

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

Anforderungspriorisierung ausgehend von Emotionen in Visionsvideos

**Prioritisation of Requirements originating from Emotions in
Vision Videos**

Bachelorarbeit

im Studiengang Informatik

von

Yoo Seung Yang

**Prüfer: Prof. Dr. Kurt Schneider
Zweitprüfer: Dr. rer. nat. Jil Ann-Christin Klünder
Betreuer: M. Sc. Jianwei Shi**

Hannover, 05.04.2023

Erklärung der Selbstständigkeit

Hiermit versichere ich, dass ich die vorliegende Bachelorarbeit 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 05.04.2023

Yoo Seung Yang

Zusammenfassung

Um eine erfolgreiche Software zu entwickeln, ist es wichtig, dass die dazugehörigen Anforderungen nach Wünschen des Stakeholders priorisiert werden und somit garantiert erfüllt werden. Jedoch wird die Aufgabe der Priorisierung der Anforderungen als schwer angesehen aufgrund von fehlenden Rückmeldungen. Die Emotionen der Stakeholder wurden als eine mögliche Rückmeldung für die Priorisierung der Anforderungen angesehen und wurden deshalb in dieser Arbeit untersucht. Im Rahmen dieser Arbeit haben wir uns auf Qualitätsanforderungen begrenzt und haben an erster Stelle den Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder untersucht. Um die Emotionen zu ermitteln, wurden Visionsvideos verwendet. Es wurde eine Nutzerstudie entworfen und durchgeführt, um die Daten zu erheben, mit denen der Zusammenhang untersucht werden kann. In der Nutzerstudie wurden die Emotionen zu Qualitätsanforderungen, die in den Visionsvideos dargestellt wurden, und eine Priorisierung der Qualitätsanforderungen erfasst. Mit den erhobenen Daten wurde anschließend eine Korrelationsanalyse durchgeführt, mit dessen Ergebnis eine Aussage über den Zusammenhang getroffen werden kann. Aus der Korrelationsanalyse wurde ein Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder erfasst. Nach einer Evaluation und Interpretation dieses Ergebnisses wurde schlussfolgert, wie man möglicherweise ausgehend von Emotionen der Stakeholder in Visionsvideos, Qualitätsanforderungen priorisieren kann, jedoch war dieses Ergebnis mit vielen Risiken bezüglich der Validität verbunden und konnte nicht generalisiert werden.

Abstract

To develop a successful software, it's important to prioritize the requirements for the software to the likes of the stakeholder, so that these requirements are guaranteed to be fulfilled. However, the task to prioritize the requirements is not seen easy due to the lack of feedback from stakeholders. The emotions of a stakeholder is seen as a possible way to get feedback for the prioritization of requirements and therefore was investigated in this thesis. In the scope of the thesis, we limited our investigation to quality requirements and the first step was to investigate the relationship between the prioritization of quality requirements and user emotions. In order to measure emotions, we used vision videos. A user study was designed and conducted to capture data, with which the relationship could be investigated. In the user study, emotions to quality requirements, which were shown in the vision videos, and prioritization of the quality requirements was captured. With the captured data, a correlation analysis was performed, with which a statement about the relationship could be made. With the correlation analysis, we have indeed determined a relationship between the prioritization of quality requirements and user emotions. After an evaluation and interpretation of the results, a conclusion was drawn on how to possibly prioritize quality requirements originating from user emotions in vision videos, however these results were tied with threats to validity and therefore couldn't be generalized.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Problemstellung	2
1.3	Lösungsansatz	2
1.4	Struktur der Arbeit	3
2	Verwandte Arbeiten	5
2.1	Emotionsmodell	5
2.2	Anwendung von Emotionsmodellen	6
2.3	Ermittlungsmethoden	7
3	Planung der Nutzerstudie	9
3.1	Goal Question Metrik	9
3.2	Entwurf	12
3.2.1	Untersuchungsrahmen	12
3.2.2	Kontextauswahl	12
3.2.3	Hypothesen	13
3.2.4	Variablenauswahl	13
3.2.5	Auswahl der Probanden	13
3.3	Gefahren zur Validität	14
3.3.1	Conclusion Validity	14
3.3.2	Internal Validity	14
3.3.3	Construct Validity	15
3.3.4	External Validity	15
3.4	Visionsvideos	15
4	Ablauf der Nutzerstudie	17
4.1	Briefing	17
4.1.1	Hinweise	18
4.2	Versuch 1	18
4.3	Versuch 2	19

5	Auswertung	21
5.1	Konvertierung der Daten	21
5.2	Korrelationsanalyse	22
5.3	Signifikanztest	24
6	Evaluation	27
6.1	Evaluation des GQM	27
6.1.1	Evaluationsfrage 1	27
6.1.2	Evaluationsfrage 2	29
6.2	Interpretation	30
6.3	Gefahren zur Validität	31
7	Fazit und Ausblick	33
7.1	Fazit	33
7.2	Ausblick	34
7.2.1	Nutzerstudie	34
7.2.2	Anforderung	34
A	Dokumente der Nutzerstudie	35
B	Einverständniserklärung	41

Kapitel 1

Einleitung

1.1 Motivation

Requirements Engineering (RE) ist ein wichtiger Bestandteil der erfolgreichen Entwicklung von neuer Software. Die Anforderungsingenieure vom Requirements Engineering haben die Aufgabe, Anforderungen für die zu entwickelnde Software von potenziellen Stakeholdern zu identifizieren, dokumentieren und zu erheben. Anschließend sind die Anforderungsingenieure dafür verantwortlich, dass das Endprodukt alle ermittelten Anforderungen erfüllt. Anforderungen legen fest, was die gewünschte Software überhaupt leisten soll und dienen als Erfolgskontrolle für die Softwareentwickler. Ein unzureichendes Requirements Engineering ist eines der wichtigsten Ursachen für Projektscheitern [13], sowie die unangemessene Priorisierung von Anforderungen. Eine angemessene Priorisierung von Anforderungen heißt, dass Anforderungen nach Wünschen des Stakeholders nach Wichtigkeit priorisiert werden und somit die höchst priorisierten Anforderungen garantiert erfüllt werden. Die Priorisierung von Anforderungen wird aber als nicht leicht angesehen, aufgrund von fehlender Rückmeldungen von Stakeholdern. Mögliche Gründe hierfür sind, dass den Stakeholdern am Anfang häufig gar nicht bewusst ist, was sie genau von einer neuen Software erwarten [16] oder die Kommunikation zwischen den Stakeholdern und den Anforderungsingenieuren fehlt. Ein gemeinsames Verständnis zwischen dem Stakeholder und dem Anforderungsingenieur über einer zukünftigen Software ist sehr wichtig um die passenden und richtigen Anforderungen zu ermitteln [6]. Eine Möglichkeit um Rückmeldungen von Stakeholdern zu bekommen, ist durch die Analyse der Emotionen der Stakeholder, da das Erfüllen der emotionalen Bedürfnisse der Kunden ein wichtiger Faktor zur Akzeptanz einer neuen Software ist [5].

1.2 Problemstellung

Als emotionale Bedürfnisse werden die Gefühle der Nutzer beschrieben: Wahrnehmungen und Emotionen, die bei der Nutzung der Technologie entstehen [5] und beschreiben, wie sich die Nutzer fühlen, oder sich bei der Nutzung einer Software fühlen möchten. Des Weiteren wird das menschliche Verhalten von Emotionen beeinflusst [4] und kann somit bestimmen, wie die Nutzer die Software nutzen. Diese emotionalen Bedürfnisse werden jedoch in vielen Projekten nicht angemessen angesprochen, welches einer der weiteren Gründe für Projektscheiterungen sind [15]. Die Integration von emotionalen Bedürfnissen in Requirements Engineering wird jedoch als schwer angesehen, da es viele Herausforderungen mit sich bringt [5]. Zum einen sind Emotionen komplex und subjektiv. Emotionen sind von Nutzer zu Nutzer anders und können von Tag zu Tag immer anders sein, was sich schwer erheben und messen lässt. Zum anderen bieten existierende Software Engineering Methoden wenig bis kaum Unterstützung oder Anleitung, wie man solche emotionalen Bedürfnisse behandeln kann [8, 9, 10, 18]. Es existieren Literaturen, die sich mit der Integrierung von Emotionen in Requirements Engineering beschäftigen, jedoch gibt es zu meinem besten Wissen keine strukturierten Methoden oder Systeme, wie man solche emotionalen Bedürfnisse bei der Anforderungsanalyse integrieren kann.

1.3 Lösungsansatz

Diese Bachelorarbeit beschäftigt sich mit einer explorativen Studie. Wie in der Problemstellung bereits genannt, sind Emotionen sehr komplex und es existieren zu meinem besten Wissen keine strukturierten Methoden oder Systeme für die Integrierung von emotionalen Bedürfnissen der Stakeholder bei der Anforderungsanalyse. Deshalb geht es in dieser Arbeit nicht darum, eine eindeutige Lösung zur Problemstellung zu finden, sondern einen möglichen Lösungsansatz zu finden und diese zu evaluieren. Außerdem beschränken wir uns bei dieser Arbeit auf die Priorisierung von Qualitätsanforderungen, da wir bei der Untersuchung vor der Arbeit uns die Qualitätsmerkmale der ISO25010 ¹ angeschaut haben und vermuten, dass möglicherweise ein Zusammenhang zwischen den Qualitätsmerkmalen und Emotionen der Stakeholder existiert. Dies muss jedoch nicht heißen, dass die Emotionen der Stakeholder keinen Zusammenhang mit funktionalen Anforderungen hat. Wir fokussieren uns lediglich in dieser Arbeit auf die Qualitätsanforderungen, um den Umfang der Untersuchung zu verkleinern.

¹<https://iso25000.com/index.php/en/iso-25000-standards/iso-25010/>

In dieser Arbeit fokussieren wir uns auf die Untersuchung des Zusammenhangs zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder. Für die Ermittlung der Emotionen, verwenden wir in dieser Arbeit Visionsvideos. Sobald wir eine Aussage über den Zusammenhang getroffen haben, können wir anschließend über die Ergebnisse diskutieren und uns der folgenden Forschungsfrage widmen:

RQ: Wie können Anforderungsingenieure mithilfe von Emotionen der Stakeholder, die bei der Betrachtung von Visionsvideos entstehen, Qualitätsanforderungen priorisieren?

Um den Zusammenhang zu untersuchen, wird eine Korrelationsanalyse [2] durchgeführt, mit der wir eine Aussage über den Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder treffen können. Um die benötigten Daten zu erheben, wird eine Nutzerstudie entworfen und durchgeführt. In der Nutzerstudie schauen sich die Probanden Visionsvideos an und geben zu den in den Videos dargestellten Qualitätsanforderungen ihre Emotionen an. Anschließend wird ein Interview mit den Probanden geführt, um eine Priorisierung der im Video dargestellten Qualitätsanforderungen zu bekommen. Mit den Ergebnissen der Nutzerstudie und der Korrelationsanalyse, wird versucht die Forschungsfrage zu beantworten. Mit der Antwort auf die Forschungsfrage, könnten eventuell Methoden oder Strategien entwickelt werden, mit denen Qualitätsanforderungen ausgehend von Emotionen in Visionsvideos priorisiert werden kann.

1.4 Struktur der Arbeit

Die Motivation, Problemstellung und der Lösungsansatz werden im ersten Kapitel besprochen. Im zweiten Kapitel werden verwandte Arbeiten vorgestellt. Im dritten Kapitel wird die Planung und Entwurf rund um die Nutzerstudie besprochen. Im vierten Kapitel wird der genaue Ablauf der Nutzerstudie besprochen. Im fünften Kapitel findet die Auswertung der Ergebnisse der Nutzerstudie statt. Im sechsten Kapitel werden über die Ergebnisse evaluiert und darüber diskutiert. Im letzten Kapitel wird die Arbeit kurz zusammengefasst und ein Ausblick gegeben.

Kapitel 2

Verwandte Arbeiten

In diesem Kapitel werden wissenschaftliche Arbeiten vorgestellt, die für diese Arbeit grundlegend sind und mit verwandten oder ähnlichen Themen wie diese Arbeit beschäftigt haben. In 2.1 wird eine Arbeit vorgestellt, die sich mit der Vereinfachung des Verständnisses von Emotionen beschäftigt hat. In 2.2 werden Arbeiten vorgestellt, die sich mit der Ermittlung von Nutzer-Emotionen beschäftigt haben. In 2.3 wird eine Arbeit vorgestellt, die viele verschiedene Ermittlungstechniken vorgestellt.

2.1 Emotionsmodell

Unsere Arbeit beschäftigt sich mit der Analyse von Emotionen der Stakeholder. Dabei wissen wir noch nicht, wie wir Emotionen formal analysieren und interpretieren können. Es gibt sehr viele verschiedene Emotionsarten und Begriffe, die unsere derzeitige Gefühle beschreiben. Um die Komplexität der Emotionen zu reduzieren, haben Shaver et al. [17] Emotionen untersucht und stellen ein sogenanntes Emotionsmodell vor, womit sich Emotionen einfach kategorisieren lässt und das Verständnis über Emotionen vereinfacht wird.

Shaver et al. [17] haben eine Studie durchgeführt, indem 100 Probanden (50 Männliche Probanden, 50 Weibliche Probandinnen) 135 verschiedene emotionale Terme nach Ähnlichkeit sortiert haben. Für jeden Probanden wurde eine 135x135 co-occurrence Matrix erstellt, worin der Eintrag 1 war, wenn zwei Terme derselben Kategorie zugeordnet wurde und der Eintrag 0 war, wenn zwei Terme verschiedenen Kategorien zugeordnet wurde. Die Matrizen von allen Probanden wurden zusammengerechnet um eine einzige 135x135 co-occurrence Matrix zu erstellen, worin die Einträge von 0-100 waren, welche die Anzahl an Probanden repräsentierte, die zwei Terme derselben Kategorie zugeordnet haben. Aus diesem Ergebnis haben Shaver et al. [17] ein hierarchisches Baumartiges Emotionsmodell erstellt. Aus dem

Modell lassen sich sogenannte sechs **basic-level** Emotionen herauslesen, die sich jeweils zwischen positiven Emotionen und negativen Emotionen unterscheiden lassen. Die positiven Emotionen sind **Love (Liebe)** und **Joy (Freude)**, und die negativen Emotionen sind **Anger (Wut)**, **Sadness (Traurigkeit)** und **Fear (Angst)**. Die sechste Emotion ist **Surprise (Überraschung)**, jedoch hatten Shaver et al. [17] zu dieser Emotionen Bedenken, da sich diese Emotion schwer unterscheiden lässt und haben diese Emotionen in ihrer Arbeit nicht weiter besprochen.

Das Emotionsmodell von Shaver et al. [17] soll dabei helfen, emotionale Repräsentationen im täglichen Leben besser zu erkennen und einfacher zu verstehen. Wir verwenden das Emotionsmodell von Shaver et al. [17] lediglich um die Emotionen einfacher zu kategorisieren, speziell nach negativen und positiven Emotionen und dabei spielt die Bedeutung der einzelnen Emotionen keine große Rolle.

2.2 Anwendung von Emotionsmodellen

Novielli et al. [11] haben ein Datensatz bestehend aus 4800 Fragen, Antworten und Kommentaren aus StackOverflow veröffentlicht. Jeder Beitrag aus dem Datensatz hat eine individuelle Annotierung einer Emotion und eine goldene Annotierung einer Emotion bekommen, die durch eine Mehrheitsabstimmung entstanden ist. Der Datensatz soll einen goldener Standard sein und der Forschung von Emotionensbewusstsein in der Softwareentwicklung unterstützen. Um die richtigen Emotionen aus den Beiträgen herauszulesen, wurde hier das Emotionsmodell von Shaver et al. [17] als Hilfsmittel verwendet. Die Beiträge wurden jeweils mit einer der basic-level Emotionen aus dem Shaver-Modell annotiert (Love, Joy, Anger, Sadness, Fear, Surprise) und deuten darauf hin, dass die Beiträge mit der annotierten Emotion verbunden sind.

Ortu et al. [12] haben ebenfalls ein Datensatz bestehend aus 2000 Kommentaren und 4000 Sätzen zu Problemen aus JIRA veröffentlicht. Auch hier wurde das Emotionsmodell von Shaver et al. [17] benutzt und jeder Beitrag mit einer der sechs basic-level Emotionen (Love, Joy, Anger, Sadness, Fear, Surprise) annotiert, um die richtigen Emotionen aus den Beiträgen herauszulesen. Der Datensatz soll dabei helfen, die Rolle des Affekts in Software Engineering zu untersuchen.

Die zwei oben präsentierten Arbeiten beschäftigen sich mit der Ermittlung der Emotionen aus den Beiträgen von verschiedenen Entwicklern. Dabei verwenden sie das Emotionsmodell von Shaver [17] um die Emotionen systematisch zu kategorisieren. Die Emotionen werden manuell annotiert

und jeder Beitrag wurde mit einer der sechs basic-level Emotionen aus dem Shaver-Modell [17]. Wir verwenden für unsere Arbeit ebenfalls das Shaver-Modell [17] um die Emotionen systematisch zu kategorisieren. Jedoch ermitteln wir die Emotionen nicht manuell, sondern wir nutzen Visionsvideos als Hilfsmittel und lassen die Stakeholder ihre empfundenen Emotionen selbst erfassen. Des Weiteren wurden in den oben präsentierten Arbeiten die Emotionen annotiert, um die Datensätze mit Emotionsangaben zu erweitern. Für unsere Arbeit ermitteln wir die Emotionen nicht um Datensätze zu erstellen, sondern um diese Emotionen weiter zu analysieren.

2.3 Ermittlungsmethoden

C. Rupp et al. [16] haben ein Handbuch über Requirements-Engineering und -Management geschrieben, indem verschiedene Methodiken oder Techniken zur Anforderungsermittlung beschrieben und erklärt wird. Unter den verschiedenen Arten von Ermittlungstechniken, haben wir Befragungstechniken, Beobachtungstechniken, Artefaktbasierte Techniken und Kreativitätstechniken. Jede Technik hat ihre Vor- und Nachteile und eignen sich besser als andere, je nach Kontext und der Situation.

Mit Befragungstechniken können Stakeholder gezielt nach ihren Wünschen befragt werden und aus den Antworten Anforderungen herausleiten. Diese Techniken eignen sich gut um Leistungsfaktoren nach dem Kano-Modell zu ermitteln (Features, die dem Stakeholder bewusst sind und explizit fordern).

Bei Beobachtungstechniken beobachtet der Requirements-Engineer die entsprechenden Stakeholder bei ihrer Arbeit, dokumentiert ihre Arbeitsschritte und ermittelt daraus die vom System zu unterstützenden Arbeitsabläufe. Diese Techniken sind geeignet um Basisfaktoren nach dem Kano-Modell zu ermitteln (selbstverständlich und unterbewusst vorausgesetzte Features).

Artefaktbasierte Techniken verwenden Lösungen und Erfahrungen aus erfolgreichen Systemen wieder. Durch artefaktbasierte Techniken wird sichergestellt, dass die gesamte Funktionalität des Altsystems erkannt wird um auf dieser Basis zu entscheiden, was davon als Anforderung für das neue System gelten soll. Artefaktbasierte Techniken sind keine alleinstehende Techniken und werden eher in Kombination mit anderen Ermittlungstechniken benutzt. Im allgemeinen werden Artefakte aus vorher entwickelten Systemen übernommen und darauf basierend neue Anforderungen gesammelt.

Kreativitätstechniken helfen die erste Vision eines Systems zu entwickeln, einen Überblick zu gewinnen und innovative Ideen zu sammeln. Mit den Techniken hat man die Chance, Probleme beim Einsatz des Systems oder innovative Verbesserungsmöglichkeiten zu finden und damit zukünftige Anforderungen vorhersehen. Es können unbewusste Begeisterungsfaktoren nach dem Kano-Modell mit Kreativitätstechniken ermittelt werden (Features, die dem Stakeholder noch unbewusst sind und erst während der Benutzung als angenehme Überraschung entdeckt werden).

Für unsere Arbeit benutzen wir Befragungstechniken, speziell das Interview als Teil unserer Nutzerstudie. Mit einem Interview, können wir die Probanden nach einer individuellen Priorisierung der Qualitätsanforderungen fragen, die in den Visionsvideos dargestellt werden und bei Bedarf auch Nachfragen stellen. Somit bekommen wir die Daten für die Priorisierung der Qualitätsanforderungen der Probanden, womit wir den Zusammenhang mit der Emotionsangabe analysieren können. Die obige Arbeit hilft uns dabei, das Interview systematisch zu gestalten und vorzubereiten. Die Abgrenzung hierbei ist, dass wir die Befragungstechnik, speziell das Interview, nicht dafür nutzen um Anforderungen zu ermitteln, sondern um spezifische Daten zu erheben.

Kapitel 3

Planung der Nutzerstudie

In diesem Kapitel entwerfen wir schrittweise unsere Nutzerstudie. Damit wir ein klares Verständnis über unser gegebenes Problem haben, ist es wichtig, dass wir systematisch unser Ziel setzen und uns die benötigten Ressourcen und Metriken dafür zu planen und vorzubereiten.

3.1 Goal Question Metrik

Bevor wir uns mit dem Entwurf der Nutzerstudie beschäftigen, ist es wichtig, dass wir unsere Ziele klar festlegen und die richtigen Metriken definieren. Hierfür eignet sich das Goal Question Metric Verfahren.

Das Goal Question Metric Verfahren [19] ist ein systematisches Verfahren, womit passende Metriken für konkrete Ziele in der Softwareentwicklung bestimmt werden können. Zu den definierten Metriken werden entsprechend Daten erhoben und analysiert, ob das gewünschte Ziel erreicht wurde.

Wie in Kapitel 1.3 - *Lösungsansatz* bereits erwähnt, verwenden wir für die Ermittlung der Emotionen der Stakeholder Visionsvideos. Somit legen wir unser folgendes Ziel fest:

Ziel:	Priorisierung von Qualitätsanforderungen ausgehend von Emotionen in Visionsvideos
--------------	---

Tabelle 3.1: Ziel der Bachelorarbeit.

Zu diesem Ziel werden folgende Evaluationsfragen aufgestellt:

EQ1:	Hängen die Emotionen der Stakeholder mit der Priorisierung der Qualitätsanforderungen zusammen?
EQ2:	Hat die eigene Identifizierung von Qualitätsanforderungen der Stakeholder einen Einfluss auf den Zusammenhang zwischen Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder?

Tabelle 3.2: Evaluationsfragen zum Ziel der Bachelorarbeit.

Erläuterungen zu den Evaluationsfragen:

EQ1: Wie in Kapitel 1.3 - *Lösungsansatz* bereits erwähnt, untersuchen wir an erster Stelle den Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder. Wenn ein Zusammenhang zu erkennen ist, können wir diesen weiter untersuchen und Aussagen darüber treffen, wie sich die Qualitätsanforderungen mithilfe von Emotionen der Stakeholder priorisieren lässt.

EQ2: Die dargestellten Qualitätsanforderungen in den bereitgestellten Visionsvideos, welche wir für unsere Nutzerstudie verwenden, wurden von Anforderungsingenieuren bereits identifiziert. Die grundlegende Idee hierbei ist, dass die Stakeholder Visionsvideos mit bereits identifizierten Qualitätsanforderungen betrachten und zu den dargestellten Qualitätsanforderungen ihre Emotionen angeben. Hier stellen wir uns die Frage, ob der Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder sich verändert, wenn die Stakeholder die Qualitätsanforderungen bei der Betrachtung des Visionsvideos selbst identifizieren. So können wir vergleichen und untersuchen, ob die eigene Identifizierung der Qualitätsanforderungen einen Einfluss auf den Zusammenhang aufweist.

Zu den oben aufgestellten Evaluationsfragen bestimmen wir folgende Metriken:

Evaluationsfrage	Metrik
EQ1:	Korrelationskoeffizient $r_{s,1}$ und $r_{s,2}$
EQ2:	Vergleich von Korrelationskoeffizienten $r_{s,1}$ und $r_{s,2}$

Tabelle 3.3: Metriken zu den Evaluationsfragen.

Erläuterungen zu den Metriken:

Metrik zu EQ1: Um den Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder zu analysieren, führen wir eine Korrelationsanalyse [2] durch. Aus der Korrelationsanalyse bekommen wir einen Korrelationskoeffizienten r_s , welche eine Aussage über den Zusammenhang zwischen zwei gegebenen Variablen gibt. Der Wertebereich des Korrelationskoeffizienten r_s ist zwischen -1 und 1. Positive Werte für den Korrelationskoeffizienten r_s beschreiben einen positiven Zusammenhang zwischen den zwei gegebenen Variablen, negative Werte beschreiben einen negativen Zusammenhang und der Wert 0 beschreibt, dass die zwei gegebenen Variablen nicht zusammenhängen [14]. Da wir zwei Versuche für unsere Nutzerstudie planen, können wir die Korrelationskoeffizienten $r_{s,1}$ und $r_{s,2}$ aus den Korrelationsanalysen der zwei Versuchen als Metriken für unsere Evaluationsfrage **EQ1** nutzen. Warum wir zwei Versuche planen, wird im folgenden erläutert. Genaue und weitere Erläuterungen zur Korrelationsanalyse werden in Kapitel 5.2 - *Korrelationsanalyse* besprochen.

Metrik zu EQ2: Um zu überprüfen, ob die eigene Identifizierung von Qualitätsanforderungen der Stakeholder einen Einfluss auf den Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder hat, führen wir insgesamt zwei Versuche für jeden Probanden in der Nutzerstudie durch. Im ersten Versuch bekommen die Probanden vor der Betrachtung des ersten Visionsvideos eine Liste von Qualitätsanforderungen, die im ersten Visionsvideo dargestellt werden, während die Probanden im zweiten Versuch die Liste der Qualitätsanforderungen, die im zweiten Visionsvideo dargestellt werden, **nicht** bekommen und die Qualitätsanforderungen selbst identifizieren müssen. Die Idee hierbei ist, dass wir am Ende der Nutzerstudie und den entsprechenden Korrelationsanalysen, zwei verschiedene Korrelationskoeffizienten $r_{s,1}$ und $r_{s,2}$ der beiden Versuchen bekommen und diese vergleichen können.

3.2 Entwurf

In den folgenden Unterkapiteln entwerfen wir schrittweise die Nutzerstudie. Wir haben bereits unser Ziel [Tabelle 3.1] mit den jeweiligen Evaluationsfragen [Tabelle 3.1] aufgestellt und die zugehörigen Metriken [Tabelle 3.1] bestimmt. Nun wollen wir unsere Nutzerstudie systematisch planen und entwerfen. Wir entwerfen die Nutzerstudie nach den Schritten von Wohlin et al. [20].

3.2.1 Untersuchungsrahmen

Im Untersuchungsrahmen legen wir fest, was wir mit unserer Nutzerstudie erreichen möchten. Wir verwenden die Vorlage von Wohlin et al. [20]:

Object of study	Emotionen der Stakeholder und die Priorisierung von Qualitätsanforderungen der Stakeholder
Purpose	Zusammenhang zwischen Emotionen der Stakeholder und Priorisierung der Qualitätsanforderungen evaluieren
Quality focus	Effektivität
Perspective	Anforderungsingenieur
Context	Probanden schauen sich Visionsvideos an und werden anschließend interviewt

Tabelle 3.4: Untersuchungsrahmen der Nutzerstudie.

3.2.2 Kontextauswahl

Bei der Kontextauswahl wird die Dimension der Nutzerstudie festgelegt. Die Nutzerstudie wird von einem Bachelorstudenten durchgeführt. Dabei fokussieren wir uns in der Nutzerstudie auf die Priorisierung von Qualitätsanforderungen und keine funktionalen Anforderungen. Somit behandeln wir ein “toy-sized” Problem. Desweiteren wird die Studie mit Informatikstudenten durchgeführt und stellen deshalb nicht die generische Stakeholdergruppe dar, da nicht jeder Stakeholder dasselbe Wissen wie Informatikstudenten haben. Die Studie wird online über einen Videoanruf auf Discord durchgeführt und die Visionsvideos werden über einen Stream auf Discord den Probanden gezeigt.

3.2.3 Hypothesen

Auf Grundlage der in Kapitel 3.1 - *Goal Question Metrik* entworfenen Evaluationsfragen, stellen wir folgende Hypothesen auf:

Nullhypothese H_{1_0}:	Es gibt keinen Zusammenhang zwischen den Nutzer-Emotionen und der Priorisierung der Qualitätsanforderungen bei gegebenen Qualitätsanforderungen
Alternativhypothese H_{1_1}:	Es gibt einen Zusammenhang zwischen den Nutzer-Emotionen und der Priorisierung der Qualitätsanforderungen bei gegebenen Qualitätsanforderungen
Nullhypothese H_{2_0}:	Es gibt keinen Zusammenhang zwischen den Nutzer-Emotionen und der Priorisierung der Qualitätsanforderungen bei selbst identifizierten Qualitätsanforderungen
Alternativhypothese H_{2_1}:	Es gibt einen Zusammenhang zwischen den Nutzer-Emotionen und der Priorisierung der Qualitätsanforderungen bei selbst identifizierten Qualitätsanforderungen

Tabelle 3.5: Die Hypothesen H_{1_0} , H_{1_1} , H_{2_0} und H_{2_1} .

Da unsere Nullhypothesen H_{1_0} und H_{2_0} aussagen, dass kein Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und der Emotionen der Stakeholder gibt, handelt es sich hierbei um nichtdirektionale Hypothesen. Dies ist später für den Signifikanztest in Kapitel 5.3 - *Signifikanztest* relevant.

3.2.4 Variablenauswahl

Bei der Variablenauswahl legen wir die unabhängigen und abhängigen Variablen fest. Wir setzen die Variablen wie folgt:

Unabhängige Variablen	Visionsvideos und das Interview
Abhängige Variablen	Die Emotionsangabe und die Priorisierung der Qualitätsanforderungen des Probanden

Tabelle 3.6: Evaluationsfragen zum Ziel der Bachelorarbeit.

3.2.5 Auswahl der Probanden

Für die Auswahl der Probanden wird aus zeittechnischen Gründen die Convenience sampling Methode der non-probability sampling techniques [20]

genutzt. Die Technik beschreibt, dass die nächstgelegenen Personen als Probanden gewählt werden. Wir haben für unsere Nutzerstudie **vier** Studenten im Studienfach Informatik als Probanden ausgewählt.

3.3 Gefahren zur Validität

Um eine verlässliche und valide Nutzerstudie durchzuführen, ist es wichtig, dass man sich bereits in der Planungsphase Gegenmaßnahmen zu potenziellen Gefahren überlegt, die während der Nutzerstudie auftreten könnten. Im Rahmen der Bachelorarbeit konnten nicht alle Gefahren reduziert werden. Wohlin et al. [20] stellen Gefahren zu den vier verschiedenen Arten von Validitäten:

3.3.1 Conclusion Validity

Conclusion Validity beschreibt die Validität, dass die korrekten Schlussfolgerungen aus den Ergebnissen der Nutzerstudie gezogen werden. Um die Gefahr einer falschen Schlussfolgerung der Ergebnisse zu reduzieren, führen wir einen Signifikanztest für unsere Ergebnisse der Korrelationsanalyse durch, welche mit Daten aus der Nutzerstudie durchgeführt wird. Eine geringe Anzahl an Teilnehmern könnte ebenfalls eine Gefahr für falsche Schlussfolgerungen sein. Wie in Abschnitt 3.2.5 - Auswahl der Probanden bereits erwähnt, konnten aus zeittechnischen Gründen leider nur insgesamt vier Teilnehmer für die Studie ausgewählt werden. Somit kann die Gefahr nicht weiter reduziert werden.

3.3.2 Internal Validity

Internal Validity beschreibt, dass die Ergebnisse der Nutzerstudie tatsächlich durch unsere unabhängigen Variablen entstanden ist und nicht von anderen ungewollten Faktoren beeinflusst wurde. Da die Nutzerstudie online durchgeführt wird, müssen wir das Risiko reduzieren, dass die empfundene Emotionen tatsächlich zu den in Visionsvideos dargestellten Qualitätsanforderungen sind und nicht von anderen Faktoren beeinflusst wird. Dafür haben wir die Teilnehmer dazu verpflichtet, eine Webcam für die Studie anzuschalten, damit wir kontrollieren können, dass die Teilnehmer während der Nutzerstudie nicht abgelenkt werden. Außerdem haben wir die Betrachtung des Visionsvideos auf einmal begrenzt und die Videos werden vom Versuchsleiter gestreamt, sodass die Probanden die Videos nicht mehrmals betrachten können und andere Emotionen bei erneuten Betrachten empfinden und diese angeben.

3.3.3 Construct Validity

Construct Validity beschreibt, zu welchem Maß die Nutzerstudie tatsächlich das misst, was wir messen möchten. Eine Gefahr hierbei ist, dass Probanden möglicherweise während der Nutzerstudie überfordert werden und falsche Ergebnisse liefern, da sie in der Nutzerstudie zum einen zwei Visionsvideos betrachten und ihre Emotionen angeben und zum anderen, weil sie im zweiten Versuch die Qualitätsanforderungen selbst identifizieren müssen. Um die Schwierigkeit und die damit verbundene Gefahr zu reduzieren, gibt es ein Briefing vor der Durchführung der Versuche, wo wir ein Beispiel zu den Aufgaben in den Versuchen zeigen, damit die Probanden vorher wissen, wie sie ungefähr an die Aufgaben herangehen sollten.

3.3.4 External Validity

External Validity beschreibt inwiefern die Ergebnisse der Nutzerstudie generalisiert werden kann. Im Rahmen der Bachelorarbeit, fokussieren wir uns auf die Priorisierung von Qualitätsanforderungen und kann deshalb nicht für allgemeine Anforderungen generalisiert werden. Des Weiteren sind unsere Teilnehmer Studenten im Studienfach Informatik, was bedeutet, dass sie bereits mit Methoden aus Software Engineering vertraut sind und somit unsere Probanden nicht die generische Stakeholder Gruppe darstellen.

3.4 Visionsvideos

Für diese Arbeit wurden drei verschiedene Visionsvideos von Anforderungsingenieuren bereitgestellt. Jedes Visionsvideo zeigt ein anderes Produkt und stellt verschiedene Qualitätsanforderungen dar. Die dargestellten Qualitätsanforderungen wurden bereits von Anforderungsingenieuren nach der ISO25010 identifiziert und können für die Nutzerstudie verwendet werden. Die Visionsvideos werden in der Nutzerstudie verwendet, um die empfundenen Emotionen der Probanden zu den dargestellten Qualitätsanforderungen zu ermitteln. Die Probanden geben ihre Emotionen zu Qualitätsanforderungen, wie Usability oder Performance Efficiency an. Im folgenden wird kurz beschrieben, welche Produkte in den einzelnen Videos gezeigt wird.

Visionsvideo 1 - WaterTracker: Das erste Visionsvideos stellt die App WaterTracker vor. Das Produkt soll den Kunden dabei helfen, den täglichen Wasserkonsum zu kontrollieren. Der Kunde synchronisiert das Glas mit der WaterTracker App und kann somit die getrunkene Wassermenge überprüfen und über das Trinken von Wasser erinnert werden, damit der tägliche Wasserkonsum von 1,5 Liter erreicht wird.

Visionsvideo 2 - iKühlschrank: Das zweite Visionsvideos stellt den sogenannten iKühlschrank vor. Das Produkt soll den Kunden dabei helfen, rechtzeitig von ablaufenden Produkten Bescheid zu geben, aus den verbleibenden Zutaten im Kühlschrank ein Rezept vorzuschlagen oder eine automatisch erfasste Einkaufsliste zu erstellen. Der Kunde synchronisiert die dazugehörige App auf dem Handy mit dem iKühlschrank und kann somit die Informationen vom Kühlschrank auch auf dem Handy ansehen.

Visionsvideo 3: Shopping in the village: Das dritte Visionsvideo stellt verschiedene innovative Formen des Einkaufens vor, die besonders für Bewohner in Dörfern dabei helfen soll, einfacher und besser einkaufen zu können.

Kapitel 4

Ablauf der Nutzerstudie

In diesem Kapitel wird der Ablauf der Nutzerstudie genau beschrieben. Die Ablaufreihenfolge ist wie folgt: Briefing → Versuch 1 → Versuch 2. Die genauen Beschreibungen zu den einzelnen Schritten werden in den folgenden Unterkapiteln erläutert.

4.1 Briefing

Vor der Teilnahme an der Nutzerstudie haben alle Teilnehmer eine Einverständniserklärung in .pdf-Form bekommen. Die Teilnehmer haben diese sorgfältig durchgelesen und unterschrieben an den Versuchsleiter abgesendet. Die Einverständniserklärung kann im Anhang *B* gefunden werden.

Um die Probanden in die Nutzerstudie einzuführen, wird zu Beginn der Nutzerstudie ein Briefing durchgeführt. Im Briefing wird den Probanden kurz erläutert, worum es in der Nutzerstudie geht, was das Ziel der Studie ist und welche Versuche auf die Probanden zukommen. Zudem wird den Probanden zur Auffrischung das ISO 25010 Modell kurz erläutert, damit es den Probanden in Versuch 2 einfacher fällt, die Qualitätsanforderungen selbst zu identifizieren und somit die Gesamtdauer der Studie zu reduzieren. Des Weiteren wird den Probanden das Shaver-Modell [17] gezeigt und kurz erläutert. Die Probanden sollen bei der Emotionsangabe zu den dargestellten Qualitätsanforderungen ihre ersten empfundenen Emotionen erfassen. Sollten die Probanden Schwierigkeiten bei der Angabe der Emotionen haben, haben die Probanden die Möglichkeit sich an die sechs basic-level Emotionen (Love, Joy, Anger, Sadness, Fear, Surprise) des Shaver-Modells zu orientieren um ihre Emotionen anzugeben. Zusätzlich sollten die Probanden bei der Angabe der Emotion "Surprise", zwischen positiver und negativer Überraschung unterscheiden. Abschließend wird den Probanden

für einen reibungslosen Ablauf ein Beispiel zur Emotionsangabe und zur Identifizierung einer Qualitätsanforderungen gezeigt. Um die Beispiele zu demonstrieren, wird für das Briefing das Visionsvideo 3 - Shopping in the village verwendet.

4.1.1 Hinweise

Vor der Durchführung der Versuche, wird den Probanden noch einige Hinweise mitgeteilt. Um die natürlichen Emotionen der Kunden zu ermitteln, betrachten die Probanden die Visionsvideos jeweils nur einmal. Falls die Probanden die Möglichkeit hätten, die Visionsvideos mehrmals zu betrachten, entsteht das Risiko, dass die empfundenen Emotionen sich mit der erneuten Betrachtung des Videos verändern und somit die Ergebnisse verfälschen. Falls die Probanden bei der Erfassung der Emotionen und der Identifizierung der Qualitätsanforderungen mehr Zeit benötigen, gibt es die Möglichkeit, dem Versuchsleiter Bescheid zu geben und das Video anhalten zu lassen oder wenige Sekunden zurückspulen zu lassen. Um das Risiko von Ergebnismangel der Veruchsdurchgänge zu vermeiden, wurden die Probanden darum gebeten, immer eine Emotion zu jeder Qualitätsanforderung anzugeben, die im Visionsvideo dargestellt werden. Für Versuch 1 wird das Visionsvideo 1 - WaterTracker verwendet und für Versuch 2 das Visionsvideo 2 - iKühlschrank.

4.2 Versuch 1

Zu Beginn des ersten Versuches, haben die Probanden ein Dokument zur Erfassung der empfundenen Emotion bei der Betrachtung des ersten Visionsvideos bekommen. Im Dokument sind die Qualitätsanforderungen, die im Video dargestellt werden bereits mit ihrer Zeitangabe aufgelistet und die Probanden müssen lediglich nur die empfundenen Emotionen auf dem Dokument erfassen.

<u>Qualitätsanforderung</u>	<u>Beschreibung</u>	<u>Zeitfenster</u>	<u>Emotion</u>
A1: Compatibility (Interoperability)	App verbindet sich automatisch mit dem Glas	1:26 – 1:29	<input type="text"/>
A2: Operability (Usability)	Wie man die App bedient	1:23 – 1:30	<input type="text"/>
A3: User interface aesthetics (Usability)	Simple Ansicht	1:25 – 1:30	<input type="text"/>
A4: Operability (Usability)	Wie der Nutzer zum trinken erinnert wird	2:04 – 2:07	<input type="text"/>

Abbildung 4.1: Ausschnitt vom Dokument zur Emotionsangabe für Versuch 1. Das volle Template-Dokument ist im Anhang A zu finden.

Nachdem die Probanden das erste Visionsvideo fertig betrachtet haben, die empfundenen Emotionen erfolgreich auf dem gegebenen Dokument erfasst haben und es dem Versuchsleiter übermittelt haben, wird anschließend ein kleines Interview mit dem Probanden durchgeführt. Das Ziel des Interviews ist es, eine Priorisierung der im ersten Visionsvideo dargestellten Qualitätsanforderungen nach den Wünschen des Probanden zu bekommen. Die Probanden sollten jede Qualitätsanforderung auf einer Skala von 1 bis 5 bewerten. Der Wert 1 deutet auf eine sehr wichtige Qualitätsanforderung, der Wert 2 auf eine wichtige, der Wert 3 eine neutrale, der Wert 4 auf eine eher unwichtige und der Wert 5 auf eine unwichtige Qualitätsanforderung.

4.3 Versuch 2

Nach dem Interview vom ersten Versuch wird der zweite Versuch durchgeführt. Der Ablauf für den zweiten Versuch ist analog zu Versuch 1. Der einzige Unterschied hierbei ist, dass das Dokument für den zweiten Versuch anders ist, da in diesem Versuch die Probanden bei der Betrachtung der Visionsvideos die Qualitätsanforderungen selbst identifizieren müssen und die empfundenen Emotionen zu diesen Anforderungen angeben müssen. Es ist wichtig anzumerken, dass es bei der eigenen Identifizierung der Qualitätsanforderungen keine richtigen Ergebnisse gibt und somit auch keine Rolle spielt, welche und wie viele Qualitätsanforderungen die Probanden genau ermittelt haben. In unserer Nutzerstudie legen wir nur einen Wert darauf, dass die Qualitätsanforderungen selbst identifiziert werden und

Emotionen zu den selbst identifizierten Qualitätsanforderungen empfunden werden und erfasst werden. Die selbst identifizierten Anforderungen werden auf das zweite Dokument erfasst und dem Versuchsleiter übermittelt.

<u>Qualitäts- anforderung</u>	<u>Beschreibung</u>	<u>Zeitfenster</u>	<u>Emotion</u>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>
<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>	<input type="text"/>

Abbildung 4.2: Ausschnitt vom Dokument zur Emotionsangabe für Versuch 2. Das volle Template-Dokument ist im Anhang A zu finden.

Kapitel 5

Auswertung

In diesem Kapitel werden die Daten aus der Nutzerstudie ausgewertet und eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Die Daten aus der Nutzerstudie werden an erster Stelle konvertiert, sodass diese Daten für eine Korrelationsanalyse angepasst werden und genutzt werden können. Mit den konvertierten Daten wird dann eine Korrelationsanalyse durchgeführt und das Ergebnis der Analyse wird anschließend auf Signifikanz geprüft, um die Validität des Ergebnisses zu prüfen.

5.1 Konvertierung der Daten

Zu Beginn führen wir die erhobenen Daten aller Probanden aus Versuch 1 zusammen und die Daten aller Probanden aus Versuch 2 zusammen. So können wir entsprechend eine Korrelationsanalyse für Versuch 1 und Versuch 2 durchführen. Zunächst sollten diese zusammengeführten Daten konvertiert werden, damit die Daten für eine Korrelationsanalyse angepasst werden. Die Daten für die Emotionsangabe ist in Worten auf den Dokumenten erfasst worden. Um die Emotionsangaben in Zahlenwerten darzustellen, ist die erste Aufgabe die angegebenen Emotionen nach dem Shaver-Modell [17] zu bewerten. Mit dem Shaver-Modell ist es möglich, die angegebenen Emotionen nach positiven oder negativen Emotionen zu kategorisieren. So haben die positiven Emotionen eine Bewertung von 1 bekommen und negative Emotionen eine Bewertung von -1. Da wir in unserer Nutzerstudie den Probanden zusätzlich die Möglichkeit gegeben haben, bei Schwierigkeiten der Angabe einer Emotion, neutral anzugeben, wurden neutrale Angaben nicht nach dem Shaver-Modell bewertet und haben eine Bewertung von 0 bekommen, da eine Kategorisierung von neutralen Emotionen mit dem Shaver-Modell nicht möglich ist. Nachdem die Emotionsangaben nach dem Shaver-Modell mit -1, 0 oder 1 bewertet worden sind, werden diese zusätzlich einer Rangfolge von 1 bis 3 zugeordnet. Bewertungen mit 1 wurden der Rangfolge 1 zugeordnet, Bewertungen mit 0 der Rangfolge 2

und Bewertungen mit -1 der Rangfolge 3. Die Daten für die Priorisierung der Qualitätsanforderungen müssen nicht weiter konvertiert werden, da sie bereits in einer Rangfolge von 1 bis 5 vorliegen.

Video 1					
Proband 1					
QA	Emotion	Basic Emotion	Bewertung	Bewertung Mapped	Prio.
A1	Concern	Fear	-1	3	1
A2	Satisfaction	Joy	1	1	5
A3	Satisfaction	Joy	1	1	5
A4	Annoying / Uneasiness	Anger / Fear	-1	3	4
A5	Irritation	Anger	-1	3	3
A6	Happy	Joy	1	1	5
A7	Neutral	-	0	2	2

Tabelle 5.1: Auswertung der Daten von Proband 1 aus Versuch 1. Die restlichen zusammengeführten Auswertungen sind im Anhang A zu finden.

In [Tabelle 5.1] ist zu erkennen, wie die Auswertung der Daten von Proband 1 aus Versuch 1 der Nutzerstudie aussieht. **QA** beschreibt um welche Qualitätsanforderungen im Visionsvideo es sich handelt, **Emotion** ist die Emotionsangabe des Probanden, **Basic Emotion** ist die Zuordnung der Emotionsangabe des Probanden nach dem Shaver-Modell [17], **Bewertung** und **Bewertung Mapped** zeigt die Bewertung nach dem Shaver-Modell [17] mit der zugehörigen Rangfolge an und **Prio.** die Priorisierung der gegebenen Qualitätsanforderung des Probanden.

5.2 Korrelationsanalyse

Nachdem wir unsere Daten aus der Nutzerstudie konvertiert und für unsere Korrelationsanalyse angepasst haben, können wir nun mit der Korrelationsanalyse beginnen. Bei der Korrelationsanalyse analysieren wir den Zusammenhang zwischen zwei Variablen. Hierbei ist es wichtig anzumerken, dass eine Korrelation keine Kausalitäten entsprechen. Wir können keine Interpretationen bezüglich der Kausalität aus der Korrelationsanalyse folgern. Wir können lediglich nur eine Aussage über den Zusammenhang treffen [14]. Der Korrelationskoeffizient r beschreibt die Stärke des Zusammenhangs zwischen zweier Variablen und wird mit der Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson [14] berechnet. Der Wertebereich des Korrelationskoeffizienten r ist zwischen -1 und +1, wobei ein perfekt positiver

Zusammenhang mit $r = 1$ beschrieben wird und ein perfekt negativer Zusammenhang mit $r = -1$. Ein perfekt positiver Zusammenhang heißt, dass die Werte beider Variablen tendenziell gemeinsam ansteigen. Ein perfekt negativer Zusammenhang heißt, dass die Werte einer Variable tendenziell ansteigen, wenn die Werte der anderen Variable fallen [14]. Liefert der Korrelationskoeffizient $r = 0$, so sprechen wir von einer Nullkorrelation und die Variablen weisen keinen Zusammenhang auf [14]. Unsere Daten aus der Nutzerstudie sind ordinalskaliert und um die Produkt-Moment-Korrelation nach Pearson nutzen zu können, müssen die Werte intervallskaliert sein. Deshalb nutzen wir die Rangkorrelation nach Spearman [2], womit wir die Korrelation zweier ordinalskalierten Merkmale berechnen können. Die Rangkorrelation r_s erfasst, inwieweit zwei Rangreihen systematisch miteinander variieren [14]. Genau wie bei der Produkt-Moment-Korrelation erstreckt sich der Wertebereich der Rangkorrelation von -1 bei einem perfekten negativen Zusammenhang aufgrund einer gegenläufigen Reihenfolge bis $+1$ bei einem perfekten positiven Zusammenhang aufgrund einer identischen Reihenfolge [2].

Die Formel für die Berechnung des Rangkorrelationskoeffizienten r_s nach Spearman [2] ist wie folgt:

$$r_s = 1 - \frac{6 * \sum_{i=1}^n d_i^2}{n * (n^2 - 1)}$$

wobei d_i die Differenz der Rangplätze ist, die das i -te Untersuchungsobjekt bezüglich der Merkmale x und y erhalten hat.

Liegen in einer oder beiden Rangreihen verbundene Rangplätze vor, so kann die Gleichung für die Rangkorrelation r_s nach Spearman nur genutzt werden, wenn die Gesamtzahl aller verbundenen Ränge maximal 20% aller Rangplätze ausmacht [2]. Als verbundene Rangplätze sind Rangplätze gemeint, die in den Daten mehrmals auftreten. Dies ist bei uns der Fall (siehe Anhang A) und deshalb verwenden wir die Formel von Horn [7]:

$$r_s = \frac{2 * \left(\frac{n^3 - n}{12} \right) - T - U - \sum_{i=1}^n d_i^2}{2 * \sqrt{\left(\frac{n^3 - n}{12} - T \right) * \left(\frac{n^3 - n}{12} - U \right)}}$$

wobei:

$$T = \sum_{j=1}^{k(x)} (t_j^3 - t_j) / 12$$

$$U = \sum_{j=1}^{k(y)} (u_j^3 - u_j) / 12$$

t_j = Anzahl der in t_j zusammengefassten Ränge in der Variablen x ,

u_j = Anzahl der in u_j zusammengefassten Ränge in der Variablen y ,

$k(x); k(y)$ = Anzahl der verbundenen Ränge (Ranggruppen) in der Variablen $x(y)$.

Wenn wir nun unsere konvertierten Daten aus der Nutzerstudie in die Formel einsetzen, bekommen wir für:

Versuch 1: $r_{s,1} = -0,23110378$

Versuch 2: $r_{s,2} = 0,4702830113$

5.3 Signifikanztest

Es ist wichtig, dass wir die errechneten Korrelationskoeffizienten $r_{s,1}$ und $r_{s,2}$ auf statistische Signifikanz prüfen. Auf statistische Signifikanz prüfen heißt, dass wir unsere Ergebnisse auf Validität prüfen und damit versichern, dass unsere Ergebnisse tatsächliche Ergebnisse sind und beispielsweise nicht durch Zufall entstanden sind [20]. Sollten unsere Korrelationskoeffizienten $r_{s,1}$ und $r_{s,2}$ statistisch signifikant sein, so können wir die Nullhypothesen $H1_0$ und $H2_0$ ablehnen, die wir in Kapitel 3.2.3 - *Hypothesen* aufgestellt haben und können die Alternativhypothesen $H1_1$ und $H2_1$ annehmen [14]. Wir haben außerdem bestimmt, dass unsere Nullhypothesen nichtdirektionale Hypothesen sind. Somit ist der Rangkorrelationskoeffizient r_s approximativ statistisch signifikant, wenn der $|t|$ -Wert von r_s größer oder gleich dem $|t_{critical}|$ -Wert ist [1].

Um den t -Wert zu berechnen, verwenden wir die Formel [14]:

$$t = \frac{r_s * \sqrt{df}}{1 - r_s^2}$$

wobei $df = N - 2$ und N die Anzahl der Ergebnspaare darstellt, die für die Berechnung der Rangkorrelationskoeffizienten benutzt wurde.

Um $t_{critical}$ zu bekommen, können wir mithilfe von df und eines gewählten Fehlerwahrscheinlichkeit α anhand eines Tafelwerks [1, 14] den kritischen

t -Wert ablesen.

Für Versuch 1, haben wir folgende Werte (die Werte wurden auf zwei Nachkommastellen gerundet):

Rangkorrelationskoeffizient $r_{s,1} = -0,23$,

Fehlerwahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$,

$N = 28$, $df = 26$,

Wir bekommen für Versuch 1 den t -Wert: $|t_1| = 1,24$.

Wir lesen den $t_{critical}$ -Wert für eine nichtdirektionale Hypothese mit $\alpha = 0,05$ und $df = 26$ ab und bekommen $|t_{critical,1}| = 0,375$.

Wir sehen, dass $|t_1| > |t_{critical,1}|$ ist und somit $r_{s,1}$ signifikant ist. Wir lehnen die Nullhypothese $H1_0$ ab und nehmen die Alternativhypothese $H1_1$ für Versuch 1 an.

Für Versuch 2, haben wir folgende Werte (die Werte wurden auf zwei Nachkommastellen gerundet):

Rangkorrelationskoeffizient $r_{s,2} = 0,47$,

Fehlerwahrscheinlichkeit $\alpha = 0,05$,

$N = 33$, $df = 31$,

Wir bekommen für Versuch 2 den t -Wert: $|t_2| = 3,36$.

Wir lesen den $t_{critical}$ -Wert für eine nichtdirektionale Hypothese mit $\alpha = 0,05$ und $df = 31$ ab und bekommen $t_{critical,2} \approx 0,35$.

Wir sehen, dass $|t_2| > |t_{critical,2}|$ ist und somit $r_{s,2}$ signifikant ist. Wir lehnen die Nullhypothese $H2_0$ ab und nehmen die Alternativhypothese $H2_1$ für Versuch 2 an.

Kapitel 6

Evaluation

In diesem Kapitel evaluieren wir die Ergebnisse der Nutzerstudie und der Korrelationsanalyse und beantworten die initiale Forschungsfrage **RQ**, die in Kapitel 1.3 - *Lösungsansatz* gestellt wurde.

6.1 Evaluation des GQM

Um die Forschungsfrage **RQ** zu beantworten, die in Kapitel 1.3 - *Lösungsansatz* gestellt wurde, greifen wir auf unser GQM-Verfahren zurück, welches wir in Kapitel 3.1 - *Goal Question Metrik* aufgestellt haben. Es ist wichtig anzumerken, dass eine Interpretation auf keine Kausalitäten hinweist, da mit einer Korrelation keine Aussagen bezüglich der Kausalität getroffen werden kann [14].

Im GQM-Verfahren, haben wir das Ziel der Bachelorarbeit gesetzt und dazu wurden zwei Evaluationsfragen **EQ1** und **EQ2** aufgestellt, mit denen wir evaluieren können, ob wir das Ziel erreicht haben, oder nicht. Um die Evaluationsfragen zu beantworten, haben wir zusätzlich Metriken bestimmt. Im folgenden diskutieren wir über die Ergebnisse der Nutzerstudie und setzen unsere benötigten Werte in unsere Metriken ein.

6.1.1 Evaluationsfrage 1

Die erste Evaluationsfrage **EQ1** beschäftigt sich damit, ob die Priorisierung der Qualitätsanforderungen der Stakeholder mit den Emotionen der Stakeholder überhaupt zusammenhängen. Hierfür wurde als Metriken die Korrelationskoeffizienten $r_{s,1}$ und $r_{s,2}$ gewählt. Anhand unseren Korrelationskoeffizienten, können wir eine Aussage über den Zusammenhang der zwei gegebenen Variablen treffen.

Versuch 1: Der Korrelationskoeffizient $r_{s,1}$ stammt aus dem ersten Versuch der Nutzerstudie. Im ersten Versuch haben wir die Emotionsangaben der Probanden zu gegebenen Qualitätsanforderungen in Visionsvideos erfasst und die Priorisierung der in den Visionsvideos dargestellten Qualitätsanforderungen ermittelt. Aus diesen zwei Werten wurde eine Korrelationsanalyse durchgeführt und wir haben das Ergebnis $r_{s,1} = -0,23$ ermittelt und auf Signifikanz geprüft (der Wert wurde auf zwei Nachkommestellen gerundet). Wie können wir nun dieses Ergebnis interpretieren? Wir wissen aus der Korrelationsanalyse, dass positive Werte für den Korrelationskoeffizienten einen positiven Zusammenhang beschreibt, negative Werte einen negativen Zusammenhang und der Wert 0 keinen Zusammenhang aufweist [14]. Unser Korrelationskoeffizient $r_{s,1}$ ist negativ, somit wissen wir, dass es sich bei uns um eine negative Korrelation handelt. Eine negative Korrelation heißt, dass die Werte einer Variable tendenziell ansteigen, wenn die Werte der anderen Variable fallen [14]. In unserem Fall würde das bedeuten, dass höher priorisierte Qualitätsanforderungen eher mit negativen Emotionen verbunden sind und niedrig priorisierte Qualitätsanforderungen eher mit positiven Emotionen verbunden sind.

Was können wir nun aussagen um die Evaluationsfrage **EQ1** für Versuch 1 zu beantworten? Aus der Korrelationsanalyse für Versuch 1, haben wir für unseren Korrelationskoeffizienten $r_{s,1}$ den Wert $-0,23$ ermittelt und auf Signifikanz geprüft, welche auf eine negative Korrelation zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder deutet. Das heißt, wenn die Qualitätsanforderungen bereits gegeben sind und die Stakeholder die Visionsvideos betrachten, indem die gegebenen Qualitätsanforderungen dargestellt werden, empfinden die Stakeholder eher negative Emotionen zu Qualitätsanforderungen, die für sie wichtig sind und eher positive Emotionen zu Qualitätsanforderungen, die für sie eher unwichtig sind. Wir beantworten die Evaluationsfrage **EQ1** für Versuch 1 damit, dass die Priorisierung der Qualitätsanforderungen, wenn sie gegeben sind, tatsächlich mit den Emotionen der Stakeholder zusammenhängen.

Versuch 2: Der Korrelationskoeffizient $r_{s,2}$ stammt aus dem zweiten Versuch der Nutzerstudie. Im zweiten Versuch haben wir die Probanden die Qualitätsanforderungen, die in den betrachteten Visionsvideo dargestellt werden, selbst identifizieren lassen, die dazu empfundenen Emotionen erfasst und die Priorisierung der selbst identifizierten Qualitätsanforderungen ermittelt. Analog zu Versuch 1, wurde hier mit den Werten der Emotionsangabe und der Priorisierung

eine Korrelationsanalyse durchgeführt und haben das Ergebnis $r_{s,2} = 0,47$ ermittelt und auf Signifikanz geprüft (der Wert wurde auf zwei Nachkommestellen gerundet). Unser Korrelationskoeffizient ist positiv und weist somit auf einen positiven Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Probanden. Ein positiver Zusammenhang heißt, dass die Werte beider Variablen tendenziell gemeinsam ansteigen [14]. In unserem Fall würde das bedeuten, dass höher priorisierte Qualitätsanforderungen eher mit positiven Emotionen verbunden sind und niedrig priorisierte Qualitätsanforderungen eher mit negativen Emotionen verbunden sind.

Was können wir nun aussagen um die Evaluationsfrage **EQ1** für Versuch 2 zu beantworten? Wir haben für unseren Korrelationskoeffizient $r_{s,2}$ für Versuch 2 den Wert 0,47 ermittelt und auf Signifikanz geprüft. Der Wert deutet auf einen positiven Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder. Das heißt, wenn die Stakeholder die Qualitätsanforderungen bei der Betrachtung des Visionsvideos selbst identifizieren, empfinden die Stakeholder eher positive Emotionen zu Qualitätsanforderungen empfinden, die für sie wichtig sind und eher negative Emotionen zu Qualitätsanforderungen empfinden, die für sie unwichtig sind. Wir beantworten die Evaluationsfrage **EQ1** für Versuch 2 damit, dass die Priorisierung der Qualitätsanforderungen, die selbst identifiziert worden sind, tatsächlich mit den Emotionen der Stakeholder zusammenhängen.

6.1.2 Evaluationsfrage 2

Die zweite Evaluationsfrage **EQ2** beschäftigt sich damit, ob die eigene Identifizierung der Qualitätsanforderungen, die im Visionsvideo dargestellt werden, einen Einfluss auf den Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder hat. Hierfür haben wir die Metriken der Korrelationskoeffizienten $r_{s,1}$ und $r_{s,2}$ gewählt. Wir vergleichen die beiden Koeffizienten und können eine Aussage über den Einfluss auf die Zusammenhänge treffen.

Wie bei der Beantwortung der ersten Evaluationsfrage **EQ1** schon festgestellt, ist der Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Probanden in Versuch 1 negativ und in Versuch 2 positiv. Wir haben also zwei verschiedene Ergebnisse bezüglich des Zusammenhangs bekommen, womit wir die zweite Evaluationsfrage **EQ2** beantworten können, dass die eigene Identifizierung der Qualitätsanforderung tatsächlich einen Einfluss auf den Zusammenhang hat.

6.2 Interpretation

Welche Aussagen könnten wir nun mit den Ergebnissen aus der Nutzerstudie, Korrelationsanalyse und der Beantwortung der Evaluationsfragen treffen und damit die Forschungsfrage beantworten? Bei der Beantwortung der beiden Evaluationsfragen **EQ1** und **EQ2** haben wir festgestellt, dass die Priorisierung der Qualitätsanforderungen und die Emotionen der Stakeholder zusammenhängen und der Zusammenhang davon beeinflusst wird, ob die Qualitätsanforderungen vom Stakeholder selbst identifiziert werden oder diese bereits gegeben sind. Bei der Betrachtung eines Visionsvideos mit gegebenen Qualitätsanforderungen, sind die höher priorisierten Qualitätsanforderungen eher mit negativen Emotionen verbunden und die niedrig priorisierten Qualitätsanforderungen eher mit positiven Emotionen verbunden. Wenn die Qualitätsanforderungen bei der Betrachtung des Visionsvideos vom Stakeholder selbst identifiziert werden, dann sind die höher priorisierten Qualitätsanforderungen eher mit positiven Emotionen verbunden und die niedrig priorisierten Qualitätsanforderungen eher mit negativen Emotionen verbunden. Wir kommen nun auf unsere initiale Forschungsfrage **RQ** zurück (aufgestellt in Kapitel 1.3 - *Lösungsansatz*):

RQ: Wie können Anforderungsingenieure mithilfe von Emotionen der Stakeholder, die bei der Betrachtung von Visionsvideos entstehen, Qualitätsanforderungen priorisieren?

Wir beantworten die Forschungsfrage basierend auf unseren Ergebnissen:

Wenn die Qualitätsanforderungen, die in den Visionsvideos dargestellt werden, bereits identifiziert worden sind und die Stakeholder Emotionen zu diesen Qualitätsanforderungen angeben, können Anforderungsingenieure mit diesen Daten die Qualitätsanforderungen priorisieren, die mit negativen Emotionen verbunden sind. Wenn die Qualitätsanforderungen, die in den Visionsvideos dargestellt werden, vom Stakeholder selbst identifiziert werden und Emotionen zu den selbst identifizierten Qualitätsanforderungen angeben, können Anforderungsingenieure mit diesen Daten die Qualitätsanforderungen priorisieren, die mit positiven Emotionen verbunden sind. Des Weiteren sehen wir, dass die Korrelationskoeffizienten $r_{s,1}$ und $r_{s,2}$ unterschiedliche Zahlenwerte liefern. Der Korrelationskoeffizient $r_{s,1}$ liegt näher an der 0 als der Korrelationskoeffizient $r_{s,2}$. Um diesen Unterschied näher zu untersuchen, könnte man nach den Richtlinien von Cohen [3] die Stärke des Korrelationskoeffizienten interpretieren. Für die Werte ab $|r_s| = 0.10$ spricht Cohen von einer schwachen Korrelation, für die Werte ab $|r_s| = 0.30$ spricht Cohen von einer mittleren Korrelation und für die Werte ab $|r_s| = 0.50$ spricht Cohen von einer starken Korrelation. Somit können wir nach Cohen interpretieren, dass ein stärkerer Zusammenhang

zwischen Priorisierung der Qualitätsanforderung und den Emotionen der Stakeholder zu erkennen ist, wenn die Qualitätsanforderungen von den Stakeholdern selbst identifiziert werden.

6.3 Gefahren zur Validität

Die getroffenen Schlussfolgerungen bringen viele Gefahren bezüglich der Validität mit sich. Im folgenden werden die einzelnen Gefahren erläutert.

Zum einen sieht man, dass die Priorisierung nur in zwei Richtungen gehen kann. Man priorisiert entweder die Qualitätsanforderungen, zu denen negative Emotionen angegeben wurde, oder Qualitätsanforderungen, zu denen positive Emotionen angegeben wurde. Man kann mit unseren Ergebnissen die Qualitätsanforderungen nicht "feiner" priorisieren, sodass die Qualitätsanforderungen in einer gewissen Reihenfolge priorisiert werden können.

Ein weiteres Problem ist die geringe Teilnehmeranzahl an der Nutzerstudie. Da wir aus zeittechnischen Gründen insgesamt nur vier Teilnehmer für unsere Nutzerstudie hatten, ist es möglich, dass in den Ergebnissen noch kein Muster oder Tendenz zu finden ist.

Ein anderes Problem stellen die unabhängigen Variablen dar. Es wurden Visionsvideos verwendet, um die Emotionen zu den dargestellten Qualitätsanforderungen zu ermitteln und diese auch priorisieren zu lassen. Es besteht die Gefahr, dass die Ergebnisse der Nutzerstudie nur den benutzten Visionsvideos entsprechen und somit keine generischen Ergebnisse darstellen.

Desweiteren stellt die Auswahl der Probanden ein Problem dar. Für unsere Nutzerstudie wurden vier Studenten im Studienfach Informatik ausgewählt. Die Probanden sind somit bereits mit Techniken aus Software Engineering vertraut und können viel einfacher Qualitätsanforderungen identifizieren. Wir können also mit unseren Ergebnissen nicht garantieren, dass die Studie mit nicht-Informatikern dieselben Ergebnisse liefert oder überhaupt Ergebnisse liefert. Es wurde hierfür als Gegenmaßnahme das Briefing eingeführt, indem Beispiele zur Identifizierung der Qualitätsanforderungen gezeigt wurde, mit der Intention, dass so die Nutzerstudie reibungslos ablaufen kann. Jedoch hat sich während der Studie herausgestellt, dass unsere Probanden, obwohl sie Informatik-Studenten sind, Schwierigkeiten bei der Qualitätsanforderungsermittlung hatten und viel Zeit damit verbracht haben, diese zu identifizieren. Ein Proband hat auch das Feedback

abgegeben, dass die Identifizierung der Qualitätsanforderungen in Versuch 2 trotz Briefing eine Schwierigkeit für nicht-Informatiker darstellen könnte.

Wir sehen, dass unsere Ergebnisse und die damit verbundenen Lösungen und Aussagen mit vielen Gefahren bezüglich der Validität verbunden sind. Wir haben einen tatsächlichen Zusammenhang zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder ausgehend von Visionsvideos identifiziert, jedoch kann mit diesem Ergebnis keine generischen Methoden oder Techniken zur Priorisierung der Qualitätsanforderungen ausgehend von Emotionen in Visionsvideos entwickelt werden.

Kapitel 7

Fazit und Ausblick

Dieses Kapitel dient dazu, einen abschließenden Überblick über die Inhalte und die wichtigsten Ergebnisse der Arbeit zu geben.

7.1 Fazit

Das Ziel dieser Bachelorarbeit war es, uns der Problematik der Priorisierung von Anforderungen zu widmen und haben uns mit Emotionen beschäftigt, da wir Emotionen als eine mögliche Lösung zur Problematik angesehen haben. Im Rahmen der Bachelorarbeit haben wir uns auf Qualitätsanforderungen beschränkt und haben hierfür eine Forschungsfrage aufgestellt, die sich mit der Fragestellung beschäftigt, wie Anforderungsingenieure Qualitätsanforderungen mithilfe von Emotionen der Stakeholder priorisieren können, die bei der Betrachtung von Visionsvideos entstehen.

Um uns der Forschungsfrage zu widmen, hatten wir im Schwerpunkt die Analyse des Zusammenhangs zwischen der Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen der Stakeholder. Hierfür wurde ein GQM aufgestellt und eine Nutzerstudie entworfen und durchgeführt, womit wir Daten für Emotionsangabe und der Priorisierung der Qualitätsanforderungen erhoben haben.

Es wurden zwei Versuche in der Nutzerstudie durchgeführt, wo wir einmal den Zusammenhang zwischen Priorisierung der Qualitätsanforderungen und den Emotionen bei gegebenen Qualitätsanforderungen untersucht haben und einmal den Zusammenhang bei selbst identifizierten Qualitätsanforderungen untersucht haben.

Mit diesen Daten wurde anschließend eine Korrelationsanalyse durchgeführt, womit wir festgestellt haben, dass ein negativer Zusammenhang bei gegebenen Qualitätsanforderungen zu erkennen war und ein positiver Zusammenhang bei selbst identifizierten Qualitätsanforderungen zu erkennen war.

Bei der Evaluierung der Ergebnissen haben wir interpretiert, dass möglicherweise bei gegebenen Qualitätsanforderungen, die höher priorisierten

Qualitätsanforderungen eher mit negativen Emotionen verbunden sind, während die niedrig priorisierten Qualitätsanforderungen eher mit positiven Emotionen verbunden sind. Bei Qualitätsanforderungen, die vom Stakeholder selbst identifiziert werden, haben wir gesehen, dass die höher priorisierten Qualitätsanforderungen eher mit positiven Emotionen verbunden sind, während die niedrig priorisierten Qualitätsanforderungen eher mit negativen Emotionen verbunden sind.

Abschließend haben wir schlussfolgert, dass mit diesen Ergebnissen keine generischen Methoden oder Techniken entwickelt werden kann, da unsere Ergebnisse bezüglich der Validität gefährdet sind.

7.2 Ausblick

7.2.1 Nutzerstudie

Wir haben aus der Evaluierung festgestellt, dass die Nutzerstudie in Hinsicht auf Validität sehr gefährdet ist. Die Gefahren zur Validität wurden in der Planung zwar angesprochen und einige Gegenmaßnahmen entwickelt, jedoch war das nicht ausreichend um eine generische Methodik zu entwickeln, mit der wir anhand von Nutzer-Emotionen, die bei der Betrachtung von Visionsvideos entstehen, Qualitätsanforderungen zu priorisieren. Somit muss die Nutzerstudie in Hinsicht auf Validität neu geplant und entworfen werden. Dafür kann unsere Herangehensweise als ein Grundbaustein für die Ermittlung von Emotionen zu Qualitätsanforderungen in Visionsvideos genutzt werden.

7.2.2 Anforderung

Im Rahmen der Arbeit haben wir uns auf Qualitätsanforderungen beschränkt. Somit konnte die Studie nur in Hinsicht auf Priorisierung von Qualitätsanforderungen durchgeführt werden. Wenn wir annehmen, dass unsere Nutzerstudie valide Ergebnisse liefert, dann hätten wir die daraus entwickelten Methoden nur für die Priorisierung von Qualitätsanforderungen anwenden können. Um das Spektrum auf funktionale Anforderungen zu erweitern, muss die Nutzerstudie für die Priorisierung von funktinonalen Anforderungen erweitert werden.

Anhang A

Dokumente der Nutzerstudie

Dokument für die Emotionseingabe

Video 1: Water Tracker

Vorname, Nachname:

Beruf:

Studienfach:

<u>Qualitäts- anforderung</u>	<u>Beschreibung</u>	<u>Zeitfenster</u>	<u>Emotion</u>
A1: Compatibility (Interoperability)	App verbindet sich automatisch mit dem Glas	1:26 – 1:29	<input type="text"/>
A2: Operability (Usability)	Wie man die App bedient	1:23 – 1:30	<input type="text"/>
A3: User interface aesthetics (Usability)	Simple Ansicht	1:25 – 1:30	<input type="text"/>
A4: Operability (Usability)	Wie der Nutzer zum trinken erinnert wird	2:04 – 2:07	<input type="text"/>
A5: Operability (Usability)	Wie die getrunzene Wassermenge angezeigt wird	2:20 – 2:24	<input type="text"/>
A6: User interface aesthetics (Usability)	Der Fortschritt wird kreisförmig dargestellt	2:20 – 2:24	<input type="text"/>
A7: Time efficiency (Performance Efficiency)	Schnelle Synchronisation mit der App	2:20 – 2:24	<input type="text"/>

Anmerkung zu den Auswertungstabellen:

In den folgenden Tabellen ist die zusammengeführte Auswertung der Probanden aus den beiden Versuchen der Nutzerstudie zu erkennen. Dabei sei angemerkt, dass bei Emotionsangaben, bei dem die Kategorisierung nach den basic-level Emotion vom Shaver-Modell [17] nicht eindeutig scheint (wie “Findet es nicht gut” oder “Gefällt mir / nicht”), im Interview den Probanden nach genauerer Erläuterung gefragt wurde und somit die Kategorisierung ermöglicht wurde.

Video 1					
Ergebnis- paar	Emotion	Basic Emotion	Bewertung	Bewertung Mapped	Prio.
1	Concern	Fear	-1	3	1
2	Satisfaction	Joy	1	1	5
3	Satisfaction	Joy	1	1	5
4	Annoying / Uneasiness	Anger / Fe- ar	-1	3	4
5	Irritation	Anger	-1	3	3
6	Happy	Joy	1	1	5
7	Neutral	-	0	2	2
8	Zufriedenheit	Joy	1	1	5
9	Zufriedenheit	Joy	1	1	4
10	Zufriedenheit	Joy	1	1	4
11	Unzufrieden- heit	Sadness	-1	3	1
12	Zufriedenheit	Joy	1	3	2
13	Sehr gut und sehr zufrieden	Joy	1	1	2
14	Sehr wichtig, Zufrieden- heit	Joy	1	1	3
15	Angst	Fear	-1	3	4
16	Zufrieden	Joy	1	1	1
17	Zufrieden	Joy	1	1	3
18	Neutral	-	0	2	2
19	Gefällt mir	Joy	1	1	1
20	Zufrieden	Joy	1	1	3
21	Liebt es	Love	1	1	5
22	Schade	Sadness	-1	3	3
23	Froh	Joy	1	1	1
24	Froh	Joy	1	1	3
25	Findet es nicht gut	Sadness	-1	3	3
26	Angenehm	Joy	1	1	2
27	Schön	Joy	1	1	4
28	Positiv Erstaunt	(Surprise)	1	1	5

Tabelle A.1:
Zusammengeführte Daten für Versuch 1

Video 2					
Ergebnis- paar	Emotion	Basic Emotion	Bewertung	Bewertung Mapped	Prio.
1	Irritated	Anger	-1	3	1
2	Satisfied	Joy	1	3	1
3	Worry	Fear	-1	3	5
4	Neutral	-	0	2	2
5	Annoyed	Anger	-1	3	5
6	Happy	Joy	1	1	2
7	Annoyed	Anger	-1	3	3
8	Disliked	Sadness	-1	3	4
9	Satisfied	Joy	1	1	3
10	Zufriedenheit	Joy	1	1	4
11	Gefühl von Si- cherheit	Joy	1	1	1
12	Zufriedenheit	Joy	1	1	2
13	Unzufriedenheit	Sadness	-1	3	4
14	Zufriedenheit	Joy	1	1	2
15	Sehr zufrieden	Joy	1	1	2
16	Zufriedenheit	Joy	1	1	2
17	Ärger	Anger	-1	3	5
18	Zufriedenheit	Joy	1	1	4
19	Zufriedenheit	Joy	1	1	3
20	Zufrieden	Joy	1	1	3
21	Sehr zufrieden	Joy	1	1	1
22	Gefällt mir	Joy	1	1	1
23	Gefällt mir sehr	Joy	1	1	2
24	Zufrieden	Joy	1	1	2
25	Positiv überrascht	(Surprise)	1	1	4
26	Neutral	-	0	2	5
27	Nervig	Anger	-1	3	5
28	Findet es nicht gut	Sadness	-1	3	4
29	Findet es nicht gut	Sadness	-1	3	1
30	Findet es nicht gut	Sadness	-1	3	3
31	Schön	Joy	1	1	2
32	Findet es nicht gut	Sadness	-1	3	1
33	Froh	Joy	1	1	1

Tabelle A.2:
Zusammengeführte Daten für Versuch 2

Anhang B

Einverständniserklärung

Consent Declaration

Please read the consent form carefully before you decide to participate in the study.

Name of the study : Investigation of the correlation between user emotions and prioritization of quality requirements.

Description : My name is Yoo Seung Yang, and I am a computer scientist. I'm conducting this experiment as a part of my bachelor thesis. The goal of this experiment is to investigate the correlation between user emotions and the prioritization of quality requirements. The experiment is structured as follows: a short briefing will be held to introduce the participant to the study, then the participant will be watching two vision videos and finally a short interview will be held. The experiment will be conducted in German. The duration of the experiment is about 45 minutes.

Risks and benefits : There are no risks or benefits from the perspective of the participants

Costs and compensations : There are no costs and compensation other than time investment.

Confidentiality : All data collected during the experiment will be treated confidentially and used exclusively for scientific research purposes by the Software Engineering Department of Leibniz University Hannover. After completion of the experiment, all data will be published anonymously as part of the bachelor thesis and, if necessary, in scientific publications. The participant undertakes to treat the content of the study confidentially and not to download any videos used during the evaluation.

Requirements of the experiment :

- The participant must use a laptop/PC during the experiment (mobile phone/tablet is not used)
- To ensure the validity of the experiment, the participant agrees to turn on a webcam via Discord video call.
- To ensure relevant results of the experiment, the participant is only able to watch the vision video once.

Termination of the experiment : The participant can stop or end the experiment at any time without giving reasons. The participant also has the right to revoke his consent at any time. This decision will not result in any advantage or disadvantage for the participant.

Voluntary consent : The points listed above were explained to me and my questions answered. Before, during and after the experiment, further questions will be answered by the experimenter. With my signature, I confirm that I have read and understood this document carefully and that I would like to voluntarily participate in the experiment described.

(First name, Last name)

(Place, Date, Signature)

Confirmation of the experimenter : Hereby I confirm that the aim and the exact implementation of the experiment, as well as potential advantages, disadvantages and possible risks, have been explained to the participant. I will also answer further questions that are related to the experiment.

(First name, Last name)

(Place, Date, Signature)

Literaturverzeichnis

- [1] Bart L. Weathington, Christopher J. L. Cunningham, David J. Pittenger. Appendix b: Statistical tables. In B. L. Weathington, C. J. L. Cunningham, and D. J. Pittenger, editors, *Understanding Business Research*, pages 435–483. Wiley, 2012.
- [2] J. Bortz and C. Schuster. *Statistik für Human- und Sozialwissenschaftler*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2010.
- [3] J. COHEN. *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Lawrence Erlbaum Associates, Hove and London, 2nd ed. edition, 1988.
- [4] R. Colomo-Palacios, A. Hernández-López, Á. García-Crespo, and P. Soto-Acosta. A study of emotions in requirements engineering. In *Organizational, Business, and Technological Aspects of the Knowledge Society: Third World Summit on the Knowledge Society, WSKS 2010, Corfu, Greece, September 22-24, 2010. Proceedings, Part II 3*, pages 1–7. Springer Berlin Heidelberg, 2010.
- [5] M. K. Curumsing. Emotion-oriented requirements engineering. *Ph. D. dissertation*, 2017.
- [6] J. A. Gogueny. Requirements engineering as the reconciliation of technical and social issues. *Requirements Engineering: Social and Technical Issues, edited with Marina Jirotko, Academic Press*, pages 165–199, 1994.
- [7] D. Horn. A correction for the effect of tied ranks on the value of the rank difference correlation coefficient. *Journal of Educational Psychology*, 33(9):686–690, 1942.
- [8] N. Lathia. ‘mood-tracking app paves way for pocket therapy, 2013.
- [9] P. Marks. Mood-sensing smartphone tells your shrink how you feel, 2014.
- [10] T. Miller, S. Pedell, A. A. Lopez-Lorca, A. Mendoza, L. Sterling, and A. Keirnan. Emotion-led modelling for people-oriented requirements

- engineering: the case study of emergency systems. *Journal of Systems and Software*, 105:54–71, 2015.
- [11] N. Novielli, F. Calefato, and F. Lanubile. A gold standard for emotion annotation in stack overflow. In *Proceedings of the 15th international conference on mining software repositories*, pages 14–17, 2018.
- [12] M. Ortu, A. Murgia, G. Destefanis, P. Tourani, R. Tonelli, M. Marchesi, and B. Adams. The emotional side of software developers in jira. In *Proceedings of the 13th international conference on mining software repositories*, pages 480–483, 2016.
- [13] K. Pohl. *Requirements Engineering: Grundlagen, Prinzipien, Techniken*. dpunkt-Verl., Heidelberg, 2., korrigierte aufl. edition, 2008.
- [14] B. Rasch, M. Friese, W. Hofmann, and E. Naumann. *Quantitative Methoden 1*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2014.
- [15] J. Rost. Political reasons for failed software projects. *IEEE Software*, 21(6):104–103, 2004.
- [16] C. Rupp and SOPHISTen. *Requirement Engineering und Management: Professionelle Anforderungsanalyse im agilen und nicht agilen Umfeld*. Hanser, Carl, München, 7., aktualisierte und erweiterte auflage edition, 2020.
- [17] P. Shaver, J. Schwartz, D. Kirson, and C. O’connor. Emotion knowledge: further exploration of a prototype approach. *Journal of personality and social psychology*, 52(6):1061, 1987.
- [18] R. Urken. Measuring h (app) iness: Old dog, new blog. *Retrieved December*, 8:2013, 2013.
- [19] R. van Solingen, V. Basili, G. Caldiera, and H. D. Rombach. Goal question metric (gqm) approach. In J. J. Marciniak, editor, *Encyclopedia of Software Engineering*. John Wiley & Sons, Inc, Hoboken, NJ, USA, 2002.
- [20] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M. C. Ohlsson, B. Regnell, and A. Wesslén. *Experimentation in Software Engineering*. Springer Berlin Heidelberg, Berlin, Heidelberg, 2012.