from all domains and enhanced by manually entered data. This bachelor thesis shows, if such centralisation is feasible and therefore lays the groundwork for a platform that provides companion systems which support the user in making effective use of their personal data.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	6
1 Einleitung	7
1.1 Motivation	7
1.2 Ziele	8
1.3 Abgrenzung	9
2 Analyse	11
2.1 Quantified Self	11
2.1.1 Begriffserklärung	14
2.1.2 Vorgehensmodell	15
2.1.3 Eine Quantified Self Landkarte	16
2.1.4 Gründe und Ziele	18
2.1.5 Ansätze	20
2.1.6 Erfahrungen und Probleme	22
2.2 Phänomenologische Betrachtung der Umwelt	23
2.3 Gegenstand dieser Arbeit	24
2.4 Szenarien	25
2.4.1 Szenario 1 Lilly	25
2.4.2 Szenario 2 Alexander	25
2.5 Marktanalyse	27
2.5.1 Fitnessarmband	27
2.5.2 Waage	30
2.5.3 Blutdruckmessgerät	31
2.6 Stakeholder	33
2.7 Fachliche Anwendungsfälle	35
2.7.1 Sensordaten abfragen	35
2.7.2 Sensordaten bereinigen	36
2.7.3 Tägliche Ernährungsdaten auswerten	36
2.8 Anforderungen	37
3 Entwurf und Implementierung	39
3.1 Komponenten	40
3.2 Datenauswahl	41

3.2.1	Datenschema	41
3.2.2	DeviceAPI-Komponente	43
3.3	Vorverarbeitung und Bereinigung	45
3.3.1	Datenverarbeitungs-Komponente	45
3.3.2	Datenbank-Komponente	46
3.4	Transferieren (Transformations-Komponente)	47
3.5	Data Mining	48
3.5.1	Analyse-Komponente	48
3.5.2	Visualisierungs-Komponente	49
3.5.3	Verwendete Programme	50
3.6	Interpretation	51
3.6.1	Interpretations-Komponente	51
3.6.2	Kommunikations-Komponente	52
3.7	Kommunikation	52
4	Evaluation	54
4.1	Selbsttest	54
4.1.1	Vorgehen	54
4.1.2	Testphase 1 - Datenmodell testen	55
4.1.3	Testphase 2 - Datenerzeugung	57
4.1.4	Daten Auswertung	60
4.1.5	Daten Anzeige	60
4.1.6	Dateninterpretation	61
4.1.7	Datenqualität	62
4.2	Systemevaluation	63
5	Zusammenfassung und Ausblick	65
5.1	Zusammenfassung	65
5.2	Fazit	66
5.3	Ausblick	68
	Literaturverzeichnis	72
6	Anhang	77
6.1	JSON Beispiele	77
6.2	Beispielhafte Visualiationen	80

Abbildungsverzeichnis

2.1	Smartphonennutzer	12
2.2	Quantified Self Landkarte	17
2.3	Quantified Self Landkarte Legende	17
2.4	Fitnessarmband Produktbilder	28
2.5	Fitnessarmband Funktions Überblick	30
2.6	Blutdruckgeräte Vergleich	33
3.1	Der KDD Prozess	39
3.2	Komponentensicht des Systems	40
3.3	Datenschema der automatischen Daten	42
3.4	System Kommunikation	53
4.1	Datenschema des 1. Selbsttests	56
4.2	Datenschema des 2. Selbsttests	58
6.1	Ernährungs Kategorien	80
6.2	Aufenthaltsorte Woche 1	81
6.3	Aufenthaltsorte Woche 3	81
6.4	Aufenthaltsorte Woche 4	82
6.5	Aufenthaltsorte Woche 6	82
6.6	Ernährungskategorien nach Häufigkeit	83
6.7	Blutdruck während der Selbsttestphase	84

1 Einleitung

1.1 Motivation

Das Erfassen der eigenen Daten liegt schon lange im Interesse vieler Menschen. Sei es aus Neugier oder Notwendigkeit. Tagebücher aller Art, Poesiealben und Trainingsergebnisse sind nur einige Beispiele. Man erfasst um sich zu erinnern, zu vergleichen und an den Daten zu arbeiten. Diabetiker protokollieren was und wann sie essen, wie viel sie spritzen, wie viel sie sich bewegen und ihre Blutzuckerwerte. Sie nutzen also Zahlen um zwischen ihrem Gefühl und ihrem Körper zu vermitteln. Die Messung tritt als Dolmetscher zwischen das Gefühl und dem tatsächlichen Zustand des Körpers.

Die aktuelle Generation der Sensortechnik ermöglicht es mittlerweile, Daten über den Körper teilweise rund um die Uhr zu überwachen, die vorher nur mit teuren Maschinen oder von Fachpersonal erfasst werden konnten. Es ist für den Endverbraucher möglich geworden, körpereigene Vorgänge in Zahlen zu fassen, Messgeräte ermöglichen ein Verständnis einiger Vorgänge und liefern dem Interesse an sich selbst neue Dimensionen. Es ist einfacher geworden, in die Black Box Körper hineinzuspähen und schwammige Gefühle objektivierbar zu machen. Blutdruck, Puls, Schritte, Sport, Schlaf, Konzentration und Stimmung sind dafür einige Beispiele.

Unzählige Apps bieten von simplen Stimmungsabfragen bis hin zu Konten Übersichten, Tagebüchern und Trainingsaufzeichnungen alles um das tägliche Leben mitzuschneiden, in Zahlen zu übersetzen und in Diagrammen zu visualisieren. Für fast jeden Optimierungswunsch gibt es Geräte, Apps und Trainingspläne. Mittlerweile ist es so weit, dass Ernährung-, Sport- und Finanzmanagement-Apps zum täglichen Begleiter werden und das Augenmerk der Forschung sich darauf richtet, Glück zu erfassen. Dadurch werden Fragen gestellt wie: was führte zu glücklichen Momenten, was ging damit einher?

Wie kann der Mensch, sportlicher, gesünder, effizienter und glücklicher werden. Der Effizienzgedanke, den die heutige Gesellschaft hegt, überträgt sich nunmehr auf den eigenen Körper, das Leben und die Gesundheit. Doch, was soll eigentlich optimiert werden? Werden Zahlen optimiert, wie in der Buchhaltung, nur dass es sich nicht um Finanzen, sondern den eigenen Körper handelt? Oder steht dahinter der Glaube,

das Optimieren dieser Zahlen sei ein Optimieren der eigenen Gefühle, ein Weg zum Glück?

Quantified Self bietet Möglichkeiten, den komplexen Apparat Körper besser zu verstehen, das Leben chronisch Kranker zu erleichtern und die Forschung auf allen Gebieten, die den menschlichen Körper und Geist betreffen, zu neuen Fragen und Ergebnissen zu führen. Vorausgesetzt, die Technik und der Umgang mit ihren Möglichkeiten werden in die richtigen Bahnen gelenkt. Nicht ohne Grund wird die Quantifizierung des Körpers und das Aufzeichnen persönlicher Daten mit kritischen Blicken bedacht.

Die Motivation dieser Arbeit liegt, neben der Auseinandersetzung mit diesem spannenden und heiklen Thema voller Zukunft, in dem Wunsch, Übersicht in das Überangebot an Informationen zu bringen, die dem Menschen heutzutage über seine Gesundheit zur Verfügung stehen. Die beste Ernährung, der perfekte Tipp zum Wunschgewicht und das optimale Training werden praktisch jede Woche neu entdeckt. Die Trends der letzten sind überholt oder sogar falsch. Erst in den letzten Jahren setzte sich im allgemeinen Bewusstsein durch, dass Spinat gar nicht der optimale Eisenspende ist wie man Jahrzehnte lang annahm. Die Wissenschaft schreitet kontinuierlich voran. Jedoch ist jeder Körper und jedes Leben anders. Was für Typ eins perfekt ist, ist für Typ zwei vielleicht genau das Falsche. Notwendig ist an dieser Stelle eine Individualisierung. Die Frage, die sich unter anderem stellte war: „Was ist für mich persönlich das Beste?“ Quantified Self kann darauf Antworten liefern.

Neben den ständig weiterentwickelten Sensoren arbeiten Wissenschaftler an Companion Technologie. Technische Hilfssysteme, Begleiter, die ganz individualisiert auf den Benutzer reagieren können. Warum diese Themen nicht zusammen betrachten und die Idee der Companion Technologie mit dem Optimierungswillen und dem Wissensdurst des Quantified Self Gebietes verbinden. Einen individualisierten Assistenten für den eigenen Körper. Welche Erkenntnisse können durch Zeitreihenanalysen, Cluster-Verfahren und Kontextualisierung der Daten gewonnen werden oder auch nur durch zentralisiertes Sammeln und simple Mathematik.

1.2 Ziele

Das Ziel der vorliegenden Arbeit ist es, ein System im Sinne der Companion Technologie, Erklärung siehe Kapitel 2.1.1 zu entwerfen das und in Teilen prototypisch zu implementieren um die Umsetzbarkeit und das Potential des grundlegenden Verfahrens zu evaluieren. Dieses System soll den Benutzer durch gezieltes Sammeln und Analysieren körperbezogener Daten unterstützen vorher festgesteckte Ziele im sportlichen und gesundheitlichen Sinne zu erreichen.

Um die Sensoren, die integraler Bestandteil des Systems sind, zu isolieren, soll eine Marktanalyse zum Zeitpunkt der Arbeit durchgeführt werden.

Dafür muss zuerst ein Überblick über den momentanen Markt gewonnen werden um zu analysieren, wo der Stand der Technik zum aktuellen Zeitpunkt zu finden ist. Ebenfalls zu analysieren ist der Stand der Forschung. Die aktuellen Themen und Grundlagen, die bereits geschaffen wurden, sind zu sichten, um das Themengebiet in technischer, fachlicher und moralischer Ebene zu durchleuchten.

Mithilfe dieses Wissens soll ein System geplant und dessen Anforderungen betrachtet werden, um auf einem stabilen Untergrund eine Architektur zu entwerfen sowie die benötigten Komponenten und ihre Funktion zu isolieren.

Das Datenmodell der Daten, die gesammelt werden sollen, muss entworfen, evaluiert und getestet werden, dabei sollte das Augenmerk darauf gerichtet werden, welche Daten manuell erfasst werden müssen und welche automatisiert von technischen Komponenten erfasst werden können. Dieses Datenmodell sollte in Selbsttestphasen erprobt und verfeinert werden, um dadurch Daten zu generieren, auf die die Analyse aufbauen kann.

Mithilfe der aus dem Datenmodell gewonnenen Erkenntnissen über die notwendigen technischen Komponenten werden Systemabschnitte entworfen, mit denen Daten über die APIs der Komponenten gesammelt und akkumuliert werden können. Diese Systemabschnitte werden nach der Planung prototypisch implementiert und auf Umsetzbarkeit im eigentlichen System geprüft.

Die technischen Komponenten werden eingehend betrachtet und auf ihre Wertigkeit auf dem Markt geprüft. Es sollte untersucht werden, wie sie im Vergleich zu ihren Konkurrenzprodukten abschneiden. Ebenfalls sollte evaluiert werden, wie sie sich für dieses System eignen.

Das erprobte Datenschema sowie die in den Testphasen erzeugten Daten sollen als Grundlage dienen um Analysen durchzuführen, die die Fragestellungen dieser Arbeit nach der Effektivität, dem Nutzen und der Machbarkeit einer Plattform als Basis für ein Companion System im Rahmen des Quantified Self unter den hier gewählten Aspekten beantwortet. Ein erwünschter Nebeneffekt ist dabei, nützliche Komponenten, Sichten oder Erkenntnisse zu erzeugen, die in weiterführenden Arbeiten genutzt werden könnten.

1.3 Abgrenzung

Ziel dieser Arbeit ist es nicht, eine umfassende und abgeschlossene Implementierung eines den Benutzer unterstützenden und analysierenden Systems zu bauen. Die ein-

zelen Teilgebiete dieser Arbeit sind zu umfassend, um sie im Rahmen dieser Arbeit erschöpfend betrachten zu können. Die Betrachtung der gesundheitlichen und ernährungswissenschaftlichen Bereiche wird nicht Teil dieser Arbeit sein, es ist lediglich ein entferntes Ziel, sie mit in das System zu integrieren, aber es soll ein Ausblick darauf gegeben werden.

Des Weiteren übersteigt die Implementierung und Planung des Systems in ihrem Umfang den zeitlichen Rahmen dieser Bachelorarbeit, sodass die Planung nicht vollständig abgeschlossen wird und sich besonders in der Tiefe beschränkt. Gleichzeitig ist es nicht gegeben, das System mehr als teilweise prototypisch zu implementieren. So soll die technische Machbarkeit der Datenbeschaffung gezeigt und die Verarbeitung und Bereinigung der Daten angerissen, aber nicht erschöpfend behandelt werden.

Das Hauptaugenmerk wird über einen Überblick, einige erste Einblicke in das System und den daraus erwachsenden Möglichkeiten nicht hinausgehen.

2 Analyse

Dieses Kapitel soll einen Überblick darüber geben, was Quantified Self ist, welchen Nutzen sowie welche Anwendung und Tragweite es in der heutigen Gesellschaft hat. Darüber hinaus sollen Szenarien und Anwendungsfälle für ein System entwickelt werden, das durch Selbsterfassung den Benutzer unterstützt, seine persönlichen Ziele zu erreichen.

2.1 Quantified Self

Dieser Abschnitt soll einen Überblick über das Thema Quantified Self geben. Weiterhin werden grundlegende Begriffe erklärt und sich mit dem wissenschaftlichen Stand und Umfeld auseinandergesetzt.

Computer sind mittlerweile allgegenwärtig. Die meisten Menschen nehmen sie nicht einmal mehr wahr, so selbstverständlich, so unsichtbar und so klein sind sie geworden. Jeder trägt sie im Portemonnaie in Form von Kredit-, Bank-, oder Krankenkassenskarten. An der Verpackung von Lebensmitteln in Form von RFID Chips oder in der Kleidung eingenäht. Ein Smartphone, ein kleines tragbares Rechenzentrum, hat heutzutage jeder zweite Deutsche [Holger \(2015\)](#) wie die nachfolgende Abbildung 2.3 verdeutlicht. Mit dieser Allgegenwärtigkeit der Technik steigt auch allmählich ihre Akzeptanz. Dadurch eröffnen sich vollkommen neue Wege, mit ihr Probleme zu lösen.

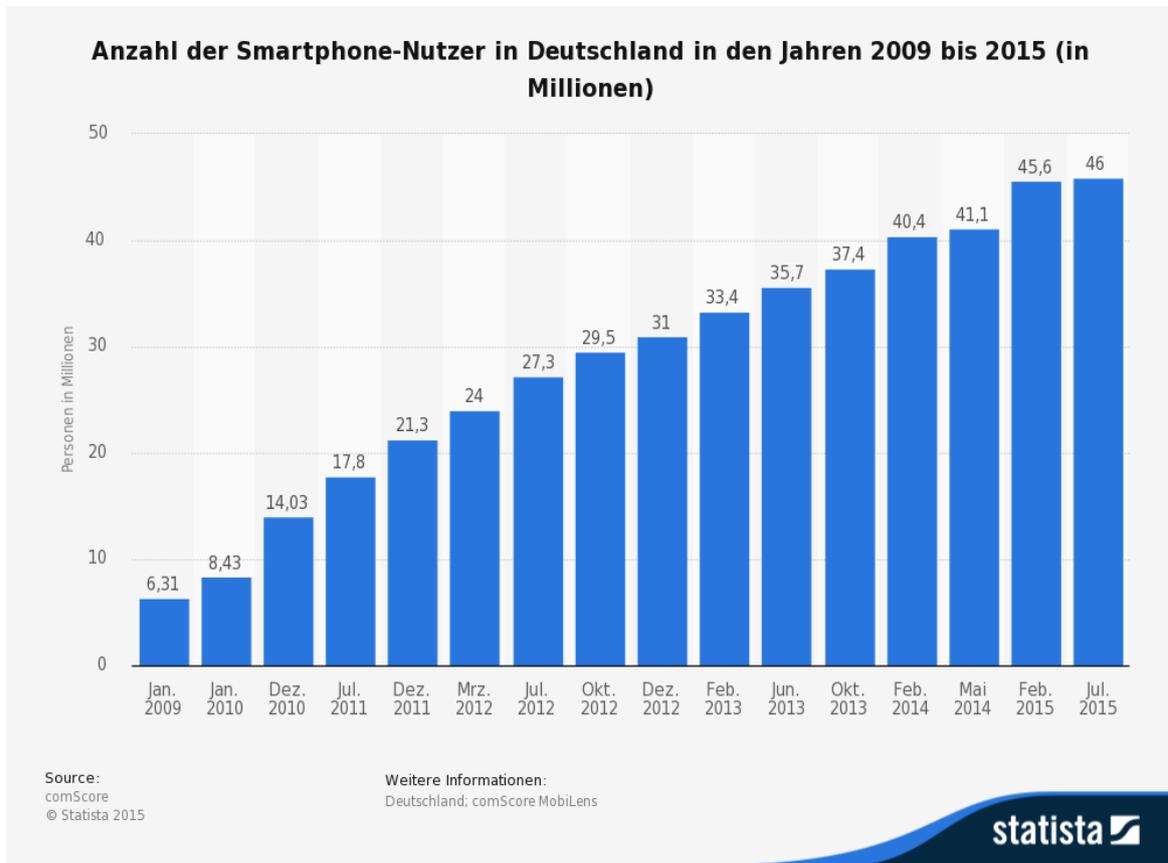


Abbildung 2.1: Statistik der Smartphonenuutzer in Deutschland

Der Mensch neigt schon sehr lange dazu, Daten über sich selbst zu erfassen, sei es das Tagebuch, eine Liste der bereits gelesenen Bücher, Aufzeichnungen über Träume oder das Erfassen von Daten über Ernährung, Gesundheit oder Sport. Einer der ältesten Belege stammt aus dem 16. Jhdt. von Santorio Santorio, ein Mediziner, der herausfinden wollte wie der Stoffwechsel arbeitet und über dreißig Jahre lang sein Gewicht im Vergleich zu seiner Ernährung aufzeichnete [Neuringer \(1981\)](#) zitiert nach [Swan \(2013\)](#). Die immer besser werdende Technik kann mittlerweile dabei unterstützen, verschiedenste Daten viel einfacher oder sogar automatisch zu erfassen. Eine Gruppe von Menschen, die sich bereits 2007 gründeten, hat früh begonnen, diese Chance zu nutzen. Diese Bewegung nennt sich Quantified Self (Zu Deutsch: Selbstvermessung) und beschreibt sich selbst:

”Quantified Self ist eine Gemeinschaft von Anwendern und Anbietern von Self-Tracking Lösungen. Ziel dieser Gemeinschaft ist der Austausch von Wissen über die Nutzung persönlicher Daten. Dies umfasst die Mittel und Methoden zur Erfassung von

Daten aus allen Lebensbereichen. Im Vordergrund stehen jedoch die persönlichen Erkenntnisse, welche aus den Daten abgeleitet werden können, sowie die Veränderungen welche sich mit ihnen nachvollziehen lassen.“ Zitiert nach [Quantified Self \(2007\)](#)

Sie nutzen die ihnen zur Verfügung stehenden Mittel, von manuell erfasst mit Stift und Papier zu technischen Geräten wie Fitnessarmbändern, Waagen, Kameras, Video- und Ton- Aufnahmegeräten, Smartphones uvm. Jeder Anwender hat eine etwas andere Interessenlage und möchte andere Daten über sich erfassen, hat einen anderen Wissenshintergrund und andere Komfortzonen und Vorlieben, was die Benutzung von Technik angeht. Somit sucht sich jeder Anwender den für ihn individuell optimalen Weg, seine Daten zu erfassen, zu speichern und zu analysieren. Dabei durchlaufen sie häufig Evolutionskreise von Erfassen, Speichern, Prüfen, Analysieren und Erkenntnisgewinn um die Daten, die erhoben werden und die Art der Erhebung immer weiter zu optimieren. [Whooley u. a. \(2014\)](#); [Choe u. a. \(2014\)](#)

Neben dieser Bewegung, die sich dem Quantified Self aus Neugierde und technischem Interesse verschrieben hat, möchte der Mensch in vielen Dingen seines Lebens aus ganz unterschiedlichen Gründen Daten erfassen. Menschen erfassen Zahlen und wollen sich damit objektivieren. Nicht selten aus der Angst, das eigene Gefühl trüge sie, so beschreibt es auch [Lupton \(2013\)](#). Ein Beispiel dafür ist ein Alkoholtest. Nicht selten halten sich Autofahrer für fahrtauglich und sehen erst wenn sie die Zahl des Alkoholtests hören, dass die letzten drei Biere wohl zu viel waren. Ein weiteres Beispiel ist der BMI¹. Er steht selten wirklich repräsentativ dafür, wie gesund die Figur eines Menschen ist. Zum Beispiel gibt es keinerlei Angaben darüber, wie viel vom Körpergewicht Muskelmasse ist. Welche allerdings schwerer als Fett ist. Somit erhalten muskulöse Menschen bei der Berechnung häufig einen BMI, der an der Grenze zum Übergewicht liegt. Dabei sind sie sportlich und vollkommen gesund. Dennoch wird diesem Wert immer noch häufig zugetraut, den Menschen beschreiben zu können. Die Zahlen sind wichtig und wir hören auf sie, nutzen sie gern um uns zu beschreiben, weil es viele Menschen gibt, die mit 'harten' Zahlen mehr anfangen können als mit 'weichen, vagen' Gefühlen und Meinungen. Zahlen lassen sich scheinbar besser vergleichen und wirken auf den ersten Blick viel objektiver.

Die Schwierigkeiten, die das Erfassen von Körperdaten in der Vergangenheit gemacht hat, haben sich mittlerweile abgeschwächt. Werte die nur unter großem Aufwand oder mit speziellem Werkzeug oder Methoden gemessen werden konnten, können nun privat Personen selbst aufnehmen. Es gibt Blutdruck oder Blutzucker Messgeräte die die Ergebnisse direkt auf das Telefon senden. Arm- oder Brust- bänder die Rund um die Uhr den Puls aufnehmen. Apps die einmal am Tag geöffnet werden können um mit ein paar Klicks Wasser, Stimmung, Schlafqualität, Wohlbefinden, Beziehungsqualität erfassen und dann in Analysen und Graphen darstellen.

¹Body Mass Index

2.1.1 Begriffserklärung

Innerhalb dieser Arbeit wird von Consumer Sensorik gesprochen. Dieser Begriff wird genutzt, um die Sensoren zusammenzufassen, die auf dem freien Markt innerhalb einer Preisklasse unter neunhundert Euro liegen und für den Endbenutzer bestimmt sind. Des Weiteren sind sie rund um die Uhr tragbar oder sehr einfach zu benutzen ohne weitere Kenntnisse über Biologie, Medizin oder Technik. Dabei ist zu jedem Zeitpunkt zu bedenken, dass die Daten aus dieser Gruppe Sensoren nicht medizinisch genau sind und von Grund auf Abweichungen aufweisen.

Companion Technologien werden auf der Projekthomepage des SFB Transregio 62 treffend beschrieben als: "kognitive technische Systeme, die ihre Funktionalität vollkommen individuell auf den jeweiligen Nutzer abstimmen: Sie orientieren sich an seinen Fähigkeiten, Vorlieben, Anforderungen und aktuellen Bedürfnissen und stellen sich auf seine Situation und emotionale Befindlichkeit ein. Dabei sind sie stets verfügbar, kooperativ und vertrauenswürdig und treten ihrem Nutzer als kompetente und partnerschaftliche Dienstleister gegenüber."²

Um die Vielzahl diverser Begriffe im Raum des Quantified Self genauer zu erklären, sollen zwei Arbeiten herangezogen werden, die sich mit dem Thema befassen haben. Zum einen ist dies [Kamenz \(2014\)](#) der den Begriff Quantified Self als Überbegriff für das Gebiet der Selbstüberwachung genutzt, die danach strebt, Nutzen und Erkenntnis aus den über die eigene Person gesammelten Daten zu ziehen.

Neben [Kamenz \(2014\)](#) der eine Begriffserklärung für den Überblick über das Gebiet liefert, gibt es einige Arbeiten, die sich eignen um ein Fundament zu legen und ein solides Grundverständnis aufzubauen. Er differenziert die Begriffe Self-Tracking, Quantified Self, Body-Monitoring, Preventive Medicine, Lifelogging und Lifehacking ähnlich auch die Arbeit von [Emmert \(2013\)](#) dort werden einige der Begriffe ebenfalls scharf abgegrenzt. Self Tracker sind Menschen, die die ihren Körper betreffende Werte erfassen. Darunter fällt alles, was ihren Körper oder ihre Person betrifft. Das reicht von Gewicht über Ernährung, Sport, Blutdruck, bis hin zu ganz persönlichen Daten wie die Häufigkeit und Qualität sozialer Kontakte oder Menge und Häufigkeit des Urinierens. Jeder Wert, den der Self-Tracker direkt an sich selber messen kann, zählt zu den möglichen Daten.

Als Body Monitoring wird die Überwachung des eigenen Körpers bezeichnet und ist damit ein spezifischer Teil des Self Trackings.

Beim Lifelogging wird über das Aufzeichnen des täglichen Verlaufs, häufig als Erinnerungsstütze gesprochen. Darunter fallen alle Arten von Tagebüchern (Schriftlich, Video, Ton, etc.) Videoaufnahmen, Fotos von Orten, an denen man war oder von

²<http://www.sfb-trr-62.de/>

Menschen, die man getroffen hat. So hat zum Beispiel Gordon Bell 10 Jahre lang alle Menschen fotografiert, die er getroffen hat [Messieh \(2011\)](#) zitiert nach [Emmert \(2013\)](#).

Preventive Medicine, ist ein moderner Ansatz der Medizin, die den Patienten als Self Tracker stärker einbindet und ihm eine deutlich aktivere und observativere Rolle zuweist. Durch die verstärkte Überwachung und Kontrolle der anfallenden Daten soll es möglich sein, frühe Anzeichen von Symptomen zu erkennen und so gezielt und in einem möglichst frühen Stadium der Erkrankung behandeln zu können.

Lifehacking ist das Optimieren der eigenen Leistung, Produktivität und Effektivität mithilfe der im Life-Tracking gesammelten Daten.

In ihrer Bedeutung sollen die Begriffe so auch hier verwendet werden, mit einer kleinen Abweichung. Im Rahmen der vorliegenden Arbeit wird von Quantified Self als Gebiet der Wissenschaft gesprochen, in dem sich die Lifelogger und Self Tracker bewegen.

2.1.2 Vorgehensmodell

Die zugrunde liegende Struktur unter dem Datenerfassen innerhalb des Quantified Selfs beschreibt Whooley in seiner Abhandlung über Self Tracking [Whooley u. a. \(2014\)](#). Sowie [Li u. a. \(2010\)](#) in der Abhandlung 'A Stage-based Model of Personal Informatics Systems über Personal Informatics'. Dort wird eine Struktur erarbeitet um Quantified Self zu erfassen und zu beschreiben, wie der Kreislauf des Erfassens, Verarbeitens und Analysierens funktioniert. Dabei werden fünf Stufen definiert, die iterativ durchlaufen werden können. Diese Stufen heißen: Preparation (Vorbereitung), Collection (Sammeln), Integration (Aufbereitung), Reflection (Reflexion), Action (Aktion). Im folgenden werden diese Phasen kurz beschrieben.

Die Vorbereitungsphase beginnt vor dem eigentlichen Tracken der Daten. Es wird geplant, welche und wie Daten erfasst werden sollen. Darauf folgt die Sammelphase, hier werden die Daten erhoben. Schon in dieser Phase kann auffallen, dass die Entscheidungen der ersten Phase nicht optimal oder gar nicht ausführbar sind. Entweder weil die Tools und Geräte nicht das bieten was der Benutzer sich erhofft hat oder weil das eigene Ziel viel zu hoch gesteckt wurde, in Betrachtung an Umfang oder Häufigkeit der Erfassung, sodass schlicht die Zeit oder die Lust fehlt. In der dritten Phase, der Aufbereitungsphase, werden die erhobenen Daten überarbeitet, bereinigt, optimiert und in einer beliebigen Darstellungsform aufbereitet. Auch hier können diverse Probleme auftreten, so können sich die erhobenen Daten nicht für die gewünschte Darstellungsart eignen oder die Häufigkeit der Datenerhebung stellt sich als zu niedrig oder der Zeitraum als zu kurz heraus um die Daten richtig verarbeiten zu können. Im Gegenzug kann auch das Datenaufkommen viel zu hoch sein um sich vom Benutzer auf die gewünschte Art verarbeiten zu lassen.

Als vorletzte Phase beschreibt [Li u. a. \(2010\)](#) die Reflexionsphase. Bei dieser Phase reflektiert der Benutzer seine eigenen Daten und arbeitet mithilfe der dargestellten Daten an seinem Wissen und Verständnis. Hier findet der eigentliche Erkenntnisgewinn statt, der oft als Ziel des Quantified Self gesehen wird. Die Probleme, die dabei auftreten können, sind denen der Aufbereitungsphase sehr ähnlich. Wenn Daten zu unübersichtlich oder lückenhaft sind, kann der Benutzer nicht oder nur schwer die Erkenntnisse gewinnen nach denen er sucht. Die Darstellungsform kann sich als ungeeignet herausstellen oder sogar die erhobenen Daten als eine falsche Sicht auf die eigentliche Problemstellung. Gleichzeitig können hier Antworten auf Fragen gefunden werden, die der Benutzer eigentlich gar nicht gestellt hat.

Die letzte Phase ist die Aktionsphase. In jener ist es Aufgabe des Benutzers, sein gewonnenes Wissen in die Tat umzusetzen und seine Problemstellung anzugehen. Sei es, sein Verhalten zu ändern oder dieses beizubehalten. Diese Phasen können beliebig wiederholt und mit immer neuen oder alten Fragestellungen durchgeführt werden. Sie fügen dem Menschen eine Feedbackschleife hinzu, die es ihm ermöglicht Sachverhalte zu überschauen, bei denen sonst Probleme herrschen. Von einer solchen für ihn sehr angenehmen Feedbackschleife spricht auch der Gründer der Deutschen Quantified Self Bewegung.

'Ergänzt man das System Mensch um eine äußere Feedback-Schleife, können verschiedene motivierende Aspekte ausgenutzt werden. Durch schnelle Rückmeldung kleinster positiver Veränderungen entsteht eine Bestätigung, auch wenn vom subjektiven Standpunkt des Menschen noch kein wirklicher Fortschritt erkennbar ist.' Zitiert nach [Schumacher \(2011\)](#)

2.1.3 Eine Quantified Self Landkarte

Quantified Self ist ein Begriff, der eine große Reichweite hat. Jeder Bereich des Lebens kann auf die eine oder andere Art erfasst werden und ist für den einen oder anderen von einem gewissen Interesse. Somit gibt es zahllose Ausprägungen, unzählige Apps und Gadgets, die das Erfassen unterstützen sollen. Einen Blick auf die Teilgebiete und die dazugehörigen Apps und Technik bietet untenstehendes Bild, das auf der Homepage der Quantified Self Bewegung zu finden ist. Dort befinden sich ebenfalls Listen der aktuellen Apps und einer kurzen Beschreibung, welche Eigenschaften damit erfasst werden können.

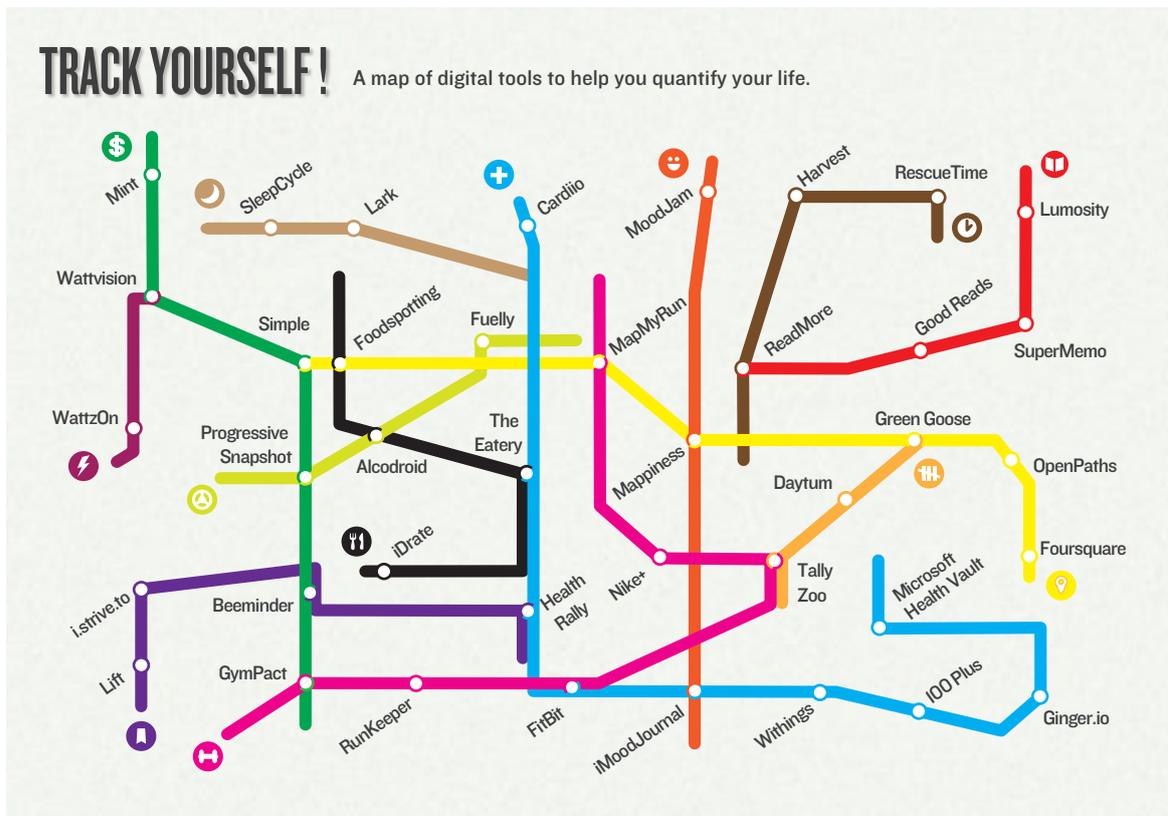
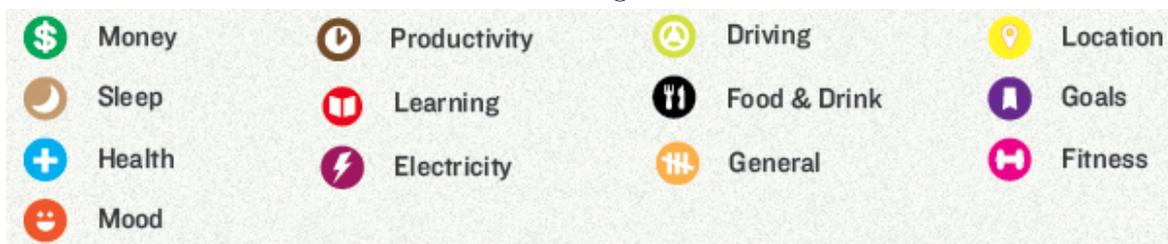


Abbildung 2.2:

Abbildung 2.3: Eine Landkarte der Tools innerhalb des Quantified Self Themas ³

Quantified Self und die damit verbundenen Projekte erstrecken sich über ein großes Spektrum. Auf der einen Seite sind es Projekte, die sich damit beschäftigen Quantified Self als Erinnerungsstütze, als technisches Tagebuch zu benutzen. Beispiele dafür sind [Dingler u. a. \(2014\)](#) und [Matassa u. a. \(2013\)](#) die Orte und Erinnerungen verbinden wollen um diese Orte selbst mithilfe der Technik als Erinnerungsstütze zu nutzen. Dadurch fallen sie in den oben erläuterten Bereich des Lifeloggings. Bis hin zu medizinischen oder sportlichen Themen.

³<http://cargocollective.com/trackyourself>

FutureGhost, beschrieben in der Abhandlung von [Schraefel \(2014\)](#), ist dabei ein erster Ansatz, sportliche oder medizinische Vorteile aus einer Selbstüberwachungs-Installation zu ziehen. Dabei sollen Erfahrungen und Werte vieler Benutzer gesammelt und in Modellen gespeichert werden, sodass ein Benutzer Erfahrungswerte und Erfolge anderer Benutzer, die seinen eigenen Werten und Anlagen ähnlich sind, nutzen kann. Das heißt ein Benutzer profitiert von den Erfahrungen, die jemand ihm ähnlichen bereits gemacht hat. Zum Beispiel Gewicht zu reduzieren und zu versuchen, seine Erfolgsstrategien ebenfalls anzuwenden in der Hoffnung, dabei für ihn optimale Methoden zu nutzen.

Das Entwickeln eigener Apps und Systeme zur Selbstüberwachung beschreibt die Arbeit von [Bentley u. a. \(2013\)](#). [Mauriello u. a. \(2014\)](#) hingegen beschreibt das Entwickeln einer Anzeige für Läufer um innerhalb von Gruppen anzeigen zu können, wie schnell, weit und lange gelaufen wurde um dadurch Trainingseffekt und Gruppenzusammenhalt zu verstärken. Dabei fällt beides in den Lifesteering und Self-Tracking Bereich. Das erleichterte Erfassen und Speichern von Daten ist in erster Linie eine große Unterstützung des Self-Trackings und durch die Analyse dieser Daten können solcherlei Apps durch Selbstoptimierung und Erkenntnisgewinn zu Lifesteering führen.

2.1.4 Gründe und Ziele

Gründe

In der Literatur werden unter anderem folgende Motivationen beschrieben, die zu Quantified Self führen.

[Diefenbach S. \(2015\)](#) hat sich in ihrer Arbeit unter anderem mit einer Umfrage beschäftigt, bei der 62 Personen über ihr Nutzungsverhältnis zu Self-Tracking Apps und Geräten befragt wurden. Die Ziele der Self-Tracker sind meistens der Wunsch, sich in einem bestimmten Bereich zu verbessern, sei es Gewichtskontrolle, allgemeine Fitness, Kontrolle des Geldflusses, Arbeitsqualität, Zeitmanagement etc.

In der Arbeit von [Whooley u. a. \(2014\)](#) wird beschrieben, dass ein besseres Verständnis der Facetten des täglichen Lebens erkennbar wird, die einem sonst verborgen blieben. In dieser Ausarbeitung sind die beiden häufigsten Gründe allerdings Selbstverbesserung und Neugierde.

Quantified Self bietet die Möglichkeit, die eigenen Daten zu erfassen und auswerten zu können sowie sich bewusst zu werden, was im eigenen Leben passiert. Damit einher geht oft der Wunsch nach mehr Überblick und teilweise Sicherheit. Viele Menschen sind unsicher und trauen ihrem Arzt oder Fitnesstrainer nicht mehr. In Zeiten, in denen es immer weniger Fachpersonal, vor allem in ländlichen Gebieten, gibt und der Arzt seine Patienten weder kennt noch viel Zeit für sie hat, mag diese Unsicherheit erklärbar sein. Die Kontrolle des eigenen Zustandes erscheint als Mittel um wenigstens ein wenig

das Gefühl zu haben, mitreden zu können. Es ist der Wunsch, die eigene Gesundheit in die eigene Hand zu nehmen und nicht blind einem vollkommen überlasteten Arzt vertrauen zu müssen.

Viele Menschen im täglichen Stress haben keine Zeit, keine Motivation oder keine Ressourcen um sich genügend um das eigene Wohl zu sorgen. Schnell wird auf dem Weg zur Arbeit Frühstück am Bahnhof gekauft, das abendliche Kochen muss einer bestellten Pizza weichen und für den Sport hat es dann wieder nicht gereicht, geschweige denn, dass darauf geachtet wurde, genug Wasser zu trinken um dem Körper die benötigten Ressourcen zu geben. Die Apps und Geräte richten den Fokus mit mehr oder weniger Nachdruck auf den eigenen Körper. Ist man seit Tagen nicht gelaufen, sendet die Runtastic App eine Erinnerung daran, dass gerade am Wochenende doch Zeit sein sollte. Ein wöchentlicher Fortschrittsbericht der Fitbitarmbänder setzt den Benutzer darüber ins Bild, welche Freunde sich mehr oder weniger bewegt haben als man selbst, welcher Tag der aktivste und welches der inaktivste war. Apps für die Bewertung der täglichen Stimmung und der Qualität des Schlafs erinnern am Abend daran, dass sie benutzt werden wollen. Somit wird der Nutzer immer wieder auf sein eigenes Leben und Verhalten hingewiesen. Die Geräte und Apps legitimieren auf gewisse Weise, sich für sie und somit auch sich selbst ein wenig Zeit zu nehmen.

Ziele

Lupton (2013) zeigt, dass Kontrolle ein hervorstechendes Ziel darstellt, da häufig der Überblick oder die Objektivierbarkeit fehlt. Es mangelt an der Vergleichbarkeit und Überprüfbarkeit vager Informationen oder Gefühlen. Die Erinnerung kann schnell trügen, doch Festgehaltenes bleibt beständig.

Gleichzeitig soll das Aufzeichnen und Analysieren der Körperdaten oft auch dazu beitragen, neue Erkenntnisse zu gewinnen, sei es über Krankheitsverläufe, gut funktionierende Trainingsmethoden, wie sich Verhaltensänderungen auf den Körper auswirken oder einfach die grundlegende Erkenntnis darüber wie gewisse Dinge am eigenen Ich funktionieren. Zum Beispiel Zusammenhänge zwischen dem Alkohol und Kaffeekonsum mit der Qualität des Schlafes. Oder ein Verständnis darüber, wie und warum sich das Gewicht verändert Choe u. a. (2014).

Sobald solche Erkenntnisse gewonnen sind, ergibt sich ein weiteres Ziel. Die Selbstoptimierung. Einige Menschen bezwecken mit dem Selftracking eine Optimierung ihrer selbst. Sei es bei sportlichen Ergebnissen, dem Körpergewicht oder der Zusammensetzung von Körperfett und Muskelanteil, der Optimierung der Ernährung, der Finanzen, des Wohlbefindens. Schlussendlich optimieren diese Selftracker Zahlen in der Hoffnung, ihr eigenes Wohlbefinden damit zu steigern und gegebenenfalls glücklicher zu sein.

Neben der Optimierung sollen auch oft persönliche Ziele erreicht werden. Das Tracken und somit die Konzentration darauf legt einen Fokus auf die eigenen Ziele und hilft

somit häufig, sie leichter zu erreichen. Gleichzeitig trainiert man sich ganz langsam den gewünschten Lebensstil an. Muss man am Anfang des Trackens noch häufig darauf achten, so zu handeln wie es den persönlichen Zielen entspricht, trainiert man sich mit der Zeit darauf, die Lebensweise anzunehmen, die man als erstrebenswert hält und muss sich selbst weniger überwachen, man erlernt praktisch einen gesünderen bzw. für sich erwünschten Lebensstil [Li u. a. \(2011\)](#).

2.1.5 Ansätze

Um aus den oben genannten Gründen die Ziele zu erreichen, gibt es bereits diverse Ansätze. Einige erfreuen sich sowohl großer Bekanntheit wie auch mehr oder weniger Beliebtheit, andere sind in der Wissenschaft und Forschung prototypisch getestet.

Ein bekanntes Beispiel ist Weight Watchers⁴. Sie verfolgen ein System, das dem der Systeme im Umfeld des Quantified Self nicht unähnlich ist. Was dem Körper zugeführt wird und was er leistet, wird in Zahlen durch ein einfaches Punktesystem ausgedrückt. Je nach Gewicht, Alter und Geschlecht darf ein Mensch eine gewisse Anzahl an Punkten zu sich nehmen, jedes Lebensmittel hat in einer festen Menge eine Punkteangabe. Mithilfe von Sport können für einen Tag Punkte dazu gewonnen werden.⁵ Dadurch richtet sich das Augenmerk auf die Ernährung. Der Teilnehmer macht sich bewusst, was er isst und ob es gut oder schlecht für ihn ist. Gleichzeitig kommt das motivierende Prinzip der Gamification⁶ hinzu. Bei Weight Watchers zeichnet es sich nur leicht ab, im Sammeln und Managen der eigenen Punkte, im Belohnungssystem und der Motivation durch Treffen und andere Teilnehmer.

Wahrnehmbarer wird dieses Prinzip von Wearables⁷ Herstellern benutzt. Zum Beispiel einer der Vorreiter war das System Nike+ von Nike. Eine Plattform erlaubt es den Benutzern des Nike+ Fitnessarmbandes zu sehen, wie aktiv seine Freunde sind. Wie viele Schritte er im Vergleich zu den Benutzern in seiner Umgebung macht. Dazu kam ein Belohnungssystem in dem Auszeichnungen verliehen werden. Dieses Verfahren wird auch von der Plattform des Fitbit Armbandes genutzt. Nutzer können für viele Aktivitäten Auszeichnungen bekommen, vergangene Schritte, Kilometer, Etagen oder erreichte Gewichtsziele. In dem Fall, dass der Benutzer sein Gewicht auch mit der firmeneigenen Waage misst. Neben den persönlichen Abzeichen bekommt der Benutzer auch durch die Anzeige immer eine direkte Rückmeldung wie sein Stand am heutigen

⁴Ein Programm zur Gewichtsabnahme/Kontrolle und zur Umstellung auf eine gesündere Ernährungs- und Lebensweise

⁵Dies ist ein älteres System von Weight Watchers und entspricht einem Stand um 2005, Weight Watchers verändert die Systeme gelegentlich, der Grundgedanke bleibt allerdings der Gleiche

⁶Gamification ist das Übertragen von Spielprinzipien, in spieluntypische Bereiche des Lebens.

⁷Tragbare Sensoren aus dem Consumer Bereich für Körperdaten, z.B Fitnessarmbänder, Schrittzähler

Tag ist. Die Anzeigen verändern je nach Fortschritt die Farbe von Rot über Gelb zu Grün, Erreichte Ziele werden neben einer positiv grünen Anzeige auch immer noch mit einem Sternchen oder einem lächelnden Smiley belohnt.

Neben der Belohnungsebene gibt es eine soziale Komponente, Systeme wie das von Fitbit oder Nike+ bieten die Möglichkeit sich mit Freunden zu vergleichen oder Wettkämpfe zu starten. Mittlerweile ist es oft ein wichtiger Punkt, dass die eigene Aktivität und der Fortschritt nicht nur für sich selbst einsehbar und von Belang ist. Fast jede App zum Laufen, Fahrradfahren oder Tracken anderer sportlicher Aktivitäten, zum Beispiel Runtastic, Endomodo, Runkeeper etc. bietet die Möglichkeit, die Aktivitäten auf diversen sozialen Medien zu posten. Man ist scheinbar nicht mehr nur für sich sportlich, sondern für alle seine Bekannten, Freunde und Follower mit. Überspitzt hat es den Anschein, als zähle der Sport nur, wenn er für das virtuelle Image genutzt werden kann. Dadurch tut sich unter anderem die Frage auf, warum das so ist. Die sozialen Medien haben sich mittlerweile zu einem einflussreichen und ebenso großen Gebiet aufgeschwungen und viele Menschen versuchen zu ergründen, worin genau der Anreiz für die Nutzer liegt und wohin sich die Gesellschaft moralisch und ethisch bewegt. Im Rahmen dieser Arbeit kann zunächst nicht weiter darauf eingegangen werden diese Fragestellungen zu klären, wenn sie auch im Großen zu diesem Themengebiet gehören.

Neben den Ansätzen die aktuell benutzt werden gibt es solche, wie zum Beispiel Lark⁸ das dem Benutzer einen virtuellen Coach zu Seite stellt, der über einen Chat den Benutzer anfeuert, ihn begleitet, für gute Ernährung und Sport lobt, an inaktiven Tagen oder bei schlechter Ernährung auffordert, mehr für die eigenen Ziele zu arbeiten und hin und wieder nützliche Tipps gibt. Ähnliche Systeme gibt es auch für Twitter.

Auch Ansätze, die auf Sms-Kommunikation gründen, wurden entwickelt und getestet. Sei es als Erinnerung für regelmäßige Medikamenteneinnahme oder eine Anfeuerung für einen gesünderen Lebensstil, wie etwa eine tägliche Sms, die den Benutzer daran erinnert, wie effektiv sein heutiger Tag war. Eine tägliche Erinnerung an die eigenen Ziele durch eine externe Quelle unterstützen die eigene Motivation und kann dafür sorgen, dass Ziele leichter erreicht werden. Cole-Lewis u. a. (2010); Fjeldsoe u. a. (2009); Vervloet u. a. (2012); Webb u. a. (2010) zitiert nach Farahnaz u. a. (2014).

Whooley u. a. (2014) unterscheidet die Ansätze in seiner Arbeit zwischen User-Driven und System-Driven. Damit macht er eine grundlegende Unterscheidung. User-Driven bedeutet die Daten werden durch den Benutzer erhoben, ausgewertet und verglichen. Die Phasen des Quantified Self Prozesses wie in 2.1.1 beschrieben, werden vom Nutzer angestoßen, durchlaufen und beendet. Dabei können automatische Sensoren benutzt werden, sind aber auch durch rein manuelles Erfassen ersetzbar. Dahingegen

⁸<http://www.web.lark.com>

arbeitet ein System-Driven-Ansatz hauptsächlich automatisch. Die Daten werden erfasst und der Benutzer kann praktisch von der Collection(Sammeln)-Phase direkt zur Reflection(Reflexion)-Phase übergehen. Die Aufbereitung der Daten übernimmt somit das System für den Benutzer.

Die meisten Systeme sind zur Zeit nicht in der Lage, den System-Driven-Ansatz durchzuführen, denn sobald mehrere Quellen an Daten zusammenkommen, ist die Integration von einer Plattform auf eine andere nicht möglich. Solange ein Benutzer nur Sensoren einer Firma benutzt, kann das System dahinter arbeiten, bietet dem Benutzer allerdings nur ausgewählte Möglichkeiten. Selten ist eine solche Plattform so frei, dass der Benutzer uneingeschränkt und frei entscheiden kann, welche seiner Daten ihm wie dargestellt und ausgewertet werden. Die Auswertung und Anzeige seiner Daten endet aber in dem Moment, in dem er mehrere Firmen-Plattformen zusammenbringen möchte. Spätestens dann ist er meist gezwungen, in den User-Driven-Ansatz überzugehen und sich die Daten wenn möglich selbst zu holen und zu verarbeiten.

2.1.6 Erfahrungen und Probleme

In ihren Arbeiten analysieren [Choe u. a. \(2014\)](#) und [Whooley u. a. \(2014\)](#) die Mitglieder der Quantified Self Bewegung und interviewen sie, sichten ihre Videoaufzeichnung sowie warum und was sie tracken und welche Erfahrungen sie damit haben. Dabei häufen sich einige positive Erfahrungen, Kontrollgewinn, Übersicht, Optimierung und Erkenntnisse darüber, warum manche Dinge sich so verhalten. Sei es die Erkenntnis durch konsequente Buchführung wohin das Geld verschwindet oder die Einsicht, dass der persönliche Lebensstil weniger gesund ist als vermutet. Die Teilnehmer halten sich durch das Tracken den Spiegel vor und sehen sich der gnadenlosen Ehrlichkeit der Zahlen gegenüber. Dies kann, neutral betrachtet und mit genügend Fachwissen, hohen Wert haben.

Allerdings haben auch einige Mitglieder negative Erfahrungen gemacht. So werden Leistungsdruck, schlechtes Gewissen oder Stress angefügt. Manche werden schlicht von der Fülle an Daten oder Möglichkeiten erschlagen und finden nicht die richtige Darstellungsweise um aus ihren Daten Erkenntnisse zu gewinnen [Diefenbach S. \(2015\)](#). [Bentley u. a. \(2013\)](#) beschreibt, dass es viele Benutzer als schwer empfinden, Langzeitauswirkungen mit den bisher gegebenen Produkten zu betrachten und Erkenntnisse daraus zu gewinnen. Des Weiteren beschreibt er Probleme die dadurch entstehen, dass zu viele Daten auf den Benutzer einströmen, unter deren Flut und Varianz er die Übersicht verliert. In der Arbeit von [Emmert \(2013\)](#) beschreibt sie, dass sie vor dem Problem stand, manuelle Daten zeitnah erfassen zu müssen. Daten, die am Folgetag aufgezeichnet werden, sind schnell ungenau geworden, da sie sich nicht mehr an alles erinnern konnte.

2.2 Phänomenologische Betrachtung der Umwelt

Quantified Self ist ein Phänomen, das bereits häufiger eingesetzt wird als im allgemeinen Bewusstsein ankommt. Zum einen ist Quantified Self ein Bereich wie in 2.1 bereits erklärt, der jegliches Aufzeichnen von persönlichen Daten umfasst. Zum anderen wird es häufig genutzt ohne auf den gesellschaftlichen Nerv des Überwachens zu treffen. Einige dieser Beispiele sollen hier beschrieben werden.

Im Bereich des Sports wird das Aufzeichnen von persönlichen Leistungen sowohl im Hobby wie auch im Leistungsbereich schon lange praktiziert. Ein bekanntes Beispiel auf diesem Gebiet ist die Nutzung von SAPs HANA-Plattform um die Mannschaftsleistung der deutschen Nationalmannschaft für die Fußballweltmeisterschaft 2014 in Brasilien zu optimieren [Bojanova \(2014\)](#).

Die Aufzeichnung der Daten wird auch in anderen Bereichen verwendet, Marathonläufer optimieren zum Teil ihre Laufleistung, indem sie darauf hintrainieren, eine gewisse Herzfrequenz beim Laufen zu haben.

Ein weiteres Beispiel aus medizinischer Richtung ist die Handhabung der Diabetes. Menschen, die an dieser Krankheit leiden, müssen häufig sehr genau darauf achten, was sie zu sich nehmen und wie ihr Körper darauf reagiert um die Insulinmenge abschätzen zu können, oder auch um eine Verschlimmerung der Krankheit zu verhindern. Dabei kann das Voranschreiten der Krankheit, wenn es in frühen Stadien entdeckt wurde, zwar nicht geheilt aber durch Optimierung des eigenen Lebensstils verlangsamt werden [Li u. a. \(2007\)](#).

Weight Watchers ist ein weiteres Beispiel für die unterschwellige Nutzung von Quantified Self. Im Kapitel 2.1.5 wurde das System schon erklärt und ein wenig darauf eingegangen. An dieser Stelle soll etwas vertiefend auf das System im Sinne des Quantified Self eingegangen werden. Dieses System zur Ernährungsumstellung, die in den meisten Fällen eine Gewichtsabnahme zum Ziel hat, verwendet Paradigmen, die für Quantified Self typisch sind. Der Teilnehmer erfasst alles, was er am Tag zu sich nimmt und bewertet seine Nahrungsmittel nach einem vorher festgehaltenen Schema mit Punkten. Er objektiviert somit seine Ernährung. Die Zahlen vereinfachen das Vergleichen und Einschätzen im Hinblick darauf, wie gut oder schlecht sie für das Erreichen der eigenen Ziele sind. Es wird ein Gefühl für die eigene Ernährung vermittelt, indem die Aufmerksamkeit darauf gerichtet und ein Werkzeug zur Objektivierbarkeit gereicht wird. Neben der Objektivierbarkeit wird der soziale Aspekt angeregt, das Treffen in den Gruppen ähnelt dem Vergleichen der Sportleistungen in den Sozialen Medien wie es in letzter Zeit viel geschieht. Andere werden in den eigenen Erfolg einbezogen, haben die Möglichkeit des Wahrnehmens, Begleitens oder sich selbst oder den anderen dazu zu ermutigen. Gleichzeitig entsteht ein gewisser sozialer Druck, da sich der Teilnehmer oder Sportler nicht vor seiner sozialen Gruppe blamieren möchte. Dies dient

häufig als zusätzlicher Ansporn. Es liefert außerdem die Möglichkeit, sich mit 'Gleichgesinnten' auszutauschen. Ein weiteres Paradigma, das in dem Quantified Self Umfeld viel genutzt wird, ist die Gamification. Auf dieses wurde im Abschnitt 2.1.5 schon eingegangen und soll hier nur erwähnt werden.

2.3 Gegenstand dieser Arbeit

Gegenstand dieser Arbeit soll es sein, den Nutzen und das Potential von Consumer Sensorik im Quantified Self Bereich zu überprüfen.

Dafür sollen die Daten aus den Webservices extrahiert, zentralisiert und in geeigneten Formaten gespeichert werden, die sonst die jeweiligen Hersteller auf ihren Servern speichern und dem Kunden nur wenige grafische oder tabellarische Auswertungsmöglichkeiten bieten. Die automatisch erhobenen Daten werden angereichert durch vom Nutzer manuell erhobenen Daten um einen höheren Kontext zu schaffen. Diese aufbereiteten und zentralisierten Daten sollen dann, für den Nutzer nützlich, veränderlich und transparent analysiert und dargestellt werden. Ein primärer Interessenspunkt dieser Arbeit ist, herauszufinden, ob durch die Daten der Consumer Sensorik Erkenntnisse gewonnen und Korrelate aufgezeigt werden können.

Es soll analysiert werden, welche Daten einfach und kostengünstig erhoben werden können und dabei eine vertretbare Messungenauigkeit aufweisen. Das System soll nicht medizinisch genau argumentieren können, sondern aufgrund von Langzeitbeobachtungen Veränderungen in den Daten erkennen. Dadurch ist eine gewisse Messungenauigkeit vertretbar, sofern die Daten nicht zu stark schwanken und gleichmäßig Veränderungen anzeigen können. Dafür wird der aktuelle Markt auf Qualität und Angebot der Sensoren, deren Bedienbarkeit und der Qualität der Daten sowie Zugänglichkeit der Daten analysiert. Nachdem die Wahl auf die Art und die speziellen Modelle der Geräte getroffen wurde, sollen die Daten aus ihnen herausgezogen und gespeichert werden. In einem Selbsttest werden diese Daten über den Zeitraum von fünf Wochen erhoben, zusätzlich eine Auswahl manueller Daten, die zur Kontextbildung genutzt werden sollen. Diese Daten sollen Aufschluss darüber geben ob die Sensoren nützliche Daten liefern, welche Daten noch zusätzlich vonnöten sind und ob und welche Erkenntnisse daraus gewonnen werden können.

Dies geschieht unter der Idee einer Companion Technologie, es soll der Grundstein gelegt werden auf die Betrachtung ob durch täglich angenehm tragbarer Sensoren ein System entwickelt werden kann, das den Nutzer beim Erreichen seiner Ziele, ob Fitness oder Gesundheit, unterstützen kann.

Das Potential eines solchen Systems wird näher beschrieben, dazu wird sich zweier Szenarien bedient, die im Folgenden beschrieben werden.

2.4 Szenarien

Im Folgenden werden zwei Szenarien beschrieben, die für das System typisch sind um ein besseres Bild davon zu vermitteln, wie das System arbeiten soll, die Ansprüche der Anwender erfüllt und ihnen die gewünschte Unterstützung und Übersichtlichkeit gewährt.

2.4.1 Szenario 1 Lilly

Lilly ist eine junge Mutter, die vor kurzem entbunden hat und sich nun mit ihrem Lebensgefährten um ihren Sohn kümmert. Sowohl sie wie auch ihr Partner sind technisch sehr interessiert und affin. Daher an technischen Lösungen von alltäglichen und speziellen Problemen interessiert.

Lilly möchte nach der Schwangerschaft möglichst schnell und effektiv zu ihrer alten Form zurückkehren. Dafür trägt sie ein Fitnessarmband, das rund um die Uhr eine Vielzahl Informationen aufzeichnet. Morgens wiegt sie sich auf einer Analysewaage und misst nach dem Duschen ihren Blutdruck. Den Tag über zeichnet sie auf wie viel und was sie trinkt und isst. Das System analysiert damit welche Nährstoffe sie zu sich nimmt und kann ihr sagen was ihr noch fehlt, wovon sie zu viel gegessen hat und wie sie ihren Mangel bzw. Überschuss ausgleichen kann indem es Zutaten oder Gerichte vorschlägt.

Jede sportliche Aktivität lässt sie von ihrem Fitnessarmband aufzeichnen und kann sehen wie sich ihre Pulsfrequenzen über die Zeit verändern. Jeden Tag überprüft sie wie lange sie geschlafen hat und versucht mindestens fünf Stunden Schlaf am Tag mit den Bedürfnissen ihres neugeborenen Sohnes zu vereinbaren.

Am Abend misst sie noch einmal ihren Blutdruck und lässt sich die Tagesbilanz vom System geben. Hat sie sich ausreichend bewegt, genug geschlafen, so viel getrunken wie ihr Körper es braucht und ausreichend Nährstoffe zu sich genommen? Gleichzeitig kann sie sehen wie sich ihre Werte verändert haben. Ist der Wasseranteil in ihrem Körper heruntergegangen und bewegt sich ihr Blutdruck wieder in die gewohnte Richtung? Selbst kleine Veränderungen, die sie sonst nicht spüren würde, kann sie mit Hilfe des Systems sehen und trotz der Bedürfnisse ihres Sohnes, die sie um jeden Preis erfüllen will, genug auf sich achten um ihre Ziele zu erreichen.

2.4.2 Szenario 2 Alexander

Alexander ist ein junger Mann, ledig und allein wohnend, bestreitet er seinen Lebensunterhalt als Software-Entwickler. Damit hat er einen Bürojob, bei dem er die meiste

Zeit sitzt. Durch seinen Job bringt er ein ausgeprägtes Interesse und eine Affinität für Technik im Allgemeinen und neue Entwicklungen im Speziellen mit. Somit ist er immer an technischen Lösungen, die sein Leben erleichtern und vor allem unnötige Mehrarbeit überflüssig machen, interessiert. In seiner Freizeit treibt er gern Sport und kocht gern und gut. Gleichzeitig ist er interessiert an gesundheitlichen Themen und liest sich ein wenig Wissen darüber an.

Wenn Alexander morgens aufsteht, geht sein erster Blick auf sein Smartphone, kurz checkt er ob neue Mails oder Nachrichten eingegangen sind und wie lange er nun eigentlich geschlafen hat, denn das Fitnessarmband das er trägt, zeichnet jede Nacht seine Schlafphasen für ihn auf. Sieben Stunden, aufgrund der Beobachtung der letzten Monate weiß er, dass dies eine für ihn optimale Zeit ist. Zufrieden legt er das Armband ab und schließt es für die Dauer des Duschens an eine Stromquelle an.

Vierzig Minuten später sitzt er am Frühstückstisch. Das Armband hat er wieder angelegt und betrachtet auf einem Tablet die Pulsfrequenzen des letzten Tages. Sie sehen gut aus, um 10 ging der Wert einmal steil in die Höhe, da hat er sich mit seinem Chef gestritten. Beim Sport hingegen geht sein Puls schon nicht mehr annähernd so hoch wie vor sechs Monaten als er mit dem Cardio-Training angefangen hat. Als nächstes betrachtet er die Werte des heutigen Wiegens. Der Wasseranteil ist ein wenig gestiegen, das erklärt warum er heute ein wenig mehr wiegt als erwartet. Während er seinen ersten morgendlichen Kaffee genießt, legt er das Blutdruckmessgerät an und lässt es rasch den morgendlichen Wert aufnehmen. Heute ist er ein wenig niedrig, also nimmt er noch einen zweiten Kaffee und trägt sein morgendliches Frühstück über das Tablet im System ein bevor er sich auf den Weg zur Arbeit macht.

Während der Arbeit trägt er alles was er isst per Smartphone in eine App ein, die sich mit seinem System zuhause synchronisiert und aufnimmt, was er zu sich nimmt und welche Nährwerte darin enthalten sind.

Nach der Arbeit trifft er sich für eine Stunde mit einem Kollegen um gemeinsam laufen zu gehen, dabei trackt das Fitnessarmband ihre Strecke per GPS und wertet aus wie lange und welche Strecke gelaufen wurde. Später kann sich Alexander anschauen welche Durchschnittsgeschwindigkeit er beim Laufen hatte, wie viel Kalorien das verbraucht hat und wie sein Puls zu welchem Zeitpunkt des Laufes war.

Nach dem Laufen nimmt er seinen Kollegen mit zu sich, da sie spontan entschieden haben noch zusammen zu kochen. Ein kurzer Blick auf sein Tablet in der Küche sagt ihm, dass er heute noch ein wenig mit der Eiweißzufuhr zurückliegt. Sein System kennt all die notwendigen Daten um berechnen zu können, wie viel Gramm Eiweiß für ihn am Tag optimal wären und schlägt ihm nun vor, eiweißhaltig zu essen und welche Gerichte, bzw. Zutaten dafür in Frage kämen. Das System sagt ihm, dass ein frischer Salat oder etwas Obst nicht schaden würden, da er an einigen Vitaminen noch nicht die optimale Menge zu sich genommen hat. Also schlägt Alexander seinem Kollegen ein

Gericht mit etwas Putenbrust und zum Nachtisch Obstsalat vor. Auch diese Mahlzeit trägt Alexander wieder in das System ein.

Kurz bevor er schlafen geht, misst Alexander nach einer kurzen Ruhephase noch einmal seinen Blutdruck und schaut sich die Tagesbilanz an. Sein Körper hat heute bekommen was er brauchte, er hat seine persönlichen gesundheitlichen und sportlichen Ziele erfüllt und noch dazu einen guten Tag gehabt.

2.5 Marktanalyse

Um Daten zu erzeugen, benötigt das System einige Sensoren. Dabei soll hier noch einmal erwähnt werden, dass sich die hier betrachteten Möglichkeiten auf das Equipment bezieht, das ein Endkunde für relativ erschwingliche Preise im Einzelhandel findet. Medizinisch geprüfte und genaue Sensorik liefert durchaus andere Ergebnisse, ist aber nicht unbedingt alltagstauglich und vor allem nicht erschwinglich.

Für die Anforderungen des Systems sind in erster Linie drei auf dem Markt erhältliche Arten von Produkten notwendig. Ein Messgerät für den Blutdruck, ein Fitnessarmband und eine Analysewaage.

Die Auswahl der Wearables und Consumer Sensorik fokussiert sich besonders anhand einiger Aspekte hinsichtlich der Datenbeschaffung. Dabei wurde betrachtet, wie qualitativ, umfangreich und einfach zu handhaben die API der jeweiligen Firma ist. Wie umfangreich und vollständig die Daten sind, die aus der API herausgezogen wurden und welche Daten das jeweilige Produkt liefert.

2.5.1 Fitnessarmband

In der Sektion der Fitnessarmbänder wächst der Markt in den letzten Jahren stetig. Neben den großen und bekanntesten Anbietern (Fitbit, Jawbone, Nike, Apple, Microsoft), die die oberen Preissegmente liefern, gibt es eine Vielzahl günstigerer Anbieter mit weniger bekannten Namen (z.B Polar). Dabei sind Fitbit, Apple und Jawbone auf dem Markt besonders stark vertreten. IDC (2015) Diese günstigeren Anbieter liefern in der Regel jedoch nicht die Fülle an Daten die in diesem System notwendig sind und sind somit nicht weiter betrachtet und geprüft worden. Die Modelle, die näher betrachtet wurden, sind: Fitbit ChargeHR, Fitbit Surge, Jawbone UP24, Jawbone UP3 und das Microsoft-Band. Siehe Abbildung 2.4.



Abbildung 2.4: Produkt Bilder der Fitnessarmbänder zitiert von ⁹

Produkte aus der Apple Smartwatch Reihe sind, wie alle Smartwatches nicht weiter betrachtet worden da sie als Smartwatch nicht in den Bereich fallen der hier untersucht wurde. Das Fuelband der Firma Nike wurde ebenfalls früh ausgeschlossen da es zu dem Zeitpunkt dieser Arbeit nicht mehr erhältlich war. In der der Abbildung 2.5 wurden die wesentlichen Merkmale die für diese Arbeit betrachtet wurden gegenüber gestellt um sie hier näher zu erläutern und eine Übersicht über die Notwendigen Werte und Funktionalitäten geben. Die Abbildung 2.4 dient der Anschaulichkeit der Geräte und um einen Überblick darüber zu geben wie ihre äußere Erscheinung ist sowie ob ein Display vorhanden ist und in welcher Größe.

Es blieben somit die fünf oben genannten Fitnessarmbänder in der näheren Betrachtung. Dabei wurden in erster Linie technische Daten verglichen. Es sollten so viele Daten wie möglich erhoben werden. Jedoch lag ein besonderer Schwerpunkt auf Puls, Schritte, sportliche Aktivitäten und Schlaf.

Da das Jawbone Up24 keinen Puls misst, ist dieses Modell schon an dieser Anforderung gescheitert. Dafür soll das UP3 dies aber können. Zusätzlich bietet die Firma eine recht gute API, die das automatisierte Abfragen der Daten erleichtert.

Aufgrund der hervorragenden Testberichte und Angaben zum Messen des Schlafes wurde das Jawbone UP3 zu einem Favoriten. Es ist in der Lage, Schlafzonen zu erkennen und den Schlafenden innerhalb eines gewünschten Intervalls zu wecken, wenn er sich in einer leichten Schlafphase befindet. Die Schlafphasen bieten zudem ein interessantes Auswertungsgebiet und eröffnen die Möglichkeit, festzustellen ob Aktivitäten oder Ernährungsweisen, Stress etc. mit der Häufigkeit von Tiefschlafphasen

⁹<http://www.chip.de/microsoft-band/en-us>

<https://www.fitbit.com/>

<https://www.microsoft.com/>

zusammenhängen oder ob gemessene und empfundene Schlafqualität übereinstimmt. Das UP3 hatte am Anfang des Jahres 2015 starke Auslieferungsprobleme und war in Deutschland erst gegen Spätsommer zu erhalten. Dadurch konnte es für diese Arbeit nicht verwendet werden.

Für das Microsoft-Band wurde ein Interview mit jemanden, der das Gerät gerade erworben und einige Zeit getestet hatte, geführt um die Funktionalität und die Handhabung näher betrachten zu können. Der Benutzer war sehr zufrieden mit dem Produkt und dem Umfang der eigenen Gestaltung den das Gerät aufweist. Jedoch lässt der Tragekomfort etwas zu wünschen übrig, da das Gerät etwas klobig ist. Die Ausrichtung des Gerätes von Microsoft geht zudem mehr in die Richtung einer Smartwatch mit Fitness-Funktionalitäten. Durch den etwas verrutschten Fokus geriet das Microsoft Band nicht in nähere Betrachtung. Da dabei eine Reihe Funktionalitäten bezahlt würden, die im Rahmen dieser Arbeit keinen Mehrwert haben.

Das Fitbit Surge bietet alle Funktionalitäten, die in erster Linie wichtig waren. Auch zu diesem Fitness-Armband wurden Benutzer-Interviews geführt um einen Einblick über Komfort und Funktionalität zu bekommen. Der Proband war sehr zufrieden mit dem Gerät und auch der augenscheinlichen Messgenauigkeit. Die Schlaferfassung funktioniert überraschend genau, was Einschlafzeit und das Erwachen in der Nacht angeht. Gleichzeitig stört das Band weder im Alltag noch beim Schlafen und die Erfassung des Ruhepulses gibt einen Einblick in den Zustand der Fitness und der körperlichen Verfassung, so die positive Meinung des Probanden. Allerdings sei die Erfassung der gegangenen Stockwerke anfangs sehr ungenau, oft wurden zu viele Stockwerke gezählt, was in einem Update Ende August behoben wurde.

Das Fitbit Charge HR hat die gleichen Funktionalitäten wie das Surge, bietet jedoch noch einige zusätzliche Funktionen. Ein großes Display, wie in Abbildung 2.4 zu sehen, bietet die Möglichkeit, Einstellungen direkt auf dem Gerät vorzunehmen, die bei dem Surge immer über eine App erfolgen müssen. Außerdem können Sportarten direkt beim Erfassen bestimmt werden und müssen nicht nachträglich über das Webinterface nachgetragen werden. Ein großer Unterschied ist, dass das Charge HR über GPS verfügt und somit die Strecke und genaue Route beim Joggen oder Radfahren erfassen kann. Für das Joggen ist das Gerät optimiert und bietet über das Webinterface auch zahlreiche Informationen wie Höhenunterschied, schnellster und langsamster Kilometer, Durchschnittsgeschwindigkeit und einiges mehr.

Dadurch, dass die Möglichkeit bestand, im Laufe der Testzeit und darüber hinaus das Surge in Benutzung zu sehen und selbst zu testen, wie auch immer wieder Interviews mit dem Benutzer zu führen, fiel die Wahl besonders wegen der vielen objektiven Gesichtspunkte auf das Fitbit Charge HR. So konnte ein größeres Testspektrum abgedeckt werden und die beiden Modelle auf Messgenauigkeit, Nutzen und Funktionalität in längerer Betrachtung gegenübergestellt werden. Die API vom Hersteller Fitbit bietet

die Möglichkeit, die Daten zu extrahieren und ist mit einer Dokumentation versehen, die das Arbeiten mit der Schnittstelle deutlich vereinfacht.

Eigenschaften	Fitbit Charge HR	Fitbit Surge	Jawbone UP24	Jawbone UP3	Microsoft Band
Werte					
Puls	✓	✓	✗	✓	✓
Ruhepuls	✓	✓	✗	✓	✓
Schritte	✓	✓	✓	✓	✓
Kilometer	✓	✓	✓	✓	✓
Etagen	✓	✓	✗	✗	✓
Kalorienverbrauch	✓	✓	✓	✓	✓
Aktivitäten tracken	✓	✓	✓	✓	✓
Schlafphasenerkennung	✗	✗	✗	✓	✗
Autom. Schlaf erfassen	✓	✓	✓	✓	✓
Funktion					
GPS	✗	✓	✗	✗	✓
Spritzwassergeschützt	✓	✓	✓	✓	✓
Eigene App	✓	✓	✓	✓	✓

Abbildung 2.5: Überblick der für dieses Projekt relevantesten Messwerte und Funktionen.

2.5.2 Waage

Der Markt der Analyse-Waagen bietet einige Modelle in verschiedenen Preisklassen. Wichtig war hier ein breites Spektrum an Werten. Mindestens Gewicht, Körperfett, Wasseranteil und Knochenanteil oder Masse. Zusätzlich musste das Gerät mit einer App kommunizieren und die Daten übermitteln. Auch hier war es wichtig, dass eine gute API zum Webservice des Anbieters besteht, damit die erhobenen Daten auch zur Verfügung stehen.

Hierbei wurden zwei Anbieter verglichen, Withings und Medisana. Die Waage von Withings bietet eine gute App sowie ein automatisches Hochladen der Daten durch das WLAN. Außerdem haben sie eine relativ hohe Marktdurchdringung und bieten somit ein bekanntes Produkt mit einer großen Nutzerschicht.¹⁰ Die Bedienung dieser Waage ist sehr einfach, wie man es sich von einer Waage auch wünscht. Dafür ist die Waage eher in den höheren Preisklassen dieser Geräte angesiedelt.

Die Medisana Waage ist mithilfe einer App an den Webservice angebunden. Das Smartphone muss also beim Wiegen in der Nähe sein und die App sowie Bluetooth eingeschaltet haben. Dafür bietet die Firma Medisana hohe Transparenz auf den eigenen Daten und die Möglichkeit, die Daten komplett über eine API abzurufen. Die Handhabung des Gerätes sowie der App ist etwas komplizierter als bei dem erprobteren Withings, jedoch in einem handhabbaren Maße. Die Waage befindet sich im mittleren Preissegment und überzeugt in der Summe der Argumente vor der Withings-Alternative.

Im Nachhinein wurden die Messergebnisse der Medisana Waage mit einem günstigen und einem teurerem Modell abgeglichen um in geringem Maße die Werte zu validieren. Dabei sind die Werte nur wenig voneinander abgewichen, sofern die Waage sachgemäß benutzt wurde.

2.5.3 Blutdruckmessgerät

Auf dem Endverbrauchermarkt der Blutdruck-Messgeräte gibt es zwei verschiedene Möglichkeiten, zum einen Oberarm-Messgeräte, zum anderen Unterarm-/Handgelenk-Messgeräte. Auch bei der Wahl dieses Geräts ist wichtig, dass es eine gute API bietet. Bei den Blutdruckgeräten wurde ein Oberarm-Messgerät von Withings mit einem Handgelenk-Messgerät von Medisana verglichen. Auch hier fiel die Wahl des Produktes auf das Gerät von Medisana, da sie bei einem deutlich niedrigeren Preis eine sehr gute Qualität liefern.

Im Nachhinein wurden Messreihen zwischen den beiden Geräten verglichen um Abweichungen zwischen Oberarm- und Unterarm-Messungen zu verfolgen. Die untenstehende Abbildung 2.6 zeigt die Differenz der beiden Messreihen, eine pro Gerät für die Diastole und Systole. Beide Geräte haben laut Hersteller eine Abweichung von ± 3 mmHg bei Diastole und Systole sowie ± 5 Prozent des gemessenen Pulswertes.

Um die Geräte miteinander zu vergleichen, wurde eine Testperson gebeten für den Verlauf einer Woche den Blutdruck mit beiden Geräten zu erfassen. Die Werte des

¹⁰Verglichen mit anderen intelligenten Waagen

Oberarm-Gerätes sind in der Tabelle 2.1 veranschaulicht, die des Handgelenk- Messgerätes in Tabelle 2.2. Für den 8. Juni sind keine Werte vorhanden, da der Tester an diesem Tag keine Messungen vornahm.

Tag	6.Juni	7.Juni	9.Juni	10.Juni	11.Juni	12.Juni
Uhrzeit	15:58	13:24	10:27	08:16	10:23	10:17
Systole	119	121	126	123	121	124
Diastole	81	82	79	86	79	82

Tabelle 2.1: Die Messwerte des Oberarm Blutdruckgerätes in mmHg

Tag	6.Juni	7.Juni	9.Juni	10.Juni	11.Juni	12.Juni
Uhrzeit	16:48	13:25	10:28	08:17	10:18	10:18
Systole	132	124	122	130	123	126
Diastole	83	84	77	88	89	70

Tabelle 2.2: Die Messwerte des Handgelenk Blutdruckgerätes in mmHg

Die untenstehende Grafik 2.6 zeigt die Differenz zwischen den beiden Geräten. Auf den ersten Blick wirkt diese stellenweise sehr groß. Am 6. Juni misst die Systole eine Differenz von 13, das ist deutlich außerhalb des durch den Hersteller angegebenen Höchstwertes der Differenz von 6 (Bei Gerät x mit einer Abweichung von -3 und Gerät y Abweichung mit einer von +3). Allerdings ist in den Tabellen 2.1 und 2.2 zu erkennen, dass der Tester am 6. Juni nicht direkt hintereinander gemessen hat, sondern mit etwa einer Stunde Abstand, die große Differenz weist allerdings nur die Systole aus, die Diastole weicht zwischen den Geräten kaum ab. Das kann daran liegen, dass die Diastole ein Wert ist, der sich deutlich langsamer verändert als die Systole. Das sorgt dafür, dass sich in der Zeit der Blutdruck verändern kann. An den anderen Tagen ist direkt hintereinander gemessen worden. Dies ist in den Daten deutlich zu sehen, an der relativ niedrigen Differenz, die im Rahmen liegt, sie beläuft sich zwischen 2 und 7. Der Wert des 11. Juni weist wiederum einen starken Unterschied bei der Diastole auf. Dies ist ein unerwartetes Ergebnis. Da aber die anderen Werte, die zeitlich nah beieinander gemessen wurden, dicht beieinander liegen, wird hier davon ausgegangen, dass beide Messgeräte eine ausreichende Messqualität für diese Arbeit haben.

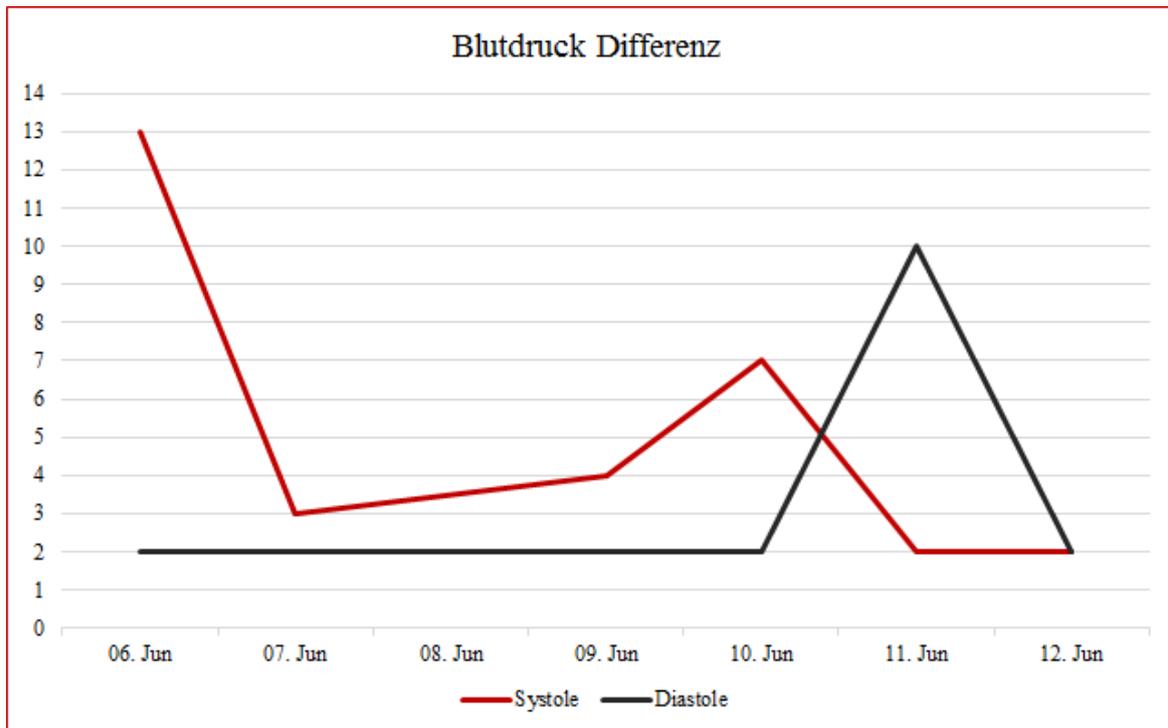


Abbildung 2.6: Der Vergleich zwischen Oberarm und Handgelenk Blutdruck Messgerät

2.6 Stakeholder

In diesem Abschnitt sollen die Stakeholder beschrieben werden, die Interesse und Vorteile an einem System wie dem hier beschrieben hätten und aus welchen Bereichen diese Stakeholder kommen.

Benutzer

Stakeholder sind in erster Linie die direkten Benutzer des Systems selbst. Als Zielgruppe können sie als sportlich und gesundheitlich interessierte, technisch affine Menschen beschrieben werden. Sie agieren täglich mit dem System, pflegen ihre Daten ein und können Daten und Analysen über sich direkt entnehmen. Ihre Daten werden aufbereitet und ihnen zur Verfügung gestellt, damit die Benutzer des Systems ihre eigenen ganz persönlichen Ziele verfolgen können und von dem System Hilfestellung und Unterstützung bekommen. Sie können damit ihre Ziele erreichen, ihr Wohlbefinden steigern, sportlicher oder gesünder werden und ihr persönliches Bedürfnis nach

Informationen und Überblick stillen. Solche Benutzer wurden bereits im Abschnitt 2.4 beschrieben. Es handelt sich dabei um Menschen, die technisch sehr affin sind und sich gern mit neuen Möglichkeiten auseinandersetzen und auch bereit sind sich darauf einzulassen, dass Technik sie bei ihrem täglichen Leben begleitet und diese auch benutzen. Gleichzeitig muss ein Interesse für den eigenen Körper bestehen. Sei es der Gesundheits- oder Fitnesszustand oder einfach das Interesse, den eigenen Körper in Zahlen und Daten auszudrücken. Wie schon in Kapitel 2.1 beschrieben, hat sich in den letzten Jahren eine Bewegung geformt, die genau von solchen Menschen angetrieben wird, die Quantified Self Bewegung, die, aus ganz unterschiedlichen Motiven, vielseitige Daten über ihren Körper und ihr Leben sammeln. Die Motivation, die hinter dieser Bewegung steckt, hat sich auch außerhalb etabliert und der Markt der Body-Sensorik ist mittlerweile ein Wachstumsmarkt [via Bitkom \(2015\)](#).

Freunde und Familie

In Zeiten der immer stärker werdenden sozialen Medien und der Gamification sind die Bezugsgruppen der Benutzer keine außer Acht zu lassenden Stakeholder. Benutzer wollen häufig ihre Daten teilen, oder Menschen, die ihnen nahe stehen, an ihrem Leben teilhaben lassen. Sei es um zu zeigen, dass sie Erfolge haben oder um Interesse zu stillen. Die Eltern wissen zu lassen es gehe einem gut und man ernähre sich auch gesund oder um mit den Freunden Wettkämpfe austragen zu können. Das Teilen vielerlei Daten gehört in der heutigen Zeit für viele unabdingbar dazu.

Sporttrainer, Ernährungsberater

Die Daten, die durch das System erhoben werden, können im weiteren durch Personen und Berufsgruppen genutzt werden, die der Benutzer zu Rate ziehen würde um die Ziele auf einem konventionellen Wege zu erreichen. So können Sporttrainer einen Einblick darin bekommen, wie gut der Benutzer auf Trainingsmethoden anspringt, wie hilfreich die Methoden sind und dahingehend auch das Training optimieren. Ähnliches trifft auf Ernährungsberater zu, die mit den Informationen des Systems leichter nachvollziehen können, wie der Benutzer sich ernährt, welchen Einfluss diese Ernährung auf viele andere Bereiche seiner Gesundheit und sein Wohlbefinden hat.

Krankenkassen und Arzt

Die Daten, die der Benutzer über sich selbst sammelt, können langfristig gesehen sehr großen Nutzen haben. Sei es um den eigenen Arzt ins Bild zu setzen und Symptome zu erkennen, die in der herkömmlichen Diagnostik nicht auffallen oder um zu überprüfen,

wie Behandlungsmethoden anschlagen. Es könnte aufgezeichnet werden, wie Patienten auf Behandlungen ansprechen und Erfolge oder Misserfolge mit Daten anderer Patienten verglichen werden.

Die Krankenkassen bezeugen ebenfalls immer größeres Interesse an den Daten, die aus den Entwicklungen der Quantified Self Bewegung hervorgehen. Nutzererfahrungen und Daten aus einem System wie dem hier beschriebenen können Krankenkassen eine große Hilfe sein. Es kann helfen, Kunden in Gesundheitsgruppen einzuteilen, Krankheiten früher zu erkennen und somit Kosten zu senken oder um gesundes Verhalten zu unterstützen. Die Möglichkeiten, die die Krankenkassen darin sehen, sind in letzter Zeit sehr kontrovers diskutiert worden. Die Diskussionspunkte werden im Ausblick 5.3 dieser Arbeit eingehender betrachtet.

Freier Markt

Alle Branchen, die zum Beispiel mit Gesundheit, Medizin, Sport und Ernährung in Verbindung stehen, könnten mit anonymisierten Daten aus diesem System ihren Markt verbessern. Studien, Produkte und Präparate können durch Ergebnisse und Daten aus einer Langzeitüberwachung verfeinert und verbessert werden. Die Wirkung von Medikamenten, Ernährungshinweisen und Trainingsplänen kann umfassender und leichter evaluiert und erforscht werden. Aufwändige Studien, die schwer über repräsentative Massen verteilt werden können, könnten mithilfe eines solchen Systems einfacher durch heterogene Testgruppen durchgeführt werden und Erfolge granularer verfolgt werden.

2.7 Fachliche Anwendungsfälle

Die fachlichen Anwendungsfälle wurden aus den beschriebenen Szenarien generiert. Hier sollen einige kurze Beispiele gegeben werden um zu zeigen, wie sich die fachlichen Anwendungsfälle definieren.

2.7.1 Sensordaten abfragen

Das System authentifiziert sich bei den Webschnittstellen der Sensor-Anbieter und stellt eine Anfrage, die die Daten seit der letzten Abfrage bezieht. Die von der Schnittstelle gelieferten Daten werden im System gespeichert.

Titel: Sensordaten abfragen
Akteur: das System
Häufigkeit: weniger als 1000 am Tag

1. Bei der Webschnittstelle authentifizieren.
2. Anfrage stellen für Delta seit der letzten Abfrage.
3. Daten in einem Dokument im von der Schnittstelle gegebenen Format persistieren.

2.7.2 Sensordaten bereinigen

Das System liest wie im Anwendungsfall 2.7.1 gespeicherten Daten ein und reduziert und mappt diese um die gewünschten Daten zu erhalten. Die reduzierten Daten werden einer Plausibilitätsüberprüfung unterzogen um abschließend fehlende Daten zu extrapolieren.

Titel: Sensordaten bereinigen
Akteur: das System
Input: Daten aus Schnittstelle
Häufigkeit: weniger als 1000 am Tag

1. Datenreduktion und Mapping. Genauer beschrieben in →Datenverarbeitungs-Komponente
2. Pro Datensatz Plausibilitätsüberprüfung durchführen. Genauer beschrieben in →Datenverarbeitungs-Komponente
3. Daten Extrapolation. Genauer beschrieben in →Datenverarbeitungs-Komponente
4. Daten kommasepariert in einem Dokument persistieren.

2.7.3 Tägliche Ernährungsdaten auswerten

Dieser Anwendungsfall beschreibt einen Teil des Szenarios, in dem das System Vorschläge für eine Ernährung macht, die den Anforderungen des Benutzers entsprechen. Dafür gleicht das System die vom Benutzer eingegebenen Daten über seine Ernährung mit den Nährwert- Angaben aus einem Experten-System ab. Die in Grundeinheiten vorliegenden Nährwerte werden in die Einheiten der Benutzerangaben umgewandelt und der Nahrungskomponente hinzugefügt um diese zu persistieren

Titel Tägliche Ernährungsdaten auswerten
Akteur das System
Input Vom Nutzer eingegebene Ernährungsdaten

1. Aktuelle Nahrungskomponenten werden geladen
2. System erfragt Nährwerte (In Grundeinheiten) der erfassten Lebensmittel vom Expertensystem.
3. Nährwerte in Grundeinheit¹¹ werden auf aktuelle Menge der Nahrungskomponente transformiert.
4. Nährwerte der aktuellen Nahrungskomponente werden abgespeichert.

2.8 Anforderungen

Aus den Anwendungsfällen wurden Anforderungen erzeugt und hier exemplarisch aufgenommen. Der in dieser Arbeit implementierte Prototyp erfüllt einige der hier aufgeführten Anforderungen, die das angestrebte System beschreiben.

Datenextraktion

1. Das System muss folgende herstellerepezifische Webservices anbinden:
 - a) Fitbit
 - b) Medisana
2. Das System muss sich bei den Webschnittstellen authentifizieren
3. Das System muss Anfragen an die Webschnittstelle stellen.

Daten

Das System muss in der Lage sein folgende Daten zu erfassen

1. Blutdruckdaten
2. Gewichtsdaten
3. Pulsdaten

¹¹100g oder 100ml etc.

4. Schlafdaten
5. Aktivitätsdaten
6. manuelle Daten

Datenbereinigung

1. Das System reduziert die Daten auf die in Anforderungskategorie 2.8 genannten.
2. Das System führt eine Plausibilitätsüberprüfung durch
3. Das System extrapoliert fehlende Daten
4. Das System persistiert nur die in Anforderung 2.8 genannten notwendigen Daten aus den Schnittstellen
5. Das System persistiert die Daten in der größt möglichen Granularität

Datenauswertung

1. Das System kann die Daten auf eine Zeitspanne von 15 Minuten normieren.
2. Das System kann die Daten auf eine Zeitspanne von 15 Minuten akkumulieren.
3. Das System generiert Daten auf Grundlage der Rohdaten aus den Schnittstellen.
4. Das System sucht nach Korrelaten innerhalb der persistierten und erarbeiteten Daten.
5. Das System normiert die Ernährungsdaten auf Nährwerte.

Datenvisualisierung

1. Das System stellt dem Benutzer die ursprünglichen Daten dar.
2. Das System stellt dem Benutzer erarbeitete Daten dar.
3. Das System verwertet die erarbeiteten Korrelate innerhalb von Ratschlägen an den Benutzer.

3 Entwurf und Implementierung

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie der Entwurf eines Systems aussähe, welcher die oben genannten Eigenschaften hat und die Anforderungen erfüllt. Gleichzeitig wird darauf eingegangen, wie weit im Rahmen dieser Arbeit eine prototypische Implementierung angefertigt wurde.

Das System ist nach dem KDD Prozess¹² entworfen. In der Arbeit [Fayyad u. a. \(1996\)](#) wurden die fünf Phasen des KDD Prozesses definiert. Dieses Vorgehen wird hier genutzt, da es ein bewährtes Prinzip der Datenauswertung ist und dem Modell, das [Li u. a. \(2010\)](#) für den Prozess des Datenerfassens im Rahmen des Quantified Self entwickelt haben, sehr ähnlich ist. Die untenstehende Grafik wurde der Arbeit von [Fayyad u. a. \(1996\)](#) entnommen. Anhand dieser soll verdeutlicht werden, wie das System aufgebaut ist, da sich die einzelnen Komponenten des Systems in die Phasen des Modells einordnen und darin spezifische Aufgaben erfüllen.

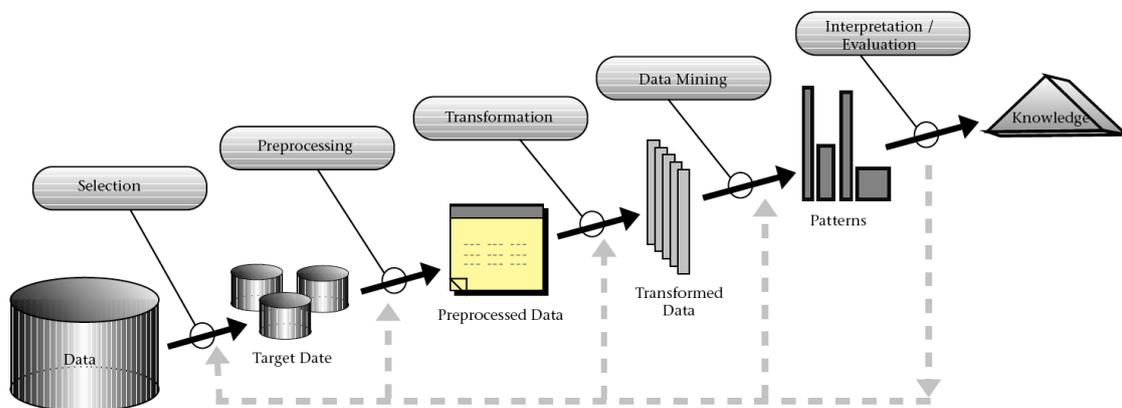


Abbildung 3.1: Die fünf Phasen des KDD Prozesses nach [Fayyad u. a. \(1996\)](#). Entnommen aus selbigem.

¹²Knowledge Discovery in Databases

3.1 Komponenten

Das System setzt sich aus einer Reihe Komponenten zusammen, die eine möglichst hohe Kohäsion aufweisen. Dabei ist darauf geachtet worden, die Kopplung gering zu halten. Um einen Überblick zu geben, zeigt untenstehende Abbildung des Systems die Komponenten und ihre Zusammenhänge. Das System besitzt zwei Schnittstellen, von denen eine für die jeweiligen Sensoren benötigt wird. Näher beschrieben in Abschnitt 3.2.2. Die andere wird von der Interpretations-Komponente 3.6.1 und der Analyse-Komponente 3.5.1 genutzt. Diese Schnittstelle dient dem Erweitern des Systems durch Expertensysteme. Diese sollen das vom System benötigte Expertenwissen in Bereichen der Gesundheit, des Sports, der Ernährung etc. veränderlich und aktuell halten. Der Benutzer interagiert über die Benutzer-Schnittstellen aus der Kommunikations-Komponente 3.6.2 und fragt dort seine Daten ab. Das Szenario der Kommunikation innerhalb des Systems bei der Datenabfrage wird im Abschnitt 3.7 näher erläutert.

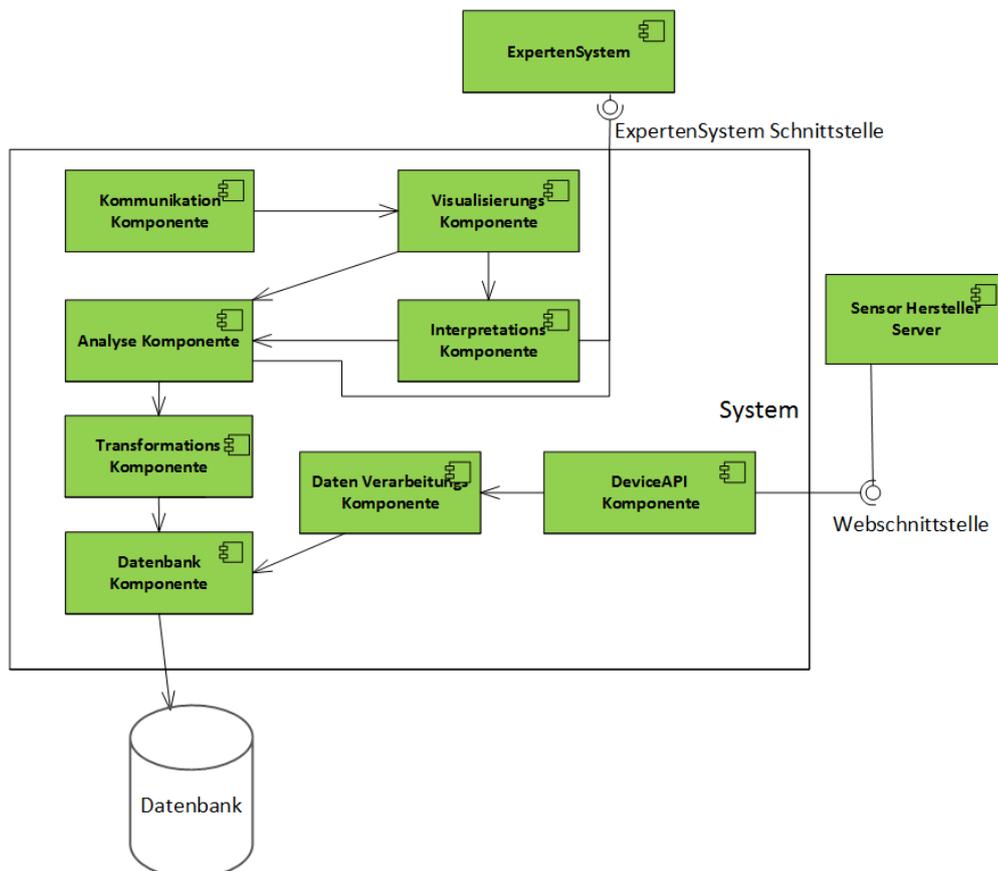


Abbildung 3.2: Die Komponentensicht des Systems

Die einzelnen Komponenten werden in den folgenden Abschnitten genauer beschrieben.

3.2 Datenauswahl

Der erste Schritt des KDD-Prozesses besteht aus der Auswahl und der Erzeugung der Daten. Die Auswahl wird in der Regel vom Benutzer durchgeführt in dem er festlegt, welche Daten er erfassen und welche Geräte er benutzen möchte. Neben der Auswahl der Daten muss ebenfalls festgelegt werden, in welchem Intervall Daten erhoben werden müssen um die gewünschte Datendichte zu erhalten. Häufig ist im ersten Schritt noch nicht absehbar, wie engmaschig die Datenerhebung sein muss um Ergebnisse zu erzielen.

3.2.1 Datenschema

Das Datenschema der automatisch erhobenen Daten wird hier näher erläutert und in Abbildung 3.3 dargestellt. Es gibt drei Datenquellen, die aus zwei Schnittstellen extrahiert werden. Der VitaDock von Medisana liefert die Daten der Waage und des Blutdruckmessgeräts. Über die Schnittstelle von Fitbit werden die Daten des Fitnessarmbands bezogen.

Die Waage liefert sechs Werte, der jeweils Messdatum und Uhrzeit zugeordnet werden. Dabei wird das Gewicht in Kilogramm und Muskelmasse, Wasseranteil, Fettanteil und Knochenmasse in Prozent gemessen. Der BMI ist ein errechneter Wert, der sich aus Nutzerangaben im Gerät (Alter, Geschlecht, Größe) und dem gemessenen Gewicht zusammensetzt. Die Werte haben Nachkommastellen, dabei ist zu bemerken, dass die prozentualen Werte zusammengezogen nicht einhundert Prozent ergeben.

Das Blutdruckmessgerät misst drei Werte, denen Messdatum und Uhrzeit zugeordnet werden. Dabei handelt es sich bei Systole und Diastole die in mmHg (Torr, Millimeter-Quecksilbersäule) um Zahlenwerte ohne Nachkommastelle. Der Puls wird in Bpm(Schläge pro Minute) gemessen.



Abbildung 3.3: Das Datenschema der aus den Schnittstellen gewonnenen Daten

Die Daten aus dem Fitbit Surge setzen sich aus einigen direkt gemessenen sowie berechneten Werten zusammen. Darüber hinaus gibt es einige zusammengesetzte Werte, wie Schlaf und Training. Das Armband liefert die Anzahl der Schritte, sowohl als

Tagesgesamtwert, wie auch als Zeitreihe, in der jeder Minute die Anzahl der gegangenen Schritte zugeordnet wird. Der Puls ist wie die Schritte als Zeitreihe erfasst, in der jeder Minute ein Wert zugeordnet wird. Während des Nachtschlafs berechnet das Gerät einen Ruhepuls, der für jeden Tag, als einzelner Wert übertragen wird. Die Distanz, die der Benutzer zurückgelegt hat, wird in Kilometern mit Nachkommastellen zurückgegeben. Die über den Tag verbrauchten Kalorien werden in kcal übermittelt. Die Schnittstelle übermittelt auch die Etagen, die der Benutzer am Tag gestiegen ist.

Der Schlaf setzt sich aus einer Reihe Parametern zusammen. So werden alle Minuten, die das Gerät der Schlafphase zuordnet, auf Werte (1-3) gemappt. Dabei bedeutet 1 schlafend, 2 unruhig und 3 wach. Daraus berechnet das Gerät, wie oft der Benutzer aufgewacht (Erwacht Anzahl) ist und wie viele Minuten alle Wachphasen zusammen ausmachen (Erwacht Dauer) sowie die Zeit (in Minuten), die der Benutzer unruhig schlief und wie lange die Dauer des Schlafes ist, nachdem die Minuten unruhig und wach abgezogen wurden. Weitere übermittelte Parameter sind die Minuten, die nach dem Erwachen im Bett verbracht wurden sowie die Zeit, die der Benutzer zum Einschlafen benötigt hat (in Minuten). Daraus ergibt sich zusammen mit der Zeit schlafend, wach und unruhig die gesamte Zeit, die im Bett verbracht wurde.

Die aktiven Minuten beschreiben die Zeit, die der Benutzer einen gewissen Puls überschreitet, also vermutlich aktiv ist. Als aktiv gilt der Benutzer in den Grundeinstellungen ab einem Puls, der etwas über fünfzig Prozent des Höchstpulses liegt. Der Höchstpuls wird als $(220 - \text{Alter des Benutzers})$ berechnet. Ein zwanzigjähriger gilt also ab einem Puls von 101 als aktiv.

Ein Training wird mit folgenden Parametern erfasst. Der Name des Trainings, das durchgeführt wurde (z. B. Laufen, Radfahren, Gewichte etc.) sowie die dabei verbrauchten Kalorien und zurückgelegten Schritte, die Schritte sind den genauen Minuten zugeordnet. Die dadurch zurückgelegte Distanz in Kilometern und die Minuten, die sich in einem der drei Herzfrequenzbereichen befinden: inaktiv, leicht aktiv und sehr aktiv. Diese Zonen richten sich jeweils nach den Pulsfrequenzen und sind zwischen Benutzern unterschiedlich. Neben dem Datum des Trainings werden auch die Startzeit und Endzeit erfasst.

3.2.2 DeviceAPI-Komponente

Entwurf

Die Aufgabe dieser Komponente ist, die einzelnen Geräte, die verwendet werden sollen, zu kennen und deren Daten zu beziehen. Dies geschieht in regelmäßigen Abständen und ohne direktes Einwirken des Benutzers. Die Daten werden zur Benutzung der nächsten Komponente im Filesystem gespeichert.

Um ein angenehmes Benutzergefühl zu erzeugen und zeitnahe Auswertungen zu ermöglichen, reicht es nicht, die Daten aller Geräte einmal am Tag zu beziehen. Daten, die nur einmal am Tag erhoben werden (zum Beispiel morgendliches Wiegen), müssen nicht öfters abgefragt werden. Jedoch sollten Daten, deren Frequenz deutlich höher ist, öfters bezogen werden um dem Benutzer direktes Feedback zu geben (Hier zum Beispiel die Pulsfrequenz).

Die DeviceAPI Komponente schreibt die Schnittstellen der Server an und authentifiziert sich auf ihnen um die Daten des Benutzers abzurufen. Der aktuelle Standard für Webserver-Schnittstellen-Authentifikation ist OAuth, die dafür benötigten Authentifizierungs Token und Sicherheitsschlüssel werden manuell von der Homepage in das Programm eingetragen. Die Komponente durchläuft das OAuth2 Protokoll und authentifiziert sich auf dem Hersteller- Server um dann mit seiner Schnittstelle arbeiten zu können. Die internen Anfragen sind von unterschiedlicher Semantik und müssen daher angepasst werden. Die Komponente holt die Nutzer-Daten vom Server und speichert diese in Dokumenten auf dem Filesystem.

Für die prototypische Implementierung wurden die Daten aus dem Szenario 2.4.2 übernommen und das System darauf ausgelegt, die Daten aus dem Blutdruckmessgerät, der Analyse-Waage und dem Fitness-Armband zu sammeln und zu verarbeiten. Die genaue Spezifikation und die Eigenschaften der Geräte ergaben sich aus der Modellwahl, die wie in 2.5 beschrieben, getroffen wurde.

Implementierung

Für die Sensoren von Medisana und Fitbit mussten hier eigene Implementationen geschrieben werden, die im Folgenden nacheinander kurz beschrieben werden.

Um die OAuth Authentifizierung zu implementieren und Daten aus dem Webclient des Herstellers zu ziehen, wurde im Falle der Waage und des Blutdruck-Messgerätes die Implementierung und Dokumentation genutzt, die Medisana auf ihrer Github-Seite zur Verfügung stellt [AG \(2012\)](#). Der bestehende Code musste dafür angepasst werden, da er eine alte OAuth- Version implementierte, die die aktuelle Schnittstelle von Medisana nicht mehr nutzt. Der Beispiel-Code von Medisana bietet nur ein vollständiges Modul zum Extrahieren der Blutdruckwerte. Somit musste die Implementierung um ein Modul für die Waage erweitert werden. Die von der Schnittstelle extrahierten Daten wurden in einer Textdatei gespeichert, die in einer Ordnerstruktur liegt, die so von der Datenverarbeitungs-Komponente verwendet werden kann. Um die Daten von der Homepage komplett zu bekommen, müssen Rechte von der Firma freigeschaltet werden, die nicht in gewöhnlichen Accounts vorhanden sind. Um diese Rechte zu bekommen, gab es einen kurzen E-Mail-Verkehr mit dem Support-Team von Medisana.

Für die Daten des Fitbits mussten ebenfalls gesonderte Rechte für die unter meinem Account registrierte Applikation gesichert werden. Auch dafür war eine kurze E-Mail-

Korrespondenz mit dem Support-Team notwendig. Daraufhin wurde ein Programm genutzt [Steenbuck \(2015\)](#), das per Konsole Anfragen an die Fitbit-Schnittstelle entgegennimmt und sich mittels einer justierten OAuth-Implementation [Stas und Irina \(2010\)](#) auf den Fitbit-Servern registriert und die Anfragen ausführt. Die Antworten der Schnittstelle wurden in Textdokumenten abgelegt, die von der Daten-Verarbeitungs-Komponente benutzt werden.

3.3 Vorverarbeitung und Bereinigung

In der zweiten Phase eines KDD Prozesses müssen die Daten technisch bereinigt werden. Oft sind erhobene Daten nicht in der Qualität, in der sie verarbeitet werden können. Unsinnige, fehlerhafte und nutzlose Daten werden in dieser Phase ausgefiltert und die Qualität des Datenbestandes soweit erhöht und ein Format gewählt, in dem die folgenden Schritte darauf aufbauen können.

3.3.1 Datenverarbeitungs-Komponente

Entwurf

Die Daten, die aus den Schnittstellen abgerufen werden, sind teilweise mit Daten angereichert, die im Kontext dieser Arbeit keine Verwendung finden. Des Weiteren liegen die Daten in der schnittstelleneigenen Formatierung vor, eine Umformatierung an dieser Stelle kann die Weiterverarbeitung erleichtern und beschleunigen. Dopplungen, nutzlose oder falsche Daten müssen aussortiert und bereinigt werden. Dadurch wird aus den Rohdaten ein Datenstand, der von den weiteren Komponenten verwendet werden kann. Dabei ist es wichtig, ob ein Datensatz einem Datum zugeordnet werden kann, da er sonst nicht in das gewählte Datenschema passt, dieses ist in Abschnitt 3.2.1 erklärt.

Implementierung

Die Schnittstellen der Hersteller geben die Daten in einem JSON Datenformat zurück. Dabei unterscheiden sich die Datensätze und ihr Aufbau zwischen den Herstellern. Fitbit liefert große, stark verschachtelte Datenobjekte zurück, die mit einigen Parametern angereichert sind, die für dieses System ohne Nutzen sind. Die Daten aus der Fitbit-Schnittstelle werden, nachdem sie konvertiert wurden, bereinigt und wenn nötig fehlende Werte ersetzt. Ein Beispiel dieser Fitbit-Daten ist in Anhang 6.3 veranschaulicht. In Anhang 6.4 wird gezeigt, wie die Daten nach dem Bereinigen aussehen.

Die Medisana-Daten enthalten das Datum in Form eines Millisekunden- Zeitstempels und müssen somit konvertiert werden um mit den manuellen und Fitbit-Daten vergleichbar zu sein, die ihre Zeitstempel in der Form Datum und Uhrzeit vorliegen haben.

Auch Medisana liefert Daten, die das System nicht benötigt, z. B. 'diastoleTargetMin' siehe 6.1, dies ist ein Wert, der für jeden abgerufenen Blutdruck angibt, was die WHO aktuell als Mindestwert der Diastole ansieht. Diese ungenutzten Parameter werden zur leichteren Verarbeitung und um Speicherplatz zu sparen annulliert. Die Daten aus dieser Schnittstelle werden sortiert und Komma separiert abgelegt. Der Anhang 6.2 veranschaulicht das Ergebnis der Bereinigung.

Die Konvertierung des Datums in das Format: (Jahr-Monat-Tag) und die akribische Überprüfung der Zeitstempel ist notwendig um in späteren Schritten die Daten zeitlich miteinander vergleichen zu können und Zeitreihen zu erstellen.

Datenqualität ist ein essentieller Teil zur erfolgreichen Analyse der Daten, daraus ergibt sich die Notwendigkeit, Daten akribisch zu bereinigen. Viele Messwerte sind mit einer Ungenauigkeit behaftet und können unsinnige Ausreißer bilden, die bei Analysen zu Fehleinschätzungen führen können. Die hier beschriebenen Ausreißer sind nicht die durchaus interessanten Ausreißer, die wertvolle Erkenntnisse bei Analysen sein können, sondern solche, die von Sensoren erzeugt werden und außerhalb logischer Werte liegen (z. B. ein Pulswert von dreihundert Schlägen pro Minute). Sensoren liefern hin und wieder fehlerhafte Daten aus ganz unterschiedlichen Gründen. Es ist notwendig, dass solche Fehlwerte durch eine Plausibilitätsüberprüfung gefunden und behandelt werden. Die Daten müssen außerdem von allem unnötigen Beirat befreit werden um eine schlanke Verarbeitung zu gewährleisten. Die Probleme mit der Datenqualität werden im Kapitel 4.1.7 ausgeführt.

3.3.2 Datenbank-Komponente

Entwurf

Die Datenbank-Komponente bekommt die bereinigten Daten und persistiert sie. In der Auswertung sind Kontext- und Langzeit- Daten wichtig. Deshalb ist es notwendig, dass diese Datenbank darauf ausgerichtet ist, Daten auch über lange Zeit zu halten und mit veränderlichen Schemata klarkommt, damit Daten auch dann noch genutzt werden können, wenn in der Zukunft der Rhythmus der Erhebung, die Granularität oder Parameter geändert werden.

Bei herkömmlichen SQL-Datenbanken ist es schwierig, das Schema der Daten im Nachhinein zu verändern oder zu erweitern. Das Weglassen veralteter Attribute kann mitunter schwer sein. Da viele NoSQL-Datenbanken weitaus flexibler sind, fällt die Designentscheidung auf eine Datenbank aus diesem Umfeld. Die wesentlichen Aspekte sind flexible und performante Datenspeicherung, die ein Bearbeiten der Schemata und Daten im Nachhinein erlaubt. Das Speichern und Suchen sollte schnell gehen.

Das nachträgliche Bearbeiten der Schemata ist deshalb von Nöten, weil Daten vom Nutzer flexibel erhoben werden können. So soll er mittels verschiedener Geräte und

manueller Erfassung Daten erheben können, die für ihn sinnvoll sind. Dadurch können Fälle auftreten, in denen z. B. das Blutdruckmessgerät unregelmäßiger oder häufiger als zweimal am Tag, wie in den Szenarien 2.4 beschrieben, nutzen möchte. z. B. für eine höhere Überwachung nach dem Sport. Dies verändert die Analysefähigkeiten des Systems, soll aber nicht dazu führen, dass es nicht mehr arbeiten kann.

Die Architektur der Datenbank muss wie oben gezeigt flexibel sein um das Leben eines Menschen abbilden zu können. Die Ausrichtung aller Daten sollte nach dem Zeitpunkt geschehen. Das heißt, jedem Datensatz muss ein genauer Zeitpunkt zugeordnet werden um alle Daten in einen zeitlichen Kontext zu bringen, da darin ein großer analytischer Wert besteht. Daten, die zeitlich nah aneinander liegen, korrelieren häufig und gehören oft zusammen. So sind z. B. Pulsdaten in der Regel abhängig von ihrem (zeitlichen) Vorgänger. Für den Kontext der Analyse ist es notwendig, entscheiden zu können, wann welche Daten erhoben wurden. Wie war der Puls in der gefühlt anstrengendsten Zeit des Laufens? Wie wurde sich in der Woche ernährt, in dem der Benutzer sich besonders wohl gefühlt hat etc. Die zeitliche Komponente erlaubt eine Kontextualisierung der Daten und ist somit von hoher Relevanz.

Implementierung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde die Datenbank nur im Groben entworfen. Die gesammelten Daten sind in Textdateien gespeichert und noch nicht in eine Datenbank übertragen worden.

3.4 Transferieren (Transformations-Komponente)

In der Transferieren-Stufe geht es darum, die Daten in die für das Analyseverfahren benötigte Struktur zu bringen. Dafür werden die Daten im Sinne des Kontext bereinigt, im Gegensatz zu der technischen Bereinigung in der von der Technik erzeugter 'Datenmüll' herausgefiltert wird. Hier geht es darum, die Daten nach dem Wert des Inhalts zu filtern. So ist es Aufgabe dieser Stufe, die 'Glättung' der Werte vorzunehmen. Also das Akkumulieren der Werte, wenn es notwendig ist und der Extrapolation von Daten, wenn sie in unterschiedlicher Frequenz vorhanden sind, aber verglichen werden sollen sowie die Diskretisierung von Daten. Hierdurch werden die Daten bereinigt, optimiert und verfeinert um sie an die Auswertungseinheit weiterzugeben.

Entwurf

Die Transformations-Komponente bekommt ihre Daten aus der Datenbank-Komponente, wenn sie analysiert werden sollen. Das heißt, Leseanfragen aus den Auswertungsteilen des Systems gehen auf dem Weg zur Datenbank-Komponente durch die Transformations-Komponente. Die Daten, die zurück gegeben werden, sind transferiert um eine optimale Analyse und Verarbeitung zu gewährleisten. Dafür

werden sie in die richtige Form gebracht, die das jeweilige Analyseverfahren benötigt. Meist geht es um das Vereinheitlichen der Zeitabstände zwischen den Daten. Dafür werden die Daten normalisiert und durch Trendwerte erweitert, wenn die Zeitabstände für die Betrachtung zu groß sind oder akkumuliert um größere Zeitabstände zu betrachten.

Implementierung

Die Transformations-Komponente ist im Rahmen dieser Arbeit nicht implementiert worden. Die Daten, die aus dem Selbsttest gewonnen wurden, sind testweise per Hand transformiert worden.

3.5 Data Mining

Die Data-Mining-Stufe ist der Teil des Systems, in dem die Daten nach der Bereinigung und Transferierung analysiert werden. Hierzu werden diverse mathematische Verfahren genutzt, die Muster im Datenbestand erkennen. Diese Muster können von Interesse für den Nutzer sein und werden ihm angezeigt sowie als Informationen im System weiter genutzt und an die Visualisierungs- und Interpretationsebene übermittelt. Die Interpretation soll später durch den Nutzer möglich und nachvollziehbar sein. Dafür werden die Daten und Erkenntnisse des Systems in der Visualisierungs-Komponente grafisch aufbereitet. Diese Komponente verwaltet die 'Schattenprofile' für den Benutzer.

Schattenprofil

Das Schattenprofil ist das imaginäre Ziel, auf das der Benutzer hinarbeitet. Er wählt seine persönlichen Ziele und übermittelt sie an das System. Dabei wählt er ein Profil, das für ihn das Gewünschte ist. Ein aktives oder eines das sich sehr gesund ernährt, die Möglichkeiten sind hier groß. Ein Profil, das ihm helfen soll abzunehmen oder einfach auf dem Stand zu bleiben auf dem er ist. Sein Schattenprofil ist des Benutzers gewünschtes Zukunfts-Ich, auf das er mithilfe des Systems versucht hinzuarbeiten.

3.5.1 Analyse-Komponente

Entwurf

Die Analyse-Komponente wendet mathematische Methoden an um aus den Daten einen Mehrwert zu generieren oder Zwischenergebnisse zu erzeugen, die im weiteren Verlauf verwendet werden. Unter anderem simple Berechnung von Mittelwerten und Durchschnitten sowie eines Trends um Prognosen für fehlende und Zukunftswerte zu erreichen. Siehe Kapitel 4.1.7 Die Analyse der Daten teilt sich in kurzfristige und langfristige Analysen, auf die hier kurz eingegangen werden soll. Kurzfristige Analysen betreffen stark begrenzte Zeiträume und dienen meistens der täglichen Auswertung,

wie etwa die Berechnung der nötigen Ernährung anhand der Werte, die das System über den Benutzer hat. Wird genug getrunken, genug geschlafen, wie ist der Blutdruck in Ordnung oder polarisiert er stark?

Neben den täglichen Analysen über das derzeitige Verhalten werden Langzeitanalysen gepflegt. Welche Daten hängen scheinbar zusammen? Welche Anstiege sorgen für abfallende oder ansteigende Daten in anderen Bereichen? Wie entwickelt sich das Körpergewicht, der Blutdruck oder die Ernährung über die Zeit? Können offensichtliche Zusammenhänge herausgearbeitet werden, wie zum Beispiel der Einfluss der Wasserzufuhr auf den Blutdruck. Diese Korrelate werden in dieser Komponente durch die Berechnungen herausgearbeitet und an die Interpretations-Ebene weitergegeben. Dabei ist es notwendig, die erarbeiteten Korrelate kritisch zu prüfen, da die Gefahr von fehlerhaft erkannten Werten gegeben ist. Nicht jeder Wert, der anhand der Zahlen zusammenzuhängen scheint, ist das auch. Dadurch kann das System in die Irre geführt werden, wenn die Korrelate nicht überwacht werden.

Gleichzeitig soll durch die Beobachtung der Trendwerte eine Annäherung an das vom Benutzer angegebene Schattenprofil überwacht werden. Also an die für den Benutzer optimalen Werte, die er zu erreichen wünscht. Die Berechnung des Trends filtert zu starke Schwankungen heraus und ermöglicht eine Prognose auf zukünftige Entwicklungen. Diese Komponente sorgt also dafür, dass durch Berechnungen ein Mehrwert auf den vorhandenen Daten generiert wird, der zur weiteren Verarbeitung durch das System oder der Nutzung durch den Benutzer zur Verfügung steht. Dafür können diverse Mittel verwendet werden, so dass sich die Komponente wiederum aus diversen Akteuren zusammensetzen kann. Dafür gibt es eine Reihe bereits existierender Programme und Methoden.

Die Komponente soll im Expertensystem eingepflegtes Wissen nutzen. So z. B. über die optimale Flüssigkeitsaufnahme, den Kalorienbedarf und -verbrauch sowie Grenzwerte, die notwendig sind um einen Lebensstil zu gewährleisten, den der Benutzer für sich als gewünscht angegeben hat. Dieses Wissen soll mit den erhobenen Daten verglichen werden um zu bestimmen, wie nah das aktuelle Verhalten des Bewohners an diesen optimalen Werten ist.

Implementierung

Die notwendigen Programme wurden bis auf einen engen Kreis eingegrenzt, doch noch nicht ausreichend erprobt und dem System eingegliedert, so dass die Analyse Komponente in ihrem Umfang nicht implementiert wurde.

3.5.2 Visualisierungs-Komponente

Entwurf

Die Visualisierungs-Komponente bekommt zum einen Daten aus der Transformations-

Komponente um sie mittels Graphen, Diagrammen und Tabellen auf Abfrage des Benutzers anzuzeigen. Wie z. B. den Wasser-Konsum der letzten Woche als Balkendiagramm in Millilitern. Oder ein Kuchendiagramm über die Zusammensetzung der Ernährung des letzten Tages nach Lebensmittel-Kategorien (Obst, Gemüse, Fleisch, Getreide, Milchprodukte) etc. Zum anderen bezieht sie aufbereitete Daten aus der Analyse-Komponente um diese darzustellen. Dies kann dann mittels normaler Diagramme geschehen, in denen wichtige Informationen, die sich aus der Analyse ergeben, hervorgehoben werden.

Alle Daten werden hier auf Wunsch des Nutzers tabellarisch dargestellt um eine möglichst hohe Transparenz des Systems zu ermöglichen. Der Zugriff des Nutzers soll hier möglichst frei gestaltet werden und ihm ermöglichen, neben den vom System automatisch generierten Visualisierungen auch beliebige eigene Daten in gewünschten Diagrammtypen und Tabellen ausgeben zu lassen, sofern der Datensatz den Diagrammtyp zulässt. Vom System ermittelte zusammenhängende Daten sollen in einem Graphen dargestellt werden, damit Beziehungen klar zu erkennen sind. Die Ausgaben, die diese Komponente erzeugt, werden an die Kommunikations-Komponente weitergeleitet.

Implementierung

Diese Komponente wurde durchdacht und die Visualisierungsmöglichkeiten betrachtet. Jedoch wurde nichts Eigenes implementiert und die Visualisierungsfunktionen von Microsoft Excel genutzt um erste Visualisierungen durchzuspielen und zu erproben.

3.5.3 Verwendete Programme

Das Programm, das in den Entwürfen dieser Komponenten genutzt werden soll, ist Rapidminer¹³ Ein Programm, das die meisten Datenformate für große Datenmengen unterstützt und darauf Analyse- Verfahren anwenden kann. Daher können einfache Auswertungen gemacht werden bis hin zu komplexen Korrelaten, die das Programm zu erkennen unterstützt. Im Rahmen dieser Arbeit konnte das Programm jedoch nur als Favorit eingeordnet und in geringem Maße getestet werden.

Die meisten Analysen und die Darstellung, die zum Testen der Daten- visualisierungen und –analysen verwendet wurden, wurden mittels Microsoft Excel getestet. Die Daten können tabellarisch eingepflegt und dann in Diagrammen dargestellt werden. Die Darstellung ermöglicht eine vom Menschen durchgeführte Analyse der Werte. Einige Berechnungen, die in das Programm eingepflegt wurden, berechnen simple Analysen oder generieren weitere Daten über den Datenbestand, z. B. Mittelwerte, Spitzen oder Senken.

¹³<https://rapidminer.com/>

3.6 Interpretation

Diese Stufe umfasst die letzten Schritte um aus den Daten Informationen zu generieren, die dem Nutzer helfen. Die in den vorherigen Stufen gewonnenen Daten und Mehrwerte auf den Daten, sprich die Analysen, werden in dieser Stufe zu Erkenntnissen weiterentwickelt. Dies ist die entscheidende Stufe, das gesammelte Wissen zu nutzen und durch Expertenwissen Erkenntnisse zu erlangen. Also aus den vorhandenen Daten Wissen über die Daten und den Benutzer zu erlangen. Im System soll innerhalb dieser Stufe über die Interpretations-Komponente erkennen, wann ein Wert beachtenswert ist, ein Korrelat von Bedeutung und wann die Kommunikations-Komponente etwas in einen Ratschlag auf das richtige Verhalten für den Nutzer verwandeln kann. Diese Stufe vertieft damit den Companion-Technologie-Aspekt des Systems, da eine der Komponenten dem Benutzer hilfreiche Ratschläge übermittelt, die ihn seinen Zielen näher bringen können.

3.6.1 Interpretations-Komponente

Entwurf

In der Interpretations-Komponente werden die gewonnenen Daten aus der Analyse-Komponente interpretiert. Die angezeigten Ausreißer, die Nähe zu den optimalen Werten, die Veränderung über Zeit und die Korrelate. Dieses Wissen wird verarbeitet und z. B. in Ratschläge umgewandelt. Dafür ist ein Wissen notwendig, das von evaluierten Quellen immer aktuell genutzt werden muss. Somit muss ein Experten-System genutzt werden, dessen Wissensstand immer möglichst nah an den aktuellen Erkenntnissen aus Ernährung, Gesundheit und sportlichen Feldern ist.

Gleichzeitig muss sich die Komponente besonders über Zeit immer mehr auf den Benutzer einstellen und lernen, welche Eigenarten dieses Individuum hat. Durch die Analysen der Daten muss diese Komponente lernen, worauf der Benutzer vermutlich gut und worauf er schlecht anspringt. Verträgt er am späten Abend Koffein oder nicht? Wenn der Benutzer immer wieder spät abends Koffein trinkt und an einem einzigen Abend schlecht schläft, sollte die Schlussfolgerung nicht unbedingt sein, dass es am Koffein liegt. Das heißt, dieses System stellt sich mit der Zeit auf seinen Benutzer ein, analysiert ihn und ermöglicht so eine ganz auf ihn zugeschnittene Interpretation seiner Daten. Die Bereiche der 'normalen' Werte können sich nach einer gewissen Eingewöhnungszeit anpassen. Je nach Gesundheitszustand ist nicht jeder Mensch mit einem Puls von 90 inaktiv. Menschen mit einem grundsätzlich langsameren Herzschlag¹⁴ können einen ganz anderen Aktivitätslevel bei 90 Schlägen pro Minute haben, als solche Menschen, die schon beim Stehen einen Pulsschlag von 90 haben.

¹⁴Dies ist ein Effekt der aus diversen Gründen auftreten kann, niedriger Stoffwechsel oder hohe Trainiertheit des Herzens, z. B. bei Ausdauer-Profi-Sportlern

Implementierung

Diese Komponente wurde nicht implementiert. Alle Interpretationen, die als Test für dieses System getroffen wurden, sind händisch ermittelt worden.

3.6.2 Kommunikations-Komponente

Entwurf

Die Kommunikations-Komponente handelt die Kommunikation mit dem Benutzer ab. Sie stellt also die GUIs und handhabt alle Formen der Kommunikation mit dem Benutzer. Die Diagramme, Tabellen und Graphen aus der Visualisierungs-Komponente werden hier ausgegeben. Dazu soll eine App dienen, die dem Benutzer Ansicht und Bedienung des Systems ermöglicht. Die Informationen aus der Interpretations-Komponente werden in Hinweisen und Ratschlägen dargestellt, die das System dem Benutzer aufgrund der Analyse seiner Daten geben möchte. Des Weiteren können Daten, die der Benutzer im System hinterlegt, über die Elemente dieser Komponente gepflegt werden.

Implementierung

Diese Komponente wurde nicht implementiert. Die Ausgaben sind in Microsoft Excel erstellt worden.

3.7 Kommunikation

In diesem Abschnitt soll die Kommunikation innerhalb des Systems verdeutlicht werden. Hierfür wird das Beispiel einer Anfrage des Benutzers herangezogen und durch untenstehende Abbildung verdeutlicht.

Use Case - Statistiken anzeigen

Wünscht der Benutzer seine Daten einzusehen, nutzt er die GUI, die die Kommunikations-Komponente bereitstellt. Diese übermittelt die Anfrage nach den Statistiken an die Visualisierungs-Komponente um eine Anfrage auf eine Visualisierung zu stellen. Dabei übermittelt sie, welche Daten in welchem Format angegeben werden sollen, sofern der Nutzer dies angegeben hat. Gibt der Nutzer keine spezielle Visualisierungsform an, wird eine zu den Daten passende Default-Einstellung genutzt. Die Visualisierungs-Komponente stellt die Anfrage über die Daten an die Analyse-Komponente, welche die Anfrage verarbeitet und überprüft, was an den Daten verändert werden muss und stellt eine Anfrage auf die Daten an die Transformations-Komponente. Diese überprüft, welche Daten genutzt werden sollen und stellt diese

aus der Datenbank her. Sie stellt eine Anfrage an die Datenbank-Komponente, welche sich um die Kommunikation mit der Datenbank durchführt. Diese werden ggf. normalisiert oder akkumuliert, falls die Zeitabstände der Daten nicht gleich sind. Sobald die Daten für den Zweck transformiert wurden, gibt die Komponente die Daten zur Analyse-Komponente zurück. Die Analyse-Komponente verarbeitet die Daten und reichert sie eventuell mit Analysen und Auswertungen an um sie an die Visualisierungs-Komponente weiterzugeben. Diese visualisiert die Daten, damit sie von der Kommunikations-Komponente in der Benutzer-GUI angezeigt werden können.

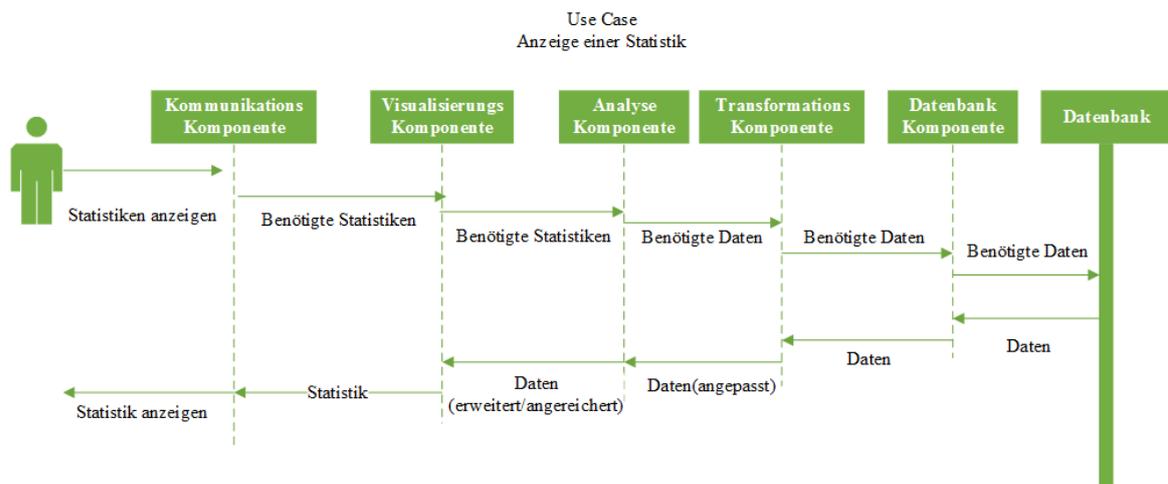


Abbildung 3.4: System Kommunikation bei Anzeige Anfrage einer Statistik

4 Evaluation

In diesem Kapitel wird beschrieben, wie Teile des Systems getestet werden um eine Evaluation der Umsetzbarkeit und dem Nutzen der Daten und somit des Systems durchzuführen.

4.1 Selbsttest

Der Selbsttest soll erste Daten liefern. Des Weiteren soll er einen Einblick in das Erfassen der eigenen Daten geben und ein Gefühl für die Methoden, Probleme und Erkenntnisse, die schon die Mitglieder der Quantified Self Bewegung schilderten, siehe Kapitel 2.1. Außerdem sollen diese Erkenntnisse durch eigene erweitert und bestätigt werden. Es ist wichtig für das Systemdesign zu erkennen, welche Daten im momentanen Stand der Technik erhoben werden können und welche nicht. Alle Daten, die bisher nicht automatisch erfasst werden können, müssen, wenn möglich, manuell erfasst werden. Gegenstand des Selbsttestes war auch, herauszufinden, wie tragbar das manuelle Erfassen relevanter Daten auf Dauer ist.

4.1.1 Vorgehen

Im Vorlauf wurde für den Selbsttest überlegt, welche Daten erhoben werden sollen. Dabei kam eine große Anzahl an Parametern heraus, die von Interesse sind. Diese wurden auf Machbarkeit überprüft, wodurch einige Parameter am Anfang wieder herausfielen (z. B. Körpertemperatur, Außentemperatur, Wetterbericht, Luftfeuchtigkeit, Blutzucker etc., da eingesehen werden musste, dass bis zum Start der Testphase die notwendigen Vorkehrungen nicht getroffen werden konnten. So wurden z. B. Körpertemperatur und Außentemperatur weggelassen.

Nachdem festgelegt wurde, welche Daten erfasst werden und alle Vorbereitungen getroffen wurden, wurde die Testphase begonnen. Neben den eigentlichen Daten wurden noch kurze Notizen aufgezeichnet, die Auskunft darüber geben, wie das Datenerfassen empfunden wurde und welche Gedanken und Erkenntnisse dabei aufkamen.

Nach der ersten Testphase wurde der Datenstand einmal überarbeitet, Probleme und neue Ideen eingearbeitet und die Technik überdacht und bearbeitet. Mit einem verbesserten Datenmodell wurde die zweite Testphase durchgeführt.

Nach Beendigung der zweiten Testphase wurden die entstanden Daten gesichtet, bereinigt, komprimiert und verarbeitet.

4.1.2 Testphase 1 - Datenmodell testen

Der Ablauf

Die erste Testphase wurde über den Zeitraum einer Woche und mittels der drei im Kapitel 2.5 ausgewählten Geräten erfasst sowie einer großen Auswahl manuell erhobener Daten innerhalb einer Google-Docs-Tabelle 4.1. Diese sollte es ermöglichen, die erfassten Daten unterwegs unmittelbar einzutragen. Dadurch sollte ein wiederholt von Self Trackern geschildertes Problem umgangen werden. Wenn Daten nicht innerhalb kurzer Zeit erfasst werden, vergisst der Proband diese, es kann schon am Folgetag schwierig sein, sich genau zu erinnern, was am Morgen davor gefühlt, gegessen oder getan wurde [Emmert \(2013\)](#). Somit wurden die Daten mehrmals täglich erhoben und sind zeitnah erfasst worden. Aufgrund der Wahl der Technik, die einige Probleme machte, siehe 4.1.2 und der Tatsache, dass diese Phase besonders zum Testen des Datenmodells gedacht war, wurde die Phase frühzeitig nach nur vier Tagen beendet. Die untenstehende Abbildung zeigt das erste Datenschema und veranschaulicht, welche Daten aus welchen Bereichen erhoben wurden. Die automatisch erhobenen Daten veränderten sich zwischen den Versuchen nicht und werden in Kapitel 3.2.1 erläutert. Somit soll das Hauptaugenmerk auf den manuellen Daten liegen.

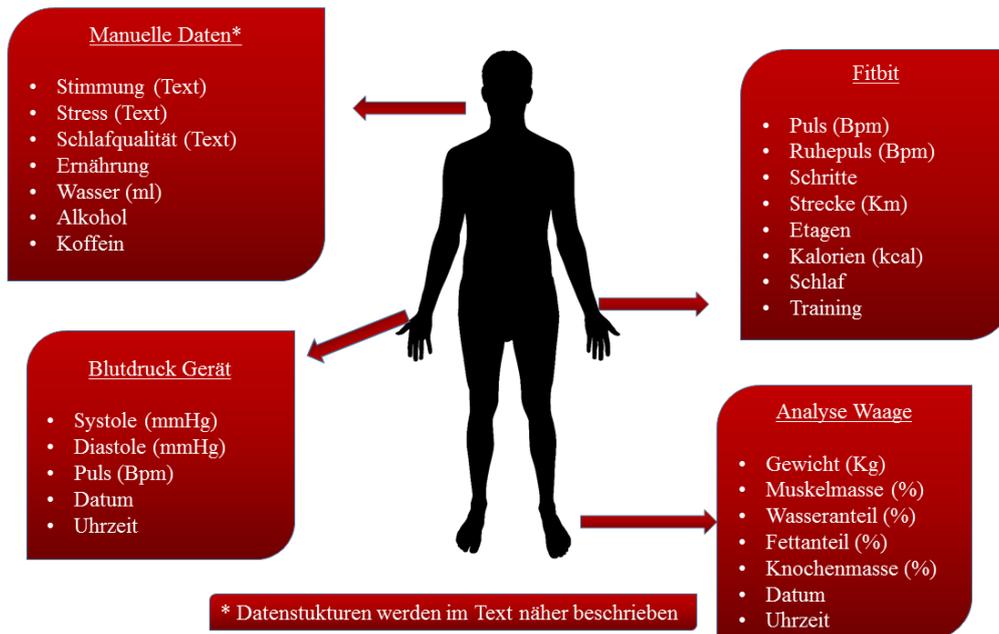


Abbildung 4.1: Das Datenschema aus dem ersten Selbsttests

Die manuellen Daten umfassen subjektive Werte wie die Stimmung, den Stress und die Schlafqualität. Die Stimmung wird vier Mal am Tag erhoben, Morgens, Mittags, Abends und am späten Abend. Dazu kommt eine Tagesbewertung als Stimmungstages-Fazit. Das Erfassen der Stimmung findet mittels einer schriftlichen Äußerung statt. Die Erfassung des Stresses folgt keinem Rhythmus, Stress wird mit seinem Grund festgehalten, sobald er auftritt und mit der Uhrzeit versehen. Tritt kein Stress auf, werden keine Daten erhoben. Die Schlafqualität wird morgens nach dem Schlafen erhoben und mittels eines Freitextes und eventuellen Begründungen niedergeschrieben.

Neben den subjektiven Bewertungen werden einige objektive Werte erfasst. Dazu zählen Ernährung, Wasseraufnahme, Alkoholkonsum und Koffeinkonsum. All diese Werte werden mit der genauen Uhrzeit versehen. Dabei wird Wasser in Milliliter erfasst, die Ernährung umfasst neben der Uhrzeit den Namen des Lebensmittels, die Menge, die kcal, eine Einordnung in Kategorien (Obst, Fleisch, Gemüse etc.) sowie die Anmerkung auf das Gefühl/die Stimmung, die mit dem Essen der Mahlzeit einhergeht. Alkohol und Koffein werden neben der Uhrzeit mit dem Namen des Getränkes und der Menge erfasst.

Probleme

Innerhalb dieser Woche sind einige Probleme aufgetreten. Somit war es mühselig, mittels der Google-Docs-Variante auf dem Smartphone große Tabellen zu bearbeiten. Die

Tabellen waren anstrengend zu bearbeiten und nur zuverlässig, wenn eine konstante Internetverbindung bestand. Gerade der Punkt des Erfassens unterwegs konnte dadurch nicht bedient werden und mehr als einmal kam es innerhalb der nur vier Tage zu Datenverlust, da die App die Daten nicht zuverlässig gespeichert hat. Ein weiteres Problem war die Granularität. Die Daten wurden viel zu feinmaschig erhoben, dadurch wurde das Erfassen lästig und zu einer unangenehmen Pflicht. Das gewählte Datenschema beinhaltet einige Probleme. So waren die Daten zu wenig standardisiert, viele Daten wurden mittels Freitexten erhoben, die zwar für den Menschen aufschlussgebend, jedoch schwer zu analysieren und maschinell zu vergleichen sind. Ebenfalls gab es kein vorgegebenes Zeitschema, bei Daten wie Ernährung wurden aktuelle Zeiten auf die Minute genau genommen, die später mit viel länger auseinanderliegenden Datensätzen schwer zu vergleichen und gegeneinanderzuhalten sind.

Erkenntnisse, Beobachtungen

Schon in den vier Tagen, die dieser Test dauerte, konnten einige Erkenntnisse und Beobachtungen gemacht werden. Eine Beobachtung, die ich an mir selbst gemacht habe, ist, dass sich mein Verhalten allein durch das Wissen, dass ich alles aufschreiben muss, verändert hat. Zum einen tritt dann der Effekt ein, mit dem auch Weight Watchers arbeitet. Man macht sich bewusst, was man isst und muss es sich auf dem Papier eingestehen, so greift man viel seltener zu kleinen Naschereien. Bei mir war es oft, dass ich den Aufwand, wegen einer Kleinigkeit Daten aufschreiben zu müssen, meiden wollte. Dies führte auch dazu, dass ich seltener kleinere Mengen Wasser getrunken habe und häufiger größere Mengen auf einmal.

4.1.3 Tesphase 2 - Datenerzeugung

Der Ablauf

Diese Phase war für fünf Wochen angesetzt um genug Daten zu haben um über die Betrachtung einer Momentaufnahme hinauszukommen. Dafür wurde das Datenschema aus der ersten Phase genommen und soweit überarbeitet, dass die Probleme, die dort auftauchten, behoben oder abgeschwächt wurden. Abbildung 4.2 veranschaulicht das Datenschema. Es wurden so viele Werte wie möglich nicht mehr als Freitext erfasst, sondern als Skalar auf einer Skala von -3 bis 3, bei der -3 das negative Extrem ist, 0 ist der neutrale Punkt und 3 der positivste Ausschlag. Dies ist ein System, das nach [Shardand und Maes \(1995\)](#) als System für Befragungen als sehr effektiv hervorgehoben wurde. Dazu ermöglicht es durch die numerische Angabe eine erleichterte Auswertung und höhere Vergleichbarkeit. Dafür wurden bei manchen Werten wie Schlafqualität und Stress zusätzliche Felder eingeführt um in einem Freitext Anmerkungen zu machen, zum Beispiel einen Grund falls einer bekannt ist. Eine weitere Veränderung zum ersten Durchlauf ist ein 15-Minuten-System. Alle Daten, die vorher minütlich erfasst wurden, sind nun in 15 Minuten umfassende Bereiche gegliedert. Das verringert die

Effekte des viel aber selten Trinkens aus dem ersten Durchlauf und den Erfassungsaufwand, da sich die genaue Uhrzeit nicht mehr gemerkt werden muss. Gleichzeitig erhöht es die Vergleichbarkeit mit anderen Werten und Tagen. Um diese Vergleichbarkeit zu verstärken, wurde der Tag in drei Zeitbereiche geteilt. So gliedert sich der Tag in: Morgens - Vormittag (8:00-13:00), Mittag - Nachmittag (13:00 - 18:00), Abend - Nacht (18:00 - 24:00). Diese Unterteilung ist ganz individuell geregelt. Da in meinem Alltag in der Regel zwischen 24:00 und 8:00 wenn es geht, geschlafen wird. Der Morgen beginnt erst um 8:00, dafür geht der Tag abends im Normalfall bis 24:00. Der einzige Ausreißer aus dieser Regel ist die Erfassung der Stimmung, da im ersten Test bemerkt wurde, dass es häufig zu Stimmungsänderungen am späteren Abend gegenüber dem Abend kommt, wurde ein Feld eingefügt, das es erlaubt, den Abend mehr zu differenzieren. Neben der Einteilung wurden auch einige Werte geändert, so ist die Erfassung von der Einteilung der Zeit zwischen Arbeit und privat, die Ausrichtung der Ernährung auf den Tagesabschnitt, der Ort, an dem sich primär aufgehalten wurde und das gefühlte Wetter sowie Temperatur dazukommen. Dabei wurde die Temperatur in vorher festgelegten Worten (kalt, kühl, warm, heiß) und nicht in Skalaren erfasst.

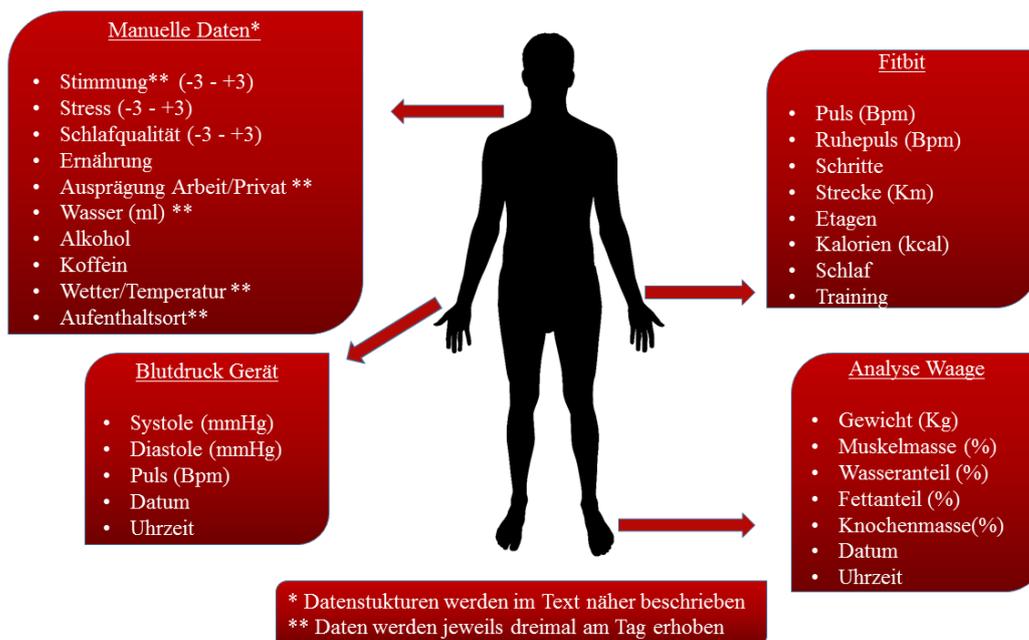


Abbildung 4.2: Das Datenschema aus dem zweiten Selbsttest

Probleme

Ein Problem, das sich während des Erfassens zeigte, war die starke Abstrahierung durch die verwendeten Skalare. Mit Zahlen geht man nicht so nativ um und so blieb der

direkte Erkenntnisgewinn aus und kam erst nach einiger Zeit. Durch die Veränderung der Dateneinheiten zu Zahlen sowie der Einteilung in Zeiträume war eine Erleichterung des Erfassens zu spüren, was dafür sorgte, dass das Erfassen weniger penibel war. Daten konnten am Abend oder am Tag danach erfasst werden ohne einen großen Verlust zu erzeugen. Dies war ein Problem und ein positiver Aspekt gleichzeitig. Das Erfassen der Daten manuell sowie durch die Geräte, besonders die Waage, machten in meinem Lebensstil einige Probleme. Durch häufige Ortswechsel findet keine Gewöhnung statt und die Waage musste ständig hin und her transportiert werden, dies stellte einen großen Stressfaktor dar.

Ein weiteres Problem, das sich zeigte, war die lange Testdauer, in der ich einen möglichst aktiven und ausgeglichenen Lebensstil führen wollte. Durch die Länge kam ich in Terminot. Es war ausgesprochen schwierig, eine Phase von mehr als vier Wochen zu finden, in denen nicht besonderer Stress, Arzttermine, Operationen/Krankheit, Reisen etc. anstanden. So wurden aus den geplanten fünf Wochen sechseinhalb, da eineinhalb Wochen aus Krankheitsgründen untypische Daten lieferten.

Erkenntnisse, Beobachtungen

Eine Beobachtung die während des Erfassens gemacht werden konnte war, dass besonders zum Ende hin das Aufzeichnen und Erfassen eine lästige Pflicht wurde. Dieses Gefühl kam durch die erleichterte Erfassung der Daten deutlich später, aber die Motivation in der siebten Woche (2 Wochen waren unbrauchbar geworden) machte starke Probleme. Durch anhaltende Erfassung tritt irgendwann Gewöhnung ein. Man findet sich damit ab, alle kleinen Sünden aufzuschreiben und so tritt seltener der Effekt der Verhaltensänderung ein. Durch die Veränderung von Freitext auf Skalare war es wie schon oben beschrieben schwieriger, direkte Erkenntnisse zu beziehen. Jedoch wurde es dadurch leichter, mit der Vergangenheit zu vergleichen und Veränderungen oder Gleichbleibendes besser nachzuverfolgen. Eine sehr spezielle Beobachtung konnte ich tätigen, da ich während des Zeitraums beginnen musste, einen Blutwert einzustellen. Die Folgen der Medikation, welche durchweg positiv waren, sind teilweise in den Daten, die ich erhoben habe, nachzuverfolgen. Was natürlich für mich persönlich ein sehr schöner Effekt war. Ebenfalls eine spannende Beobachtung konnte ich durch das Aufzeichnen meiner Ernährung sowie der Gewichtsveränderungen machen. Es gab viele Tage, an denen ich vollkommen normal aß, verglichen mit dem was man erwarten würde, und dennoch zunahm. Dies war ein sehr angenehmer Effekt, da ich dadurch meine Selbstwahrnehmung kontrollieren konnte. Da ich natürlich damit rechnete zu viel gegessen zu haben. Dieses Problem ließ sich dann auf den Stoffwechsel zurückführen, der durch die Medikation erst über die Zeit wieder stärker arbeiten würde.

Eine Beobachtung, die während der Analyse gemacht wurde war, dass sich durch das Verarbeiten der Daten, an denen es mir schlecht ging, direkt wieder negative Emotionen bis hin zu körperlichen Reaktionen zeigten.

4.1.4 Daten Auswertung

Dieser Abschnitt beschreibt wie vorgegangen wurde um die aus dem Selbsttest gewonnenen Daten zu verarbeiten und zu evaluieren.

Daten extrahieren

Um die Daten aus den Geräte-Schnittstellen zu extrahieren, wurden weite Teile der Device API Komponente 3.2.2 implementiert. Die daraus resultierenden Daten wurden in der Struktur, die die Schnittstellen vorgeben, in Textdateien abgelegt.

Daten bereinigen

Die Daten wurden nach der Erhebung bereinigt und in ein einheitliches Format gebracht. Die aus den Schnittstellen gewonnenen Daten mussten zuerst von unnötigen Informationen, die aus den Schnittstellen mitgeliefert werden, bereinigt werden um dann in ihrem Format an die Manuellen Daten angepasst zu werden. Die Probleme, die die Datenstrukturen machten, wurden in Kapitel 4.1.7 genauer beschrieben.

Die Verarbeitung der Daten wurde für den Selbsttest historisch betrieben. Sodass im Nachhinein die Daten der gesamten Testphase aus den Schnittstellen extrahiert und dann verarbeitet wurden. Im eigentlichen System soll dies täglich geschehen. Das benötigt einen Automatismus, der der API-Komponente noch nicht implementiert wurde.

Die Daten-Verarbeitungs-Komponente 3.3.1 wurde für die Verarbeitung und Bereinigung der Daten implementiert und genutzt um aus den Daten, kommaseparierte Dokumente zu generieren, in denen die bereinigten Daten abgelegt wurden.

Daten auswerten

Diese bereinigten Dateien wurden in Excel importiert um dort Auswertungen durchzuführen und die Daten zu evaluieren. Die Auswertung beschränkt sich im Rahmen dieses Testes auf simple mathematische Auswertungen wie Mittelwert und Durchschnitt. Die Daten wurden gegenübergestellt und Verläufe analysiert. Ein weiteres Mittel zur Auswertung war die graphische Darstellung, die im nächsten Kapitel genauer beschrieben wird. Durch die Darstellung in Graphiken konnten weitere Erkenntnisse gewonnen werden.

4.1.5 Daten Anzeige

Die aufbereiteten Daten wurden für die Anzeige per Hand ausgewählt um relevante Datenpunkte in geeigneten Diagrammen wiederzugeben. Dabei wurden diverse Diagramme und Tabellen erzeugt, die zum einen dem Überblick dienen, zum anderen die Analyse vereinfachen. Einige dieser Diagramme sind im Anhang zu finden 6.2.

Die verwendeten Diagramme waren in erster Linie Kuchen- und Linien-Diagramme. Dabei wurde auch die Möglichkeit untersucht, Word Clouds zur Visualisierung der Ernährung zu nutzen. So können häufig konsumierte Nahrungsmittel oder Nahrungsmittel-Kategorien hervorgehoben werden. Ein Beispiel für eine Word Cloud für Lebensmittelkategorien findet sich im Anhang unter 6.6. Für die meisten Datensätze ist diese Darstellungsform jedoch nicht optimal, da sie in Zahlenwerten vorliegen.

Das Verwenden von Liniendiagrammen bot sich besonders bei Blutdruck- und Pulsdaten an. Die Abbildung 6.7 im Anhang veranschaulicht eine Betrachtung des Blutdrucks über den gesamten Testzeitraum in einem Liniendiagramm.

Für Werte, die Anteile angeben sollten, wie etwa die prozentuale Aufschlüsselung der Aufenthaltsorte oder der Ernährungskategorien, bot sich ein Kuchendiagramm an um auf übersichtliche und einfache Art Zusammenhänge zu veranschaulichen. Beides ist im Anhang 6.2 zu sehen.

Einige Daten, wie die Gegenüberstellung der gemessenen und empfundenen Schlafqualität, ließen sich in Tabellen besser ausdrücken als in Diagrammen, da sie auf zwei verschiedenen Skalen gemessen wurden. Die vom Fitnessarmband gemessene Schlafqualität ist in Prozent von 0 bis 100 angegeben, wohingegen die empfundene Schlafqualität in einer Skala von -3 bis +3 gemessen ist.

4.1.6 Dateninterpretation

Die Interpretation der Daten fand mittels der in Abschnitt 4.1.5 beschriebenen Visualisierungsmittel statt. Dabei wurden einige Korrelate herausgearbeitet wie auch die Erkenntnis, dass einige Werte nicht korrelieren bei denen das erwartet wurde.

So sind zum Beispiel Korrelate zwischen Stimmung und Aufenthaltsort zu erkennen. Während und nach der Arbeitszeit ist die Stimmung schlecht, wohingegen der Aufenthalt beim Partner häufig mit positiver Stimmung einhergeht.

Zwischen den Werten, ob die Zeit mehr mit Arbeit oder mehr privat verbracht wird und ob dabei mehr Stress oder Entspannung herrscht, ist wider Erwarten kein Zusammenhang sichtbar. Stress oder Entspannung hängt somit in dieser Testphase nicht mit der Freizeit zusammen.

Auch die gegenübergestellten Schlafqualitätsdaten, zwischen selbst eingeschätzten und vom Fitnessarmband gemessenen, korrelieren nicht.

Im Liniendiagramm des Blutdrucks 6.7 ist zu erkennen, was in Abschnitt 4.1.3 beschrieben wurde. Die Testzeit musste verlängert werden, da einige Daten unbrauchbar für diesen Zweck waren. So bewegen sich in der Abbildung die Blutdruckwerte ab dem

22. August in einen sehr untypischen Bereich und normalisieren sich erst gegen Ende der Testphase wieder. Solche Ausreißer sind zwar spannend zu sehen, allerdings sollte der Testzeitraum erstmal Daten sammeln, die dem Alltag entsprechen.

4.1.7 Datenqualität

Die Daten sind, wie erwartet, in der Regel selten von der Qualität, in der sie verarbeitet werden sollen. Aus der Natur der Daten ergeben sich Schwankungen, die Sensoren der Kategorie, die hier gewählt wurden, sind zum einen nicht medizinisch genau, zum anderen erfassen sie, vor allem im Rahmen des Fitnessarmbands, den ganzen Tag Daten. Dadurch entstehen externe Störungen, die die Messergebnisse verfälschen oder eine Messung kurzfristig behindern.

Die APIs der Webservices liefern große Datenstrukturen. Im Kapitel 3.3 wurde bereits beschrieben, dass aus den Datenstrukturen die extrahiert wurden große Teile weggeschnitten werden müssen, da sie für diese Arbeit keinen Mehrwert bieten. Diese unnötigen Daten sind Werte wie der Aktivitätsgrad des Nutzers, den dieser im Gerät einspeichert. Diese Werte werden vom Hersteller zur Berechnung erweiterter Daten genutzt. Die Daten des Blutdruck-Messgerätes von Medisana besitzen eine Struktur, die für jeden Messwert die von der WHO vorgegebenen Grenzwerte eines gesunden Blutdrucks beinhaltet. Siehe Anhang 6.1. Dies ist eine Information, die das System einmal benötigt und an anderer Stelle bekommt, somit sind auch diese Informationen unnötiger Ballast aus der Datenstruktur, der bereinigt wird, bis die Kerndaten, die für das System nötig sind, isoliert wurden.

Medisana

In der Betrachtung und Verarbeitung der Daten wurden weitere Probleme in der Datenqualität aufgedeckt. Die Schnittstelle der Medisana-Geräte lieferte teilweise duplizierte Datensätze, so dass diese Dopplungen erkannt und herausgefiltert werden mussten. Des Weiteren wurden die Daten in der Testphase akribisch erhoben, doch sind, durch Fehler in der Übertragung der Geräte ins Internet, Daten verlorengegangen, so dass besonders bei der Waage Daten aus der Testphase fehlen. Dadurch gibt es eine Reihe von Tagen, für die es keine Messdaten gibt. Diese fehlenden Daten müssen somit durch Trendwerte ersetzt werden. Das bedeutet, die Messdaten die vorliegen werden genutzt um einen Trend zu berechnen, anhand dessen ein Wert erzeugt wird, der annähernd an dem Messwert liegt, der verlorengegangen ist. Die Daten aus den Medisana-Geräten werden immer mit einem Zeitstempel im Millisekunden-Format gespeichert und darüber abgerufen. Die Schnittstelle erlaubt es nicht, mehr als einhundert Datensätze mit einem Aufruf zu erhalten. Sollen mehr Daten auf einmal extrahiert werden, muss der Zeitstempel verschoben werden, was eine Konvertierung des gewünschten Datums in Zeitangaben im Millisekunden-Bereich notwendig macht.

Diese Einschränkung erfordert, dass, wenn historische Daten ausgegeben werden, diese ggf. sortiert und von durch das Ausgeben erzeugten Duplikaten bereinigt werden müssen. Diese Probleme schmälern sich im geplanten System, da Daten in der Regel nicht historisch erhoben werden sollen, sondern täglich auf die eigene Datenbank übertragen werden. Somit erleichtert sich das Erheben der Daten im laufenden Betrieb.

Fitbit

Die Daten, die aus der Schnittstelle der Fitbit-Geräte extrahiert werden, weisen eine andere Struktur auf und sind im Gegensatz zu Medisana in Hinsicht auf historische Daten nicht begrenzt in ihrer Anzahl. Daher können hier alle Daten eines angegebenen Zeitraums auf einmal bezogen werden und müssen nicht sortiert werden. Allerdings ergibt sich aus der Datenstruktur, dass die Daten aufwendiger aus dieser ausgelesen werden müssen, da sie deutlich tiefer verschachtelt ist. Siehe Anhang 6.3 Einige der Daten, die aus dem Fitbit-Armband kommen, ermöglichen eine Minuten-Auflösung, da das Armband jede Minute Puls aufzeichnet und Schritte erfasst, können diese Werte in dieser Granularität abgerufen werden, sofern die notwendigen Rechte vorhanden sind. Diese Daten enthalten unter anderem eine minutengenaue Uhrzeit und den Wert. Das Problem in der Qualität, das hier auftrat war, dass zwar suggeriert wird, dass für jede Minute des Tages ein Wert geliefert wird, dem aber nicht so ist. Das Fitnessarmband kann unter anderem durch externe Störungen nicht jede Minute Daten liefern, jedoch werden nicht gemessene Minuten im Datensatz nicht durch Nullen ersetzt, sondern weggelassen. So, dass die einzelnen Tage schwer gegeneinander zu halten sind, da die Datensätze alle unterschiedlich lang sind und unterschiedliche Minuten enthalten. So dass es notwendig ist, jeden Datensatz zu bearbeiten und die fehlenden Minuten einzusetzen und mit einem Nullwert zu befüllen. Im Bereich der Pulsdaten kann es sinnvoll sein, auch hier einen Trend zu verwenden um die Daten zu ersetzen. Bei den Schritten ist dies nicht der Fall, da sie keinem Trend unterliegen und ein fehlender Wert ohne weiteres Wissen über den Moment schwer zu ersetzen ist. Ein Trend ist auch hier möglich, aber die Rekonstruktion wäre ungenauer und müsste um einen tragbaren Wert zu erhalten mit den Puls-, Schlaf- und Kalende- Daten abgeglichen werden um erraten zu können, ob sich dort viel, wenig oder gar nichts bewegt hat.

4.2 Systemevaluation

Nach der Analyse und Verarbeitung der Daten stellt sich die Frage, ob die Daten den Nutzen haben, der am Anfang der Arbeit erhofft wurde. Ob die Ergebnisse, die erzielt werden können, die erwünschten Korrelationen zeigen. Neben dem Nutzen der Daten aus diesem System soll betrachtet werden, wer von den Daten profitieren kann oder Interesse daran hätte.

Aus dem Selbsttest hat sich ergeben, dass das Zentralisieren der Daten möglich ist. Für jeden neuen Sensor muss, vor allem, wenn er von einer anderen Firma hergestellt wird, eine neue Komponente implementiert werden, die sich mit der Schnittstelle auseinandersetzt. Allerdings ist es machbar, die Daten aus den Schnittstellen zu ziehen, zu bereinigen und in den benötigten Formaten abzulegen. Das Visualisieren der Daten und das manuelle Betrachten hat bereits einige Erkenntnisse und Ergebnisse geliefert. Welche durch erweiterte Analyse- Verfahren vertieft werden können.

Eine Plattform für Companion-Systeme, wie im Kapitel Ziele 1.2 angestrebt, ist umsetzbar. Wie in Abschnitt 4.1.6 beschrieben, können aus den in dieser kurzen Zeit gewonnenen Daten zwischen automatischen und manuell erfassten Daten Korrelate erarbeitet oder widerlegt werden. Daraus lässt sich schließen, dass durch verbesserte Analyseverfahren und verlängerte Testzeiträume weitere Korrelate entdeckt werden können, die sich erst auf lange Sicht erkennen lassen. Dazu können durch weitere erhobene Daten die Zusammenhänge granularer und umfassender erarbeitet werden. Daraus ergeben sich weitere Möglichkeiten, Systeme auf dieser Grundlage aufzubauen und weitere Forschung anzustellen.

5 Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel soll die Arbeit abschließend zusammengefasst werden. Aus den gewonnenen Erkenntnissen wird ein Fazit gezogen und als letztes ein Ausblick auf die Tragweite und mögliche weitere Arbeiten an dem Thema gegeben.

5.1 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde ein System nach der Leitidee einer Companion-Technologie entworfen, das bei vollständiger Implementierung den Benutzer unterstützt, seine Ziele im sportlichen und eingeschränkt gesundheitlichen Sinne zu erreichen.¹⁵

Im Kapitel 2 wurde dafür der aktuelle Stand der fachlichen und technischen Grundlagen erarbeitet. Sowohl die Herangehensweise wie auch die aktuellen Probleme und Ansätze die existieren und als Beispiele nutzbar sind. Aus diesem Wissen wurden die Anwendungsfälle des geplanten Systems systematisch erarbeitet und ausformuliert 2.7. Das Kapitel 3 beschreibt den technischen Entwurf des Systems in seiner Aufteilung nach dem KDD-Prozess und geht dabei jeweils auf den Stand und die Ergebnisse der Implementierung ein. Das Testen einiger Teile des Systems und das iterative Entwerfen und Verbessern der zugrunde liegenden Datenstruktur wird im Kapitel 4 beschrieben. Dort wurden im Selbsttest die Realisierbarkeit der Erfassung und Beschaffung der Daten gezeigt sowie Probleme dabei offengelegt und wenn möglich behoben. Die technische Realisierbarkeit der Datenerhebung wurde sichergestellt durch die prototypische Implementation der kritischen Abschnitte. Dahingegen stellte der Selbsttest sicher, dass das System so auch nutzbar und die Erhebung der Daten für den Nutzer tragbar ist. Das Kapitel 4 diente der Evaluation der Ergebnisse. Hier wurden die mittels des Selbsttests erhobenen Daten analysiert und verarbeitet. Die daraus gewonnenen Ergebnisse wurden genutzt um das System in Hinsicht auf das eigentliche Ziel, eine Plattform für eine Companion-Technologie zu entwerfen, evaluiert.

¹⁵Das System ist nicht für medizinische Anwendungen erprobt und gedacht. Gesundheitlich bedeutet hier einen gesunden und aktiven Lebensstil

5.2 Fazit

Dieses Kapitel beschreibt das Fazit, das sich aus der Bearbeitung dieser Bachelorarbeit und dieses Themenkomplexes Quantified Self ergab.

Unter den Aspekt der technischen Bearbeitungen fallen mehrere Punkte. Zum einen hat diese Arbeit gezeigt, dass eine technische Umsetzung der Datenerhebung, in dem Umfang, in dem sie hier getestet wurde, möglich ist. Allerdings ist es wünschenswert, dass die Technik auf diesem Gebiet Fortschritte macht, da viele Daten bisher nur manuell erfasst werden können und dadurch die Effektivität und das Nutzererlebnis des Systems stark beeinträchtigen. Die Effektivität eines Analyse-Systems steigt mit der Qualität und der Menge der erfassten Daten. Je umfassender der Datenbestand ist umso einfacher können Auswirkungen, Effekte und der Kontext erkannt werden sowie Vorhersagen getroffen werden.

Durch die Bearbeitung der Datenbeschaffung mittels der APIs der Sensoren stellte sich heraus, dass es selten einfachere Wege gibt, an die vollständigen Daten zu kommen. Somit ist es für Benutzer ohne Programmiererfahrungen schwer bis unmöglich, an einen vollständigen Datensatz zu kommen. Das macht Systeme notwendig, die diese Daten aus den Schnittstellen bereitstellen um vielen Benutzern eine vollständige Einsicht in ihre persönlichen Daten zu ermöglichen.

Ein weiterer wichtiger Punkt ist die automatische Weiterverarbeitung der Daten in Analysen und graphischen Darstellungen. Innerhalb dieser Arbeit war es nicht möglich, dies zu implementieren, aber es konnte eine erste Abschätzung der Komplexität vorgenommen werden. Es ist zu erkennen und automatisch zu entscheiden, welche Daten relevant sind, wo weitere Berechnungen und Auswertungen gemacht werden müssen und auf welche Art die Daten dargestellt werden sollen. Es ist ein für die Funktionalität des Systems wichtiger Punkt, aber von der Komplexität enorm.

Durch die Erhebung und Verarbeitung der Daten kam immer wieder die Ungenauigkeit der Daten aus den Consumer-Sensoren ins Blickfeld. Für dieses System ist sie vollkommen genügend, da die Veränderungen der Daten über die Zeit einen viel höheren Stellenwert haben als die aktuellen genauen Daten, da dieses System auch keine medizinische Diagnose leisten soll. Doch würden genaue und zuverlässige Daten das Analysieren und Berechnen erleichtern. Die Erkenntnisse könnten deutlich umfangreicher sein.

Nach den technischen Aspekten gab es einige fachliche Aspekte, die während der Bearbeitung als bemerkenswert festgehalten wurden. Das manuelle Erfassen einiger Daten ist in gewissem Maße durchaus für den Benutzer erträglich zu gestalten. Werte wie das Befinden oder die Schlafqualität anhand einer Skala können täglich kurz abgefragt werden. Das manuelle Erfassen der Ernährung ist ein Faktor, der dem Benutzer Geduld sowie eine gewisse Toleranz und persönliches Engagement abverlangt. Um die

Genauigkeit zu erhöhen und die Hemmschwelle für den Nutzer zu senken, wäre es gut, so wenig manuelle Daten wie möglich zu erfassen und die Daten, die manuell erfasst werden müssen, auf ein Minimum an Aufwand zu begrenzen und mit einem Erinnerungssystem zu versehen. Eine erprobte Methode ist z. B. eine App, die einmal am Tag eine Notification sendet und dann einen Schnelltest ermöglicht, in dem dem Benutzer die Fragen direkt mit den Auswahlmöglichkeiten als Buttons gezeigt werden. Eine Umfrage, die am Abend innerhalb einer Minute schnell gemacht werden kann, wird viel eher angenommen und dauerhaft durchgeführt als ein umständliches Eintragen in Excel-Tabellen.

Die Zusammenfassung der Daten aus den verschiedenen Geräten gemeinsam mit den manuellen Ergänzungen und Daten ist für den Benutzer ein Gewinn an Übersichtlichkeit. Die Daten können umfassender betrachtet und vom Nutzer analysiert und durchdacht werden. Es ist notwendig, gerade durch den Ansatz dem Benutzer ein Schattenprofil aussuchen zu lassen, also ein Ziel, auf das das System ihn hinleiten soll, eine Zusammenarbeit mit anderen Fachrichtungen in einem noch größeren Maße anzustreben, als das es innerhalb dieser Arbeit geschehen ist. Dieses Schattenprofil muss evaluiert werden und dem System die richtigen Wege eingegeben werden, solche Ziele zu erreichen. Das Ganze soll sich in einem gesunden Maße abspielen und sollte sich somit vor einem ernährungs- und gesundheitswissenschaftlichen Hintergrund abspielen. Damit das System seinen Nutzer auf dem Weg zu seinem Ziel optimal beraten kann.

Der dritte große Gesichtspunkt, der in diesem Fazit erwähnt werden muss, ist die kritische Betrachtung dieses Themas. Im Laufe der Bearbeitung und der Auseinandersetzung mit dem Themenbereich ist immer deutlicher geworden, welche Schlagkraft und Verantwortung darin steckt. Das hat zur Folge, dass ein System wie dieses sehr umsichtig gestaltet werden muss. Es berät den Nutzer darin, wie er sich in seinem Lebensstil und seinem Umgang mit seinem Körper verändern soll. Dadurch ist es unablässig, jegliche Ratschläge, die über ein Analysieren und Anzeigen von erhobenen Daten hinausgehen zu überprüfen und mit größter Umsicht zu evaluieren und abzusichern. Die enge Zusammenarbeit mit anderen Gebieten ist an dieser Stelle unumgänglich. Sowohl gesundheitlich wie auch moralisch muss dieser Schritt überdacht werden. Da immer wieder Stimmen laut werden, die behaupten, solche Systeme machen den Menschen unmündig gegenüber seinem eigenen Körper. Diese und ähnliche Behauptungen sind nicht einfach vom Tisch zu wischen, sondern in der Bearbeitung und Planung eines Systems mit diesem Umfang zu bedenken und eventuell einzubeziehen. Die Verantwortung, die die Entwicklung eines solchen Systems mit sich zieht, ist ebenfalls sorgfältig zu prüfen. Die moralischen, soziologischen und politischen Auswirkungen eines solchen Systems sind von mir nicht abschließend zu bearbeiten, allerdings in einem Ansatz im Ausblick dieser Arbeit 5.3 betrachtet worden. Das Fazit, das sich aus diesem Kapitel ergibt ist, die Verantwortung besteht und der technische Fortschritt auf dem Gebiet Quantified Self ist mittlerweile wohl unaufhaltsam und wird wohl oder übel kommen.

Es ist nun an den Wissenschaftlern, dieses Wissen und den Fortschritt zu nutzen um das Beste daraus zu machen, die positiven Auswirkungen so gut es geht auszuschöpfen und in den Köpfen der Menschen durch die Gegenwart dieser Systeme und erhöhter Transparenz das Wissen über die Gefahr eben jener Systeme zu verankern. Es ist wichtig, dass der Benutzer weiß, welchen Vorteil er von einem solchen System hat, aber auch welche Gefahr darin steckt. Wissen und Erkenntnis ist ein erster Schritt gegen die große Gefahr des Missbrauchs solcher Technologie.

5.3 Ausblick

Ausblick auf weitere Arbeiten

In der Betrachtung des Themas ergaben sich eine Reihe Aufgaben und Themenbereiche, deren Betrachtung innerhalb der Arbeit deutlich zu kurz kamen oder von vornherein nicht vorgesehen waren. Auf dem Fundament, das diese Arbeit gelegt hat, können weitere Arbeiten aufbauen und erweiterte Betrachtungen, Forschungen und Arbeiten durchgeführt werden.

Ein primärer Aspekt, dessen Betrachtung zu kurz kam, war die Verarbeitung der Daten durch Analyseprogramme. Daten, die aus dem Selbsttest entstanden sind, sollten der Verarbeitung und Tests mit Rapidminer dienen. Die Testreihen sollten erweitert und verfeinert werden. Es ist zu betrachten, welche der Daten sich in den hier durchgeführten Tests bewährt haben und welche nicht. Weitere Daten könnten in kommenden Testreihen erprobt werden. Genauere Daten zum Wetter und Aufenthaltsort sowie Temperatur, außerhalb und innerhalb des Körpers, könnten weiteren Aufschluss geben. Nicht nur die Messwerte an sich sollten erweitert werden. Auch die Testpersonen. Somit könnten Vergleiche zwischen Personen in ähnlichen Situationen getroffen und Datenstämme erzeugt werden, die als Grundlagen für Analysen dienen können.

Neben dem Vorantreiben und Verbessern der Datenerfassung und -analyse sollten die möglichen Nutzungsfelder eingehend betrachtet werden. Welchen Nutzen können diese Daten für wen haben, welche Vorteile entstehen daraus für den Nutzer aber auch welche Gefahren diese Möglichkeiten beinhalten. In Hinsicht auf Datenschutz und Sicherheit müssen Konzepte entwickelt werden, die die Daten der Benutzer von Quantified-Self-Systemen schützen.

Es müssen Wege gefunden werden, wie mit den Transparenzwünschen von Politik und Krankenkassen umgegangen werden kann ohne den Benutzer seiner Freiheit zu berauben und als gläsernen Bürger in die Öffentlichkeit zu stellen. Dabei ist zu bedenken, dass die Anonymisierung von Daten schwierig und fehlerhaft sein kann und mit größtmöglicher Sorgfalt durchgeführt werden muss, da durch moderne Verfahren

Daten auf ihre Erzeuger zurückzuführen sind, sobald genug Daten vorhanden sind [Lischka \(2007\)](#).

Unter anderem kann es helfen, den Benutzern von Sensoren für Quantified Self die Möglichkeit zu geben, ihre Daten einfach von den Firmen zu erhalten und selbst darüber zu verfügen. Momentan ist es für Benutzer ohne Informatik- Hintergrund schwierig, ihre Rohdaten in vollem Umfang zu erhalten und selbst wenn die nötige Programmiererfahrung vorhanden ist, benötigt der Benutzer von der Firma gesondert erteilte Rechte um seine eigenen Daten in vollem Umfang zu erhalten. Um dies zu vereinfachen, ist es notwendig, Plattformen zu entwickeln, die es Benutzern möglich machen, diverse Geräte mit ihrem Account zu registrieren und die Rohdaten zu erhalten, ohne Programme dafür schreiben zu müssen.

Die Zusammenarbeit mit weiteren wissenschaftlichen Feldern sollte angestrebt werden. So ergeben sich eine Vielzahl Fragestellungen und Anwendungen, die mit dem Fachwissen anderer Disziplinen untermauert werden müssen. Zum Beispiel sollten Situationsmodelle mithilfe der Gesundheitsökonomie erstellt werden um Stressfaktoren der Benutzer zu erkennen und eventuelle Ruhe- und Kraftquellen aufzuzeigen.

Die Evaluierung dieses Systems und derer vieler anderer im Bereich des Quantified Selves sollte deutlich öfters in Angriff genommen werden. Sowohl dieses System wie auch die meisten Apps könnten dem Benutzer von viel umfangreicherem Nutzen sein, wenn die Berechnungen, Analysen und Tipps sowohl an den Benutzer individuell angepasst wären, wie auch von Medizinern, Sportwissenschaftlern, Gesundheitsökonomien etc. evaluiert und mit entwickelt würden.

Die Analyse der Daten sollte in fortschreitenden Arbeiten weiter betrieben werden. Neben der Betrachtung und Analyse der Zeitreihen sollten Clusterverfahren genutzt werden.

Themen-Ausblick

Das Themengebiet des Quantified Self ist mittlerweile aus dem theoretischen Bereich und den Laboren herausgetreten und befindet sich in einem intellektuellen Diskurs und im allgemeinen Bewusstsein. Artikel, die sich mit diesem Bereich beschäftigen, finden sich unter anderem in Landeszeitungen, der Zeit und dem Spiegel. Es ist nicht mehr nur Fachjargon. Diese Entwicklung ist notwendig, da immer mehr Menschen die Angebote nutzen. Auf iPhones sind mittlerweile Gesundheitsapps vorinstalliert, die nicht gelöscht werden können. Krankenkassen bieten Fördermittel für jene Mitglieder, die sich mittels Quantified-Self-Technologien um ihre Gesundheit kümmern und der Markt, sowie die Möglichkeiten werden immer größer.

Dabei bleibt der Aspekt der Sicherheit momentan noch sehr zurück. Es geht zum einen um die Sicherheit der erhobenen Daten auf den Geräten sowie den Servern der Hersteller und zum anderen um die herkömmlichen Zentren der Gesundheit, Krankenhäuser und Arztpraxen. Die Gesundheits- und Fitnessdaten der Benutzer haben einen immer

höheren Marktwert und immer mehr Firmen drängen auf diesen Markt, die man dort in erster Linie nicht erwarten würde (Google, Microsoft, Apple, IBM, SAP etc.). Allein dieser Ansturm könnte zum Hinweis auf den Wert der Daten genommen werden. Da der Marktwert steigt, steigt auch das Interesse an den Daten. Immer wieder hört man davon, dass Krankenkassen den Verlust von Millionen Versichertendaten zu beklagen haben [Redaktion \(2014\)](#). Die Routinen in Krankenhäusern und Arztpraxen sind nicht darauf ausgerichtet, dem kriminellen Potential, das von derart wertvollen Daten angelockt wird, standzuhalten.

Aber die Geräte der Benutzer selbst sind unsicher. Die Verschlüsselung und Speicherung der Daten ist häufig noch nicht mit hohen Sicherheitsstandards versehen. So beklagt es der Artikel aus dem Spiegel [Rosenbach u. a. \(2015\)](#). Dieser Artikel mahnt auch, daran zu denken, welche Gefahr diese Daten sein können. So wird dort das Beispiel angeführt, dass ein Konto, das gehackt wird, getauscht werden kann. Der Körper jedoch kann nicht einfach gewechselt werden, wenn Gesundheitsdaten gestohlen werden oder in die falschen Hände geraten. Chronische Krankheiten bleiben und sind in der Lage, durch das Bekanntwerden das Leben zu erschweren. Welche Bank gibt einem Krebskranken schon gern einen Kredit? Welche Versicherung möchte einen chronisch Kranken gern versichern? In Deutschland sind die Versicherten davor geschützt, in Kategorien eingeteilt oder gar abgelehnt zu werden. Aber in anderen Ländern ist das nicht so. Vielleicht sind die Krankenkassentarife der Zukunft aber auch anders orientiert. So dass der Grundpreis sehr hoch ist und mittels Boni durch Fitness, Ernährung und natürlich dem Erfassen und Veröffentlichen der eigenen Daten günstiger wird. So zahlen nicht Kranke mehr, sondern Gesunde weniger. Ein schrecklicher Gedanke. Mit den neuen Möglichkeiten und einem neuen Bewusstsein, geführt durch öffentliche Zwänge, könnte es sein, dass sich die Wahrnehmung verändert. Gesundheit könnte zu einem durch rationales und vorausschauendes Handeln erschaffbaren Zustand werden. Wer erkrankt, hat nicht genug auf sich geachtet, die Regeln nicht befolgt und die Möglichkeiten nicht genutzt. Der Mensch als Maschine muss funktionieren. Ein Szenario, das an die Dystopien der Schriftsteller des letzten Jahrhunderts denken lässt.

Wenn man die aktuelle Entwicklung auf dem Gesundheits- und Fitnessmarkt betrachtet, haben die Firmen, die diese Geräte und Apps entwickeln, momentan die Deutungsheftigkeit über die Daten. Sie analysieren sie, werten sie aus und geben dem Benutzer Feedback. Firmen wie Google und Apple drängen auf diesen Markt. Wenn ihre Entwicklungen im Gesundheits- und Fitnesssektor einen ähnlichen Verlauf nehmen wie andere ihrer Produkte, werden sie in ein paar Jahren den Ton angeben und den Benutzern sagen, wann sie gesund sind und sich richtig verhalten und wann nicht. Doch sind die Daten, die aus dieser Branche entstehen, sehr persönlich und diffizil. So ist jeder Mensch unterschiedlich. Sollten die Firmen wirklich die Macht bekommen die Daten zu verarbeiten und zu bestimmen, wer sich richtig benimmt und wer nicht? Sollten die eigenen Daten nicht im persönlichen Bereich bleiben? Der Benutzer sollte doch selbst entscheiden können, was für ihn die richtige Weise ist, sein Leben zu

führen und nicht durch den Druck des gläsernen Menschen zu einer Marionette in den Händen der Firmen werden.

Der aktuelle Stand des Marktes hält noch andere Gefahren für den Benutzer offen. Die meisten Apps werden von Software-Firmen entwickelt und erheben keinen Anspruch auf medizinische Korrektheit. Eine Tatsache, die vielen Nutzern nicht bewusst ist. Sie vertrauen teilweise blind auf das, was die App ihnen raten oder ihnen über ihre Daten sagen. Es gibt das 'trusted medical app' Zertifikat für Anwendungen, das ihnen Vertrauenswürdigkeit, medizinische Genauigkeit und verantwortungsvollen Umgang mit den Daten zusagt. Jedoch gibt es sehr wenige dieser zertifizierten Apps und auch nicht für alle Belange, des Weiteren achten die wenigsten Benutzer darauf oder haben das nötige Wissen über dieses Zertifikat. Daraus ergeben sich Probleme für den Benutzer, denn ein blindes Vertrauen auf ungeprüfte Applikationen kann ein Risiko für die Gesundheit beinhalten.

Des Weiteren wird bemängelt, dass dem Benutzer durch die intensive Nutzung von Software im medizinischen und sportlichen Bereich eine Unmündigkeit entstehen kann, den eigenen Körper zu verstehen und dahingehend zu handeln. Kritiker bemerken, dass es am Ende den gleichen Effekt haben könnte wie das Autofahren mit einem Navigationsgerät, man verlernt es, sich Wege zu merken. Sprich, der Benutzer verlernt auf die Signale zu hören, die ihm sein Körper sendet. Er traut der Software und nicht mehr sich selbst. Er erlernt die Unmündigkeit über seinen eigenen Körper.

Deutschlands Politik antwortet mittlerweile mit der Verabschiedung eigener Gesetze zum E-Health-Bereich. Das Ministerium für Gesundheit arbeitet daran, den rechtlichen Rahmen zu schaffen um die Benutzer zu schützen, jedoch werden sie wohl noch einige Jahre brauchen, bis Gesetze diese Bereiche sinnvoll in Angriff nehmen. Solange und vermutlich darüber hinaus bleibt der globale Verkehr dieser Daten eine Gefahr.

Nach all diesen sehr düsteren Szenarien sollte jedoch nicht vergessen werden, welche Utopien mit der voranschreitenden Technik beschrieben werden können. Präventive Medizin, medizinische Versorgung in ländlichen Bereichen (Tele-Medizin), Verbesserung in der Forschung und den Tests von Präparaten, Produkten und Studien. Die verbesserte Einsicht in den eigenen Körper und das Verständnis darüber wie Ursache und Wirkung zusammenhängen. Sowohl medizinische Behandlungen und Medikationen wie auch Trainings- und Ernährungspläne können deutlich individualisierter gestaltet werden. Dadurch können viele kleine Änderungen im Alltag entstehen, die zu dessen Erleichterung und Verbesserung beitragen um dem Menschen ein wenig von dem Stress zu nehmen, den die moderne Gesellschaft aufbaut und dafür zu sorgen, dass es ihm, seinem Körper und seinem Wohlbefinden besser geht.

Literaturverzeichnis

- [AG 2012] AG, Medisana: *Vitadock-API Example Client*. GitHub. 2012. – URL <https://github.com/Medisana/vitadock-api>. – Zugriffsdatum: 22.06.2015. – commit: e648751abd8e1186f343b9b4d26c62d7eb45e5a3
- [Bentley u. a. 2013] BENTLEY, Frank ; TOLLMAR, Konrad ; STEPHENSON, Peter ; LEVY, Laura ; JONES, Brian ; ROBERTSON, Scott ; PRICE, Ed ; CATRAMBONE, Richard ; WILSON, Jeff: Health Mashups: Presenting Statistical Patterns Between Wellbeing Data and Context in Natural Language to Promote Behavior Change. In: *ACM Trans. Comput.-Hum. Interact.* 20 (2013), November, Nr. 5, S. 30:1–30:27. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/2503823>. – ISSN 1073-0516
- [via Bitkom 2015] BITKOM, IHS T. via: *Wearables: Der kommende Milliardenmarkt?* Statista. 2015. – URL <http://de.statista.com/infografik/2678/umsatzprognose-fuer-wearable-technology-in-europa/>. – Zugriffsdatum: 18.12.2015
- [Bojanova 2014] BOJANOVA, Irena: IT Enhances Football at World Cup 2014. In: *IT Professional* 16 (2014), Nr. 4, S. 12–17. – ISSN 1520-9202
- [Choe u. a. 2014] CHOE, Eun K. ; LEE, Nicole B. ; LEE, Bongshin ; PRATT, Wanda ; KIENZT, Julie A.: Understanding Quantified-selves' Practices in Collecting and Exploring Personal Data. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA : ACM, 2014 (CHI '14), S. 1143–1152. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/2556288.2557372>. – ISBN 978-1-4503-2473-1
- [Cole-Lewis u. a. 2010] COLE-LEWIS ; H., Kershaw ; T.: Text messaging as a tool for behavior change in disease prevention and management. In: *Epidemiologic reviews* 32, 2010, S. 56–69
- [Diefenbach S. 2015] DIEFENBACH S., Pielot M.: Vom Wunsch zum Ziel?! Potential von Technologien zur Selbstverbesserung. In: *Mensch und Computer 2015 Tagungsband*, Stuttgart: Oldenbourg Wissenschaftsverlag, 2015, S. 391–394
- [Dingler u. a. 2014] DINGLER, Tilman ; SAHAMI, Alireza ; HENZE, Niels: There is more to well - being than health data–holistic lifelogging through memory capture.

- In: *CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 2014 (CHI '14), S. 4. – URL <http://beyondqs.offis.de/wp-content/uploads/2014/04/12-Dingler.pdf>
- [Emmert 2013] EMMERT, Bianca: Sind wir bereit für den Big-Data-Lifestyle? (2013). – URL http://igrowdigital.com/wp-content/uploads/2013/12/BA_QS_Big-Data_17-09-2013.pdf
- [Farahnaz u. a. 2014] FARAHNAZ ; YEKEH, Bob ; KUMMERFELD, Judy ; KAY, Margaret ; ALLMAN-FARINELLI: Empowering people to test their own quantifiable hypotheses with pervasive displays. In: *CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 2014 (CHI '14), S. 4. – URL <http://beyondqs.offis.de/wp-content/uploads/2014/04/06-Yekeh.pdf>
- [Fayyad u. a. 1996] FAYYAD, Usama M. ; PIATETSKY-SHAPIRO, Gregory ; SMYTH, Padhraic: Advances in Knowledge Discovery and Data Mining. In: FAYYAD, Usama M. (Hrsg.) ; PIATETSKY-SHAPIRO, Gregory (Hrsg.) ; SMYTH, Padhraic (Hrsg.) ; UTHURUSAMY, Ramasamy (Hrsg.): *From Data Mining to Knowledge Discovery: An Overview*. Menlo Park, CA, USA : American Association for Artificial Intelligence, 1996, S. 1–34. – URL <http://dl.acm.org/citation.cfm?id=257938.257942>. – ISBN 0-262-56097-6
- [Fjeldsoe u. a. 2009] FJELDSOE ; B. S., Marshall ; L., A. ; MILLER ; D., Y.: Behavior change interventions delivered by mobile telephone short-message service. In: *American journal of preventive medicine* 36, 2, 2009, S. 165–173
- [Holger 2015] HOLGER, Schmidt: *Anzahl der Smartphone-Nutzer in Deutschland in den Jahren 2009 bis 2015 (in Millionen)*. Statista. 2015. – URL <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/198959/umfrage/anzahl-der-smartphonennutzer-in-deutschland-seit-2010/>. – Zugriffsdatum: 14.12.2015
- [IDC 2015] IDC: *Marktanteile der Hersteller am Absatz von Wearables weltweit vom 1. Quartal 2014 bis zum 3. Quartal 2015*. Statista. 2015. – URL <http://de.statista.com/statistik/daten/studie/432983/umfrage/marktanteile-der-hersteller-am-absatz-von-wearables-weltweit-nach-quartal/>. – Zugriffsdatum: 14.12.2015
- [Kamenz 2014] KAMENZ: Quantified Self - Anspruch und Realität. In: *Master Informatik an der HAW Grundseminar* (2014), S. 6. – URL <https://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master14-15-gsm/berichte.html>
- [Li u. a. 2007] LI, Huan-Chung ; KO, Wei-Min ; TUNG, Hung-Wen: Food Clustering Analysis for Personalized Food Replacement. In: *Fuzzy Information Processing*

- Society, 2007. NAFIPS '07. Annual Meeting of the North American*, June 2007, S. 382–386
- [Li u. a. 2010] LI, Ian ; DEY, Anind ; FORLIZZI, Jodi: A Stage-based Model of Personal Informatics Systems. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA : ACM, 2010 (CHI '10), S. 557–566. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/1753326.1753409>. – ISBN 978-1-60558-929-9
- [Li u. a. 2011] LI, Ian ; DEY, Anind K. ; FORLIZZI, Jodi: Understanding My Data, Myself: Supporting Self-reflection with Ubicomp Technologies. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Ubiquitous Computing*. New York, NY, USA : ACM, 2011 (UbiComp '11), S. 405–414. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/2030112.2030166>. – ISBN 978-1-4503-0630-0
- [Lischka 2007] LISCHKA, Konrad: *Datenschutz-Debakel: Informatiker knacken anonymisierte Datenbank per Web-Suche*. Spiegel Online. 2007. – URL <http://www.spiegel.de/netzwelt/web/datenschutz-debakel-informatiker-knacken-anonymisierte-datenbank-per-web-suche-a.html>. – Zugriffsdatum: 20.12.2015
- [Lupton 2013] LUPTON, Deborah: Quantifying the body: monitoring and measuring health in the age of mHealth technologies. In: *Critical Public Health* 23 (2013), Nr. 4, S. 393–403. – URL <http://dx.doi.org/10.1080/09581596.2013.794931>
- [Matassa u. a. 2013] MATASSA, Assunta ; RAPP, Amon ; SIMEONI, Rossana: Wearable Accessories for Cycling: Tracking Memories in Urban Spaces. In: *Proceedings of the 2013 ACM Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing Adjunct Publication*. New York, NY, USA : ACM, 2013 (UbiComp '13 Adjunct), S. 415–424. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/2494091.2495973>. – ISBN 978-1-4503-2215-7
- [Mauriello u. a. 2014] MAURIELLO, Matthew ; GUBBELS, Michael ; FROEHLICH, Jon E.: Social Fabric Fitness: The Design and Evaluation of Wearable E-textile Displays to Support Group Running. In: *Proceedings of the 32Nd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA : ACM, 2014 (CHI '14), S. 2833–2842. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/2556288.2557299>. – ISBN 978-1-4503-2473-1
- [Messieh 2011] MESSIEH, Nancy: *Keeping a Lifelog: The Definitive Guide*. 2011. – URL <http://thenextweb.com/lifehacks/2011/07/21/keeping-a-lifelog-the-definitive-guide/>. – Zugriffsdatum: 22.06.2015

- [Neuringer 1981] NEURINGER: Self-experimentation: a call for change. In: *Behaviorism - Springer* (1981), S. 16. – URL <http://www.reed.edu/psychology/docs/SelfExperimentation.pdf>
- [Quantified Self 2007] QUANTIFIED SELF, Deutsche C.: *QSDeutschlandInfo*. 2007. – URL <http://qsdeutschland.de/info/>. – Zugriffsdatum: 17.08.2015
- [Redaktion 2014] REDAKTION, Spiegel O.: *Datenklau: Hacker stehlen Daten von 4,5 Millionen US-Patienten*. Spiegel Online. 2014. – URL <http://www.spiegel.de/netzwelt/netzpolitik/us-krankenhaeuser-hacker-stehlen-daten-von-4-5-millionen-patienten-a-986804.html>. – Zugriffsdatum: 20.12.2015
- [Rosenbach u. a. 2015] ROSENBAACH, Marcel ; SCHMERGAL, Cornelia ; SCHMUNDT, Hilmar: Der Gläserne Patient. In: *Total vermessen Spiegel 50/2015*, Dezember 2015, S. 10–18
- [Schraefel 2014] SCHRAEFEL: Inbodied5 and Future Ghosts: sensemaking for QS Wellbeing Support. In: *CHI '14 Extended Abstracts on Human Factors in Computing Systems*, ACM, 2014 (CHI '14), S. 4. – URL http://beyondqs.offis.de/wp-content/uploads/2014/02/15_Schraefel.pdf
- [Schumacher 2011] SCHUMACHER, Florian: *Quantified Self und seine Auswirkungen auf Motivation und Selbstwahrnehmung*. 2011. – URL <http://igrowdigital.com/de/2011/10/quantified-self-und-seine-auswirkungen-auf-motivation-und-selbstwahrnehmung/>. – Zugriffsdatum: 5.10.2015
- [Shardanand und Maes 1995] SHARDANAND, Upendra ; MAES, Pattie: Social Information Filtering: Algorithms for Automating "Word of Mouth”. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. New York, NY, USA : ACM Press/Addison-Wesley Publishing Co., 1995 (CHI '95), S. 210–217. – URL <http://dx.doi.org/10.1145/223904.223931>. – ISBN 0-201-84705-1
- [Stas und Irina 2010] STAS, Gromov ; IRINA, Garanina: *Scribe Java (OAuth library)*. GitHub. 2010. – URL <https://github.com/scribejava/scribejava>. – Zugriffsdatum: 24.06.2015. – commit: b88b9ddf805954be6abf3b0e4c0641a9f6edd803
- [Steenbuck 2015] STEENBUCK, Oliver: *Fitbit API Export*. GitHub. 2015. – URL <https://github.com/Hexren/fitbitexport>. – Zugriffsdatum: 24.06.2015. – commit: cbc1da71825c171221d09d40867eec9993610db5
- [Swan 2013] SWAN: The Quantified Self: Fundamental Disruption in Big Data Science and Biological Discovery. In: *Big Data Volume: 1 Issue 2: June 18, 2013*.

- USA : Mary Ann Liebert, Inc., publishers, 2013 (Big Data 06.13), S. 85–99. – URL <http://dx.doi.org/10.1089/big.2012.0002>
- [Vervloet u. a. 2012] VERVLOET ; M., van D. ; L., Santen-Reestman ; J., Van V. ; B., Van W. ; P., Bouvy ; M. L., de B. ; H., D.: Sms reminders improve adherence to oral medication in type 2 diabetes patients who are real time electronically monitored. In: *International Journal of Medical Informatics* 81, 9, 2012, S. 594–604
- [Webb u. a. 2010] WEBB ; T. L., Joseph ; J., Yardley ; L., Michie ; S.: *Using the internet to promote health behavior change: a systematic review and meta-analysis of the impact of theoretical basis, use of behavior change techniques, and mode of delivery on efficacy.* 2010
- [Whooley u. a. 2014] WHOOLEY, Mark ; PLODERER, Bernd ; GRAY, Kathleen: On the Integration of Self-tracking Data Amongst Quantified Self Members. In: *Proceedings of the 28th International BCS Human Computer Interaction Conference on HCI 2014 - Sand, Sea and Sky - Holiday HCI.* UK : BCS, 2014 (BCS-HCI '14), S. 151–160. – URL <http://dx.doi.org/10.14236/ewic/hci2014.16>

6 Anhang

6.1 JSON Beispiele

Listing 6.1: Medisana JSON für Blutdruckdaten

```
Response[
  {
    "systole":105,
    "diastole":54,
    "pulse":57,
    "systoleTargetMin":90,
    "systoleTargetMax":139,
    "diastoleTargetMin":60,
    "diastoleTargetMax":89,
    "pulseTargetMin":60,
    "pulseTargetMax":90,
    "type":0,
    "arrhythmic":0,
    "activityStatus":2,
    "mood":0,
    "note":"",
    "moduleSerialId":"BPM BT",
    "id":"792944a7-119f-4fc0-b0db-353b0841731c",
    "active":true,
    "version":1,
    "measurementDate":1437255060000,
    "updatedAt":1437255060000
  }
]
```

Listing 6.2: Medisana Blutdruckdaten nach der Bereinigung

```
Datum,Systole,Diastole,Puls,
2015-07-18 11:31,105,54,74,
```

Listing 6.3: Fitbit JSON für Puls Minuten Daten

```
{
  "activities-heart": [
    {
      "dateTime": "2015-08-01",
      "value": {
        "customHeartRateZones": [],
        "heartRateZones": [
          {
            "caloriesOut": 1913.34352,
            "max": 99,
            "min": 30,
            "minutes": 1378,
            "name": "Out of Range"
          },
          {
            "caloriesOut": 36.19132,
            "max": 138,
            "min": 99,
            "minutes": 7;
            "name": "Fat Burn"
          },
          {
            "caloriesOut": 0,
            "max": 168,
            "min": 138,
            "minutes": 0,
            "name": "Cardio"
          },
          {
            "caloriesOut": 0,
            "max": 220,
            "min": 168,
            "minutes": 0,
            "name": "Peak"
          }
        ],
        "restingHeartRate": 55
      }
    }
  ],
}
```

```
"activities-heart-intraday":{
  "dataset":[
    {
      "time":"00:00:00",
      "value":53
    },
    {
      "time":"00:01:00",
      "value":53
    },
    {
      "time":"00:02:00",
      "value":55
    },
    {
      "time":"00:03:00",
      "value":52
    },
    {
      "time":"00:04:00",
      "value":52
    },
    .
    .
    .
    {
      "time":"23:58:00",
      "value":60
    },
    {
      "time":"23:59:00",
      "value":60
    }
  ],
  "datasetInterval":1,
  "datasetType":"minute"
}
```

Listing 6.4: Fitbit Pulsdaten nach der Bereinigung (Ausschnitt)

```
00:00:00,00:01:00,00:02:00,00:03:00,00:04:00,...,23:58:00,23:59:00
```

50,49,50,50,48,...,60,60

Name,Minuten,min,max,caloriesOut

Out of Range,1378,30,99,1913.34352

Fat Burn,7,99,138,36.19132

Cardio,0,138,168,0

Peak,0,168,220,0

Ruhepuls: ,55

6.2 Beispielhafte Visualiationen

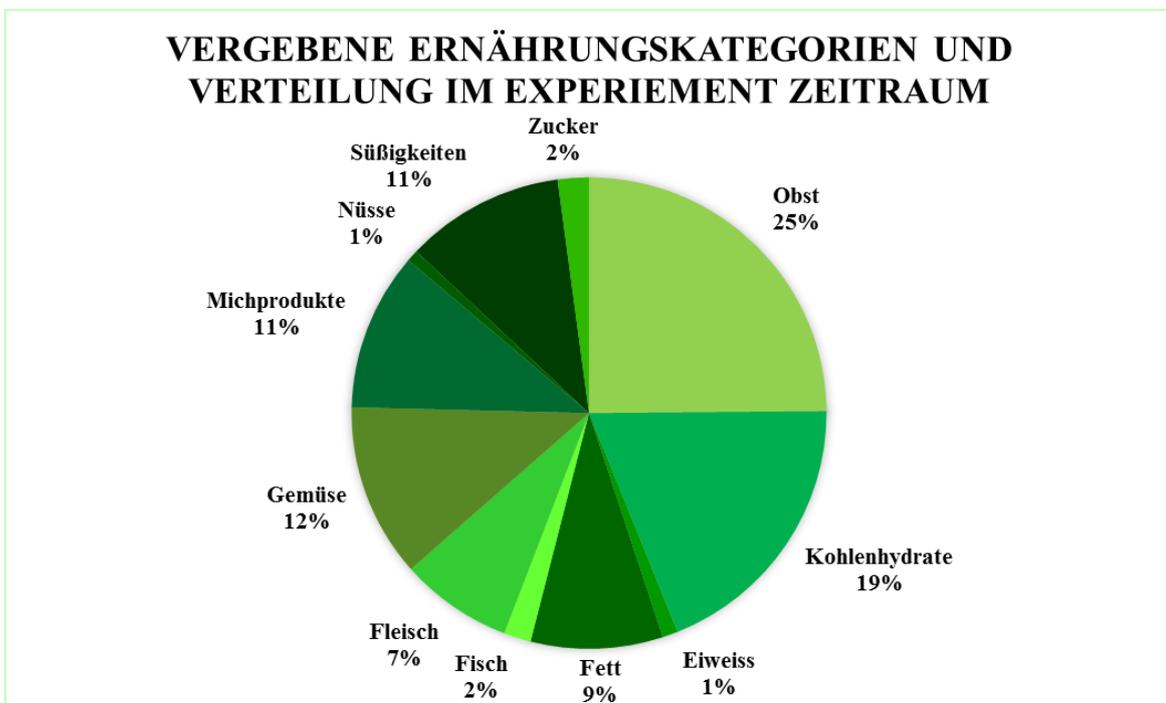


Abbildung 6.1: Die prozentuale Zusammensetzung der Ernährung im Selbsttest, nach den selbst vergebenen Lebensmittel Kategorien

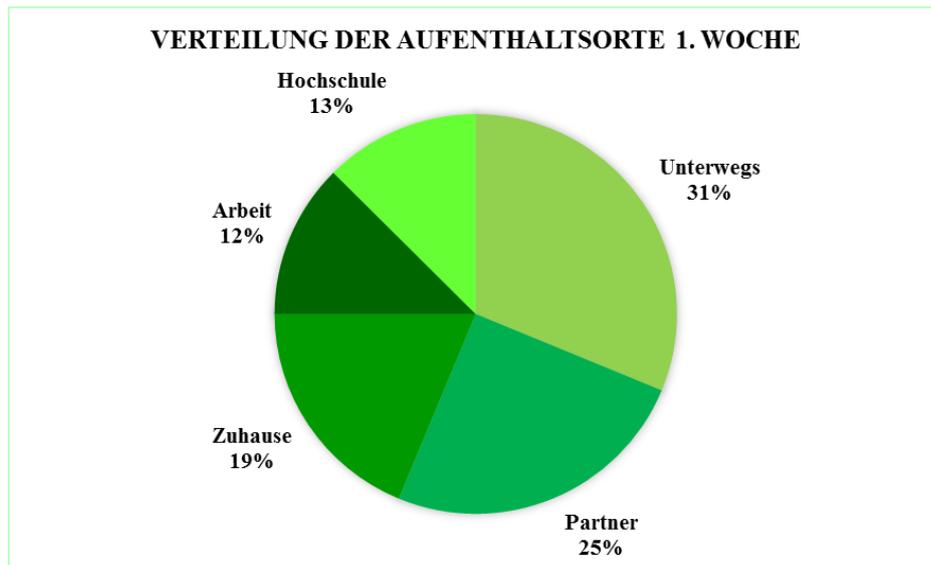


Abbildung 6.2: Die prozentuale Zusammensetzung der Aufenthaltsorte in der 1. Selbsttest Woche

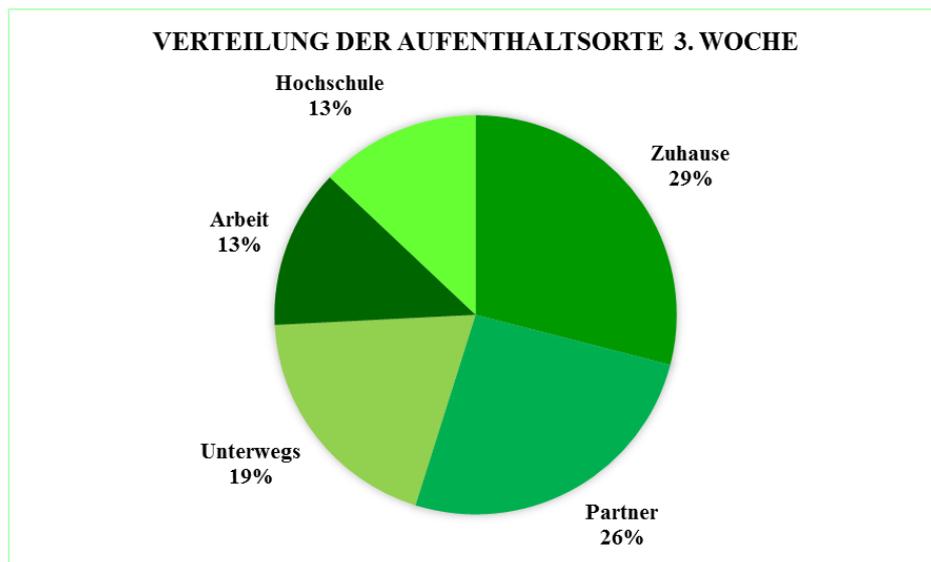


Abbildung 6.3: Die prozentuale Zusammensetzung der Aufenthaltsorte in der 3. Selbsttest Woche

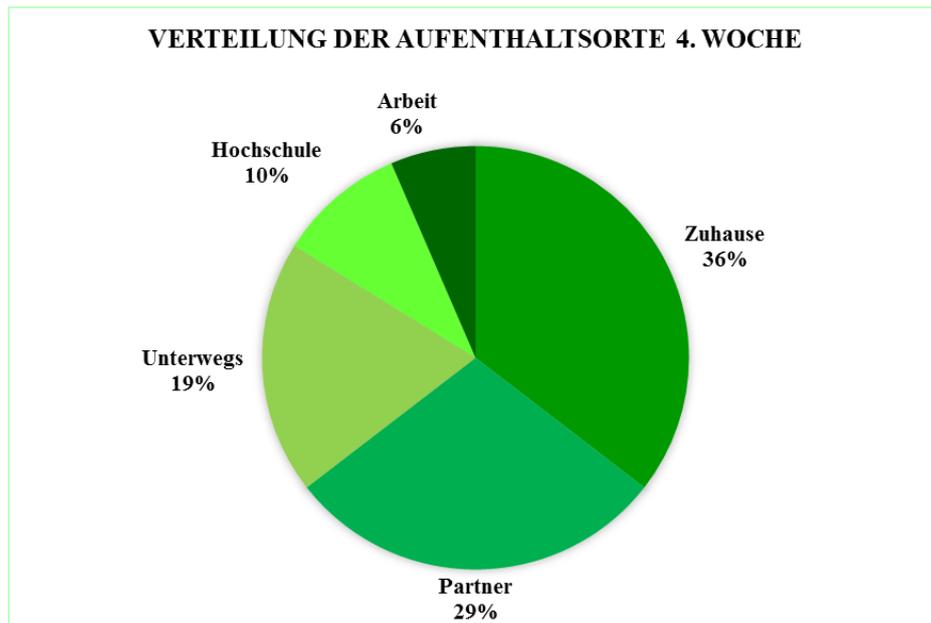


Abbildung 6.4: Die prozentuale Zusammensetzung der Aufenthaltsorte in der 4. Selbsttest Woche

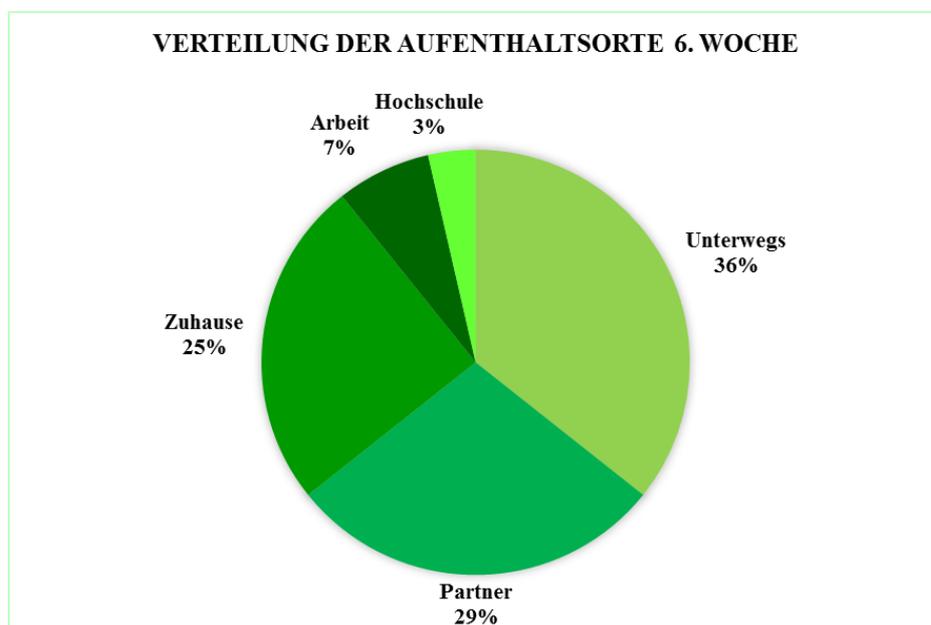


Abbildung 6.5: Die prozentuale Zusammensetzung der Aufenthaltsorte in der 6. Selbsttest Woche

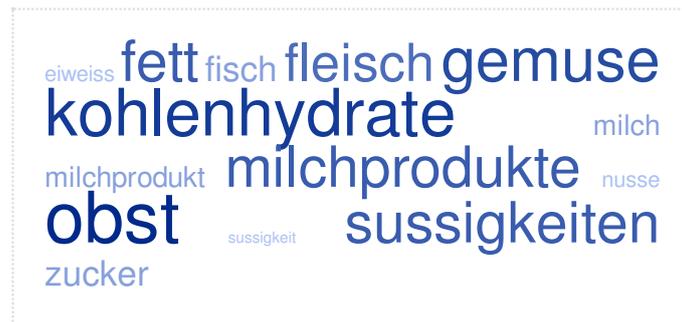


Abbildung 6.6: Die Häufigkeit des Konsums der Lebensmittelkategorien, häufig genutzte sind größer und dunkler dargestellt

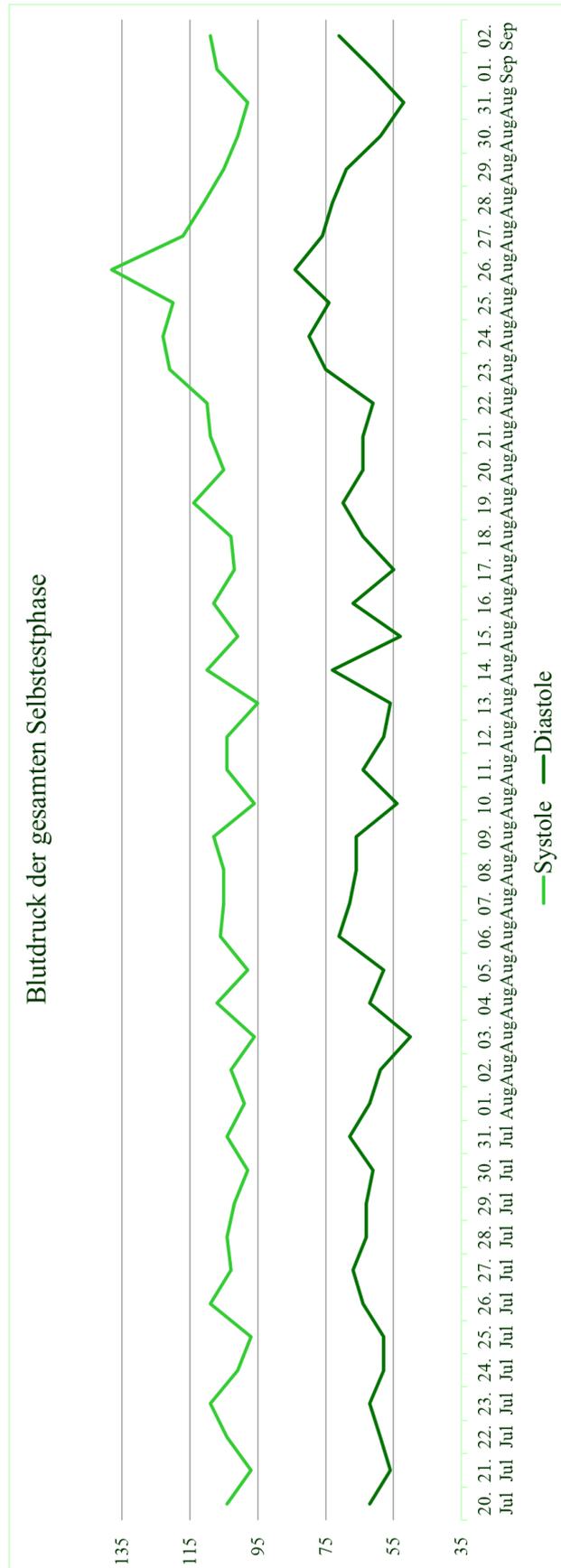


Abbildung 6.7: Blutdruck während der Selbsttestphase

Versicherung über Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Arbeit im Sinne der Prüfungsordnung nach §24(5) ohne fremde Hilfe selbstständig verfasst und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe.

Hamburg, 4. Januar 2016

Ort, Datum

Unterschrift