

# **Lässt sich das Wohlbefinden durch Quantified Self verbessern?**

Projektbericht WAB 3  
von

**Chi Trung Nguyen**  
**Florian Weber**  
**Andreas Hornig**

an der Hochschule für Telekommunikation

Erstgutachter:  
Zweitgutachter:

Prof. Dr.-Ing. Oliver Jokisch  
Prof. Dr.-Ing. Undine Pielot

Bearbeitungszeit: 15. April 2014 – 29. Juni 2014

---

Wir erklären hiermit, dass wir die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet haben.

München, den 26. Juni 2014

# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Problemstellung . . . . .	1
1.2	Zielsetzung . . . . .	2
1.3	Gliederung der Arbeit . . . . .	2
1.4	Auswahl der Trackingmethoden . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Grundlagen</b>	<b>4</b>
2.1	Quantified Self . . . . .	4
2.1.1	Allgemein . . . . .	4
2.1.2	Einsatzgebiete . . . . .	4
2.1.3	Ausblick . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Auswahl der Applikationen</b>	<b>6</b>
3.1	Moves . . . . .	6
3.1.1	Was ist Moves? . . . . .	6
3.1.2	Design und Features . . . . .	7
3.1.3	Die Performance . . . . .	9
3.1.4	Zusammenfassung . . . . .	10
3.2	Hueman . . . . .	11
3.2.1	Was ist Hueman? . . . . .	11
3.2.2	Design und Features . . . . .	11
3.2.3	Zusammenfassung . . . . .	12
3.3	Sleep Cycle . . . . .	12
3.3.1	Hintergrundwissen . . . . .	12
3.3.2	Funktionsweise und Anwendung . . . . .	14
<b>4</b>	<b>Relativierung</b>	<b>18</b>
4.1	Systematische und zufällige Fehler . . . . .	18
4.1.1	Kalibrierung . . . . .	18
4.1.2	Ausfallsicherheit . . . . .	18
4.1.3	Genauigkeit . . . . .	19
4.2	Statistische Schwierigkeiten . . . . .	19
<b>5</b>	<b>Analyse und Evaluierung</b>	<b>20</b>
5.1	Anzahl der Schritte, Schlafqualität und Energieverbrauch . . . . .	21
5.2	Schlafqualität und Stimmung . . . . .	24
5.3	Zusammenfassung . . . . .	25

<b>6 Zusammenfassung und Ausblick</b>	<b>26</b>
<b>Literaturverzeichnis</b>	<b>27</b>

# 1. Einleitung

## 1.1 Problemstellung

Seit Gründung der Initiative Quantified Self(QS)[1] im Jahr 2007[2] steigen die Möglichkeiten von Jahr zu Jahr, Umwelt und personenbezogene Daten zu erfassen. [3] Dies wird durch unterschiedliche Hard- und Softwarelösungen ermöglicht.

Dabei werden Erkenntnisse über Gesundheit, Fitness und persönliche Stimmung gesammelt. Diese können auch zu externen Umweltfaktoren in Relation gebracht werden.

Als Leitfrage des Projekts wurde die Frage, ob durch Quantified Self das Wohlbefinden verbessert werden kann, festgesetzt. Das Erreichen des Ziels, die Beantwortung der Leitfrage soll durch das Analysieren und Auswerten von aus Selbstversuchen gewonnener Daten geschehen. Zur Zielerreichung wird zu Beginn der Datengenerierungs- bzw. Testphase, die 30 Tage beträgt, der augenblickliche Zustand der Probanden aufgezeichnet und gesichert — also der derzeitige Schlafrhythmus, die derzeitige Essgewohnheit und die Bewegungsaktivität. Dieser wird als 100% Marke angesetzt und dient der späteren Auswertung der gewonnen Daten als Maßstab.

Die Daten werden aus Bewegungsaktivität, Schlafrhythmus und Stimmungslage gewonnen. Sollte der analysierte Wert nach der Testphase über dieser Marke liegen, liegt eindeutig eine Verbesserung vor. Ist der Wert darunter, so stellt dieser eine Verschlechterung dar.

Stimmt  
das

Zur besseren Klassifizierung der Daten wird von einer Verbesserung erst ab dem Wert von mindestens 120% gesprochen, sowie von einer Verschlechterung bei einem Wert von 80%.

noch?

Sollte der Endwert eines Probanden zwischen 80% und 120% liegen wird von einem Gleich bleiben des Befinden gesprochen.

In der heutigen Zeit, in der die Lebenssituation, vor allem in der arbeitenden Bevölkerung, an Qualität abnimmt – sei es durch Stress im Arbeitsalltag oder der gewaltigen Informationsflut, die uns unterbewusst immer und überall beeinträchtigt – ist es wichtig, neue Möglichkeiten auszuloten, um die Lebensqualität zum Beispiel durch die Selbstanalyse diverser Faktoren wieder zu verbessern.

## 1.2 Zielsetzung

In diesem Projekt werden Faktoren wie Schlaf, Ernährung und Bewegungsaktivität sein, die mit Hilfe von Quantified Self Applikationen für das Smartphone aufgezeichnet und später analysiert werden. Dadurch soll herausgefunden werden, ob eine Formulierung Verbesserung des Wohlbefinden durch die Nutzung von QS-Applikationen möglich ändern ist.

Die stetig steigende Anzahl von Burnout-Patienten und die Selbsteinschätzung vieler Menschen in Deutschland, die entgegen dem eigentlichen Trend, eine sinkende Lebensqualität bemängeln, versuchen wir mit unserem Projekt eine Perspektive zu geben, wie eventuell die Situation durch den Einsatz mobiler QS-Applikation für diverse Faktoren verbessern kann.

Dieses Projekt soll eventuelle neue Möglichkeiten zur Verbesserung des Wohlbefinden durch das Nutzen von QS aufzeigen und helfen den Burnout zu verhindern bzw. Stress abzubauen und so das Gesundheitssystem teilweise entlasten, sowie das Lebensgefühl verbessern.

## 1.3 Gliederung der Arbeit

Die Arbeit ist in sieben Teile gegliedert:

1. Einleitung (Motivation, Trend)
2. Grundlagen zu Quantified Self (Studien, Trend, Medizinische Untersuchung)
3. Softwarebeschreibung (Erläuterung, Einführung)
  - a. Moves (Bewegungsaktivität)
  - b. Human (persönliches Wohlbefinden)
  - c. Sleep Cycle (Schlafzyklen-Analyse)
4. Relativierung: Mögliche Fehlerquellen (technische, persönliche, falsche Wahrnehmung der eigenen Verfassung)
5. Analyse der ausgewerteten Daten
6. Fazit (Beantwortung der Leitfrage)

Die Einleitung soll einen Einblick in die Problemstellung und Zielsetzung der Arbeit, Motivation und Trend, sowie den Aufbau der Arbeit beschreiben. Informationen zu Quantified Self gibt Aufschluss über aktuelle Studien zu Quantified Self sowie den Trend und Medizinische Untersuchungen. Innerhalb der Softwarebeschreibung wird detaillierter auf die Auswahl der Apps eingegangen.

Zusätzlich sind deren Funktionsweise und Features hier beschrieben. Die Relativierung beschreibt mögliche technische und persönliche Fehlerquellen bei der Anwendung, sowie die Problematik der falschen Wahrnehmung der eigenen Verfassung.

Im Hauptteil, der Auswertung und Analyse der gewonnenen Daten soll mit Hilfe statistischer Methoden die These überprüft werden.

Das Fazit beantwortet die Leitfrage des Projektes und soll Aufschluss über mögliche Verbesserungsideen geben.

## 1.4 Auswahl der Trackingmethoden

Aufgrund des geringen finanziellen Budgets und dem Ziel die Fragestellung möglichst realitätsnah zu beantworten, werden die Tracking-Methoden auf reine Softwarelösungen beschränkt. Diese können mit etlichen handelsüblichen Smartphones benutzt werden und liefern für weniger als 2€ gute Ergebnisse[4, 5].

Die Arbeit orientiert sich an alltagsüblichen Situtationen. Daher benutzt das Projektteam einen Schrittzähler „Moves“, Schlafzykluserfassung „Sleep Cycle“ und einen Stimmungsbarometer „Hueman“. Die Software wird im folgenden näher erläutert.

Die Zielgruppe, für die dieses Projekt ins Leben gerufen wurde, sind vor allem Smartphone-Nutzer, deren derzeitiges Leben, sei es durch Stress im Arbeitsalltag oder Burnout-ähnlichen Symptomen, verbesserungswürdig ist bzw. die die derzeitige Lebenssituation zu verbessern suchen oder es auch einfach nur analysieren möchten.

## 2. Grundlagen

Die Grundlagen müssen soweit beschrieben werden, dass ein Leser das Problem und die Problemlösung versteht. Um nicht zu viel zu beschreiben, kann man das auch erst gegen Ende der Arbeit schreiben.

löschen?  
än-  
dern?

### 2.1 Quantified Self

#### 2.1.1 Allgemein

Quantified Self ist ein Ausdruck dafür, Technologien oder Anwendungen zu nutzen, um das tägliche Leben durch ständige Datenerfassung zu visualisieren. Hauptsächlich Bereiche, die durch Quantified Self erfasst werden sollen sind zum Beispiel(z.B.) Essgewohnheit (welche Lebensmittel verzehrt wurden), persönliches Wohlbefinden (Stimmung, Erregung, Sauerstoffgehalt im Blut) und die mentale und physische Leistung[6].

Umgangssprachlich wird eine solche Selbstüberwachung und -erkennung, die tragbare Sensoren (EEG, ECG-, Video-, etc.) und mobile Plattformen (tragbare Fitness-Gadgets, Smartphones/Tablets, etc.) verbindet, auch „Self-Tracking“ genannt. Durch den heutigen Stand der Technik ist es so jedem möglich, bisher unbekannte eigene biometrische Daten kostengünstig und bequem zu ermitteln.

erklären!

#### 2.1.2 Einsatzgebiete

Der Hauptanwendungsbereich von Quantified Self ist die Verbesserung der eigenen Gesundheit und des persönlichen Wohlbefinden. Für diesen Bereich gibt es viele Geräte und Applikationen, die die körperliche Aktivität, die Kalorienzufuhr, die Schlafqualität, die Körperhaltung und andere Faktoren des persönlichen Wohlbefinden analysieren und helfen, die gewonnenen Daten visuell verständlich darzulegen. Diese Gesundheitsüberwachung soll das persönliche Wohlbefinden des Nutzers aufrecht erhalten und so potentielle Krankheiten verhindern. Die daraus resultierenden sinkenden Gesundheitskosten sind vor allem für Nutzer in Ländern ohne öffentliches Gesundheitssystem eine willkommene Entwicklung.



Ein weiteres Anwendungsgebiet findet sich in der Bildung. So nutzen viele Schulen, vor allem in den USA (United States of America), QS-Applikationen, um den Schülern „schwierige“ Fächer praxisnah beizubringen. So werden dort die Aktivitäten der Schüler aufgenommen und ausgewertet. Aus den gewonnenen Daten werden themenrelevante Gebiete aus der Mathematik und den Naturwissenschaften den Schülern direkt auf das Smartphone geliefert[7].

### 2.1.3 Ausblick

Quantified Self steckt in Deutschland noch in den Kinderschuhen. Die Bewegung des „Self-Tracking“ wächst langsam aber stetig weiter an und entwickelt sich weiter. So ist es durchaus denkbar, dass aus Quantified Self ein „Quantified Us“ in naher Zukunft entstehen wird. Da das eigene Tracking eine starke Disziplin des Nutzers verlangt und keinen Vergleich mit anderen Personen zulässt, wäre die Entwicklung zu einem „Us“ nur zu gut nachvollziehbar.

Man stelle sich beispielsweise eine Person vor, die an Epilepsie erkrankt ist. Diese versucht die Steigerung seiner Anfälle mit Hilfe des Tracking (beispielsweise Bewegungsmessungen) zu verstehen und einen eventuellen Zusammenhang mit der Umwelt zu finden.

Könnte diese Person die ausgewerteten Daten besser verstehen, wenn sie im Vergleich zu den Daten anderer Personen mit der selben Krankheit stünden?

Eine solche Möglichkeit könnte den Nutzern sehr wohl weiterbringen, da dies erstens andere Geräte und Anwendungen überflüssig macht und zweitens dem Nutzer verdeutlicht, wie seine Anfallhäufigkeit im Durchschnitt zu den der anderen Patienten liegt. Das gepaart mit der Kontaktaufnahme zu anderen Betroffenen könnte einen zusätzlichen Schub an Motivation mit sich bringen. So wird die letztendliche Form des „Quantified Self“ das „Quantified Us“ werden, ein soziales „Self-Tracking“ Netzwerk, das den Austausch zwischen erkrankten Personen maßgeblich erleichtern und ein Gemeinschaftsgefühl unter diesen herstellen kann.

## 3. Auswahl der Applikationen

Die Self-Tracking Apps stellen Optionen zur Verfügung, um einzelne oder mehrere Messdaten manuell oder automatisch zu erfassen. Die meisten Apps beschränken sich dabei auf bestimmte Self-Tracking-Aktivitäten, z.B. nur die Erfassung des Ortes, der Stimmung oder der Arbeitszeiten, andere versuchen umfassende Datensammlungen zu realisieren und in Relation zu setzen, z.B. LifeMash [8].

Für den Gesundheitsbereich beziffert Rauner in seinem Artikel „Das Handy als Hausarzt“ über 15.000 Gesundheits-App, die aktuell auf dem Markt verfügbar sind. Viele der Apps bieten die Möglichkeit die gesammelten Messwerte über das Internet im dazugehörigen jeweiligen eigenen Internetprofil zu speichern oder bestimmte Daten über soziale Netzwerke mit Freunden zu teilen. Bekannte Beispiele sind hier z.B. die auf Echtzeit-GPS-Lokalisierung basierenden Fitnesstracker Endomondo und Run-Keeper, die sich mit dem Facebook-Account verknüpfen lassen.

Zur Durchführung und Erhebung der Daten wurden drei verschiedene mobile Anwendungen von der Projektgruppe ausgesucht und festgelegt. Zum Tracken der Aktivitäten wurde die kostenlose Anwendung Moves ausgewählt, für das Erfassen der Schlafrythmen die kostenpflichtige Anwendung Sleep Cycle und für die Erfassung der Stimmung die Anwendung Hueman.

Durch diese Applikationen sind die Hauptbereiche, auf denen das Augenmerk für ein erfolgreiches Durchführen des Projektes liegt, abgedeckt. Die Apps werden im Folgenden genauer beschrieben.

### 3.1 Moves

#### 3.1.1 Was ist Moves?

Moves ist eine mobile Quantified-Self-Anwendung, die die täglichen Aktivitäten trackt, mit der Hoffnung für den Anwender, durch die gewonnenen Daten besser in Form zu kommen. Seit Anfang 2013 ist die Applikation, die ursprünglich nur für iPhone und iPad entwickelt wurde kostenlos in den AppStores erhältlich. Die Moves-App wurde mittlerweile mehr als 3,5 Millionen Mal heruntergeladen und erhielt im Jahr 2013 zudem die Auszeichnung als „Best of AppStore 2013“.[9] Seit Anfang 2014

ist die Anwendung nun auch auf Android-Plattformen nutzbar und kann so auch dort das Radfahren, Wandern oder Laufen tracken (Abbildung 3.1).



Abbildung 3.1: Moves Haupt-UI [?] ]

### 3.1.2 Design und Features

Moves hebt sich von den mittlerweile massenhaft existierenden Bezahl-Fitness-Apps und diversen tragbaren Geräten, wie zum Beispiel Fitbit One, das Nike Fuelband oder dem Withings Pulse, insofern sehr stark ab, dass die Daten hier in sehr viel benutzerfreundlicher Art und Weise präsentiert werden, als bei den zuvor genannten. Die App glänzt durch eine gute Umsetzung und ihrer Einfachheit. Viele andere Fitness-Apps bombardieren den Nutzer regelrecht mit den bereitgestellten bzw. erfassten Daten, um diesen „ruhig“ zu stellen. Moves hingegen nimmt einen ganz anderen Ansatz wahr. Dem Nutzer werden die Daten, die durch die täglichen Aktivitäten erhalten wurden, als „Handlung“ bzw. Timeline des Tages anschaulich präsentiert. Der Einsatz von Sensoren, wie zum Beispiel dem Beschleunigungsmesser, gepaart mit GPS- und WiFi machen es so der Applikation möglich, zwischen den verschiedenen Aktivitäten des Nutzers, sowie dessen Stadtorte zu unterscheiden. Die gewonnenen Daten werden auf den hauseigenen Servern der Firma gespeichert, auf denen unter anderem auch ein Teil der Daten analysiert wird. Bei täglicher Nutzung von Moves fallen so etwa 30 MB an Daten an, die auf die Server geschoben werden. Das heißt natürlich nicht, dass die Anwendung nur online genutzt werden kann und dadurch das monatliche Übertragungs-Volumen schmälert. Eine Volumenschonende Nutzung

- also offline - ist möglich, da die App die notwendigen Daten auch so sammelt, diese aber erst analysieren und auswerten kann, wenn wieder eine aktive Verbindung zum Internet, z.B. durch WiFi, besteht.

Die Benutzeroberfläche an sich ist eher spärlich gehalten. Es gibt lediglich die „Storyline“ bzw. die Timeline, die herunterscrollbar ist. Weiterhin existieren dreierlei Kreistypen, die oberhalb der Timeline angebracht sind und die jeweilige Aktivität, wie Wandern, Radfahren oder Laufen, darstellt. Diese zeigen dem Nutzer neben den getätigten „Schritten“ auch die Menge an verbrauchten Kalorien und die zurückgelegte Strecke in Kilometern an. Weiterhin bietet die App Moves die Möglichkeiten Fortschritte herauszukristallisieren, da man aktuelle Aktivitäten mit denen vom Vortag oder der Vorwoche vergleichen kann.

### 3.2

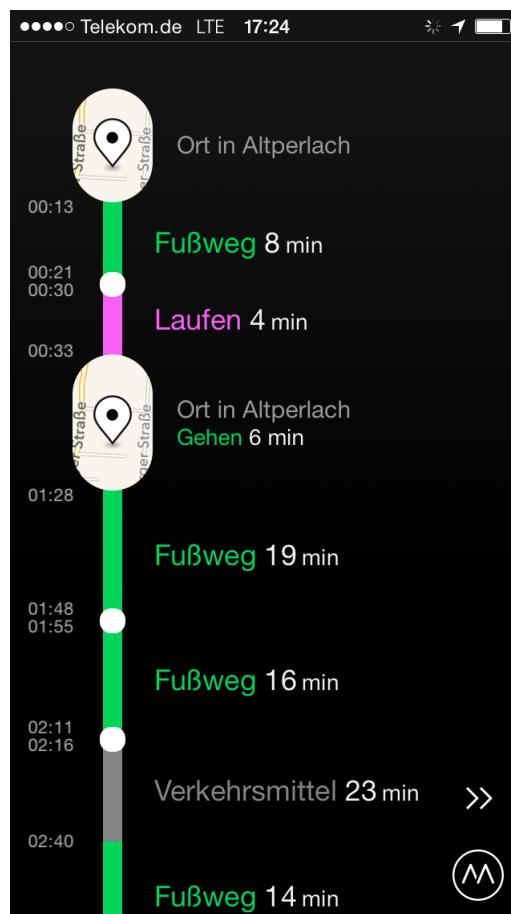


Abbildung 3.2: Moves Timeline [? ]

Die Einstellungen der Applikation sind ziemlich minimalistisch gehalten, da der Nutzer lediglich die Möglichkeiten hat, die Batterielevensdauer durch die Auswahl des stationären Einsatzes zu minimieren, die Messeinheiten zwischen „metrisch“ und „imperial“ ändern und einen täglich Aktivitätsbericht als Benachrichtigung erhalten kann.

Die Einbindung durch sogenannte „Third-Party-Apps“, also von Anwendungen anderer Hersteller, ist seit Anfang 2014 möglich und erweitert das Repertoire von Moves enorm. So ist die Einbindung von bis zu 13 anderen Apps, wie TicTrac oder Bounts

derzeit möglich.[10]

3.3

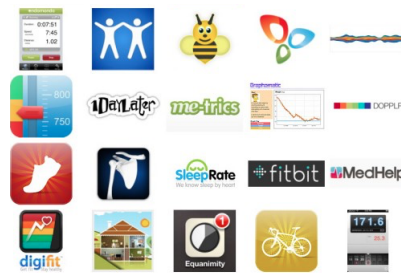


Abbildung 3.3: Verschiedene QS Anwendungen und Gadgets [? ]

### 3.1.3 Die Performance

Das Großartige an der App Moves ist, dass der Nutzer kein extra Gerät - wie eine „Uhr“ am Handgelenk - benötigt, um die Datengenerierung zu ermöglichen, sondern lediglich das Smartphone bzw. Tablet des Nutzers alleine genügt. Auch wird durch das „Always-on“-Prinzip, also dass die Anwendung durchgehend im Hintergrund geöffnet ist, die ständige Datengenerierung gewährleistet, auch wenn der Nutzer einmal vergessen sollte, Moves zu öffnen.

Da die Genauigkeit der Daten offensichtlich ein wichtiges Anliegen der Entwickler ist, zeigt sich im Vergleich mit der Tracking-App Withings Pulse, der einen Unterschied von ganzen 200 Schritten zeigte. Auch in Hinblick auf die angezeigte Distanz und Dauer war Moves so akkurat wie ein modernes TomTom GPS-Navigationsgerät.

3.4

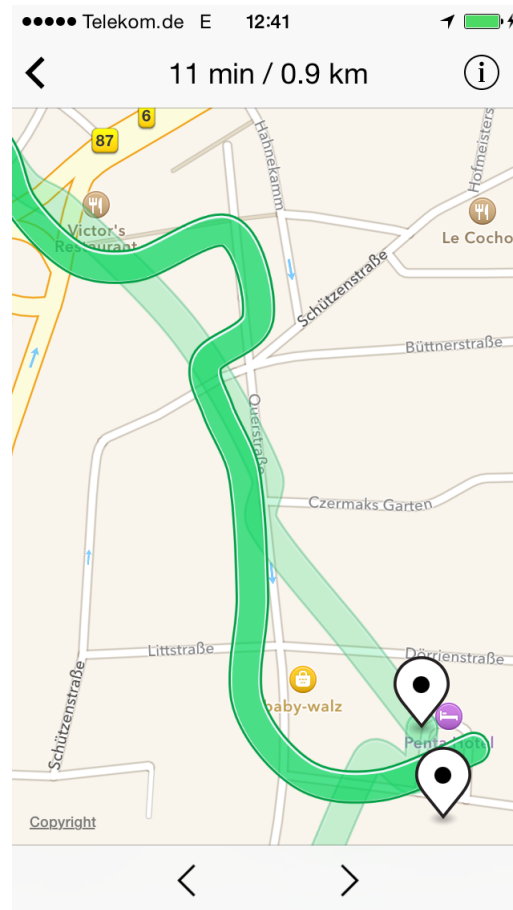


Abbildung 3.4: Moves GPS-Map [?] ]

Wie bei den meisten Apps, die sehr stark auf GPS setzen, um reibungslos funktionieren zu können, geht die Moves-Nutzung derweil stark auf die Akkulaufzeit des Smartphones/Tablets, was sich trotz verbesserter Technologie im Zusammenhang mit dem M7-Chip des iPhone 5S sehr bemerkbar macht.[11] So raten die Entwickler den Nutzern, das Smartphone/Tablet immer über Nacht aufladen zu lassen bzw. den stationären Einsatz einzustellen.

Der normalen täglichen Nutzung der App tut die etwas verkürzte Akkulaufzeit aber kein Abbruch. Man sollte lediglich darauf achten, andere Anwendungen stets zu schließen.

### 3.1.4 Zusammenfassung

Die Moves-App wird den Nutzer vielleicht nicht sofort fitter machen, das ist ja auch nicht die grundlegende Idee hinter der App. Es geht vielmehr darum, dem Nutzer ein „gesünderes“ Denken durch die Nutzung der Anwendung mit auf den Weg zu geben. So kann sich der Nutzer erstmal ein klareres Bild seiner Tagesaktivitäten und Bewegungen machen und so in die Lage versetzt werden, etwas an seinen Aktivitäten zu ändern bzw. zu verbessern.

So eignet sich die App Moves trotz der kleinen Macken, wie Innennutzung oder Akkulaufzeit, sehr gut um mit einer gesünderen veränderten Aktivitätsplanung ins weitere Leben zu starten und schon zugleich den Geldbeutel, da der Nutzer auf die Anschaffung eines teuren Fitness-Tracking-Geräts verzichten kann.

## 3.2 Hueman

### 3.2.1 Was ist Hueman?

Human ist eine weitere mobile QS-Anwendung, mit der sich das allgemeine tägliche Befinden tracken lässt. Durch die dadurch gewonnen Daten soll der Nutzer etwaige positive oder negative Veränderungen durch bestimmte Aktivitäten erkennen und besser einordnen. Seit Anfang 2014 ist die Applikation in Apples' AppStore erhältlich, um die Gemütszustände zu erfassen.

### 3.2.2 Design und Features

Auch die Entwickler dieser Anwendung schreiben das Wort „simplicity“ groß. Denn durch einfaches Wischen des Nutzers über den Bildschirm des Smartphones legt dieser seinen aktuellen Gefühlszustand fest. 3.5

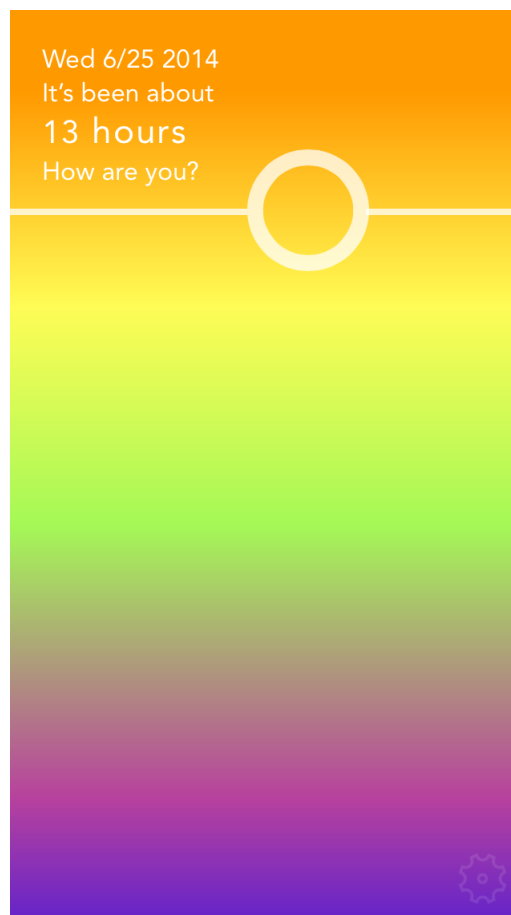


Abbildung 3.5: Hueman UI [? ]

Optisch aufgewertet werden die einzelnen Zustände durch eine Art Farbpalette, bei der die „warmen“ Farben für eine gute bis sehr gute und die „kalten“ Farben für die schlechte bis miserable Stimmung stehen. [? ] Die Applikation vergleicht die einzelnen gewonnenen Daten miteinander und gibt diese dem Nutzer als fortlaufendes Diagramm aus, sodass er die Veränderungen der Stimmungen schnell erkennen kann. 3.6

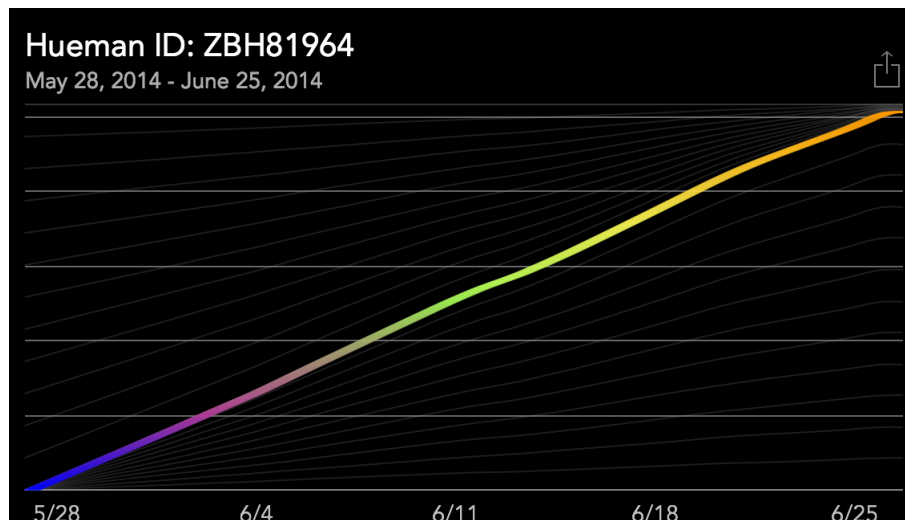


Abbildung 3.6: Hueman Vergleich [? ]

### 3.2.3 Zusammenfassung

Da sich die App Hueman leicht und vor allem schnell bedienen lässt, ist sie der optimale Begleiter für Nutzer, die gerne mehr über die Wechselwirkungen ihrer Stimmung Bescheid wissen wollen. Sie erlaubt es durch einfache grafische Aufwertungen, dem Nutzer auch visuell seine Stimmungen näher zubringen.

## 3.3 Sleep Cycle

Sleep Cycle ist ein Schlafphasenwecker, welcher das Schlafmuster des Benutzers analysiert und in der leichtesten Phase des Schlafes aufweckt. [8] Dafür zeichnet die Software die Bewegungsaktivitäten während des Schlafes auf und wertet diese aus. Darüber hinaus bietet die Applikation zusätzliche Möglichkeiten um die Schlafgewohnheiten zu kategorisieren sowie die Auswirkungen in unterschiedliche Charts zu begutachten. Die Idee von intelligenten Schlafphasenweckern besteht darin, die Schlafgewohnheit aufzuzeichnen und mit Notizen zu versehen. Dadurch erlangt man die Erkenntnis über die Schlafqualität in Zusammenhang mit deren Ursachen, um im Anschluss die eigenen Gewohnheiten zu verändern, damit die Qualität des Schlafes zu verbessern und sich erholt zu fühlen.

### 3.3.1 Hintergrundwissen

Der Schlaf ist ein wichtiger aktiver Teil des täglichen Lebens und dient der Erholung von Körper und Geist. Bei zu wenig Schlaf leidet der Körper unter Schlafmangel und kann zu Depressionen, Bluthochdruck oder weiteren Krankheiten führen. [12]

Das bereits ca. 15% der Bevölkerung in Deutschland an immer wiederkehrenden Schlafstörungen leiden und dem steigenden Interesse an **Quantified Self 2.1**, sind Gründe für immer mehr der sogenannten Sleep Tracker auf dem Markt. Mit diesen, als reine Software auf dem Smartphone (Bsp. **Sleep Cycle 3.3**) oder mit zusätzlicher Hardware (Bsp. JawboneUp), lässt sich der Schlaf des Benutzers analysieren und eventuelle Schwachstellen aufzeigen.



Praktisch bewegt sich der Mensch in den verschiedenen Phasen des Schlafes unterschiedlich stark. Diese einzelnen Bewegungen zeichnet die Software „Sleep Cycle“ mit Hilfe des eingebauten „Accelerometer“ (dt. Beschleunigungssensor) des Aufzeichnungsgerätes (Smartphone) auf. Der Schlaf wird generell in folgende 5 Stadien untergliedert:

- Einschlafphase (1 Phase)
- Leichter Schlaf (2 Phase)
- Mittlerer Schlaf (3 Phase)
- Tiefer Schlaf (4 Phase)
- REM Schlaf (5 Phase)

Von Phase eins bis vier nehmen die Bewegungen der Muskel ab, bis diese während des REM Schlafes vollkommen versiegen. Dieser Zyklus dauert circa 90 Minuten und wird während des Schlafes mehrmals durchlaufen. Dadurch lassen sich die einzelnen Phasen des Schlafes anhand der Bewegung bestimmen. **BELEGEN** Innerhalb der ersten beiden Phasen befindet sich der Körper in Momenten in denen er fast Wach ist. Zu diesem Zeitpunkt ist der Benutzer am leichtesten zu Wecken und fühlt sich ausgeschlafener und erholter. Mit Hilfe der ermittelten Phase und dem gewählten Weckzeitraum, ertönt der Wecker sobald sich der Benutzer in der Leichtesten Phase des Schlafes befindet. Siehe Abbildung 3.7

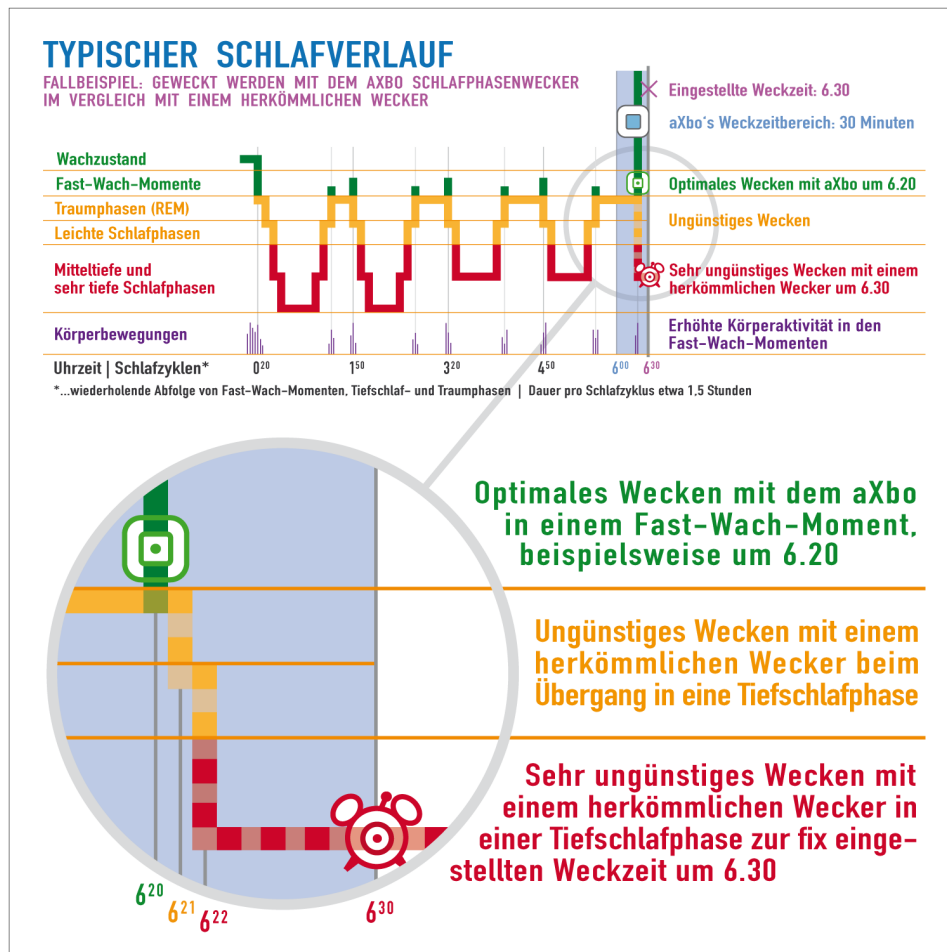


Abbildung 3.7: Schlafverlauf Hypnogramm [13]

### 3.3.2 Funktionsweise und Anwendung

Um das Ziel eines Schlafphasenweckers zu erreichen, bietet **Sleep Cycle** mehrere Funktionen und Anwendungsszenarien an.

Zur Initialisierung des Weckers, wird zunächst wie in Abbildung 3.8 gezeigt, die spät mögliche Weckzeit eingestellt. Außerdem wird das Intervall der Aufwachphase angezeigt. Die Standardeinstellung für den Weckzeitraum beträgt 30 Minuten. Eine Konfiguration dieser „Wake up phase“ lässt sich in den Einstellungen (Abb. 3.13) der App vornehmen.

Nach dem setzen des Weckers erscheint die „Sleep Note Today“ Ansicht (Abb. 3.9), welche der Kategorisierung des Tages vor dem Schlaf dient. Dadurch lassen sich Rückschlüsse auf die täglichen Gewohnheiten schließen und die darauffolgende Schlafqualität beurteilen.

Zum Schluss wird das Smartphone neben dem Kopfkissen auf dem Bett platziert. Aufgrund der dauerhaften Benutzung des Beschleunigungssensor, ist es notwendig das Smartphone während der gesamten Betriebszeit am Netzteil angeschlossen werden.

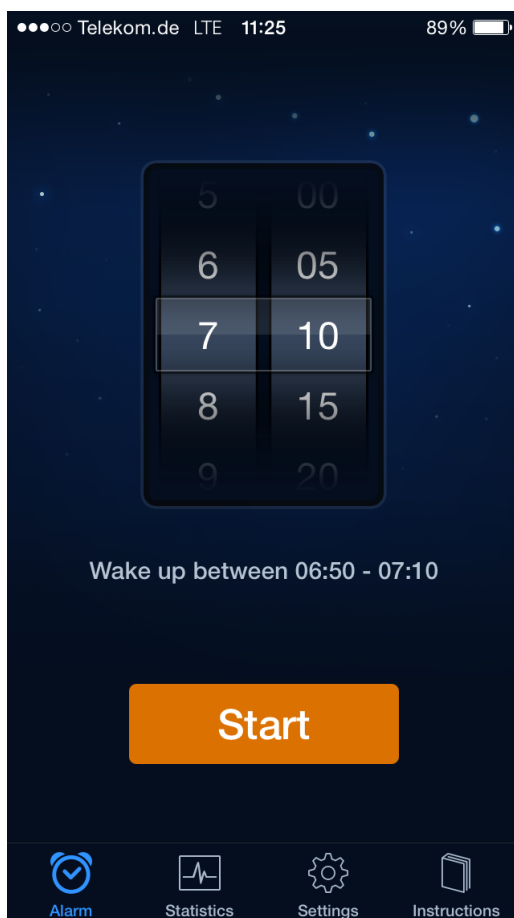


Abbildung 3.8: Sleep Cycle Alarm

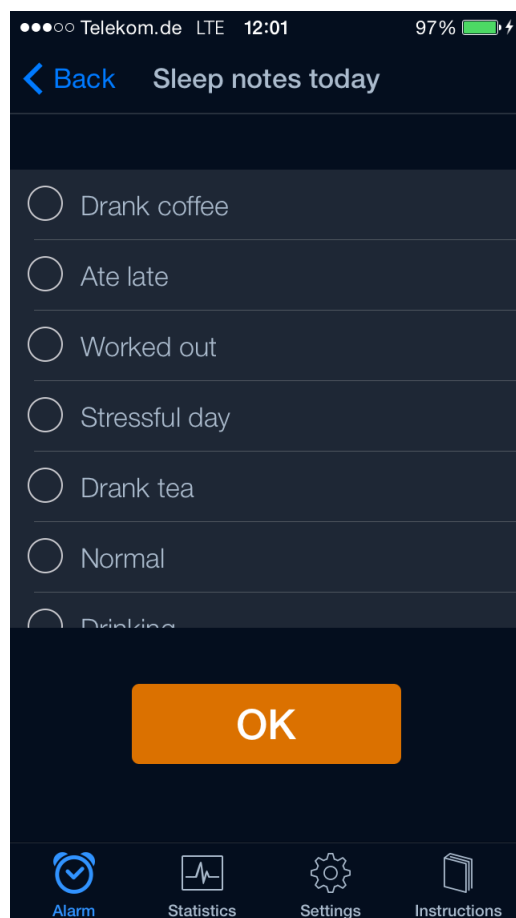


Abbildung 3.9: Sleep Cycle Sleep Note

Zusätzlich bietet **Sleep Cycle** weitere Einstellungs, Tracking und Analyse Funktionen, die dem Erfolgreichen Auswerten dienen. In den Einstellung lassen sich unterschiedliche Möglichkeiten des Weckens wählen, sowie zusätzliche Sinnvolle Features aktivieren, mit denen die Analyse vereinfacht werden kann. Zum einen lässt sich die Stimmung des Benutzer aufnehmen, wie leicht er aufgewacht ist. Zum anderen kann mit Hilfe der Kamera der Puls des Benutzers ermitteln [14].



Abbildung 3.10: Sleep Cycle Detail

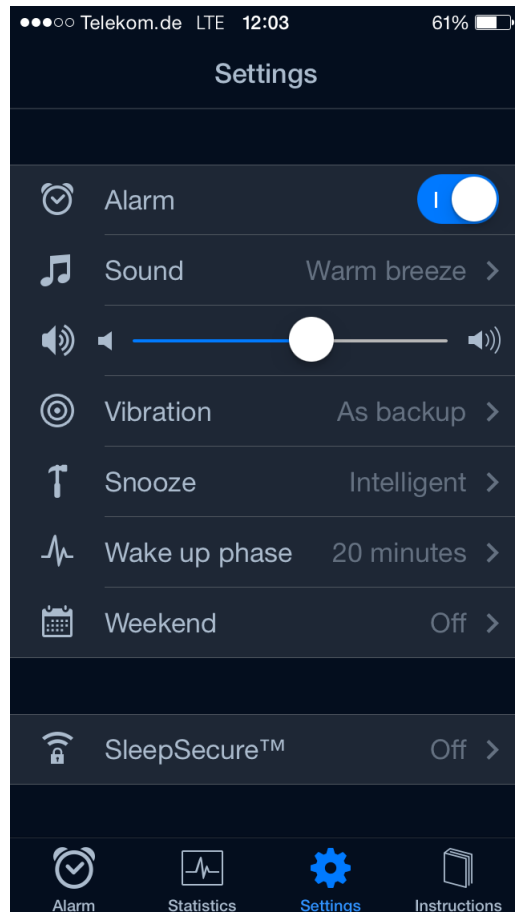


Abbildung 3.11: Sleep Cycle Settings

Die weiteren Analyse-Grafiken zeigen beispielsweise welche Auswirkung unterschiedliche Tagesverläufe auf die Schlafqualität haben. Eine Grafik (Abb. 3.9) lässt den Nutzer Informationen über deren Schlaf sowie mögliche Ursachen für Störung der Schlafqualität betrachten. Eine andere gibt Aufschluss über die durchschnittliche Schlafqualität anhand des Wochentages.

Mit Hilfe der Wochentagesanalyse lassen sich Einflüsse auf den Schlaf mit weiteren QS Tools, wie den innerhalb des Projektes benutzten Apps **Moves** 3.1 und **Hueman** 3.2, verknüpfen und auswerten.



Abbildung 3.12: Sleep Cycle Sleep note effect



Abbildung 3.13: Sleep Cycle Sleep quality per day of week

## 4. Relativierung

Diese Kapitel beschäftigt sich mit möglichen Fehlerquellen die während der Datenerhebung und Auswertung auftreten können. Dabei wird Unterschieden in technische, sowie statistische Schwierigkeiten die während der Aufzeichnungsphase im Projekt auftreten können.

### 4.1 Systematische und zufällige Fehler

Vor und während der Erhebung der Daten können unterschiedliche technische Probleme auftreten. Unterschieden werden diese in systematische und zufällige Fehler.

Diese werden im Folgenden näher erläutert.

#### 4.1.1 Kalibrierung

Zu Beginn der Aufzeichnungsphase initialisieren die Apps Moves [3.1] und Sleep Cycle [3.3] die Kalibrierung. Diese sollte von dem jeweiligen Nutzer des Quantified Self Tools selbst durchgeführt werden. Eine fehlende oder falsche Kalibrierung der Software bzw. Hardware ist ein systematischer Fehler, er führt zu einer Verzerrung der erhobenen Daten und im weiteren Schritt zu einer unzutreffenden Interpretation des Ergebnis. Diese fehlerhaften Resultate können die Beantwortung der Leitfrage somit negativ beeinflussen.

#### 4.1.2 Ausfallsicherheit

Im Verlauf der Aufzeichnung kann es zu weiteren Fehlern kommen. Durch die Benutzung von Sensoren und Techniken für Ortung und Bewegung des Aufzeichnungsgerätes, steigt die Belastung der benutzten Akkumulatoren. Der gesteigerte Energieverbrauch kann während eines durchschnittlichen Alltag zu einer vorzeitigen Notwendigkeit des Ladevorgangs führen. Fällt das Gerät wegen eines Hardware-, Softwarefehlers oder mangelnder Stromversorgung aus, so fehlen Daten die wiederum das Endergebnis verfälschen.

### 4.1.3 Genauigkeit

Die Genauigkeit der gewonnenen Daten hängt hauptsächlich von den im Smartphone verbauten Sensoren, wie Bewegungssensor und Annäherungssensor, und dem GPS-Signal ab. So sind GPS-unterstützte Tracking-Applikationen, besonders anfällig, ungenaue Daten zu generieren. Da jede Tracking-Applikation mit einem oder mehreren Sensoren arbeitet, ist das Projekt dadurch direkt betroffen. Unter optimalen Bedingungen für ein sehr genaues Tracking möglich, dass eine erzielbare Genauigkeit ohne Korrektur von etwa 5 bis 20 Metern trifft. Mit Korrekturen an der Positionsbestimmung liegt hier sogar die Genauigkeit sogar bei 1 bis 3 Metern. [15] Da aber nicht immer unter optimalen Bedingungen, sondern unter zum Beispiel schlechten Empfangsbedingungen gearbeitet wird, können sich diese Genauigkeitsangaben sehr von den wirklichen Daten unterscheiden. So kann sich die tatsächlich gelaufene Strecke von der in Moves angezeigten maßgeblich unterscheiden, da die Angabe dort eine Schnittmenge aus der Schrittzahl und der GPS-Daten darstellt. 3.4 Auch die Anzahl der Schritte kann von der Wirklichen abweichen, da der Bewegungssensor lediglich die „Auf- und Abbewegung“ registriert und diese in Relation zu den empfangenen GPS-Daten nutzt, um die Schrittzahl zu regenerieren. Weiter wird mit der Anwendung „Hueman“ die persönliche Meinung des Nutzers über sein derzeitiges Wohlbefinden festgehalten. Da dieses aber meist nur ein ungefährender Wert ist, sind auch hier Abweichungen zum wirklichen Wohlbefinden möglich. Das kann zu einer Beeinträchtigung oder Verfälschung des Projektergebnisses führen.

## 4.2 Statistische Schwierigkeiten

Neben den technischen, systematischen und zufälligen Fehlern, können auch statistische Schwierigkeiten das Experiment beeinflussen. Beispielsweise handelt es sich bei einem empirischen Selbstversuch von drei Personen nicht um eine repräsentativ einwandfreie Probe. Auch ist der Zeitraum der Datenerhebung mit etwa einem Monat zu kurz um eine Veränderung des Nutzers festzustellen.

Diese Probleme ließe sich jedoch durch eine größere Anzahl an Testpersonen und einen längeren Zeitraum einfach lösen. Außerdem könnte man durch eine Kontrollgruppe das Ergebnis mit der Quantified Self Gruppe besser vergleichen.

Ein weiteres Problem ist die fehlende Konstanz innerhalb der Versuchsumgebung. Unter anderem ist es nicht immer garantiert im selben Bett zu schlafen, da das Gerät auf ein bestimmtes Bett kalibriert wurde und in einem anderen Bett möglicherweise differenzierte Daten liefert.

Desweiteren besteht die Eventualität, dass die Bewegungen im Schlaf mit denen des Partner im Aufzeichnungsgerät bzw. der Software - namentlich „Sleep Cycle“ [3.3] - überlagert.

Es ist schwierig eine objektive Selbsteinschätzung zu gewährleisten. Die Apps „Sleep Cycle“ und „Hueman“ benötigen allerdings genau diese Information. Dies ist als ein weiterer Faktor der bei der Betrachtung der Ergebnisse beachtet werden muss.

## 5. Analyse und Evaluierung

Die Beantwortung der Leitfrage des Projekts, ob durch Quantified Self das Wohlbefinden verbessert werden kann, hängt maßgeblich von einer genauen Analyse der Daten ab. Die zuvor in der Datengenerierungsphase erhobenen Daten müssen unter Berücksichtigung etwaiger Fremdeinflüsse bzw. Verfälschungen analysiert und ausgewertet werden. Um dies zu gewährleisten sind wichtige Anforderungen an die Analyse gestellt, auf die im Folgenden näher eingegangen wird.

Exemplarische wurden nun nachdem alle Daten analysiert und ausgewertet wurden eine Testperson ausgewählt, anhand der die Leitfrage „Lässt sich das Wohlbefinden durch Quantified Self verbessern?“ beantwortet werden soll. Diese soll mit Hilfe von zwei weiteren Fragen beantwortet werden.

- Wie hängt die Anzahl der Schritte pro Tag mit der Schlafqualität zusammen und wie beeinflusst Sport diesen?
- Welchen Einfluss hat die Schlafqualität auf die tägliche Stimmung?

Aufgrund einer in der Gesamtheit Neuerhebung von Daten, liegt bei deren Auswertung der Fokus auf der deskriptiven Datenanalyse.

*„Deskriptive Datenanalyse: Liegt eine Totalerhebung oder generell ein Datensatz vor, so ist es die Aufgabe der Datenanalyse, die in den Einzeldaten enthaltene Information zu verdichten und diese so darzustellen, dass Wesentliches deutlich wird. Dazu werden Tabellen, graphische Darstellungen und charakteristische Maßzahlen verwendet. Die Datenanalyse hat ausschließlich beschreibenden Charakter (deskriptive Statistik).“*

[16, Springer Gabler Wirtschaftslexikon]

Laut Schäfer[17] ist im Anschluss der deskriptiven Datenanalyse mit der explorativen Statistik fortzufahren. Dabei wird versucht Muster zu erkennen, welche mit Hilfe von



Grafiken und Daten beschrieben werden. Abschließend wird mit der Inferenzstatistik die Auswertung vollendet. In diesem letzten Schritt wird versucht mit Hilfe von Stichprobendaten auf die allgemeine These zu schließen.

## 5.1 Anzahl der Schritte, Schlafqualität und Energieverbrauch

Das Diagramm 5.1 zeigt die Anzahl der aufgenommen Schritte pro Tag und zusätzlich die Schlafqualität in Prozent des jeweiligen Tages.

Außerdem zeigt das Diagramm den Energieverbrauch des jeweiligen Aufzeichnungstages in Kilokalorien an. Diese Daten können zusätzlich in der Applikation Moves noch angegeben werden[3.2.2].

Die Werte der Grafik beziehen sich auf den kompletten Aufzeichnungszeitraums. Dabei handelt es sich bei den grünen Punkten um die einzelnen Datenpunkte der Schlafqualität, welche in Prozent auf der rechten Abzissenachse angegeben ist. Auf der linken Abzissenachse wiederum wird die gesamte Anzahl der Schritte in blauen Punkten gezeigt, wie es auch der Legende zu entnehmen ist.

Zur besser Trend Ersichtlichkeit sind alle Datenreihen zusätzlich in einem Polynom sechsten Grades angenähert und linear dargestellt. Diese Werte sind über den Erhebungszeitraum dargestellt.

In der Abbildung kommen die Werte „Schritte pro Tag“ aus der im Projekt verwendeten Applikation Moves[3.1]. Sleep Cycle[3.3] liefert dabei die Daten zur Schlafqualität. Die Werte wurden im Zuge des Projektes von den Autoren im Monat Mai des Jahres 2014 erhoben.

Es ist zu erkennen, dass die Basiswerte der Anzahl der Schritte pro Tag im Zeitraum vom 11.05 bis zum 26.05 leicht fallen und zum Ende hin wieder zunehmen. Vom Anfang der Erhebungsphase bis zum 08.05 etwa steigt die Anzahl der Schritte pro Tag zu etwa 6000.

Es gibt einige Ausreißer. Zusätzlich ist zu sagen, dass einige Werte über 90% unter dem Durchschnitt liegen. Der Durchschnitt der Schlafqualität über den ausgewählten Zeitraum ist 78%. Während der ersten Woche sinkt die Schlafqualität bis auf unter 70% Punkten. Danach stagnieren die Werte bis zum 25.05 um gegen Ende der Datenerhebungsphase auf 100% anzusteigen.

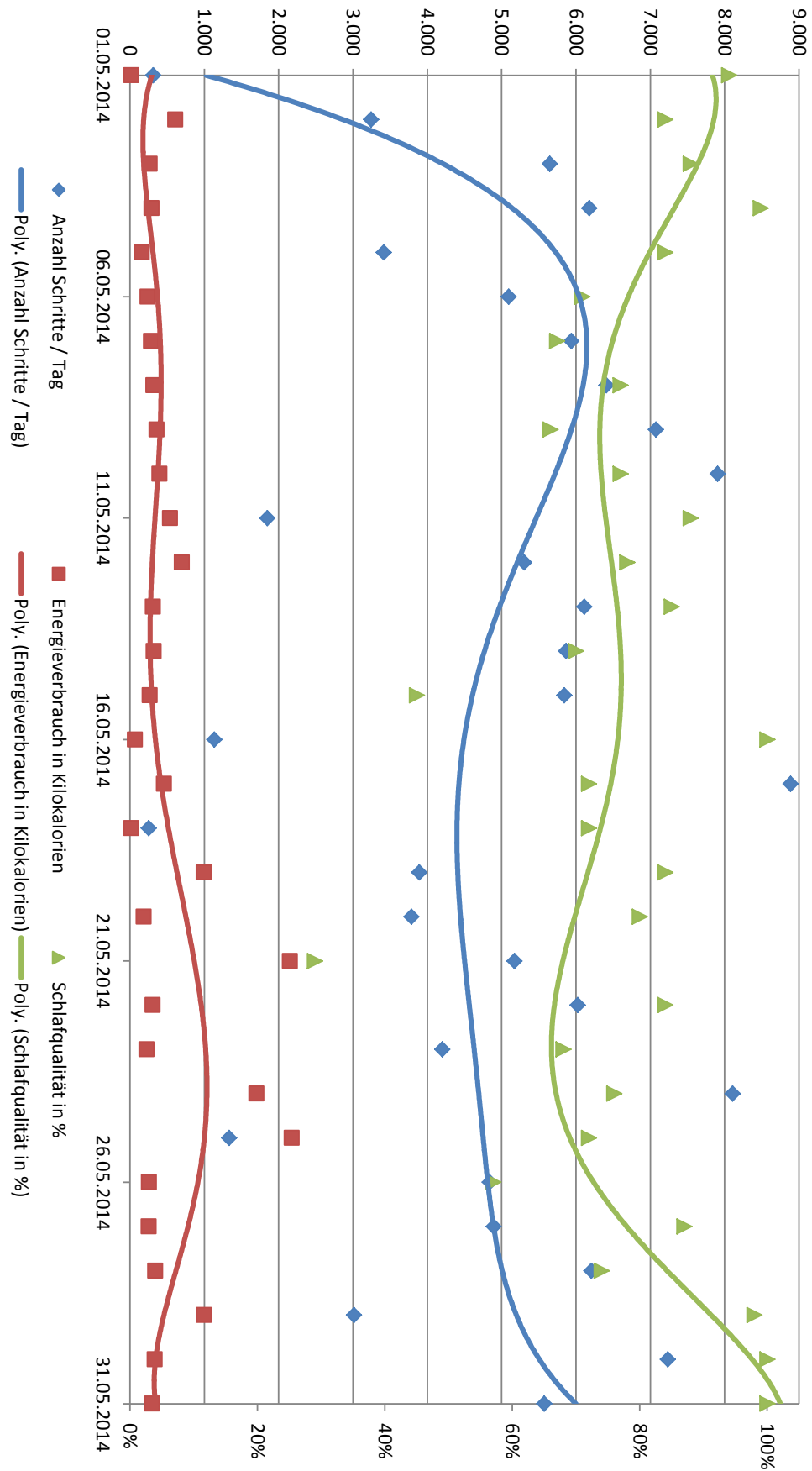


Abbildung 5.1: Daten der Schritte pro Tag, der Schlafqualität und des Energieverbrauchs



## 5.2 Schlafqualität und Stimmung

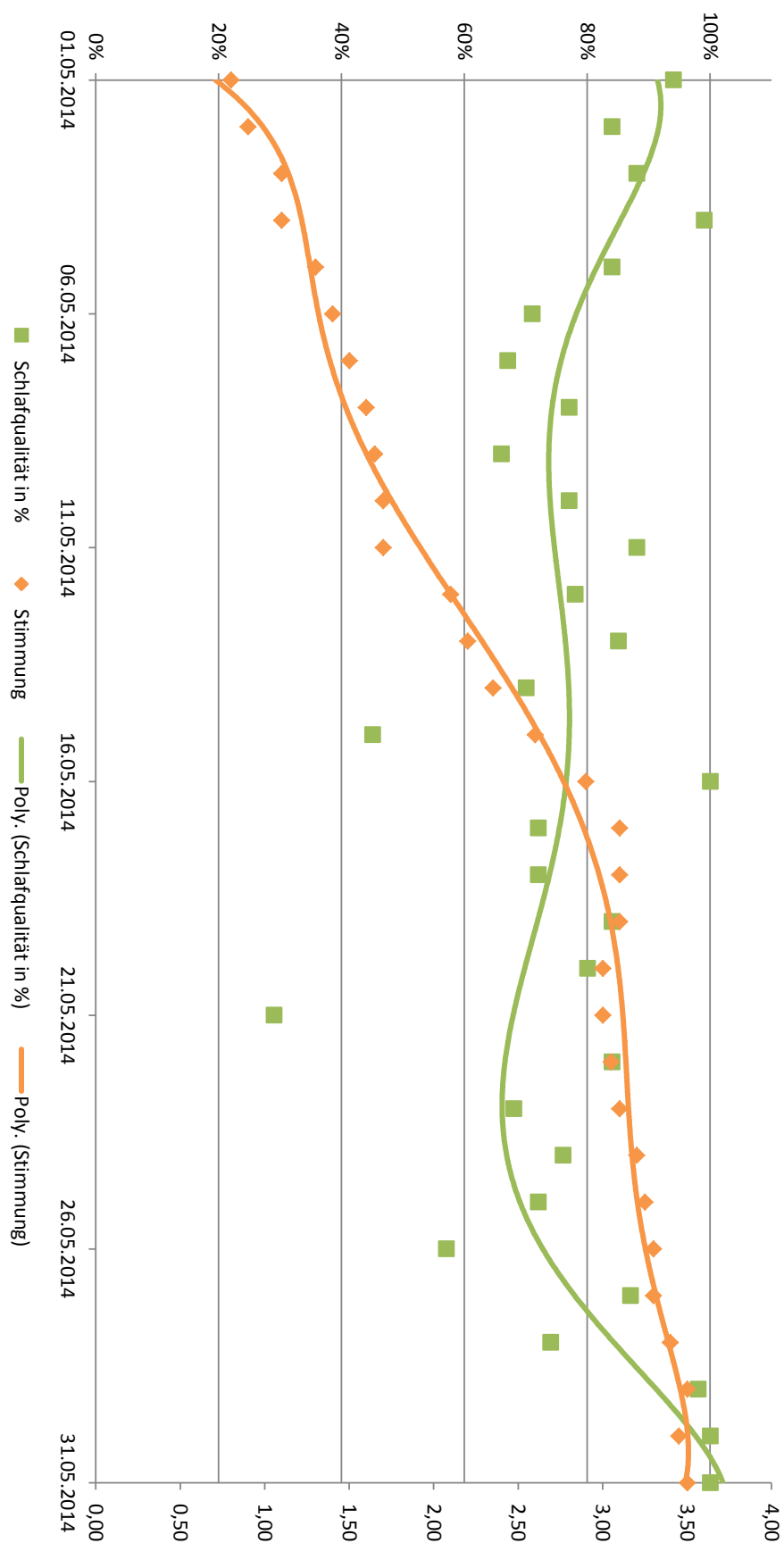


Abbildung 5.2: Daten der Stimmung und Schlafqualität

## 5.3 Zusammenfassung

Diese Analyse liefert auf Basis einer ausführlichen Datenanalyse mit den gängigen Verfahren der Datenanalyse und -auswertung, der zuvor gewonnenen Daten, ein sehr exaktes Bild über die Zusammenhänge der jeweiligen Aktivitäten. Die graphische Darstellung orientiert sich strikt an der Leitfrage des Projekts. Dadurch erhält der Leser eine erste Orientierung in welche Richtung die Beantwortung der Leitfrage ziehen wird.

## 6. Zusammenfassung und Ausblick

Fazit: Ob sich das Wohlbefinden durch Quantified Self verbessern lässt, kann man nicht durch Zahlen belegen. Es hängt von einem Selbst ab, inwiefern man sich damit besser fühlt. \*anregung motivation, interne konkurrenz(mehr laufen im projekt), ob es wirklich dazu beiträgt dass man gesünder ist ist eine andere frage, aber gefühlt fühlt man sich besser. ziel von QS ist es nicht das leben zu verbessern, sonder dass man sich selbst besser fühlt. in sofern lässt sich die frage ob sich das wohlbefinden durch QS verbesern lässt mich ja beantworten.

# Literaturverzeichnis

- [1] o.V., “Quantified self homepage.” <http://quantifiedself.com/>, June 2014.
- [2] o.V., “What is quantified self?.” <http://quantifiedself.com/2011/03/what-is-the-quantified-self/>, June 2014.
- [3] E. Ramirez, “Qseu14 breakout: What is productivity and why are we tracking it?.” <http://quantifiedself.com/2014/06/qseu14-breakout-productivity-tracking/>, Juni 2014.
- [4] J. Norris, “Self-tracking may become key element of personalized medicine.” <http://www.ucsf.edu/news/2012/10/12913/self-tracking-may-become-key-element-personalized-medicine>, Oktober 2012.
- [5] N. AB, “Sleep cycle alarm clock.” <https://itunes.apple.com/de/app/sleep-cycle-alarm-clock/id320606217?mt=8>, 06 2014.
- [6] R. Rettner, “What is the quantified self?.” <http://www.livescience.com/39185-quantified-self-movement.html>, August 2013.
- [7] A. Watters, “The quantified self and learning analytics.” <http://hackeducation.com/2012/04/30/the-quantified-self-and-learning-analytics/>, 04 2012.
- [8] Northcube, “Sleep cycle alarm clock.” <http://www.sleepcycle.com/>, June 2014.
- [9] o.V., “Features.” <http://www.moves-app.com/>, 05 2013.
- [10] M. Bryant, “Activity-tracking app moves becomes a platform as it showcases its first 15 third-party integrations.” <http://thenextweb.com/apps/2013/08/30/activity-tracking-iphone-app-moves-becomes-a-platform-as-it-showcases-its-first-10-third-party> August 2013.
- [11] S. Silbert, “Fitness-tracking app moves now supports the iphone 5s’ m7 chip, offers battery-saving mode on ios 7.” <http://www.engadget.com/2013/11/14/moves-app-supports-iphone-5s-m7-chip/>, 12 2013.
- [12] Z. Chen, M. Lin, F. Chen, N. D. Lane, G. Cardone, R. Wang, T. Li, Y. Chen, T. Choudhury, and A. T. Campbell, “Unobtrusive sleep monitoring using smartphones,” in *Pervasive Computing Technologies for Healthcare (PervasiveHealth)*, 2013 7th International Conference on Pervasive Computing Technologies for Healthcare, 2013.
- [13] AXBO, “Schlafverlauf hypnogram,” \* \*.

- 
- [14] M.-A. Beisecker, “Pulsmessen mit dem iphone und android-smartphones.” <http://www.experto.de/b2b/computer/gadgets/pulsmessen-mit-iphone-android-smartphone-und-tablet-pc.html>, June 2014.
  - [15] D. A. K. und Dr. Michael Wößner, “Fehlerquellen bei gps.” <http://www.kowoma.de/gps/Fehlerquellen.htm>, 02 2008.
  - [16] S. G. Verlag, “Gabler wirtschaftslexikon: Datenanalyse.” <http://wirtschaftslexikon.gabler.de/Archiv/1823/datenanalyse-v11.html>, Juni 2014.
  - [17] T. Schafer, *Statistik I - Deskriptive und Explorative Datenanalyse*. Berlin Heidelberg New York: Springer-Verlag, 2010. aufl. ed., 2010.



# Abbildungsverzeichnis

3.1	Moves Haupt-UI [? ] . . . . .	7
3.2	Moves Timeline [? ] . . . . .	8
3.3	Verschiedene QS Anwendungen und Gadgets [? ] . . . . .	9
3.4	Moves GPS-Map [? ] . . . . .	10
3.5	Hueman UI [? ] . . . . .	11
3.6	Hueman Vergleich [? ] . . . . .	12
3.7	Schlafverlauf Hypnogramm [13] . . . . .	14
3.8	Sleep Cycle Alarm . . . . .	15
3.9	Sleep Cycle Sleep Note . . . . .	15
3.10	Sleep Cycle Detail . . . . .	16
3.11	Sleep Cycle Settings . . . . .	16
3.12	Sleep Cycle Sleep note effect . . . . .	17
3.13	Sleep Cycle Sleep quality per day of week . . . . .	17
5.1	Daten der Schritte pro Tag, der Schlafqualität und des Energieverbrauchs . . . . .	22
5.2	Daten der Stimmung und Schlafqualität . . . . .	24

# Tabellenverzeichnis