

**Gottfried Wilhelm
Leibniz Universität Hannover
Fakultät für Elektrotechnik und Informatik
Institut für Praktische Informatik
Fachgebiet Software Engineering**

**Studie zur Erkennung von
Erklärungsbedarf mithilfe einer
medizinischen Armbanduhr**

**Study to detect the need for explanation with the help of a
medical watch**

Bachelorarbeit

im Studiengang Informatik

von

Jannes Niemann

**Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Kurt Schneider
Zweitprüfer: Dr. rer. nat. Jil Ann-Christin Klünder
Betreuer: Hannah Luca Deters**

Hannover, 05.02.2024

Erklärung der Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst und keine anderen als die in der Arbeit angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe. Die Arbeit hat in gleicher oder ähnlicher Form noch keinem anderen Prüfungsamt vorgelegen.

Hannover, den 05.02.2024

Jannes Niemann

Zusammenfassung

Erklärbarkeit hat sich in den letzten Jahren zu einer wichtigen nicht funktionalen Anforderungen (NFR) im Bereich der Softwaresysteme entwickelt. Systeme werden komplexer und für die Nutzer immer undurchsichtiger, weshalb Erklärbarkeit als Chance gesehen wird, diesem entgegen zu wirken.

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Nutzerstudie durchgeführt, bei der die Teilnehmer eine medizinische Armbanduhr trugen und währenddessen verschiedene Aufgaben in dem Programm Microsoft Excel ausführten. Die Aufgaben wurden so gestellt, dass sie an drei verschiedenen Stellen einen möglichen Erklärungsbedarf der Teilnehmer hervorrufen sollten. Mögliche Reaktion sollten dann durch die medizinische Uhr erkannt werden, welche unter anderem den Puls und die Hautleitfähigkeit messen kann. Die gemessenen Daten wurden durch einfaches Betrachten und durch den ESD-Test auf Auffälligkeiten untersucht.

Die Aufgaben, die eine Reaktion hervorrufen sollten, beinhalteten den Erklärungsbedarf der Interaktion, des unerwarteten Systemverhaltens und des Domänenwissens. Bei der Bearbeitung der Aufgabe des unerwarteten Systemverhaltens gab es die meisten Auffälligkeiten in den Daten zu beobachten. Das Domänenwissen zeigte keine Auffälligkeiten.

Eine zuverlässige Erkennung von Erklärungsbedarf anhand der gemessenen Daten war nicht möglich. Mehr als die Hälfte der Ausschläge konnte keinem Erklärungsbedarf zugeordnet werden. Die elektrodermale Aktivität (EDA) eignet sich am zuverlässigsten für die Vorhersage von einem möglichen Erklärungsbedarf.

Abstract

In recent years, explainability has become an important non-functional requirement (NFR) in the field of software systems. Systems are becoming more complex and increasingly opaque for users, which is why explainability is seen as an opportunity to counteract this.

As part of this work, a user study was conducted in which the participants wore a medical wristwatch and performed various tasks in Microsoft Excel. The tasks were designed to elicit a possible need for explanation from the participants at three different points. Possible reactions were then to be recognized by the medical watch, which can measure pulse and skin conductivity, among other things. The measured data was examined for abnormalities by simple observation and by the ESD test.

The tasks designed to elicit a response included the need to explain the interaction, unexpected system behavior and domain knowledge. Most of the anomalies in the data were observed in the unexpected system behavior task. The domain knowledge showed no anomalies.

It was not possible to reliably identify the need for explanation based on the measured data. More than half of the deflections could not be assigned to a need for explanation. Electrodermal activity (EDA) is the most reliable indicator for the prediction of a possible need for explanation.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|---|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Problemstellung | 1 |
| 1.2 | Lösungsansatz | 2 |
| 1.3 | Struktur der Arbeit | 2 |
| 2 | Grundlagen und verwandte Arbeiten | 5 |
| 2.1 | Erklärbarkeit | 5 |
| 2.1.1 | Interaktion | 6 |
| 2.1.2 | Unerwartetes Systemverhalten | 6 |
| 2.1.3 | Domänenwissen | 6 |
| 2.2 | Empatica Watch | 6 |
| 2.2.1 | Elektrodermale Aktivität | 7 |
| 2.2.2 | Blutvolumenpuls und Herzfrequenz | 7 |
| 2.3 | Generalisierter ESD-Test | 7 |
| 2.4 | Verwandte Arbeiten | 9 |
| 3 | Forschungsfragen | 11 |
| 4 | Aufbau der Studie | 13 |
| 4.1 | Ablauf der Studie | 14 |
| 4.2 | Erklärung der Aufgaben | 15 |
| 4.2.1 | Interaktion | 15 |
| 4.2.2 | Unerwartetes Systemverhalten | 15 |
| 4.2.3 | Domänenwissen | 16 |
| 4.3 | Umfrage | 16 |
| 4.4 | Teilnehmer | 16 |
| 4.5 | Sicherung der ethischen Richtlinien | 16 |
| 5 | Auswertung der Daten | 19 |
| 5.1 | Teilnehmer 01 | 20 |
| 5.2 | Teilnehmer 02 | 22 |
| 5.3 | Teilnehmer 03 | 23 |
| 5.4 | Teilnehmer 04 | 25 |
| 5.5 | Teilnehmer 05 | 26 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 5.6 | Teilnehmer 06 | 27 |
| 5.7 | Teilnehmer 07 | 29 |
| 5.8 | Teilnehmer 08 | 30 |
| 5.9 | Teilnehmer 09 | 32 |
| 6 | Diskussion | 35 |
| 6.1 | Beantwortung von Forschungsfrage 1 | 35 |
| 6.2 | Beantwortung von Forschungsfrage 2 | 36 |
| 6.3 | Einschränkungen | 37 |
| 7 | Zusammenfassung und Ausblick | 39 |
| 7.1 | Zusammenfassung | 39 |
| 7.2 | Ausblick | 40 |
| A | Grafiken der BVP- und EDA-Werte | 41 |
| B | Aufgaben mit Erklärungsbedarf | 47 |
| B.1 | Aufgabe 02 | 47 |
| B.2 | Aufgabe 04 | 48 |
| B.3 | Aufgabe 05 | 49 |

Kapitel 1

Einleitung

In den letzten Jahren sind Softwaresysteme immer komplexer geworden, worunter die Transparenz der Systeme gelitten hat. Viele Nutzer können nicht mehr nachvollziehen, wie Systeme funktionieren bzw. wie die Systeme zu gewissen Ergebnissen gelangen. Dies führt dazu, dass solch undurchsichtige Systeme eher abgelehnt werden [7]. Erklärbarkeit bietet die Möglichkeit, dem entgegenzuwirken, weshalb diese nicht funktionale Anforderung immer mehr an Bedeutung gewinnt. Durch Vermittlung von Informationen kann das Verständnis eines Systems verbessert werden. Es muss jedoch erwähnt werden, dass der Bereich der Erklärbarkeit zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch nicht ausreichend erforscht ist.

Erklärbarkeit kann sowohl positive als auch negative Auswirkungen haben, weshalb eine gute Balance zu anderen nicht funktionalen Anforderungen wichtig ist [6]. Einige negative Eindrücke, welche die Teilnehmer in früheren Studien geäußert haben, waren beispielsweise, dass Erklärungen nur unnötige Informationen beinhalten, die Nutzung eines Systems beeinträchtigen oder dass das Verarbeiten von Erklärungen zeitaufwendig ist [7]. Die genannten Punkte zeigen, dass ein dauerhaftes Anzeigen von Erklärungen oder ähnliche Vorgehensweisen der falsche Ansatz wären und es wichtig ist, Hilfestellungen zum richtigen Zeitpunkt bereitzustellen. Um dies zu ermöglichen, ist es entscheidend, herauszufinden, wann ein Nutzer Erklärungen benötigt. Richtig eingesetzt, können Erklärungen das Verständnis eines Systems erhöhen, die Bedienung erleichtern und das Vertrauen fördern. Um entscheiden zu können, wann der richtige Zeitpunkt für Erklärungen ist, wird in dieser Arbeit mit dem Biofeedback des Körpers gearbeitet, das wären zum Beispiel der Puls oder der Körperschweiß.

1.1 Problemstellung

Wie bereits oben erwähnt, ist es wichtig, dass richtige Maß an Erklärungen zu liefern. Ebenfalls ist es wichtig, die richtigen Stellen herauszufinden, wann

Erklärbarkeit gewünscht ist um den Nutzer bestmöglich zu unterstützen. Durch die steigende Komplexität von Softwaresystemen wird es in Zukunft immer wichtiger werden, die Nutzer mit passenden Erklärungen zu unterstützen. Da jeder Mensch eine andere Erwartung im Bezug auf Erklärbarkeit hat, lässt sich nur schwer, wenn überhaupt, eine allgemeingültige Antwort liefern, wann eine Erklärung bereitgestellt werden soll. Ein Ansatz ist es, Personen verschiedenen Nutzergruppen zuzuweisen, die jeweils eine bestimmte Art von Erklärbarkeit wünschen [8]. Ein anderer Ansatz wäre, die Bioparameter des Körpers zu nutzen, dies wären beispielsweise der Puls oder die Hauttemperatur. Wenn sich Erklärungsbedarf zuverlässig über einen oder mehrere Bioparameter erkennen lässt, wäre es möglich, in Zukunft Erklärungen automatisiert dem Nutzer bereitzustellen. Zuvor muss jedoch untersucht werden, ob eine Erkennung zuverlässig möglich ist. Dies soll in den nachfolgenden Kapiteln untersucht werden.

1.2 Lösungsansatz

In dieser Arbeit sollen die Fragen beantwortet werden, ob sich Erklärungsbedarf mit Hilfe einer medizinischen Uhr identifizieren lässt. Bei der medizinischen Uhr handelt es sich um die Embrace Plus Watch der Firma Empatica. Um die Fragen zu beantworten, soll eine Studie durchgeführt werden, bei der die Teilnehmer verschiedene Aufgaben bearbeiten und dabei die Empatica Watch tragen. Die Aufgaben für die Studie sollen an manchen Stellen so konzipiert werden, dass ein Erklärungsbedarf ausgelöst wird, sodass sich eine Reaktion in den Daten der Teilnehmer erkennen lässt. Beispielsweise fehlt an einer Stelle eine genaue Erklärung der Umsetzung oder die Aufgabenbeschreibung weicht von der geforderten Musterlösung ab. In einem späteren Kapitel (4.2) wird noch genauer auf die Aufgaben eingegangen. Eventuell lassen sich dann an diesen Stellen, in den Daten der Uhr, Ausschläge erkennen, die auf einen möglichen Erklärungsbedarf hindeuten. Im Anschluss sollen dann die Daten mit Hilfe eines Programms, welches in einer vorherigen Arbeit entwickelt wurde, ausgewertet werden.

1.3 Struktur der Arbeit

Diese Arbeit ist in mehrere Kapitel aufgeteilt, die Struktur ist wie folgt: In Kapitel 2 werden die Grundlagen kurz erklärt, die für das Verständnis der Arbeit notwendig sind. Dies umschließt unter anderem die drei Arten von Erklärbarkeit, die in dieser Studie angewandt werden, sowie die Empatica Watch, mit der die biologischen Daten der Teilnehmer gemessen werden. Des Weiteren wird noch auf den ESD-Test, der für die Auswertung verwendet wird, und verwandte Arbeiten eingegangen. Im Anschluss wird in Kapitel 3 die beiden Forschungsfragen aufgestellt. Danach wird in Kapitel 4 der Aufbau

der Studie erläutert. Dabei werden die Aufgaben, die den Erklärungsbedarf triggern sollen, genauer erklärt. Außerdem wird auf die Umfrage und die Teilnehmer eingegangen. In Kapitel 5 wird auf jeden Teilnehmer der Studie kurz eingegangen und die gemessenen Daten mit der Bildschirmaufnahme in Verbindung gesetzt. Anschließend werden in Kapitel 6 die beiden aufgestellten Forschungsfragen beantwortet, sowie mögliche Einschränkungen dieser Arbeit erläutert. Abschließend gibt es in Kapitel 7 eine Zusammenfassung dieser Arbeit sowie einen Ausblick auf mögliche zukünftige Arbeiten in diesem Themenfeld.

Kapitel 2

Grundlagen und verwandte Arbeiten

In den folgenden Unterkapiteln sollen grundlegende Themen kurz erklärt werden. Darunter fallen die drei Arten des Erklärungsbedarf, die in den Aufgaben getriggert werden sollen, die verwendete Armbanduhr und das Testerverfahren zur Auswertung der Daten. Diese sind für das Verständnis dieser Arbeit notwendig. Außerdem wird auf die verwandten Arbeiten eingegangen.

2.1 Erklärbarkeit

Erklärbarkeit wird dem Bereich der nicht funktionalen Anforderungen zugeordnet und wird als eine Möglichkeit gesehen, die Transparenz von Softwaresystemen zu erhöhen. Wie genau Erklärbarkeit in einem Softwaresystem umgesetzt werden sollte bzw. was genau damit gemeint ist, ist jedoch nicht eindeutig, da jeder Nutzer eine andere Vorstellung dazu hat [7]. Aufgrund dieser Tatsache haben Droste et al. [8] vier verschiedene Personas erstellt, die jeweils unterschiedliche Bedürfnisse zum Thema Erklärbarkeit haben. Explizit wurde der kritische-, besorgte-, zweckorientierte-Nutzer und der Minimalist entwickelt. Beispielsweise möchte der besorgte Nutzer erfahren, wie ein System funktioniert und was mit seinen Daten passiert, da ihm Sicherheit und Privatsphäre sehr wichtig sind. Im Gegensatz dazu steht der Minimalist, dieser möchte ein System selbst erkunden und will deshalb keine unnötigen Erklärungen erhalten. Außerdem ist noch nicht geklärt, ob Erklärungsbedarf für jede Software spezifisch sein muss, oder ob es allgemeine Bedürfnisse gibt, die sich auf alle Systeme anwenden lassen [8].

In einer umfangreichen Nutzerstudie¹ wurden fünf verschiedene Arten von Erklärungsbedarf identifiziert. Drei dieser Bereiche (Interaktion, uner-

¹Paper wurde bei der RE'24 eingereicht und wartet auf die Annahme.

wartetes Systemverhalten, Domänenwissen) sollen in dieser Arbeit verwendet werden. Nachfolgend werden die Begrifflichkeiten kurz erklärt.

2.1.1 Interaktion

Vom Erklärungsbedarf der Interaktion wird gesprochen, wenn der Nutzer ein bestimmtes Ziel hat, aber nicht weiß, wie er dieses in der Software umsetzen soll. Zum Beispiel kann diese Situation eintreten, wenn jemand in einem Textbearbeitungsprogramm den Text nach bestimmten Vorstellungen formatieren möchte, jedoch nicht weiß, über welche Aktionen er dies umsetzen muss.

2.1.2 Unerwartetes Systemverhalten

Das unerwartete Systemverhalten beschreibt Situationen, in denen die Erwartungen des Nutzers bei einer Aktion nicht erfüllt werden bzw. wenn etwas Unvorhergesehenes passiert. Beispielsweise tritt dies auf, wenn sich ein Nutzer in seinen Account einloggen möchte, seine Daten eingibt, aber das Einloggen fehl schlägt. Es kann aber auch auftreten, wenn ein Nutzer mit einer bestimmten Erwartungshaltung auf eine Schaltfläche in einem Programm klickt, aber die folgende Aktion etwas Unerwartetes bewirkt.

2.1.3 Domänenwissen

Das Domänenwissen bezeichnet bestimmtes Fachwissen, welches meistens nur in einer bestimmten Nutzergruppe verwendet wird. Beispielsweise wären es Fachbegriffe aus der IT-Sicherheit, die nur von Personen aus diesem Bereich verstanden werden. Für Personen außerhalb dieser Nutzergruppe ist die Bedeutung dieser Fachbegriffe meist unbekannt.

2.2 Empatica Watch

Die EmbracePlus ist eine Uhr der Firma Empatica, mit der verschiedene Körperwerte erfasst werden können. Während der Studie, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wird, tragen die Teilnehmer diese Armbanduhr. Die EmbracePlus kann viele verschiedene Parameter messen, darunter fallen unter anderem die elektrodermale Aktivität (EDA), der Blutvolumenpuls (BVP), die Hauttemperatur, die Herzfrequenz und die Beschleunigungsmessung. Der EDA-Wert lässt sich über die elektrische Leitfähigkeit der Haut bestimmen. Je stärker eine Person anfängt zu schwitzen, desto stärker steigt die Leitfähigkeit der Haut. Dies lässt wiederum Rückschlüsse auf physiologische Erregung zu, die beispielsweise bei Stress ausgelöst wird [5] [13]. Beim BVP-Wert wird die Durchblutung mithilfe eines Infrarotlichts gemessen, dieser Wert lässt ebenfalls Rückschlüsse auf Ruhe-

und Stresssituationen zu. In dieser Arbeit wird die elektrodermale Aktivität, der Blutvolumenpuls, die Hauttemperatur und die Herzfrequenz erfasst. Es wird vermutet, dass diese Werte Rückschlüsse auf mögliche Stresssituationen geben können. Die Uhr ermöglicht es, Tags während der Aufzeichnung der Daten zu setzen. Diese Tags sind später als Zeitstempel in den Daten zu sehen, was wiederum bei der Synchronisierung der Daten von Nutzen ist. Die Software Empatica Care, welche vom Hersteller bereitgestellt wird, wird nicht für die Auswertung verwendet, da diese Werte nur in Abständen von einer Minute abrufbar sind [3]. Stattdessen wird eine eigens erstellte Software, welche im Rahmen der Arbeit von Nino Baumgart geschrieben wurde, verwendet. Da diese eine Auswertung im Sekundentakt ermöglicht [4].

2.2.1 Elektrodermale Aktivität

Die elektrodermale Aktivität (EDA) reicht bis ins Jahr 1879 zurück und zählt heute zu den am häufigsten verwendeten Methoden zur Beobachtung des menschlichen Organismus [11]. Bei der EDA-Messung werden die elektrischen Phänomene, die auf der Haut messbar sind, zusammengefasst [9]. Bei der Messung von zwei Punkten auf der Haut, werden die Veränderungen des Hautwiderstandes dargestellt. Diese Veränderungen des Widerstandes können sowohl unspezifisch, als auch eine Reaktion auf einen Reiz sein. Es existieren zwei Möglichkeiten zur Messung des EDA-Wertes. Der tonische Anteil, welcher sich nur langsam ändert oder der phasische Anteil, welcher sich im Sekundenbereich ändert. Letztgenannter ist für diese Arbeit interessant. In der Regel dauert es zwei Sekunden bis die Leitfähigkeit der Haut nach einem Reiz erhöht ist [5] [13]. Die elektrodermale Aktivität wird dabei in MikroSiemens angegeben.

2.2.2 Blutvolumenpuls und Herzfrequenz

Beim Blutvolumenpuls (BVP) wird mittels Infrarotlichtstrahlen das zirkulierende Blut im Gewebe gemessen. In den Daten, welche als Graph dargestellt werden, ist der Herzschlag als Spitze zu sehen. Die Herzfrequenz (HR) lässt sich wiederum als Abstand zwischen den Spitzen ablesen [2]. Diese nicht-invasive Methode gibt Auskunft über Ruhe- und Stressbedingungen [1]. Des Weiteren muss erwähnt werden, dass verschiedene Faktoren, wie z.B. der Stoffwechsel, die Gefäßdynamik und arterieller Blutdruck Einfluss auf den BVP-Wert haben [12].

2.3 Generalisierter ESD-Test

Beim Betrachten der Daten der Teilnehmer, sind die Ausreißer besonders interessant. Um diese Ausreißer zu finden, wird der Generalisierte ESD-

Test (Extreme Studentized Deviate) verwendet. Dieser ESD-Test ist eine mehrfache Wiederholung des Grubbs-Test, mit der sich dann eine maximale Anzahl von Ausreißern identifizieren lässt. Bei dieser Studie wurde der Maximalwert auf zehn festgelegt. Normalerweise wird der Maximalwert auf 5% der gesamten Datenpunkte festgelegt, dies wären bei einer Bearbeitungszeit von 20 Minuten 60 Werte. Für eine anschließende manuelle Betrachtung dieser Datenpunkte wären das zu viele, weshalb als Maximalwert zehn gewählt wurde. Diese Werte sollten ausreichen, um einen guten Überblick über die Daten zu erhalten. Für diese Studie wurden jedoch ausschließlich der BVP- und EDA-Wert mit dem ESD-Test auf Ausreißer untersucht, da diese nach dem ersten betrachten der Daten am vielversprechendsten aussahen.

Der ESD-Test wurde mithilfe eines Python Programms durchgeführt, welches den Ausreißer sowohl in einer Tabelle, als auch graphisch dargestellt hat. Ein Beispiel für die graphische Darstellung ist in Abbildung 2.1 zu sehen. Jeder erfasste Wert der Empatica Watch, ist durch einen blauen Punkt dargestellt, die Ausreißer werden rot hervorgehoben. Die Daten für die Auswertung konnten dabei einfach von der Empatica Watch verwendet werden.

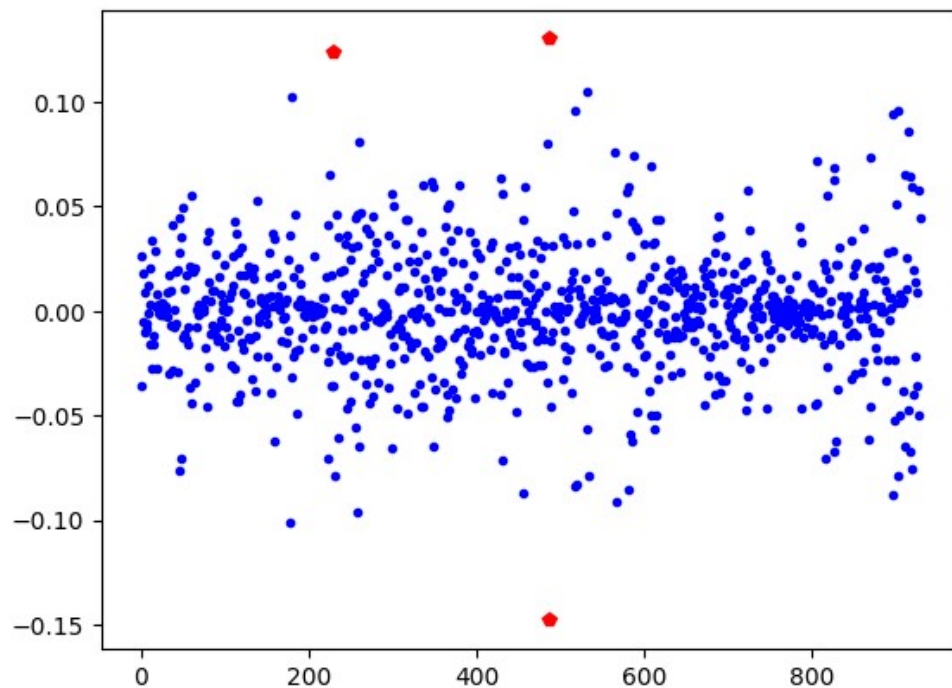


Abbildung 2.1: Graphische Hervorhebung der Ausreißer durch ESD-Test.

2.4 Verwandte Arbeiten

Baumgart [4] entwickelte in seiner Arbeit eine Software für die grafische Darstellung der Daten, die durch die Empatica Watch gesammelt wurden. Dies ermöglichte eine Auswertung in Sekundenschritten. Die Software wurde auch in dieser Arbeit verwendet, um die Daten der Uhr mit den Bildschirmaufnahmen der Teilnehmer auszuwerten. Des Weiteren führte er eine Studie mit drei Teilnehmern zur Erkennung von Erklärungsbedarf durch. Er kam zu dem Schluss, dass die elektrodermale Aktivität (EDA) und der Blut Volumenpuls (BVP) die vielversprechendsten Ergebnisse im Bezug auf die Erkennung von Erklärungsbedarf lieferten. An seiner Arbeiter nahmen drei Personen teil und die Aufgaben waren kürzer gehalten als bei dieser Studie. Die Aussagekraft ist somit geringer.

Girardi et al. [10] führten ebenfalls eine Studie mithilfe der Empatica Watch durch. Ziel ihrer Studie war die Erkennung von Emotionen bei Softwareentwicklern. Sie stellten fest, dass der EDA-Wert die höchste Genauigkeit in Bezug auf eine mögliche Erregung lieferte. Es kam jedoch vor, dass die Uhr keine Daten gesammelt hatte, weil es vermutlich keinen Kontakt zwischen den Sensoren und der Haut gab. Deshalb wurden die Teilnehmer in dieser Studie extra darauf hingewiesen, die Uhr enger als eine herkömmliche Armbanduhr zu tragen, um diesen Fehler zu vermeiden. Das Ziel ihrer Studie war ein anderes, jedoch zeigte ihre Studie, dass der EDA-Wert für das Erfassen von Erregungen geeignet ist und auf welche Fehler bei der Handhabung der Uhr geachtet werden muss.

Droste et al. [8] beschäftigten sich in ihrer Arbeit ebenfalls mit dem Thema Erklärungsbedarf. Sie stellen sich die Frage, ob Erklärungsbedarfe für ein System spezifisch ist oder ob es allgemeine Bedürfnisse gibt. Des weiteren entwickelten sie vier Endbenutzer-Personas, die unterschiedliche Anforderungen an Erklärungen haben und verwendet werden können, um den Erklärungsbedarf abzuschätzen. Die Studie, die im Rahmen dieser Arbeit durchgeführt wird, beschäftigt sich nur mit einem System und unterscheidet nicht zwischen verschiedenen Anforderungstypen.

Kapitel 3

Forschungsfragen

Wie bereits aus den vorherigen Kapiteln zu entnehmen ist, ist die Erklärbarkeit ein komplexes und vielschichtiges Thema. Die beiden Forschungsfragen sollen dazu beitragen dieses Thema besser zu verstehen und werden am Ende dieses Kapitels aufgelistet.

Ziel dieser Arbeit soll es sein, herauszufinden, welcher der gesammelten Werte, sich besonders gut für das Erkennen von Erklärungsbedarf nutzen lässt. Anschließend soll geklärt werden, ob sich Erklärungsbedarf anhand der gesammelten Daten erkennen lässt. Ließe sich eine zuverlässige Vorhersage treffen, ob ein Nutzer Erklärungen benötigt, würde dies die Zugänglichkeit für verschiedenste Softwaresysteme stark erhöhen, ohne den Nutzer mit nicht notwendigen Informationen zu stören. Diese Forschungsfragen sollen mithilfe der Empatica Watch und einer durchgeführten Studie, auf die im folgenden Kapitel eingegangen wird, beantwortet werden.

RQ 1 Welcher biometrischer Wert eignet sich besonders zuverlässig für die Vorhersage von Erklärungsbedarf?

RQ 2 Lässt sich Erklärungsbedarf mit Hilfe der gesammelten Daten der Empatica Watch erkennen?

Kapitel 4

Aufbau der Studie

In diesem Kapitel soll der Aufbau und die Durchführung der Studie erläutert werden. Außerdem wird auf die zu bearbeiten Aufgaben eingegangen.

Zuerst musste eine passende Software gefunden werden, mit der die Teilnehmer während der Durchführung der Studie interagieren sollten. Dabei ist jedoch entscheidend, dass dort auch die unterschiedlichen Arten von Erklärungsbedarf behandelt werden können. Die Wahl fiel auf Microsoft Excel, da diese Software vielen Nutzern beruflich oder privat gebräuchlich ist und dort unterschiedlichste Aufgaben gestellt werden können. Die Aufgaben wurden so konzipiert, dass es zwischen den Frustrations- oder Verwirrungsmomenten Ruhepausen gibt. In den Ruhepausen soll durch die Aufgabenstellung kein Erklärungsbedarf getriggert werden, sodass ein Ruhewert entsteht. Insgesamt sollten die Teilnehmer fünf Aufgaben bearbeiten, welche wiederum auf mehrere Teilaufgaben unterteilt wurden. Die Aufgabenlänge wurde so gewählt, dass die gesamte Bearbeitungsdauer aller Aufgaben zwischen 20 - 30 Minuten dauern würde. Hintergrund ist, dass eventuell manche Teilnehmer aufgeregt sind und dies bei einer nur kurzen Bearbeitungsdauer die Ergebnisse verfälschen könnte. Während der Bearbeitung der Aufgaben waren die Teilnehmer alleine. Es bestand jedoch die Möglichkeit, Rückfragen zu stellen, falls welche aufgetreten wären. Dafür hätten die Teilnehmer den Raum verlassen müssen, dies trat aber nicht auf. Des Weiteren war die ursprüngliche Idee, die Teilnehmer zu filmen, um ggf. Reaktionen aus ihrem Gesicht ablesen zu können. Dies wurde aber nach der ersten Durchführung wieder verworfen, da der Teilnehmer zum Ausdruck brachte, dass er sich beobachtet gefühlt hatte. Wenn die Teilnehmer sich während der Studie beobachtet fühlen, hätte dies eventuell Auswirkungen auf ihr Verhalten und somit auch auf die Messdaten. Die Kamera wurde zu Beginn und am Ende der Durchführung genutzt, um die Daten der Uhr mit der Bildschirmaufnahme zu synchronisieren, die restliche Zeit über war diese verdeckt.

Im Mittelpunkt der Studie steht die Empatica Watch, welche zum

Erfassen der biometrischen Daten der Teilnehmer genutzt wurde. Parallel wurde eine Bildschirmaufnahme angefertigt, um bei der Auswertung die Daten der Uhr mit dem Verhalten des Nutzers abzugleichen. Auf eine Kameraaufnahme wurde verzichtet, damit die Teilnehmer sich unbeobachtet fühlen.

4.1 Ablauf der Studie

Im Nachfolgenden ist durch ein Flussdiagramm der chronologische Ablauf der Studie zu sehen.

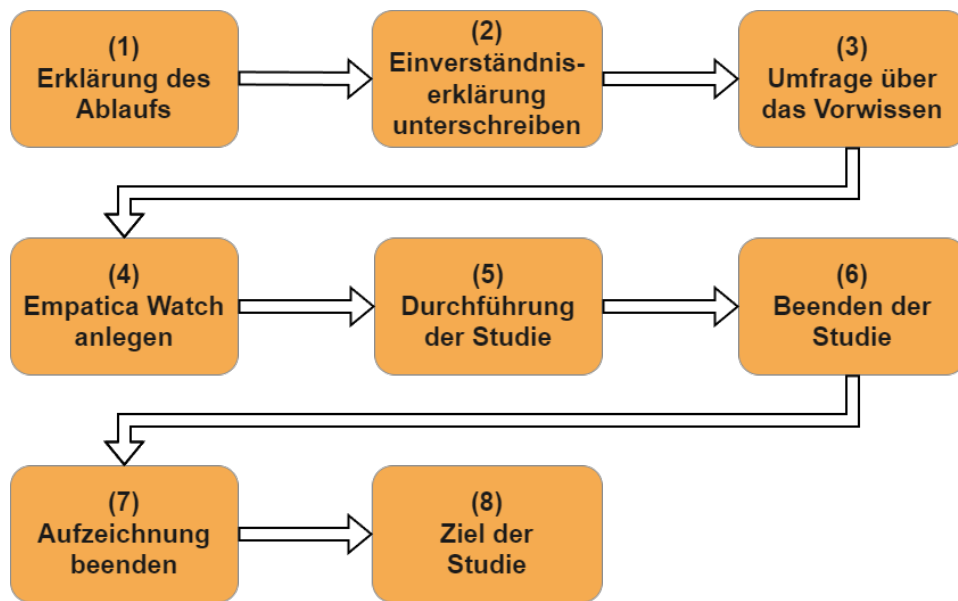


Abbildung 4.1: Ablaufplan für das Durchführen der Studie.

1. Erklärung des Ablaufs: Dem Teilnehmer wird der Ablauf der Studie erklärt. Das Ziel der Studie wird nicht mitgeteilt.
2. Einverständniserklärung unterschreiben: Der Teilnehmer liest die Einverständniserklärung und muss dieser zustimmen, um an der Studie teilzunehmen.
3. Umfrage über das Vorwissen: Vor Beginn der Studie füllt der Teilnehmer eine kurze Umfrage zu seinem Wissensstand in Excel aus.
4. Empatica Watch anlegen: Der Teilnehmer bekommt die Empatica Uhr angelegt. Die Bildschirmaufnahme wird gestartet und ein Tagssignal wird vom Betreuer an der Uhr gesetzt.

5. Durchführung der Studie: Der Teilnehmer bearbeitet die Aufgaben. Währenddessen ist der Betreuer nicht anwesend.
6. Beenden der Studie: Nach dem Bearbeiten der Aufgaben meldet sich der Teilnehmer bei dem Betreuer, der vor dem Raum wartet.
7. Aufzeichnung beenden: Der Betreuer setzt erneut ein Tagsignal an der Uhr. Die Bildschirmaufnahme wird beendet.
8. Ziel der Studie: Dem Teilnehmer wird der wahre Grund der Studie mitgeteilt. Die Studie ist damit beendet.

4.2 Erklärung der Aufgaben

In den folgenden Unterkapiteln werden die einzelnen Aufgaben, welche die verschiedenen Arten von Erklärungsbedarfe enthalten, erläutert. Die genaue Aufgabenstellung ist im Anhang B zu finden. Auf die Aufgaben ohne Erklärungsbedarf wird nicht weiter eingegangen.

4.2.1 Interaktion

Wie bereits zuvor erläutert ([Link zu der Erklärung](#)) sollen die Teilnehmer bei dieser Teilaufgabe (2.5) eine Aufgabe erfüllen, ohne zu wissen, wie sie dies umzusetzen können. Bei allen vorherigen und nachfolgenden Aufgaben gab es jeweils eine Schritt für Schritt Anleitung, die erklärt, wie die einzelnen (Teil-)Aufgaben zu bewältigen sind. Hier wurde eine Beschreibung weggelassen und dem Teilnehmer nur das Ziel der Aufgabe mitgeteilt, mit der Erwartung, eine Situation der Überforderung oder Unwissenheit zu erzeugen. Dies soll sich dann wiederum in den gesammelten Daten der Uhr wiederfinden lassen. Die Teilnehmer sollen den Text aus einer Zelle um 23 Grad gegen den Uhrzeigersinn drehen. Dazu muss der Teilnehmer ein Menüfenster öffnen und dort die Gradzahl eingeben.

4.2.2 Unerwartetes Systemverhalten

Bei dieser Aufgabe (4.3 bis 4.5) sollen die Nutzer mit einer Situation konfrontiert werden, in der ihre Erwartungen an das System nicht erfüllt werden. In der Aufgabenstellung gibt es eine Grafik, die zeigt, wie das Ergebnis aussehen soll. Hat der Teilnehmer jedoch die Aufgabenstellung genau befolgt, wären in seiner Grafik mehrere Kurven zu sehen und die Unterteilung der x-Achse wäre abweichend von der Musterlösung. Dadurch soll der Punkt des unerwarteten Systemverhaltens ausgelöst werden. Der Nutzer erwartet ein anderes Ergebnis als das, was er schlussendlich erhält.

4.2.3 Domänenwissen

Bei der letzten Aufgabe (5.4) der Studie geht es um den Erklärungsbedarf des Domänenwissens. Dabei wird ein Fachbegriff verwendet, der eventuell vielen der Teilnehmern unbekannt ist. Es handelt sich dabei um den Begriff 'Pivot-Tabelle'. Ziel ist es, die Teilnehmer mit einem Begriff zu konfrontieren, den sie vorher noch nicht gehört haben und somit einen Moment der Überforderung zu erzeugen.

4.3 Umfrage

Vor Beginn der eigentlichen Studie sollten die Teilnehmer noch ein kurze Umfrage beantworten. Ziel ist es, dadurch mögliche Rückschlüsse zu ziehen. Beispielsweise könnte es sein, dass Teilnehmer, die Excel wenig nutzen, häufiger Erklärungsbedarf haben. Diese Umfrage bestand aus drei Fragen und befasste sich mit der Nutzungsverhalten und dem Vorwissen zu Microsoft Excel. Die Fragen lauteten wie folgt:

- Wie schätzen Sie ihr Vorwissen zu Microsoft Excel ein?
 - Antwortmöglichkeiten: Klassisches Schulnotensystem von eins (sehr gut) bis sechs (ungenügend).
- Wo nutzen sie Microsoft Excel überwiegend?
 - Antwortmöglichkeiten: Privat, beruflich oder 'Ich nutze es nicht'.
- Wie oft nutzen Sie Microsoft Excel?
 - Antwortmöglichkeiten: Täglich, wöchentlich, monatlich, jährlich oder 'Ich nutze es nicht'.

4.4 Teilnehmer

Die Teilnehmer wurden durch eine Ankündigung am digitalen Schwarzen Brett, einer Bekanntmachung in einem Seminar und über Bekannte akquiriert. Insgesamt haben neun Personen an der Studie teilgenommen. Davon waren sieben Teilnehmer zwischen 20 und 30 Jahre alt und zwei Teilnehmer über 60. Durchgeführt wurde die Studie in einem Computerraum der Leibniz Universität Hannover.

4.5 Sicherung der ethischen Richtlinien

Im Verlauf der Planung dieser Studie wurde sich mit dem Antragsformular der Ethikkommission auseinandergesetzt. In diesem werden unter anderem

mögliche Belastungen für die Teilnehmer erläutert und die gesammelten persönlichen Daten aufgezählt. Vor Beginn der Studie wurden die Teilnehmer darauf hingewiesen, welche persönlichen Daten von ihnen erhoben werden. Des Weiteren wurden sie darüber aufgeklärt, dass die Studie jederzeit abgebrochen und ihre gesammelten Daten gelöscht werden können.

Kapitel 5

Auswertung der Daten

Im Folgenden wird auf die Ergebnisse der Teilnehmer eingegangen. Dabei werden die Daten, die mit der Empatica Watch erfasst wurden, einmal in den Kontext gesetzt und bestimmte Auffälligkeiten erklärt. Baumgart [4] und das Paper *Comparison of blood volume pulse and skin conductance responses to mental and affective stimuli at different anatomical sites* [12] kamen zu dem Schluss, dass sich der EDA- und BVP-Wert am besten für die Erkennung von einem möglichen Erklärungsbedarf bzw. als Indikatoren für psychologische Erregungen eignen. Deshalb wird sich in der Auswertung auf diese beiden Werte konzentriert, auf die Temperatur und die Herzrate wird im folgenden nicht weiter eingegangen.

Bei jedem Teilnehmer ist entweder der Graph des EDA- oder des BVP-Wertes zu sehen, der fehlende Graph ist im Anhang A zu finden. Außerdem wird eine Tabelle angelegt, in der alle erkannten Auffälligkeiten notiert sind. Durch ein 'x' wird markiert, ob ein Ausschlag durch einfaches Betrachten (Augenmaß) oder durch den ESD-Test erkannt wird. Das Erkennen per Augenmaß ist ohne Aufwand möglich und lässt sich schnell durchführen. Jedoch ist diese Methode nicht objektiv und jeder Betrachter wird unterschiedliche Ausschläge als Auffälligkeit wahrnehmen. Der ESD-Test wird als objektives Verfahren genutzt, um eine Vergleichbarkeit zwischen den Teilnehmern zu ermöglichen. Außerdem wäre so ein automatisiertes Auswerten der Daten möglich. In der Spalte 'Erklärungsbedarf' wird gekennzeichnet, welchem Erklärungsbedarf der Ausschlag zugeordnet wird.

- E1 = Erklärungsbedarf: Interaktion
- E2 = Erklärungsbedarf: Unerwartetes Systemverhalten
- E3 = Erklärungsbedarf: Domänenwissen
- S = Erklärungsbedarf: Es lässt sich keinen der drei geplanten Erklärungsbedarfe zuordnen, dennoch hatte der Teilnehmer Schwierigkeiten.
- - = Kein Erklärungsbedarf

Bei fast allen Teilnehmern zeigten die Daten extreme Ausschläge direkt zu Beginn oder am Ende der Studie an. Dies lässt sich wahrscheinlich auf Messfehler zurückführen, da der Betreuer an diesen Stellen die Empatica Watch Richtung Kamera gedreht hat. Außerdem ließen sich die erhöhten Ausschläge auch darauf zurückführen, dass die Teilnehmer aufstanden und den Raum verlassen mussten, um den Betreuer zu informieren. Auf diese Ausschläge wird im weiteren Verlauf nicht weiter eingegangen.

5.1 Teilnehmer 01

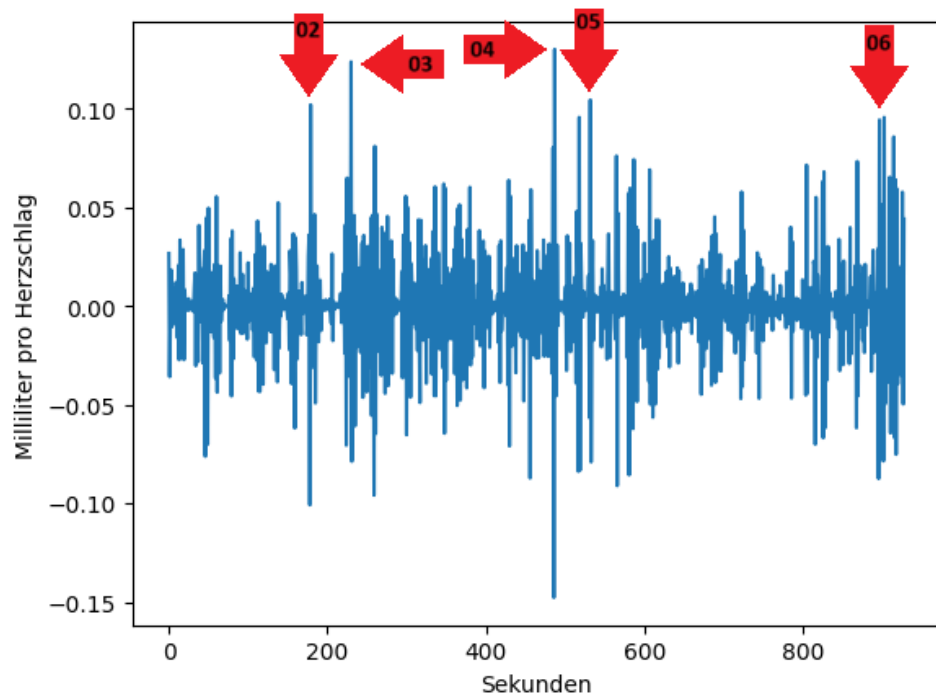


Abbildung 5.1: Teilnehmer 01: Auffälligkeiten beim BVP-Wert.

Der erste Teilnehmer gab an, Excel überwiegend privat zu nutzen und dies mindestens einmal im Monat. Dieser schätzte sein Vorwissen mit der Note drei ein, konnte die Studie aber mit 15:30 Minuten überdurchschnittlich schnell bearbeiten, was auf hohe Excel Vorkenntnisse hindeutet. Der EDA-Wert macht zum Zeitpunkt 01 einen größeren Sprung nach oben. Dies geschah beim Lesen der Aufgabenstellung, weshalb ein Erklärungsbedarf hier wahrscheinlich ausgeschlossen ist. Im Gegensatz zu den EDA-Daten, ergaben sich bei dem Blutvolumenpuls mehrere Auffälligkeiten. Ausschlag 02 trat beim Bearbeiten der Aufgabe 2.3 auf. An dieser Stelle war von Seiten der Aufgabenstellung kein Erklärungsbedarf geplant. Der Teilnehmer

| ID | Wert | Stelle | Ausreißer (Augenmaß) | Ausreißer (ESD-Test) | Erklärungsbedarf |
|----|------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 01 | EDA | 01:48 | x | | - |
| 02 | BVP | 02:54 | x | | - |
| 03 | BVP | 03:46 | x | x | - |
| 04 | BVP | 08:03 | x | x | E2 |
| 05 | BVP | 08:49 | x | | E2 |
| 06 | BVP | 14:53 | x | | - |

Tabelle 5.1: Auffälligkeiten von Teilnehmer 01.

hatte keine Probleme beim Bearbeiten der Aufgabe, weshalb sich dieser Ausschlag nicht mit Erklärungsbedarf erklären lässt. Der dritte (ID 03) Ausschlag trat zehn Sekunden nach Beenden der Aufgabe 2.5 auf, welche den ersten Erklärungsbedarf triggern sollte. Jedoch lässt sich durch die Bildschirmaufnahme erkennen, dass der Teilnehmer zwar nicht sofort wusste wie die Aufgabe genau zu lösen ist, jedoch navigierte er direkt zum richtigen Menüpunkt und konnte dann die Aufgabe im dritten Anlauf lösen. Durch den hohen Zeitversatz zwischen dem Bearbeiten der Aufgabe und dem Auftreten des Ausschlags und des eigentlich sehr schnellen Lösen der Aufgabe, lässt sich nicht eindeutig ein Erklärungsbedarf zu diesem Zeitpunkt in den Daten erkennen. Ausschlag 04 trat beim Bearbeiten der Aufgabe 4.3 auf, bei dem der zweite Erklärungsbedarf ausgelöst werden sollte. Da der Teilnehmer nicht zum gewünschten Ergebnis kam, löschte er die gesamten getätigten Arbeitsschritte. Anschließend begann er mit dieser Teilaufgabe noch einmal von vorne, zu diesem Zeitpunkt schlug der BVP-Wert aus. An dieser Stelle lässt sich der Erklärungsbedarf anhand der Daten erkennen. Der Teilnehmer versucht nach diesem Zeitpunkt noch weitere 1:30 Minuten die Aufgabe zu lösen, bevor er sich der nächsten zuwandte. In diesem Zeitraum trat ein weitere Ausschlag (ID 05) auf. Dies zeigt, dass es an dieser Stelle eine Art Stresssituation für den Teilnehmer gab, weshalb auch Ausschlag 05 mit einem Erklärungsbedarf in Verbindung gebracht werden kann. Der letzte Ausschlag (ID 06) trat nach Bearbeiten der letzten Aufgabe auf. An dieser Stelle lässt sich keine Situation mit einem möglichen Erklärungsbedarf identifizieren.

Insgesamt lässt sich ein möglicher Erklärungsbedarf, nur anhand der Daten, bei diesem Teilnehmer nur schwer erkennen. Die, durch den ESD-Test erkannten Ausschläge, trafen nur zu 50% auf einen Erklärungsbedarf zu. Die Auffälligkeiten, die sich per Augenmaß erkennen lassen, senken die Genauigkeit für Vorhersagen noch weiter. Umgekehrt lassen sich jedoch alle Situationen, in denen der Teilnehmer einen möglichen Erklärungsbedarf hatte, in den Daten wiederfinden.

5.2 Teilnehmer 02

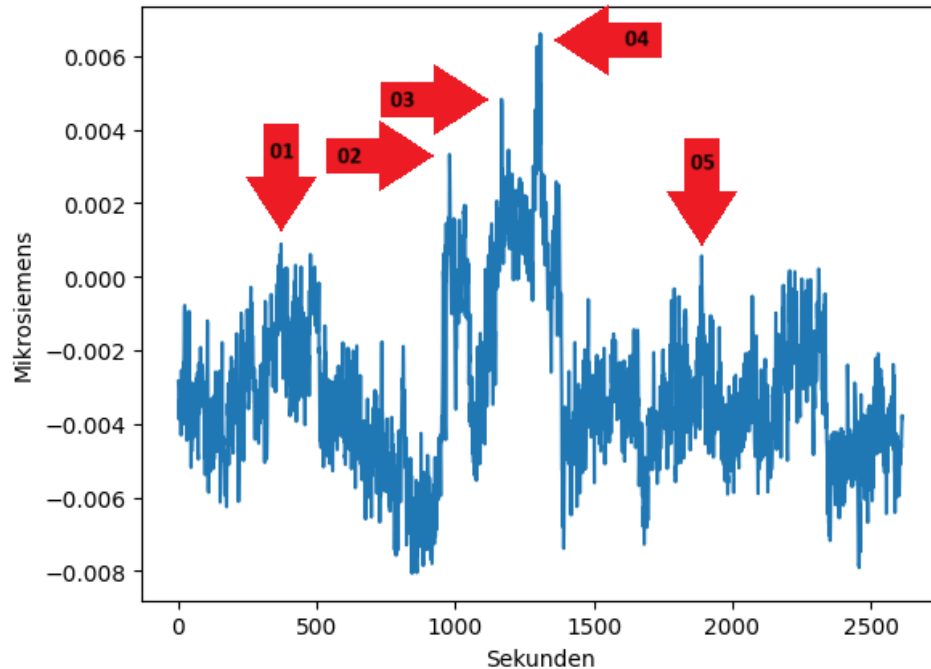


Abbildung 5.2: Teilnehmer 02: Auffälligkeiten beim EDA-Wert.

| ID | Wert | Stelle | Ausreißer (Augenmaß) | Ausreißer (ESD-Test) | Erklärungsbedarf |
|----|------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 01 | EDA | 05:59 | x | | - |
| 02 | EDA | 16:15 | x | | - |
| 03 | EDA | 19:23 | x | | E2 |
| 04 | EDA | 21:37 | x | x | E2 |
| 05 | EDA | 31:23 | x | | - |

Tabelle 5.2: Auffälligkeiten von Teilnehmer 02.

Teilnehmer zwei gab an, Excel vorwiegend privat und mindestens einmal im Monat zu nutzen. Er schätzte sein Vorwissen mit der Note drei ein und benötigte 43:32 Minuten zum Bearbeiten der Aufgabe, was überdurchschnittlich lange war. Der Blutvolumenpuls zeigte im Verlauf der Studie keine Auffälligkeiten. Zum Zeitpunkt von Ausschlag 01 und in den nachfolgenden Sekunden bearbeitet der Teilnehmer die Aufgabe 2.3. Aufgabenseitig sollte hier noch kein Erklärungsbedarf getriggert werden. Durch die Bildschirmaufnahme lässt sich an dieser Stelle keine Unsicherheit oder Überforderung erkennen. Beim Ausschlag 02 begann der Teilnehmer

gerade mit Aufgabe 4, ein Erklärungsbedarf lässt sich hier ebenfalls nicht identifizieren. Die Auffälligkeiten zur Mitte der Studie (ID 03 und 04), fanden statt, als die Aufgabe mit dem zweiten Erklärungsbedarf bearbeitet wurde. Der ESD-Test erkannte an dieser Stelle auch den einzigen Ausreißer in den EDA-Daten. In diesem Fall ließe sich der Erklärungsbedarf sowohl durch einfaches Betrachten des Graphen als auch durch den ESD-Test erkennen. Innerhalb dieses Zeitabschnitts probierte der Teilnehmer mehrere Male unterschiedliche Ansätze aus, die Aufgabe zu lösen. Gegen Ende der Studie gab es noch einen Abschnitt mit erhöhten Ausschlägen (ID 05). In dieser Zeit formatierte der Teilnehmer die Spalten einer Tabelle. Zwar benötigt der Teilnehmer etwas Zeit, fand jedoch alle Menüpunkte und konnte die Aufgabe lösen. Ein Anzeichen für einen möglichen Erklärungsbedarf ist hier nicht auszumachen.

Aus den Daten lässt sich ein möglicher Erklärungsbedarf anhand der hohen Ausschläge (ID 03 und 04) gut ableiten. Der ESD-Test erkennt den Zeitpunkt für einen möglichen Erklärungsbedarf bei diesem Teilnehmer zuverlässig. Andersherum lässt sich das Verhalten aus der Bildschirmaufnahme in den Daten wiederfinden. Die Aufgaben, die den ersten und letzten Erklärungsbedarf triggern sollten, zeigten keine Auffälligkeiten in den Daten. Anzumerken ist an dieser Stelle, dass die erste Aufgabe nicht wie gefordert bearbeitet wurde. Die Bearbeitungszeit weicht stark von den anderen Teilnehmern ab, die sich auch mit der Note drei eingeschätzt haben.

5.3 Teilnehmer 03

| ID | Wert | Stelle | Ausreißer (Augenmaß) | Ausreißer (ESD-Test) | Erklärungsbedarf |
|----|------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 01 | BVP | 00:17 | x | | - |
| 02 | BVP | 01:56 | x | | - |
| 03 | BVP | 03:50 | x | x | - |
| 04 | BVP | 05:40 | x | | - |
| 05 | BVP | 08:57 | x | | - |
| 06 | BVP | 10:14 | x | x | E2 |
| 07 | BVP | 11:15 | x | x | E2 |
| 08 | BVP | 13:03 | | x | E2 |
| 09 | BVP | 18:37 | x | | - |
| 10 | BVP | 20:42 | x | | - |

Tabelle 5.3: Auffälligkeiten von Teilnehmer 03.

Teilnehmer drei benötigte 22:26 Minuten zum Bearbeiten der Studie. Er schätzte sein Vorwissen auf die Note drei ein und dass er wöchentlich überwiegend beruflich mit Excel zu tun hat. Die EDA-Kurve zeigte keine

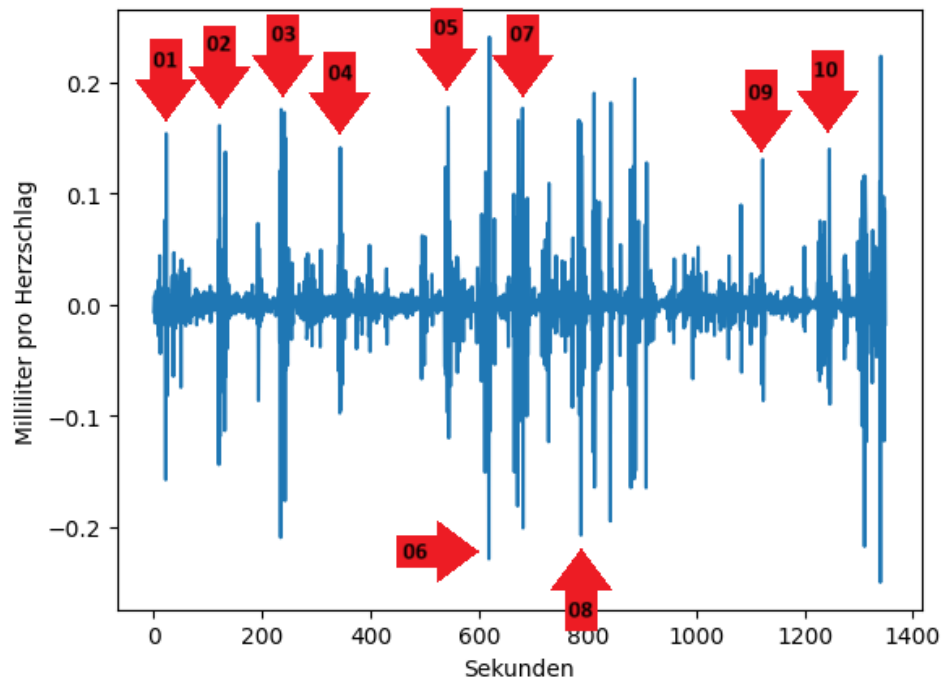


Abbildung 5.3: Teilnehmer 03: Auffälligkeiten beim BVP-Wert.

Auffälligkeiten. Der Blutvolumenpuls hatte eine Reihe von Ausschlägen. Jedoch sind die ersten fünf Ausschläge (ID 01 bis 05) entstanden, als es keine Bewegungen auf dem Bildschirm gab, weshalb davon auszugehen ist, dass der Teilnehmer in dieser Zeit die Aufgabenstellung gelesen hat. Ein möglicher Erklärungsbedarf ist hier nicht auszumachen. Die Ausschläge 06 bis 08 finden in dem Zeitraum statt, in dem der Teilnehmer die Aufgabe bearbeitete, die den zweiten Erklärungsbedarf triggern sollte. In dieser Zeit unternimmt er mehrere Versuche die Aufgabe zu lösen, jedoch ohne Erfolg. Ein möglicher Erklärungsbedarf wurde hier erkannt. Die Auffälligkeiten 09 und 10 geschahen beim Bearbeiten einer Aufgabe. Durch die Bildschirmaufnahme war jedoch keine Situation erkennbar, die auf einen möglichen Erklärungsbedarf hindeutete.

Die Daten zeigen eine Reihe von Ausschlägen an, jedoch gab es nur einen Zeitraum (ID 06 bis 08), in denen ein Situation eintrat, in der Erklärungsbedarf aufgetreten ist. Somit gab es eine Reihe von Auffälligkeiten, die nicht zugeordnet werden können. Eine Vorhersage allein aus den Daten, ist bei diesem Teilnehmer somit nicht möglich.

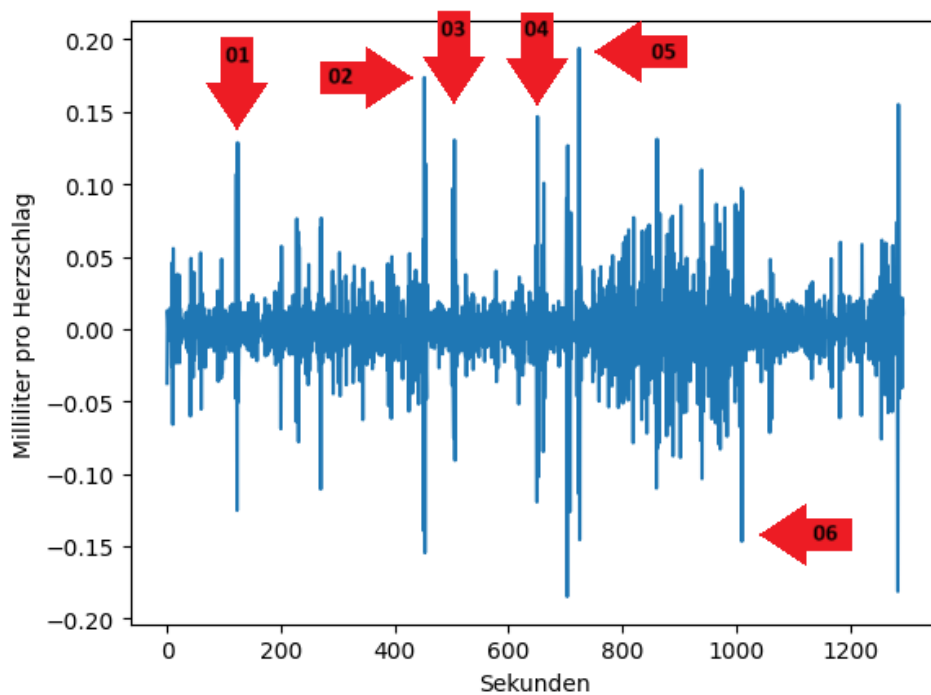


Abbildung 5.4: Teilnehmer 04: Auffälligkeiten beim BVP-Wert.

5.4 Teilnehmer 04

Der vierte Teilnehmer brauchte für die Bearbeitung 21:29 Minuten. Er schätzte sein Vorwissen mit der Note drei ein und nutzt Excel mindestens einmal pro Jahr, hauptsächlich privat. Die elektrodermale Aktivität zeigte im Verlauf der Studie keine Auffälligkeiten. Die ersten drei großen Ausschläge (ID 01, 02 und 03) traten zu einem Zeitpunkt auf, als der Teilnehmer keine Bewegungen oder Eingaben vorgenommen hatte. Ein möglicher Erklärungsbedarf lässt sich an diesen Stellen nicht erkennen. Als die Ausreißer 04 und 05 auftraten, bearbeitete der Teilnehmer die Aufgabe 4.3, welche den zweiten Erklärungsbedarf triggern sollte. Es lässt sich jedoch nicht eindeutig anhand der Bildschirmaufnahme erkennen, ob der Teilnehmer bemerkt hatte, dass sein Lösung nicht mit der Musterlösung übereinstimmte. Der Teilnehmer reagierte etwas zögernd, führte aber keine Änderungen durch oder suchte nach einem möglichen Lösungsansatz. Somit lässt sich ein eindeutiger Rückschluss auf einen möglichen Erklärungsbedarf nicht erkennen. Der letzte Ausschlag (ID 06) trat beim Bearbeiten der Aufgabe 5.2 auf. Auch hier lässt sich kein Erklärungsbedarf ausmachen.

Erneut zeigten die Aufgaben, die den ersten und letzten Erklärungsbedarf triggern sollten, keine Reaktion in den Daten. Die Aufgabe mit dem unerwarteten Systemverhalten ist nicht eindeutig genug, um sagen zu

| ID | Wert | Stelle | Ausreißer (Augenmaß) | Ausreißer (ESD-Test) | Erklärungsbedarf |
|----|------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 01 | BVP | 01:59 | x | | - |
| 02 | BVP | 07:28 | x | x | - |
| 03 | BVP | 08:22 | x | | - |
| 04 | BVP | 10:49 | x | x | - |
| 05 | BVP | 12:01 | x | x | - |
| 06 | BVP | 16:46 | | x | - |

Tabelle 5.4: Auffälligkeiten von Teilnehmer 04.

können, dass hier ein möglicher Bedarf von Erklärungen eingetreten ist. Obwohl der Teilnehmer sich selbst mit der Note drei einschätzte und Excel sehr wenig nutzt, lies sich kein Erklärungsbedarf ausmachen.

5.5 Teilnehmer 05

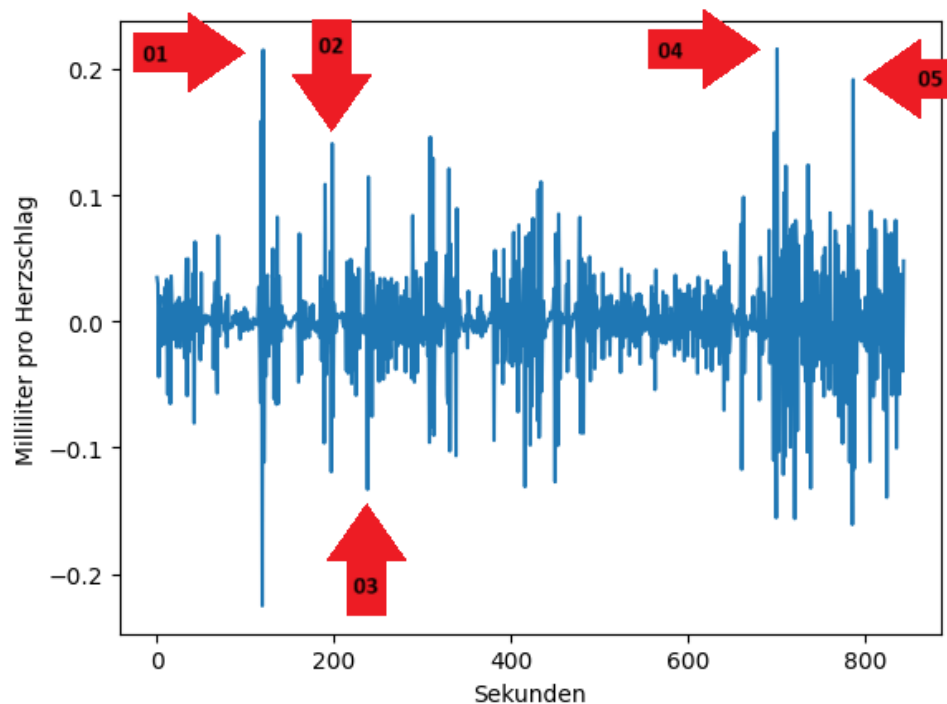


Abbildung 5.5: Teilnehmer 05: Auffälligkeiten beim BVP-Wert.

Teilnehmer fünf konnte die Aufgaben innerhalb von 14:01 Minuten bearbeiten und schätzte sein Vorwissen mit der Note zwei ein. Außerdem nutzt er Excel überwiegend beruflich und mindestens einmal pro Woche.

| ID | Wert | Stelle | Ausreißer (Augenmaß) | Ausreißer (ESD-Test) | Erklärungsbedarf |
|----|------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 01 | BVP | 01:57 | x | x | - |
| 02 | BVP | 03:15 | x | | - |
| 03 | BVP | 03:54 | x | | - |
| 04 | BVP | 11:38 | x | x | - |
| 05 | BVP | 13:05 | x | x | - |

Tabelle 5.5: Auffälligkeiten von Teilnehmer 05.

Diese Aussagen deuten darauf hin, dass sich diese Person gut mit Excel auskennt. Der EDA-Wert zeigte keine Auffälligkeiten bei diesem Teilnehmer. Ausreißer 01 trat beim Bearbeiten der Aufgabe 2.3 auf, es gab jedoch kein Anzeichen für einen möglichen Erklärungsbedarf. Der zweite Ausreißer trat kurz nach beenden der Aufgabe auf, die den ersten Erklärungsbedarf triggern sollte. Zwischen beenden der Aufgabe und dem Ausschlagen des BVP-Wertes lagen jedoch ca. sieben Sekunden. Zwar konnte der Teilnehmer die Aufgabe nicht auf Anhieb lösen, jedoch war die zeitliche Differenz zwischen dem Ausschlagen der Daten und dem Beenden der Aufgabe so groß, dass sich anhand der Daten kein Erklärungsbedarf feststellen lässt. Alle weiteren Ausschläge fanden während des Bearbeiten einer Aufgabe statt. Anhand der Bildschirmaufnahme lässt sich jedoch zu keinem dieser Zeitpunkte eine Situation ausmachen, bei der der Teilnehmer unsicher war oder nicht weiter wusste. Ein möglicher Erklärungsbedarf lässt sich auch hier ausschließen.

Insgesamt ließ sich bei diesem Teilnehmer kein Erklärungsbedarf ausmachen, obwohl Ausreißer in den Daten detektiert wurden. Die Ausschläge in den Daten lassen sich nicht in der Bildschirmaufnahme wiederfinden. Die Selbsteinschätzung des Teilnehmers spiegelt sich in der schnellen Bearbeitungszeit und dem nicht auftreten von möglichen Erklärungsbedarfen wieder.

5.6 Teilnehmer 06

Der sechste Teilnehmer gab an, Excel vorwiegend privat zu nutzen und dies mindestens einmal im Monat. Er schätzte sein Vorwissen auf die Note drei ein, mit einer Bearbeitungsdauer von 14:54 Minuten war der Teilnehmer sehr schnell. Ausschlag 01 geschah beim Bearbeiten der Aufgabe 2.4, an dieser Stelle war kein Erklärungsbedarf geplant. Ein Anzeichen für einen möglichen Erklärungsbedarf gab es nicht. Als die beiden nachfolgenden Ausschläge (ID 02 und 03) auftraten, bearbeitete der Teilnehmer Aufgabe 2.5. Er probierte einige Funktionen aus, um die Aufgabe zu lösen, dies gelang ihm dann zum Zeitpunkt des dritten Ausschlags (ID 03). Anhand dieser Tatsachen kann ein möglicher Erklärungsbedarf vorliegen. Ausschlag 04 zeigte keine besonderen Vorkommnisse in der Bildschirmaufnahme. Bei Ausreißer 05 erstellte der

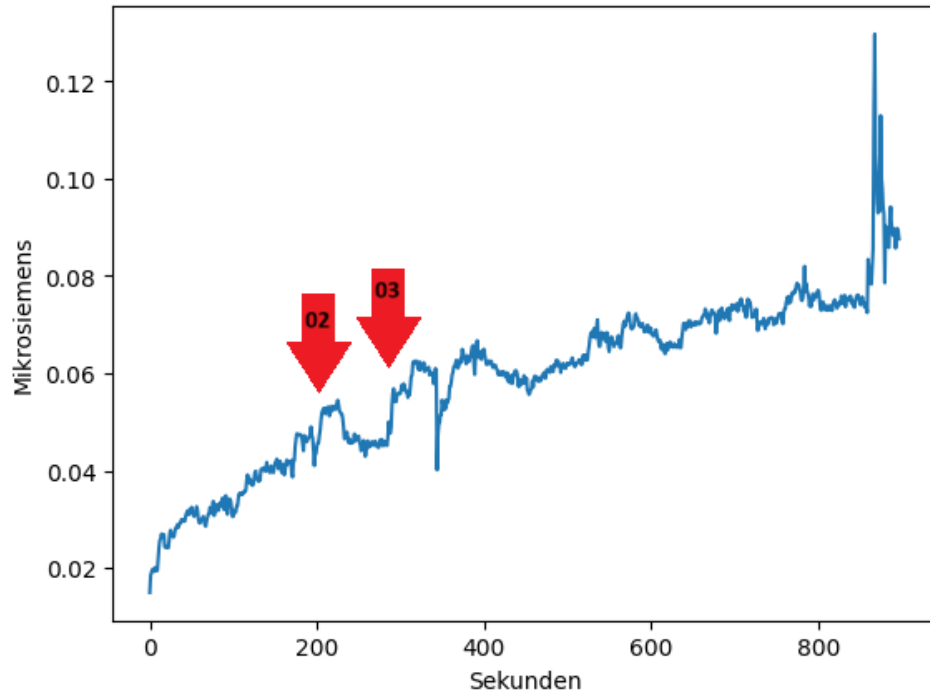


Abbildung 5.6: Teilnehmer 06: Auffälligkeiten beim EDA-Wert.

| ID | Wert | Stelle | Ausreißer (Augenmaß) | Ausreißer (ESD-Test) | Erklärungsbedarf |
|----|------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 01 | BVP | 02:50 | x | x | - |
| 02 | EDA | 03:17 | x | | E1 |
| 03 | EDA | 04:43 | x | | E1 |
| 04 | BVP | 06:26 | x | | - |
| 05 | BVP | 08:58 | x | x | E2 |
| 06 | BVP | 11:52 | x | x | - |
| 07 | BVP | 13:02 | x | x | - |

Tabelle 5.6: Auffälligkeiten von Teilnehmer 06.

Teilnehmer die Grafik für das unerwartete Systemverhalten. Da dieser eine Zeit lang keine Bewegungen mit dem Cursor machte, hat dieser wahrscheinlich die Aufgabenstellung erneut gelesen oder überlegt, wo sein Fehler lag. Auch hier liegt möglicherweise ein Erklärungsbedarf vor. Die letzten beiden Ausschläge (ID 06 und 07) geschahen beim Abtippen einer Tabelle bzw. beim Lesen der Aufgabenstellung, hier kann ein Erklärungsbedarf ausgeschlossen werden.

Drei gefundene Ausreißer in den Daten konnten mit einem möglichen Erklärungsbedarf in Verbindung gebracht werden, wovon wiederum nur einer auch vom ESD-Test erkannt wurde. Die restlichen Auffälligkeiten konnten keinem besonderen Ereignis zugeordnet werden. Alle Situationen von Unsicherheit bzw. Überforderung, die auf der Bildschirmaufnahme erkannt wurden, ließen sich in den Daten wiederfinden.

5.7 Teilnehmer 07

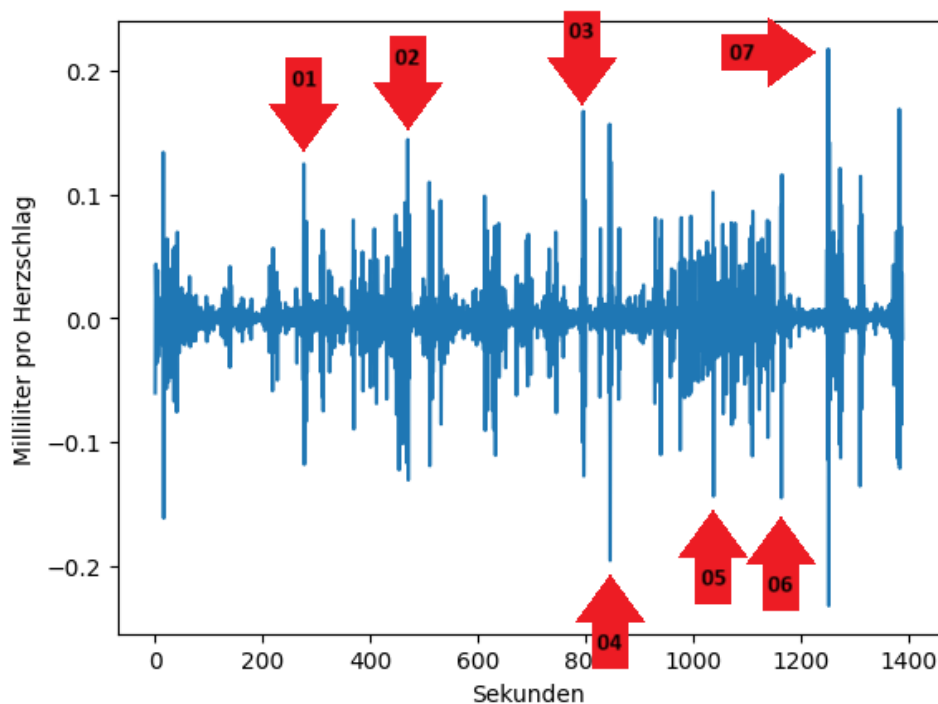


Abbildung 5.7: Teilnehmer 07: Auffälligkeiten beim BVP-Wert.

Teilnehmer sieben nutzt Excel monatlich, überwiegend privat. Er schätzte sein Vorwissen auf die Note drei und benötigte 23:18 Minuten für die Bearbeitung der Aufgaben. Die EDA-Daten zeigten während der Studie keine Auffälligkeiten. Ausschlag 01 trat etwa zehn Sekunden nach be-

| ID | Wert | Stelle | Ausreißer (Augenmaß) | Ausreißer (ESD-Test) | Erklärungsbedarf |
|----|------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 01 | BVP | 04:26 | x | x | - |
| 02 | BVP | 07:39 | x | x | - |
| 03 | BVP | 13:04 | x | x | E2 |
| 04 | BVP | 13:55 | x | x | E2 |
| 05 | BVP | 17:06 | | x | - |
| 06 | BVP | 19:11 | | x | - |
| 07 | BVP | 20:41 | x | x | - |

Tabelle 5.7: Auffälligkeiten von Teilnehmer 07.

den der zweiten Aufgaben auf. Aufgrund des hohen Zeitversatz kann ein Erklärungsbedarf ausgeschlossen werden. Der nachfolgende Ausschlag (ID 02) geschah, als es keine Eingaben oder Mausbewegungen gab, auch hier ist ein möglicher Erklärungsbedarf unwahrscheinlich. Die Ausschläge 03 und 04 geschehen beim Bearbeiten der Aufgabe, die den zweiten Erklärungsbedarf triggern sollte. Dabei probierte er verschiedene Dinge aus und schafft es, die Aufgabe korrekt zu lösen. Ein Erklärungsbedarf ist an dieser Stelle sehr wahrscheinlich. Alle weiteren Auffälligkeiten (ID 05, 06 und 07) lassen sich in der Bildschirmaufnahme nicht wiederfinden. Während allen Zeitpunkten gab es kein Verhalten, dass auf einen möglichen Erklärungsbedarf hindeutete.

Zwei der sieben erkannten Auffälligkeiten lassen sich mit einem möglichen Erklärungsbedarf in Verbindung bringen. Bei allen anderen Ausschlägen konnte keine Auffälligkeit in der Bildschirmaufnahme erkannt werden. Umgekehrt ließ sich die Situation, bei der der Teilnehmer lange (ca. 6 Minuten) versuchte die Aufgabe zu lösen, nur durch zwei Ausschläge (ID 03 und 04) gegen Ende identifizieren. Weshalb ein Ausschlag vorher noch nicht zu sehen war, lässt sich nicht sagen. Der Teilnehmer war der einzige, der es schaffte, die Aufgabe E2 korrekt zu lösen obwohl er sich selbst nur mit der Note drei einschätzte.

5.8 Teilnehmer 08

Der achte Teilnehmer schätzte sein Vorwissen auf die Note zwei und brauchte 23:53 Minuten für die Bearbeitung. Er nutzt Excel überwiegend beruflich und mindestens einmal im Monat. Beim EDA-Wert gab es keine Auffälligkeiten zu beobachten. Der erste Ausschlag (ID 01) zeigt wahrscheinlich einen möglichen Erklärungsbedarf an. Vor und nach dem Ausschlag probiert der Teilnehmer die Aufgabe zu lösen, was ihm nicht auf Anhieb gelingt. In der Bildschirmaufnahme sind mehrere Unterbrechungen zu sehen, in der der Teilnehmer wahrscheinlich erneut die Aufgabenstellung liest. Die Ausschläge 02, 03 und 04 treten alle beim Bearbeiten der Aufgabe auf, die den

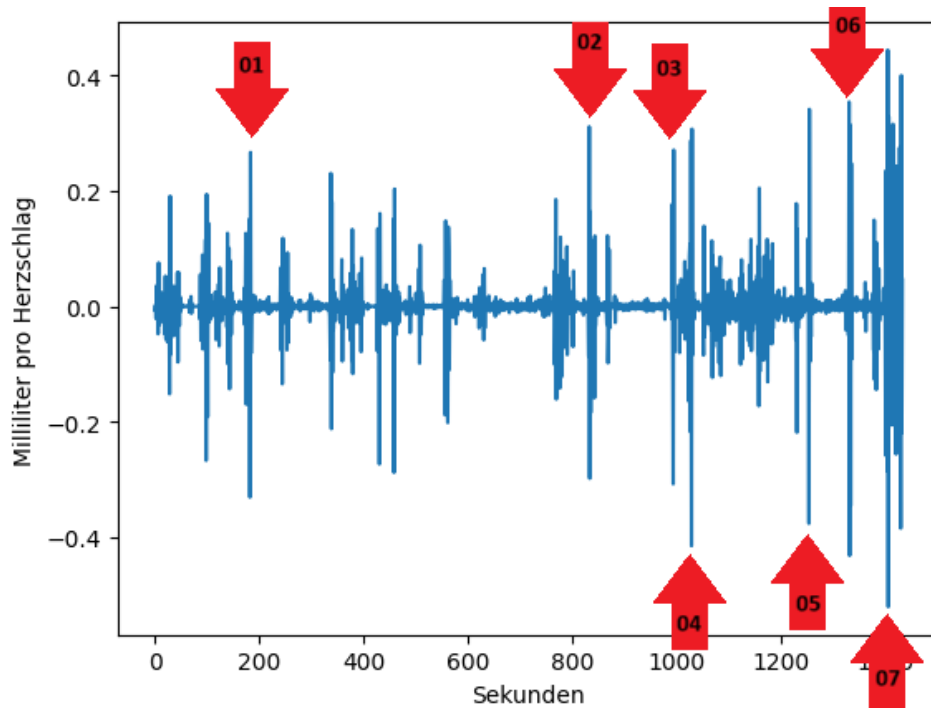


Abbildung 5.8: Teilnehmer 08: Auffälligkeiten beim BVP-Wert.

| ID | Wert | Stelle | Ausreißer (Augenmaß) | Ausreißer (ESD-Test) | Erklärungsbedarf |
|----|------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 01 | BVP | 03:03 | x | x | S |
| 02 | BVP | 13:51 | x | | E2 |
| 03 | BVP | 16:34 | x | | E2 |
| 04 | BVP | 17:08 | x | x | E2 |
| 05 | BVP | 20:53 | x | x | - |
| 06 | BVP | 22:11 | x | x | - |
| 07 | BVP | 23:25 | x | x | - |

Tabelle 5.8: Auffälligkeiten von Teilnehmer 08.

zweiten Erklärungsbedarf triggern sollte. Während dieser Zeit unternimmt der Teilnehmer mehrere Versuche, die Aufgabe korrekt zu lösen, bricht jedoch kurz nach Ausschlag 04 die Bearbeitung der Aufgabe ab. Alle drei Auffälligkeiten deuten auf einen möglichen Erklärungsbedarf hin. Die letzten drei Ausreißer (ID 05, 06 und 07) zeigten in der Bildschirmaufnahme keine Besonderheiten. An diesen Stellen kann ein Erklärungsbedarf ausgeschlossen werden.

Bei diesem Teilnehmer konnten bei über 50% der Auffälligkeiten ein Erklärungsbedarf ausgemacht werden. Jedoch wurden zwei dieser Ausschläge nur über das Augenmaß erkannt, weshalb diese ggf. nicht von jedem Betrachter als Ausschlag ausgemacht worden wären. Die Aufgabe, die den ersten Erklärungsbedarf triggern sollte, ließ sich als Ausschlag in den BVP-Daten wiederfinden. Jedoch wurde dieser Ausschlag weder per Augenmaß, noch beim ESD-Test als Auffälligkeit erkannt. Außerdem hat der Teilnehmer die Aufgabe nicht wie vorgeschrieben gelöst.

5.9 Teilnehmer 09

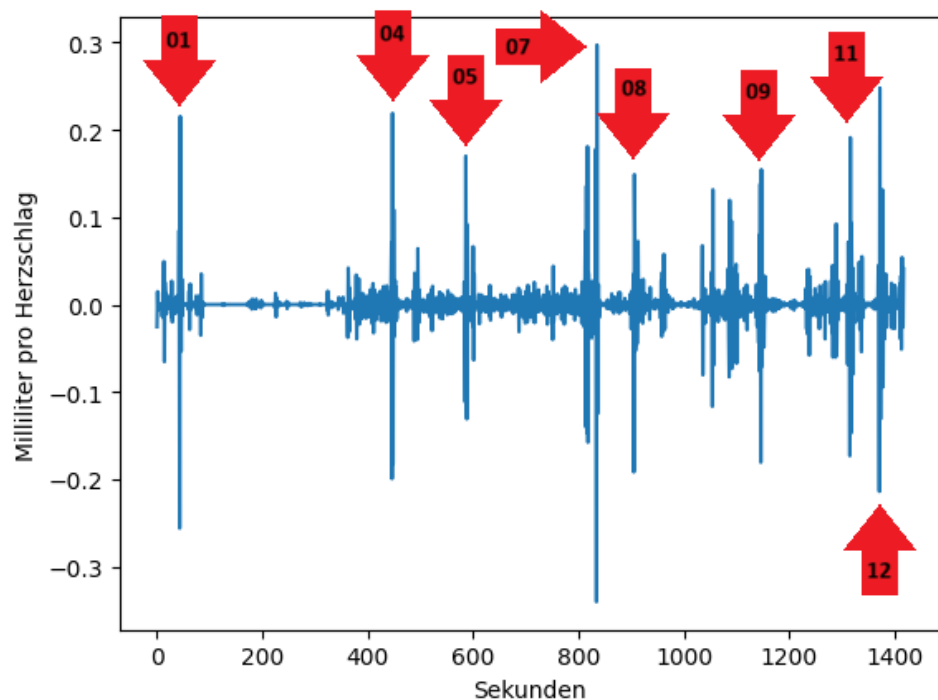


Abbildung 5.9: Teilnehmer 09: Auffälligkeiten beim BVP-Wert.

Teilnehmer neun schätzte sich selbst mit der Note sechs ein und gab an, Excel nicht zu nutzen. Der Teilnehmer brach nach 23:35 Minuten die

| ID | Wert | Stelle | Ausreißer (Augenmaß) | Ausreißer (ESD-Test) | Erklärungsbedarf |
|----|------|--------|-------------------------|-------------------------|------------------|
| 01 | BVP | 00:38 | x | x | - |
| 02 | EDA | 03:35 | x | | S |
| 03 | EDA | 04:20 | x | | S |
| 04 | BVP | 07:21 | x | x | S |
| 05 | BVP | 09:42 | x | | S |
| 06 | EDA | 09:55 | x | | S |
| 07 | BVP | 13:51 | x | x | S |
| 08 | BVP | 15:04 | x | x | S |
| 09 | BVP | 19:02 | x | | S |
| 10 | EDA | 19:11 | x | | S |
| 11 | BVP | 21:52 | x | x | S |
| 12 | BVP | 22:48 | x | x | S |

Tabelle 5.9: Auffälligkeiten von Teilnehmer 09.

Studie ab. Die erste Auffälligkeit (ID 01) zeigt keinen Erklärungsbedarf. Zum Zeitpunkt der Ausschläge 02 und 03 findet möglicherweise ein Erklärungsbedarf statt. Der Teilnehmer sucht in diesem Zeitraum in verschiedenen Menüs nach der richtigen Aktionstaste. Ausschlag 04 deutet auch auf einen möglichen Erklärungsbedarf hin, der Teilnehmer versucht Aufgabe 1.7 zu bearbeiten und probiert einige Dinge aus, bis er schließlich die Teilaufgabe überspringt. Die nachfolgenden Auffälligkeiten (ID 05, 06 und 07) zeigen den Teilnehmer beim Bearbeiten der Teilaufgabe 2.2. Dabei wirkt er ebenfalls überfordert und probiert einige Dinge aus, um die Aufgabe zu lösen. Ein Erklärungsbedarf ist auch hier sehr wahrscheinlich. Gleiches gilt auch für die Ausschläge 08 und 09. Alle weiteren Auffälligkeiten (ID 10, 11 und 12) zeigen ebenfalls eine Überforderung des Teilnehmers. Er wechselt zwischen den Tabellenblättern, fügt weitere hinzu oder löscht diese wieder. Ein möglicher Erklärungsbedarf ist an diesen Stellen sehr wahrscheinlich. Im weiteren Verlauf bekommt der Teilnehmer Fehlermeldungen angezeigt, die er nicht beheben kann. Anschließend bricht er die Studie ab.

Bis auf den ersten Ausschlag zeigen alle Auffälligkeiten eine Situation, in der ein möglicher Erklärungsbedarf auftritt. Durch die Bildschirmaufnahme lässt sich erkennen, dass der Teilnehmer sehr überfordert wirkt. Aufgrund dessen, ist es nicht unwahrscheinlich, dass fast alle Ausreißer einen Erklärungsbedarf anzeigen. Die Selbsteinschätzung des Teilnehmers spiegelt sich sowohl in der Anzahl der Ausschläge, die fast alle einen möglichen Erklärungsbedarf zeigen, als auch in der Tatsache, dass der Teilnehmer die Studie abgebrochen hat, wieder.

Kapitel 6

Diskussion

6.1 Beantwortung von Forschungsfrage 1

Welcher biometrischer Wert eignet sich besonders zuverlässig für die Vorhersage von Erklärungsbedarf?

| Art des Erklärungsbedarfs | Art der Identifizierung | Ausschläge (Anzahl) | Ausschläge mit möglichem Erklärungsbedarf | Erkennungsrate |
|---------------------------|-------------------------|---------------------|---|----------------|
| EDA | Augenmaß | 12 | 8 | 66,66% |
| | ESD | 1 | 1 | 100% |
| | Gesamt | 12 | 8 | 66,66% |
| BVP | Augenmaß | 49 | 18 | 36,73% |
| | ESD | 35 | 14 | 40% |
| | Gesamt | 53 | 19 | 35,84% |

Tabelle 6.1: Erkannte Ausschläge nach biometrischem Wert.

In der Abbildung 6.1 sind die detektierten Ausschläge nach ihrer Identifizierungsart und dem biometrischen Wert sortiert. Den größten Anteil an erkannten Ausschlägen machte der Blutvolumenpuls aus. Die korrekte Erkennung von einem möglichen Erklärungsbedarf lag bei 35,84%. Dies ist ein sehr ungenauer Wert. Die Unterteilung in die beiden verschiedenen Identifizierungsarten erhöhen die Erkennungsrate nur geringfügig auf 36,73% bzw. 40%. Der EDA-Wert schlug im Vergleich zum BVP-Wert viel seltener aus. Die Vorhersagegenauigkeit war mit 66,66% jedoch fast doppelt so hoch. Bei einer Unterteilung nach den Identifizierungsarten erreicht der ESD-Test eine Erkennungsrate von 100%, jedoch wurde nur ein einziger Ausschlag identifiziert. Es ist zu erkennen, dass in dieser Studie die Erkennung über den EDA-Wert am zuverlässigsten ist. Da trotzdem 33% der Ausschläge auf keinen Erklärungsbedarf hindeuten, ist die Erkennung auch beim EDA-Wert nicht zuverlässig.

Insgesamt sind beide betrachteten biometrischen Werte nicht sehr zuverlässig. Die höhere Genauigkeit wies der EDA-Wert auf.

6.2 Beantwortung von Forschungsfrage 2

Lässt sich Erklärungsbedarf mit Hilfe der gesammelten Daten der Empatica Watch erkennen?

| Art der Identifizierung | Ausschläge (Anzahl) | Ausschläge mit möglichem Erklärungsbedarf | Erkennungsrate |
|-------------------------|---------------------|---|----------------|
| Augenmaß | 61 | 26 | 42,62% |
| ESD-Test | 36 | 14 | 38,88% |

Tabelle 6.2: Erkannte Ausschläge nach Identifizierungsart

| Art des Erklärungsbedarfs | Mögliche Erklärungsbedarfe (Anzahl) |
|-----------------------------------|-------------------------------------|
| E1 (Interaktion) | 2 |
| E2 (Unerwartetes Systemverhalten) | 13 |
| E3 (Domänenwissen) | 0 |
| S (Sonstige Schwierigkeiten) | 11 |

Tabelle 6.3: Erkannte Ausschläge nach Art des Erklärungsbedarfs.

In Abbildung 6.2 sind alle Ausschläge nach ihrer Identifizierungsart unterteilt. Dabei wurden die Ausschläge aller Teilnehmer gezählt und zusammengerechnet. Die Erkennungsrate gibt an, wie viele der gesamten Ausschläge mit einem möglichen Erklärungsbedarf in Verbindung gebracht werden können. Die Erkennung über das Augenmaß schnitt am besten ab, 42,62% der erkannten Ausschläge ließen sich mit einem möglichen Erklärungsbedarf in Verbindung bringen. Diese Art der Erkennung ist aber sehr subjektiv. Es besteht die Möglichkeit, dass verschiedene Betrachter unterschiedliche Datenpunkte als Auffälligkeit ansehen würden. Die Auswertung per Augenmaß ist sehr einfach und ohne großen Aufwand möglich. Jedoch ist diese Art für das automatische Auslösen von Erklärungen ungeeignet. Als objektive Erkennung wurde der ESD-Test verwendet. Dieser wies eine geringere Genauigkeit (38,88%) als die Erkennung per Augenmaß auf. Es ist möglich, dass das Verhältnis zwischen beiden Identifizierungsarten, je nach Betrachter, ein anderes wäre. Eine Kombination aus beiden Erkennungsarten führte zu keinem besseren Ergebnis. Somit ist dies keine Alternative, um die Vorhersage für einen möglichen Erklärungsbedarf zu erhöhen. Zudem ist die Vorhersagbarkeit stark von den teilnehmenden Personen abhängig. Bei Teilnehmer 9, der viele Probleme mit der gesamten Studie hatte, konnte

fast jeder Ausschlag einem möglichen Erklärungsbedarf zugeordnet werden. Der ESD-Test würde bei 83,33% der Auffälligkeiten einen Erklärungsbedarf korrekt zuordnen. Teilnehmer 4 und 5 zeigten kein Verhalten, das auf einen Bedarf an Erklärungen hindeutete. Die Erkennungsrate per Augenmaß und ESD-Test lag bei 0%.

In der Abbildung 6.3 sind die Erklärungsbedarfe nach ihre Kategorie sortiert. Eventuell war die Aufgabe, die den Erklärungsbedarf der Interaktion triggern sollte, nicht schwer genug, um eine Situation der Überforderung oder Unsicherheit auftreten zu lassen. Ähnliches könnte auch für die Aufgabe des Domänenwissen gelten. Die große Anzahl an Erklärungsbedarf bei der Kategorie 'sonstige Schwierigkeiten' sind fast ausschließlich auf einen einzigen Teilnehmer zurückzuführen.

Beide Arten, zur Identifizierung waren in dieser Studie nicht zuverlässig. Weniger als 50% der Auffälligkeiten konnten nicht zuverlässig mit einem möglichen Erklärungsbedarf in Verbindung gebracht werden. Die Trefferquote ist stark von den teilnehmenden Personen abhängig und würde wahrscheinlich in unterschiedlichen Zielgruppen stark voneinander abweichende Ergebnisse liefern. Gleiches gilt auch für die unterschiedlichen Arten des Erklärungsbedarfs. Das unerwartete Systemverhalten löste die meisten Reaktionen aus. Erklärungsbedarf lässt sich an einigen Stellen mit der Empatica Watch erkennen. Insgesamt ist die korrekte Erkennung von einem möglichen Erklärungsbedarf nicht zuverlässig und es werden viele falsche Ausschläge identifiziert. Möglicherweise würden andere Verfahren zur Identifizierung von Ausschlägen die Genauigkeit erhöhen.

6.3 Einschränkungen

Mögliche Grenzen bzw. andere Faktoren, die einen Einfluss auf die Arbeit genommen haben könnten, sollen im Nachfolgenden behandelt werden. In dieser Arbeit konnte die ursprünglich geplante Teilnehmeranzahl von 20 Personen erreicht werden. Die verwendete Empatica Watch war defekt und ließ sich nicht mehr nutzen, weshalb die Nutzerstudie vorzeitig abgebrochen werden musste. Neun Personen haben an der Studie teilgenommen, die geringere Teilnehmerzahl schmälert somit die Aussagekraft dieser Arbeit.

Des Weiteren waren die meisten Teilnehmer, sieben von neun, noch relativ jung (< 35 Jahre). Die Studie wurde im Dezember durchgeführt, dies hatte eventuell Auswirkungen auf die Messergebnisse. Manche Teilnehmer könnten gefroren oder sich durch die trockene Heizungsluft unwohl gefühlt haben. Dies kann wiederum Einfluss auf die Schweißproduktion und somit den EDA-Wert haben.

Für die Erkennung des möglichen Erklärungsbedarfs anhand der Bildschirmaufnahme gab es keine objektiven Kriterien, die erfüllt werden mussten, damit etwas als Erklärungsbedarf gewertet wurde. Dennoch wurde auf

Kriterien geachtet, wie das lange Herumsuchen in Menüs, ziellose Mausbewegungen oder das Wiederholen von bestimmten Bearbeitungsschritten. Eine einheitliche Bewertungsrichtlinie kann somit nicht garantiert werden. Des Weiteren fand diese Betrachtung nur durch eine Person statt.

Kapitel 7

Zusammenfassung und Ausblick

7.1 Zusammenfassung

Um beantworten zu können, ob sich Erklärungsbedarf mit Hilfe der Empatica Watch erkennen lässt, wurde im Rahmen dieser Arbeit eine Studie durchgeführt. In der Studie sollten die Teilnehmer verschiedene Aufgaben in Microsoft Excel bearbeiten, während sie die Empatica Watch trugen, die verschiedene biometrische Daten erfasst hat. Einige der Aufgaben wurden so gestellt, dass diese einen Erklärungsbedarf triggern sollten. Im Anschluss wurden die Daten mit dem Verhalten beim Bearbeiten der Aufgaben verglichen und ausgewertet.

Die Auswertung der Daten geschah durch einfaches Betrachten und mit Hilfe des ESD-Tests. Der ESD-Test erkannte einen möglichen Erklärungsbedarf weniger zuverlässig, dies ist jedoch stark vom Betrachter der Daten abhängig. Beide Methoden waren jedoch sehr ungenau. Weniger als 50% der erkannten Ausschläge ließen sich mit einem möglichen Erklärungsbedarf in Verbindung bringen.

Bei der Studie hat sich herausgestellt, dass die elektrodermale Aktivität (EDA) mit 66,66% die zuverlässigste Erkennungsrate hatte. Der Blutvolumenpuls wies nur eine Erkennungsrate von 35,84% auf. Die Hauttemperatur und die Herzfrequenz wurden nicht genauer untersucht, da vorherige Arbeiten zu dem Ergebnis kamen, dass sich der EDA- und BVP-Wert besser für die Erkennung eignen [4] [12].

Die Selbsteinschätzung der Teilnehmer ließ nicht immer Rückschlüsse auf das gemessene Verhalten in der Studie zu. Viele Teilnehmer tendierten zu der Note drei, obwohl sie sehr gut zurecht gekommen sind und die Aufgaben schnell oder ohne Erklärungsbedarf bearbeiten konnten (Teilnehmer 01, 04 und 06). Gleiches galt auch für den Teilnehmer 02, der sich ebenfalls mit der Note drei einschätzte, aber fast doppelt so lange gebraucht hat,

wie die anderen Teilnehmer. Bei allen anderen Teilnehmern passte die Selbsteinschätzung gut zu den gemessenen Daten und dem beobachteten Verhalten.

7.2 Ausblick

Die Studie hat gezeigt, dass es schwierig war, Erklärungsbedarf zuverlässig anhand der biometrischen Daten zu erkennen. In zukünftigen Studien könnte untersucht werden, wie sich die Erkennung bei Teilnehmern auswirkt, die sich mit der Software nicht so gut auskennen. Dafür wäre sowohl eine größere Teilnehmerzahl als auch ein größerer Bevölkerungsquerschnitt mit mehr älteren Personen interessant.

Außerdem könnten Aufgaben gestellt werden, die andere Arten von möglichen Erklärungsbedarfen triggern. Eine Wiederholung dieser Studie mit denselben Arten von Erklärungsbedarfen, aber einer anderen Software, die eventuell mehr Teilnehmern unbekannt ist, wäre auch möglich.

Anhang A

Grafiken der BVP- und EDA-Werte

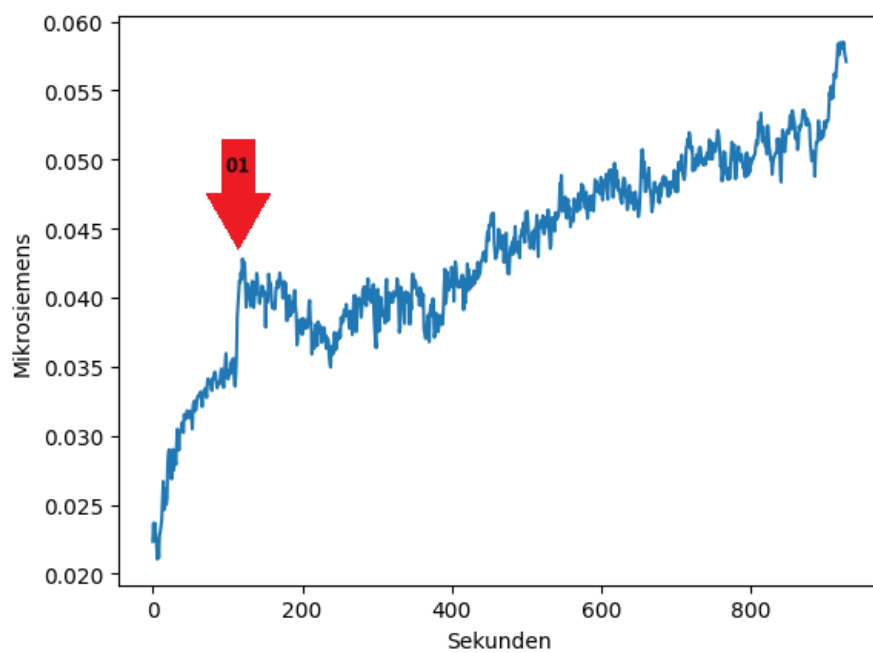


Abbildung A.1: Teilnehmer 01: Auffälligkeiten beim EDA-Wert.

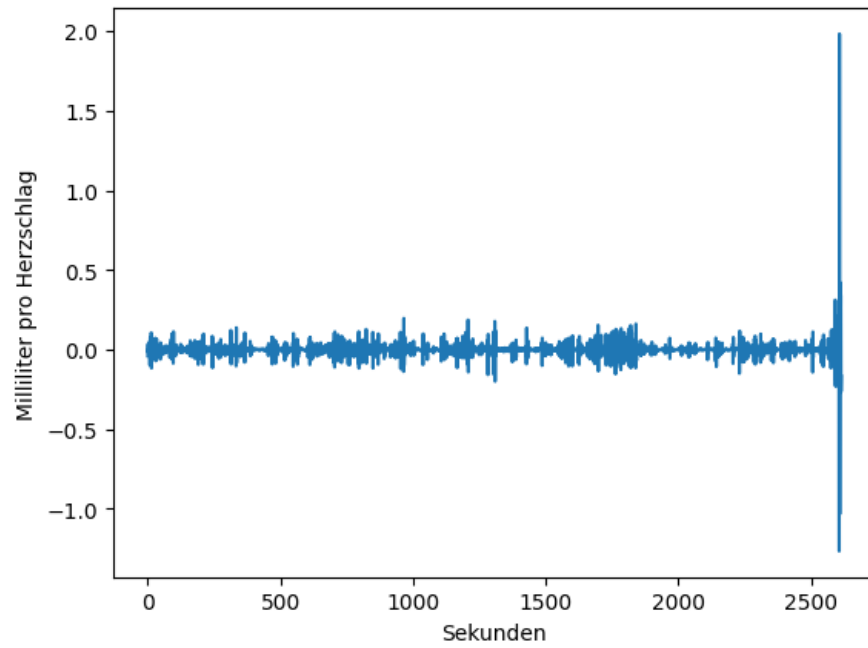


Abbildung A.2: Teilnehmer 02: Auffälligkeiten beim BVP-Wert.

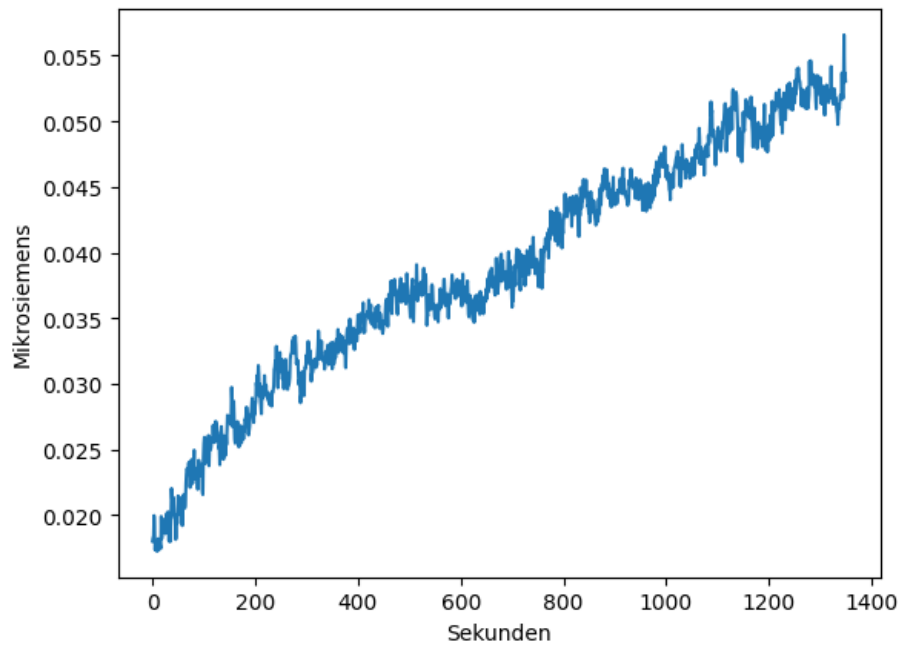


Abbildung A.3: Teilnehmer 03: Auffälligkeiten beim EDA-Wert.

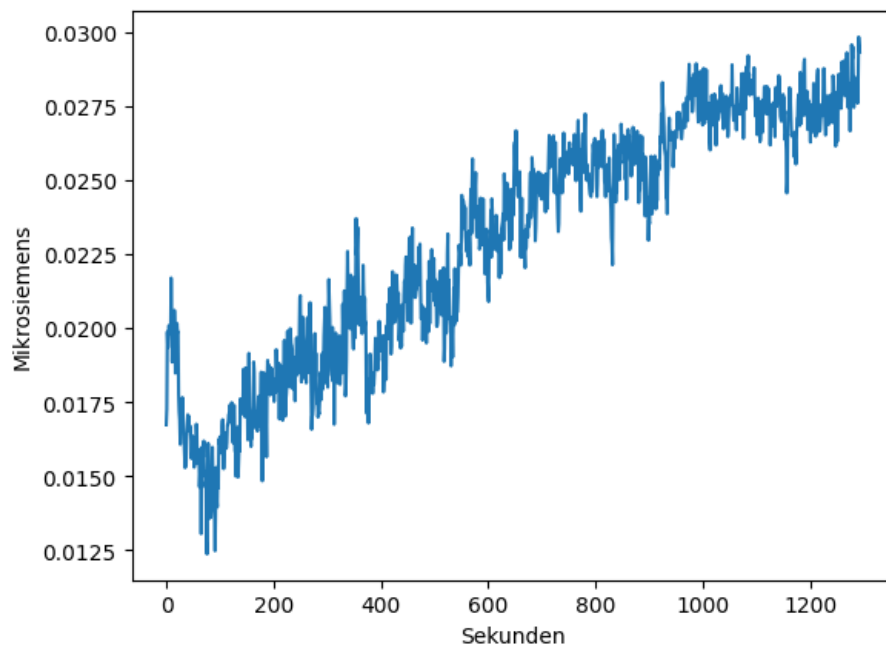


Abbildung A.4: Teilnehmer 04: Auffälligkeiten beim EDA-Wert.

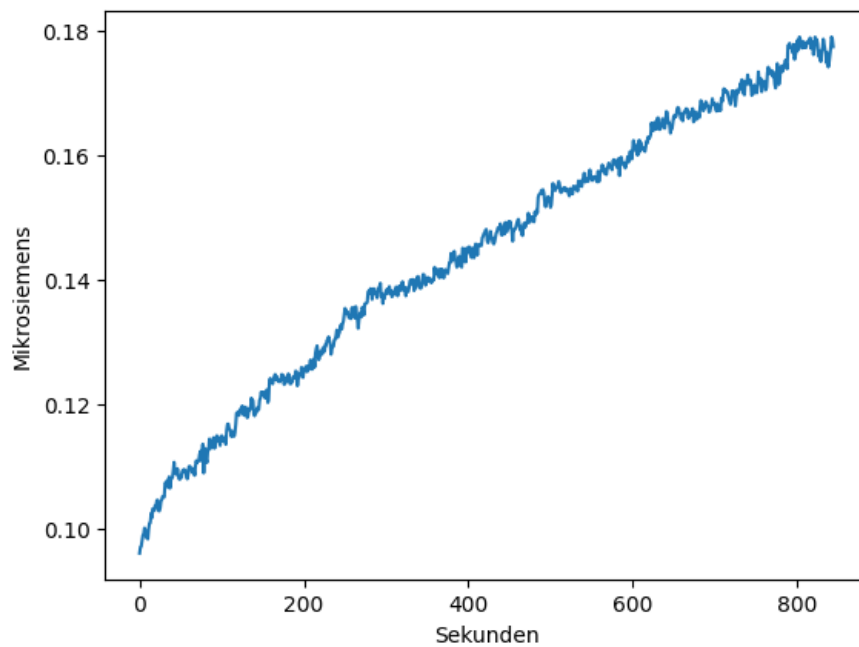


Abbildung A.5: Teilnehmer 05: Auffälligkeiten beim EDA-Wert.

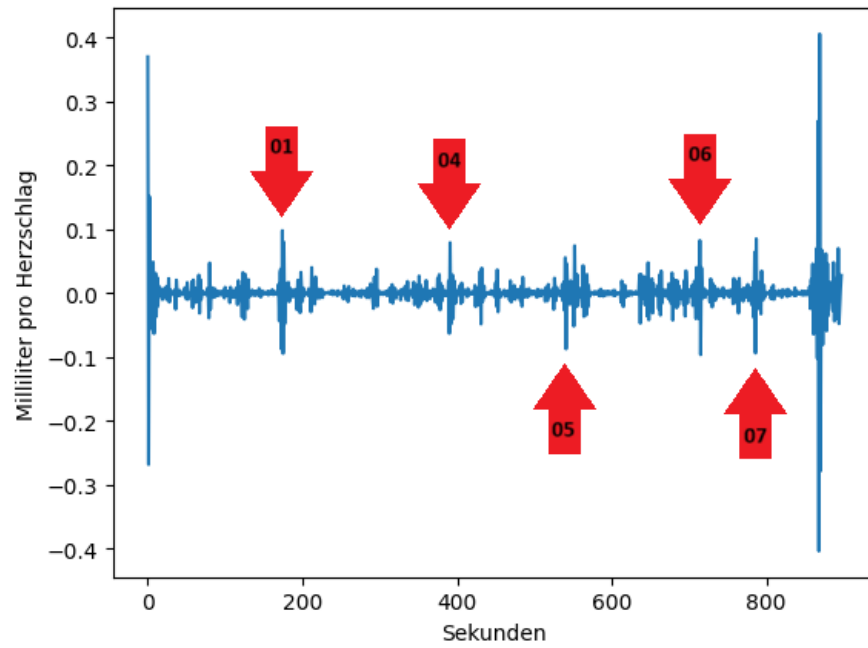


Abbildung A.6: Teilnehmer 06: Auffälligkeiten beim BVP-Wert.

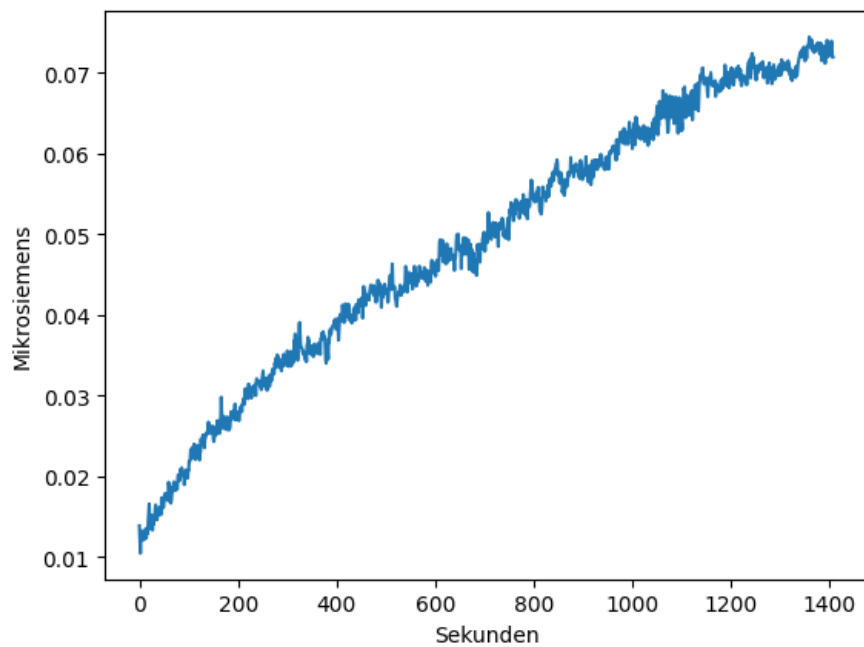


Abbildung A.7: Teilnehmer 07: Auffälligkeiten beim EDA-Wert.

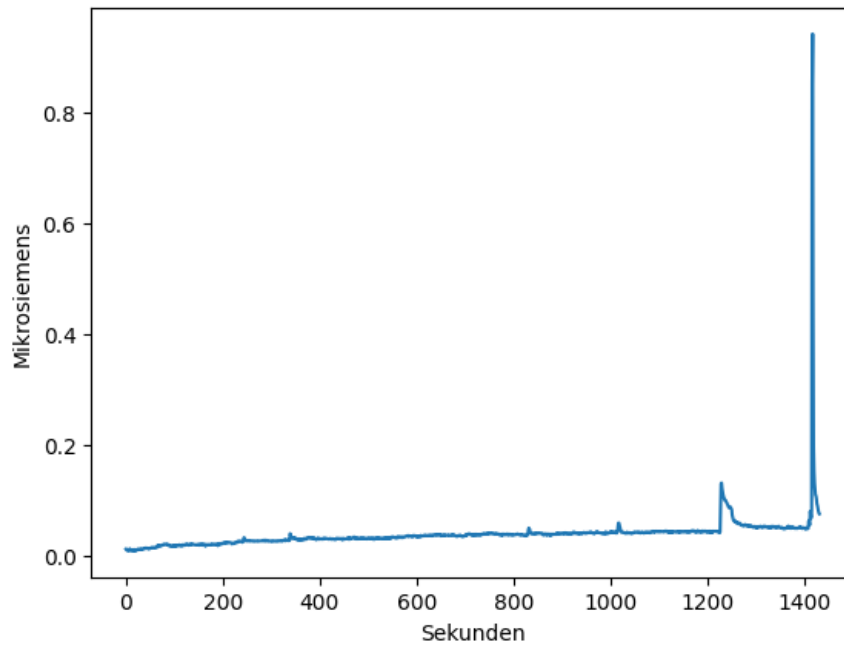


Abbildung A.8: Teilnehmer 08: Auffälligkeiten beim EDA-Wert.

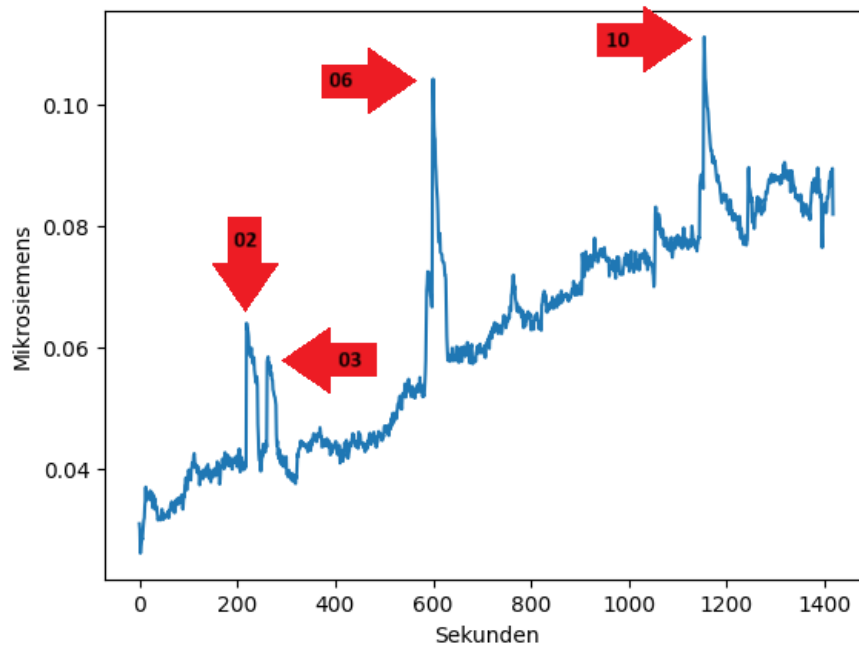


Abbildung A.9: Teilnehmer 09: Auffälligkeiten beim EDA-Wert.

Anhang B

Aufgaben mit Erklärungsbedarf

Weitere Bilder und Aufgaben, die nicht erforderlich für das Verständnis der Auswertung sind, sind im Zusatzmaterial zu finden.

B.1 Aufgabe 02

In dieser Aufgabe erstellen Sie ein neues Tabellenblatt und nehmen weitere Bearbeitungen an bestimmten Zellen vor. Das genaue Vorgehen ist nachfolgend beschrieben:

1. Klicken Sie auf das “+” Symbol, welches Sie im unteren, linken Bildschirmbereich finden. Es befindet sich rechts von dem rot eingefärbten “Tabelle1” Reiter. Nun sollten Sie sich in “Tabelle2” befinden, alle kommenden Teilaufgaben sollen auf dieser Seite bearbeitet werden.
2. Im Folgenden sollen drei Zellen zu einer großen Zelle verbunden werden. Klicken Sie mit der linken Maustaste in die Zelle “A4”, halten Sie die Maustaste gedrückt und ziehen Sie den Cursor zu “C4”. Anschließend wählen Sie nun die Schaltfläche “Verbinden und zentrieren” im Reiter “Start” aus. Jetzt sollte eine große Zelle entstanden sein.
3. Nun soll die gesamte vierte Zeile vergrößert werden. Bewegen Sie den Mauscursor zum linken Bildschirmrand, zwischen die Zeile vier und fünf, dabei sollte sich das Aussehen des Cursors zu einer Linie mit zwei Pfeilen ändern. Klicken und halten Sie dort die linke Maustaste und ziehen diese leicht nach unten, bis sich die Größe der vierten Zeile auf 50 Pixel vergrößert.
4. Schreiben Sie folgenden Inhalt in die Zelle, die Sie zuvor verbunden und vergrößert haben: “Guten Tag”.

5. Abschließend soll der Inhalt dieser Zelle schräg angeordnet werden. Bitte bearbeiten Sie den Text so, dass dieser von links unten nach rechts oben in einem 23 Grad Winkel angeordnet wird.

B.2 Aufgabe 04

Bei dieser Aufgabe sollen Sie ein Diagramm aus den Daten einer Tabelle generieren. Die Vorgehensweise lautet wie folgt:

1. Erstellen Sie für die vierte Aufgabe ein neues Tabellenblatt "Tabelle4" und färben Sie den Reiter Blau ein. Alle kommenden Teilaufgaben sollen auf diesem Tabellenblatt bearbeitet werden.
2. Wählen Sie im Reiter "Einfügen" im Teilbereich "Diagramme" den Punkt "Linien- oder Flächendiagramm einfügen" aus. Klicken Sie anschließend auf den ersten Punkt "Linie". Es sollte ein weißes Rechteck erscheinen.
3. Klicken Sie mit der rechten Maustaste auf das Rechteck und anschließend auf den Menüpunkt "Daten auswählen...". Danach navigieren Sie zurück zu Tabellenblatt drei und markieren Sie die gesamte Tabelle, die wir in Aufgabe 03 erstellt haben, inklusive der Überschrift.
4. Bestätigen Sie in dem Pop-Up Fenster anschließend mit "OK". Das Diagramm sollte nun wie folgt aussehen:

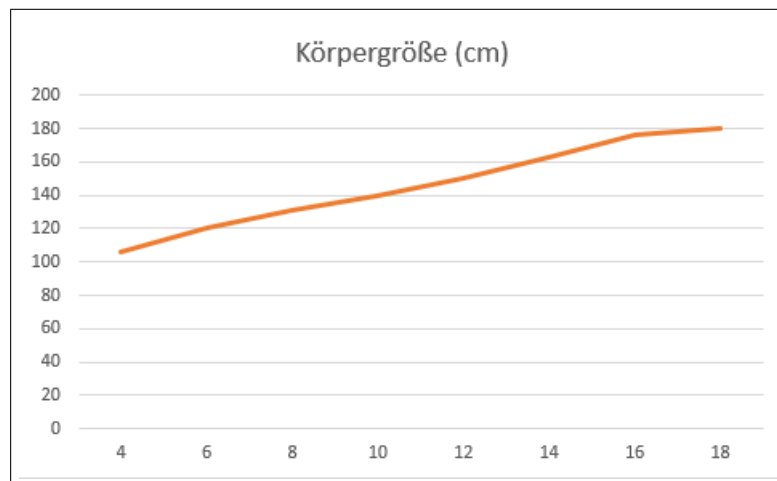


Abbildung B.1: Aufgabe 04-4.

5. Jetzt soll das Aussehen des Diagramms leicht angepasst werden. Wählen Sie im oberen Bildschirmbereich den Reiter "Diagrammentwurf" aus und anschließend "Formatvorlage 2" in dem Teilbereich

“Diagrammformatvorlagen” aus. Ihr Diagramm sollte nun eine orange Linie mit Kreisen beinhalten. Auf der X-Achse ist das Alter in zweier Schritten zu sehen.

B.3 Aufgabe 05

Es folgt nun die letzte Aufgabe, der genaue Ablauf ist nachfolgend beschrieben:

1. Erstellen Sie für die fünfte Aufgabe ein neues Tabellenblatt und färben Sie dieses lila ein. Alle kommenden Teilaufgaben sollen auf diesem Tabellenblatt bearbeitet werden.
2. Es soll erneut eine Tabelle, wie bereits in Aufgabe 03, erstellt bzw. formatiert werden. Entnehmen Sie die Daten aus folgendem Bild:
3. Achten Sie bei der Erstellung der Tabelle auf die richtige Formatierung. Diese kann ggf. angepasst werden, indem Sie mit der rechten Maustaste auf eine Zelle klicken und anschließend im Menü den Punkt “Zelle formatieren” auswählen. Dabei sollen die Spalten folgendermaßen formatiert sein:
“Datum”: Kategorie → Benutzerdefiniert; Typ → TT.MMM
“Gekauft von”: Kategorie → Standard
“Typ”: Kategorie → Standard
“Betrag”: Kategorie → Währung; Dezimalstellen → 2
4. Im Folgenden soll eine Pivot-Tabelle aus den Daten der Tabelle, welche Sie bei Teilaufgabe 2 generiert haben, erstellt werden. Markieren Sie die gesamte Tabelle, inklusive der Überschriften, gehen Sie am oberen Bildschirmrand zu dem Reiter “Einfügen” und wählen anschließend den Punkt “PivotTable” aus. Es sollte sich ein Pop-Up Fenster öffnen.
5. Ändern Sie in dem Pop-Up Fenster die Auswahl zu “Vorhandenes Arbeitsblatt”. Anschließend muss eine Position festgelegt werden, klicken Sie dazu mit der linken Maustaste auf die Zelle “A13”. Klicken Sie dann auf “OK”.
6. Ab Zeile 13 sollte eine leere Pivot-Tabelle auf Ihrem aktuellen Tabellenblatt erscheinen. Auf der rechten Seite gibt es nun ein neues Menü, wählen Sie dort die Punkte “Gekauft von”, “Typ” und “Betrag” aus.
7. Das Aussehen, der zuvor leeren Pivot-Tabelle, sollte sich nun geändert haben und wie folgt aussehen:

Literaturverzeichnis

- [1] Biofeedback - blutvolumenpuls. https://www.idlt.at/biofeedback/biofeedback_blutvolumenpuls.php. letzter Zugriff: Dezember 2023.
- [2] Blutvolumenpuls. [https://www.mindmedia.com/de/losungen/forschung/blutvolumenpuls-bvp/#:~:text=BlutVolumenPuls%20\(BVP\)%20ist%20eine%20nicht,einem%20BVP%2DKopfsensor%20vorgenommen%20werden](https://www.mindmedia.com/de/losungen/forschung/blutvolumenpuls-bvp/#:~:text=BlutVolumenPuls%20(BVP)%20ist%20eine%20nicht,einem%20BVP%2DKopfsensor%20vorgenommen%20werden). letzter Zugriff: Dezember 2023.
- [3] Empatica care - a dedicated software ecosystem for seamless embraceplus data transfer and access. <https://www.empatica.com/en-eu/care/>. letzter Zugriff: Januar 2024.
- [4] N. Baumgart. Konzept und umsetzung eines datenanalysetools für eine physiologische uhr. *Bachelorarbeit FG Software Engineering, Leibniz Universität Hannover*, 2023.
- [5] W. Boucsein. *Elektrodermale Aktivität: Grundlagen, Methoden und Anwendungen*. Springer-Verlag, 2013.
- [6] L. Chazette, W. Brunotte, and T. Speith. Exploring explainability: a definition, a model, and a knowledge catalogue. In *2021 IEEE 29th international requirements engineering conference (RE)*, pages 197–208. IEEE, 2021.
- [7] L. Chazette and K. Schneider. Explainability as a non-functional requirement: challenges and recommendations. *Requirements Engineering*, 25(4):493–514, 2020.
- [8] J. Droste, H. Deters, J. Puglisi, and J. Klünder. Designing end-user personas for explainability requirements using mixed methods research. In *2023 IEEE 31st International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)*, pages 129–135. IEEE, 2023.
- [9] I. Fietze. Elektrodermale aktivität. In *Enzyklopädie der Schlafmedizin*, pages 1–4. Springer, 2019.

- [10] D. Girardi, F. Lanubile, N. Novielli, and A. Serebrenik. Emotions and perceived productivity of software developers at the workplace. *IEEE Transactions on Software Engineering*, 48(9):3326–3341, 2021.
- [11] G. Kegel. *Sprachwirkung: psychophysiologische Forschungsgrundlagen und ausgewählte Experimente*, volume 6. Springer-Verlag, 2013.
- [12] A. Kushki, J. Fairley, S. Merja, G. King, and T. Chau. Comparison of blood volume pulse and skin conductance responses to mental and affective stimuli at different anatomical sites. *Physiological measurement*, 32(10):1529, 2011.
- [13] R. Schandry. *Lehrbuch der psychophysiologie-körperliche indikatoren psychischen geschehens*. psychologie verlags union, 1988.