

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

Experiment zur Untersuchung der emotionalen Ansteckung durch Kommunikation in Softwareteams

Experiment to Investigate Emotional Contagion by
Communication in Software Teams

Masterarbeit

im Studiengang Informatik

von

Nils Rieke

Prüfer: Prof. Dr. rer. nat. Kurt Schneider
Zweitprüferin: Dr. rer. nat. Jil Ann-Christin Klünder
Betreuerin: Dr. rer. nat. Jil Ann-Christin Klünder

Hannover, 2. April 2024

Erklärung der Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Masterarbeit selbständig 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 2. April 2024

Nils Rieke

Zusammenfassung

Die Stimmung einer Softwareentwicklerin oder eines Softwareentwicklers hat einen entscheidenden Einfluss auf das Team, die eigene Produktivität und weitere menschliche Faktoren, wie zum Beispiel die Gesundheit. In Softwareteams ist es üblich, als verteiltes Team zu arbeiten, wodurch vermehrt auf Kommunikationssoftware zurückgegriffen werden muss. Hierbei kommt es auch zur sogenannten emotionalen Ansteckung, ein Prinzip, bei dem Emotionen zwischen Personen verbreitet werden.

In dem Experiment in dieser Arbeit wurde untersucht, welchen Einfluss Nachrichten auf die Stimmung einer Person haben können, abhängig von der emotionalen Aufladung der gesendeten Nachricht. Diese Nachrichten werden verschiedenen Teilnehmerinnen und Teilnehmern geschickt, die zeitgleich kleine Programmieraufgaben lösen müssen.

Je nach bereits gesammelten Erfahrungen und der jeweiligen Persönlichkeit ergeben sich teilweise sehr unterschiedliche Ergebnisse. Treten beim Lösen der Aufgaben unerwartete Probleme auf, werden eigentlich positiv aufgeladene Nachrichten teils ironisch oder sarkastisch aufgenommen und haben eine negative Stimmungsänderung zur Folge.

Darüber hinaus spielen auch Faktoren wie Ablenkung durch die Nachrichten eine Rolle bei der Stimmungsänderung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer, was insgesamt die emotionale Ansteckung zu einem sehr subjektiven Thema macht. Abschließend zeigen sich diverse Tendenzen auf das Vorhandensein von emotionaler Ansteckung im Team und auf Veränderungen der Stimmung durch Textnachrichten.

Abstract

Experiment to Investigate Emotional Contagion by Communication in Software Teams

The mood of a software developer has a decisive influence on the team, their own productivity, and other human factors, such as health. In software teams, it is common to work as a distributed team, which means that communication software is increasingly used. This also leads to so-called emotional contagion, a principle in which emotions are spread between people.

The experiment in this thesis examines the influence that messages can have on a person's mood, depending on the emotional charge of the message sent. These messages are sent to different participants who have to solve small programming tasks at the same time.

Depending on their previous experience and their respective personality, the results differ notably. If unexpected problems arise when solving the tasks, messages that are positively charged are sometimes interpreted ironically or sarcastically and result in a negative change in mood.

In addition, factors such as distraction by the messages also play a role in the participants' change of mood, which overall makes emotional contagion a very subjective topic. Lastly, there are various tendencies towards the presence of emotional contagion in a team and changes in mood through text messages.

Inhaltsverzeichnis

| | | |
|----------|--|-----------|
| 1 | Einleitung | 1 |
| 1.1 | Motivation | 2 |
| 1.2 | Zielsetzung | 3 |
| 1.3 | Ergebnisse der Arbeit | 3 |
| 1.4 | Struktur der Arbeit | 4 |
| 2 | Grundlagen | 5 |
| 2.1 | Verteiltes Team | 5 |
| 2.2 | Kommunikation in Softwareteams | 6 |
| 2.2.1 | Computervermittelte Kommunikation | 7 |
| 2.3 | Laune, Emotion, Stimmung und Affekt | 8 |
| 2.4 | Emotionale Ansteckung | 8 |
| 2.5 | Stimmungsanalyse | 10 |
| 2.5.1 | Werkzeuge zur Stimmungserfassung | 12 |
| 2.6 | Methoden zur Gefühlserfassung | 13 |
| 2.6.1 | Mood Survey – Stimmungsskala | 14 |
| 2.6.2 | PANAS-Skala | 15 |
| 3 | Verwandte Arbeiten | 17 |
| 3.1 | Emotionale Ansteckung in Gruppen | 17 |
| 3.2 | Emotionale Ansteckung in Messengern | 18 |
| 3.3 | Emotionale Ansteckung in Commits | 19 |
| 3.4 | Abgrenzung zu dieser Arbeit | 20 |
| 4 | Methodik | 21 |
| 4.1 | Ziel und Forschungsfragen | 21 |
| 4.2 | Zielgruppe | 23 |
| 4.3 | Planung des Experiments und Vorbereitung | 23 |
| 4.3.1 | Teilnehmende und Nachrichten | 24 |
| 4.3.2 | Entwickelte Szenarien | 24 |
| 4.3.3 | Finale Ergänzungen des Experiments | 25 |
| 4.3.4 | Planung der Aufgaben | 25 |
| 4.3.5 | Pilotstudie | 26 |

| | | |
|----------|---|-----------|
| 4.4 | Verwendete Werkzeuge | 26 |
| 4.4.1 | SentiStrength-DE | 27 |
| 4.4.2 | Slack | 27 |
| 4.4.3 | LimeSurvey | 27 |
| 4.4.4 | Werkzeuge zur Online-Durchführung | 28 |
| 4.4.5 | Prototyp | 28 |
| 4.5 | Experimentaufbau und Ablauf | 29 |
| 4.5.1 | Experimentaufbau | 30 |
| 4.5.2 | Ablauf | 34 |
| 4.6 | Datenanalyse | 34 |
| 4.6.1 | Verwendete Metriken | 35 |
| 5 | Ergebnisse | 37 |
| 5.1 | Ergebnisse für Forschungsfrage 1 | 37 |
| 5.2 | Ergebnisse für Forschungsfrage 2 | 40 |
| 5.3 | Ergebnisse für Forschungsfrage 3 | 44 |
| 5.3.1 | Beobachtungen bei neutralen Nachrichten | 44 |
| 5.3.2 | Beobachtungen bei positiven Nachrichten | 47 |
| 5.3.3 | Stimmungsänderungen | 50 |
| 5.4 | Weitere Experimentergebnisse | 54 |
| 6 | Diskussion | 59 |
| 6.1 | Beantwortung der Forschungsfragen | 59 |
| 6.1.1 | Forschungsfrage 1 | 59 |
| 6.1.2 | Forschungsfrage 2 | 60 |
| 6.1.3 | Forschungsfrage 3 | 61 |
| 6.2 | Faktoren der Stimmungsänderungen | 63 |
| 6.2.1 | Individuelle Faktoren | 64 |
| 6.3 | Abschließende Erkenntnisse | 66 |
| 6.4 | Threats to Validity | 67 |
| 6.4.1 | Interne Validität | 67 |
| 6.4.2 | Konstruktvalidität | 68 |
| 6.4.3 | Externe Validität | 68 |
| 6.4.4 | Reliabilität | 68 |
| 7 | Zusammenfassung und Ausblick | 71 |
| 7.1 | Zusammenfassung | 71 |
| 7.2 | Ausblick | 72 |
| A | Bilder | 75 |
| B | Tabellen | 83 |
| C | Inhalt der angefügten CD | 89 |

Kapitel 1

Einleitung

Emotionen und menschliche Faktoren sind ein wichtiger Bestandteil bei der Interaktion zwischen Menschen [72, 4]. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn dieses Zusammenspiel im Rahmen einer Projektarbeit oder als Team funktionieren soll. Neben den Erfahrungen und Fähigkeiten einer Person spielen ihre Handlungen auf zwischenmenschlicher Ebene eine entscheidende Rolle für den Teamerfolg; ein erfolgreiches Team wird mitunter davon bestimmt, wie gut die einzelnen Mitglieder sich integrieren können [2].

Das gilt auch für Softwareprojekte, die aufgrund der wachsenden Komplexität oft im Team bearbeitet werden [48, 58]. Projektleiterinnen und Projektleiter haben ein wesentliches Interesse an einer guten Stimmung im Team und zwischen den einzelnen Entwicklerinnen und Entwicklern untereinander. Wenn alle Beteiligten eines Projekts glücklich sind, erhöht sich die Chance auf einen erfolgreichen Projektabschluss [28, 34]. Maximale Zufriedenheit kann erreicht werden, indem die positiven Erfahrungen im Zeitraum des Projekts maximiert werden [40]. Im Team adressierte Unzufriedenheit kann sich positiv auf viele Softwareprozesse auswirken, da dann sorgfältiger gearbeitet wird [39], dementsprechend ist es im Teaminteresse, negative Emotionen nicht zu verteilen und nicht untereinander auszutauschen.

In diesem Zusammenhang ist der Begriff der emotionalen Ansteckung ein zentraler Punkt: Sie beschreibt den Prozess, bei dem Emotionen unbewusst zwischen Personen verbreitet werden [55]. Diese Eigenschaft von Menschen ist nicht an vordefinierte Szenarien oder Umgebungen gebunden und entsprechend ebenfalls in Bezug auf Software- oder Entwicklerteams zu beobachten [10].

Weiterhin ist die Ansteckung nicht auf verbale Kommunikation, Mimik oder Gestik [45] beschränkt, auch Kommunikation über Text- oder Chatprogramme, sogenannte *computervermittelte Kommunikation*, kann eine Ansteckung von Emotionen bewirken [77, 10]. Im Bereich der Softwareentwicklung wird in der aktuellen Zeit zunehmend ein Modell eines sogenannten „verteilten Teams“ verfolgt, was auch den Bereich des Homeoffice mit

einschließt [66]. Hierbei handelt es sich um ein Team oder eine Gruppe aus Personen, die sich während der Ausübung ihrer Arbeit oder in Meetings nicht physisch am selben Ort befinden, sondern von Zuhause oder Zweigstellen der Firma aus digital zugeschaltet sind [66]. Dies kann weitere Quellen für Unzufriedenheit erzeugen, da hier Barrieren wie Zeitzonen oder Sprache überwunden werden müssen [74]. In einem solchen Szenario findet die emotionale Ansteckung je nach Intensität der Ausübung des verteilten Teams hauptsächlich bei der computervermittelten Kommunikation statt [45].

1.1 Motivation

Während es bereits Untersuchungen und Experimente zum Thema der emotionalen Ansteckung, auch bei computervermittelter Kommunikation, gab, ist dieses Thema in Kombination mit dem Bereich des Softwareengineering seltener zu finden. Mit der steigenden Zahl an Softwareunternehmen, die das Prinzip der verteilten oder globalisierten Softwareentwicklung nutzen [62], ergibt sich hier ein zu untersuchender Bereich.

Unzufriedenheit kann im Bereich des Softwareengineering (SE) in verschiedenen Ausprägungen auftreten. Graziotin et al. [40] haben herausgefunden, dass unter anderem persönliche Probleme, Zeitdruck, Nicht-Weiterkommen bei Code-Problemen oder schlechte Code-Qualität Gründe für die Unzufriedenheit einer Entwicklerin oder eines Entwicklers sein können. Da Zufriedenheit und gesammelte Erfahrungen sehr stark mit der Produktivität der Beteiligten verknüpft sind [41], ist es von hoher Priorität, dass nicht nur die Unzufriedenheit adressiert wird, sondern auch, dass sie sich nicht im Team verbreitet und auf diese Weise die Produktivität von weiteren Personen beeinträchtigt.

Neben der Produktivität einer Person kann Unzufriedenheit am Arbeitsplatz darüber hinaus noch zu Stress, geringer Motivation, Verzögerungen im Projektablauf oder sogar einer Kündigung führen [39]. Diese Auswirkungen können letztendlich von negativen Emotionen stammen, die von einer Person auf eine andere verbreitet wurde [40].

Werden global-verteilte Teams betrachtet, also solche, die über mehrere Nationen verteilt an einem Projekt arbeiten, kommen zu den bereits genannten Hürden noch kulturelle Barrieren oder schriftliche Missverständnisse hinzu. Speziell Ironie und Sarkasmus bedürfen einer Person, die zu hören und/oder zu sehen ist; es ist bei einer Textnachricht nicht immer ersichtlich, wie diese zu verstehen ist [86].

Allerdings beeinflusst Zufriedenheit noch mehr Bereiche als nur die oben genannten arbeitsbezogenen Domänen. So sind glückliche Personen auch in anderen Teilen des alltäglichen Lebens erfolgreicher, zum Beispiel in der Ehe, Freundschaft, dem Einkommen und auch bei der Gesundheit [67, 68]. Besonders Letzteres ist im Interesse des Projektleitenden oder dem

Arbeitgeber: Eine gesunde Mitarbeiterin oder ein gesunder Mitarbeiter kostet einem Unternehmen weniger Geld [20].

Insgesamt ist also ein zufriedenes und positives Arbeitsumfeld erstrebenswert, in dem negative Emotionen nicht aufkommen und die Mitarbeitenden sich mit positiven Emotionen anstecken lassen.

1.2 Zielsetzung

Im Rahmen dieser Arbeit wurde durch ein Experiment konkret untersucht, ob durch Nachrichten erzeugte Emotionen bei den Teilnehmerinnen und Teilnehmern messbare Änderungen in ihrer Stimmung verursachen können.

Während bereits viele Forschungen, Untersuchungen und Experimente darüber existieren, welche Stimmung eine Nachricht transportiert oder wie die Stimmung einer Nachricht effektiv erfasst oder verbessert werden kann [76, 3, 15, 48, 64], ist der Kern dieser Arbeit der auf diese Untersuchungen folgende Schritt, also ob nach einer gelesenen Nachricht eine Änderung der jeweiligen Stimmung stattgefunden hat, wie stark diese Änderung ausgefallen ist und ob die Änderung der Laune positiver oder negativer Natur war.

1.3 Ergebnisse der Arbeit

Mithilfe eines programmierten Prototyps, der Kommunikationsplattform „Slack“¹ und verschiedenen Szenarien für die Teilnehmenden wurde ein Experiment durchgeführt, in der sie auf vom Experimentator gesendete Nachrichten reagieren, während kleinere Programmieraufgaben gelöst werden sollen.

Insgesamt lässt sich eine Beeinflussung der Stimmung nachweisen, die allerdings nicht ausschließlich von der emotionalen Aufladung einer Nachricht herrührt, sondern auch in Faktoren wie Ablenkung, Störung des Gedankengangs oder wahrgenommene Ironie beziehungsweise Sarkasmus begründet liegt.

Auffällig ist ebenfalls, dass die Änderung der Stimmung je nach Person sehr unterschiedlich ausfallen kann. Hier kommt es auf die Persönlichkeit, den Zeitpunkt der Nachricht und auch die Erfahrung mit der Domäne an: Ein eher positiv eingestellter Mensch, der Erfahrung in dem Problemfeld oder der Programmiersprache hat, nimmt eine Nachricht positiver auf als eine Vergleichsperson in derselben Situation, die weniger Erfahrungen hat und nicht so positiv eingestellt ist.

¹<https://slack.com>

1.4 Struktur der Arbeit

Nach diesem Kapitel der Einleitung folgen die Grundlagen zur Stimmungsanalyse in Kapitel 2 und dem Thema der Stimmungen, Stimmungsänderungen und emotionalen Ansteckung. Kapitel 3 befasst sich mit verwandten Arbeiten, in denen sich ebenfalls mit emotionaler Ansteckung in verschiedenen Szenarien auseinandergesetzt wurde. In Kapitel 4 geht es um die Methodik des Experiments, die den Aufbau, die genutzten Ressourcen und die Durchführung einschließt. Auch werden hier die Forschungsfragen konkret benannt und die Zielgruppe der Teilnehmer vorgestellt. Die erfassten Daten und die Ergebnisse der Forschungsfragen werden in Kapitel 5 präsentiert. Anschließend werden die gefundenen Ergebnisse in Kapitel 6 diskutiert und bewertet. Am Ende werden eine Zusammenfassung in Kapitel 7 und ein Ausblick sowie weitere Forschungsansätze gegeben.

Kapitel 2

Grundlagen

Emotionen, Stimmungen, Launen und die Analyse dieser Konzepte sind große Themen im Bereich der Psychologie und Soziologie. Sie spielen in vielen Teilen des alltäglichen Lebens eine Rolle und sind dem Menschen ein ständiger Begleiter [54]. So ist es auch zu erwarten, diese menschlichen Aspekte in den Bereichen des SE wiederzufinden.

Insbesondere ist zu betonen, dass gerade im Softwareentwicklungsprozess einige elementare menschliche Eigenschaften zum Tragen kommen, die nachweislich von Emotionen beeinflusst werden: Kreativität und die Fähigkeit zum Lösen von Problemen sind Kernaspekte der gesamten Domäne der Softwareentwicklung [75].

Die Entwicklung von Software umfasst keineswegs nur technische Aspekte wie das Erfassen von Anforderungen, Erstellen von Spezifikationen oder das Überprüfen des Codes auf Qualitätsmaße oder Fehler. Softwareentwicklung ist zu großen Teilen auch ein Ergebnis aus dem sozialen Umgang von Menschen miteinander und wie gut die interne Koordination funktioniert [33]. DeMarco und Lister [27] formulieren dies noch expliziter, indem sie sagen, dass Unternehmen, die mit besonderer Aufmerksamkeit in ihre Angestellten investieren, auf lange Sicht davon profitieren werden.

Weiterhin ist eine Entwicklung zu beobachten, bei der besonders Unternehmen, die im Bereich der Softwareentwicklung tätig sind, vermehrt einen Ansatz des „verteilten Teams“ verfolgen [23].

2.1 Verteiltes Team

Ein sogenanntes verteiltes Team zeichnet sich dadurch aus, dass der Fokus des Unternehmens oder der übergeordneten Instanz verstärkt auf der Kooperation und dem Austausch von Ressourcen zwischen den geografisch verteilten Teammitgliedern liegt [96]. Dementsprechend ist Kommunikationskanälen oder -werkzeugen wie der E-Mail, Slack, oder JIRA¹ eine noch

¹<https://www.atlassian.com/de/software/jira>

höhere Wichtigkeit zuzuordnen [76], da in dieser Situation nur noch die eingeschränkte Möglichkeit zum persönlichen Austausch besteht.

In der „HELENA“-Studie von 2017 wurden zahlreiche Unternehmen zu ihren Praktiken und Abläufen in ihren Softwareprozessen befragt [60]. Hierbei ergab sich, dass die Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter von 60 % aller befragten Softwareunternehmen ($n = 1008$) nicht am selben geografischen Ort arbeiten.

Ein funktionierendes verteiltes Team hat bedeutende Vorteile im Vergleich zu einem Team, das ausschließlich lokal arbeitet. So können Kosten eingespart und die Entwicklungsgeschwindigkeit erhöht werden, weiterhin kann so 24 Stunden über verschiedene Zeitzonen hinweg gearbeitet werden oder es ergeben sich neue Möglichkeiten, erfahrene Personen aus anderen Nationen zu beschäftigen [5, 82].

Gleichwohl kommt dieser Ansatz aber auch mit einigen Nachteilen einher, die ein Unternehmen gegen die eben genannten Vorteile aufwiegen muss. So kann es je nach Gebiet oder politischer Situation in einem Land zu lokalen Schwierigkeiten wie zum Beispiel Stromversorgungsproblemen kommen. Auch können Probleme bei der Rechtsauslegung verschiedener Sachverhalte auftreten, wenn mehrere Nationen involviert sind. Besonders im Rahmen dieser Arbeit sind aber kulturelle Unterschiede und Missverständnisse zu benennen, die die nötige Kommunikation erheblich beeinträchtigen oder verlangsamen können [82].

2.2 Kommunikation in Softwareteams

In einem Softwareteam müssen Informationen ausgetauscht werden, denn die Kommunikation beeinflusst viele Aspekte der Softwareentwicklung [26]. Ein guter Informationsfluss ist entscheidend für den Projekterfolg [57]. Je größer ein Team ist, desto mehr Bedeutung gewinnt dieser Zusammenhang, da nicht jedes Mal die Projektleiterin oder der Projektleiter involviert werden kann. Bei einer solchen zentralen Bedeutung ist entsprechend der soziale Faktor, bestehend aus dem Umgang untereinander oder dem allgemeinen „Ton“, nicht zu vernachlässigen.

Falsch durchgeführte Kommunikation, weil zum Beispiel mit den falschen Personen gesprochen wird, oder insgesamt zu wenig oder zu viel kommuniziert wird, kann in einem softwarebezogenen Kontext falsch oder nicht implementierte Teile der Software bedeuten und insgesamt das Projekt bedrohen [57]. Meist sind viele Rollen wie auch ein externes Kundenunternehmen am Projekterfolg interessiert, was bei Misserfolg effektiv wirtschaftliche Verluste zur Folge hat.

Bei der Frage, welcher Kommunikationskanal am effektivsten ist, gibt Cockburn [18] in den *modes of communication* eine eindeutige Antwort: die direkte Kommunikation in Person, mit Unterstützung eines Whiteboards.

Da dieser Weg mit erhöhtem Aufwand und Zeit verbunden ist, im Falle von verteilten Teams teilweise nur sehr schwer umsetzbar ist und durch Faktoren wie Bandbreite oder allgemeine Internetstabilität limitiert wird [56], werden auch alternative Wege genutzt, um einen Informationsaustausch zwischen den Projektmitgliedern anzuregen.

2.2.1 Computervermittelte Kommunikation

Bei der sogenannten computervermittelten Kommunikation (aus dem Englischen *computer-mediated communication*, kurz „CMC“) handelt es sich um die Beschreibung der Nutzung von Software, über die Menschen kommunizieren können [77].

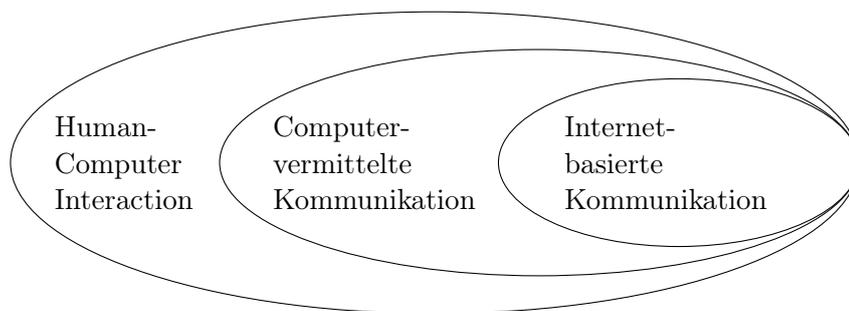


Abbildung 2.1: Reichweite der computervermittelten Kommunikation [77]

Die Abbildung 2.1 von 2006, entnommen aus Reips [77], zeigt die Reichweite von verschiedenen Kommunikationsarten. Die *Human-Computer Interaction* ist der größte Bereich, der auch allgemeine Interaktionen mit Computersystem umfasst, wie zum Beispiel das Ansteuern diverser Schnittstellen. *Internet-basierte Kommunikation* ist im Vergleich zu den anderen gezeigten Kommunikationsarten noch relativ neu und hat aus diesem Grund eine geringere Reichweite.

Speziell Teams, die den Ansatz des verteilten Teams verfolgen, nutzen verstärkt computervermittelte Kommunikation [36]. Viele der beobachteten Probleme von virtuellen Teams, wie beispielsweise die Nachteile in Abschnitt 2.1, stammen aus den Konsequenzen der Kommunikation [36].

Es ist weiterhin festzustellen, dass die Übertragung von Emotionen nicht an die Art und Weise gebunden ist, über die sie vermittelt wird. So ist die computervermittelte Kommunikation genauso ein Grund zur emotionalen Ansteckung wie ein Gespräch, das zwischen zwei oder mehr Menschen in Person stattfindet [45].

2.3 Laune, Emotion, Stimmung und Affekt

Im Verlauf dieser Arbeit werden die Begriffe „Laune“, „Emotion“, „Stimmung“ und „Affekt“ häufig verwendet und bedürfen aus diesem Grund eine Erklärung und eine Abgrenzung voneinander. Es gibt sehr viele verschiedene Auffassungen und Definitionen dieser Begrifflichkeiten. Die Bedeutung verschwimmt oft in der Gesamtheit der Literatur und es lassen sich häufig nur grobe Richtungen oder weniger trennscharfe Bedeutungen finden. Diese Arbeit verwendet die im Folgenden präsentierten Beschreibungen.

Bei der **Laune** handelt es sich um einen Gemütszustand, der eher bei Redewendungen oder Floskeln wie „gute Laune haben“ Anwendung findet. Im Rahmen dieser Arbeit kann der Begriff als umgangssprachliches und stärker greifbares Synonym für den Begriff der Stimmung betrachtet werden.

Eine **Stimmung** ist ein langanhaltendes Gefühl, das sich erst mit einiger Zeit aufbaut und dann auch entsprechend erst nach einiger Zeit abbaut und es lässt sich meist kein bestimmter Zeitpunkt finden, an dem die Stimmung eingesetzt hat; eine Stimmung ist das Ergebnis einer zeitlichen Entwicklung [37].

Ein **Gefühl** hingegen ist ein sehr spontanes und dynamisches Empfinden und nimmt eine eher vordergründige, merkbare Position ein, was bei den Stimmungen nicht der Fall ist, die subtiler zu spüren sind. Tatsächlich lassen sich Gefühle und **Emotionen** nur schwer voneinander abgrenzen, hier gibt es Meinungen, die beide als Pseudonyme füreinander aussprechen, aber auch Meinungen, dass ein Reiz für die empfindende Person selbst zu einem Gefühl wird und andere dieses Gefühl dann als Emotion wahrnehmen [69, 80].

Gefühle kommen aber nicht nur aus dem Körperinneren und sind als eine Art Reaktion zu verstehen (sogenannte *somatische Reaktion* [79]), sondern können auch mit neuen Gedanken einhergehen, die zu dem entsprechenden Gefühl passen, wie beispielsweise Gefahr bei Angst [79]. Ein Gefühl oder eine Emotion ist insgesamt aber kurzlebiger und intensiver als eine Stimmung, die erst nach etwas Zeit verändert wird oder sich erst aus einer Emotion entwickelt.

Ein **Affekt** ist ein sehr simples und direktes Gefühl, das sowohl in Stimmungen oder Gefühlen Einfluss finden, als auch für sich genommen stehen kann. Affekte werden dabei von der betreffenden Person konstant wahrgenommen, können in ihrer Intensität aber variieren [31].

2.4 Emotionale Ansteckung

Bei der emotionalen Ansteckung handelt es sich um ein mehrschichtiges und umfangreiches Konzept; Elfenbein [32] definiert es als Verbindung oder Angleichung von Emotionen zwischen mehreren Personen. Eine „Emotion“ kann dabei auch Abläufe des Körpers oder konkretes Verhalten mit ein-

schließen [46]. Die emotionale Ansteckung umfasst eine Ansammlung von Phänomenen, bei denen sowohl gleiche als auch gegenteilige Reaktionen bei dem Gegenüber hervorgerufen werden können (zum Beispiel kann ein Lächeln einer Person die andere Person ebenfalls zum Lächeln bringen oder sie situationsbedingt verunsichern) [46].

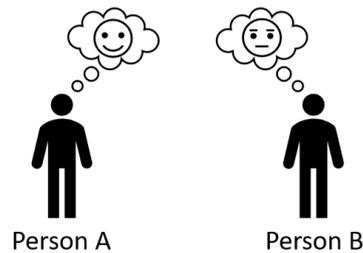


Abbildung 2.2: Stimmungen vor der Kommunikation

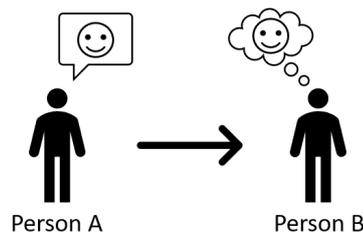


Abbildung 2.3: Stimmungsänderung durch emotionale Ansteckung

Emotionale Ansteckung kann als zentraler Treiber für das menschliche Verhalten stehen [38]. So tritt Ansteckung über mindestens drei Wege auf, beziehungsweise wird über drei Aspekte kategorisiert.

Die **Nachahmung** ist dabei der erste Teilbereich. Sie beschreibt das unterbewusste und unbewusste Nachahmen von Mimik, Gestik oder anderen Auffälligkeiten. Als **Feedback** wird die eigene subjektive emotionale Erfahrung bezeichnet, die sich automatisch durch die Nachahmung des Gegenübers ergibt. Als **Ansteckung** ist der eigentliche emotionsübertragende Teil gemeint, denn Menschen neigen leicht dazu, den emotionalen Status einer anderen Person aufzunehmen und für sich als eine Art Richtung der eigenen Emotionen zu sehen [38, 52, 47].

Bezüglich der Intensität der Ansteckung existiert die allgemeine Übereinstimmung, dass stärkere Emotionen auch zu stärkerer Ansteckung führen [38]. Bei der Frage, ob positive oder negative Emotionen eine stärkere Ansteckung bedeuten, gibt es verschiedene Erklärungen. Einige Untersuchungen belegen hier gleichstarke Ansteckung unabhängig von der Polarität (Positivität beziehungsweise Negativität [87]) der Nachricht [7]. Andere Ergebnisse

zeigen hingegen, dass positive Emotionen eher zu einer Ansteckung führen können [22, 35, 14, 11].

Die Abbildungen 2.2 und 2.3 zeigen ein simples Beispiel für emotionale Ansteckung. Zunächst hat Person A bessere Laune als Person B. Durch Kommunikation (hier unerheblich, ob diese in Person oder computervermittelt stattfindet) schafft A es, B's Laune zu verbessern.

Die Vielschichtigkeit der emotionalen Ansteckung umfasst darüber hinaus noch weitere Aspekte. Zu ihr gehören auch **soziale Vergleiche**, bei denen die eigenen Gefühle mit denen von anderen in derselben Situation bewusst verglichen werden. Ebenfalls findet eine **emotionale Einschätzung** statt, bei der die gezeigten Emotionen anderer als Information für die eigene Person dienen, unabhängig von der Situation, in der andere sich befinden. Weiterhin ist die eigene Beeinflussung durch **Empathie**, also die eigene Vorstellung der Gefühle anderer, einer der Punkte der emotionalen Ansteckung [32].

Insgesamt spielen also bei der emotionalen Ansteckung viele Prozesse eine Rolle, was sie zu einem komplexen und umfangreichen Konzept macht.

Ein Unterbereich der emotionalen Ansteckung ist die *primitive emotionale Ansteckung*. Sie beschreibt Ansteckung auf einer weitaus simpleren Ebene, als einen automatischen, unkontrollierbaren und unterbewussten Prozess. Dieser Bereich besitzt ebenfalls eine Definition von Hatfield et al. [46], die im Verlauf dieser Arbeit Grundlage der Definition von emotionaler Ansteckung bilden wird: Es handelt sich hierbei um die Neigung, automatisch Bewegungen, (Gesichts-)Ausdrücke, Körperhaltungen oder Sprechangewohnheiten zu imitieren und darauffolgend sich mit der anderen Person auf emotionaler Ebene anzugleichen.

2.5 Stimmungsanalyse

Die Stimmungsanalyse (StA) ist eine Technik, um die Stimmung, Gefühle oder allgemeine Meinung eines Satzes zu erfassen und dessen erkannte Meinung als positiv, neutral oder negativ zu bewerten [64]. In der Softwareentwicklung gibt es weitere Einsatzmöglichkeiten der Stimmungsanalyse, die verschiedenen Zwecken dienlich sind. So haben beispielsweise Tourani et al. [88] Leid und Freude in einem Entwicklungsteam untersucht, während Sinha et al. [81] Commit-Nachrichten auf ihre Stimmungslage erforscht haben.

Stimmungsanalyse kann als ein Klassifizierungsprozess verstanden werden, der auf unterschiedlich detaillierten Ebenen arbeitet und die je nach Anwendungsgebiet eingesetzt werden [73]: Auf einer **Dokumentenebene** versucht die StA, aus einem Dokument eine positive oder negative Meinung beziehungsweise Stimmung zu ermitteln, bei der sie annimmt, dass das Dokument von genau einem Thema handelt. Soll dies spezifiziert werden, kann

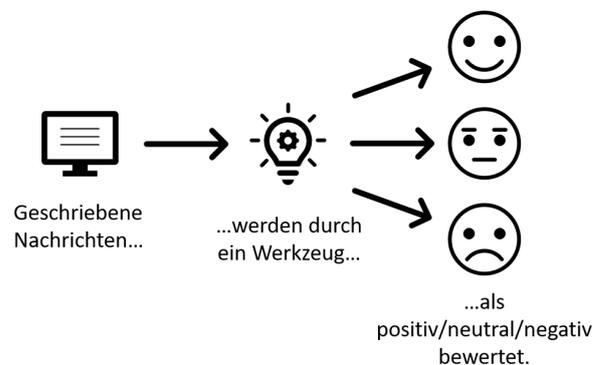


Abbildung 2.4: Beispielhafte Stimmungsanalyse

auch eine **Satzebene** angestrebt werden, bei dem kein gesamtes Dokument, sondern nur noch ein einzelner Satz Gegenstand der Untersuchung ist.

Teilweise ist auch diese Ebene noch zu ungenau, um alle Aspekte eines Textes gegebenenfalls getrennt zu betrachten. Hierfür kann die **Aspektebene** genutzt werden, die eine Analyse für einen einzelnen Aspekt einer Aussage durchführt. Im Verlauf dieser Arbeit wird die Satzebene als Grundlage der Stimmungsanalyse betrachtet, da einzelne Sätze Kernpunkt des in dieser Arbeit durchgeführten Experiments sind.

In Abbildung 2.4 ist die Grundidee der StA gezeigt. Eine Methode oder ein Werkzeug untersucht Nachrichten oder Sätze auf ihre übermittelte Stimmung und gibt dann die entsprechende Einschätzung aus.

Stimmungsanalyse fällt oft zusammen mit dem Begriff *opinion mining*, was eher darauf abzielt, die Meinung von Personen bezüglich einer Sache zu erfassen, während die Stimmungsanalyse die Stimmungslage eines Texts identifiziert und dann analysiert [73].

Häufig sind die Einsatzfelder der Stimmungsanalyse jedoch so speziell, dass es keine Methode und kein Werkzeug gibt, die/das für alle diese Bereiche gleichermaßen geeignet wäre. Aus diesem Grund gibt es viele verschiedene Programme oder Wege, Stimmungen oder Meinungen zu erfassen und zu bewerten [64].

Die verschiedenen Werkzeuge zur Erfassung der Stimmung stützen sich grob auf drei Herangehensweisen: lexikonbasiert, basierend auf maschinellem Lernen oder hybrid [71]. Bei der lexikonbasierten Art nutzen die Algorithmen ein Stimmungslexikon, das aus bekannten und vorgefilterten Einträgen besteht. Hier ist das Ergebnis der Satzanalyse das Verhältnis von positiven zu negativen Polaritäten im Lexikon. Wird der Ansatz des maschinellen Lernens verfolgt, werden syntaktische oder sprachliche Merkmale mit in die Analyse einbezogen. Der hybride Weg vereint beide Methoden, es ist aber üblich, dass dann ein Stimmungslexikon die größere Rolle im Vergleich zum maschinellen Lernen spielt [73].

2.5.1 Werkzeuge zur Stimmungserfassung

Aufgrund der Tatsache, dass es kein Werkzeug gibt, das in jedem Kontext eine gute Auswertung der Stimmung liefern könnte und dementsprechend sehr viele benutzerdefinierte Anpassungen für die verschiedensten Anwendungsgebiete existieren [64], wird an dieser Stelle eine Auswahl der für diese Arbeit relevantesten Stimmungsanalyse-Werkzeuge vorgestellt. Einige dieser Tools haben teilweise einen starken Bezug zur Softwareentwicklung, während andere auf ein allgemeineres Feld abzielen.

SentiStrength ist trotz der fehlenden, expliziten Zugehörigkeit zur SE-Domäne das meistgenutzte Stimmungsanalyse-Tool im Bereich des Softwareengineering [53] und wurde als lexikonbasiertes Werkzeug von Thelwall et al. [85] entwickelt. In einem Vergleichstest mit 15 Stimmungsanalyse-Tools für Twitter² ergab sich für SentiStrength die höchste, durchschnittliche Treffsicherheit bei der Einschätzung der Polarität [1]. Es wurden zuvor durch Menschen klassifizierte Datensätze aus der sozialen Netzwerkseite „Myspace“³ als Grundlage verwendet, um positive und negative Emotionen zu erkennen. In Kombination mit Kenntnissen über andere Schreibweisen, formelle und informelle Sprache, ermittelt das Werkzeug für die positiven Anteile einen Wert zwischen +1 und +5 (+1 steht für keine ermittelten positiven Emotionen, +5 für sehr starke positive Emotionen) und ordnet die negativen Anteile zwischen -1 und -5 ein (-1: keine negativen Emotionen, -5: sehr starke negative Emotionen).

Eine Weiterentwicklung von SentiStrength ist **SentiStrength-SE**, entworfen von Islam et al. [53]. Dieses Werkzeug baut auf SentiStrength als Klassifizierer von Nachrichten auf, bindet aber 5600 manuell bewertete JIRA-Ticket-Nachrichten mit ein, um so eine bessere Verknüpfung mit der Domäne des Softwareengineering zu erhalten.

Ahmed et al. [3] haben aus der Notwendigkeit von fehlenden Stimmungsanalyse-Tools mit SE-Bezug **SentiCR** entwickelt. Hier wurden als Grundlage 2000 Code-Review-Kommentare genutzt, um ein Trainings-Datenset aufzubauen und daraus ein Werkzeug zu erschaffen, das überwachtes Lernen zur Erkennung der Stimmungen nutzt.

Bei **Senti4SD** handelt es sich ebenfalls um ein Tool, das überwachtes Lernen nutzt. Entwickelt wurde es von Calefato et al. [17, 16] und verwendet einen hybriden Ansatz aus Lexika, Schlüsselwörtern und Semantik. Dieses Werkzeug wurde mit 4423 „Stack Overflow“-Beiträgen⁴ trainiert und validiert und hat damit ebenfalls einen starken SE-Bezug.

BERT, entwickelt von Devlin et al. [29], und **RoBERTa**, entwickelt von Liu et al. [65], basieren auf dem Transformer-Modell [91], einer Architektur eines tiefen neuronalen Netzes (engl. *deep neural network*, kurz „DNN“) [95].

²<https://twitter.com>

³<https://myspace.com>

⁴<https://stackoverflow.com>

Beide sind in der Lage, Stimmungen zu erkennen, indem sie aus dem Kontext heraus versuchen, entfernte Wörter wieder zu erschließen, wobei RoBERTa eine performantere Weiterentwicklung von BERT ist, welche anhand von mehr Datensätzen trainiert wurde.

Alle bisher genannten Werkzeuge haben gemeinsam, dass sie anhand der englischen Sprache trainiert wurden und für englische Datensätze gedacht sind. Im Folgenden sind daher noch Werkzeuge erwähnt, die auch in einem deutschsprachigen Kontext arbeiten können und eine stärkere Relevanz für das in dieser Arbeit durchgeführte Experiment besitzen.

Bei **BertDE**, das von Guhr et al. [42] angepasst wurde, handelt es sich um das Transformer-Modell BERT, mit dem Unterschied, dass es mit vielen deutschsprachigen Datensätzen trainiert worden ist. Diese Datensätze stammen aus allgemeinen Kontexten, es ist kein expliziter Bezug zum Softwareengineering gegeben. Als ein Tool, das maschinelles Lernen nutzt, braucht es genau wie BERT teilweise mehr Zeit zum Klassifizieren als andere Werkzeuge.

GerVADER ist eine von Tymann et al. [89] angepasste Version des lexikonbasierten VADER, entwickelt von Hutto und Gilbert [51], die auf dem SentiWS-Datensatz⁵ beruht, einem Lexikon aus allgemeinen deutschen, stimmungstechnisch klassifizierten Wörtern [78].

Bei dem **SEntiAnalyzer**, entwickelt von Herrmann und Klünder [48], handelt es sich um ein Stimmungsanalyse-Werkzeug, das zunächst anhand von verbaler Kommunikation Stimmungen erfasste und später von Herrmann et al. [49] weiterentwickelt wurde, um auch textuelle Kommunikation erfassen zu können. Das Tool ist in der Lage, sowohl bei deutschen als auch bei englischen Nachrichten Stimmungen zu erfassen und zu klassifizieren. Mittels einer Kombination aus einigen der oben genannten Werkzeugen wird dann eine Äußerung als positiv, neutral oder negativ eingestuft.

SentiStrength-DE ist die deutschsprachige Version von SentiStrength. Sie nutzt deutschsprachige Lexika, die von Hannes Pirker vom Österreichischen Forschungsinstitut für Artificial Intelligence („OFAI“)⁶ erstellt und von Dr. Elias Kyewski von der Universität Duisburg-Essen erweitert wurden [94]. Im Experiment dieser Arbeit wurde diese deutschsprachige Version des Tools genutzt, was in Kapitel 4 genauer ausgeführt wird.

2.6 Methoden zur Gefühlserfassung

Um Emotionen, Stimmungen und Affekte vergleichbar einordnen oder klassifizieren zu können, bedarf es Methoden, die mit ihren Fragen oder Untersuchungsgegenständen verschiedene Eindrücke einer Person gewinnen und diese gut widerspiegeln können. In diesem Zusammenhang sind an dieser

⁵<https://wortschatz.uni-leipzig.de/de/download>

⁶https://www.ofai.at/resources/sentistrength_de

Stelle zwei sehr prominente Möglichkeiten genannt, die die Stimmungen und Aspekte eines Menschen erfragen.

2.6.1 Mood Survey – Stimmungsskala

Es existiert die *mood survey* von Underwood und Froming [90], die darauf abzielt, die Stimmungen einer Person zu erfassen. Später entwickelten Bohner et al. [13] eine deutsche Version der *mood survey*, bei der sie die 15 Aussagen ins Deutsche übersetzt haben. Sie kamen zu dem Ergebnis, dass auch in der Übersetzung ähnliche Beobachtungen wie im Original gemacht werden können, die *Stimmungsskala* kann also für den deutschsprachigen Raum genutzt werden [13].

Stimmungen sind, wie in Abschnitt 2.3 beschrieben, eher langanhaltende, tiefergehende Gefühle. Dementsprechend sind die gestellten Fragen der *mood survey* so formuliert, dass die befragte Person hier Einblicke in eine möglicherweise bereits langanhaltende Stimmung gibt (zum Beispiel „Ich halte mich für eine glückliche Person“).

| Items | |
|----------------------------------|---|
| <i>Kategorie „Stimmungslage“</i> | |
| 2 | Ich fühle mich meist ziemlich fröhlich (p) |
| 3 | Meine Stimmung ist oft bedrückt (n) |
| 4 | Ich sehe im Allgemeinen mehr die Sonnenseiten des Lebens (p) |
| 6 | Ich bin selten in wirklicher Hochstimmung (n) |
| 8 | Ich fühle mich meist so, als ob ich vor Freude übersprudeln würde (p) |
| 10 | Ich halte mich für eine glückliche Person (p) |
| 11 | Verglichen mit meinen Freunden denke ich weniger optimistisch über das Leben (n) |
| 13 | Ich bin nicht so fröhlich wie die meisten Leute (n) |
| 15 | Meine Freunde scheinen oft zu glauben, dass ich unglücklich bin (n) |
| <i>Kategorie „Reaktivität“</i> | |
| 1 | Manchmal pendelt meine Stimmung mehrmals zwischen glücklich und traurig in einer einzigen Woche (p) |
| 5 | Verglichen mit meinen Freunden gehen meine Stimmungen weniger rauf und runter (n) |
| 7 | Manchmal schwankt meine Stimmung sehr schnell hin und her (p) |
| 9 | Meine Stimmungen sind sehr konsistent; sie ändern sich fast nie (n) |
| 12 | Ich bin eine Person, die sich oft ändert (p) |
| 14 | Ich bin weniger von meinen Stimmungen abhängig als die meisten Leute, die ich kenne (n) |

Tabelle 2.1: Items der Stimmungsskala [13]

Die *mood survey* unterteilt die Items in zwei Kategorien, von denen diese immer jeweils einer Kategorie zugeschrieben werden. Bei der ersten Kategorie handelt es sich um die *überdauernde Stimmungslage*. Fragen in dieser Kategorie zielen auf die Erfassung einer gehobenen oder gedrückten Stimmung ab, während die *Reaktivität* sich mit der Häufigkeit und Intensität von Stimmungsschwankungen einer Person befasst [13]. Mithilfe dieser Aussagen in diesen zwei verschiedenen Kategorien und in Anbetracht der Tatsache, dass die Sätze auch abwechselnd nach positiven oder negativen Stimmungen fragen (beispielsweise „Ich fühle mich meist ziemlich fröhlich“ und „Meine Stimmung ist oft bedrückt“) können auswertbare Statistiken gewonnen werden.

Bewertet werden die Aussagen mittels einer 5-stufigen Likert-Skala, die von „trifft auf mich überhaupt nicht zu“ bis „trifft auf mich ganz genau zu“ reicht.

Die 15 Items und ihre Zuteilung zu den beiden Kategorien sind in Tabelle 2.1 in ihrer deutschen Übersetzung von Bohner et al. [13] aufgelistet. Die Kürzel „(p)“ und „(n)“ stehen dabei dafür, ob die zugehörigen Aussagen zum Ermitteln einer **positiven** oder einer **negativen** Stimmung herangezogen werden. Auch der im weiteren Verlauf dieser Arbeit genutzte Ausdruck „positiver Teil der Stimmungsskala“ leitet sich aus diesem Kürzel ab.

2.6.2 PANAS-Skala

Eine weitere Skala ist die *Positive and Negative Affect Schedule*, kurz *PANAS*, erdacht von Watson und Clark [92]. Sie besteht aus 20 Adjektiven, die jeweils für einen Affekt stehen, die einen Menschen zum Zeitpunkt der Durchführung beschreiben können. Diese Art der Durchführung stammt aus der Erkenntnis, dass sich Stimmungen hauptsächlich in positive und negative Affekte aufteilen lassen [92].

Auch von dieser Skala gibt es eine Version in deutscher Sprache, die von Krohne et al. [59] übersetzt und auf ihre Anwendbarkeit im deutschsprachigen Raum geprüft worden ist.

Bei den positiven Affekten werden Eigenschaften einer Person wie Enthusiasmus, Aktivität und Aufmerksamkeit untersucht. Hohe Werte bei den positiven Affekten deuten auf einen Zustand von hoher Energie und Konzentration hin, wohingegen bei geringen Werten Zustände wie Traurigkeit beobachtet werden können. Bei hohen Werten in den negativen Affekten sind Zustände von Trübsal zu erwarten, die mit Gefühlszuständen wie Ärger, Angst oder Nervosität einhergehen. Niedrige Werte deuten auf eine ruhige oder gelassene aktuelle Stimmung hin [92].

Hier wird ebenfalls eine 5-stufige Likert-Skala zur Bewertung der Adjektive verwendet, die bei der Frage nach der Übereinstimmung mit der eigenen Person von „gar nicht“ bis zu „äußerst“ reicht.

In Tabelle 2.2 ist eine Auflistung der je 10 positiven (PA) und negativen Affekte (NA) zu finden, jeweils in der deutschen (von Krohne et al. [59]) und englischen Version (von Watson und Clark [92]).

| | Deutsch | Englisch |
|-------------------------|----------------|-----------------|
| <i>Positiver Affekt</i> | | |
| PA1 | aktiv | active |
| PA2 | interessiert | interested |
| PA3 | freudig erregt | excited |
| PA4 | stark | strong |
| PA5 | angeregt | inspired |
| PA6 | stolz | proud |
| PA7 | begeistert | enthusiastic |
| PA8 | wach | alert |
| PA9 | entschlossen | determined |
| PA10 | aufmerksam | attentive |
| <i>Negativer Affekt</i> | | |
| NA1 | bekümmert | distressed |
| NA2 | verärgert | upset |
| NA3 | schuldig | guilty |
| NA4 | erschrocken | scared |
| NA5 | feindselig | hostile |
| NA6 | gereizt | irritable |
| NA7 | beschämt | ashamed |
| NA8 | nervös | nervous |
| NA9 | durcheinander | jittery |
| NA10 | ängstlich | afraid |

Tabelle 2.2: PANAS-Items [59, 92]

Kapitel 3

Verwandte Arbeiten

Das Phänomen der emotionalen Ansteckung ist bereits seit langer Zeit Gegenstand der Forschung. Dies betrifft nicht nur den Bereich der Psychologie, sondern es gibt ebenfalls Untersuchungen und Forschungen in anderen Domänen, die auch in der Informatik und dem Bereich des SE einen Einfluss haben [8].

Je nach Anwendungsgebiet oder Ziel, das verfolgt wird, gibt es verschiedene empirische Methoden zur Untersuchung der emotionalen Ansteckung. So gibt es beispielsweise Experimente [7], analytische Auswertungen aufgrund von vorliegenden Daten [44] oder es werden Simulationen und Modelle entwickelt, um das Verhalten von Menschenmassen unter Berücksichtigung der psychologischen Faktoren zu analysieren [70].

In diesem Kapitel werden Erkenntnisse im Bereich der emotionalen Ansteckung sowohl im Bereich von Softwareteams als auch in der computervermittelten Kommunikation vorgestellt. Abschließend findet noch eine Abgrenzung zu dieser Arbeit statt.

3.1 Emotionale Ansteckung in Gruppen

Barsade [7] hat sich in einem experimentellen Aufbau mit der emotionalen Ansteckung beschäftigt. In einer *leaderless group discussion*, zu Deutsch *Gruppendiskussion ohne Anführer*, haben insgesamt fünf Personen, bestehend aus vier Teilnehmerinnen und Teilnehmern und einer verdeckten Kontrollperson, in einem simulierten Personalgespräch unter Abteilungsleitenden verhandeln müssen, welche ihrer Mitarbeiterinnen und Mitarbeiter einen finanziellen Leistungsbonus bekommen sollen.

Hierbei hatte die Kontrollperson, die als Schauspiel-Studentin oder Schauspiel-Student ausgesucht worden war, die Aufgabe, in einer freundlichen oder unfreundlichen Weise aufzutreten. Insgesamt wurde damit untersucht, ob und inwieweit diese erzeugte Emotion an die Kolleginnen und Kollegen in dieser Gruppe weitergegeben wurde.

Das Experiment verifizierte die Hypothese, dass die Gruppenmitglieder durch die erzeugten Emotionen angesteckt würden. Barsade [7] spricht in diesem Zusammenhang von Menschen als „walking mood inductors“ [7, S. 24]. Er kommt damit zu dem Schluss, dass Menschen sich durchaus stimmungstechnisch beeinflussen lassen können, wenn sie in Kontakt zu einer emotional aufgeladenen Person stehen und dabei sogar die weitere Gruppendynamik betroffen sein kann, sowohl auf individueller als auch auf Gruppenebene.

In einem Experiment von Joby et al. [55] wurden die sozialen Beziehungen zwischen Personen beim Messen der emotionalen Ansteckung berücksichtigt. Die universitätsinternen Teilnehmerinnen und Teilnehmer des Experiments bekamen von einem virtuellen Software-Agenten fröhliche und traurige Nachrichten gesagt, die sich dabei entweder auf die eigene Universität oder eine andere Universität bezogen.

Als Szenario wurde ein Wettbewerb vorgegeben, die beiden Software-Agenten sollten die beiden teilnehmenden und konkurrierenden Universitäten repräsentieren.

Hierbei konnte festgestellt werden, dass die Teilnehmerinnen und Teilnehmer insbesondere bei positiven Nachrichten bezogen auf die andere Universität trauriger reagierten als bei positiven Nachrichten bezogen auf ihre eigene Hochschule. Insgesamt ist somit ein Zusammenhang zwischen emotionaler Ansteckung und gleichzeitiger sozialer Zugehörigkeit erkennbar.

3.2 Emotionale Ansteckung in Messengern

Hancock et al. [45] haben sich mit der emotionalen Ansteckung in computervermittelter Kommunikation beschäftigt und hierbei zusätzlich untersucht, ob ein Unterschied zwischen Emotionen besteht, die künstlich durch eine Schauspielerin oder einen Schauspieler weitergegeben werden oder die tatsächlich bei den Teilnehmenden durch die Aufgaben oder die Umgebung erzeugt werden.

In einem Experiment, bei dem sich Studierende in Zweiertteams über einen Messenger austauschen sollten, um beispielsweise herauszufinden, was beide gemeinsam haben, bekam einer der Teilnehmenden (als *experiencer* bezeichnet) zusätzliche Aufgaben. Die Teams wurden in eine Kontrollgruppe und eine Versuchsgruppe unterteilt, bei der der entsprechende Teilnehmende entweder leicht zu lösende Anagramme bekam oder entsprechend schwere und/oder unmögliche Anagramme lösen musste [45].

Dies wurde unter dem Vorwand von den Studierenden abverlangt, dass die Fähigkeit des Multitaskings untersucht werden sollte, um eine mögliche Beeinflussung der Emotionen zu verhindern. Während des Gespräches über den Messenger wurden dann die emotionale Veränderung des *experiencers*,

die Wahrnehmungen der Emotionen des Partners und auch die emotionale Ansteckung gemessen.

Das Experiment ergab einen messbaren Zusammenhang zwischen der Stimmung der teilnehmenden Person, die dem Multitasking ausgesetzt war, und ihrer Art und Weise, sich auszudrücken: Es wurden weniger und langsamer versendete Nachrichten beobachtet, die mehr traurige Worte beinhalteten. Auch im Bereich der emotionalen Ansteckung konnten Hancock et al. [45] feststellen, dass die Partnerin oder der Partner des *experiencers* sich im Vergleich zur Kontrollgruppe in einem negativeren Gemütszustand befand.

Basierend auf den Erkenntnissen von Hancock et al. [45] haben sich Guillory et al. [43] mit einem ähnlichen Experiment befasst. Hierbei wurde allerdings die Auswirkung von negativen Einflüssen auf das Verhalten in einer größeren Gruppe (hier bei drei Personen) untersucht.

Ähnlich wie auch Hancock et al. [45] wurden Studierende in Versuchs- und Kontrollgruppen aufgeteilt, wobei bei der Versuchsgruppe nur eine Person ausgewählt wurde, sich eine emotionale Szene eines Films anzusehen, mit der Absicht, negativ beeinflusst zu werden. Anschließend gab es ebenfalls eine Aufgabe, die über einen Messenger erledigt werden sollte, und die vorher ausgewählte Person hatte weitere, kleine Aufgaben währenddessen zu erledigen, die die negative Stimmung aufrechterhalten sollten.

Ähnlich wie auch Hancock et al. [45] kommen Guillory et al. [43] zu dem Schluss, dass eine emotionale Ansteckung über die Kommunikation stattfindet, wenngleich diese in ihrem Experiment deutlich individueller ablief und nicht jede teilnehmende Gruppe vergleichbar starke Ansteckung zeigte. Die Teilnehmenden der negativen Gruppen gaben aber an, angespannter als die Teilnehmenden der Kontrollgruppe zu sein. Guillory et al. [43] folgern daraus, dass die aufgetretene emotionale Ansteckung unterhalb der Wahrnehmungsgrenze aufgetreten sein muss.

3.3 Emotionale Ansteckung in Commits

Eine andere Herangehensweise verfolgten Dhakad et al. [30]. Hier wurde der Zusammenhang von Commit-Nachrichten in „GitHub“-Repositorys¹ auf das darauf folgende Verhalten der Entwicklerinnen und Entwickler untersucht.

Mithilfe von Algorithmen des überwachten maschinellen Lernens wurden die Nachrichten darauf untersucht, ob sie eher als positiv, neutral oder negativ eingestuft werden.

Darauf folgend wurde dann die Ansteckung dahingehend ermittelt, wie die weiteren Commits verliefen: Nach einer positiv erkannten Nachricht folgten messbar weitere positive Nachrichten, während hingegen bei einer

¹<https://github.com>

negativ bewerteten Nachricht keine eindeutige Aussage getroffen werden konnte.

3.4 Abgrenzung zu dieser Arbeit

Wenngleich das Thema der emotionalen Ansteckung bereits oft thematisiert und untersucht worden ist, gibt es nur wenige Untersuchungen, die dieses Thema speziell auf die (computervermittelte) Kommunikation in Softwareteams anwendet.

Daher zielt diese Arbeit darauf ab, emotionale Ansteckung in einen softwarebezogenen Kontext zu setzen und Herausforderungen zu untersuchen, mit denen sich besonders Entwicklerinnen und Entwickler auseinandersetzen müssen.

Kapitel 4

Methodik

Dieser Arbeit liegt ein Experiment zugrunde, in dem die Teilnehmerinnen und Teilnehmer unter Einfluss von regelmäßig gesendeten Nachrichten diverse Programmieraufgaben lösen mussten. In den folgenden Abschnitten wird aufgeführt, auf welcher Grundlage das Experiment beruht, welche Forschungsfragen untersucht werden und wie das Experiment geplant und vorbereitet wurde. Weiterhin werden der genutzte Prototyp sowie die verwendeten Metriken bezüglich der möglichen Stimmungsänderung vorgestellt.

Um die folgenden Abschnitte besser nachvollziehbar zu gestalten und die Übersichtlichkeit zu erhöhen, wird an dieser Stelle eine sehr grobe Erklärung gegeben, wie das Experiment dieser Arbeit aussah. Eine deutlich genauere Erklärung wird in den entsprechenden nachfolgenden Abschnitten gegeben.

Das Experiment besteht aus insgesamt zwei Aufgaben, die jeweils mehrere Teilaufgaben haben. Jede Aufgabe wird mithilfe eines Prototyps realisiert, der aus einem Frontend und einem Backend besteht. Während die Teilnehmerinnen und Teilnehmer die (Teil-)Aufgaben lösen, lesen und bewerten sie Nachrichten, die an sie während dieser Zeit gesendet werden.

4.1 Ziel und Forschungsfragen

Welchen emotionalen Einfluss haben schriftlich gesendete Nachrichten auf Softwareentwicklerinnen und -entwickler?

Diese Frage ist der Kern dieser Arbeit und des hier durchgeführten Experiments. Die nachfolgend formulierten Forschungsfragen (RQs) führen über zunächst allgemeine Zusammenhänge schrittweise zur konkreten Ergründung der Zusammenhänge zwischen positiv oder negativ wahrgenommenen Nachrichten und der Änderung in der Laune der betreffenden Person hin.

Da es sich bei Emotionen und Gefühlen um sehr subjektive Faktoren handelt [83], ist zu erwarten, dass Nachrichten von Person zu Person unterschiedlich aufgenommen werden [85, 84, 6]. Aus diesem Grund untersucht

die erste Forschungsfrage, ob ein grundsätzlich positiv eingestellter Mensch eher dazu neigt, die gelesenen Nachrichten positiv zu bewerten.

Forschungsfrage 1

Inwiefern unterscheiden sich die Wahrnehmungen von Nachrichten von der selbst-bewerteten Stimmung?

Diese erste Forschungsfrage bildet einen Teil der Grundlage der später folgenden dritten Forschungsfrage und setzt zunächst die Wahrnehmung der Nachrichten in ein Verhältnis mit der Stimmung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer. Dieser Zusammenhang wird untersucht, um das spätere Ergebnis der Studie in einen Kontext setzen zu können. Sollte beispielsweise die finale Erkenntnis sein, dass Nachrichten grundsätzlich negativ wahrgenommen werden, kann mithilfe der Antwort auf diese Frage eine mögliche Einschränkung gegeben werden, dass diese Wahrnehmung in diesem Beispiel häufiger auftritt, wenn die Person emotional eher negativ eingestellt ist. Diese Forschungsfrage ermöglicht also eine Einordnung der späteren Ergebnisse und bezieht auch den Mensch selbst als Faktor bei der noch zu untersuchenden Änderung der Stimmung mit ein.

Daran anschließend ergibt sich dann die Frage nach dem Zusammenhang der Wahrnehmung einer Nachricht und dem tatsächlichen, vom genutzten Stimmungsanalyse-Werkzeug ermittelten Wert. Bedeuten Nachrichten, bei denen das Werkzeug eine überwiegend positive Stimmung erkannt hat, auch, dass diese positiv von den Experimenteilnehmerinnen und -teilnehmern wahrgenommen wird?

Forschungsfrage 2

In welchem Zusammenhang stehen die ermittelten und wahrgenommenen Polaritäten unter dem Gesichtspunkt der individuellen menschlichen Einflüsse?

Die beabsichtigte Bedeutung einer versendeten Nachricht muss nicht immer der Bedeutung entsprechen, die der Empfänger versteht, was zum Beispiel an kulturellen Unterschieden zwischen den Beteiligten liegen kann [50]. Solche Unterschiede sind entsprechend von einem Stimmungsanalyse-Tool nur schwer bis gar nicht erfassbar, wenn es für eine einzelne Nachricht nur einen einzelnen Wert berechnet. Im Experiment dieser Arbeit wurde das Stimmungsanalyse-Werkzeug dafür genutzt, Nachrichten mit sowohl neutraler als auch positiver Polarität ausfindig zu machen. Um allerdings den Einfluss dieser möglicherweise unterschiedlichen Bedeutungen berücksichtigen zu können, ist es notwendig, zu überprüfen, ob speziell die in

diesem Experiment verwendeten Nachrichten ihrer Klassifizierung als *neutral* oder *positiv* gerecht werden. Diese Forschungsfrage ist ebenfalls Grundlage für die dritte Forschungsfrage und überprüft also, ob die Aufteilung in diese neutralen und positiven Nachrichten schlussendlich Aussagen über die eventuell unterschiedlichen Auswirkungen zwischen neutralen und positiven Nachrichten zulässt.

Ausgehend von diesen beiden vorhergehenden Fragen ergibt sich dann die Hauptfrage dieser Arbeit: Welche Auswirkungen hat die Wahrnehmung der Nachrichten auf die Stimmung der Softwareentwicklerin oder des Softwareentwicklers? Hierzu wird neben den gesendeten Nachrichten in regelmäßigen Abständen die Laune abgefragt, die per Selbsteinschätzung angegeben wird. Die genauen Details des Experimentablaufs werden in Abschnitt 4.5 beschrieben.

Forschungsfrage 3

Inwiefern bewirken positiv oder negativ wahrgenommene Nachrichten eine Änderung der Stimmung?

Die Beantwortung dieser Frage ist sehr interessant, da sie die Untersuchungen von anderen Forschungen fortsetzt, welche zwar bereits Nachrichten auf ihre übertragende Stimmung untersucht haben, aber nicht auf die Auswirkungen auf den Menschen eingehen, also welche expliziten Änderungen der Laune diese Nachrichten beim Empfänger erzeugen. Die Beantwortung der Forschungsfrage bietet somit einen Ansatz, Konzepte wie Produktivität oder Zufriedenheit innerhalb eines Teams zu verbessern.

4.2 Zielgruppe

Um die zuvor genannten Forschungsfragen möglichst realitätsnah zu beantworten, richtete sich das durchgeführte Experiment an Personen, die grundsätzliche Erfahrung in der Programmierung mitbringen und die Fähigkeit zum Lösen von Problemen in einem Software-Kontext besitzen.

4.3 Planung des Experiments und Vorbereitung

Diesem Experiment zur Untersuchung der emotionalen Ansteckung durch schriftliche Nachrichten liegt ein Gedankenprozess zugrunde, welcher sich im Laufe einiger Wochen schrittweise verdichtet hat und schlussendlich zur gewählten Form der Durchführung geführt hat. Dieser Abschnitt ist als eine Art Zeitstrahl zu verstehen, der entscheidende Punkte in der Vorbereitung hervorhebt und getroffene Designentscheidungen begründet.

4.3.1 Teilnehmende und Nachrichten

Nach dem Erheben der grundsätzlichen Anforderungen, die zur Beantwortung der Forschungsfragen (siehe Abschnitt 4.1) nötig waren, war eine der ersten Ideen, das Experiment *zweiteilig* durchzuführen. Dabei sollten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer im ersten Teil als **verteiltetes Team** auftreten, jede und jeder arbeitet also für sich alleine an den Aufgaben, während der zweite Teil als Experiment mit **Kleingruppen** konzipiert wurde, bei dem die Teilnehmenden sich in ihrer Gruppe unterstützen können. Diese Zweiteilung wurde in ihrer Idee später so umgesetzt.

Weiterhin war ursprünglich geplant, die emotionale Ansteckung in positiver, neutraler und auch negativer Ausprägung zu messen und diese in einem A/B-Test bei den Teilnehmenden zu beobachten. Aufgrund ethischer Bedenken wurde das Vorhaben, die Teilnehmerinnen und Teilnehmer durch negative emotionale Ansteckung beeinflussen zu wollen, im Verlauf der Planung gestoppt und der Fokus lag so nur noch auf Nachrichten mit neutraler und positiver Polarität. Eine Beeinträchtigung der emotionalen Ansteckung ist durch diese Anpassung nicht zu erwarten, da Untersuchungen zeigen, dass positive und negative Emotionen entweder eine gleichstarke Ansteckung mit sich bringen oder sogar positive Emotionen eher zu einer Ansteckung führen können (siehe Abschnitt 2.4).

4.3.2 Entwickelte Szenarien

Bei Beginn der Planung gab es noch zwei Varianten, den Gruppenteil durchzuführen. **Variante A** bestand aus einem Szenario, in dem es zwei Kleingruppen (auch als *Präsenzteams* in dieser Arbeit bezeichnet) gibt, bei dem die erste Gruppe als Ausgangssituation gesagt bekommt, dass sie Teil einer großen Firma sind und aufgrund ihrer vorherigen schlechten Arbeit und einer näher rückenden Deadline in sehr kurzer Zeit ihr zu scheitern drohendes Projekt reparieren müssen. In diesem Szenario war die zweite Gruppe eine Auswahl von Expertinnen und Experten, die die gleiche Aufgabe bekommen, aber entsprechend nicht die Schuld für die schlechte Ausgangssituation tragen.

Die Idee dieses Szenarios war es, zu überprüfen, ob in diesem Zusammenhang gesendete Nachrichten einen unterschiedlichen Einfluss auf die beiden Gruppen haben. Da diese Variante vor dem Hintergrund entwickelt wurde, eine der beiden Gruppen im Verlauf des Experiments durch Nachrichten mit negativer Polarität zu demotivieren, um auch hier Auswirkungen von emotionaler Ansteckung in Abhängigkeit zur Ausgangssituation zu ermitteln, wurde diese Variante verworfen.

Variante B nutzt Nachrichten mit positiver Polarität und setzt statt eines anfänglichen Szenarios auf den Aufbau eines Prototyps und seiner in Front- und Backend aufgeteilten Architektur. Da die Planung vorsah, die

Teilnehmenden in ein Front- und Backendteam aufzuteilen, war die Idee, dass die interne Abhängigkeit voneinander (da ein Team für die Fertigstellung eines Features auf das andere warten muss) eine negative Stimmung erzeugt, die durch Nachrichten mit positiver Polarität verbessert wird.

Die Aufteilung in ein verteiltes Team und Präsenzteams ist bis zur endgültigen Durchführung des Experiments bestehen geblieben, einerseits, um den Trend zur geografischen Aufteilung der Mitarbeitenden eines Unternehmens abzubilden (siehe Abschnitt 2.1) und andererseits, um zu untersuchen, welche Auswirkungen Nachrichten mit positiver Polarität in einer Stresssituation haben.

4.3.3 Finale Ergänzungen des Experiments

Aus der Idee des A/B-Tests wurde ein Within-Groups-Design, bei dem also jede Teilnehmerin und jeder Teilnehmer sowohl eine Kontrollaufgabe unter Einfluss von Nachrichten mit neutraler Polarität als auch eine vergleichbar schwierige Aufgabe unter Einfluss von Nachrichten mit positiver Polarität lösen musste.

Im späteren Verlauf der Planung wurden noch die PANAS-Skala, die Stimmungsskala und eine Selbsteinschätzung der Nachrichten in eine parallel auszufüllende Umfrage eingefügt, um hier Zusammenhänge zwischen der Persönlichkeit und den ermittelten Polaritäten durch SentiStrength-DE als verwendetes Werkzeug herstellen zu können. Dabei wurde die von den ursprünglichen Autoren festgelegte Reihenfolge der Items der Stimmungs- und PANAS-Skala beibehalten, um einen Bias der Teilnehmenden beim Beantworten zu vermeiden.

4.3.4 Planung der Aufgaben

Die Erstellung der Aufgaben für den zu bearbeitenden Prototyp lief parallel zu dem oben beschriebenen Gedankenprozess des Experiments ab und beinhaltete lediglich die Anforderung, eine sehr simple Anwendung zu entwerfen, die zwar gezieltes Nachdenken erfordert, aber keine langwierige Aufgabe für die Teilnehmenden darstellt. Eine zu komplexe Aufgabe könnte schnell zu Frustration führen und die auszuwertenden Daten verfälschen. Aus diesem Grund verlangten die meisten Aufgaben meist nur, bereits bestehende Konstrukte im vorhandenen Code der Aufgabe entsprechend anzupassen.

Ein **Taschenrechner**, der einfache Eingaben entgegennimmt, erfüllt diese Anforderung, daher wurden sich kleine Teilaufgaben überlegt, die in etwa für eine Bearbeitungsdauer von insgesamt zehn Minuten ausgelegt waren. In der Absicht, ein aussagekräftiges Ergebnis über die emotionale Ansteckung durch Nachrichten mit positiver Polarität zu erhalten, entstand die Idee einer Kontrollaufgabe. Diese wurde, wie oben erwähnt, aus dem

zunächst geplanten A/B-Test entwickelt und verlangte eine weitere Aufgabe, die in ihrer Komplexität mit der eines Taschenrechners vergleichbar war.

Hier fiel die Wahl auf eine **Wetterapp**, die bei bereits vorbereiteter, bestehender Kommunikation mit einer Wetter-API bestimmte Wetterdaten für bestimmte Eingaben anzeigt. Auch hier wurden Teilaufgaben erstellt, die ungefähr zehn Minuten Bearbeitungsdauer bedeuteten.

Diese beiden Aufgabenbereiche wurden exakt so aus der Planung in das Experiment übernommen und sind in den Abbildungen A.4 und A.5 zu finden. Die erste Aufgabe als Kontrollaufgabe wurde von Nachrichten mit neutraler Polarität begleitet, die zweite Aufgabe dann entsprechend durch Nachrichten mit positiver Polarität.

4.3.5 Pilotstudie

Etwa eine Woche vor Start des Experiments wurde eine Pilotstudie mit einem wissenschaftlichen Mitarbeiter des Fachgebiets Software Engineering durchgeführt, aufgrund derer sich zwei wesentliche Änderungen am Experiment ergeben haben.

Zum einen wurde die Anzahl der Nachrichten halbiert. Von 20 Nachrichten mit jeweils einer Nachricht alle 30 Sekunden in der Pilotstudie wurde die Anzahl und Häufigkeit auf 10 Nachrichten mit jeweils einer Nachricht alle 60 Sekunden reduziert. Diese Änderung resultierte aus der Beobachtung, dass teilweise Nachrichten nicht gelesen wurden, weil diese zu schnell nacheinander gesendet wurden.

Zum anderen wurde das Experiment in der Pilotstudie mit einem einzigen Bildschirm durchgeführt. Durch Slack, die parallel auszufüllende Umfrage, den Code-Editor und die Ansicht des Prototyps war das Feedback, dass das Durchschalten zwischen den Fenstern zu aufwendig war und auch ein Faktor dafür war, dass Nachrichten zu spät oder gar nicht gelesen wurden. In der Konsequenz nutzten alle weiteren Teilnehmenden jeweils zwei Bildschirme gleichzeitig.

Eine kleine Anpassung gab es noch in der Reihenfolge der gesendeten Nachrichten, damit diese nicht zu Verwirrung oder Unverständnis führen, wenn beispielsweise direkt in der ersten Nachricht die Person für ihre Leistung gelobt wird, obwohl sie noch keine Aufgabe gelöst hat.

4.4 Verwendete Werkzeuge

Um das Experiment durchzuführen, wurde auf verschiedene Werkzeuge zurückgegriffen. Das zentrale und wichtigste Mittel war die Bewertung der gesendeten Nachrichten durch *SentiStrength-DE* in dessen online verfügbarer Form¹.

¹<http://sentistrength.wlv.ac.uk>

4.4.1 SentiStrength-DE

Die Wahl für dieses Stimmungsanalyse-Tool wurde aufgrund mehrerer Faktoren getroffen. Zunächst fand das Experiment in einem deutschsprachigen Kontext statt. Aus diesem Grund mussten auch die vorbereiteten Nachrichten auf Deutsch verfasst und von einem Werkzeug auf Deutsch bewertet werden, um vorzubeugen, dass durch eine Übersetzung die Übermittlung der Stimmung verfälscht wird, weil sie beispielsweise in einer anderen Sprache in einem anderen Kontext genutzt wird.

Weiterhin sind sämtliche Nachrichten in einem allgemeinen, nicht softwarebezogenen Kontext formuliert, sodass die Bewertung der Nachrichten nicht auf Werkzeuge angewiesen ist, die einen SE-Kontext verstehen. In Kombination mit der schnellen Erreichbarkeit über eine Online-Präsenz fiel die Wahl der Nutzung auf die von der University of Wolverhampton bereitgestellte Website, die neben dem SentiStrength-Tool für englische Texte auch eine Version für deutsche Phrasen zur Verfügung stellt².

Im Folgenden werden Nachrichten, denen SentiStrength-DE eine positive beziehungsweise neutrale Stimmung zuschreibt, vereinfacht als *positive Nachricht* und *neutrale Nachricht* bezeichnet. Da sich die Bewertung durch das Tool und durch die Teilnehmenden stark unterscheiden kann, bezieht sich diese vereinfachte Wortgruppierung nur auf die rein maschinelle Bewertung durch SentiStrength-DE. Als Beispiel würde eine Nachricht, die von SentiStrength-DE als positiv erkannt wird, von den Teilnehmenden durchschnittlich aber als negativ, weiterhin als *positive Nachricht* bezeichnet werden, um den Bezug zu wahren.

4.4.2 Slack

Ein weiteres Werkzeug, das für das Experiment verwendet worden ist, ist die Kommunikationsplattform *Slack*. Dieses Programm hat zwei große Vorteile, derentwegen es zum Einsatz kam. Einerseits ist es eine leicht aufzusetzende und zu verwendende Plattform, die im Rahmen dieses Experiments alle nötigen Voraussetzungen (die Verfügbarkeit online und die Möglichkeit zur Versendung von Nachrichten) mitbringt. Andererseits wird Slack auch im Bereich der Softwareentwicklung eine wichtige Rolle zugeschrieben [63], was dem softwarebezogenen Kontext des Experiments zuträglich ist.

4.4.3 LimeSurvey

*LimeSurvey*³ ist eine Möglichkeit zur Durchführung von Online-Umfragen. Hierüber wurden vor, während und nach dem Experiment demografische

²Ab Februar 2024 wurde aufgrund der Nichterreichbarkeit der Webseite eine von den Autoren zur Verfügung gestellte Offline-Version zur weiteren Bewertung verwendet.

³<https://www.limesurvey.org>

Daten oder allgemeines Feedback erfragt, aber auch die Laune oder eine Selbsteinschätzung der gelesenen Nachrichten erfasst.

4.4.4 Werkzeuge zur Online-Durchführung

Aufgrund der flexiblen Möglichkeit, das Experiment in einer Laborumgebung oder online per Bildschirmübertragung durchführen zu können, wurde für letzteren Fall *AnyDesk*⁴ verwendet. Mithilfe dieses Programms konnten die Teilnehmenden auf den Computer des Experimentators zugreifen und die zu lösenden Aufgaben per Fernsteuerung bewältigen. Wurde sich für diese Art der Durchführung entschieden, geschah die notwendige Kommunikation über das Chatprogramm *Discord*⁵.

4.4.5 Prototyp

Für die Durchführung des Experiments wurde ein Prototyp entwickelt, der den Teilnehmerinnen und Teilnehmern als zu lösendes Problem vorgestellt wurde. Um den Kontext des Softwareengineering aufrechtzuerhalten, sah die Aufgabenstellung vor, dass die Teilnehmenden an einer Software arbeiteten, während sie kontinuierlich Nachrichten erhalten, sodass der softwarebezogene Hintergrund weiterhin präsent bleibt und die Auswirkungen der emotionalen Ansteckung auch in diesem Zusammenhang gemessen und bewertet werden konnten.

Geschrieben wurde der Prototyp als Web-Anwendung mit einem separierten Front- und Backend. Im Backend wurde die Programmiersprache Python⁶ in der Version 3.8.10 verwendet, gemeinsam mit dem Framework Flask⁷, welches die Aufgaben der Kommunikation zwischen den beiden Schichten der Software und der Bereitstellung des Webserver übernahm. Für das Frontend wurde die HyperText Markup Language⁸ – kurz HTML – und JavaScript⁹ zusammen mit dem Framework vue.js¹⁰ in der Version 2.7.14 genutzt, um eine sehr einfach gehaltene und funktionale Darstellung zu erhalten.

Zusätzlich nutzt die Wetterapp in der zweiten Aufgabe die frei verfügbare API von OpenWeather¹¹. Nach Registrierung eines Accounts können dort in begrenztem Rahmen Wetterdaten abgefragt werden.

Für die beiden Aufgaben wurden zwei separate Oberflächen entwickelt, die im Laufe der Durchführung mit der steigenden Anzahl an gelösten

⁴<https://anydesk.com/de>

⁵<https://discord.com>

⁶<https://www.python.org>

⁷<https://flask.palletsprojects.com/en/3.0.x>

⁸<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/HTML>

⁹<https://developer.mozilla.org/en-US/docs/Web/JavaScript>

¹⁰<https://vuejs.org>

¹¹<https://openweathermap.org>

Teilaufgaben in ihrer Funktionalität erweitert wurden. Abbildung 4.1 und Abb. 4.2 zeigen Aufgabe 1 beziehungsweise Aufgabe 2 in der Ansicht, die auch die Teilnehmerin oder der Teilnehmer gesehen hat. Dieser ursprüngliche Zustand diente als Startpunkt, von dem die weiteren Teilaufgaben dann aufbauten und den Prototypen schrittweise erweitert haben.



The image shows a wireframe for a calculator application. At the top, the title "Calculator" is displayed in a large, bold font. Below the title, the word "Add" is written in a smaller, bold font. There are two input fields side-by-side, followed by a button labeled "Add Numbers". Below the input fields, the text "Result: 0" is shown.

Abbildung 4.1: Prototyp Aufgabe 1 – Taschenrechner



The image shows a wireframe for a weather application. At the top, the title "Weatherapp" is displayed in a large, bold font. Below the title, the word "City" is written in a smaller, bold font. There is one input field, followed by two buttons labeled "Save City" and "Make Request". Below the input field, there is a button labeled "Fill Dropdown" and a dropdown menu with the text "Value: -".

Abbildung 4.2: Prototyp Aufgabe 2 – Wetterapp

Der Code mit beigefügter Musterlösung für die einzelnen Aufgaben ist in der beiliegenden CD dieser Arbeit angehängt.

4.5 Experimentaufbau und Ablauf

Der folgende Abschnitt beschäftigt sich mit den Details des Experiments sowie dem Ablauf. Das Experiment wurde im Zeitraum von Dezember 2023 bis Januar 2024 durchgeführt. Vor dem Hintergrund eines Within-Subject-Designs erhielten alle Teilnehmenden die gleichen zwei Aufgabenbereiche („Taschenrechner“ und „Wetterapp“) mit den gleichen Teilaufgaben (siehe Abbildungen A.4 und A.5 für alle Aufgaben).

In Abbildung 4.3 ist schematisch dargestellt, wie das Experiment abließ und verdeutlicht die Aufgaben der Teilnehmenden und den Einfluss des Experimentators über das Senden von Nachrichten, was nachfolgend im Detail beschrieben wird.

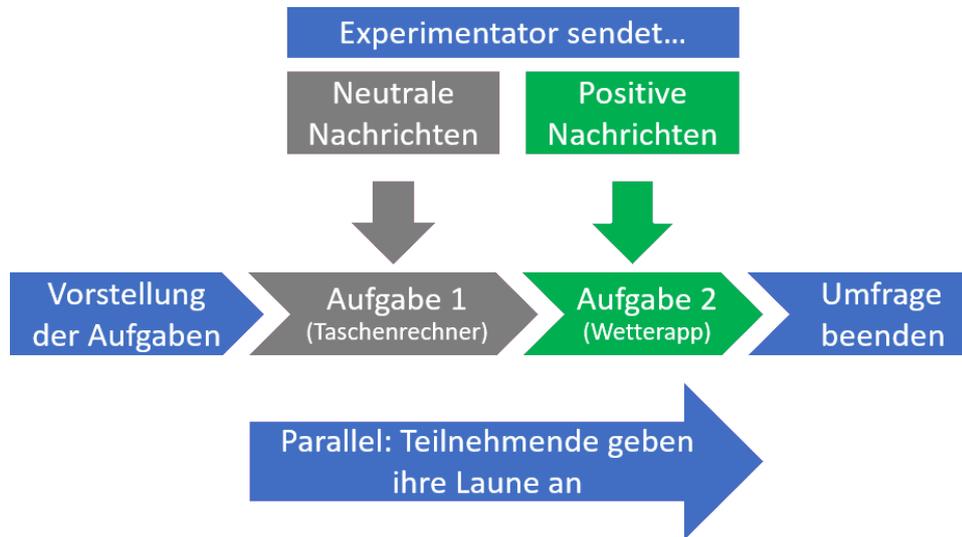


Abbildung 4.3: Schematischer Ablauf des Experiments

4.5.1 Experimentaufbau

Es haben insgesamt 12 Personen (11 männlich, 1 weiblich) teilgenommen, bestehend aus Informatik-Studierenden und Berufstätigen im Bereich des Softwareengineering, mit einem Durchschnittsalter von 26,33 Jahren (Standardabweichung = 2,9).

In Tabelle 4.1 sind die Kenntnisse der Teilnehmenden bezüglich der im Experiment verwendeten (Programmier-)Sprachen gezeigt, gemeinsam mit der Angabe der Teamerfahrung in Softwareprojekten. Die Angaben wurden jeweils auf Skalen von 1 (keine/sehr schlechte Kenntnisse) bis 5 (sehr gute Kenntnisse) gemacht.

| Wie sind deine Kenntnisse/Erfahrungen in ...? | |
|---|--------|
| | Median |
| JavaScript | 2,5 |
| vue.js | 1 |
| Python | 3 |
| HTML | 2,5 |
| Teamerfahrung | 3 |

Tabelle 4.1: Kenntnisse der Teilnehmenden in den verwendeten (Programmier-)Sprachen und Teamerfahrung in Softwareprojekten

8 Teilnehmerinnen und Teilnehmer haben das Experiment im Sinne eines verteilten Teams durchgeführt, bei dem entweder in einer Laborumgebung oder online die Aufgaben allein gelöst wurden. Diese Aufgaben bezogen sich sowohl auf den Frontend- als auch den Backendbereich des Prototyps. Ein kleiner Teil (4 Personen) hat sich auf 2 Gruppen – im Folgenden auch Präsenzteams genannt – zu je 2 Personen aufgeteilt und wurde einem Szenario zugeordnet, in dem sich beide Gruppenmitglieder auf den Frontend- und den Backendbereich des Prototyps (siehe Abschnitt 4.4.5) aufgeteilt haben, sodass eine Person der Gruppe nur Frontend-Aufgaben und die andere Person nur Backend-Aufgaben erledigte. Beide Teilnehmenden durften mündlich miteinander kommunizieren. Alle anderen Rahmenbedingungen waren identisch mit denen des verteilten Teams.

Die beiden Aufgaben „Taschenrechner“ (Aufgabe 1) und „Wetterapp“ (Aufgabe 2) sollten mit ihren Teilaufgaben in jeweils 10 Minuten bearbeitet werden. Diese Teilaufgaben lauteten beispielsweise „Erweitere den Taschenrechner um die Division“ oder „Das Feld zur Eingabe eines Städtenamens darf nicht leer sein“.

Zeitgleich zum Lösen der Aufgaben bekamen die Teilnehmenden nach jeweils 60 Sekunden eine Nachricht vom Experimentator. Dabei bekam jede Person dieselben Nachrichten (nachfolgend aufgeführt) in derselben Reihenfolge. Während der ersten Aufgabe handelte es sich um Nachrichten, die SentiStrength-DE als neutral eingestuft hat. In der zweiten Aufgabe versendete der Experimentator von SentiStrength-DE positiv eingestufte Nachrichten. Nach jedem Lesen der Nachricht sollten die Teilnehmerinnen und Teilnehmer ihre Laune auf einer Skala von -5 (sehr schlechte Laune) bis 5 (sehr gute Laune) angeben (siehe Abbildung A.6). Der Begriff *Laune* wurde an dieser Stelle in der Umfrage anstatt *Stimmung* verwendet, da dieser greifbarer und leichter verständlich ist.

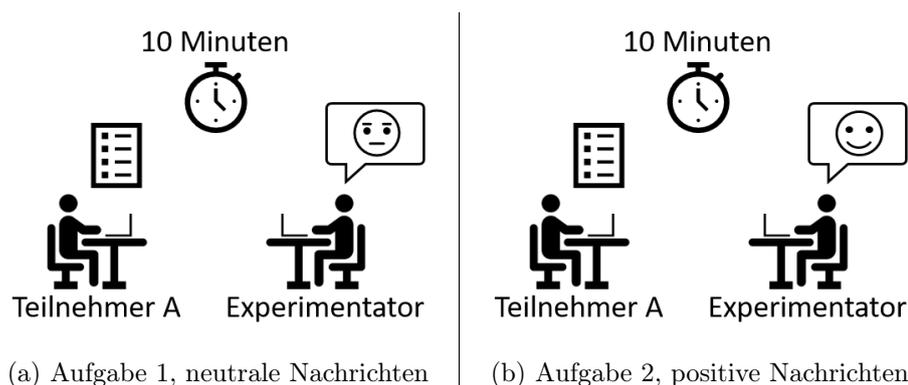


Abbildung 4.4: Experimentdurchführung im verteilten Team, Teilnehmer A löst jeweils Frontend- und Backend-Aufgaben

| Nr. | Nachricht | SentiStrength- DE- Bewertung (pos./neg.) |
|---------------------------|---|---|
| <i>Neutrale Bewertung</i> | | |
| 1 | Deine Team-Mitglieder haben es ähnlich gelöst. | +1/-1 |
| 2 | Du könntest in einem anderen Team hier bei uns noch passender sein. | +1/-1 |
| 3 | Wenn du nicht weiterkommst, schau in der Dokumentation nach. | +1/-1 |
| 4 | Lass uns später noch einmal über deine Lösung reden. | +1/-1 |
| 5 | Das ist ein Ansatz, über den es sich zu sprechen lohnt. | +1/-1 |
| 6 | Das geht besser, könnte aber auch schlechter sein. | +2/-2 |
| 7 | Das ist ein neuer Ansatz. | +1/-1 |
| 8 | Hast du bereits Erfahrungen gesammelt? | +1/-1 |
| 9 | Bist du zufrieden mit deiner Lösung? | +1/-1 |
| 10 | Im Großen und Ganzen geht das hier in Ordnung. | +1/-1 |
| <i>Positive Bewertung</i> | | |
| 1 | Dein Team kann wirklich froh sein, dich dabei zu haben. | +3/-1 |
| 2 | Dank deiner Arbeit ist uns ein Teamerfolg sicher. | +2/-1 |
| 3 | Bei dir weiß man, dass man in guten Händen ist. | +2/-1 |
| 4 | Das hast du gut gemacht! | +3/-1 |
| 5 | Wow, daran hatte ich gar nicht gedacht. | +3/-1 |
| 6 | Du bist wirklich talentiert! | +5/-1 |
| 7 | <i>(Dieses Problem hast du sehr schnell gelöst!)*</i> | +2/-1 |
| 8 | Ich bin stolz auf dich! | +3/-1 |
| 9 | Dir fällt immer wieder eine Idee ein, ich bin beeindruckt! | +3/-1 |
| 10 | <i>(Das hast du sehr kreativ gelöst!)*</i> | +3/-1 |
| 11 | Selbst neue Konzepte begreifst du wirklich schnell! | +2/-1 |
| 12 | Ich glaube nicht, dass man das noch besser lösen kann. | +2/-1 |

* Nicht im Experiment genutzt.

Tabelle 4.2: Liste der verwendeten Nachrichten

Die Liste der Nachrichten ist in Tabelle 4.2 zu sehen. Die beiden eingeklammerten Nachrichten wurden nur im letzten Teil der Umfrage, aber nicht während der Bearbeitung verwendet, da sie sehr situativ sind und während der Durchführung möglicherweise Irritationen hervorrufen konnten.

Im Kommunikationsprogramm Slack, welches zum Senden der Nachrichten an die Teilnehmerinnen und Teilnehmer verwendet wurde, wurden für die Teilnehmenden in der Experimentplanung Accounts erstellt, die die neutralen Pseudonyme *Participant 1* und *Participant 2* trugen, um hier eine mögliche positive oder negative Beeinflussung durch einen besonderen Namen zu vermeiden. Durch die Vermeidung eines realen Namens sollte auch das Gefühl der direkten Adressierung der Teilnehmenden verstärkt werden. Ein (fremder) Name als Pseudonym könnte die Vermutung offenlassen, dass die gesendeten Nachrichten nicht auf die eigene Person bezogen sind.

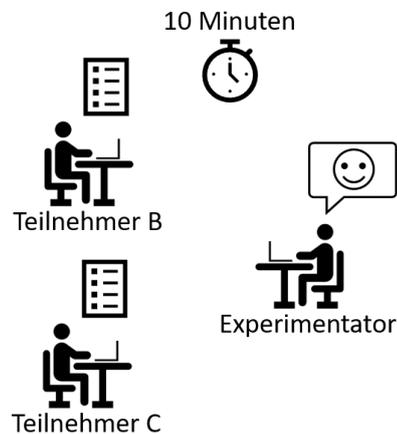


Abbildung 4.5: Experimentdurchführung bei Kleingruppen (zweite Aufgabe, positive Nachrichten), Teilnehmer B löst Frontend- und Teilnehmer C löst Backend-Aufgaben

Abbildung 4.4 zeigt den Aufbau des Experiments im Szenario des verteilten Teams. In der ersten Aufgabe (Abbildung 4.4a) sendet der Experimentator alle 60 Sekunden eine neutrale Nachricht, während Teilnehmer A sowohl Frontend- als auch Backend-Aufgaben erledigt. Nach 10 Minuten wird dieser Durchlauf beendet und die zweite Aufgabe (Abbildung 4.4b) wird vorbereitet. Diese neue Aufgabe wird von positiven, statt neutralen Nachrichten begleitet.

Die Durchführung der Präsenzteams ist in Abbildung 4.5 zu sehen, bei der hier beispielhaft nur die zweite Aufgabe veranschaulicht wurde; die Präsenzteams hatten dieselben Aufgaben wie die Teilnehmenden des verteilten Teams zu lösen. Der Unterschied zum verteilten Team besteht darin, dass zwei Teilnehmende gleichzeitig die Aufgaben lösen und Teilnehmer B das Frontend übernimmt und Teilnehmer C das Backend bearbeitet.

4.5.2 Ablauf

Die Teilnehmenden bekamen vor der Teilnahme am Experiment ein Infoblatt zugeschickt (siehe Abbildung A.1), das die grundlegenden Informationen und Anforderungen vermittelt. In einer Laborumgebung saß jede Person an einem einzelnen Tisch, ebenso wie der leicht abseits positionierte Experimentator. Bei den Präsenzteams bekamen ebenfalls alle Teilnehmenden einen einzelnen Platz, welcher aber eine mündliche Kommunikation untereinander zuließ.

Nach Unterzeichnung der Einverständniserklärung (siehe Abbildung A.2) durften die Teilnehmerinnen und Teilnehmer sich die Bildschirme mit den geöffneten Programmen (siehe Abschnitt 4.3.5) und die Experimentierklärung (siehe Abbildung A.3 bis A.5) ansehen und damit beginnen, demografische Daten zur eigenen Person sowie Angaben zu Programmierkenntnissen und Teamerfahrungen in der geöffneten Umfrage zu machen. Im Anschluss wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer durch die PANAS- und Stimmungsskala geführt und bekamen noch etwas Zeit, sich mit dem gezeigten Code und den Aufgaben vertraut zu machen.

Vor dem Start wurde noch die Möglichkeit eingeräumt, Fragen zu den Aufgaben zu stellen. In den dann folgenden zehn Minuten wurde die erste Aufgabe gelöst, begleitet von – durch den Experimentator gesendeten – neutral bewerteten Nachrichten in einem Intervall von 60 Sekunden. Nach jedem Lesen einer Nachricht gaben die Teilnehmenden in der Umfrage ihre aktuelle Laune auf einer Skala von -5 bis 5 an.

Nach zehn Minuten bat der Experimentator darum, die Programmierung zu stoppen und die Teilnehmenden bekamen erneut kurz Zeit, sich in die Teilaufgaben der zweiten Aufgabe einzulesen und Fragen zu stellen.

Genau wie in der ersten Aufgabe erhielten die Teilnehmenden zehn Minuten zur Bearbeitung der Aufgaben, unter Begleitung von diesmal positiv bewerteten Nachrichten in einem Intervall von 60 Sekunden. Am Ende wurde darum gebeten, den Rest der Umfrage auszufüllen, die gesondertes Feedback und eine eigene, persönliche Bewertung aller gelesenen Nachrichten erfragt hat (ebenfalls auf einer Skala von -5 bis 5 , von *sehr negativ* bis *sehr positiv*, siehe auch Abbildung A.7).

Am Ende wurde den Teilnehmerinnen und Teilnehmern für ihr Mitwirken gedankt und es wurde betont, dass die Nachrichten nur im Experimentkontext verstanden werden sollten, um hier eine nachhallende Wirkung der Nachrichten zu vermeiden.

4.6 Datenanalyse

Von den 12 Teilnehmenden wurde testweise bei einem Teilnehmer darauf verzichtet, während der ersten Aufgabe Nachrichten zu senden, sodass hier in zehn Minuten ohne Störung programmiert werden konnte. Hier sollte insbesondere der Aspekt der Ablenkung untersucht werden. Da dies aufgrund

des Experimententwurfs nicht in genügender Form untersucht werden konnte, wurde dieser Ansatz in den nachfolgenden Iterationen des Experiments wieder verworfen. Die gesammelten Daten dieses Teilnehmers für die erste Aufgabe wurden daher aus den folgenden Auswertungen entfernt.

Die Auswertung der Daten wurde mit zwei Hilfsmitteln vorgenommen. Hauptsächlich wurde Python (Version 3.8.10) in Kombination mit verschiedenen Bibliotheken, wie „NumPy“¹² (V. 1.24.4), „Pandas“¹³ (V. 2.0.3) und „SciPy“¹⁴ (V. 1.10.1) für die Berechnung der Metriken verwendet. Eine Überprüfung der Berechnungen fand mithilfe der Webseite „Social Science Statistics“¹⁵ statt.

4.6.1 Verwendete Metriken

Für die Beantwortung der ersten drei Forschungsfragen (siehe RQ1, RQ2 und RQ3) wird überwiegend der Korrelationskoeffizient von Spearman¹⁶ verwendet. Die Rangkorrelation nach Spearman (auch als *Spearman's Rho* bezeichnet) gibt mit einem Wert von -1 bis 1 an, wie stark zwei Variablenätze zusammenhängen. -1 steht dabei für einen perfekten negativen Zusammenhang („wenn X steigt, fällt Y“ oder andersherum) und 1 für einen perfekten positiven Zusammenhang („wenn X steigt, steigt Y“ oder andersherum).

Viele der ausgewerteten Graphen beziehen sich auf die Bewertungen der Nachrichten durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer, also welche Polarität sie einer Nachricht zuordnen würden. Diese Bewertungen werden im weiteren Verlauf der Arbeit als *Teilnehmerbewertung einer Nachricht* oder verkürzt *Teilnehmerbewertung* bezeichnet. Da diese Teilnehmerbewertungen zur Untersuchung der Forschungsfragen mit einzelnen, anderen Daten in Relation gesetzt werden, wird sehr häufig der Mittelwert und der Median über die einzelnen Teilnehmerbewertungen gebildet und dieser Wert darauffolgend verwendet. Bezieht sich eine Aussage auf den *Mittelwert* oder *Median*, ist damit – sofern nicht anders angegeben – dieser Wert der Teilnehmerbewertungen gemeint.

Es muss an dieser Stelle noch angemerkt werden, dass der Mittelwert intervallskalierte Daten voraussetzt. Der eigentlich zu verwendende Median, der auf ordinalskalierten Daten arbeiten darf, ist allerdings bei der hier vorhandenen kleinen Datenmenge nicht trennscharf genug, weswegen in den nachfolgend gezeigten Graphen immer Median und Mittelwert gemeinsam verwendet werden und zusammen eine Aussage treffen.

¹²<https://numpy.org>

¹³<https://pandas.pydata.org>

¹⁴<https://scipy.org>

¹⁵<https://www.socscistatistics.com>

¹⁶<https://www.methodenberatung.uzh.ch/de/.../rangkorrelation.html>

Als Signifikanzniveau wird 5 % gewählt, das bedeutet, dass die für die drei Forschungsfragen verwendete Nullhypothese „Es besteht kein Zusammenhang zwischen den Variablen“ für Spearman abgelehnt wird, wenn für den Signifikanzwert p gilt, dass $p \leq 0,05$. In diesem Fall wäre eine Korrelation *statistisch signifikant*. Da sich im Experiment dieser Arbeit für die untersuchten Zusammenhänge nie statistische Signifikanz nachweisen ließ, gilt die allgemeine Anmerkung, dass die meisten der errechneten Zusammenhänge lediglich grobe Tendenzen darstellen.

Als Metrik für die durch SentiStrength-DE ermittelten Bewertungen wird die Differenz aus dem positiven und negativen Anteil der Nachricht genommen (eine Nachricht, die mit $+2/-1$ bewertet wurde, würde also $2 - 1 = 1$ als verwendeten Wert bedeuten). Da sich bei dieser Metrik für die neutral bewerteten Nachrichten immer 0 als Differenz ergibt, kann hier kein Korrelationskoeffizient ermittelt werden. Der Zusammenhang zwischen SentiStrength-DE-Bewertungen und Teilnehmerbewertungen wird aus diesem Grund im Fall der neutralen Nachrichten über die durchschnittliche Abweichung von 0 bei den Teilnehmerbewertungen bestimmt.

Um die dritte Forschungsfrage zu beantworten, werden einige weitere Metriken aufgestellt, um die möglichen Veränderungen in der Stimmung statistisch belegen zu können.

Zunächst wird die **Differenz** zwischen der ersten und der letzten Selbsteinschätzung der Laune gemessen. Hiermit kann eine Tendenz ermittelt werden, ob und wie stark die Stimmung sich nach Abschluss der Aufgabe und den zehn Minuten geändert hat und in welche Richtung diese Änderung stattgefunden hat. Eine negative Differenz bedeutet eine Verschlechterung der Stimmung, während eine positive Differenz für eine Verbesserung steht. Durch die zusätzliche Bildung des Absolutbetrags der Differenz wird auch eine Aussage zur allgemeinen Veränderung der Stimmung ermöglicht.

Darüber hinaus wird auch die **Standardabweichung** aus den 11 (Start plus 10 Nachrichten) erhobenen Stimmungsangaben ermittelt. In Kombination mit der **Spannweite**, also der Differenz zwischen dem höchsten und niedrigsten Wert über den Verlauf der Messung, können so starke Oszillationen berücksichtigt werden, die bei der Betrachtung der Differenz der Start- und Endwerte möglicherweise nicht erkannt würden. Da die Standardabweichung nur auf intervallskalierten Daten erhoben werden darf, hier aber ordinalskalierte Daten vorliegen, ist sie als Tendenz und als Unterstützung der Spannweiten-Metrik zu verstehen. Insgesamt deuten hohe Werte bei diesen drei Metriken auf eine stärkere Änderung der Stimmung hin, wobei sich ein „hoher Wert“ über den Vergleich zu den anderen Werten definiert.

Kapitel 5

Ergebnisse

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse vorgestellt, die sich bei Auswertung der Daten ergeben, bevor sie im folgenden Kapitel abschließend interpretiert werden. Hierfür werden die Ergebnisse den Forschungsfragen entsprechend zugeteilt und sowohl grafisch als auch tabellarisch dargestellt. Abschließend werden noch Ergebnisse vorgestellt, die nicht explizit einer Forschungsfrage zuzuordnen sind. Zur Wahrung der Anonymität der Experimentteilnehmenden wird bei einem Bezug auf eine einzelne Teilnehmerin oder einen einzelnen Teilnehmer das generische Maskulinum verwendet.

Um eine Aussage über die Werte des hier berechneten Korrelationskoeffizienten treffen zu können, wird sich an der Einteilung von Cohen [19] orientiert. Hierbei bedeutet ein Spearman-Wert $-0,1 < r_s < 0,1$, dass **kein Zusammenhang** besteht. $-0,3 < r_s \leq -0,1$ und $0,1 \leq r_s < 0,3$ sind ein **schwacher Effekt**, $-0,5 < r_s \leq -0,3$ und $0,3 \leq r_s < 0,5$ sind ein **mittlerer Effekt** und $r_s \leq -0,5$ und $r_s \geq 0,5$ stehen für einen **starken Effekt**.

Eine kleine Zahl in Klammern an den Datenpunkten der unten gezeigten Graphen bedeutet, dass mehrere Datenpunkte auf denselben Koordinaten zu finden sind, wobei die Vielfachheit nicht zusätzlich visuell dargestellt wird. Eine (2) steht also beispielsweise dafür, dass der entsprechende Datenpunkt zweimal vorkommt. Die Farbe gibt dabei an, zu welchem Datenpunkt die Zahl gehört.

5.1 Ergebnisse für Forschungsfrage 1

Zunächst wird die erste Forschungsfrage (siehe RQ1) untersucht. Hierfür werden die positiven Anteile der PANAS- und der Stimmungsskala genommen, jeweils der Mittelwert und Median pro Person berechnet und in ein Verhältnis mit den Teilnehmerbewertungen der positiven Nachrichten (siehe Abbildung A.7) gesetzt.

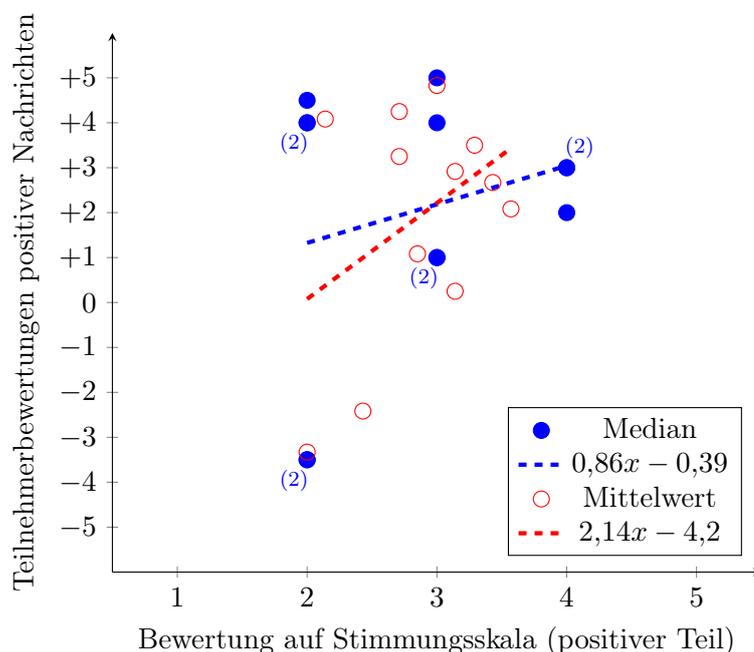


Abbildung 5.1: Zusammenhang zwischen den positiven Aussagen der Stimmungsskala und den positiven Teilnehmerbewertungen pro Person

Die Abbildung 5.1 beschreibt den Zusammenhang zwischen der übersetzten Stimmungsskala von Bohner et al. [13] und der Nachrichten-Selbsteinschätzung der 12 Teilnehmenden. Als Grundlage für den Graphen werden die Bewertungen der 7 positiven Aussagen der Stimmungsskala (siehe Tabelle 2.1) und die Teilnehmerbewertungen der 12 positiven Nachrichten (siehe Tabelle 4.2) verwendet. Für alle 12 Teilnehmenden wird jeweils der Median und der Mittelwert aus diesen Werten gebildet und gemeinsam mit der zugehörigen Regressionsgeraden in den Graphen eingezeichnet. Einem Teilnehmer lässt sich je ein Median- und ein Mittelwerts-Datenpunkt zuordnen. Die abschließend durchgeführte Berechnung durch Spearman ergibt den Korrelationskoeffizienten.

Durch die positiven Steigungen der beiden Trendlinien kann hier bereits ein positiver Zusammenhang vermutet werden. Wird der Korrelationskoeffizient von Spearman betrachtet, ist für die Mittelwerte ($r_s = 0,102$; $p = 0,753$; $n = 12$) ein schwacher positiver Zusammenhang erkennbar, der bei den Medianen ($r_s = -0,023$; $p = 0,944$; $n = 12$) allerdings zu nah an 0 ist, um eine Korrelation zu erkennen. Darüber hinaus sind beide Zusammenhänge nicht signifikant.

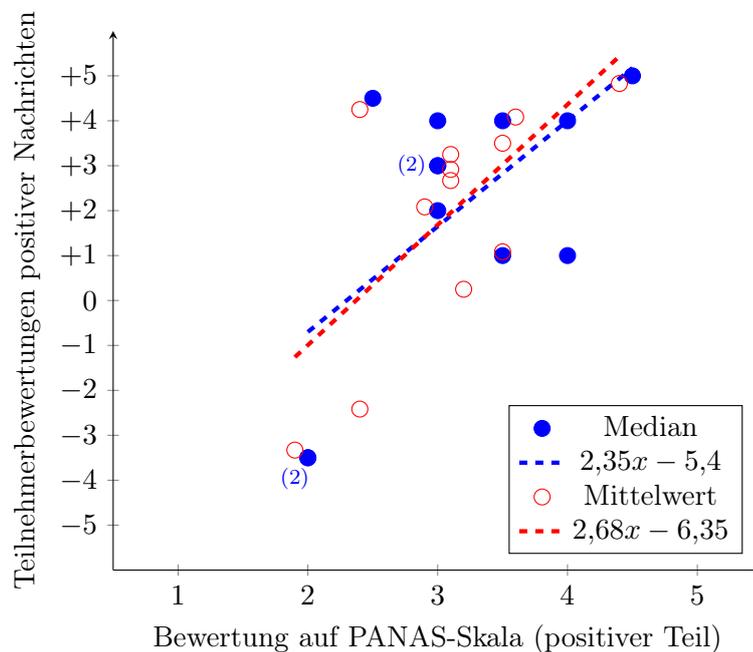


Abbildung 5.2: Zusammenhang zwischen den positiven Teilen der PANAS-Skala und den positiven Teilnehmerbewertungen pro Person

Genau wie die Stimmungsskala wird auch die von Krohne et al. [59] übersetzte PANAS-Skala zur Auswertung der ersten Forschungsfrage herangezogen. In Abbildung 5.2 ist der Zusammenhang der Bewertungen für die 10 positiven Adjektive der PANAS-Skala (siehe Tabelle 2.2) und der Teilnehmerbewertungen der 12 positiven Nachrichten gezeigt. Genau wie auch in Abbildung 5.1 werden jeweils Mittelwert und Median der einzelnen Teilnehmerbewertungen und PANAS-Werte gebildet und daraufhin die Regressionsgeraden und der Korrelationskoeffizient von Spearman berechnet. Auch hier lassen sich einem Teilnehmer genau ein Median- und ein Mittelwert-Datenpunkt zuordnen.

Bei der Auswertung des Graphen stellt sich hier ein noch stärkerer Zusammenhang als bei der Stimmungsskala ein, denn sowohl Datenpunkte als auch die beiden Regressionsgeraden legen eine starke positive Korrelation nahe. So ist Spearmans Rho für die Mittelwerte ($r_s = 0,523$; $p = 0,081$; $n = 12$) ein stark positiver Effekt zuzuordnen, die Mediane ($r_s = 0,438$; $p = 0,154$; $n = 12$) weisen allerdings nur noch einen mittleren positiven Effekt auf, jedoch jeweils ohne statistische Signifikanz.

Alle Zahlenwerte, die die Grundlage der beiden oben gezeigten Graphen bilden, sind in Tabelle B.1 zu finden, jeweils nach Teilnehmenden aufgeteilt.

Beobachtung

Insgesamt lässt sich also ein tendenziell positiver Zusammenhang zwischen den Stimmungsskalen und den wahrgenommenen Nachrichten beobachten. Es sind Tendenzen zu beobachten, in denen mehr positive Stimmungsangaben in einer eher positiveren Wahrnehmung resultieren.

5.2 Ergebnisse für Forschungsfrage 2

Um im Folgenden die Stimmungsänderung und die erhaltenen Nachrichten in Verbindung setzen zu können, wird in dieser zweiten Forschungsfrage (siehe RQ2) untersucht, ob SentiStrength-DE als Tool eine Einschätzung abgibt, die ungefähr mit der Einschätzung der Teilnehmenden übereinstimmt.

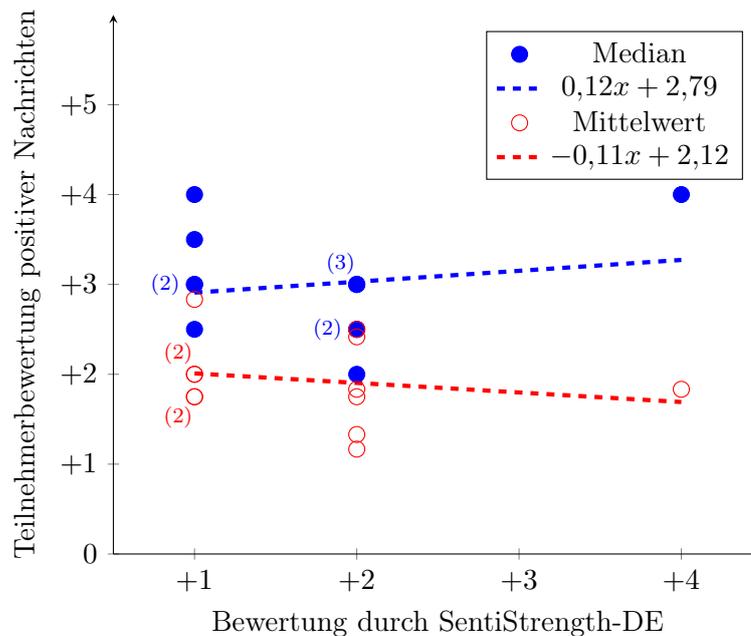


Abbildung 5.3: Zusammenhang zwischen den Bewertungen der positiven Nachrichten durch SentiStrength-DE und durch die Teilnehmenden

Abbildung 5.3 beschreibt die Korrelation zwischen den Bewertungen durch SentiStrength-DE und durch die Experimentteilnehmenden bei positiven Nachrichten. In diesem Graphen wurde nicht nach Person, sondern nach Nachricht aufgeteilt, um hier gegenüberstellen zu können, wie eine vom Tool bewertete Nachricht durch eine Person bewertet wurde. Über alle Teilnehmerbewertungen für eine Nachricht wurde der Median und der

Mittelwert gebildet, dementsprechend besitzt hier eine Nachricht jeweils einen Median- und einen Mittelwerts-Datenpunkt.

Mithilfe des Korrelationskoeffizienten von Spearman ergeben sich negative, allerdings nicht signifikante, Zusammenhänge: Sowohl Mittelwerte ($r_s = -0,195$; $p = 0,544$; $n = 12$) als auch Mediane ($r_s = -0,126$; $p = 0,696$; $n = 12$) entsprechen einem schwachen, negativen Effekt. Insgesamt werden Nachrichten, die von SentiStrength-DE als positiv erkannt wurden, jedoch durchschnittlich auch positiv wahrgenommen.

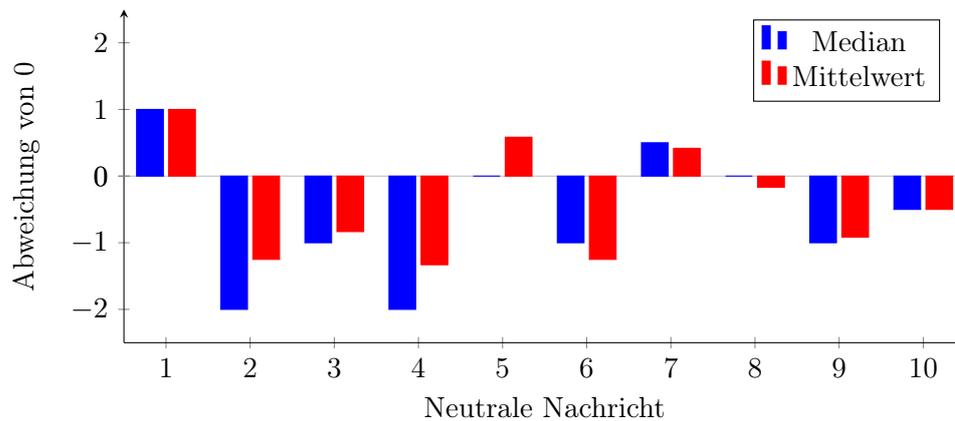


Abbildung 5.4: Abweichung der durch die Teilnehmenden bewerteten neutralen Nachrichten von 0

Um eine Aussage über die neutralen Nachrichten treffen zu können, ist in Abbildung 5.4 aufgetragen, wie stark die Bewertung einer neutralen Nachricht von 0 als Wert für eine „ideale“ neutrale Nachricht abweicht. Da sich, wie bereits in Abschnitt 4.6.1 angesprochen, in der Bewertung durch SentiStrength-DE bei allen neutralen Nachrichten in der Differenz 0 ergibt, kann hier kein Korrelationskoeffizient ermittelt werden, der pro Datensatz unterschiedliche Werte erwartet. Um dennoch einen Eindruck vom Verhältnis der Tool-Bewertungen und der Teilnehmerbewertungen bei neutralen Nachrichten zu erhalten, wurde in Abbildung 5.4 für jede neutrale Nachricht der Mittelwert und der Median der Teilnehmerbewertungen gebildet und der Abstand zu 0 dargestellt.

Werden hier die errechneten Median-Werte (blaue Balken im Graphen) betrachtet, ergibt sich eine durchschnittliche Differenz von 0, die $-0,6$ beträgt. Mit dem Mittelwert als Ausgangspunkt (rote Balken) ergibt sich ein ähnlicher Mittelwert von $-0,42$.

Die neutralen Nachrichten bewegen sich in der Teilnehmerbewertung also im Durchschnitt relativ nah an 0 (bei möglichen Werten von -5 bis 5), wobei Spannweiten von $2,33$ und 3 auf nicht vernachlässigbare Schwankungen zwischen den einzelnen Nachrichten hindeuten, eine vermeintlich neutrale Nachricht also sehr unterschiedlich aufgenommen wird.

Beobachtung

Insgesamt spiegelt SentiStrength-DE ungefähr die Wahrnehmungen der Nachrichten wider. Es ergeben sich bei neutralen und positiven Nachrichten allerdings sehr starke individuelle Abweichungen, die im Fall der positiven Nachrichten bei der Zunahme der SentiStrength-DE-Positivität eine tendenziell leichte Abnahme der wahrgenommenen Positivität bedingen. Durch die im Durchschnitt ausschließlich positiven Wahrnehmungen ist diese Tendenz hier jedoch nur eine Aussage über der Intensität der Positivität. Entsprechend erlauben die in diesem Experiment gewählten Nachrichten Aussagen über die möglichen unterschiedlichen Auswirkungen von emotionaler Ansteckung.

Die Gegenüberstellung von SentiStrength-DE-Bewertungen und Teilnehmerbewertungen ist in Zahlenform im Anhang in den Tabellen B.2 und B.3 zu finden.

Während in Abbildung 5.3 der kumulierte Zusammenhang zwischen der SentiStrength-DE-Bewertung und den Teilnehmerbewertungen je positiver Nachricht zu sehen ist, sind im Folgenden einige auffällige Zusammenhänge bei einzelnen Teilnehmern je positiver Nachricht dargestellt.

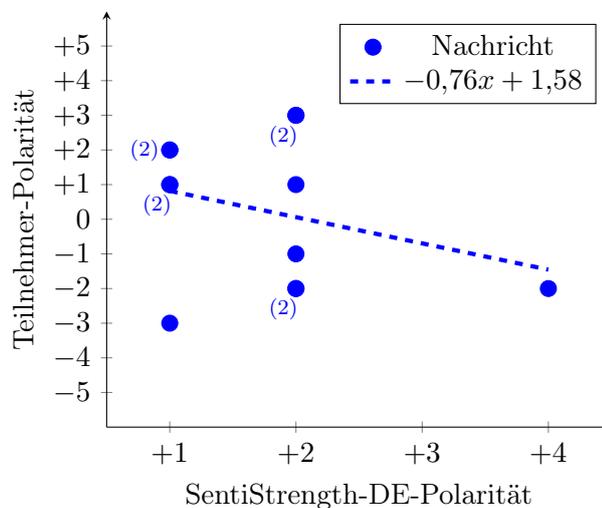


Abbildung 5.5: Zusammenhang der SentiStrength-DE-Polarität und der Bewertung durch Teilnehmer 2

In Abbildung 5.5 ist der Zusammenhang zwischen der Bewertung der positiven Nachrichten durch SentiStrength-DE und durch Teilnehmer 2 zu sehen. Dieser Teilnehmer wird an dieser Stelle gesondert betrachtet, weil er diverse negative Wahrnehmungen aufweist, während Abbildung 5.3 nur durchschnittlich positive Wahrnehmungen der Teilnehmenden zeigt.

Wird hier Spearman ($r_s = -0,162$; $p = 0,614$; $n = 12$) verwendet, kann ein schwacher negativer, nicht signifikanter, Effekt beobachtet werden.

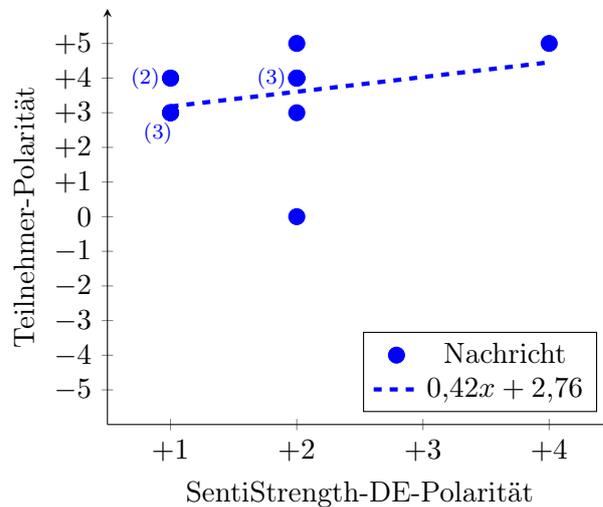


Abbildung 5.6: Zusammenhang der SentiStrength-DE-Polarität und der Bewertung durch Teilnehmer 3

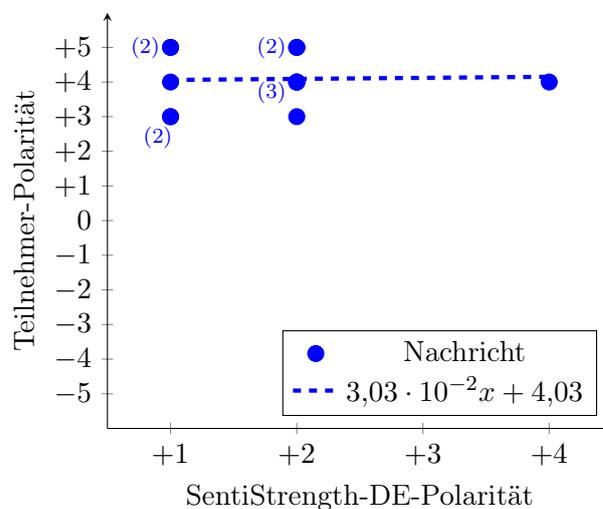


Abbildung 5.7: Zusammenhang der SentiStrength-DE-Polarität und der Bewertung durch Teilnehmer 7

In den Abbildungen 5.6 und 5.7 ist der Zusammenhang zwischen der Bewertung der positiven Nachrichten durch SentiStrength-DE und durch Teilnehmer 3 beziehungsweise 7 zu sehen. Bei beiden Teilnehmern ist zu beobachten, dass den Nachrichten überwiegend eine hohe positive Polarität zugeordnet wurde. Während diese Bewertung bei Teilnehmer 3 mit der

höheren Polarität der SentiStrength-DE-Bewertung weiter ansteigt, ist keine große Änderung bei Teilnehmer 7 zu erkennen.

Bei Teilnehmer 3 ist ein mittlerer positiver Zusammenhang ($r_s = 0,416$; $p = 0,178$; $n = 12$) vorhanden. Im Fall von Teilnehmer 7 ($r_s = 0,054$; $p = 0,868$; $n = 12$) ist hingegen kein Zusammenhang detektierbar. Allerdings sind beide Ergebnisse nicht statistisch signifikant.

Die Daten weiterer Teilnehmer sind der Tabelle B.5 im Anhang zu entnehmen.

Diese drei Personen stehen repräsentativ für alle Teilnehmenden, bei denen in der Zusammenfassung in Abbildung 5.3 zwar eine schwach negative Tendenz bei durchschnittlich positiven Wahrnehmungen erkennbar ist, für jeden einzelnen Teilnehmenden aber sehr unterschiedliche Korrelationen und Wahrnehmungen vorliegen.

5.3 Ergebnisse für Forschungsfrage 3

Mithilfe der beobachteten Zusammenhänge aus den ersten beiden Forschungsfragen als Grundlage können die Ergebnisse der dritten Forschungsfrage (siehe RQ3) präsentiert werden, die den Zusammenhang zwischen den Stimmungsänderungen und möglichen Einflüssen, die zu diesen Änderungen geführt haben, untersucht. Die Aufteilung der drei Metriken *Differenz*, *Standardabweichung* und *Spannweite* wird zusätzlich noch in die neutralen und positiven Nachrichten aufgeteilt, sodass insgesamt sechs Zusammenhänge untersucht werden.

5.3.1 Beobachtungen bei neutralen Nachrichten

Zunächst wird eine Übersicht über die in Abschnitt 4.6.1 definierten Metriken mit ihrer entsprechenden Anwendung auf die zugrundeliegenden Daten gegeben. Mithilfe der Ergebnisse der verschiedenen Metriken wird im Anschluss erneut der Korrelationskoeffizient gebildet, um eine abschließende Antwort auf die dritte Forschungsfrage geben zu können. Wie zu Beginn in Abschnitt 4.6 erklärt, wurden die Daten eines einzelnen Teilnehmers entfernt, da nicht genug Daten für eine Auswertung gesammelt werden konnten.

Zunächst wird die Differenz zwischen der ersten (vor Start der Aufgabe) und der letzten Stimmungsmessung (bei Ende der Aufgabe beziehungsweise nach Lesen der zehnten Nachricht) gemessen. Diese Daten sind in Tabelle 5.1, zusammen mit den Werten für die Metriken *Standardabweichung* und *Spannweite*, angegeben. Für jede der drei Metriken wird ein Graph aufgestellt, der alle Teilnehmerbewertungen bezüglich der neutralen Nachrichten (jeweils in Mittelwert und Median aufgeteilt) und die Differenz, Standardabweichung und Spannweite in Relation setzt. Über diese Relation wird wieder der Korrelationskoeffizient von Spearman ermittelt.

| Experiment-Aufgabe 1 (neutrale Nachrichten) | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------|---|------|------|------|------|------|------|-----|------|
| | Teilnehmer/-in | | | | | | | | | | |
| | 1 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Stimmungslevel - Start | -1 | 2 | 0 | 4 | 2 | 4 | 3 | 3 | 1 | 2 | 2 |
| Stimmungslevel - Ende | -3 | 1 | 0 | 1 | 5 | 5 | 4 | 3 | 2 | -1 | -1 |
| Differenz | -2 | -1 | 0 | -3 | 3 | 1 | 1 | 0 | 1 | -3 | -3 |
| Standardabweichung | 1,15 | 0,95 | 0 | 2,09 | 0,88 | 0,64 | 1,72 | 2,59 | 0,57 | 1,3 | 1,72 |
| Spannweite | 4 | 3 | 0 | 6 | 3 | 2 | 5 | 8 | 2 | 4 | 6 |

Tabelle 5.1: Angewandte Metriken für die Stimmungsänderungen bei neutralen Nachrichten

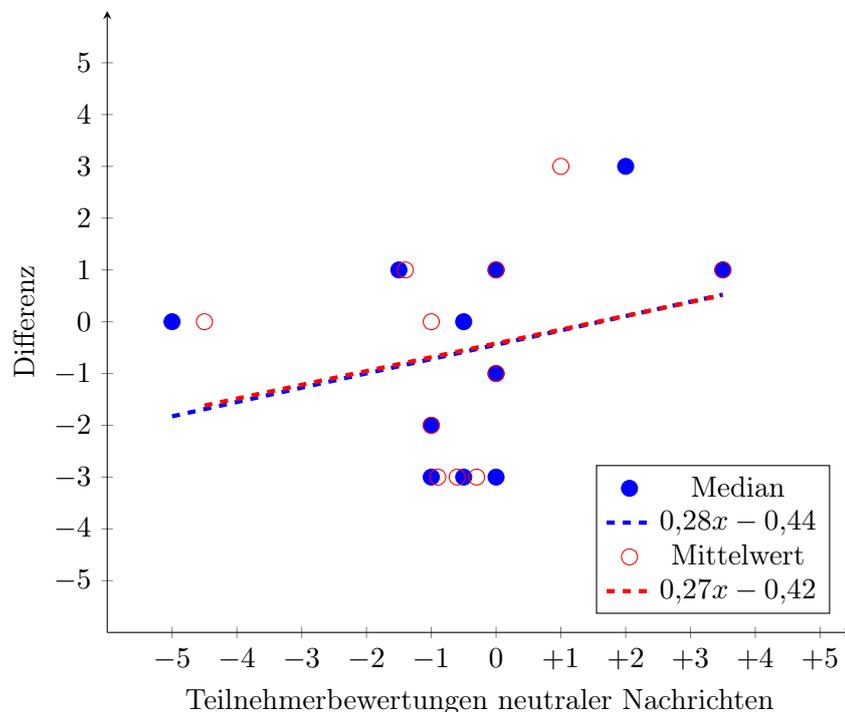


Abbildung 5.8: Zusammenhang zwischen den neutralen Teilnehmerbewertungen und der Differenz-Metrik

Abbildung 5.8 setzt die Teilnehmerbewertungen der neutralen Nachrichten mit der *Differenz* der Start- und Endwerte im Stimmungslevel bei den neutralen Nachrichten in Abhängigkeit.

Hier lässt sich anhand der Trendlinien für den Mittelwert und den Median der Teilnehmerbewertungen ein positiver Zusammenhang vermuten, dass also mit der steigenden positiven Wahrnehmung einer Nachricht sich auch die Stimmung stärker verbessert. Die Korrelation von Spearman ergibt positive Zusammenhänge: Sie entspricht einem schwach positiven Effekt bei den

Mittelwerten ($r_s = 0,273$; $p = 0,417$; $n = 11$) und einem mittleren positiven Effekt bei den Medianen ($r_s = 0,313$; $p = 0,349$; $n = 11$), die beide jeweils aber keine Signifikanz aufweisen.

Um eine Aussage über die allgemeine Veränderung (also sowohl positive als auch negative Änderungen) der Stimmung treffen zu können, wird noch auf den Korrelationskoeffizienten für den Absolutbetrag der jeweiligen Differenzen aus Tabelle 5.1 eingegangen, sodass jede Differenz also einen positiven Wert annimmt. Für die Mittelwerte ($r_s = 0,348$; $p = 0,294$; $n = 11$) ergibt sich ein nicht signifikanter mittlerer positiver Effekt, für die Mediane ($r_s = 0,245$; $p = 0,468$; $n = 11$) ein schwacher positiver, ebenfalls nicht signifikanter Effekt. Dadurch, dass diese vier ermittelten Korrelationskoeffizienten bezüglich der Differenz sehr nah beieinander liegen, ergibt sich eine weitere Beobachtung.

Beobachtung

Ein Anstieg der wahrgenommenen positiven Polarität einer Nachricht kann tendenziell zu Stimmungsverbesserungen, aber auch zu allgemeinen Stimmungsänderungen führen.

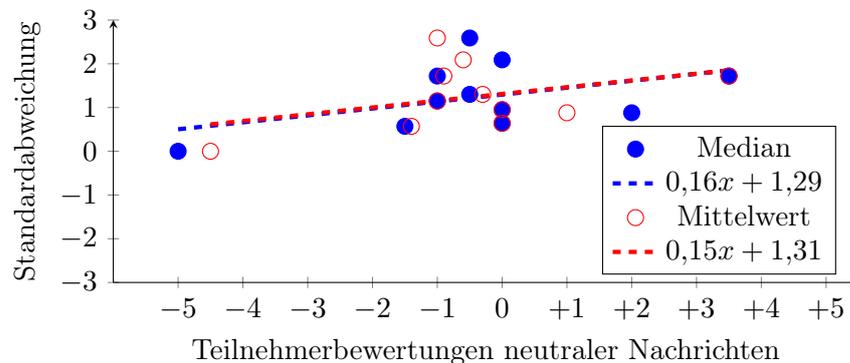


Abbildung 5.9: Zusammenhang zwischen den neutralen Teilnehmerbewertungen und der Standardabweichungs-Metrik

Bei der *Standardabweichung*, die über den Verlauf einer Aufgabe anhand der angegebenen Stimmungen errechnet und in Relation zu den Teilnehmerbewertungen der neutralen Nachrichten gesetzt wurde, ist auch ein positiver Zusammenhang zu erkennen (siehe Abbildung 5.9). Spearmans Korrelationskoeffizient ermittelt für die Mittelwerte einen schwachen positiven Effekt ($r_s = 0,197$; $p = 0,562$; $n = 11$) und für die Mediane einen mittleren positiven Effekt ($r_s = 0,335$; $p = 0,314$; $n = 11$), jeweils ohne statistische Signifikanz. Da die Standardabweichung für die Schwankungen um den Mittelwert steht, ist dementsprechend die Aussage, dass mit steigender

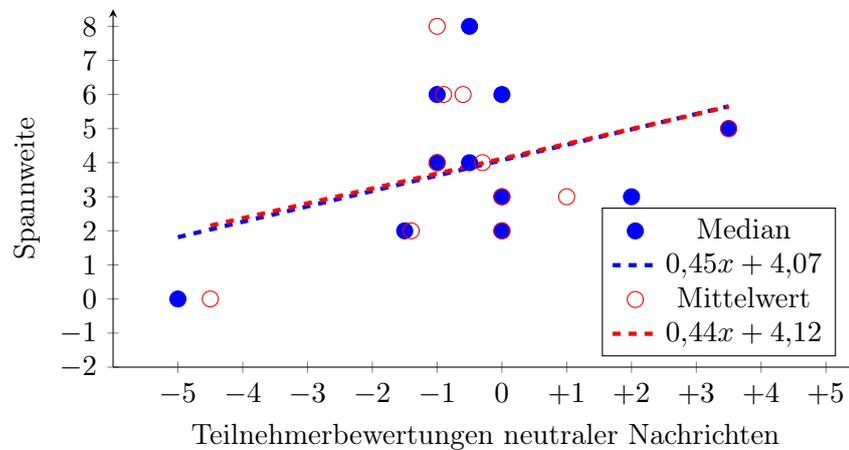


Abbildung 5.10: Zusammenhang zwischen den neutralen Teilnehmerbewertungen und der Spannweiten-Metrik

positiver Wahrnehmung einer Nachricht auch tendenziell mehr Oszillationen bei der Stimmungsänderung zu beobachten sind.

Die Beobachtung der stärkeren Oszillationen stimmt mit den Beobachtungen aus der Metrik der *Spannweiten* überein, hier ergeben sich ebenfalls positive Korrelationen (siehe Abbildung 5.10). Der Korrelationskoeffizient nach Spearman findet für die Mittelwerte ($r_s = 0,127$; $p = 0,71$; $n = 11$) und für die Mediane jeweils einen schwachen, nicht signifikanten positiven Effekt ($r_s = 0,253$; $p = 0,452$; $n = 11$).

Beobachtung

Eine Person, die im Durchschnitt die gelesenen Nachrichten eher positiv verstanden hat, neigt tendenziell stärker zu großen Änderungen in der Stimmung, als eine Person, die sie eher negativ verstanden hat.

5.3.2 Beobachtungen bei positiven Nachrichten

In Tabelle 5.2 sind die Metriken für die zweite Aufgabe angegeben, bei der die Teilnehmenden während der Programmierung positive Nachrichten erhielten. In den folgenden drei Graphen (Abbildungen 5.11, 5.12 und 5.13) werden die drei Metriken Differenz, Standardabweichung und Spannweite genau wie in den vorherigen drei Graphen mit den Teilnehmerbewertungen der hier *positiven* Nachrichten in Relation gesetzt. Auch hier sind die Bewertungen nach Median und Mittelwert aufgeteilt und der Zusammenhang wird mithilfe der Spearman-Korrelation bestimmt. Bei der Auswertung der Ergebnisse für die positiven Nachrichten ergeben sich ein anderes Bild und auch teilweise andere Zusammenhänge.

| Experiment-Aufgabe 2 (positive Nachrichten) | | | | | | | | | | | | |
|---|----------------|------|------|---|------|------|---|------|-----|------|------|------|
| | Teilnehmer/-in | | | | | | | | | | | |
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 |
| Stimmungslevel - Start | -3 | 2 | 1 | 0 | 3 | 5 | 5 | 3 | 0 | 1 | -1 | -1 |
| Stimmungslevel - Ende | 1 | -3 | -3 | 0 | 3 | 4 | 5 | 4 | 5 | 2 | 5 | 5 |
| Differenz | 4 | -5 | -4 | 0 | 0 | -1 | 0 | 1 | 5 | 1 | 6 | 6 |
| Standardabweichung | 1,55 | 1,71 | 3,17 | 0 | 0,57 | 0,62 | 0 | 0,64 | 1,5 | 0,74 | 1,86 | 1,72 |
| Spannweite | 4 | 6 | 8 | 0 | 2 | 2 | 0 | 2 | 5 | 2 | 6 | 6 |

Tabelle 5.2: Angewandte Metriken für die Stimmungsänderungen bei positiven Nachrichten

Es ist anzumerken, dass zur Berechnung des Medians und des Mittelwerts der Bewertungen nur die 10 nicht eingeklammerten Nachrichten in Tabelle 4.2 verwendet werden. Der Grund hierfür ist, dass im Experiment nur diese 10 Nachrichten gesendet wurden, die eingeklammerten Nachrichten konnten somit keinerlei Einfluss auf die Änderung der Stimmung haben.

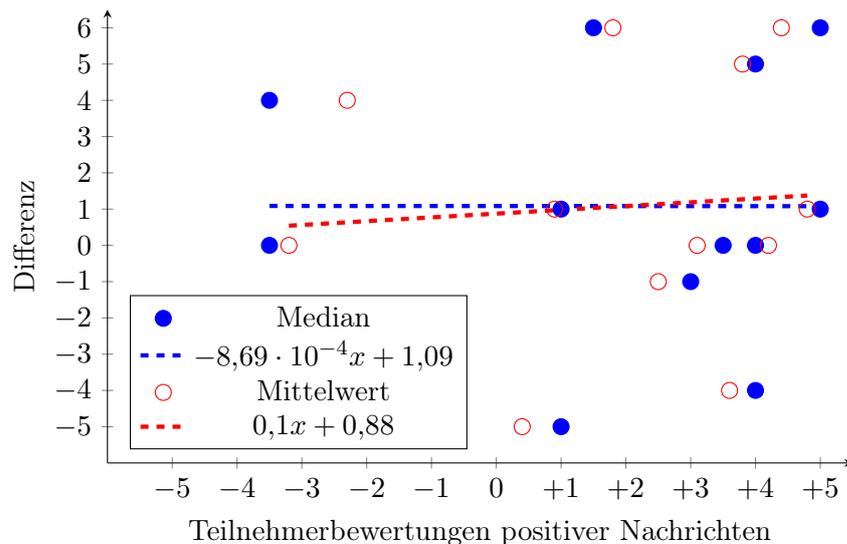


Abbildung 5.11: Zusammenhang zwischen den positiven Teilnehmerbewertungen und der Differenz-Metrik

Wird die *Differenz* in Abbildung 5.11 betrachtet, ist eine deutlich stärkere Verteilung der einzelnen Datenpunkte zu erkennen. Auch die Trendlinien bezogen auf die Mittelwerte und Mediane der Teilnehmerbewertungen weisen eine flachere Steigung im Vergleich zu den neutralen Nachrichten auf. So sind in der Korrelation nach Spearman für den Mittelwert ($r_s = 0,226$; $p = 0,48$; $n = 12$) und für den Median ($r_s = 0,184$; $p = 0,566$; $n = 12$) schwache positive Effekte beobachtbar, die allerdings nicht statistisch signifikant sind.

Werden hier erneut die Absolutbeträge der Differenzwerte aus Tabelle 5.2 betrachtet, ergibt sich für die Korrelation bei den Mittelwerten ($r_s = 0,086$; $p = 0,791$; $n = 12$) kein erkennbarer Zusammenhang, bei den Medianen ($r_s = 0,179$; $p = 0,578$; $n = 12$) allerdings ein schwacher, nicht signifikanter positiver Effekt.

Beobachtung

Es ist die Tendenz zu beobachten, dass ein Anstieg der wahrgenommenen Positivität einer Nachricht mit einer Verbesserung beziehungsweise Veränderung der Stimmung einhergeht.

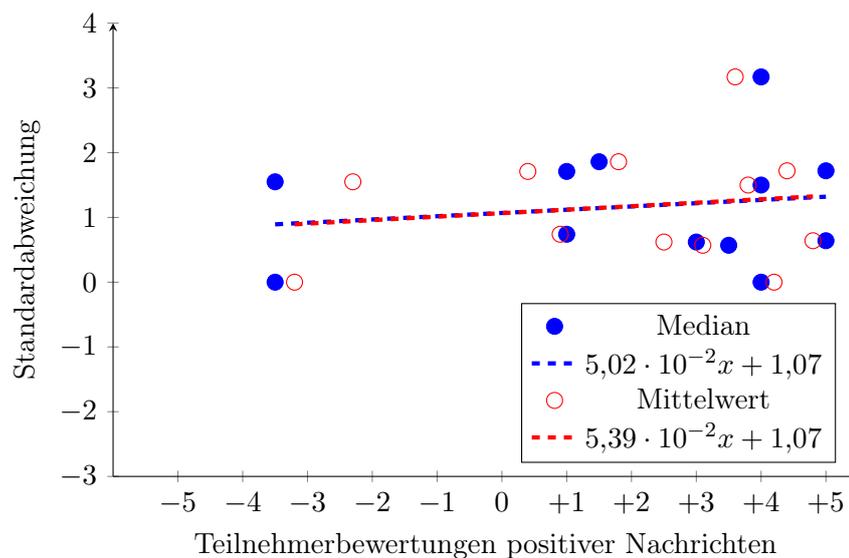


Abbildung 5.12: Zusammenhang zwischen den positiven Teilnehmerbewertungen und der Standardabweichungs-Metrik

In Bezug auf die *Standardabweichung* in Abbildung 5.12 ergibt sich ein ähnliches Bild des Graphen. Der Korrelationskoeffizient von Spearman erkennt im Fall der Mittelwerte ($r_s = 0,039$; $p = 0,905$; $n = 12$) keinen Zusammenhang, errechnet aber einen schwachen positiven Zusammenhang für die Mediane ($r_s = 0,119$; $p = 0,713$; $n = 12$), der allerdings nicht signifikant ist. Werden Nachrichten im Durchschnitt eher positiv wahrgenommen, sind demzufolge ein leichter Anstieg der Standardabweichung und somit auch leicht stärkere Oszillationen zu beobachten.

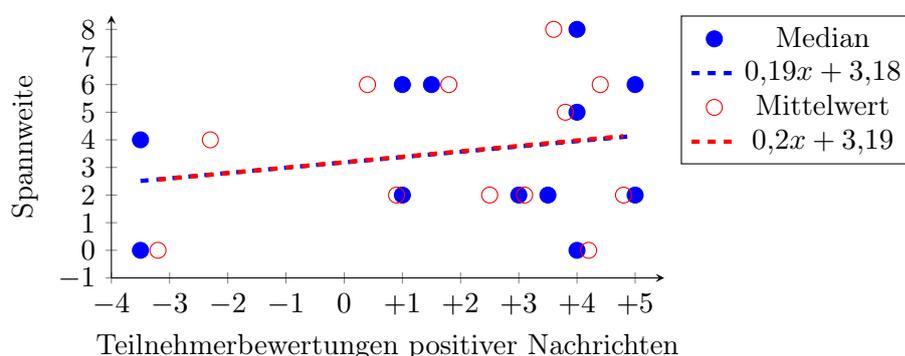


Abbildung 5.13: Zusammenhang zwischen den positiven Teilnehmerbewertungen und der Spannweiten-Metrik

Bei der *Spannweite* ist ein gleichartiges Bild ersichtlich (siehe Abbildung 5.13). Die Korrelation fällt schwach aus, sodass für die Mittelwerte ($r_s = 0,086$; $p = 0,79$; $n = 12$) kein Zusammenhang und für die Mediane ($r_s = 0,184$; $p = 0,568$; $n = 12$) ebenfalls nur ein nicht signifikanter, schwacher positiver Effekt erkannt wird.

Beobachtung

In Kombination mit der Standardabweichung und der Differenz ist also die Aussage zu treffen, dass eine positiv wahrgenommene Nachricht tendenziell eher zu Stimmungsänderungen beiträgt, dieser Zusammenhang aber nicht so stark wie bei den neutralen Nachrichten ausfällt.

5.3.3 Stimmungsänderungen

Dieser Abschnitt befasst sich mit einer Übersicht über die beobachteten Änderungen in der Stimmung der Studienteilnehmenden. Dabei wird zunächst ein Überblick über die Gesamtheit der Stimmungsänderungen gegeben, welcher die selbst eingeschätzten Stimmungslevel aller Teilnehmenden nach jeder Nachricht angibt. Abschließend werden die Stimmungsverläufe der einzelnen Teilnehmerinnen und Teilnehmer präsentiert.

In Abbildung 5.14 sind zunächst die Stimmungen der Versuchspersonen unter Einfluss der neutralen Nachrichten abgebildet. Dabei steht eine Farbe je für ein Stimmungslevel nach einer bestimmten Nachricht, der rote Abschnitt bei der sechsten Nachricht bedeutet zum Beispiel, dass diese Person ihre Laune zu diesem Zeitpunkt als -5 eingestuft hat. Die Breite eines solchen Abschnitts beschreibt, wie viele Personen diese Einschätzung zu diesem Zeitpunkt geteilt haben; in diesem Beispiel also entsprechend nur eine Person.

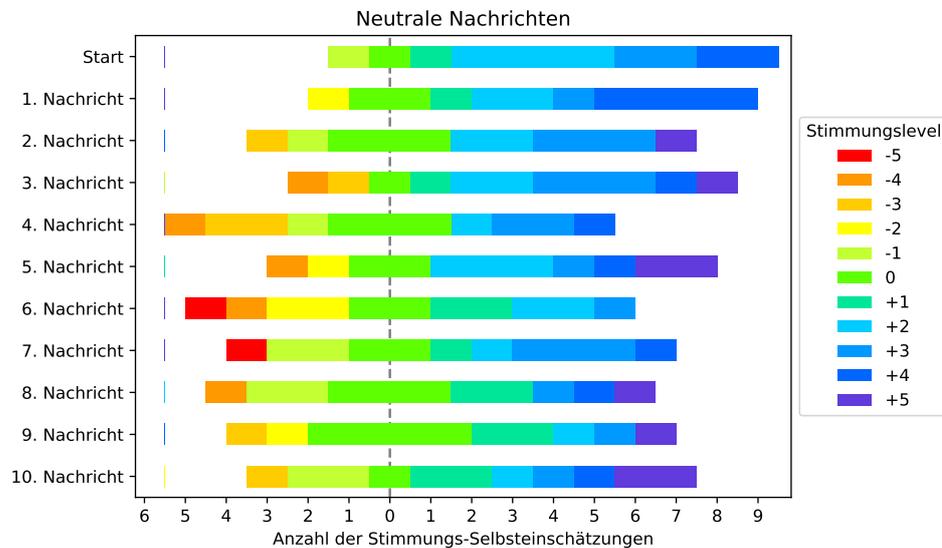


Abbildung 5.14: Verteilung der Launen der Teilnehmenden bei neutralen Nachrichten

Anhand der Länge der Balken im positiven und negativen Bereich lässt sich eine erste Tendenz ableiten. Während zu Beginn noch 9 Angaben in einem positiven Bereich (hier als Wert zwischen +1 und +5 definiert) gemacht wurden, gab es zwischenzeitlich (vierte Nachricht) nur 4 solcher Angaben. Bei Abschluss dieses Durchgangs besserte sich bei einigen die Laune wieder, sodass es wieder 7 positive Angaben gab.

Im Bereich der negativen Angaben sind hier besonders die vierte und sechste Nachricht auffällig. Bei beiden gab es 4 negative Angaben (als Wert zwischen -1 und -5 definiert), die bei der sechsten Nachricht -2 oder noch negativere Werte hatten.

Zum Ende hin ist auch auffällig, dass die Angaben einer neutralen Stimmung (also einem Wert, der 0 entspricht) zunehmen, bevor nach der zehnten und somit letzten Nachricht nur noch eine neutrale Angabe gemacht wurde. Die einzelnen genauen Zahlenwerte sind der Tabelle B.6 im Anhang zu entnehmen.

Wird die Übersicht der positiven Nachrichten in Abbildung 5.15 betrachtet, ergibt sich hier ein anderes Bild. Es fällt direkt auf, dass keine Angabe gemacht wurde, die schlechter als -3 ist. Im Vergleich zu den Beobachtungen bei neutralen Nachrichten ist darüber hinaus zu beobachten, dass insgesamt verhältnismäßig weniger negative Angaben gemacht wurden: Lediglich zum Anfang gab es drei negative Bewertungen, ab diesem Zeitpunkt nur noch zwei oder weniger.

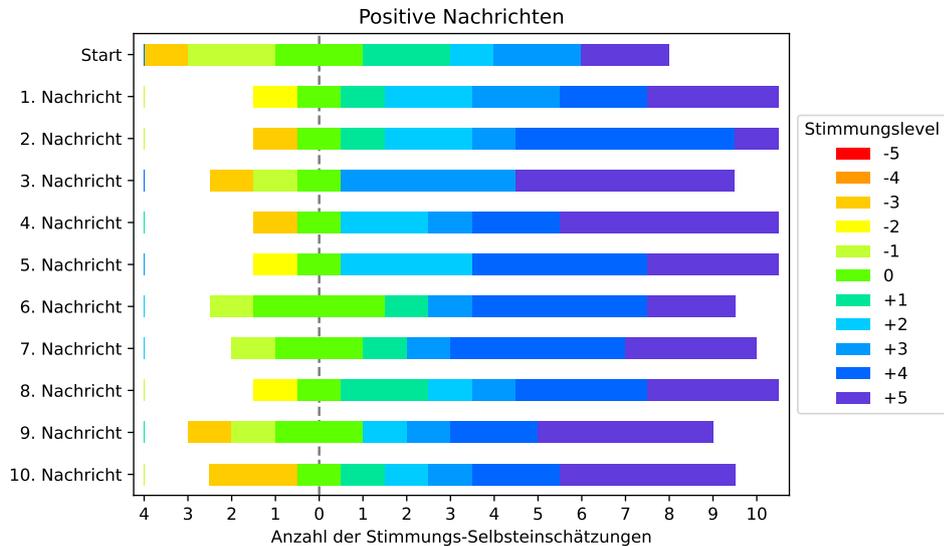


Abbildung 5.15: Verteilung der Launen der Teilnehmenden bei positiven Nachrichten

Die überwiegende Mehrheit der Bewertungen ist im positiven Bereich zu finden, mit teilweise bis zu 5 einzelnen Angaben von +5 für einen Zeitpunkt. Auch insgesamt ist zu beobachten, dass viele Angaben einer +5 gemacht wurden, während dies im Verlauf der neutralen Nachrichten deutlich seltener getan wurde.

Eine besonders auffällige Tendenz ist in dieser Abbildung nicht ausfindig zu machen, sodass die Kernaussage dieser zweiten Übersicht vielmehr die ist, dass eine überwiegend positive Stimmung herrschte. Um eine konkrete Aussage zu formulieren, sind eher die individuellen Änderungen interessant, die nachfolgend beschrieben sind. Alle Zahlenwerte sind in der Tabelle B.7 im Anhang zu finden.

Im Folgenden sind die konkreten Änderungen der Stimmungen bei den Teilnehmenden über den Verlauf einer Aufgabe abgebildet. Die beiden ersten Graphen (Abbildungen 5.16 und 5.17) unterscheiden die beiden Präsenzteams und das verteilte Team in ihrer Änderung des Stimmungslevels unter Einfluss von neutralen Nachrichten. Dabei gehören die beiden blauen Linien und die beiden pinkfarbenen Linien in den Abbildungen 5.17 und 5.19 zu je einem Präsenzteam. Zur besseren Zuordnung sind die beiden Teilnehmerlinien des einen Präsenzteams zusätzlich gestrichelt eingezeichnet. Die Zahlenwerte sind der Tabelle B.6 im Anhang zu entnehmen.

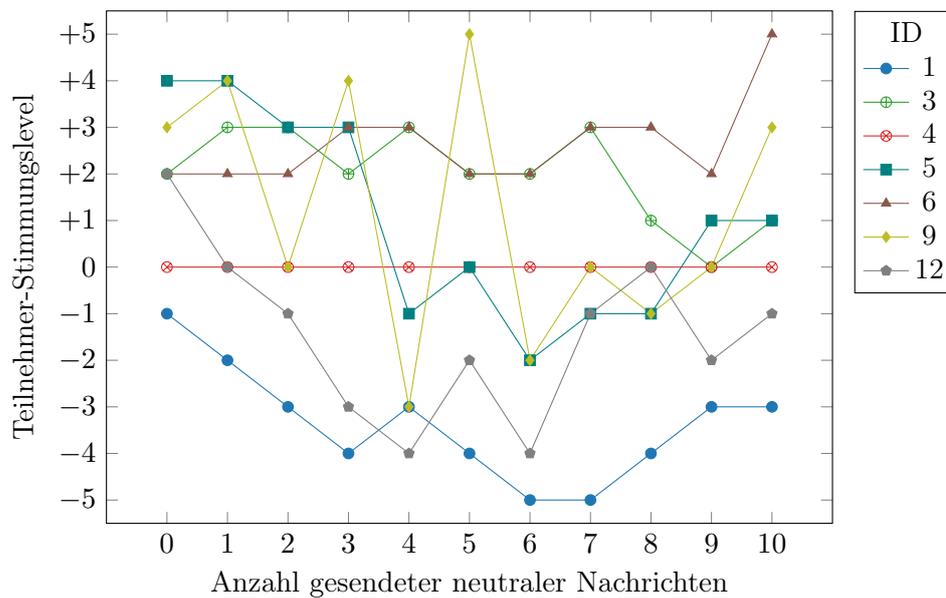


Abbildung 5.16: Stimmungsänderungen im verteilten Team unter Angabe der Teilnehmer-ID (neutrale Nachrichten)

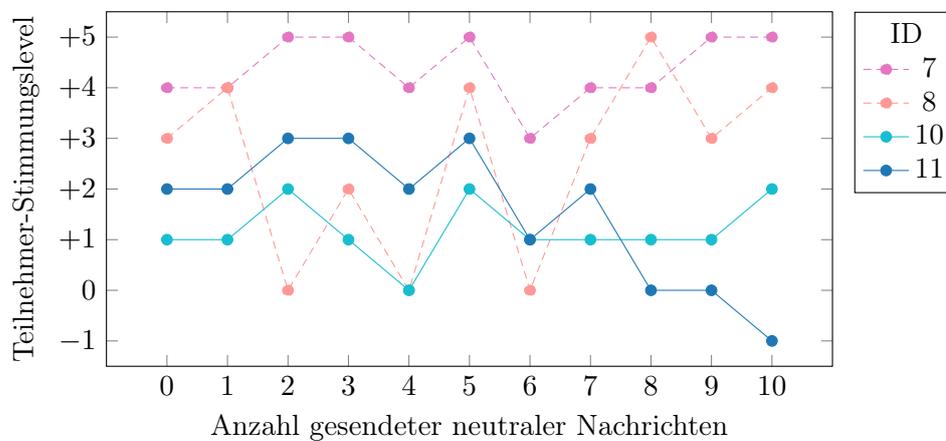


Abbildung 5.17: Stimmungsänderung in den Präsenzteams unter Angabe der Teilnehmer-ID (neutrale Nachrichten)

Die beiden Graphen in den Abbildungen 5.18 und 5.19 nutzen dasselbe Farbschema wie die beiden Graphen in den Abbildungen 5.16 und 5.17 und beschreiben den Einfluss von positiven Nachrichten auf die Stimmung der Teilnehmenden des Experiments. Die zugehörigen Zahlenwerte sind in Tabelle B.7 aufgelistet.

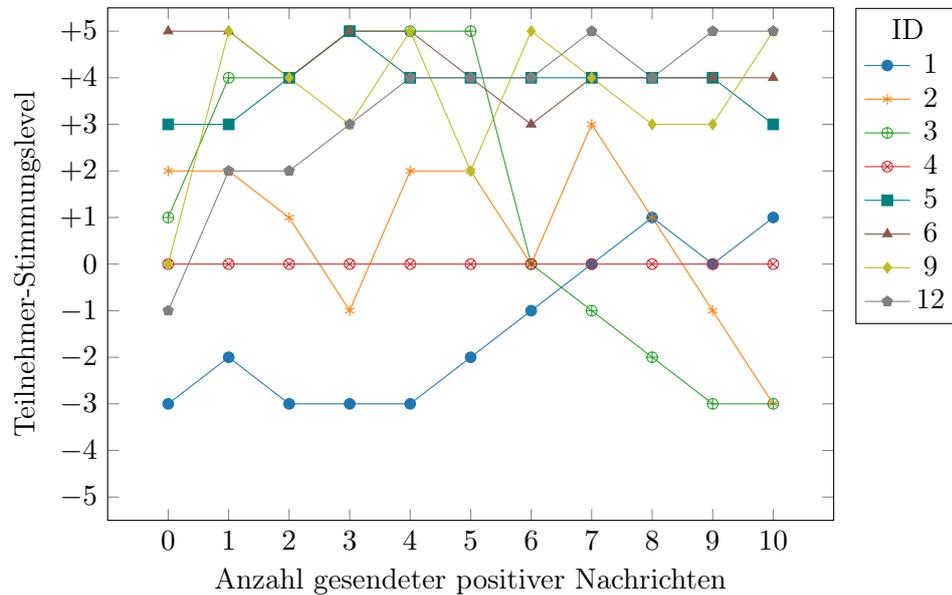


Abbildung 5.18: Stimmungsänderungen im verteilten Team unter Angabe der Teilnehmer-ID (positive Nachrichten)

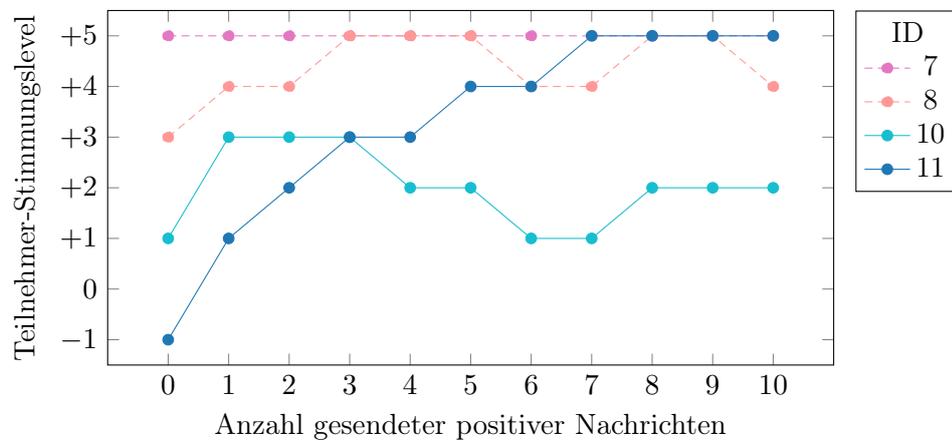


Abbildung 5.19: Stimmungsänderung in den Präsenzteams unter Angabe der Teilnehmer-ID (positive Nachrichten)

5.4 Weitere Experimentergebnisse

Neben den Forschungsfragen wurden noch weitere Daten zum Aufwand der Aufgaben, dem Einfluss der Laune auf die Konzentration und dem Grad der Ablenkung erhoben, die im folgenden Abschnitt präsentiert werden. Alle diese Daten entstammen der eigenen Einschätzung der Teilnehmenden.

In Abbildung 5.20 ist die Selbsteinschätzung bezüglich der Auswirkungen der eigenen Laune dargestellt. Hierbei gaben 5 von 12 Teilnehmenden ($\approx 42\%$) einen hohen oder sehr hohen Einfluss der Laune auf die Konzentration und Fähigkeit zum Entwickeln an.

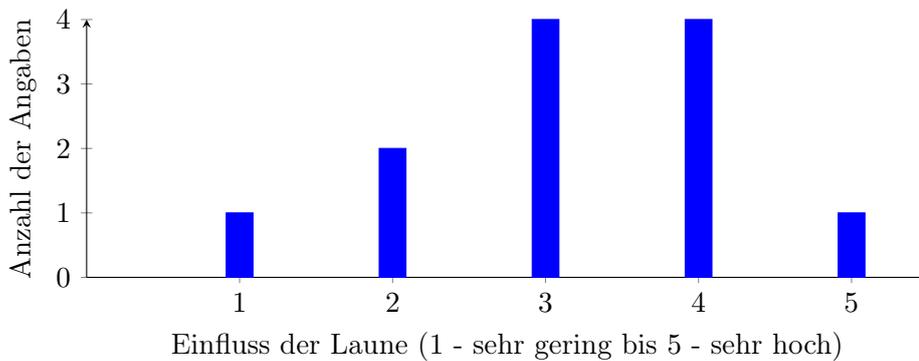


Abbildung 5.20: Teilnehmerangaben zum Einfluss der eigenen Laune auf ihre Konzentration und Entwicklerfähigkeiten

Abbildung 5.21 zeigt die Selbsteinschätzung des Ablenkungsgrads der Nachrichten in beiden Aufgaben. Hier ist zu beobachten, dass die Nachrichten in der zweiten Aufgabe weniger eine Ablenkung darstellten (50 % antworteten mit „sehr wenig“ oder „wenig“), als in der ersten Aufgabe, bei der 5 von 11 Teilnehmenden ($\approx 45\%$) viel oder sehr viel durch die Nachrichten abgelenkt wurden. Generell zum Thema der Ablenkung sagte ein Teilnehmer auf Nachfrage, dass die Nachrichten ihn speziell im Workflow abgelenkt haben, und es Zeit kostete, wieder zurück ins Programmieren zu finden. Hingegen berichtete ein anderer Teilnehmer, so konzentriert gewesen zu sein, dass er die Nachrichten teilweise erst spät bemerkte.

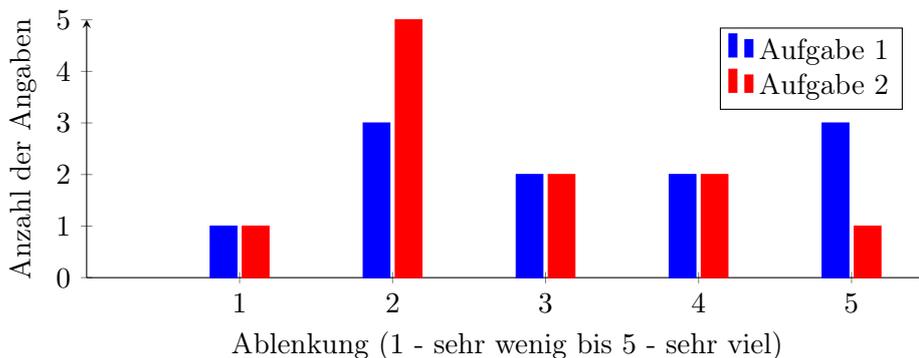


Abbildung 5.21: Teilnehmerangaben zum Ablenkungsgrad der Nachrichten in den Aufgaben 1 und 2

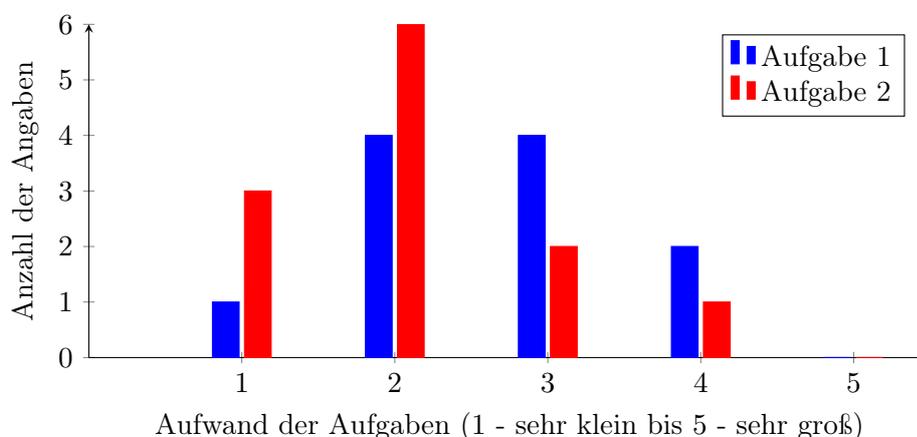


Abbildung 5.22: Teilnehmerangaben zum Aufwand der Aufgaben 1 und 2

Darüber hinaus wurden die Teilnehmerinnen und Teilnehmer nach ihrem Empfinden bezüglich des Aufwands gefragt. Die Ergebnisse sind in Abbildung 5.22 gezeigt. Hier ist festzustellen, dass 75 % der Teilnehmenden den Aufwand in der zweiten Aufgabe als sehr klein oder klein empfanden, während dies nur ungefähr 42 % in der ersten Aufgabe beschrieben. Auf Nachfrage gab ein Teilnehmer an, dass es anfangs ungewohnt war, die vorgegeben Sprachen zu nutzen und es nach einer Eingewöhnungszeit dann besser lief.

Weiterhin wurden die Teilnehmenden am Ende des Experiments noch darum gebeten, die Faktoren aufzuschreiben, die Einfluss auf ihre Laune hatten. Im Folgenden werden die Aussagen grob kategorisiert und die Hauptpunkte aus den Antworten extrahiert, die als Freitext gegeben wurden. Dabei geben 8 der 12 Teilnehmenden die Nachrichten als Hauptgrund für Stimmungsänderungen an, sowohl in positiver als auch negativer Richtung. Drei Teilnehmende benennen besonders Ironie und Sarkasmus als Grund für eine negative Entwicklung der Laune. So gibt ein Teilnehmer an:

„Die meisten der empfangenen Nachrichten habe ich als sehr ironisch empfunden, da diese [meiner Meinung nach] so im Projektalltag nicht (und wenn[,] eben nur ironisch) gesendet werden“

In diesem Zusammenhang erwähnt ein Teilnehmer auch den Zeitpunkt der Nachricht als wichtigen Faktor:

„Wenn man selber gerade nicht weiterkam, aber sehr positive Nachrichten kamen (,Du [machst] das super...‘), kommt die Nachricht sehr ironisch rüber, da sie [nicht zur] aktuellen [m]entalen Situation passt“

Zwei Teilnehmer beschreiben, dass sich ihre Laune durch die hohe Frequenz der Nachrichten verschlechtert hat:

„[A]ber wenn man zu viel zugetextet wird[,] nervt auch das netteste Lob irgendwann“

Eine Verbesserung der Laune durch die Nachrichten wurde von drei Personen angegeben. So schreibt ein Teilnehmer:

„Keywords wie [zum Beispiel] [...] Stolz, toll [...] sorgten für gute bis sehr gute Laune“

Sechs der Teilnehmenden benannten aber auch die Aufgaben selbst oder fehlende Kenntnisse als Grund für eine Veränderung der Stimmung. Während ein Teilnehmer von keiner Beeinflussung durch die Nachrichten berichtete, *da er die Nachrichten nicht an sich heranlasse*, ließ sich ein anderer Teilnehmer kaum durch die Nachrichten beeinflussen, weil er konzentriert an den Aufgaben saß:

„[H]auptfokus lag auf [dem] [A]rbeiten der [A]ufgaben, daher waren die [N]achrichten eher eine [N]ebenaktion [...]. [G]rößerer Einfluss war [der] [E]rfolg beim [L]ösen der [A]ufgaben“

Genau wie Erfolgserlebnisse durch die Aufgaben wurden ebenfalls negative Einflüsse durch die Aufgaben erwähnt, wenn etwa ein Teilnehmer bei einem Problem nicht weiterkam, was nicht zuletzt auch an fehlender Erfahrung lag:

„Am meisten [haben] mich meine mangelhaften Programmierkenntnisse beeinflusst“

Anhand dieser Aussagen ist zu erkennen, dass einerseits Nachrichten sowohl positive als auch negative Auswirkungen auf die oder den Einzelnen haben, diese Auswirkungen aber nicht unbedingt nur vom Inhalt, sondern auch vom Zeitpunkt und Kontext abhängen. Andererseits gibt es auch Personen, die sich kaum durch die Nachrichten beeinflussen oder ablenken lassen, entweder weil sie konzentriert sind oder grundsätzlich arbeitsbezogene Nachrichten nicht an sich heranlassen.

Abschließend wurden die Teilnehmenden gefragt, ob ihre aktuelle und möglicherweise nun veränderte Laune einen Einfluss auf eine Nachricht hätte, die sie an ihre (fiktiven) Kolleginnen und Kollegen senden würden. Hierdurch soll grob erfasst werden, ob die Stimmungsänderung durch emotionale Ansteckung auch Auswirkungen auf weiterführende Handlungen hat. Diese Frage beantworteten 5 der 12 Teilnehmenden ($\approx 42\%$) mit „Ja“.

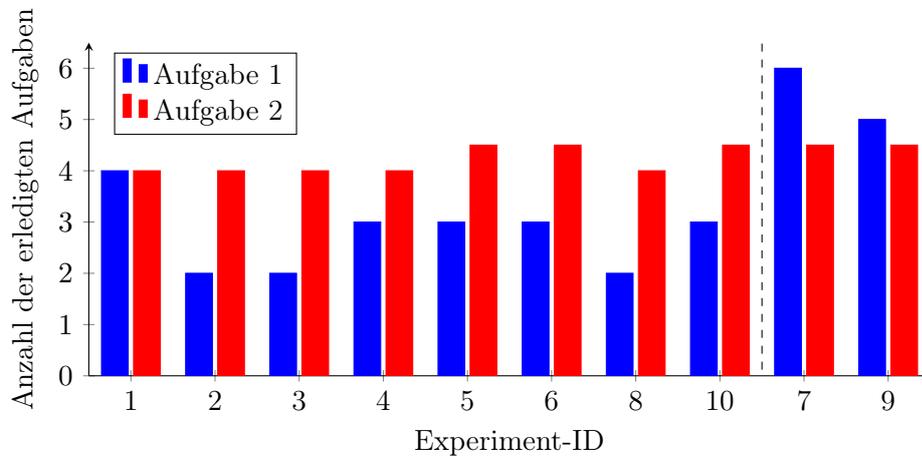


Abbildung 5.23: Anzahl erledigter Aufgaben in allen 10 Experimentdurchläufen

In Abbildung 5.23 ist abgebildet, wie viele Aufgaben die Teilnehmerinnen und Teilnehmer jeweils in den beiden Aufgabenteilen erledigen konnten, bevor die Zeit abgelaufen war. In einigen Fällen wird im Diagramm ein Wert von 4,5 angegeben, der aussagt, dass die fünfte Aufgabe zu großen Teilen erledigt war und bereits die richtige Idee beim Lösen verfolgt wurde. Die visuell abgetrennten Experimente 7 und 9 stellen die beiden Durchläufe dar, in denen jeweils zwei Teilnehmende gleichzeitig als Team an den Aufgaben saßen.

Dabei schafften die Teilnehmenden des verteilten Teams in der ersten Aufgabe im Durchschnitt 2,75 Teilaufgaben, was sich aber sehr unterschiedlich verteilte. Die zwei Gruppen des Präsenzteams schafften durchschnittlich 5,5 Teilaufgaben, wobei eines der beiden Teams alle Teilaufgaben erledigen konnte. Im zweiten Aufgabenbereich ist ein deutlich gleichmäßigeres Verhalten zu beobachten, hier schafften alle Teilnehmenden 4 Teilaufgaben und einige konnten auch die 5. Teilaufgabe fast lösen.

Kapitel 6

Diskussion

In diesem Kapitel der Diskussion werden die Ergebnisse aus Kapitel 5 zusammenfassend vorgestellt und interpretiert. In diesem Zusammenhang werden auch die in Abschnitt 4.1 erhobenen Forschungsfragen beantwortet. Abschließend werden noch Aussagen über die *Threats to Validity* getroffen.

6.1 Beantwortung der Forschungsfragen

Für jede der drei Forschungsfragen werden in diesem Abschnitt die Beobachtungen zusammengefasst, die während der Untersuchung entstanden sind und zur Beantwortung jeder RQ geführt haben. Dabei wird der Aufbau der Forschungsfragen untereinander berücksichtigt, bei dem die ersten beiden RQs die Grundlage für die zentrale dritte RQ bilden. Aufgrund der fehlenden statistischen Signifikanz bei sämtlichen Ergebnissen in dieser Arbeit können zwar Aussagen über tendenzielle Zusammenhänge getätigt werden, die vor der Projektion auf die Gesamtheit allerdings weiterer Forschung bedürfen.

6.1.1 Forschungsfrage 1

Die erste Forschungsfrage beschäftigt sich mit dem Zusammenhang der Wahrnehmung der Nachrichten durch die Teilnehmenden und der Stimmungs- und der PANAS-Skala.

Forschungsfrage 1

Inwiefern unterscheiden sich die Wahrnehmungen von Nachrichten von der selbst-bewerteten Stimmung?

Auf einer abstrahierten Ebene untersucht diese Forschungsfrage, ob eine Person, die allgemein oder zum Zeitpunkt des Experiments eher positiv eingestellt ist, Nachrichten positiver aufnimmt als eine negativer eingestellte

Vergleichsperson. Während die Stimmungsskala keine starken Zusammenhänge ergibt, ist bei der PANAS-Skala ein deutlicherer Zusammenhang zwischen positiver Wahrnehmung der Nachrichten und positiven PANAS-Angaben zu sehen.

Der Unterschied der beiden Skalen kann daran liegen, dass die PANAS-Begriffe greifbarer und leichter auf die eigene Situation anwendbar sind, sodass die Teilnehmenden hier eher gewillt sind, extremere Bewertungen zu machen.

Durch die berechneten Korrelationskoeffizienten ist die Beobachtung, dass ein positiv eingestellter Mensch Nachrichten wohlwollender versteht, mindestens in der Tendenz korrekt. Dadurch, dass die Wahrnehmung der Nachrichten grundsätzlich unterschiedlich ist, an persönliche Faktoren gebunden ist [24] und dementsprechend immer Abweichungen vorhanden sind, ist zu erwarten, dass keine eindeutige oder starke Beziehung zwischen den Stimmungsskalen und der Wahrnehmung besteht. Die schwache Tendenz, welche in dieser Arbeit nachgewiesen wurde, besteht aber dennoch und kann sowohl als eigene Aussage als auch als Grundlage weiterer Aussagen verwendet werden.

Daher lässt sich auf die erste Forschungsfrage eine einfache Antwort formulieren:

Antwort auf Forschungsfrage 1

Neben den sehr individuellen Ergebnissen des Zusammenhangs zwischen Wahrnehmung und selbst-bewerteter Stimmung ist eine Tendenz zu erkennen, in der Nachrichten von Personen mit vielen und/oder hohen positiven Werten in den Stimmungsskalen eher positiv wahrgenommen werden.

Da Ironie und Sarkasmus im Rahmen dieser Arbeit häufiger als Grund für eine negative Nachrichten-Wahrnehmung genannt wurden und das Erkennen dieser Konstrukte eine höhere kognitive Leistung erfordert, ist es angebracht, diese Aussage in Verbindung mit den Erkenntnissen von Bless et al. [12] zu bringen. Sie fanden heraus, dass Menschen mit guter Laune Nachrichten weniger stark hinterfragen und weniger über eine Nachricht nachdenken, als Menschen mit schlechter Laune dies tun. In der Interpretation dieses Zusammenhangs wird also eine Nachricht positiver wahrgenommen, weil eine möglicherweise vorhandene Ironie-Komponente nicht erkannt wird.

6.1.2 Forschungsfrage 2

Im Rahmen der zweiten Forschungsfrage wurde untersucht, ob die Bewertung durch das Tool SentiStrength-DE auch den Bewertungen der Teilnehmenden entspricht.

Forschungsfrage 2

In welchem Zusammenhang stehen die ermittelten und wahrgenommenen Polaritäten unter dem Gesichtspunkt der individuellen menschlichen Einflüsse?

Da auch hier mit teilweise starken Abweichungen zu rechnen war, ist es bereits ausreichend, dass die wahrgenommenen Polaritäten der Nachrichten und die ermittelten Polaritäten durch SentiStrength-DE im Durchschnitt gleich sind, um die folgende dritte Forschungsfrage stützen zu können. Bei positiven Nachrichten ist eine leichte Tendenz festzustellen, bei der ein Anstieg der SentiStrength-DE-Positivität eine Abnahme der wahrgenommenen Positivität bedeutet, die Wahrnehmung einer Nachricht aber dennoch weiterhin eine positive Polarität besitzt (siehe Abbildung 5.3). Es ist daher zu vermuten, dass sich lediglich die *Intensität* der SentiStrength-DE-Positivität einer Nachricht von der wahrgenommenen Positivität unterscheidet, die grundsätzliche Polarität einer Nachricht aber übereinstimmt. Mit Blick auf die Gesamtheit der Teilnehmerinnen und Teilnehmer gibt SentiStrength-DE damit eine gültige, tendenzielle Einschätzung einer Nachricht ab.

Antwort auf Forschungsfrage 2

Die wahrgenommenen Polaritäten weisen bei den Teilnehmenden Unterschiede auf, was vermutlich den menschlichen Einflüssen, wie zum Beispiel dem kulturellen Hintergrund, zuzuschreiben ist. In der Gesamtheit ist jedoch eine Tendenz zu ermitteln, in der die Bewertungen durch SentiStrength-DE in etwa den wahrgenommenen Polaritäten durch die Teilnehmerinnen und Teilnehmer entsprechen.

Diese Aussage muss allerdings noch eingeschränkt werden. Dieser tendenziell schwache Zusammenhang kann nur auf die in diesem Experiment verwendeten Nachrichten angewendet werden und kann anhand dieses Experiments allein nicht auf die Allgemeinheit projiziert werden. Aufgrund der subjektiven Natur dieser Einschätzungen entstanden zu viele Abweichungen für eine Nachricht, sodass die Teilnehmerzahl nicht hoch genug für eine allgemeingültige Aussage ist.

6.1.3 Forschungsfrage 3

Den Kern dieser Arbeit bildet die dritte Forschungsfrage, die auf der Grundlage der beiden vorigen RQs basiert. In dieser Frage wurden explizit die Zusammenhänge der Nachrichten-Wahrnehmung der Teilnehmenden und ihrer Stimmungsänderung untersucht.

Forschungsfrage 3

Inwiefern bewirken positiv oder negativ wahrgenommene Nachrichten eine Änderung der Stimmung?

Um diese Forschungsfrage zu beantworten, wurden verschiedene Metriken aufgestellt, die über die Stimmungen der Probandinnen und Probanden ausgewertet wurden. Um hier einen möglichen Unterschied feststellen zu können, sind die Auswertungen und auch die folgenden Interpretationen dieser Beobachtungen nach neutralen und positiven Nachrichten getrennt aufgeführt.

Zunächst kann eine grundsätzliche Verbesserung der Stimmung festgestellt werden, wenn die empfangenen Nachrichten überwiegend positiv eingeschätzt wurden und entsprechend auch eine grundsätzliche Verschlechterung bei überwiegend negativ wahrgenommenen Nachrichten. Es stellen sich kaum stärkere oder schwächere Korrelationen ein, wenn die Stimmungsänderung allgemein (losgelöst von ihrer Richtung) betrachtet wird, wodurch sich der eben gefundene Zusammenhang leicht ändert: Eine überwiegend positive Wahrnehmung der Nachricht sorgt für eine *Änderung der Stimmung, welche allerdings nicht unbedingt eine Verbesserung sein muss*, wobei die Intensität dieser Änderung im Folgenden angesprochen wird.

Bei den von SentiStrength-DE als positiv eingeschätzten Nachrichten ergibt sich ein anderer Zusammenhang. Dieser ist zwar immer noch positiv, fällt aber insgesamt deutlich schwächer aus. Da dieser Effekt bei den Nachrichten mit eigentlich positiver Polarität auftritt, liegt die Vermutung nahe, dass nicht die Nachrichten allein, sondern *mindestens ein anderer Faktor entweder exklusiv oder gemeinsam mit den Nachrichten Einfluss auf die Stimmung nimmt* und die emotionale Ansteckung entweder beeinflusst oder ganz unterdrückt wird.

Es können stärkere, spontane Änderungen in der Stimmung über den Verlauf der Durchführung erkannt werden, je positiver die Nachrichten wahrgenommen wurden. Auch hier fällt dieser Effekt bei den positiven Nachrichten schwächer aus, was entsprechend bedeutet, dass die Stimmungsschwankungen weniger intensiv ausfallen – im Umkehrschluss positive Nachrichten also tendenziell eher gleichbleibenden Einfluss auf die Stimmung haben.

Launen, die sich in diesem Experiment stark ändern, lassen **zwei mögliche Folgerungen zu**. Die erste Möglichkeit ist, dass der **Effekt emotionaler Ansteckung weniger stark ausfällt**, also die Übertragung von beispielsweise sehr positiven Emotionen nicht zu sehr positiven Emotionen bei der empfangenden Person führt. Die zweite Möglichkeit ist eine lediglich **situationsbedingte Rolle der emotionalen Ansteckung**, wodurch diese

nur einer von mehreren Faktoren wäre, die zu einer Stimmungsänderung bei der zweiten Person führen.

Da die eigentliche Intensität der emotionalen Ansteckung mit dem hier verfolgten Experimentaufbau nur schwer separat ausgewertet werden kann und sich nur über den aktuellen Level der Laune einschätzen lässt, wird im Folgenden nur die zweite Möglichkeit untersucht. Zunächst wird aber die Antwort der dritten Forschungsfrage festgehalten.

Antwort auf Forschungsfrage 3

Es ergibt sich ein tendenzieller Zusammenhang zwischen dem Empfang von Nachrichten und der Änderung der Stimmung. Hierbei gibt es allerdings Auffälligkeiten.

- Es ist zu erwarten, dass neben den Nachrichten bei der Bildung/Änderung einer Stimmung noch weitere Faktoren eine Rolle spielen.
- Positive Nachrichten scheinen einen eher konstanten Einfluss auf die Laune zu haben und weniger zu starken Stimmungsänderungen zu führen. Wird beispielsweise anfangs eine oszillationsarme Stimmungskurve in positiver Richtung beobachtet, ist zu erwarten, dass dies auch im weiteren Verlauf in etwa so beobachtbar ist.

Den Zusammenhang zwischen Nachrichten und einer Stimmungsänderung über emotionale Ansteckung haben auch Belkin et al. [9] festgestellt, sie kamen unter anderem zu dem Ergebnis, dass positive Emotionen auch zu positiven Reaktionen bei dem online präsenten Gegenüber führen. Da im dort durchgeführten Experiment kein vergleichbarer zeitlicher Druck wie in dem hier durchgeführten Experiment herrschte und auch die Nachrichten nicht von einem Experimentator, sondern von den Teilnehmenden selbst geschrieben wurden, verstärkt dies die oben formulierte Vermutung, dass der Grund für die hier beobachtete schwache Verbesserung der Laune nicht nur den Nachrichten, sondern noch weiteren Faktoren zuzuschreiben ist.

6.2 Faktoren der Stimmungsänderungen

In diesem Abschnitt werden die individuellen Stimmungsänderungen der Teilnehmerinnen und Teilnehmer beleuchtet und gleichzeitig auch Erklärungsversuche zu den Erkenntnissen des vorherigen Abschnitts gegeben, in der neben der emotionalen Ansteckung weitere Faktoren möglicherweise Einfluss auf die Stimmung haben könnten.

In der allgemeinen Übersicht für neutrale Nachrichten in Abbildung 5.14 ist ein breites Spektrum von sowohl sehr negativen als auch sehr positiven Launen zu bemerken, das sich über die 10 Nachrichten ins Negative verschiebt. Werden die Abweichungen der Teilnehmerbewertungen von 0 aus Abbildung 5.4 hinzugezogen, die durchschnittlich nah an 0 – dem „neutralen“ Wert – liegen, ist diese unerwartete Streuung der Angaben entweder ein *weiteres Indiz für das Vorhandensein weiterer Einflüsse* auf die Laune oder die neutralen Nachrichten sind sehr unterschiedlich wahrgenommen worden, wodurch sich im Mittelwert zwar ein Wert nah an 0 bildet, aber *vielen Abweichungen* nicht mit einbezogen werden.

Mit Blick auf die im selben Graph ermittelten Spannweiten und die erfassten Teilnehmerbewertungen der neutralen Nachrichten in Tabelle B.4, in der starke Schwankungen in der Einschätzung für die einzelnen Nachrichten auffallen, kann als einer der Gründe für die Streuung der eigentlich neutralen Nachrichten bereits die **sehr subjektive und unterschiedliche Wahrnehmung** genannt werden.

Die Übersicht über positive Nachrichten in Abbildung 5.15 zeigt ein Ergebnis an, das zu erwarten war. Insgesamt wird eine anfängliche negative Stimmung ins Positive gezogen und über den gesamten Verlauf gesehen gibt es deutlich mehr Angaben in den hohen positiven Werten. Das entspricht der Vermutung, dass eine positive Entwicklung überwiegend auch weiter positiv verläuft. Darüber hinaus ergibt sich auch die Aussage, dass etwaige, noch nachzuweisende **Nebeneffekte** im Falle von **sehr positiven Nachrichten** einen **geringeren Einfluss auf die resultierende Laune** haben.

6.2.1 Individuelle Faktoren

Aus den Liniendiagrammen in den Abbildungen 5.16 bis 5.19 sind weitere Auffälligkeiten bei den einzelnen Teilnehmenden zu entnehmen. So sind besonders bei den neutralen Nachrichten in Abbildung 5.16 Verläufe zu beobachten, die vermutlich aufgrund von Nebeneffekten entstanden sind, welche im Folgenden analysiert werden.

So fällt auf, dass bei vielen Teilnehmenden die initiale Entwicklung der Laune eine negative ist. Das ist – besonders in Kombination mit den Aussagen bezüglich des Zeitpunkts der Nachrichten aus Abschnitt 5.4 – darauf zurückzuführen, dass zu Beginn einer Aufgabe *Unsicherheit, Unwissenheit oder auch Aufregung und Anspannung* vorherrscht und erst wenige Aufgaben gelöst wurden. Die Nachrichten wirken dann *störend, nervend oder ablenkend*, insbesondere, wenn zu diesem Zeitpunkt ein schwieriges Problem gelöst werden muss, was im Bereich der Softwareentwicklung ein häufiger Bestandteil des Arbeitsalltags ist [21]. Wie stark sich diese Beeinflussung auf die eigene Laune auswirkt, ist dabei stark von der jeweiligen Person abhängig. Wenn einige Fortschritte gemacht wurden, ist zu beobachten, dass

teilweise einige Kurven wieder positiver werden, sich also die Erfolge wieder positiv auf die Laune auswirken und den ablenkenden Faktor ablösen.

Zu diesen Beobachtungen passen auch die Kurven der beiden Präsenzteams. Dadurch, dass die Teams in der gleichen Zeit mehr Aufgaben (siehe Abbildung 5.23) gelöst haben, stellten sich somit schneller Erfolgserlebnisse ein, die die möglicherweise *negative Wahrnehmung hier nicht aufkommen lassen*. Eine weitere mögliche Erklärung könnte sein, dass zwei Personen, die gleichzeitig für das gleiche Softwareprojekt programmieren, sich gegenseitig motivieren, da sie entsprechend ihrer Partnerin oder ihrem Partner, welche/-r ebenfalls vor Ort ist, eine Hilfe sein möchten.

Bei den Nachrichten, die von SentiStrength-DE als positiv bewertet wurden, stellt sich ein positiveres Bild ein. Es gibt noch Personen, bei denen die Nachrichten weiterhin als störend oder ablenkend empfunden wurden, der Anteil dieser sinkt aber im Vergleich zum ersten Durchlauf (siehe Abbildung 5.21). Stattdessen sind überwiegend positive Tendenzen zu beobachten, die entweder bereits in einer positiven Stimmung gestartet haben oder aus einer negativen Stimmung heraus positiv wurden.

Im direkten Vergleich mit den neutralen Nachrichten zeigt sich daher deutlich der Einfluss positiver Faktoren, die aus einer Kombination von emotionaler Ansteckung, Erfolgserlebnissen während der Entwicklung und der im ersten Durchlauf gewonnenen Erfahrung bestehen. Weil sich in der ersten Aufgabe das meiste benötigte Wissen angeeignet wurde, war darüber hinaus die anfängliche Hürde in der zweiten Aufgabe niedriger und die Teilnehmenden konnten schneller ein erstes Erfolgserlebnis erzielen. Die Einschätzung der Mehrheit, dass der Aufwand im zweiten Durchlauf eher gering war, spricht ebenfalls für die Vermutung, dass die Grunderfahrung mit der Domäne – welche hier im ersten Durchlauf gesammelt werden konnte – ebenfalls einen Einfluss auf die Entwicklung der Laune hat. Besonders im Bereich der Softwareentwicklung ist Erfahrung mit der Domäne essenziell wichtig [25].

Die Beobachtung, dass verschiedene Faktoren einen Einfluss auf die Emotionen haben, steht in Einklang mit den Erkenntnissen von Kuppens et al. [61], die verschiedene Faktoren mit Einfluss auf menschliche Affekte ausmachen konnten. Das greifen auch Goldenberg und Gross [38] auf, die zu dem Schluss kommen, dass emotionale Ansteckung an sich nur schwer messbar oder differenzierbar ist. Dadurch, dass die einzig bewusste Änderung im Experiment dieser Arbeit der Wechsel von neutralen zu positiven Nachrichten ist, ist jedoch davon auszugehen, dass der Anteil der emotionalen Ansteckung nicht unwesentlich bei der Änderung der Stimmung ist.

6.3 Abschließende Erkenntnisse

Aus den Interpretationen der drei Forschungsfragen und auch den Erklärungen in Bezug auf die Stimmungsänderungen bei Entwicklerinnen und Entwicklern, werden an dieser Stelle die Erkenntnisse des in dieser Arbeit durchgeführten Experiments zusammenfassend aufgeführt.

Mehrere Faktoren. Die Änderung der Laune hängt nicht allein von der emotionalen Ansteckung durch eine gelesene Nachricht ab. So gibt es weitere Faktoren, die in unterschiedlicher Intensität die emotionale Ansteckung verstärken, ihr entgegenwirken oder sie ganz unterdrücken. Die in dieser Arbeit erfassten Faktoren sind nachfolgend aufgeführt.

Subjektivität. Die Wahrnehmungen der gesendeten Nachrichten unterscheiden sich von Person zu Person teilweise erheblich. So kann eine Person eine Nachricht als ernstgemeinte Motivation verstehen, während eine zweite Person diese ironisch und damit sehr negativ auffasst. Insgesamt sind Bewertungen durch Stimmungsanalyse-Werkzeuge – SentiStrength-DE in diesem Fall – durchaus eine valide Methode zur Erfassung von Stimmungen, die aber keine allgemeingültigen Aussagen für alle Menschen treffen können und auch die Situation nicht gut einschätzen können.

Situativität. Besonders im Bereich der Softwareentwicklung, in dem es nicht unüblich ist, dass auf ein Erfolgserlebnis das nächste zu lösende Problem folgt (oder andersherum), spielt der Zeitpunkt, an dem die Nachricht gelesen wird, eine entscheidende Rolle bei der Bildung der Laune. So können selbst die am stärksten motivierenden Nachrichten keine sinkende Laune verhindern, wenn die Empfängerin oder der Empfänger vor einem schweren Problem sitzt. Sie können in diesem Zusammenhang sogar als nervig oder störend empfunden werden, was die Laune weiter negativ beeinflusst. Auch der Faktor der Ablenkung ist abhängig vom aktuellen Erfolg, aber auch von der Person: Bei einem stockenden Programmierprozess lenken die Nachrichten mehr ab und kosten Konzentration, als wenn der Fokus in großen Teilen auf den Aufgaben liegt und die Nachrichten nur nebenbei wahrgenommen werden.

Individualität. Genau wie der Grad der Ablenkung von der Entwicklerin oder dem Entwickler abhängen kann, sind auch weitere individuelle Faktoren wie der Wissensstand oder die gesammelten Erfahrungen weitere Komponenten, die die eigene Laune beeinflussen. Zeit, die in die Einarbeitung der Problemstellung einfließt, ist verlorene Zeit zur Erledigung der Aufgaben, was Druck aufbauen und eine Verschlechterung der Stimmung bedingen kann, unabhängig von der Positivität einer Nachricht.

Emotionale Ansteckung. Nichtsdestotrotz ist ein Effekt der emotionalen Ansteckung zu beobachten, der allerdings je nach Situation und Person unterschiedlich stark auftritt. In der richtigen Kombination aus Zeitpunkt und Persönlichkeit sorgt insgesamt eine positive Nachricht für eine Verbesserung der Laune.

Teamfaktor. Bei Aufteilung der Aufgaben durch mehrere Entwicklerinnen und Entwickler ist einerseits die Produktivität gesteigert, andererseits aber auch die Wirkung der Nachrichten weniger einflussreich. Durch gegenseitige Motivation und stellenweise geistige Ausblendung haben selbst überwiegend negativ wahrgenommene Nachrichten keine Verschlechterung der Laune bewirkt. Es scheint, dass in einem Teamszenario emotionale Ansteckung durch eine dritte Person eine weitaus geringere Auswirkung hat als in einem vergleichbaren Szenario mit nur einer Person. Insgesamt kann die folgende Erkenntnis formuliert werden:

Gesendete Nachrichten in einem Kontext der Softwareentwicklung beeinflussen unter anderem auch durch emotionale Ansteckung die Stimmung der Empfängerinnen und Empfänger, wobei diese Beeinflussung in ihrer Intensität und Wirkung allerdings sehr stark an die aktuelle Situation und die Persönlichkeit der Empfängerin oder des Empfängers gekoppelt ist.

6.4 Threats to Validity

Die Ergebnisse dieser Arbeit unterliegen Einschränkungen, die in diesem Abschnitt vorgestellt und dabei anhand der Auflistung von Wohlin et al. [93] in die Subthemen *Interne Validität*, *Konstruktvalidität*, *Externe Validität* und *Reliabilität* gegliedert werden.

6.4.1 Interne Validität

Die *internal validity* beschäftigt sich mit der Frage, ob weitere, nicht erfasste Variablen, das Ergebnis beeinflusst haben [93]. Das ist in diesem Fall nur schwer nachzuweisen, da zum Beispiel das Experiment zu verschiedenen Tageszeiten durchgeführt wurde (betrifft Faktoren wie Müdigkeit oder Unkonzentriertheit) und auch jede Person teilnehmen konnte, die in der Programmierung erfahren ist, unabhängig von ihrem Erfahrungslevel. Weiterhin kann die Laborbedingung zu zusätzlichem Stress oder Erwartungsdruck geführt haben, insbesondere im Verlauf der Präsenzteams. Außerdem ist es aufgrund der grundsätzlich sehr subjektiven Angaben der Teilnehmenden möglich, dass weitere, hier nicht benannte Faktoren, Einfluss auf das Ergebnis genommen haben. Auch wird durch das Erfragen der Laune nach jeder einzelnen Nachrichten gezielt die Aufmerksamkeit darauf gelenkt, wodurch die Angabe der Laune möglicherweise verfälscht wird, als wenn sie weniger direkt erfragt werden würde. Daher ist die interne Validität dieses Experiments möglicherweise beeinträchtigt.

6.4.2 Konstruktvalidität

Construct validity beschreibt die Gültigkeit des Experimentaufbaus, also ob dieser zur Überprüfung der Untersuchungsgegenstände geeignet ist und ob die Forschungsfragen gut definiert sind [93]. Durch die gründliche Vorbereitung des Experiments und Durchführung der Pilotstudie sind die Forschungsfragen das Ergebnis eines längeren Prozesses aus ständiger Präzisierung und Verbesserung und sorgten entsprechend auch für notwendige Experimentanpassungen. Aus diesem Grund ist das Experiment penibel auf die exakte Untersuchung der Forschungsfragen abgestimmt. Die Konstruktvalidität wird allerdings dadurch eingeschränkt, dass der Sender der Nachrichten den Teilnehmenden keine unbekannte Person war, somit die Wahrnehmung einer Nachricht durch diesen Umstand möglicherweise beeinflusst wurde.

6.4.3 Externe Validität

Mit der *external validity* wird überprüft, ob die Ergebnisse des Experiments einer Verallgemeinerung für den industriellen Nutzen standhalten [93]. Die in dieser Arbeit gefundenen Ergebnisse zielen auf den (internen) Umgang von Softwareentwicklerinnen und -entwicklern ab, was durch Auswahl von Informatik-Studierenden und Berufstätigen im Bereich des SE abgedeckt wurde, da die reine Berufserfahrung, in der sich die Teilnehmenden unterschieden, keinen Einfluss auf die Ergebnisse hat.

Da bereits eingangs erwähnt wurde, dass die hier ermittelten Zusammenhänge nicht statistisch signifikant sind, sind die hier beobachteten Zusammenhänge in dieser Form nicht auf die Allgemeinheit anwendbar. Dennoch sind einige beobachtete Zusammenhänge nur knapp von der verwendeten Definition statistischer Signifikanz entfernt, wodurch die gefundenen Zusammenhänge in ihrer *Tendenz* weiterhin gültig bleiben und zu erwarten ist, dass bei einer Verallgemeinerung über signifikante Daten lediglich die Stärke der Zusammenhänge abweicht.

Weiterhin wurde darauf geachtet, dass die Aufgaben keine besonders fortgeschrittenen Kenntnisse in einer bestimmten Programmiersprache erwarteten, um einerseits Frustration durch fehlendes Wissen zu vermeiden und andererseits auch die Ergebnisse abstrahieren zu können, sodass sie genau nicht nur für eine Programmiersprache, sondern für das Konzept der Programmierung selbst gelten. Insgesamt ist eine Verallgemeinerung der Ergebnisse bezogen auf die externe Validität somit eingeschränkt möglich.

6.4.4 Reliabilität

Mithilfe der *reliability* wird analysiert, ob das Experiment und die Ergebnisse von anderen Forschenden reproduzierbar sind [93]. Da die genutzten Methoden, Werkzeuge und verwendeten Formeln detailliert dokumentiert

sind und auch der Programmcode des verwendeten Prototyps auf der CD dieser Arbeit angehängt ist, ist das Experiment reproduzierbar. Aufgrund der bereits angesprochenen sehr subjektiven Komponente des Experiments durch die Teilnehmenden, können die Ergebnisse abweichen, wobei die hier erfassten Tendenzen dennoch zu erkennen sein sollten.

Kapitel 7

Zusammenfassung und Ausblick

In diesem Kapitel der Arbeit wird ein abschließender Überblick gegeben. Hierbei werden die zentralen Erkenntnisse zur emotionalen Ansteckung in Softwareteams gesammelt aufgeführt. Darüber hinaus werden noch weitere Ansätze genannt, die entweder Grundlage weiterer Forschung sein können oder das hier durchgeführte Experiment noch verfeinern können.

7.1 Zusammenfassung

Emotionale Ansteckung ist ein bekanntes Thema im Bereich der Psychologie, ist in Bezug auf die Anwendung auf Kommunikation in Softwareteams aber unterrepräsentiert. Auch das Thema der Stimmungsanalyse bei Nachrichten war und ist bereits lange Gegenstand der Forschung. Der nachfolgende Schritt, also die Frage nach den Auswirkungen einer emotional aufgeladenen Nachricht auf den Menschen, ist hingegen kaum erforscht. Diese Arbeit vereint diese beiden Konzepte und untersucht, ob in der Kommunikation von Softwareteams emotionale Ansteckung auftritt und welche Auswirkungen diese auf die Laune der Empfänger hat. Dazu wurde im Rahmen dieser Arbeit ein Experiment entworfen, mittels eines entwickelten Prototyps durchgeführt und anschließend ausgewertet.

Um den Kontext zur Softwareentwicklung zu wahren, wurde das Experiment einerseits mit Personen mit Erfahrung im Bereich der Informatik durchgeführt und hatte andererseits zu lösende Programmieraufgaben, um einer realistischen Situation der Softwareentwicklung nahezukommen. Während der Bearbeitung der Aufgaben wurden den Teilnehmenden verschiedene Nachrichten gesendet, worauf die Personen ihre aktuelle Laune angeben sollten. In Kombination mit der Ausarbeitung weiterer beeinflussender Faktoren wurde die Änderung der Laune ausgewertet, um die Ergebnisse dieser Arbeit formulieren zu können.

Aufgrund der geringen Teilnehmerzahl besitzen die abschließenden Ergebnisse in ihrem Detailgrad eine geringere Aussagekraft, aus denen sich dennoch wichtige Tendenzen ableiten lassen und auch Gegenstand weiterer Forschung sein können.

So ist die zentrale Aussage dieser Arbeit, dass emotionale Ansteckung in der Kommunikation von Softwareteams vorhanden ist, dabei ist sie aber nur einer von mehreren Faktoren zur Änderung der Laune. Als erkannte Einflüsse konnten Ablenkung beziehungsweise Störung der Konzentration, insbesondere aber auch der Zeitpunkt der Nachricht und die Persönlichkeit der Entwicklerin oder des Entwicklers ausgemacht werden. So kann eine Reihe von positiv wahrgenommenen Nachrichten die Laune steigern und eine motivierende Wirkung haben, kann aber auch nervend oder ironisch wirken, wenn gerade ein schwieriges Problem zu lösen ist – was beim Entwickeln von Software ein nicht seltener Zustand ist – und so die Laune sinken lässt.

Es ist auch zu beobachten, dass Nachrichten sehr unterschiedlich bewertet werden, und eine Nachricht einer Person zum Beispiel besonders negativ erscheint, während eine andere Person sie positiv wahrnimmt. Diese Diskrepanz ist vermutlich durch menschliche Faktoren wie persönliche Erfahrungen oder kulturelle Unterschiede zu erklären und ist ebenfalls ein wichtiger Faktor bei der Änderung der Laune durch Nachrichten und emotionale Ansteckung.

Als weiteres, wichtiges Ergebnis sollte noch erwähnt werden, dass emotionale Ansteckung kaum bis gar nicht stattfindet, wenn die Konzentration und der Fokus auf anderen Dingen liegt und die Nachrichten kaum oder sogar zu spät wahrgenommen werden und kaum eine ablenkende Wirkung haben. Das ist speziell der Fall, wenn in einem Team gearbeitet wird, das gleichzeitig am selben Projekt arbeitet und sich durch die räumliche Nähe gegenseitig motivieren kann. Sofern das Projekt erfolgreich bzw. nach Plan verläuft, stammt die gute Laune eher von den eigenen Erfolgserlebnissen.

Durch die Kombination an Faktoren, die bei Empfang einer Nachricht auf die Laune einwirken können, ist keine eindeutige und direkte Antwort auf die Frage dieser Arbeit zu geben. Die Vielfalt dieser Faktoren bietet aber weitere Möglichkeiten zur Forschung, die im folgenden Abschnitt angesprochen werden.

7.2 Ausblick

Da die Laune ein Ergebnis verschiedener Faktoren ist, wäre ein interessanter Ansatz, zu welchem Anteil die emotionale Ansteckung selbst und die weiteren Faktoren wie *Ablenkung* oder *Zeitpunkt der Nachricht* die Laune beeinflussen. Dazu könnte der hier verwendete Experimentaufbau derart abgewandelt werden, dass diese Variablen getrennt werden. Besonders nervende oder ablenkende Einflüsse können durch eine längere Experimentdauer unterbunden werden, möglicherweise auf einen Zeitraum von

mehreren Stunden oder Tagen ausgedehnt. Auch ist es vorstellbar, eine solche Verlängerung des Experiments über den Zeitraum eines dedizierten Softwareprojekts zu konzipieren, bei dem dann auch kein Experimentator als dritte Person versucht, Emotionen zu erzeugen, sondern die Entwicklerinnen und Entwickler selbst dafür zuständig sind, sich vorgefertigte Nachrichten zu senden.

Weiterhin kann versucht werden, die Ergebnisse dieser Arbeit für die Allgemeinheit zu generalisieren. Durch die individuellen Faktoren wäre hierfür ein erneuter Durchlauf mit einer deutlich größeren Anzahl an Teilnehmenden nötig, bei denen sich dann trotz der persönlichen Unterschiede die hier beobachteten Tendenzen auch statistisch festigen können. Hier könnte es sich auch anbieten, das Experiment als A/B-Test durchzuführen, bei dem die Gruppen getrennt neutrale und positive Nachrichten erhalten, und so Lerneffekte auszuschließen, die sich in der ersten Aufgabe ergeben und zu besserer Laune in der zweiten Aufgabe führen.

Der hier beobachtete Unterschied zwischen Teilnehmenden eines verteilten Teams und eines Präsenzteams bietet ebenfalls weitere Ansätze zur Forschung. In diesem Experiment konnte nur auf sehr grundständiger Ebene ein Unterschied festgestellt werden, bei dem die emotionale Ansteckung eine geringere Auswirkung hat, welcher aber für größere Teilnehmerzahlen interessante Erkenntnisse liefern kann.

Anhang A

Bilder

Die folgenden Abbildungen im Anhang zeigen die im Experiment verwendeten Materialien. Dabei sind sowohl die verwendeten Dokumente zur Experimentdurchführung zu sehen, als auch ausgewählte Screenshots der parallel zum Experiment laufenden Umfrage. Eine ausführliche Beschreibung des Experiments findet sich in Abschnitt 4.5. Das erste hier gezeigte Dokument diente der Informierung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer und wurde für die schriftliche Ausarbeitung dieser Arbeit leicht abgeändert, sodass die Kontaktdaten des Autors dieser Arbeit bei einer späteren Veröffentlichung nicht einsehbar sind.



Experiment zur Untersuchung der emotionalen Ansteckung durch Kommunikation

Hintergrund: Im Rahmen meiner Masterarbeit an der Leibniz Universität Hannover im Fachgebiet Software Engineering führe ich, Nils Rieke, ein Experiment zur Untersuchung der emotionalen Ansteckung durch. Hierbei soll untersucht werden, ob eine emotionale Aufladung einer Nachricht einen Einfluss auf die Stimmung der Empfängerin oder des Empfängers hat.

Ziel: Mittels kleiner Programmieraufgaben, die im Rahmen dieses Experiments bearbeitet werden sollen, soll herausgefunden werden, ob ein Zusammenhang zwischen einer emotional aufgeladenen Nachricht und der Stimmung der Empfängerin oder des Empfängers besteht. Hierfür wird das Kommunikationsprogramm Slack¹ genutzt, um Nachrichten zu versenden. Ein auszufüllender Fragebogen übernimmt die Aufgabe der Stimmungserfassung.

Teilnehmer: Eine Teilnahme an dem Experiment ist möglich, wenn du bereits Erfahrungen im Programmieren gesammelt hast.

Dauer: ca. 45 bis 60 Minuten.

Termin: Nach individueller Absprache.

Durchführung: Vor Ort oder auf besonderen Wunsch auch online.

Kontakt: Nils Rieke ([E-Mail-Adresse]; [Telefonnummer])

Ich würde mich sehr über eine Teilnahme von dir freuen. Kontaktiere mich gerne über meine Mailadresse oder Handynummer. Bei Rückfragen bin ich ebenfalls auf diesen beiden Wegen erreichbar.

¹ <https://ma-rieko.slack.com/>

Abbildung A.1: Infoblatt





Einverständniserklärung zur Teilnahme am Experiment zur Untersuchung der emotionalen Ansteckung durch Kommunikation

Dieses Experiment wird im Rahmen der Masterarbeit mit dem Titel „Experiment zur Untersuchung der emotionalen Ansteckung durch Kommunikation in Softwareteams“ an der Leibniz Universität Hannover am Fachgebiet Software Engineering im Studiengang Informatik von Nils Rieke durchgeführt. Die Betreuung der Arbeit wird von Dr. Jil Ann-Christin Klünder vom Fachgebiet Software Engineering übernommen.

Während dieses Experiments wird untersucht, ob Kommunikation zwischen Entwicklern einen Einfluss auf die persönliche Stimmung der Teilnehmerinnen und Teilnehmer hat.

Die während des Experiments erhobenen Daten werden pseudonymisiert gespeichert, es ist keine Zuordnung der Daten zur Teilnehmerin oder zum Teilnehmer möglich. Die Ergebnisse werden im Rahmen der Masterarbeit ausgewertet und veröffentlicht. Schriftliche Kommunikation wird zu Auswertungszwecken für den Zeitraum der Arbeit gespeichert, aber nicht in Gänze veröffentlicht. Mögliche Auszüge aus der Kommunikation können wörtlich wiedergegeben werden, allerdings ohne einen Schluss auf die Person zuzulassen. Die Ergebnisse können darüber hinaus in anderen wissenschaftlichen Arbeiten pseudonymisiert veröffentlicht werden.

Die erfassten Daten werden mit Ausnahme der schriftlichen Kommunikation nach Abschluss der Masterarbeit in pseudonymisierter Form elektronisch zeitlich unbegrenzt auf institutseigenen Servern gespeichert. Ein Zugriff durch externe Personen ist zu keinem Zeitpunkt möglich.

Gemäß dem Datenschutz gegenüber dem Informationsträger habe ich das Recht auf Auskunft sowie Löschung der personenbezogenen Daten. Diese Einverständniserklärung kann jederzeit widerrufen werden. Nach einem erfolgten Widerruf werden die personenbezogenen Daten gelöscht und für keine weiteren Publikationen mehr verwendet.

Die Einwilligung ist freiwillig. Sie kann ohne Angabe von Gründen verweigert werden, ohne dass ich deswegen Nachteile zu befürchten hätte. Ich habe das Recht, die Teilnahme jederzeit und ohne Angabe von Gründen abzubrechen.

Mit den oben aufgeführten Punkten bin ich

einverstanden. nicht einverstanden.

Nachname, Vorname

Ort, Datum, Unterschrift

Abbildung A.2: Einverständniserklärung



SOFTWARE
SE
ENGINEERING



Leibniz
Universität
Hannover

Allgemeine Hinweise

- Das Experiment besteht aus 2 Aufgaben.
- Damit du deine Laune im Fragebogen direkt angeben kannst, ist es **zwingend** nötig, dass sowohl Slack als auch der Fragebogen konstant offen und sichtbar sind.
- Im Browser sollte konstant die Konsole offen sein. Hier werden Fehler und Debug-Informationen angezeigt: F12 -> Konsole
- Es ist erlaubt, das Internet zu nutzen, um zum Beispiel herauszufinden, wie die Syntax einer Switch-Case-Funktion aussieht. Alternativ beantworte ich auch technische Fragen.
- In mehreren Fällen muss in der main.py ein Fehler geworfen werden. Dies kann über


```
return jsonify({'error': 'Fehlernachricht'})
```

 passieren.
 - Ein geworfener Fehler ist auch nur ein Objekt, das als Antwort versendet wird. Daher ist die Syntax identisch wie bei korrekt gesendeten Antworten.
- JavaScript und Python sind beides sehr intuitive Sprachen und unterscheiden sich im Rahmen dieses Experiments kaum von gängigen, dir bekannten Programmiersprachen. Die wichtigsten Konstrukte werden im Folgenden erklärt.
- Die Aufgaben sind so aufgebaut, dass sehr vieles bereits in vorhandenen Funktionen im Code auftaucht. Ist es also bspw. nötig, etwas vom Backend-Server mit einer GET-Request abzufragen, gibt es im Code dazu Anwendungsbeispiele.
 - Beim Kopieren und Einfügen muss darauf geachtet werden, dass zwar die äußere Form der Objekte und Funktionen gleichbleibt, Namen der kopierten Funktion oder Variable aber angepasst werden müssen.
- Bitte antworte **nicht** auf meine Nachrichten.
- Meine Nachrichten haben keinen weiterführenden Inhalt – klingt eine Nachricht wie eine Aufforderung, kann diese Aufforderung ignoriert werden.

Python

- Die Sprache nutzt kein Semikolon am Ende einer Zeile.
- Ausgaben auf der Konsole können via


```
print('Hello World')
```

 getätigt werden.
- String-Interpolation sieht folgendermaßen aus:


```
f"I'm {age} years old"
```

Abbildung A.3: Experimenterklärung, Seite 1

```
def hello_world(arg1, arg2):
    print(f"Hello World, {arg1} and {arg2}!")

    variable = True

    if variable == True:
        print('It\'s true!')
    else:
        print('It\'s not!')

    for i in range(10):
        print(f"{i}\n")
```

JavaScript

- Die Sprache nutzt ein Semikolon am Ende einer Zeile.
- Ausgaben auf der Konsole können via `console.log('Hello World');` getätigt werden.
- String-Interpolation sieht folgendermaßen aus: `'I'm ${age} years old!'`
 - Hierbei die besonderen Anführungszeichen (') beachten.

```
function helloWorld(arg1, arg2) {
    console.log(`Hello World, ${arg1} and ${arg2}!`);

    var variable = true;

    if (variable == true) {
        console.log('It\'s true!');
    } else {
        console.log('It\'s not!');
    }

    for (var i = 0; i < 10; i++) {
        console.log(i + '\n');
    }
}
```

Aufgabe 1: Taschenrechner

- Teile 2 Zahlen. Fehlerbehandlung beachten.
- Die größere Zahl soll im ersten Feld stehen.
- Ersetze den Punkt im Ergebnis wieder durch ein Komma.
- Runde das Ergebnis auf 3 Nachkommastellen, falls nötig.
- Wurzel ziehen. Fehlerbehandlung, falls etwas Negatives im Feld steht.
- Eingaben in Binär - inklusive Addition. Die Ergebnisausgabe erfolgt wieder in Dezimaldarstellung.

Abbildung A.4: Experimentierklärung, Seite 2



SOFTWARE
SE
ENGINEERING



1 1
1 0 2
1 0 0 4
Leibniz
Universität
Hannover

Aufgabe 2: Wetterapp

Anmerkung: Da die hier angegebenen Zeilen sich verschieben werden, sobald du Code schreibst, ist es sinnvoll, zunächst die entsprechenden Zeilen und die Funktionen zu suchen, bevor du anfängst.

- a) Jede Nachricht, egal ob Bestätigung oder Fehler, wird im Objekt „message“ gespeichert. Im Erfolgsfall verschwindet diese Nachricht nach kurzer Zeit wieder. Dies soll auch für Fehlermeldungen gelten, die aktuell bestehen bleiben.
 - a. Hinweis: Die Funktion in Zeile 46 in weatherapp.js wird bei jeglichen Änderungen des „message“-Objekts aufgerufen.
- b) Die Fehlerbehandlung in Zeile 36 in weatherapp.js funktioniert nur bedingt. Wird eine nichtexistierende Stadt eingegeben, greift die Fehlerbehandlung nicht, weil die if-Funktion eine falsche Bedingung enthält. Ändere die if-Bedingung, dass sie eine nicht existierende Stadt abfängt.
 - a. Hinweis: F12 im Browser -> Konsole zeigt die erhaltenen und gesendeten Objekte an.
- c) Ebenfalls wird nicht überprüft, ob überhaupt etwas eingegeben wurde. Fange den Fall ab, dass beim Drücken von „Save City“ kein Stadtname eingegeben wurde.
 - a. Hinweis: Es bietet sich an, dies in main.py in der „store_city“-Funktion zu überprüfen.
- d) Wenn im Objekt „cityWeatherDetails“ nichts steht, weil zuvor ein Fehler aufgetreten ist, soll auch die Funktion „populateDropdown“ in Zeile 62 in weatherapp.js nicht ausgeführt werden bzw. frühzeitig abbrechen. Füge hier eine Überprüfung ein, ob das Objekt „cityWeatherDetails“ leer ist.
- e) Erstelle ein Dropdown, das die Informationen „Coordinates“ (also ‚lat‘ und ‚lon‘), „Temperature“ (in °C, °F und K) und „Wind Direction“ (als Buchstabe; 0° ist ‚N‘ und 90° ist ‚E‘ und so weiter) anzeigt.
 - a. All diese Informationen stehen im zurückgegebenen Objekt, nach einer erfolgreichen Anfrage für eine Stadt. Die Umrechnung der Temperatur erfolgt in main.py in den Zeilen 111-117.

Abbildung A.5: Experimentierklärung, Seite 3

Wie ist deine Laune gerade?

Bitte wähle nach **jeder Nachricht von mir** hier einen Wert zwischen -5 (sehr schlechte Laune) und +5 (sehr gute Laune) aus.

| | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Keine Antwort |
|---------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Start | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 1. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 2. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 3. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 4. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 5. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 6. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 7. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 8. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 9. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| 10. Nachricht | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

Abbildung A.6: Matrix in der Teilnehmerumfrage zur Erfassung der Laune in beiden Aufgaben

Eigene Einschätzung der Nachrichten

Wie würdest du meine Nachrichten bewerten?
 (-5 = "sehr negative Nachricht" / 0 = "neutrale Nachricht" / 5 = "sehr positive Nachricht")

| | -5 | -4 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | Keine Antwort |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------------------|
| Das hast du gut gemacht! | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Wow, daran hatte ich gar nicht gedacht. | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Dein Team kann wirklich froh sein, dich dabei zu haben. | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Dieses Problem hast du sehr schnell gelöst! | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Ich bin stolz auf dich! | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Dank deiner Arbeit ist uns ein Teamerfolg sicher. | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Dir fällt immer wieder eine Idee ein, ich bin beeindruckt! | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Das hast du sehr kreativ gelöst! | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Selbst neue Konzepte begreifst du wirklich schnell! | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Ich glaube nicht, dass man das noch besser lösen kann. | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Bei dir weiß man, dass man in guten Händen ist. | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |
| Du bist wirklich talentiert! | <input type="radio"/> | <input checked="" type="radio"/> |

Abbildung A.7: Teil der Matrix zur Selbsteinschätzung der gelesenen Nachrichten

Anhang B

Tabellen

In diesem Teil des Anhangs sind die Tabellen der Daten zu finden, die die Grundlage für die Grafiken und Diagramme in Kapitel 5 bilden. Sie dienen dem ergänzenden Verständnis der Graphen und als Möglichkeit, explizite Zahlenwerte zu erhalten.

| Teilnehmer/-in | Median | | | Mittelwert | | |
|----------------|----------------|-------|--------------------------|----------------|-------|--------------------------|
| | Stimmungsskala | PANAS | Nachrichten ^a | Stimmungsskala | PANAS | Nachrichten ^a |
| 1 | 2 | 2 | -3,5 | 2,43 | 2,4 | -2,4167 |
| 2 | 3 | 4 | 1 | 3,14 | 3,2 | 0,25 |
| 3 | 3 | 4 | 4 | 3,29 | 3,5 | 3,5 |
| 4 | 2 | 2 | -3,5 | 2 | 1,9 | -3,33 |
| 5 | 4 | 3 | 3 | 3,14 | 3,1 | 2,9167 |
| 6 | 4 | 3 | 3 | 3,43 | 3,1 | 2,67 |
| 7 | 2 | 3,5 | 4 | 2,14 | 3,6 | 4,083 |
| 8 | 3 | 4,5 | 5 | 3 | 4,4 | 4,83 |
| 9 | 2 | 3 | 4 | 2,71 | 3,1 | 3,25 |
| 10 | 3 | 3,5 | 1 | 2,85 | 3,5 | 1,083 |
| 11 | 4 | 3 | 2 | 3,57 | 2,9 | 2,083 |
| 12 | 2 | 2,5 | 4,5 | 2,71 | 2,4 | 4,25 |

Tabelle B.1: Durchschnittliche Bewertungen der Teilnehmenden für die positiven Teile der Stimmungsskala, PANAS-Skala und gelesenen Nachrichten

^aWahrgenommene Polarität der Nachrichten.

| Neutrale Nachricht | Bewertung durch | | |
|--------------------|------------------|--------------|------------|
| | SentiStrength-DE | Teilnehmende | |
| | | Median | Mittelwert |
| 1 | 0 | 1 | 1 |
| 2 | 0 | -2 | -1,25 |
| 3 | 0 | -1 | -0,833 |
| 4 | 0 | -2 | -1,33 |
| 5 | 0 | 0 | 0,5833 |
| 6 | 0 | -1 | -1,25 |
| 7 | 0 | 0,5 | 0,4167 |
| 8 | 0 | 0 | -0,167 |
| 9 | 0 | -1 | -0,9167 |
| 10 | 0 | -0,5 | -0,5 |

Tabelle B.2: Bewertung der neutralen Nachrichten durch SentiStrength-DE und alle Teilnehmenden

| Positive Nachricht | Bewertung durch | | |
|--------------------|------------------|--------------|------------|
| | SentiStrength-DE | Teilnehmende | |
| | | Median | Mittelwert |
| 1 | 2 | 2,5 | 1,33 |
| 2 | 1 | 3,5 | 2 |
| 3 | 1 | 2,5 | 1,75 |
| 4 | 2 | 3 | 1,833 |
| 5 | 2 | 3 | 2,4167 |
| 6 | 4 | 4 | 1,833 |
| 7 | 1 | 3 | 2 |
| 8 | 2 | 3 | 2,5 |
| 9 | 2 | 2 | 1,75 |
| 10 | 2 | 2,5 | 1,167 |
| 11 | 1 | 3 | 1,75 |
| 12 | 1 | 4 | 2,833 |

Tabelle B.3: Bewertung der positiven Nachrichten durch SentiStrength-DE und alle Teilnehmenden

| Teilnehmer/-in | Bewertung von neutraler Nachricht | | | | | | | | | | Median | Mittelwert |
|----------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|------------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | | |
| 1 | 3 | -5 | 0 | 0 | -1 | -3 | -1 | 0 | -2 | -1 | -1 | -1 |
| 2 | 4 | 2 | -1 | -3 | -2 | 1 | 0 | 1 | -2 | 1 | 0,5 | 0,1 |
| 3 | 1 | 0 | -2 | 3 | 3 | -1 | 0 | -1 | -3 | 0 | 0 | 0 |
| 4 | -3 | -5 | -3 | -5 | -5 | -5 | -4 | -5 | -5 | -5 | -5 | -4,5 |
| 5 | -1 | 0 | 0 | -2 | 0 | -1 | 2 | 0 | 0 | -4 | 0 | -0,6 |
| 6 | 2 | -4 | -2 | 2 | 3 | 1 | 3 | 0 | 2 | 3 | 2 | 1 |
| 7 | 0 | 3 | 0 | -2 | 3 | -3 | 1 | 0 | -1 | -1 | 0 | 0 |
| 8 | 4 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 3 | 4 | 3 | 4 | 3,5 | 3,5 |
| 9 | 1 | -4 | -1 | -3 | 0 | -3 | 2 | 1 | 0 | -3 | -0,5 | -1 |
| 10 | -1 | -2 | -2 | -2 | -1 | -1 | -3 | -2 | 0 | 0 | -1,5 | -1,4 |
| 11 | 0 | -2 | 0 | -3 | 4 | -1 | 2 | 0 | -2 | -1 | -0,5 | -0,3 |
| 12 | 2 | -2 | -2 | -4 | -1 | -2 | 0 | 0 | -1 | 1 | -1 | -0,9 |

Tabelle B.4: Bewertung der 10 neutralen Nachrichten durch die Teilnehmenden (Skala von -5 bis 5)

| Teilnehmer/-in | Bewertung von positiver Nachricht | | | | | | | | | | | | Median | Mittelwert | |
|----------------|-----------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|--------|------------|---------|
| | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 | 11 | 12 | | | |
| 1 | -5 | -4 | -4 | -5 | -3 | 2 | -5 | -2 | 3 | -3 | -4 | -5 | 2 | -3,5 | -2,4167 |
| 2 | -1 | 2 | 2 | -2 | 3 | -2 | 1 | 3 | 1 | 3 | -2 | -3 | 1 | 1 | 0,25 |
| 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 0 | 5 | 3 | 3 | 3 | 3 | 4 | 3,5 |
| 4 | -4 | -4 | -4 | -1 | -3 | -4 | -3 | -2 | -4 | -5 | -3 | -3 | -3 | -3,5 | -3,33 |
| 5 | 5 | 4 | 2 | 3 | 2 | 4 | 3 | 4 | 2 | 1 | 1 | 1 | 4 | 3 | 2,9167 |
| 6 | -3 | 3 | 4 | 2 | 3 | 4 | 3 | 1 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 | 2,67 |
| 7 | 5 | 4 | 3 | 3 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 4,083 |
| 8 | 5 | 5 | 5 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 4,83 |
| 9 | 3 | 4 | 4 | 4 | 3 | 4 | 1 | 5 | 2 | 0 | 4 | 4 | 5 | 4 | 3,25 |
| 10 | 1 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 0 | 2 | 2 | 2 | -1 | 1 | 1,083 |
| 11 | 2 | 1 | 1 | 3 | 1 | 2 | 4 | 0 | 1 | 3 | 3 | 3 | 4 | 2 | 2,083 |
| 12 | 4 | 4 | 4 | 5 | 3 | 3 | 5 | 4 | 5 | 5 | 3 | 5 | 5 | 4,5 | 4,25 |

Tabelle B.5: Bewertung der 12 positiven Nachrichten durch die Teilnehmenden (Skala von -5 bis 5)

| Teilnehmer/-in | Anzahl neutraler Nachrichten | | | | | | | | | | |
|----------------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | -1 | -2 | -3 | -4 | -3 | -4 | -5 | -5 | -4 | -3 | -3 |
| 3 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 2 | 2 | 3 | 1 | 0 | 1 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 4 | 4 | 3 | 3 | -1 | 0 | -2 | -1 | -1 | 1 | 1 |
| 6 | 2 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 5 |
| 7 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 | 5 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 |
| 8 | 3 | 4 | 0 | 2 | 0 | 4 | 0 | 3 | 5 | 3 | 4 |
| 9 | 3 | 4 | 0 | 4 | -3 | 5 | -2 | 0 | -1 | 0 | 3 |
| 10 | 1 | 1 | 2 | 1 | 0 | 2 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 |
| 11 | 2 | 2 | 3 | 3 | 2 | 3 | 1 | 2 | 0 | 0 | -1 |
| 12 | 2 | 0 | -1 | -3 | -4 | -2 | -4 | -1 | 0 | -2 | -1 |

Tabelle B.6: Stimmungslevel der Teilnehmenden bei neutralen Nachrichten

| Teilnehmer/-in | Anzahl positiver Nachrichten | | | | | | | | | | |
|----------------|------------------------------|----|----|----|----|----|----|----|----|----|----|
| | 0 | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 | 8 | 9 | 10 |
| 1 | -3 | -2 | -3 | -3 | -3 | -2 | -1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2 | 2 | 2 | 1 | -1 | 2 | 2 | 0 | 3 | 1 | -1 | -3 |
| 3 | 1 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 0 | -1 | -2 | -3 | -3 |
| 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 5 | 3 | 3 | 4 | 5 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 4 | 3 |
| 6 | 5 | 5 | 4 | 5 | 5 | 4 | 3 | 4 | 4 | 4 | 4 |
| 7 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 8 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 4 | 4 | 5 | 5 | 4 |
| 9 | 0 | 5 | 4 | 3 | 5 | 2 | 5 | 4 | 3 | 3 | 5 |
| 10 | 1 | 3 | 3 | 3 | 2 | 2 | 1 | 1 | 2 | 2 | 2 |
| 11 | -1 | 1 | 2 | 3 | 3 | 4 | 4 | 5 | 5 | 5 | 5 |
| 12 | -1 | 2 | 2 | 3 | 4 | 4 | 4 | 5 | 4 | 5 | 5 |

Tabelle B.7: Stimmungslevel der Teilnehmenden bei positiven Nachrichten

Anhang C

Inhalt der angefügten CD

Auf der CD, die dieser Arbeit beiliegt, sind folgende Inhalte zu finden:

- Diese Masterarbeit als PDF-Datei („MA-Rieke-2024.pdf“)
- Das Git-Repository des Prototyps als ZIP-Archiv („exp-prototyp.zip“)
- Die „Jupyter Notebook“-Datei, die zur Auswertung des Experiments genutzt wurde („Auswertung.ipynb“)
- Ein Ordner mit allen Einverständniserklärungen im PDF-Format („Einverständniserklärungen“)
- Eine Sammlung der Graphen über die Nachrichten-Wahrnehmungen von allen Teilnehmenden (wie in Abbildung 5.5) („Einzelne Wahrnehmungsgraphen.pdf“)
- Ein Ordner („Materialien“) mit allen verwendeten Materialien während des Experiments, bestehend aus den folgenden Dateien:
 - Das Infoblatt zur Teilnehmerakquise („Infoblatt.pdf“, „Infoblatt.docx“)
 - Die Vorlage zur Einverständniserklärung („Einverständniserklärung.pdf“, „Einverständniserklärung.docx“)
 - Die Experimentierklärung mit den Aufgaben („Experimentierklärung.pdf“, „Experimentierklärung.docx“)

Abbildungsverzeichnis

| | | |
|-----|--|----|
| 2.1 | Reichweite der computervermittelten Kommunikation [77] . . . | 7 |
| 2.2 | Stimmungen vor der Kommunikation | 9 |
| 2.3 | Stimmungsänderung durch emotionale Ansteckung | 9 |
| 2.4 | Beispielhafte Stimmungsanalyse | 11 |
| 4.1 | Prototyp Aufgabe 1 – Taschenrechner | 29 |
| 4.2 | Prototyp Aufgabe 2 – Wetterapp | 29 |
| 4.3 | Schematischer Ablauf des Experiments | 30 |
| 4.4 | Experimentdurchführung im verteilten Team, Teilnehmer A löst jeweils Frontend- und Backend-Aufgaben | 31 |
| 4.5 | Experimentdurchführung bei Kleingruppen (zweite Aufgabe, positive Nachrichten), Teilnehmer B löst Frontend- und Teil- nehmer C löst Backend-Aufgaben | 33 |
| 5.1 | Zusammenhang zwischen den positiven Aussagen der Stim- mungsskala und den positiven Teilnehmerbewertungen pro Person | 38 |
| 5.2 | Zusammenhang zwischen den positiven Teilen der PANAS- Skala und den positiven Teilnehmerbewertungen pro Person . | 39 |
| 5.3 | Zusammenhang zwischen den Bewertungen der positiven Nachrichten durch SentiStrength-DE und durch die Teilnehmenden | 40 |
| 5.4 | Abweichung der durch die Teilnehmenden bewerteten neutra- len Nachrichten von 0 | 41 |
| 5.5 | Zusammenhang der SentiStrength-DE-Polarität und der Be- wertung durch Teilnehmer 2 | 42 |
| 5.6 | Zusammenhang der SentiStrength-DE-Polarität und der Be- wertung durch Teilnehmer 3 | 43 |
| 5.7 | Zusammenhang der SentiStrength-DE-Polarität und der Be- wertung durch Teilnehmer 7 | 43 |
| 5.8 | Zusammenhang zwischen den neutralen Teilnehmerbewertun- gen und der Differenz-Metrik | 45 |

| | | |
|------|---|----|
| 5.9 | Zusammenhang zwischen den neutralen Teilnehmerbewertungen und der Standardabweichungs-Metrik | 46 |
| 5.10 | Zusammenhang zwischen den neutralen Teilnehmerbewertungen und der Spannweiten-Metrik | 47 |
| 5.11 | Zusammenhang zwischen den positiven Teilnehmerbewertungen und der Differenz-Metrik | 48 |
| 5.12 | Zusammenhang zwischen den positiven Teilnehmerbewertungen und der Standardabweichungs-Metrik | 49 |
| 5.13 | Zusammenhang zwischen den positiven Teilnehmerbewertungen und der Spannweiten-Metrik | 50 |
| 5.14 | Verteilung der Launen der Teilnehmenden bei neutralen Nachrichten | 51 |
| 5.15 | Verteilung der Launen der Teilnehmenden bei positiven Nachrichten | 52 |
| 5.16 | Stimmungsänderungen im verteilten Team unter Angabe der Teilnehmer-ID (neutrale Nachrichten) | 53 |
| 5.17 | Stimmungsänderung in den Präsenzteams unter Angabe der Teilnehmer-ID (neutrale Nachrichten) | 53 |
| 5.18 | Stimmungsänderungen im verteilten Team unter Angabe der Teilnehmer-ID (positive Nachrichten) | 54 |
| 5.19 | Stimmungsänderung in den Präsenzteams unter Angabe der Teilnehmer-ID (positive Nachrichten) | 54 |
| 5.20 | Teilnehmerangaben zum Einfluss der eigenen Laune auf ihre Konzentration und Entwicklerfähigkeiten | 55 |
| 5.21 | Teilnehmerangaben zum Ablenkungsgrad der Nachrichten in den Aufgaben 1 und 2 | 55 |
| 5.22 | Teilnehmerangaben zum Aufwand der Aufgaben 1 und 2 | 56 |
| 5.23 | Anzahl erledigter Aufgaben in allen 10 Experimentdurchläufen | 58 |
| A.1 | Infoblatt | 76 |
| A.2 | Einverständniserklärung | 77 |
| A.3 | Experimenterklärung, Seite 1 | 78 |
| A.4 | Experimenterklärung, Seite 2 | 79 |
| A.5 | Experimenterklärung, Seite 3 | 80 |
| A.6 | Matrix in der Teilnehmerumfrage zur Erfassung der Laune in beiden Aufgaben | 81 |
| A.7 | Teil der Matrix zur Selbsteinschätzung der gelesenen Nachrichten | 82 |

Tabellenverzeichnis

| | | |
|-----|---|----|
| 2.1 | Items der Stimmungsskala [13] | 14 |
| 2.2 | PANAS-Items [59, 92] | 16 |
| 4.1 | Kenntnisse der Teilnehmenden in den verwendeten (Programmier-)Sprachen und Teamerfahrung in Softwareprojekten | 30 |
| 4.2 | Liste der verwendeten Nachrichten | 32 |
| 5.1 | Angewandte Metriken für die Stimmungsänderungen bei neutralen Nachrichten | 45 |
| 5.2 | Angewandte Metriken für die Stimmungsänderungen bei positiven Nachrichten | 48 |
| B.1 | Durchschnittliche Bewertungen der Teilnehmenden für die positiven Teile der Stimmungsskala, PANAS-Skala und gelesenen Nachrichten | 84 |
| B.2 | Bewertung der neutralen Nachrichten durch SentiStrength-DE und alle Teilnehmenden | 85 |
| B.3 | Bewertung der positiven Nachrichten durch SentiStrength-DE und alle Teilnehmenden | 85 |
| B.4 | Bewertung der 10 neutralen Nachrichten durch die Teilnehmenden (Skala von -5 bis 5) | 86 |
| B.5 | Bewertung der 12 positiven Nachrichten durch die Teilnehmenden (Skala von -5 bis 5) | 87 |
| B.6 | Stimmungslevel der Teilnehmenden bei neutralen Nachrichten | 88 |
| B.7 | Stimmungslevel der Teilnehmenden bei positiven Nachrichten | 88 |

Literatur

- [1] Ahmed Abbasi, Ammar Hassan und Milan Dhar. „Benchmarking Twitter Sentiment Analysis Tools“. In: *Proceedings of the Ninth International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'14)*. Hrsg. von Nicoletta Calzolari u. a. Reykjavik, Iceland: European Language Resources Association (ELRA), Mai 2014, S. 823–829. URL: http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2014/pdf/483_Paper.pdf.
- [2] Susan L. Adams und Vittal Anantatmula. „Social and Behavioral Influences on Team Process“. In: *Project Management Journal* 41.4 (2010), S. 89–98. DOI: 10.1002/pmj.20192.
- [3] Toufique Ahmed u. a. „SentiCR: A customized sentiment analysis tool for code review interactions“. In: *2017 32nd IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering (ASE)*. 2017, S. 106–111. DOI: 10.1109/ASE.2017.8115623.
- [4] Poulami Banerjee und Manjari Srivastava. „A review of emotional contagion: Research propositions“. In: *Journal of Management Research* 19.4 (2019), S. 250–266.
- [5] Ana Barcus und Gilberto Montibeller. „Supporting the allocation of software development work in distributed teams with multi-criteria decision analysis“. In: *Omega* 36.3 (2008). Special Issue on Multiple Criteria Decision Making for Engineering, S. 464–475. ISSN: 0305-0483. DOI: 10.1016/j.omega.2006.04.013. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305048306001290>.
- [6] Lisa Feldman Barrett. „Valence is a basic building block of emotional life“. In: *Journal of Research in Personality* 40.1 (2006). Proceedings of the 2005 Meeting of the Association of Research in Personality, S. 35–55. ISSN: 0092-6566. DOI: 10.1016/j.jrp.2005.08.006. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0092656605000590>.
- [7] Sigal G. Barsade. „The Ripple Effect: Emotional Contagion and its Influence on Group Behavior“. In: *Administrative Science Quarterly* 47.4 (2002), S. 644–675. DOI: 10.2307/3094912.

- [8] Sigal G. Barsade, Constantinos G.V. Coutifaris und Julianna Pillemer. „Emotional contagion in organizational life“. In: *Research in Organizational Behavior* 38 (2018), S. 137–151. ISSN: 0191-3085. DOI: 10.1016/j.riob.2018.11.005. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0191308518300108>.
- [9] Liuba Belkin, Terri Kurtzberg und Charles Naquin. „Emotional Contagion in the Online Environment: Investigating the Dynamics and Implications of Emotional Encounters in Mixed-Motive Situations in the Electronic Context“. In: *SSRN Electronic Journal* (Juli 2006). DOI: 10.2139/ssrn.913774.
- [10] Luigi Benedicenti. „Emotional Contagion in Open Software Collaborations“. In: *Open Source Systems*. Hrsg. von Vladimir Ivanov u. a. Cham: Springer International Publishing, 2020, S. 47–54. ISBN: 978-3-030-47240-5.
- [11] Naureen Bhullar. „Self-ratings of love and fear on emotional contagion scale depend on the environmental context of rating“. In: *Current Research in Social Psychology* 2 (2012).
- [12] Herbert Bless u. a. *Happy and mindless? Moods and the processing of persuasive communications*. Bd. 1989/05. ZUMA-Arbeitsbericht. Mannheim: Zentrum für Umfragen, Methoden und Analysen -ZUMA-, 1989, S. 52, 7.
- [13] Gerd Bohner, Stefan E Hormuth und Norbert Schwarz. „Die Stimmungs-Skala: Vorstellung und Validierung einer deutschen Version des „Mood Survey““. In: *Diagnostica* 37.2 (1991), S. 135–148.
- [14] Kevin Bösch, Oliver Müller und Johannes Schneider. „Emotional Contagion Through Online Newspapers.“ In: *ECIS*. 2018, S. 171.
- [15] Fabio Calefato, Filippo Lanubile und Nicole Novielli. „EmoTxt: A toolkit for emotion recognition from text“. In: *2017 Seventh International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction Workshops and Demos (ACIIW)*. 2017, S. 79–80. DOI: 10.1109/ACIIW.2017.8272591.
- [16] Fabio Calefato u. a. „Sentiment Polarity Detection for Software Development“. In: *Empirical Software Engineering* 23.3 (Juni 2018), S. 1352–1382. ISSN: 1573-7616. DOI: 10.1007/s10664-017-9546-9.
- [17] Fabio Calefato u. a. „Sentiment polarity detection for software development“. In: *Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering*. ICSE '18. Gothenburg, Sweden: Association for Computing Machinery, 2018, S. 128. ISBN: 9781450356381. DOI: 10.1145/3180155.3182519.
- [18] Alistair Cockburn. *Agile software development: the cooperative game*. Pearson Education, 2006.

- [19] Jacob Cohen. „A power primer“. In: *Psychological Bulletin* 112.1 (Juli 1992), S. 155–159. DOI: 10.1037//0033-2909.112.1.155.
- [20] James J. Collins u. a. „The Assessment of Chronic Health Conditions on Work Performance, Absence, and Total Economic Impact for Employers“. In: *Journal of Occupational and Environmental Medicine* 47.6 (2005), S. 547–557. ISSN: 10762752, 15365948. URL: <http://www.jstor.org/stable/45009200> (besucht am 15.02.2024).
- [21] Joel Cordeiro, Bruno Antunes und Paulo Gomes. „Context-based recommendation to support problem solving in software development“. In: *Proceedings of the Third International Workshop on Recommendation Systems for Software Engineering*. RSSE '12. Zurich, Switzerland: IEEE Press, 2012, S. 85–89. ISBN: 9781467317597.
- [22] Lorenzo Coviello u. a. „Detecting Emotional Contagion in Massive Social Networks“. In: *PLOS ONE* 9.3 (März 2014), S. 1–6. DOI: 10.1371/journal.pone.0090315.
- [23] Michael A Cusumano. „Managing software development in globally distributed teams“. In: *Communications of the ACM* 51.2 (2008), S. 15–17.
- [24] Elizabeth Dayton und Kerm Henriksen. „Communication Failure: Basic Components, Contributing Factors, and the Call for Structure“. In: *The Joint Commission Journal on Quality and Patient Safety* 33.1 (2007), S. 34–47. ISSN: 1553-7250. DOI: 10.1016/S1553-7250(07)33005-5. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1553725007330055>.
- [25] Káthia Marçal de Oliveira u. a. „Domain-oriented software development environment“. In: *Journal of Systems and Software* 72.2 (2004), S. 145–161. ISSN: 0164-1212. DOI: 10.1016/S0164-1212(03)00233-4. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121203002334>.
- [26] Joanna F. DeFranco und Philip A. Laplante. „Review and Analysis of Software Development Team Communication Research“. In: *IEEE Transactions on Professional Communication* 60.2 (2017), S. 165–182. DOI: 10.1109/TPC.2017.2656626.
- [27] Tom DeMarco und Timothy Lister. *Peopleware: Productive Projects and Teams*. Zweite Auflage. Dorset House, Feb. 1999.
- [28] Peter J. Denning. „Moods“. In: *Commun. ACM* 55.12 (Dez. 2012), S. 33–35. ISSN: 0001-0782. DOI: 10.1145/2380656.2380668.
- [29] Jacob Devlin u. a. *BERT: Pre-training of Deep Bidirectional Transformers for Language Understanding*. 2019. arXiv: 1810.04805 [cs.CL].

- [30] Rashmi Dhakad und Luigi Benedicenti. „Detecting Emotional Contagion in OSS Projects“. In: *The 7th World Congress on Electrical Engineering and Computer Systems and Science*. 2021.
- [31] Panteleimon Ekkekakis. „Affect, mood, and emotion“. In: *Measurement in sport and exercise psychology*. Hrsg. von G. Tenenbaum, R. C. Eklund und A. Kamata. Human Kinetics, 2012, S. 321–332. DOI: 10.5040/9781492596332.ch-028.
- [32] Hillary Anger Elfenbein. „The many faces of emotional contagion: An affective process theory of affective linkage“. In: *Organizational Psychology Review* 4.4 (2014), S. 326–362. DOI: 10.1177/2041386614542889.
- [33] Fabian Fagerholm und Jürgen Münch. „Developer experience: Concept and definition“. In: *2012 International Conference on Software and System Process (ICSSP)*. 2012, S. 73–77. DOI: 10.1109/ICSSP.2012.6225984.
- [34] Robert Feldt u. a. „Links between the personalities, views and attitudes of software engineers“. In: *Information and Software Technology* 52.6 (2010), S. 611–624. ISSN: 0950-5849. DOI: 10.1016/j.infsof.2010.01.001. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584910000029>.
- [35] Emilio Ferrara und Zeyao Yang. „Measuring Emotional Contagion in Social Media“. In: *PLOS ONE* 10.11 (Nov. 2015), S. 1–14. DOI: 10.1371/journal.pone.0142390.
- [36] Heike Franz. „The impact of computer mediated communication on information overload in distributed teams“. In: *Proceedings of the 32nd Annual Hawaii International Conference on Systems Sciences. 1999. HICSS-32. Abstracts and CD-ROM of Full Papers*. Bd. Track1. 1999, pp. 15. DOI: 10.1109/HICSS.1999.772712.
- [37] Thomas Fuchs. „Zur Phänomenologie der Stimmungen“. In: *Stimmung und Methode* (2013), S. 17–31.
- [38] Amit Goldenberg und James J Gross. „Digital emotion contagion“. In: *Trends in cognitive sciences* 24.4 (2020), S. 316–328.
- [39] Daniel Graziotin u. a. „Consequences of Unhappiness while Developing Software“. In: *2017 IEEE/ACM 2nd International Workshop on Emotion Awareness in Software Engineering (SEmotion)*. 2017, S. 42–47. DOI: 10.1109/SEmotion.2017.5.
- [40] Daniel Graziotin u. a. „On the Unhappiness of Software Developers“. In: *Proceedings of the 21st International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. EASE '17. Karlskrona, Sweden: Association for Computing Machinery, 2017, S. 324–333. ISBN: 9781450348041. DOI: 10.1145/3084226.3084242.

- [41] Daniel Graziotin u. a. „What happens when software developers are (un)happy“. In: *Journal of Systems and Software* 140 (2018), S. 32–47. ISSN: 0164-1212. DOI: 10 . 1016 / j . jss . 2018 . 02 . 041. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0164121218300323>.
- [42] Oliver Guhr u. a. „Training a Broad-Coverage German Sentiment Classification Model for Dialog Systems“. English. In: *Proceedings of the Twelfth Language Resources and Evaluation Conference*. Hrsg. von Nicoletta Calzolari u. a. Marseille, France: European Language Resources Association, Mai 2020, S. 1627–1632. ISBN: 979-10-95546-34-4. URL: <https://aclanthology.org/2020.lrec-1.202>.
- [43] Jamie Guillory u. a. „Upset Now? Emotion Contagion in Distributed Groups“. In: *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*. CHI '11. Vancouver, BC, Canada: Association for Computing Machinery, 2011, S. 745–748. ISBN: 9781450302289. DOI: 10.1145/1978942.1979049.
- [44] E. S. van Haeringen, C. Gerritsen und K. V. Hindriks. „Emotion contagion in agent-based simulations of crowds: a systematic review“. In: *Autonomous Agents and Multi-Agent Systems* 37.1 (2022), S. 6. ISSN: 1573-7454. DOI: 10.1007/s10458-022-09589-z.
- [45] Jeffrey T. Hancock u. a. „I’m Sad You’re Sad: Emotional Contagion in CMC“. In: *Proceedings of the 2008 ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work*. CSCW '08. San Diego, CA, USA: Association for Computing Machinery, 2008, S. 295–298. ISBN: 9781605580074. DOI: 10.1145/1460563.1460611.
- [46] Elaine Hatfield, John T. Cacioppo und Richard L. Rapson. „Primitive emotional contagion.“ In: Bd. 2. Sage Publications, Inc, Feb. 1992, S. 151–177.
- [47] Elaine Hatfield, John T. Cacioppo und Richard L. Rapson. „Emotional Contagion“. In: *Current Directions in Psychological Science* 2.3 (1993), S. 96–99. ISSN: 09637214. DOI: 10.1111/1467-8721.ep10770953. URL: <http://www.jstor.org/stable/20182211> (besucht am 29.03.2024).
- [48] Marc Herrmann und Jil Klünder. „From Textual to Verbal Communication: Towards Applying Sentiment Analysis to a Software Project Meeting“. In: *2021 IEEE 29th International Requirements Engineering Conference Workshops (REW)*. 2021, S. 371–376. DOI: 10 . 1109 / REW53955 . 2021 . 00065.
- [49] Marc Herrmann, Martin Obaidi und Jil Klünder. *SEnti-Analyzer: Joint Sentiment Analysis For Text-Based and Verbal Communication in Software Projects*. 2022. arXiv: 2206.10993 [cs.SE].

- [50] Michael Hinner. „INTERCULTURAL MISUNDERSTANDINGS: CAUSES AND SOLUTIONS“. In: *Russian Journal of Linguistics* 21 (Dez. 2017), S. 885–909. DOI: 10.22363/2312-9182-2017-21-4-885-909.
- [51] C. Hutto und Eric Gilbert. „VADER: A Parsimonious Rule-Based Model for Sentiment Analysis of Social Media Text“. In: *Proceedings of the International AAAI Conference on Web and Social Media* 8.1 (Mai 2014), S. 216–225. DOI: 10.1609/icwsm.v8i1.14550. URL: <https://ojs.aaai.org/index.php/ICWSM/article/view/14550>.
- [52] Giuliana Isabella und Hamilton C. Carvalho. „Chapter 4 - Emotional Contagion and Socialization: Reflection on Virtual Interaction“. In: *Emotions, Technology, and Behaviors*. Hrsg. von Sharon Y. Tettegah und Dorothy L. Espelage. Emotions and Technology. San Diego: Academic Press, 2016, S. 63–82. ISBN: 978-0-12-801873-6. DOI: 10.1016/B978-0-12-801873-6.00004-2. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780128018736000042>.
- [53] Md Rakibul Islam und Minhaz F. Zibran. „Leveraging Automated Sentiment Analysis in Software Engineering“. In: *2017 IEEE/ACM 14th International Conference on Mining Software Repositories (MSR)*. 2017, S. 203–214. DOI: 10.1109/MSR.2017.9.
- [54] Michael Hviid Jacobsen. *Emotions, everyday life and sociology*. Routledge, 2018. ISBN: 9780367897291.
- [55] Nora Elizabeth Joby und Hiroyuki Umemuro. „Effect of Group Identity on Emotional Contagion in Dyadic Human Agent Interaction“. In: *Proceedings of the 10th International Conference on Human-Agent Interaction*. HAI '22. , Christchurch, New Zealand, Association for Computing Machinery, 2022, S. 157–166. ISBN: 9781450393232. DOI: 10.1145/3527188.3561939.
- [56] Jil Klünder, Julian Horstmann und Oliver Karras. „Identifying the Mood of a Software Development Team by Analyzing Text-Based Communication in Chats with Machine Learning“. In: *Human-Centered Software Engineering*. Hrsg. von Regina Bernhaupt, Carmelo Ardito und Stefan Sauer. Cham: Springer International Publishing, 2020, S. 133–151. ISBN: 978-3-030-64266-2.
- [57] Jil Klünder u. a. „Communication in Teams - An Expression of Social Conflicts“. In: *6th International Conference on Human-Centred Software Engineering (HCSE) / 8th International Conference on Human Error, Safety, and System Development (HESSD)*. Hrsg. von Cristian Bogdan u. a. Bd. LNCS-9856. Human-Centered and Error-Resilient Systems Development. Part 3: Socio-Technical and Ethical Considerations. Stockholm, Sweden: Springer International Publishing,

- Aug. 2016, S. 111–129. DOI: 10.1007/978-3-319-44902-9_8. URL: <https://inria.hal.science/hal-01647704>.
- [58] Robert E. Kraut und Lynn A. Streeter. „Coordination in software development“. In: *Commun. ACM* 38.3 (März 1995), S. 69–81. ISSN: 0001-0782. DOI: 10.1145/203330.203345.
- [59] Heinz Krohne u. a. „Untersuchungen mit einer deutschen Version der ‚Positive and Negative Affect Schedule‘ (PANAS)“. In: *Diagnostica* 42 (Jan. 1996), S. 139–156. DOI: 10.1037/t49650-000.
- [60] Marco Kuhrmann u. a. *HELENA Stage 2 Results*. Nov. 2018. DOI: 10.13140/RG.2.2.14807.52649.
- [61] Peter Kuppens, Zita Oravecz und Francis Tuerlinckx. „Feelings Change: Accounting for Individual Differences in the Temporal Dynamics of Affect“. In: *Journal of personality and social psychology* 99 (Sep. 2010), S. 1042–60. DOI: 10.1037/a0020962.
- [62] Lucas Layman u. a. „Essential communication practices for Extreme Programming in a global software development team“. In: *Information and Software Technology* 48.9 (2006). Special Issue Section: Distributed Software Development, S. 781–794. ISSN: 0950-5849. DOI: 10.1016/j.infsof.2006.01.004. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0950584906000024>.
- [63] Bin Lin u. a. „Why Developers Are Slacking Off: Understanding How Software Teams Use Slack“. In: *Proceedings of the 19th ACM Conference on Computer Supported Cooperative Work and Social Computing Companion*. CSCW ’16 Companion. San Francisco, California, USA: Association for Computing Machinery, 2016, S. 333–336. ISBN: 9781450339506. DOI: 10.1145/2818052.2869117.
- [64] Bin Lin u. a. „Sentiment analysis for software engineering: how far can we go?“. In: *Proceedings of the 40th International Conference on Software Engineering*. ICSE ’18. Gothenburg, Sweden: Association for Computing Machinery, 2018, S. 94–104. ISBN: 9781450356381. DOI: 10.1145/3180155.3180195.
- [65] Yinhan Liu u. a. *RoBERTa: A Robustly Optimized BERT Pretraining Approach*. 2019. arXiv: 1907.11692 [cs.CL].
- [66] Marlon Luz, Daniel Gazineu und Mauro Teófilo. „Challenges on adopting scrum for distributed teams in home office environments“. In: *World Academy of Science, Engineering and Technology* 59 (2009), S. 308–311.
- [67] Sonja Lyubomirsky, Laura King und Ed Diener. „The benefits of frequent positive affect: Does happiness lead to success?“. In: *Psychological bulletin* 131.6 (2005), S. 803.

- [68] Sonja Lyubomirsky, Kennon M. Sheldon und David Schkade. „Pursuing Happiness: The Architecture of Sustainable Change“. In: *Review of General Psychology* 9.2 (2005), S. 111–131. DOI: 10.1037/1089-2680.9.2.111.
- [69] Gerald Mackenthun. *Stimmungen und Emotionen*. 1998.
- [70] Yan Mao u. a. „An emotional contagion based simulation for emergency evacuation peer behavior decision“. In: *Simulation Modelling Practice and Theory* 96 (2019), S. 101936. ISSN: 1569-190X. DOI: 10.1016/j.simpat.2019.101936. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569190X19300619>.
- [71] Diana Maynard und Adam Funk. „Automatic Detection of Political Opinions in Tweets“. In: *The Semantic Web: ESWC 2011 Workshops*. Hrsg. von Raúl García-Castro, Dieter Fensel und Grigoris Antoniou. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2012, S. 88–99. ISBN: 978-3-642-25953-1.
- [72] Gregory Mchugo u. a. „Emotional Reactions to a Political Leader’s Expressive Displays“. In: *Journal of Personality and Social Psychology* 49 (Dez. 1985), S. 1513–1529. DOI: 10.1037/0022-3514.49.6.1513.
- [73] Walaa Medhat, Ahmed Hassan und Hoda Korashy. „Sentiment analysis algorithms and applications: A survey“. In: *Ain Shams Engineering Journal* 5.4 (2014), S. 1093–1113. ISSN: 2090-4479. DOI: 10.1016/j.asej.2014.04.011. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2090447914000550>.
- [74] Ivan Mistrik u. a. „Collaborative Software Engineering: Challenges and Prospects“. In: *Collaborative Software Engineering*. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2010, S. 389–403. ISBN: 978-3-642-10294-3. DOI: 10.1007/978-3-642-10294-3_19.
- [75] Nicole Novielli und Alexander Serebrenik. „Sentiment and Emotion in Software Engineering“. In: *IEEE Software* 36.5 (2019), S. 6–23. DOI: 10.1109/MS.2019.2924013.
- [76] Martin Obaidi und Jil Klünder. „Development and Application of Sentiment Analysis Tools in Software Engineering: A Systematic Literature Review“. In: *Proceedings of the 25th International Conference on Evaluation and Assessment in Software Engineering*. EASE ’21. Trondheim, Norway: Association for Computing Machinery, 2021, S. 80–89. ISBN: 9781450390538. DOI: 10.1145/3463274.3463328.
- [77] Ulf-Dietrich Reips. „Computervermittelte Kommunikation“. In: *Handbuch der Sozialpsychologie und Kommunikationspsychologie*. Hrsg. von Hans-Werner Bierhoff. Handbuch der Psychologie 3. Göttingen [u.a.]: Hogrefe, 2006, S. 555–564. ISBN: 978-3-8017-1844-2.

- [78] Robert Remus, Uwe Quasthoff und Gerhard Heyer. „SentiWS - A Publicly Available German-language Resource for Sentiment Analysis“. In: *Proceedings of the Seventh International Conference on Language Resources and Evaluation (LREC'10)*. Hrsg. von Nicoletta Calzolari u. a. Valletta, Malta: European Language Resources Association (ELRA), Mai 2010, S. 1168–1171. URL: http://www.lrec-conf.org/proceedings/lrec2010/pdf/490_Paper.pdf.
- [79] Wolfgang Schlicht und Annelie Reicherz. „Sportliche Aktivität und affektive Reaktionen“. In: *Seelische Gesundheit und sportliche Aktivität* (2012), S. 12–33.
- [80] Eric Shouse. „Feeling, Emotion, Affect“. In: *M/C Journal* 8.6 (Dez. 2005). DOI: 10.5204/mcj.2443. URL: <https://journal.media-culture.org.au/index.php/mcj/article/view/2443>.
- [81] Vinayak Sinha, Alina Lazar und Bonita Sharif. „Analyzing developer sentiment in commit logs“. In: *Proceedings of the 13th International Conference on Mining Software Repositories. MSR '16*. Austin, Texas: Association for Computing Machinery, 2016, S. 520–523. ISBN: 9781450341868. DOI: 10.1145/2901739.2903501.
- [82] E Sparrow u. a. „Offshoring—A Challenge or Opportunity for British IT Professionals?“ In: *The British Computer Society* (2004).
- [83] Jan E. Stets. „Emotions and Sentiments“. In: *Handbook of Social Psychology*. Hrsg. von John Delamater. Boston, MA: Springer US, 2006, S. 309–335. ISBN: 978-0-387-36921-1. DOI: 10.1007/0-387-36921-X_13.
- [84] Janet M. Stoppard und Carla D. Gunn Gruchy. „Gender, Context, and Expression of Positive Emotion“. In: *Personality and Social Psychology Bulletin* 19.2 (1993), S. 143–150. DOI: 10.1177/0146167293192002.
- [85] Mike Thelwall u. a. „Sentiment strength detection in short informal text“. In: *Journal of the American Society for Information Science and Technology* 61.12 (2010), S. 2544–2558. DOI: 10.1002/asi.21416. eprint: <https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/pdf/10.1002/asi.21416>. URL: <https://asistdl.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/asi.21416>.
- [86] Dominic Thompson und Ruth Filik. „Sarcasm in Written Communication: Emoticons are Efficient Markers of Intention“. In: *Journal of Computer-Mediated Communication* 21.2 (März 2016), S. 105–120. ISSN: 1083-6101. DOI: 10.1111/jcc4.12156. eprint: <https://academic.oup.com/jcmc/article-pdf/21/2/105/19491845/jcmcom0105.pdf>.

- [87] Leimin Tian, Catherine Lai und Johanna D. Moore. *Polarity and Intensity: the Two Aspects of Sentiment Analysis*. 2018. arXiv: 1807.01466 [cs.CL].
- [88] Parastou Tourani, Yujuan Jiang und Bram Adams. „Monitoring sentiment in open source mailing lists: exploratory study on the apache ecosystem.“ In: *CASCON*. Bd. 14. 2014, S. 34–44.
- [89] Karsten Tymann u. a. „GerVADER - A German Adaptation of the VADER Sentiment Analysis Tool for Social Media Texts“. In: *Lernen, Wissen, Daten, Analysen*. 2019. URL: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:202760140>.
- [90] Bill Underwood und William J. Froming. „The Mood Survey: A Personality Measure of Happy and Sad Moods“. In: *Journal of Personality Assessment* 44.4 (1980), S. 404–414. DOI: 10.1207/s15327752jpa4404_11.
- [91] Ashish Vaswani u. a. *Attention Is All You Need*. 2023. arXiv: 1706.03762 [cs.CL].
- [92] David Watson, Lee Anna Clark und Auke Tellegen. „Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the PANAS scales.“ In: *Journal of personality and social psychology* 54.6 (1988), S. 1063–1070. DOI: 10.1037/0022-3514.54.6.1063.
- [93] Claes Wohlin u. a. *Experimentation in Software Engineering*. Springer Publishing Company, Incorporated, 2012. ISBN: 3642290434.
- [94] University of Wolverhampton. *SentiStrength*. <http://sentistrength.wlv.ac.uk>. (Besucht am 25.01.2024).
- [95] Ting Zhang u. a. „Sentiment Analysis for Software Engineering: How Far Can Pre-trained Transformer Models Go?“ In: *2020 IEEE International Conference on Software Maintenance and Evolution (ICSME)*. 2020, S. 70–80. DOI: 10.1109/ICSME46990.2020.00017.
- [96] Hai Zhuge. „Knowledge flow management for distributed team software development“. In: *Knowledge-Based Systems* 15.8 (2002), S. 465–471. ISSN: 0950-7051. DOI: 10.1016/S0950-7051(02)00031-X. URL: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S095070510200031X>.