



Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg
Hamburg University of Applied Sciences

Der Intelligente Spiegel - Ein Companion zur Unterstützung der Selbstwahrnehmung Prototyp 1.0

Maria Lüdemann
Grundprojekt Master
Sommersemester 2017

Maria Lüdemann
Grundprojekt Master
Sommersemester 2017

Der Intelligente Spiegel - Ein Companion zur Unterstützung der
Selbstwahrnehmung Prototyp 1.0 eingereicht im Rahmen des Grund-
projekts
im Studiengang Master Informatik
am Department Informatik
der Fakultät Technik und Informatik
der Hochschule für Angewandte Wissenschaften Hamburg

Betreuer: Prof. Dr. Kai von Luck und Dr. Susanne Draheim

Abgegeben am 01. Septembert 2017

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	4
1.1	Motivation	4
2	Wissenschaftliches Umfeld	5
3	Protoyp 1.0	8
3.1	Anforderungen an den Spiegel	8
3.2	Anforderungen an die Architektur	9
3.3	Architektur Komponenten	10
3.3.1	Sensoren	12
3.3.2	Datenbereinigungskomponente	12
3.3.3	Datenbankkomponente	13
3.3.4	Analysekomponente	13
3.3.5	Visualisierung	13
3.3.6	Anzeigekomponente	15
3.3.7	Interaktionskomponente	15
3.4	Technischer Aufbau	15
3.5	Systemablauf	17
4	Zusammenfassung	18
5	Ausblick	19
	Literatur	20

1 Einleitung

In dieser Arbeit soll ein Überblick darüber gegeben werden, was im Grundprojekt erarbeitet wurde. Dafür werden aktuelle Projekte und Arbeiten auf diesem Gebiet herangezogen und verglichen um die eigene Arbeit davon abzugrenzen und Erkenntnisse über den aktuellen Stand der Technik und der sich daraus ergebenden Probleme und Vorzüge zu gewinnen. Dabei wird ausführlich auf die geplante Architektur und den aktuellen Stand eingegangen.

1.1 Motivation

Sensoren werden immer besser, robuster und günstiger. Sie rücken immer weiter in den Endverbraucher Markt vor und das Erfassen eigener Körper und Vitaldaten ist so einfach wie noch nie zu vor. Durch den immer größer werdenden Markt steigt auch die Diversität der Anbieter und Sensoren. Dadurch sind die Daten häufig stark verteilt und durch die benutzerunfreundliche Datenpolitik der Firmen häufig vom Benutzer schwer einsehbar, geschweige denn benutzbar. Dadurch rutscht der Wunsch nach einer zentralisierten und vor allem auch transparenten Lösung innerhalb eines umfassenden Systems ins Blickfeld. Wie mächtig und hilfreich können diese Daten sein wenn sie dem Benutzer komplett zur Verfügung stehen und Analysen darauf berechnet werden können? Wie mächtig werden diese Daten, wenn zusätzliche Metadaten die Kontextualisierbarkeit erhöhen und sie dem Benutzer so aufbereitet werden dass er sie verstehen kann? So entwickelt sich der Wunsch, die Daten die erfassbar sind zu erfassen, zu sammeln, für die eigene Forschung zu benutzen und in einem vertrauenswürdigen System zu halten. Zum einen ist die Verarbeitung und Beschaffung der Daten ein komplexes aber spannendes Thema, zum anderen aber auch ein System zu entwickeln das als Companion den Menschen unterstützt sich selber beziehungsweise seinen Körper besser zu verstehen, Erkenntnisse zu gewinnen und die Selbsterkenntnis zu verbessern. So ein System ist alles andere als trivial aber durch die Vielfältigkeit der Themengebiete die dort hineinspielen umso spannender. In der vorangegangenen Bachelorarbeit [Lüdemann \(2016a\)](#) wurde bereits mit der Datenerfassung und Zentralisierung im Rahmen von Quantified Self gearbeitet. Dort ergab sich im Ausblick die Idee das System weiterzuführen und in einem vertrauenswürdigen Companion als Unterstützungssystem für den Menschen weiterzuentwickeln. Daraus ergab sich die Verbildlichung eines der Ziele der QS-Bewegung, nämlich der Selbsterfahrung und Erkenntnis. Der Spiegel als Ort der Selbstbegegnung kam ins Gespräch und soll in dieser Arbeit als Interaktionsfläche mit dem Nutzer und Display für die Daten erarbeitet werden um in den folgenden Arbeiten mehr und mehr zu einem Companion System zu werden.

In letzter Zeit tauchen immer mehr Systeme auf die einem intelligenten Spiegel gleichen. Jedoch stoßen sie meistens an ihre Grenzen. Das was den meisten Projekten und Forschungen noch fehlt ist eine gewisse inhärente Neugier oder auch Serendipity. Also das Entdecken etwas ursprünglich nicht gesuchtem. Das zufällige Beobachten einer interessanten Tatsache, dies kann unter anderem durch ein starkes Augenmerk auf die Kontextualisierbarkeit der Daten erreicht werden. Das Erfassen und Anzeigen von Sensordaten ist eine Sache, sie aber so auszuwerten und mit weiteren Daten anzureichern dass der Benutzer nützliche Erkenntnisse erhält ist eine andere. Aus den Daten einen merkbaren Mehrwert zu erzeugen und den Benutzer damit zu überraschen mehr zu liefern als das was er erwartet. Dies ist keine einfache aber durchaus spannende und im Blick auf aktuelle Projekte und Forschungen auch fast notwendige Aufgabe um einen Schritt weiter zu gehen als in der bisherigen Forschung und Entwicklung.

2 Wissenschaftliches Umfeld

In diesem Abschnitt soll das wissenschaftliche Umfeld umrissen werden in dem sich dieses Projekt bewegt. Dabei lassen sich hauptsächlich drei Bereiche bezeichnen. Diese sind Quantified Self, Companion Technologie und der Bereich des Smart Living bzw. Smart Object. Neben diesen drei Hauptbereichen müssen auch andere Bereiche herangezogen werden um Fragen im Rahmen des Projekts zu lösen, unter anderem Human Computer Interaction, Data Mining und Data Visualisation, dies wird in kommenden Arbeiten geschehen.

Das wissenschaftliche Umfeld, das dieser Arbeit zu Grunde liegt wird bereits in den vorausgegangenen Arbeiten beschrieben. Zum einen die Bachelorarbeit [Lüdemann \(2016a\)](#) und die Grundseminararbeit [Lüdemann \(2016c\)](#) in denen besonderes Augenmerk auf Quantified Self und die Entwicklungen in diesem Bereich gelegt wurde. Zum anderen die Hauptseminararbeit [Lüdemann \(2016b\)](#) in der das Augenmerk mehr auf Projekte und Arbeiten gerichtet wurde die ebenfalls intelligente Spiegel verschiedenster Art beschreiben. Ebenfalls zeigt sich, dass das Konzept eines intelligenten Spiegels sowohl für wissenschaftliche Arbeiten als auch für kommerzielle Produkte genutzt wird.

Dabei zeigt sich, dass viele Spiegel im Bereich Smart Home aufgestellt sind, sie sollen tägliche Routinen vereinfachen und unter anderem E-Mails, Wetter und Nachrichten anzeigen ([Ghose \(2014\)](#), [Gold u. a. \(2016\)](#)). Andere Projekte ermöglichen die Steuerung verschiedener Elemente wie Musik, Licht, Strom, etc. des Smart Homes ([Gold u. a. \(2016\)](#), [Athira u. a. \(2016\)](#), [Hossain u. a. \(2007\)](#)). Auch unter den kommerziellen Produkten gibt es einige die Smart Home Controll Aspekte zeigen ([SelfieMirror](#), [AppleMirror](#), [Dirror](#)).

Diese Anwendungen sind durchaus praktisch, entfernen sich allerdings von dem eigentlichen Sinn eines Spiegels. Sie haben nichts mit dem Anwender und dessen Widerspiegelung oder seiner Selbsterfahrung zu tun. Einen etwas anderen Ansatz haben [Gold u. a. \(2016\)](#) beschrieben. In ihrer Arbeit ist der Spiegel als Plattform gedacht. Dabei wollen sie eine Software Plattform entwickeln die es ermöglicht unterschiedlichste Applikationen auf dem Spiegel auszuführen. Ihr Schwerpunkt liegt dabei allerdings ebenfalls in der Smart Home Bedienung und Datenanzeige für den alltäglichen Ablauf (E-Mails, Wetter, Nachrichten etc.). In diesem Ansatz weitergedacht, könnten aber noch viele Anwendungen mit einbezogen werden die auch den eigentlichen Ansatz eines Spiegels mehr in den Fokus stellen.

In der Arbeit von [Cvetkoska u. a. \(2017\)](#) wird der E-Health Bereich eingebracht. In dieser Arbeit geht es darum Fotos der Benutzer über Zeit zu vergleichen um Hal-tungsprobleme und Hauterkrankungen zu erkennen. Dabei wird eine Reihe von Spiegel Projekten verglichen die häufig Gesichtserkennung zur Personalisierung oder sogar zur Diagnose verwenden. Dadurch ist diese Arbeit für unseren Companion Spiegel interessant da sich die Gesichtserkennung durchzusetzen scheint und in vielen Arbeiten erfolgreich eingesetzt wird. Außerdem wurde dort bereits ein Ansatz zum Bildvergleich über Zeit beschrieben.

Einen interessanten Ansatz hat ein Team der Uni Ulm gewählt die einen FitMirror entwickelt haben der dem Benutzer bei der Aufsteh-Routine helfen soll sowohl wach und fit für den Tag zu werden wie auch in bessere Stimmung zu kommen [Besserer u. a. \(2016\)](#).

Neben den Ideen und Ansätzen wurde im wissenschaftlichen Umfeld auch darauf geschaut wie gewisse Aspekte des Systems gelöst wurden um ggf. etwas daraus zu lernen. So ist die Bedienung vieler Systeme Touch basiert ([AppleMirror](#), [MagicMirror](#), [SelfieMirror](#), [Dirror](#), [Hossain u. a. \(2007\)](#), [Hossain u. a. \(2007\)](#)). Für einen Spiegel mit empfindlicher Oberfläche ist dies eine fragliche Bedienung, außerdem setzt sie voraus als Benutzer sehr nah am Spiegel zu sein, was für einen Ganzkörperspiegel eher untypisch ist. Andere Systeme nutzen Gestensteuerungen wie [Ghose \(2014\)](#) und [Cvetkoska u. a. \(2017\)](#) doch stößt diese schnell an ihre Grenzen, entweder durch die sehr schwere Erkennung und Unterscheidung oder weil sie an weitere Hardware wie die Leap Motion gebunden ist. Andere nutzen Spracherkennung, was aber bei Hintergrundgeräuschen schwierig ist und auch nicht für alle Bedienungen taugt da man nicht jeden einzelnen Bedienungsschritt laut aussprechen möchte bzw. eine Reihe von Befehlen auswendig lernen muss [Cvetkoska u. a. \(2017\)](#). Bisher wird der hier beschriebene Intelligente Spiegel über einen Computer in der Nähe bedient, es ist aber auch Touch was aber wie beschrieben Schwierigkeiten mit sich bringt oder eine Bedienung mittels Smartphone oder Tablet denkbar.

Die technische Umsetzung der Spiegelprojekte ist fast einheitlich mit Spiegelglas und einem hellen Monitor umgesetzt, die wenigsten Projekte wie z.B der [MagicMirror](#)

arbeiten so wie in dieser Arbeit mit einem Bildschirm. Im späteren Verlauf dieses Projekts kann durchaus darüber nachgedacht werden auf Spiegelglas umzusteigen.

Ein Spiegel als Smart Object wird immer populärer und die Zahl der wissenschaftlichen Arbeiten dazu steigt stetig. Dazu lässt sich sagen, dass die Zahl der Projekte die ihre Schwerpunkte in Richtung E-Health, Diagnose, Früherkennung, Therapie und auch Fitness setzen ebenfalls in den letzten eineinhalb Jahren deutlich stieg. Allerdings beschäftigen sich die wenigsten mit der Darstellung von Daten aus dem Quantified Self Bereich vielleicht lässt sich dadurch auch die seltene Einbeziehung von Serendipity-Elementen erklären. Auf solche soll in dieser Arbeit mehr eingegangen werden.

Serendipity ist das zufällige Beobachten von etwas ursprünglich nicht Gesuchtem. Das können Korrelationen, Werte, Erkenntnisse, Informationen u.Ä. sein. Zum Beispiel könnte der Benutzer darauf aus sein, zu beobachten wie viele Schritte er an jedem Tag der Woche macht, Serendipity wäre dann, wenn der Benutzer außerdem erfährt, dass die hohe Schrittzahl am Freitag davon kommt, dass er mit seinen Kollegen bei der Arbeit zu einem entfernten Restaurant geht und dafür sorgt, dass er Abends besser schläft (ein rein fiktives Beispiel). Der Begriff ist bereits älter und beschreibt im Grunde eine glückliche Offenbarung die einem Suchenden gewährt wird. Dies geschieht natürlich im Alltag, wie das Entdecken des perfekten Cafés beim Sonntagsspaziergang oder der Tipp für einen guten Arzt bei einem Gespräch mit einem Kollegen. Es kann und wird aber auch immer mehr in der Wissenschaft genutzt. Dabei geht es nicht um die glücklichen Entdeckungen die diesem Effekt zugeschrieben werden, wie die Entdeckung des Sekundenklebers oder des Penicillin sondern der absichtlich herbeigeführte Serendipity-Effekt für den Nutzer.

In ihrer Arbeit beschreiben [Ge u. a. \(2017\)](#) wie sie Navigation durch Serendipity-Elemente verbessern wollen. Gewöhnliche Navigationssysteme suchen dem Benutzer den schnellsten bzw. kürzesten Weg der in einer gewissen Berechnungsdauer zu finden ist. Ge et. al arbeiten an einem System dass dem Benutzer sofern er es wünscht und die jeweiligen Daten hinterlegt die schönste bzw. die für ihn interessanteste Route zeigt, weil sie z.B an Orten vorbeiführt die für den Nutzer von Interesse sein könnten. Dadurch soll das Erleben der Stadt als lebenswertes Umfeld gesteigert werden und der Benutzer bekommt neben der Information wie er von Punkt A nach Punkt B kommt zusätzlich die Informationen die die Stadt für ihn lebenswerter machen.

Auch in der Datensuche sowohl im Internet wie auch in Datenbanken spricht man von Serendipity wenn Informationen zu Tage gefördert werden die eigentlich nicht gesucht aber dennoch wertvoll sind. An diesen Effekten wird geforscht, Veröffentlichung wie das Navigationssysteme von [Ge u. a. \(2017\)](#) sind noch selten.

Da der Spiegel dieser Arbeit als Companion [SFB Transregio62 \(2015\)](#) wahrgenommen werden soll können Serendipity-Effekte diese Wahrnehmung unterstützen, da dem Benutzer unverhofft mehr geboten wird als er gesucht hat. Dies soll vor allem durch

eine geschickte Auswertung und das Erfassen von Metadaten zur Kontextualisierung erreicht werden. Dadurch sollen Korrelationen und Seiteneffekte besser erkannt werden.

3 Protoyp 1.0

In diesem Abschnitt soll auf den aktuellen Prototypen und die bisherige Planung eingegangen werden. Es werden die Anforderungen erläutert die an den Spiegel gestellt werden aus denen sich Designentscheidungen der Architektur ergeben haben, sowie die einzelnen Komponenten erklärt die sich aus der Architektur ergeben. Es wird ein Überblick über die erhobenen Daten und deren Struktur gegeben sowie welchen Stand der Prototyp hat.

3.1 Anforderungen an den Spiegel

Der Spiegel soll ein individualisiertes companion System sein, das der Benutzer personalisieren kann. Dabei ist es wichtig, dass die Daten vertraulich gehandhabt und lokal gehalten werden. Die Personalisierung soll sowohl die Oberfläche wie auch die Daten betreffen. Es ist also notwendig ein offenes System zu entwickeln das weitere Sensoren aufnehmen kann. Dabei muss darauf geachtet werden, dass das System die verschiedenen Datentypen und Strukturen bereinigen und verarbeiten kann. Sowie sie für die Analyse und Visualisierung in ein geeignetes und ähnliches Format bringen kann. Der Spiegel soll mehrere Nutzer haben können, diese müssen erkannt und mit eigenen Profilen gehalten werden so dass jeder Benutzer nur seine eigenen Daten sieht und den Spiegel für sich personalisieren kann. Um die Daten möglichst gut zu analysieren sollte großer Wert auf Zeitdaten gelegt werden, der Spiegel sollte also mit zeitlich abhängigen Daten souverän arbeiten können und somit auch mit komplexen Datenstrukturen bzw. complex Objects. Um eine weitreichende Analyse gewährleisten zu können sollten die Daten so weit es geht kontextualisierbar sein. Die erfassten und analysierten Daten müssen dem Benutzer hilfreich und sinngemäß visualisiert werden um Verständnis und Erkenntnis zu fördern. Um Serendipity in das System hinein zu bringen muss ein großer Wert auf die Kontextualisierbarkeit von Daten gelegt werden. Das heißt dass das System auch mit vielen Metadaten zu den eigentlichen Daten umgehen können muss und diese verarbeitet um weitere Korrelationen zu erkennen und Mehrwerte dort zu bilden wo sie erstmal nicht erwartet wurden.

3.2 Anforderungen an die Architektur

Aus den Anforderungen an den Spiegel lassen sich die grundlegenden Anforderungen an die Architektur ableiten und sollen hier dargelegt werden.

Um möglichst viele Sensoren abzubilden und auch weitere Sensoren aufnehmen zu können die im Grundaufbau nicht vorhanden sind muss die Architektur offen, erweiterbar und pluginfähig sein. Dadurch können neue Sensoren eingebunden und das System um evtl. nötige Module erweitert werden bzw. können die bestehenden Module einfacher angepasst werden wenn sie nach Funktionalität klar abgegrenzt sind. Da es sich um ein System handelt mit dem der Benutzer direkt agiert ist es wichtig auf Latenzen zu achten. Solange mit einem Kamerabild auf einem Bildschirm als Spiegel gearbeitet wird muss dieses mit möglichst geringer Latenz übertragen werden um ein 'ruckelfreies' und auch nicht zeitversetztes Bild zu gewährleisten. Des Weiteren muss darauf geachtet werden, dass die Latenz der Datenabfrage der Sensoren in einem sinnvollen Maße bleibt. Bei Daten die nur einmal am Tag erhoben werden sollten diese nach der Erhebung abgefragt werden aber nicht zwingend häufiger, zum Beispiel Gewichtsdaten oder Schlafqualität. Daten die in einer höheren Frequenz erhoben werden wie zum Beispiel Pulsdaten sollten auch in einer höheren Frequenz abgefragt werden um die Latenz bis Daten auf dem Spiegel sichtbar werden möglichst gering zu halten. Somit sollte die Architektur flexibel mit den verschiedenen Datenabfragen umgehen können. Das System muss für mehrere Nutzer funktionieren. Dadurch muss darauf geachtet werden, dass besonders bei mehreren Nutzern Datenmengen aufkommen die im Laufe der Zeit stark wachsen sodass es ratsam ist das System verteilt zu planen um besser zu skalieren. Aus Sicherheitsgründen ist es ratsam das System duplizierbar zu planen. Das System muss neben den Daten die den jeweiligen Nutzer betreffen auch Metadaten der Nutzer halten um die gewünschte Personalisierung abzubilden und den jeweiligen Nutzer auch zu erkennen.

Da die Daten zur Analyse kontextualisierbar sein müssen, ist es ratsam gewisse Metadaten zu sammeln, es ist relevant zu welchem Zeitpunkt bzw. an welchem Ort Daten erfasst werden. Jede Dimension die zusätzlich erfasst wird (Zeit, Raum, Stimmung, Wetter, Temperatur, Sauerstoffgehalt der Luft etc.) kann zu einer Verbesserung der Kontextualisierbarkeit der Daten beitragen, somit muss das System mit complex Objects umgehen können da die Datenstrukturen groß und vielschichtig werden können.

Die Architektur ist so aufgebaut, dass sie nach dem Sense Reason Act Prinzip funktioniert. Dafür wurde das KDD (Knowledge Discovery in Databases) herangezogen [Fayyad u. a. \(1996\)](#). Das System durchläuft dabei fünf Phasen die im untenstehenden Bild abgebildet sind. Die erste Phase ist die Selektion, in der die gewünschten Daten erfasst werden. Dies geschieht durch den Nutzer der angibt welche Daten er über sich sammeln möchte. Die zweite Phase ist die Vorverarbeitung, die Daten werden gespeichert und von Messfehlern, unsinnigen oder fehlerhaften Daten sowie von uns nicht

benötigten Daten bereinigt. Die dritte Phase, die Transformation, bringt die Daten in die für die Analyse benötigte Struktur und reichert sie ggf. mit errechneten oder benötigten Daten oder mit Informationen aus weiteren Quellen an. In der vierten Stufe werden diese Daten analysiert und mithilfe verschiedener Verfahren ein Mehrwert aus ihnen gewonnen aus denen der Nutzer Erkenntnisse ziehen können soll. Die letzte Stufe, die Interpretation, soll vom System wie auch dem Nutzer gleichermaßen vorgenommen werden. Hier werde auffällige Werte aufgezeigt, Korrelationen verdeutlicht und dem Nutzer der Inhalt der gesammelten Daten und Analysen so dargestellt, dass er in der Lage ist eigene Schlüsse und Erkenntnisse aus den Werten zu ziehen. Der ganze Prozess endet an dieser Stelle aber nicht er ist eine Iteration da der Nutzer nun an der Datenerfassung und ggf. an den Analysen arbeiten kann um seine Fragestellung genauer beantworten zu können.

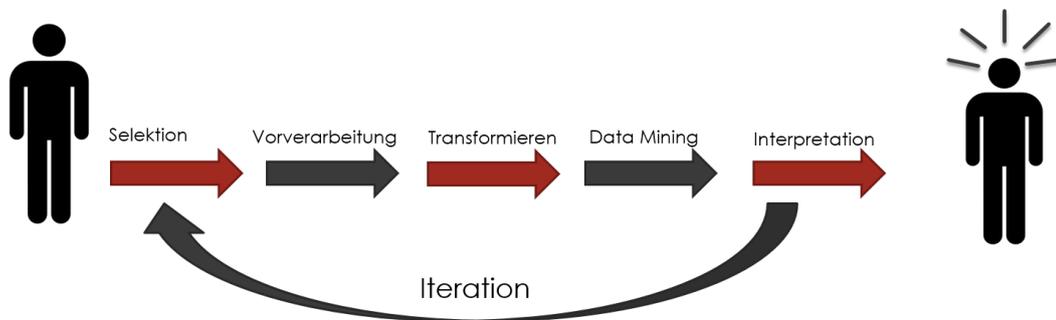


Abbildung 1: Der KDD Prozess

3.3 Architektur Komponenten

Um die Anforderungen an den Spiegel und dessen Architektur adäquat abbilden zu können wurden die Bestandteile des Systems in klare Komponenten geteilt die austauschbar und fachlich getrennt sind. Die fachliche Trennung ist notwendig um die Komponenten besser austauschbar zu machen und eine geringe Kopplung zu erzielen. Das System soll z.B weder von einer speziellen Datenbank noch von einer bestimmten Kamera abhängig sein. Dadurch kann die Pluginfähigkeit besser gewährleistet werden da die Komponenten voneinander unabhängig über die Middleware mittels einer Publish-Subscribe Kommunikation interagieren, die Informationen können also auch von neuen dem Grundsystem unbekannt Komponenten empfangen werden. Anders herum können weitere Sensoren ihre Informationen in das Netzwerk publishen und vom System verarbeitet werden.

In der untenstehenden Abbildung ist die Architektur und deren Komponenten zusehen die in den folgenden Abschnitten näher beschrieben werden um die Architekturent-

scheidungen zu beschreiben und heraus zu arbeiten wo sich die Anforderungen in der Architekturplanung wieder finden.

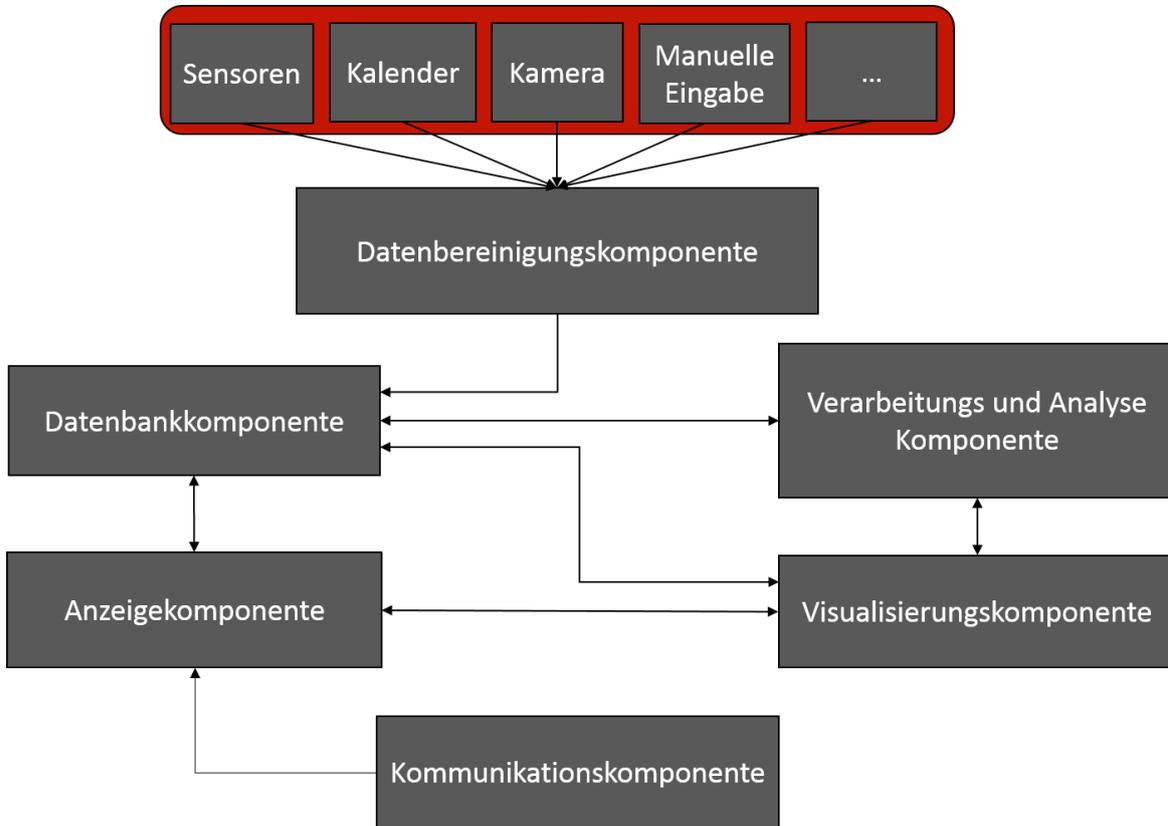


Abbildung 2: Abbildung der Architektur des Spiegels

Das System unterteilt sich in sieben verschiedene Komponenten. Dabei handelt es sich um die Sensorkomponente (die rot umrandete in der Datenquellen dargestellt sind) die die Sensoren anspricht und die Daten aus den jeweiligen APIs zieht, die Datenbereinigungskomponente, die die heraus gezogenen Daten bereinigt und zum Speichern vorbereitet. Des Weiteren die Datenbankkomponente, die sich um die Speicherung und den Zugriff auf die Daten kümmert. Die Verarbeitungs- und Analysekomponente kümmert sich um das Data Mining und ggf. das Anreichern der gespeicherten Daten. Um die Verarbeitung und Aufbereitung der Daten zu diversen Visualisierungen kümmert sich die Visualisierungskomponente und die Anzeigekomponente ermöglicht das personalisierte Anzeigen der Visualisierungen auf dem Spiegel. Die siebte Komponente ist die Kommunikationskomponente die die Kommunikation zwischen Benutzer und System abbildet.

3.3.1 Sensoren

Die Daten die verwendet werden sollen stammen aus ganz unterschiedlichen Quellen. Dafür muss für jede Quelle eine Komponente existieren die die Daten extrahiert, wenn möglich zeitnah. Dabei ist es von Quelle zu Quelle unterschiedlich ob es sich um eine regelmäßige Datenabfrage handelt oder ob das Erzeugen der Daten die Verarbeitung anstößt. Dazu zwei Beispiele, bei einem Fitnessarmband, das Schritte, Puls, Etagen o.Ä rund um die Uhr erfasst wäre eine regelmäßige Abfrage sinnvoll um die Daten möglichst aktuell verarbeiten zu können. Da aber sehr viele Datenpunkte und das teilweise kontinuierlich erzeugt werden, kann das Erzeugen der Daten nur schlecht das Abfragen jener anstoßen. Dadurch wäre eine permanente Abfrage gegeben, die ist aber nicht notwendig und würde zu viel Aufwand generieren. Dahingegen gibt es Werte die in der Regel nur einmal am Tag erfasst werden, zum Beispiel Blutdruck oder das Körpergewicht. Bei diesen relativ selten erfassten Daten reicht es vollkommen aus, sie an das System weiter zu geben wenn sie erfasst werden. Dadurch wird sichergestellt, dass Daten auch erfasst werden wenn sie aus diversen Gründen häufiger gemessen werden, zum Beispiel weil der Nutzer einen Wert mehrfach messen möchte.

Da der Spiegel eine offene und pluginfähige Architektur hat ist nicht abschließend aufzählbar welche Sensoren verwendet werden, da die Datenquellen je nach Verwendung variieren können. Am Anfang werden die Sensoren verwendet die auch schon in der vorangegangenen Bachelorarbeit [Lüdemann \(2016a\)](#) benutzt wurden. Diese umfassen: Ein Fitnessarmband, ein Blutdruckmessgerät und eine Analysewaage. Da dadurch nicht alle Daten erfasst werden können und auch Vergleichswerte interessant für die Analyse sind sollen nebenbei Daten manuell abgefragt werden. Wie genau das ablaufen soll wird in den folgenden Arbeiten geklärt.

3.3.2 Datenbereinigungskomponente

Die Daten die von den Sensoren erhoben werden sind in der Regel nicht in dem Zustand in dem sie weiterverarbeitet bzw. gespeichert werden können. Dabei kann man die Datenbereinigung in zwei Arten unterteilen, zum einen das Format der Daten, sei es als bloße Zahl, als Wert mit Maßeinheit, als Zahlenreihe oder einzelner Wert. Um die Daten speichern zu können muss das Format der Daten auf ein einheitliches gut verarbeitbares gebracht werden. Zum anderen kann es sich um Messfehler, fehlende Werte oder einfach 'Datenmüll' also für dieses Projekt nicht relevante Erhebungen handeln die über die API der Geräte zurückgegeben werden. Diese Komponente bearbeitet die Daten entsprechend um den notwendigen Stand herzustellen.

3.3.3 Datenbankkomponente

Die Datenbankkomponente sorgt dafür, dass die Daten in einer Datenbank abgelegt und auf Anfrage heraus gegeben werden. Dabei kann die Datenbanktechnologie variieren beziehungsweise auch verschiedene Datenbanken gleichzeitig umfassen um verschiedene Daten optimal speichern zu können. So kann es sich anbieten für einen Teil der Daten eine relationale Datenbank zu verwenden um dann bei einem anderen Teil eine NoSQL Datenbank zu verwenden.

Ein Backup der Daten bietet sich direkt nach dem Erheben an, um Daten oder Qualitätsverlust durch eine fehlerhafte Verarbeitung zu vermeiden. Dabei kann an eine dokumentenorientierte Datenbank wie MongoDB oder CouchDB gedacht werden. Die SensorKomponente speichert die Daten aus den APIs der Wearables, wie zum Beispiel des Fitbits. Diese Daten werden im ersten Schritt in Textdateien gespeichert um sie danach weiter zu verarbeiten. Die Dateien können um ein Backup zu erzeugen in einer Datenbank gehalten werden um im Zweifel wieder auf sie zugreifen zu können.

Weitere Details der Datenbank Komponente klären sich voraussichtlich während des Hauptprojekts.

3.3.4 Analysekomponente

Die Analysekomponente verarbeitet die aufbereiteten Daten. Mithilfe von Data Mining soll ein Mehrwert aus den Daten gezogen werden. Dabei kann es sich um Trendwerte also das Verändern eines Wertes über Zeit zu einem Trend hin, Korrelationen oder Phasen in den Werten handeln. Zum Beispiel ein regelmäßiges Schwanken eines Wertes in einem gleichbleibenden oder ähnlichen Zeitraum. Das genaue Vorgehen und das vertiefte Erarbeiten dieser Komponente ist für die Masterarbeit geplant.

3.3.5 Visualisierung

Hinter der Visualisierungskomponente verbirgt sich das Zusammenfassen der Daten in geeigneten Visualisierungen und den dazugehörigen Berechnungen, seien es Diagramme, Mittelwerte, Zeitreihen, Heatmaps etc.. Die Daten müssen vorbereitet und der Anzeigekomponente zur Verfügung gestellt werden. Dabei reagiert die Komponente auch auf Anfragen der Anzeigekomponente, da der Benutzer diverse Visualisierungen anfragen könnte. Dabei handelt es sich von simplen Visualisierungen wie ein Diagramm über z.B den Gewichtsverlauf, bis hin zu Heatmaps die die Stimmung einer Person an verschiedenen Wochentagen in Farbwerten ausgedrückt, ein Beispiel dafür zeigt die untenstehende Abbildung. Die Werte entstammen der Bachelorarbeit [Lüdemann \(2016a\)](#) und wurden als Heatmap aufgearbeitet. Dabei ist jeden Tag eine Gesamtstimmung auf

einer Skala von 1 bis 7 abgegeben worden dabei wird 1 dunkel Rot und 7 dunkel Grün dargestellt, die Werte dazwischen als Farbverlauf von Grün über Gelb zu Rot.

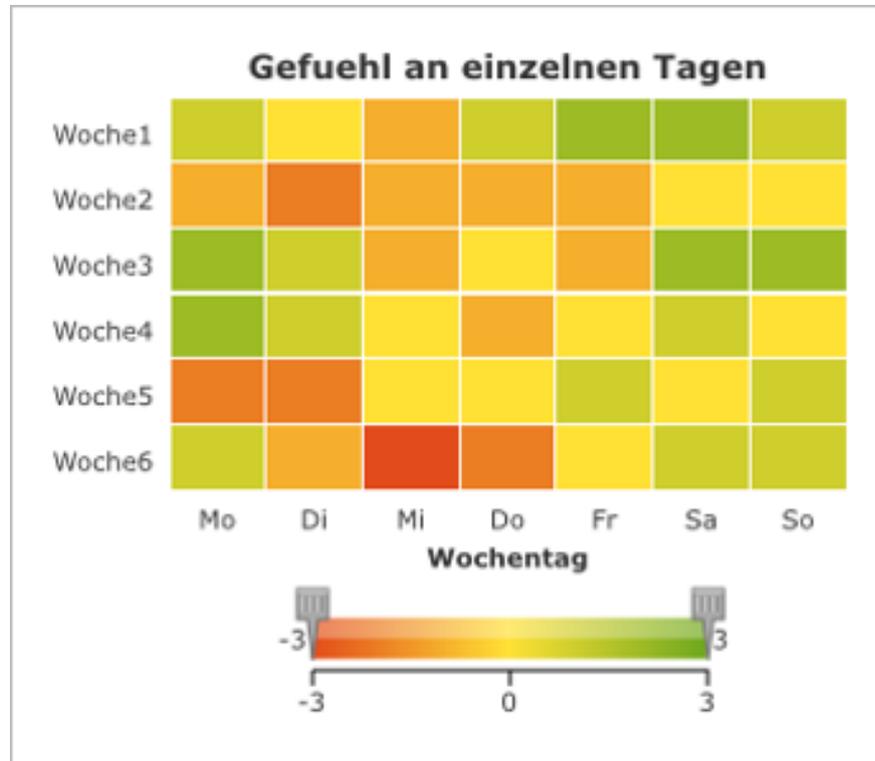


Abbildung 3: Eine Heatmap über die Gesamtstimmung an einzelnen Tagen während eines Erfassungszeitraumes von sechs Wochen

Durch diese Darstellungsart können auf einen Blick besonders hohe oder tiefe Werte schnell erkannt werden und vielleicht auch Muster. Wie hier zum Beispiel am Wochenende, eine etwas bessere Gesamtstimmung als in der Mitte der Woche.

An anderer Stelle, wo die Steigung eines Wertes über Zeit interessant ist, wie beim Puls über den Tag verteilt, dem morgendlichen Blutdruck oder Gewicht bieten sich Liniendiagramme an. Jede Fragestellung und jeder Datentyp oder auch verschiedene Daten zusammen können wieder andere Visualisierungen erfordern.

Visualisierung ist ein schwieriges Thema, da die Art der Visualisierung darüber entscheidet welche Details und Informationen im Vordergrund stehen und gut erkennbar sind. Soll der Benutzer aus den eigenen Daten Erkenntnisse gewinnen ist es von großer Wichtigkeit Visualisierungen zu wählen die ihn dabei bestmöglich unterstützen. Dies können im einfachsten Fall Tabellen sein, oder auch komplexere Grafiken wie die Heatmap. Jedoch muss immer sorgfältig überlegt werden welche Daten wie dargestellt

werden, dem Benutzer sollte aber gleichzeitig dabei eine Wahl gelassen werden wie er die Daten dargestellt haben möchte um ihn individuell am besten zu unterstützen. Von den aktuellen Anbietern von Wearables werden auf den Plattformen häufig nur eingeschränkte Sichten auf die Daten gewährt, meist gibt es nur einfache Diagramme die vom Nutzer nicht veränderbar sind und manchmal Tabellen. Dies wird von Benutzern negativ beziehungsweise einschränkend wahrgenommen [Lüdemann \(2016a\)](#) und soll im intelligenten Spiegel wenn möglich nicht vorkommen.

3.3.6 Anzeigekomponente

Die Anzeigekomponente befasst sich mit der personalisierten Anzeige der Visualisierungen in Verbindung mit dem Kamerabild sowie der Benutzeroberfläche. Dabei muss darauf geachtet werden wer vor dem Spiegel steht, um die richtigen Daten anzufragen und die Visualisierungen nach dem vom Nutzer präferierten Muster anzuzeigen. Das heißt diese Komponente vereint das von der Kamera gegebene Bild mit der Benutzeroberfläche. Im Prototyp 1.0 umfasst dies das Bild der Kinect über das eine HTML Seite gelegt wird, welche statische Daten als Platzhalter anzeigt. Diese Platzhalter können durch die im Hauptprojekt zu realisierenden Middleware Anbindung flexibel gemacht werden. Sprich, wenn sich der Nutzer vor den Spiegel stellt werden seine Daten abgefragt. Durch Eingaben des Nutzers können die Anzeigen verändert werden und zwischen verschiedenen Visualisierungen gewechselt werden.

3.3.7 Interaktionskomponente

Die Interaktionskomponente kümmert sich um die Kommunikation zwischen dem Benutzer und dem Spiegelsystem. Dadurch ist es unabhängig von der Art der Interaktion (Sprachbefehle, Gestensteuerung, Touch oder ein Controller wie ein Smartphone oder Tablet) möglich den Spiegel zu implementieren. Die Befehle die an den Rest des Systems gesendet werden sind immer die gleichen, egal welche Steuerung gewählt wird. Die Umsetzung der jeweiligen Steuerung muss dann die konkrete Implementierung übernehmen. Hierbei ist, wie bei dem Smartkom [Wahlster \(2003\)](#) Forschungsprojekt der Blickwinkel eher auf multiple Modalitäten als auf spezielle Technologien oder Hardware gelegt und ermöglicht dadurch eine viel höhere Flexibilität.

3.4 Technischer Aufbau

Die Position der Kamera ist im aktuellen Stand des Prototypen so gewählt, dass der Benutzer aus einem Winkel auf Augenhöhe direkt neben dem Bildschirm aufgenommen

wird. Die Kamera kann aufgrund des Blickwinkels nicht über oder unter dem Bildschirm platziert werden da der Spiegel zu groß ist. Die minimale seitliche Verschiebung des Blickwinkels ist dabei kaum störend. Die Verarbeitung der Daten übernimmt ein Desktoprechner der in direkter Nähe zum Spiegel steht. Dabei kann diese Berechnung in kommenden Versionen aber auf einen lokalen Server übergehen um weniger Technik in unmittelbarer Nähe zum Spiegel haben zu müssen. In der aktuellen Version wird eine Kinect zum erfassen des Bildes verwendet, diese soll durch eine Kamera mit besserer Bildauflösung ersetzt werden. Die Bedienung des Spiegels erfolgt in der aktuellen Version über den Desktoprechner da die Umsetzung einer unabhängigeren Lösung für eine spätere Version vorgesehen ist.

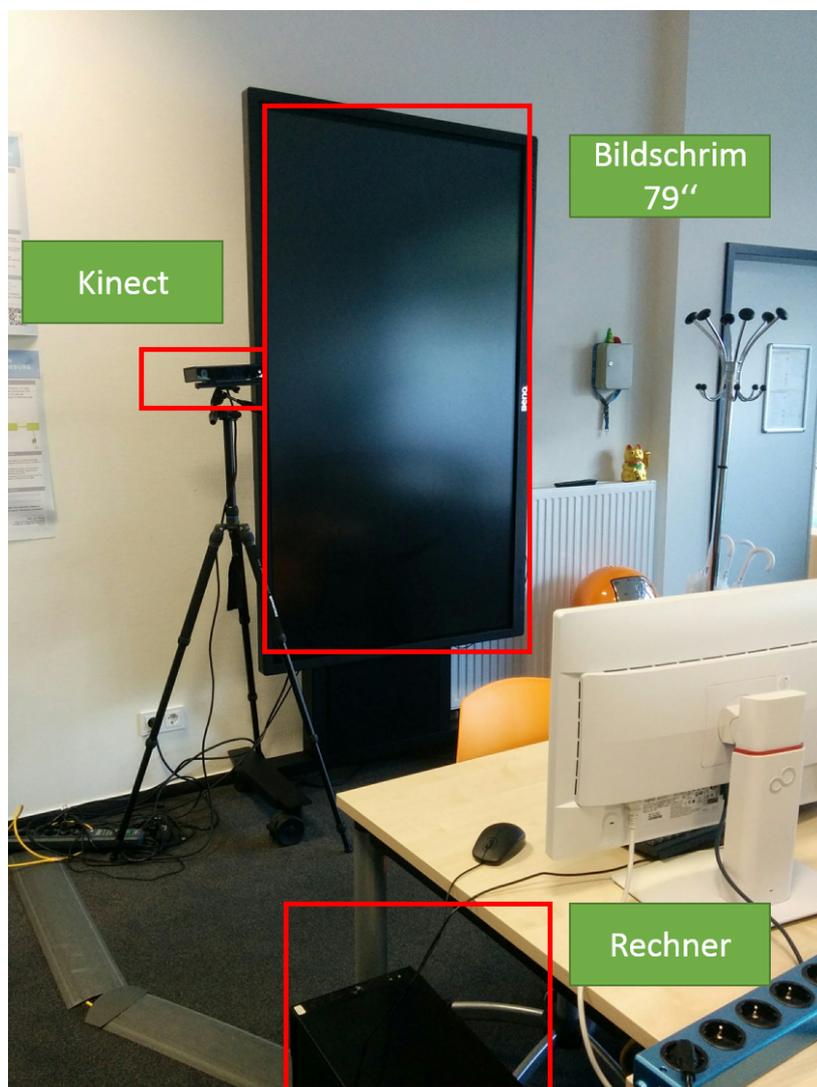


Abbildung 4: Der aktuelle Versuchsaufbau im Labor

3.5 Systemablauf

In diesem Abschnitt soll darauf eingegangen werden wie die Benutzung des Spiegels abläuft um einen Eindruck davon zu vermitteln wie das System für den Nutzer geplant ist. Ein einfacher Use Case sieht zum Beispiel so aus:

Der Benutzer stellt sich morgens nach der Morgentoilette, das heißt nach dem Duschen etc. samt wiegen und Blutdruck messen zum ersten Mal vor den Spiegel um die Daten der letzten Nacht und des heutigen Morgens zu sehen. Beim ersten vor den Spiegel stellen erfasst das System das Gesicht des Benutzers, gleicht dieses mit den Gesichtern der registrierten Benutzer ab und erkennt diesen. Daraufhin werden die aktuellsten Daten von der Anzeigekomponente aus der Datenbank abgefragt und an die Visualisierungskomponente weiter gegeben um die vom Nutzer gewünschten Darstellungsformen zu erzeugen. Die Anzeigekomponente zeigt die von der Visualisierungskomponente erzeugten Visualisierungen dem Nutzer an. Dieser kann nun über die Kommunikationskomponente weitere Daten abfragen, die angezeigten Visualisierungen verändern oder sich einzelne Werte genauer ansehen. Wenn er genug gesehen bzw. sich informiert hat verlässt der Benutzer die Position vor dem Spiegel und nach einer Weile in der das System keinen Benutzer mehr erkennt, werden die dargestellten Informationen ausgeblendet.

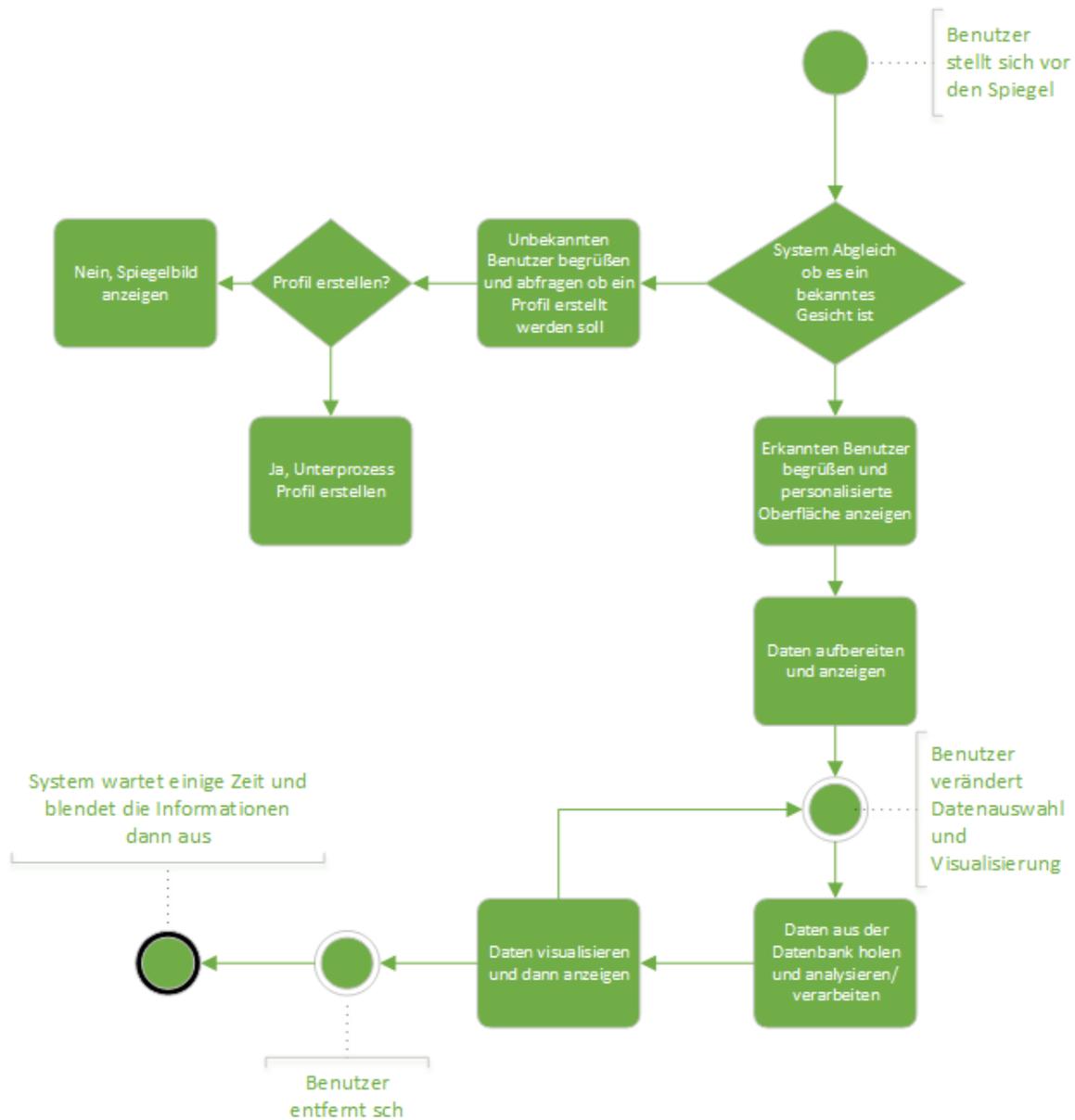


Abbildung 5: Systemablauf als Flussdiagramm

4 Zusammenfassung

In dieser Arbeit wurde die wissenschaftliche Basis die diesem Projekt zu Grunde liegt beschrieben und das Forschungsumfeld sowie ähnliche Projekte besprochen. Aus den Erkenntnissen der Literatur und den Anforderungen an den Spiegel wurde eine Ar-

chitektur entworfen die die Anforderungen weitestgehend erfüllt und in den folgenden Arbeiten weitergeführt werden kann. Es wurden Bereiche beschrieben die noch sorgsam erarbeitet werden müssen und dargelegt welchen Stand das Projekt bereits hat. Um sowohl Änderungen und Verbesserungen wie auch Systemabschnitte die so weiter entwickelt werden können zu isolieren.

Aufbauend auf die hier vorliegende Arbeit soll der Ausblick zeigen was folgende Arbeiten erzielen wollen.

5 Ausblick

Im kommenden Hauptprojekt soll das Spiegel System an die im Labor genutzte Middleware angebunden werden, des Weiteren soll die Datenbank umgesetzt und ebenfalls an die Middleware angebunden werden um eine Kommunikationsmöglichkeit von den Daten bis hin zum Benutzer zu ermöglichen. Dafür müssen die vorhandenen Daten-systeme aus der Bachelorarbeit überarbeitet und angepasst werden und die Datenbeschaffung und Bereinigung automatisiert werden.

Damit soll das Hauptprojekt einen ersten lauffähigen Prototyp des Gesamtsystems hervorbringen. Dieser soll in der Masterarbeit getestet und erweitert werden. Zum einen mit neuen und passenden Visualisierungen zum anderen mit Ideen und ggf. Prototypen zur Bedienung. Der Data Mining Aspekt soll in der Masterarbeit weiter ausgebaut und angegangen werden um darüber hinaus die Möglichkeiten und Visionen rund um den Spiegel auszuloten.

Literatur

- [AppleMirror] *The Apple Mirror*. <http://www.rafaeldymek.com/portfolio/apple-mirror/>. – Besucht am: 24.02.2017
- [Dirror] *Der erste digitale Spiegel Computer*. <https://www.dirror.com/>. – Besucht am: 28.08.2017
- [MagicMirror] *The Magic Mirror*. <http://www.magicmirror.me/>. – Besucht am: 24.02.2017
- [SelfieMirror] *The Selfie Mirror*. <http://selfiemirror.me/index.html>. – Besucht am: 24.02.2017
- [Athira u. a. 2016] ATHIRA, S. ; FRANCIS, F. ; RAPHEL, R. ; SACHIN, N. S. ; PORINCHU, S. ; FRANCIS, S.: Smart mirror: A novel framework for interactive display. In: *2016 International Conference on Circuit, Power and Computing Technologies (ICCPCT)*, March 2016, S. 1–6
- [Besserer u. a. 2016] BESSERER, Daniel ; BÄURLE, Johannes ; NIKIC, Alexander ; HONOLD, Frank ; SCHÜSSEL, Felix ; WEBER, Michael: Fitmirror: A Smart Mirror for Positive Affect in Everyday User Morning Routines. In: *Proceedings of the Workshop on Multimodal Analyses Enabling Artificial Agents in Human-Machine Interaction*. New York, NY, USA : ACM, 2016 (MA3HMI '16), S. 48–55. – URL <http://doi.acm.org/10.1145/3011263.3011265>. – ISBN 978-1-4503-4562-0
- [Cvetkoska u. a. 2017] CVETKOSKA, B. ; MARINA, N. ; BOGATINOSKA, D. C. ; MITRESKI, Z.: Smart mirror E-health assistant - Posture analyze algorithm proposed model for upright posture. In: *IEEE EUROCON 2017 -17th International Conference on Smart Technologies*, July 2017, S. 507–512
- [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
- [Ge u. a. 2017] GE, X. ; DAPHALAPURKAR, A. ; SHIMPI, M. ; KOHLI, D. ; PELECHRINIS, K. ; CHRYSANTHIS, P. K. ; ZEINALIPOUR-YAZTI, D.: Data-Driven Serendipity Navigation in Urban Places. In: *2017 IEEE 37th International Conference on Distributed Computing Systems (ICDCS)*, June 2017, S. 2501–2504. – ISSN 1063-6927

- [Ghose 2014] GHOSE, Sobin: Konzeption und Evaluation eines interaktiven Badezimmerspiegels. In: *Bachelor Arbeit published an der HAW Hamburg* (2014). – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/bachelor/ghose.pdf>
- [Gold u. a. 2016] GOLD, D. ; SOLLINGER, D. ; INDRATMO: SmartReflect: A modular smart mirror application platform. In: *2016 IEEE 7th Annual Information Technology, Electronics and Mobile Communication Conference (IEMCON)*, Oct 2016, S. 1–7
- [Hossain u. a. 2007] HOSSAIN, M. A. ; ATREY, P. K. ; SADDIK, A. E.: Smart mirror for ambient home environment. In: *2007 3rd IET International Conference on Intelligent Environments*, Sept 2007, S. 589–596. – ISSN 0537-9989
- [Lüdemann 2016a] LÜDEMANN, Maria: Data Minung auf Consumer Sensor Daten für Quantified Self. (2016). – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/arbeiten/bachelor/luedemann.pdf>
- [Lüdemann 2016b] LÜDEMANN, Maria: Der intelligente Spiegel- Ein Companion zur Unterstützung der Selbstwahrnehmung. In: *Hauptseminar Arbeit published an der HAW Hamburg* (2016). – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2016-hsem/luedemann/bericht.pdf>
- [Lüdemann 2016c] LÜDEMANN, Maria: Quantified Self nicht nur zum Selbstzweck. In: *Grundseminar Arbeit published an der HAW Hamburg* (2016). – URL <http://users.informatik.haw-hamburg.de/~ubicomp/projekte/master2015-gsem/luedemann/bericht.pdf>
- [SFB Transregio62 2015] SFB TRANSREGIO62, Companion T.: *Companion Technologie - Die Vision*. SFB Transregio 62 Companion Technologie Homepage. 2015. – URL <http://www.sfb-trr-62.de/>. – Zugriffsdatum: 08.02.2016
- [Wahlster 2003] WAHLSTER, et a.: *SmartKom - Dialogische Mensch-Maschinen-Interaktion durch koordinierte Analyse und Generierung multipler Modalitäten*. DFKI Website. 2003. – URL http://www.smartkom.org/start_de.html. – Zugriffsdatum: 14.08.2017