

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

Aufwand und Nutzen verschiedener Kommunikationswege in der Software-Entwicklung

Effort and benefit of different communication channels
in software development

Bachelorarbeit

im Studiengang Informatik
von

Stefan Noll

**Prüfer: Prof. Dr. K. Schneider
Zweitprüfer: Prof. Dr. J. Greenyer
Betreuer: Jil Klünder**

Hannover, 09.02.2018

Zusammenfassung

Aufwand und Nutzen verschiedener Kommunikationswege in der Software-Entwicklung

Die Qualität des Informationsflusses innerhalb des Teams ist einer der bestimmenden Faktoren für den Erfolg der Entwicklung einer Software. Für die Optimierung der Kommunikation ist es von Bedeutung, zu verstehen, von welchen Bedingungen die Qualität der Übermittlung abhängt.

Um die Kommunikation modellieren zu können, ist es notwendig, ihre Qualität in Zahlen darzustellen. Es existieren bereits Ansätze, die Zahlenwerte verwenden. Diese Zahlen basieren auf logischer Komposition von Aussagen aus der Literatur. Bisher existiert keine Quantifizierung für die Eignung von Kommunikationskanälen für Teams, die räumlich global verteilt sind und konventionelle Software-Entwicklung betreiben.

Eine empirische Untersuchung der Kommunikation, kann eine solche Quantifizierung liefern. Bei einer Zuordnung von Zahlenwerten für einzelne Kommunikationskanäle sollte dabei zwischen verschiedenen Typen des Inhalts unterschieden werden.

In dieser Arbeit wird eine Interviewstudie durchgeführt, die verschiedene Kommunikationskanäle hinsichtlich ihrer Eignung zur Übermittlung bestimmter Inhalte untersucht. Die Gültigkeit ist dabei gegeben durch die wahrgenommene Beurteilung von zehn Praktikern.

Dabei werden nicht nur Zahlenwerte ermittelt, sondern auch Beweggründe für oder gegen die Entscheidung zu einem Kommunikationskanal erfasst. Dies ermöglicht die Einordnung des Ergebnisses in einen Kontext.

Das Ergebnis dieser Quantifizierung kann transformiert werden, um es in bereits existierenden Modellen zu verwenden. Ein besonders überraschendes Ergebnis ist, dass die Kommunikation via E-Mail unter den Bedingungen dieser Studie besonders gut bewertet wurde, während sie bei anderen Ansätze die gegenteilige Position annahm.

Abstract

Effort and benefit of different communication channels in software development

The quality of the information flow within teams is one of the decisive factors for the success in developing software. For the optimization of the communication it is important to understand the conditions of quality the transmission depends on.

In order to model communication, it is necessary to display their qualities in numbers. There are already approaches that use numerical values. These numbers are based on logical composition of statements from literature. So far there is no quantification of the suitability of communication channels for teams, which are spatially divided and operate with conventional software development.

An empirical study of communication can provide such a quantification. While assigning numerical values to individual communication channels it should be distinguished between different types of content.

This work is an interview study performed by using different communication channels regarding their suitability for the transmission of certain contents. The validity is given by the perceived judgment of ten practitioners.

Not only numerical values are determined, but also motives for or against the decision on a communication channel. This allows the classification of the result in a context.

This result of the quantification can be transformed in existing models. A particularly surprising result is, that communication via e-mail, under the terms of this study, was particularly good, while in other approaches it took the contrary position.

Inhaltsverzeichnis

1	Einleitung	1
1.1	Motivation	1
1.2	Zielsetzung	1
1.3	Struktur der Arbeit	2
2	Begriffe und Definitionen	3
3	Zielsetzungen mittels GQM	5
3.1	Facetten	5
3.2	Abstraction Sheets	6
3.3	Metriken	9
4	Planung der Interviewstudie	11
4.1	Ergänzung der Fragen und Metriken	11
4.2	Überblick über das Experiment	12
4.3	Komponenten des Interviews	13
4.4	Postulate	17
4.5	Die Pilotstudie	20
5	Durchführung und Ergebnisse	23
5.1	Die Probanden	23
5.2	Quantitative Auswertung	24
5.3	Qualitative Auswertung	29
6	Interpretation	35
6.1	Einschränkungen der Validität	35
6.2	Diskussion	36
6.3	Validierung der wahrgenommenen Geschwindigkeit	38
7	Implikationen für weitere Anwendungen	39
7.1	Grundlagen der FLOW-Distanz	39
7.2	Empfehlung einer Gewichtung	40
7.3	Heuristiken	41
7.4	Gewichtungen	42
8	Verwandte Arbeiten	43
9	Fazit und Ausblick	45
9.1	Fazit	45
9.2	Ausblick	45

Inhaltsverzeichnis

Anhang	47
A.1 Baumstruktur von Zielen, Fragen und Metriken	47
A.2 Alle Bilder der Interview-Karten	56

1 Einleitung

Das Verständnis der Informationsweitergabe zwischen Mitgliedern mehrerer Teams in der Software-Entwicklung, kann entscheidenden Einfluss auf die Effektivität des Arbeitsprozesses haben. Die so genannte FLOW-Methode [14] ermöglicht die Analyse und Visualisierung des Informationsflusses und ist dadurch ein geeignetes Werkzeug, um Fehlerquellen aufzudecken und kann sogar präventiv eingesetzt werden [4]. Konstellationen, bei denen es nur ein einzelnes Team gibt und in dem alle Mitglieder gleichermaßen untereinander Informationen austauschen, stellen eine besondere Herausforderung für die FLOW-Methode dar, da die Darstellung der Kommunikationswege nicht genügt, um den Arbeitsprozess effektiver zu gestalten [12].

Um unter diesen Bedingungen verwendet zu werden, können die Kanäle in einem FLOW-Diagramm mit einer Gewichtung ausgestattet werden, welche FLOW-Distanz [4] genannt wird. Die FLOW-Distanz definiert die Entfernung zwischen zwei Personen anhand des genutzten Kommunikationskanals und der wahrgenommenen Intensität der Kommunikation. Während die wahrgenommene Intensität von der konkreten Situation abhängt, ist die Quantifizierung der unterschiedlichen Kanäle unabhängig von der Situation [12] [10].

1.1 Motivation

Die von Klünder et. al. verwendete Quantifizierung der Kommunikationskanäle anhand ihrer Anwendbarkeit basiert auf Literatur, die agile Entwicklungsmethoden behandelt [4]. Damit eine Analyse der Kommunikation mit Hilfe der FLOW-Distanz auch in Bezug auf die konventionelle Software-Entwicklung angewendet werden kann, ist eine entsprechende Quantifizierung notwendig. Diese ist im Besonderen dazu geeignet, die Kommunikationswege eines Entwicklerteams mit mehreren Standorten darzustellen, bei dem der Informationsaustausch nicht hauptsächlich unter räumlich lokalen Teammitgliedern stattfindet.

Um die Relevanz für die Praxis zu fördern, soll diese Quantifizierung durch eine empirische Studie erreicht werden. Mehr noch kommen dafür nur Probanden in Frage, die eine mehrjährige Praxiserfahrung besitzen.

1.2 Zielsetzung

Eine Interviewstudie zur Ermittlung einer Quantifizierung der Kommunikationskanäle ist im Rahmen dieser Arbeit besonders geeignet, da zusätzlich eine qualitative Un-

tersuchung durchgeführt werden kann. Diese kann Hinweise darauf geben, welche Bedingungen in Bezug auf bestimmte Kommunikationskanäle gelten.

Der Schwerpunkt dieser Arbeit wird auf dem Design der Interviewstudie liegen. Mittels GQM werden zielführende Fragen ermittelt. Eine Pilotstudie trägt dazu bei, die Struktur des Interviews zu überprüfen und zu verbessern.

Um aussagekräftige Ergebnisse zu erzielen, werden für das Interview Probanden ausgewählt, die Berufserfahrung in der Software-Entwicklung besitzen. Die Probanden werden gebeten, die Eignung von Kommunikationskanälen auf Basis ihrer langjährigen Erfahrung zu beurteilen. Gegenüber einem Experiment, das direkt das Nutzerverhalten in einem Projekt ermittelt, hat die Ermittlung von Erfahrungen den Vorteil, dass diese sich auf die gesamte Berufserfahrung der Probanden und viele Projekte bezieht.

Die Auswertung dieser Studie wird zum einen zeigen, welche Kommunikationskanäle mit welchen Inhalts-Typen von den Probanden in Verbindung gebracht werden. Schließlich kann eine Empfehlung für die Gewichtung einzelner Kommunikationskanäle abgegeben werden.

1.3 Struktur der Arbeit

Auf die Klärung einiger Begriffe und Definitionen in Kapitel 2 folgt die Zielsetzung dieser Arbeit, die in Kapitel 3 genauer ausgearbeitet wird. Mit Hilfe von GQM werden Metriken ausgearbeitet, die dazu geeignet sind, die Fragen möglichst exakt zu beantworten. Zu diesem Zweck werden Facetten vorgestellt und durch Abstraction Sheets ergänzt.

In Kapitel 3 wird die Interviewstudie genauer erläutert. Dazu gehören die Komponenten des Interviews und dessen struktureller Aufbau. Dabei wird das Interview bereits unter Berücksichtigung der Verbesserungen vorgestellt, die die Pilotstudie ergeben hat. Insbesondere zeigte diese die Notwendigkeit von einigen Postulaten. Schließlich werden die Veränderungen erläutert, die auf Basis der Pilotstudie entstanden sind.

Sowohl die qualitativen, als auch die quantitativen Ergebnisse werden in Kapitel 5 dargelegt und ausgewertet. Darauf folgen in Kapitel 6 die Interpretation und die Einschränkung der Validität der Ergebnisse. In Kapitel 7 wird eine Empfehlung für die Gewichtung der Kommunikationskanäle abgegeben. Dabei spielt auch die Berücksichtigung von Heuristiken eine Rolle, die durch die qualitative Auswertung ermittelt wurden.

Auf verwandte Arbeiten und den möglichen Einfluss der ermittelten Gewichtung wird in Kapitel 8 eingegangen. Schließlich enthält Kapitel 9 das Fazit und den Ausblick.

2 Begriffe und Definitionen

Im Folgenden werden einige Begriffe und Definitionen aufgeführt, die essentiell für diese Arbeit sind. Bei den Begriffen handelt es sich um die beiden maßgeblichen Aspekte, die im Interview auftauchen werden.

Unter Definitionen finden sich Erläuterungen zu bestimmten Konzepten, die in Bezug auf diese Arbeit eine spezielle Bedeutung haben.

Kommunikationskanäle

Bislang wurden bei der Berechnung der FLOW-Distanz in kleinen Entwicklerteams, so genannten Cliques, fünf verschiedene Kommunikationskanäle verwendet [12]:

- Meeting
- Telefon
- E-Mail
- Chat
- Video-Chat

Dabei werden Chats mit zwei Teilnehmern von Chats mit mehreren Teilnehmern nicht unterschieden.

Außerdem werden in das Interview zwei Sonderformen des Chats eingehen, da das Instantmessaging durch die Verbreitung von Smartphones sehr beliebt geworden ist. Die Kommunikation mit Kollegen über WhatsApp scheint in den vergangenen Jahren ein häufig genutzter Kommunikationskanal geworden zu sein. Da WhatsApp sowohl Textnachrichten, als auch Sprachnachrichten unterstützt, sollen beide Möglichkeiten berücksichtigt werden.

- WhatsApp Textnachricht
- WhatsApp Sprachnachricht

Niinimäki et al. [7] untersuchten die Nutzung von Kommunikationsmedien in 12 Softwareentwicklungsteams und fanden heraus, dass Instant Messaging ein beliebter Weg ist, um effizient Nachrichten untereinander auszutauschen.

Inhalts-Typen

In dieser Arbeit soll zwischen drei Inhalts-Typen unterschieden werden:

- Anforderungen (durch den Kunden)
- Quellcode
- Organisatorisches (das Entwicklerteam betreffend)

Es mag zwar weitere Inhalts-Typen geben, dennoch sind diese von hoher Relevanz in der Software-Entwicklung. Diese drei Inhalts-Typen werden als so unterschiedlich beurteilt, dass es gerechtfertigt erscheint, Daten für jeden Inhaltstyp gesondert zu erfassen.

Definition 2.1: Akkurateesse

Die Akkurateesse vereint die Korrektheit und die Vollständigkeit einer Information.

Definition 2.2: Geschwindigkeit

Die Geschwindigkeit beschreibt sowohl die Vorbereitung zur Kommunikation durch den Sender, die technische Übertragungszeit, als auch die Interpretation der übertragenen Information durch den Empfänger.

Definition 2.3: Effizienz

Die Effizienz einer Informationsübertragung ist beeinflusst von ihrer Akkurateesse und Geschwindigkeit.

3 Zielsetzungen mittels GQM

Die Interviewstudie soll die wahrgenommene Eignung der Kommunikationskanäle unter quantitativen und qualitativen Gesichtspunkten ermitteln. Um einen konzeptionellen Rahmen für die Erreichung dieses Ziels zu haben, wird GQM [9] angewendet. Dieses Verfahren hilft dabei, geeignete Fragen herauszuarbeiten, die mit den definierten Zielen dieser Arbeit korrespondieren. Diese Fragen gleichen nicht den Fragen, die in der Interviewstudie den Probanden gestellt werden. Bei der Gestaltung der Interviewstudie kommt es jedoch darauf an, das Ziel genau zu kennen.

3.1 Facetten

Da die Ermittlung der von den Probanden wahrgenommenen Eignung eines Kommunikationskanals in Verbindung mit jedem Inhalts-Typ strukturell gleich ist, werden in dieser Arbeit zwei Facetten unterschieden. Eine der Facetten bezieht sich auf die wahrgenommene Anwendbarkeit der Kommunikationskanäle unter den Kriterien Geschwindigkeit und Akkuratez. Diese Anwendbarkeit wird in der Auswertung der Studie als quantitative Eignung der Kommunikationskanäle für die Empfehlungen einer Gewichtung herangezogen.

Die zweite Facette stellt die wahrgenommene Anwendbarkeit der Kommunikationskanäle unter weiteren Bedingungen dar, die durch die Effizienz noch nicht erfasst wurden. Bei diesen Bedingungen handelt es sich um Anmerkungen in Textform, die in der Auswertung der Studie als qualitative Eignung der Kommunikationskanäle eingehen.

Der Zweck, dem die Fragen dienen, ist im Rahmen dieser Arbeit eine Untersuchung des momentanen Zustandes und soll daher keinen Einfluss auf die Probanden oder deren Arbeitsweise ausüben. Da hier die interne Kommunikation des Entwicklerteams beobachtet wird, ist die dazu passende Perspektive die der Entwickler.

Ziel	Zweck	Q-Aspekt	Beobachtungs- gegenstand	Perspektive
1	Untersuche	Effizienz der verwendeten Kommunikationskanäle	Kommunikation jeden Inhalts-Typs	Entwickler
2	Untersuche	Kontext der verwendeten Kommunikationskanäle	Kommunikation jeden Inhalts-Typs	Entwickler

Tabelle 3.1: Die Facetten unterscheiden quantitative und qualitative Aspekte. Die Eigenschaften dieser Facetten tauchen in den Abstraction Sheets wieder auf.

3.2 Abstraction Sheets

Mit den Daten für die beiden Facetten wurden zwei Abstraction Sheets aufgestellt, die zur Bestimmung der Metriken beitragen werden. Auch hier wurde auf eine Wiederholung unter den verschiedenen Kommunikationskanälen und Inhalts-Typen verzichtet, da diese stets die gleiche Struktur haben. Die durch GQM bestimmten Metriken können daher auf jede Kombination von Kanal und Inhalts-Typ gleichermaßen angewendet werden.

Die folgende Grafik stellt den allgemeinen Aufbau eines Abstraction Sheets dar. um Zweck der besseren Lesbarkeit, werden Qualitätsfaktoren, Ausgangshypothese, Einflussfaktoren und Einflusshypothese im Anschluss an die Grafik für beide Ziele beschrieben.

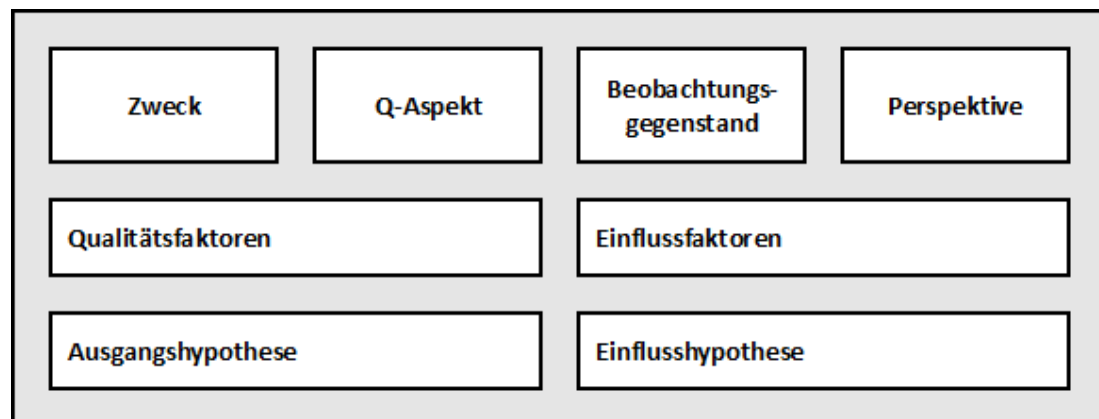


Abbildung 3.1: Allgemeiner Aufbau eines Abstraction Sheets

Ziel 1: Effizienz der Anwendbarkeit

Qualitätsfaktoren

Die Effizienz der Kommunikationskanäle wird durch ihre Geschwindigkeit und Akkuratessse bestimmt. Als weiterer Qualitätsfaktor kommt der Typ des Inhalts der zu übermittelnden Information hinzu. Bei Geschwindigkeit und Akkuratessse handelt es sich um wahrgenommene Aspekte der Effizienz.

- a. Geschwindigkeit der Kommunikation
- b. Akkuratessse der Kommunikation
- c. Inhalts-Typ

Ausgangshypothesen

Die Ausgangshypothesen beziehen sich auf die drei Qualitätsfaktoren und stellen Annahmen auf, die beobachtet werden könnten. Es wird angenommen, dass unterschiedliche Geschwindigkeiten bei der Informationsübermittlung über verschiedene Kanäle wahrgenommen wird. Außerdem kann davon ausgegangen werden, dass unter den Kommunikationskanälen ein unterschiedlich hoher Informationsverlust wahrgenommen wird. Auch die Kommunikation unter verschiedenen Typen des Inhalts wird unterschiedlich effizient empfunden werden.

- a. Informationen in einem Telefonat zu übermitteln länger, als in einem Meeting.
- b. Bei der Kommunikation via Video-Chat gehen gegenüber dem Meeting mehr Informationen verloren oder werden falsch verstanden.
- c. Bei einem Chat ist die Kommunikation über Anforderungen deutlich effizienter, als die Kommunikation über Quellcode.

Einfluss hypothesen

Die Einfluss hypothesen wurden direkt von den drei Ausgangshypothesen abgeleitet. Während die Art der Beeinflussung durch die Geschwindigkeit und die Akkuratessse angegeben werden kann, ist dies beim Inhalts-Typ nicht möglich.

Da der Zweck dieser Messung lediglich eine Beobachtung ist, kann kein tatsächlicher Einfluss auf die Situation genommen werden.

- Eine hohe Geschwindigkeit beeinflusst die qualitative Eignung eines Kommunikationskanals positiv (a).
- Eine hohe Akkuratessse beeinflusst die qualitative Eignung eines Kommunikationskanals positiv (b).

3 Zielsetzungen mittels GQM

- Der Inhalts-Typ beeinflusst die qualitative Eignung eines Kommunikationskanals (c).

Einflussfaktoren

Die Einflussfaktoren folgen aus den Einflusshypthesen. Es wird vorausgesetzt, dass eine hohe wahrgenommene Eignung eines Kommunikationskanals erreicht werden soll. Daraus ergibt sich, dass dies durch eine hohe Geschwindigkeit und eine hohe Akkurateesse erreicht werden kann. Dabei muss berücksichtigt werden, dass der Inhalts-Typ zusätzlich einen Einfluss auf die Eignung haben wird.

- Eine hohe Geschwindigkeit des Kanals
- Eine hohe Akkurateesse des Kanals
- Die Art der Information, die übertragen werden soll

Ziel 2: Kontext der Anwendbarkeit

Qualitätsfaktoren

Die Bedeutung des Kontextes wird durch den Inhalt einer Nachricht beeinflusst. Zum Kontext gehört ausdrücklich nicht die Effizienz des Kommunikationskanals, die bereits unter Facette Nr. 1 berücksichtigt wird. Vielmehr geht es hier um zusätzliche spezielle Umstände, die durch Geschwindigkeit und Akkurateesse nicht repräsentiert werden. Daher kann es vorkommen, dass bei einigen Nachrichten einer oder mehrere spezielle Umstände zu berücksichtigen sind, während dies bei anderen Nachrichten nicht notwendig ist.

- a. Inhalt der Kommunikation

Ausgangshypothesen

Folgende Ausgangshypothesen stellen spezielle Umstände dar, die nicht durch Geschwindigkeit, Akkurateesse oder Inhalts-Typ allein zu beschrieben sind.

- a1. Bei einer Anforderungsänderung unter Zeitdruck ist es wichtig, sicher zu stellen, dass die Nachricht den Adressaten frühzeitig erreicht. Die Sicherstellung erfolgt durch direkte Rückmeldung des Adressaten im Meeting oder bei einem Telefonat.
- a2. Bei einer Krankmeldung (des Inhalts-Typs Organisation) muss der Kommunikationskanal Telefon gewählt werden. Dies ist eine Richtlinie des Betriebes.
- a3. Beim Austausch von Quellcode, bei dem auf bestimmte Zeilen verwiesen wird, sollten die Zeilennummern angegeben sein.

- a4. Besonders bei Anforderungsänderungen, die sich auf vorige Anforderungsänderungen beziehen, ist es nötig, Datum und Uhrzeit anzugeben, um die Nachrichten sortieren zu können.

Einflusshypothese

- Der Inhalt beeinflusst den Kontext (a1 bis a4).

Einflussfaktoren

1. Der Inhalt einer Informationsübermittlung kann in einem speziellen Kontext stehen.

3.3 Metriken

Aus den Einflussfaktoren beider Facetten können nun Metriken abgeleitet werden. Die folgenden Metriken sind aus der reinen GQM Methode entstanden und werden in Kapitel 4 um weitere Metriken ergänzt, die aber nicht essentiell für die Erreichung des Ziels dieser Arbeit sind, sondern einen psychologischen Hintergrund haben. Die Nummerierung der Metriken bezieht sich auf die Position dieser drei Metriken in der vollständigen Liste.

- **M 3.1** Bewertung der wahrgenommenen Geschwindigkeit auf einer rationalen Skala zu jedem Inhalts-Typ.
- **M 3.2** Bewertung der wahrgenommenen Akkurateste auf einer rationalen Skala zu jedem Inhalts-Typ.
- **M 4.1** Kontext von Inhalten der Kommunikation.

Die Bewertung der beiden Aspekte Geschwindigkeit und Akkurateste wurden bei diesen Metriken je vereint mit den unterschiedlichen Inhalts-Typen, da eine entsprechende Gruppierung nach Inhalts-Typ im Interview vorgenommen wird.

4 Planung der Interviewstudie

4.1 Ergänzung der Fragen und Metriken

Mit Hilfe der GQM Methode wurden bereits die wesentlichen Fragen und Metriken bestimmt. Während ein Teil der Fragen, besonders zur Ergründung von qualitativen Erwägungen, spontan ergänzt werden müssen, ist es von besonderer Bedeutung, geeignete Fragen in Zusammenhang mit der wahrgenommenen Effizienz der Kanäle zu stellen. Dazu gehört nicht nur, die Zuordnung eines Wertes zu jeder Kombination aus Kommunikationskanal und Inhalts-Typ zu ermitteln. Vielmehr soll die Praxiserfahrung der Probanden verwendet werden, um zuvor ggf. weitere Kanäle zu ergänzen. Außerdem ist es günstig Fragen so aufeinander aufzubauen, dass eine gewisse Redundanz in deren Beantwortung entsteht, die dazu verwendet werden kann, die Antworten zu validieren. Dies führt dazu, dass zuerst eine nominale Metrik, dann eine ordinale Metrik und im Anschluss erst die ermittelte rationale Metrik erfasst wird. Die Beantwortung der spezielleren Frage schließt also die Beantwortung der allgemeineren Frage mit ein. Diese Herangehensweise ermöglicht es den Probanden im Interview sich stufenweise mehr und mehr mit dem Kontext zu beschäftigen, um auf Fragen genauer antworten zu können [15]. Dieser Ansatz entspricht im wesentlichen Robsons Empfehlung für den Aufbau eines Interviews, der die Phasen "warmup", "main body of interview" und "cool-off" [8, S. 290] beschreibt. Diese Phasen beziehen sich hier jedoch nicht auf das gesamte Interview, sondern werden in jeder der drei Iterationen der Fragen für jeden Inhalts-Typ gesondert durchlaufen.

Zu beachten ist, dass besonders bei den ergänzten Metriken zur ordinalen wahrgenommenen Eignung der Kommunikationskanäle die gesamte Effizienz bewertet werden soll. Eine Aufteilung in Geschwindigkeit und Effizienz erfolgt erst bei der Zuordnung von rationalen Werten. Eine detaillierte Übersicht aller Fragen und Metriken für das Interview ist im Anhang zu finden.

Die vollständigen Metriken für das Interview

1. Nominale Metriken:

- **M 1.1** Kanal oder Kanäle, deren wahrgenommene Effizienz am größten ist.
- **M 1.2** Kanal oder Kanäle, die ungeeignet für diesen Inhalts-Typ sind.

2. : Ordinale Metriken:

- **M 2.1** Rangfolge der Kanäle in Bezug auf ihre Effizienz (unter absteigender Reihenfolge).

3. Rationale Metriken:

- **M 3.1** Bewertung der wahrgenommenen Geschwindigkeit jedes Kommunikationskanals.
- **M 3.2** Bewertung der wahrgenommenen Akkurateste jedes Kommunikationskanals.
- **M 3.3** Bewertung der wahrgenommenen Effektivität (Geschwindigkeit und Akkurateste) jedes Kommunikationskanals.

4. Metriken zur qualitativen Untersuchung

- **M 4.1** Kontext von Inhalten der Kommunikation.

Alle Metriken beziehen sich auf jeden Inhalts-Typ. Die nominalen, ordinalen und rationalen Metriken dienen der Findung von qualitativen Ergebnissen.

Kanäle, die als gar nicht passend beurteilt werden, scheiden sowohl aus der ordinalen Reihenfolge, als auch der rationalen Wertevergabe aus.

Die Effektivität muss nicht direkt durch den Probanden angegeben werden. Diese wird aus dem gleichgewichteten Mittelwert aus Geschwindigkeit und Akkurateste gebildet. Diese kann dazu verwendet werden, um die Antworten mit der ordinalen Einschätzung des Probanden zu validieren.

Diese Erwägungen zum Kontext beziehen auch aussortierte Kommunikationskanäle mit ein. Ferner kann es von Bedeutung sein, warum ein Kanal als besonders geeignet und ein anderer als besonders ungeeignet eingestuft wird.

4.2 Überblick über das Experiment

Die erarbeiteten Fragen verlangen unterschiedliche Herangehensweisen, um beantwortet zu werden. Diese Herangehensweisen werden zum einen durch die Verwendung der quantitativ geprägten Metriken und der qualitativ geprägten Metriken bestimmt. Während Einschätzungen zur nominalen, ordinalen und rationalen Bewertung auch in einem Survey erfasst werden könnten, ist für die Bewertung des Kontextes eine offenere Form der Befragung besser geeignet. Dies bezieht sich sowohl auf die spontane Formulierung von Anschlussfragen, um die Einwendungen vollständig zu erfassen, als auch auf die Freiheit, die Reihenfolge der Fragen verändern zu können. Daher wurde die Form des Interviews gewählt. Dies bietet zudem für die Erfassung quantitativer Daten den Vorteil sicher stellen zu können, dass der Proband die Frage und den Kontext richtig verstanden hat.

Ein festes Interviewdesign, bei Robson "fixed design" [8, S. 101ff] genannt, bedeutet, dass die Fragen bereits vor Beginn des Interviews feststehen. Dieses kommt der Erhebung quantitativer Ergebnisse eher entgegen, da Zahlenwerte ermittelt werden sollen. Dagegen kann die Erhebung qualitativer Daten, das sind in dieser Arbeit Erwägungen und logische Zusammenhänge in Bezug auf die Kommunikation, eher zu weiteren Fragen führen, deren Antworten qualitativer Natur sind.

Da diese Arbeit sowohl quantitative, als auch qualitative Ergebnisse zu ermitteln versucht, ist es praktisch, einen Teil des Interviews mit einem festen Design zu konstruieren und den anderen Teil mit einem flexiblen Design zu konstruieren. Deshalb sind die Fragen nach nominalen, ordinalen und rationalen Metriken bereits vollständig festgelegt, während die Fragen nach qualitativen Ergebnissen auch während des Interviews spontan ergänzt werden können und weitere Fragen aufwerfen können. Eine Ausnahme entsteht durch die Kombination von Fragen qualitativer und quantitativer Natur, falls Kommunikationskanäle ergänzt werden. Denn in diesem Fall wird auch die Erhebung von Werten für diesen zusätzlichen Kommunikationskanal durchgeführt. Diese Art des Interviews wird bei Robson semi-strukturiert, "semi-structured" [8, S. 284ff], genannt.

4.3 Komponenten des Interviews

Das Interview ist so strukturiert, dass Anfangs- und Schlussteil den Hauptteil umrahmen. Der Hauptteil so aufgebaut, dass die Fragen zunächst die Beurteilung der Eignung von Kommunikationskanälen grob umreißen und dann immer genauere Antworten verlangen. Für jeden Inhalts-Typ werden die Fragen wiederholt, damit sich der Proband nacheinander gedanklich in jede Situation versetzen kann.

Je nachdem, wie viele Anmerkungen es seitens des Probanden gibt und wie umfangreich diese ausfallen, sollte das gesamte Interview zwischen 40 und 55 Minuten in Anspruch nehmen.

Da es sich um sieben Kommunikationskanäle handelt, die in drei Iterationen vom Probanden neu angeordnet werden sollen, wurde ein Satz Karten erstellt, die als Gedächtnisstütze dienen sollen. Falls Kommunikationskanäle nach Einschätzung des Probanden hinzugefügt werden sollten, stehen dafür leere Karten zur Verfügung.

4 Planung der Interviewstudie

Die folgende Abbildung zeigt eine beispielhafte Anordnung ausgewählter Karten, wie sie dem Probanden während des Interviews vorliegen.

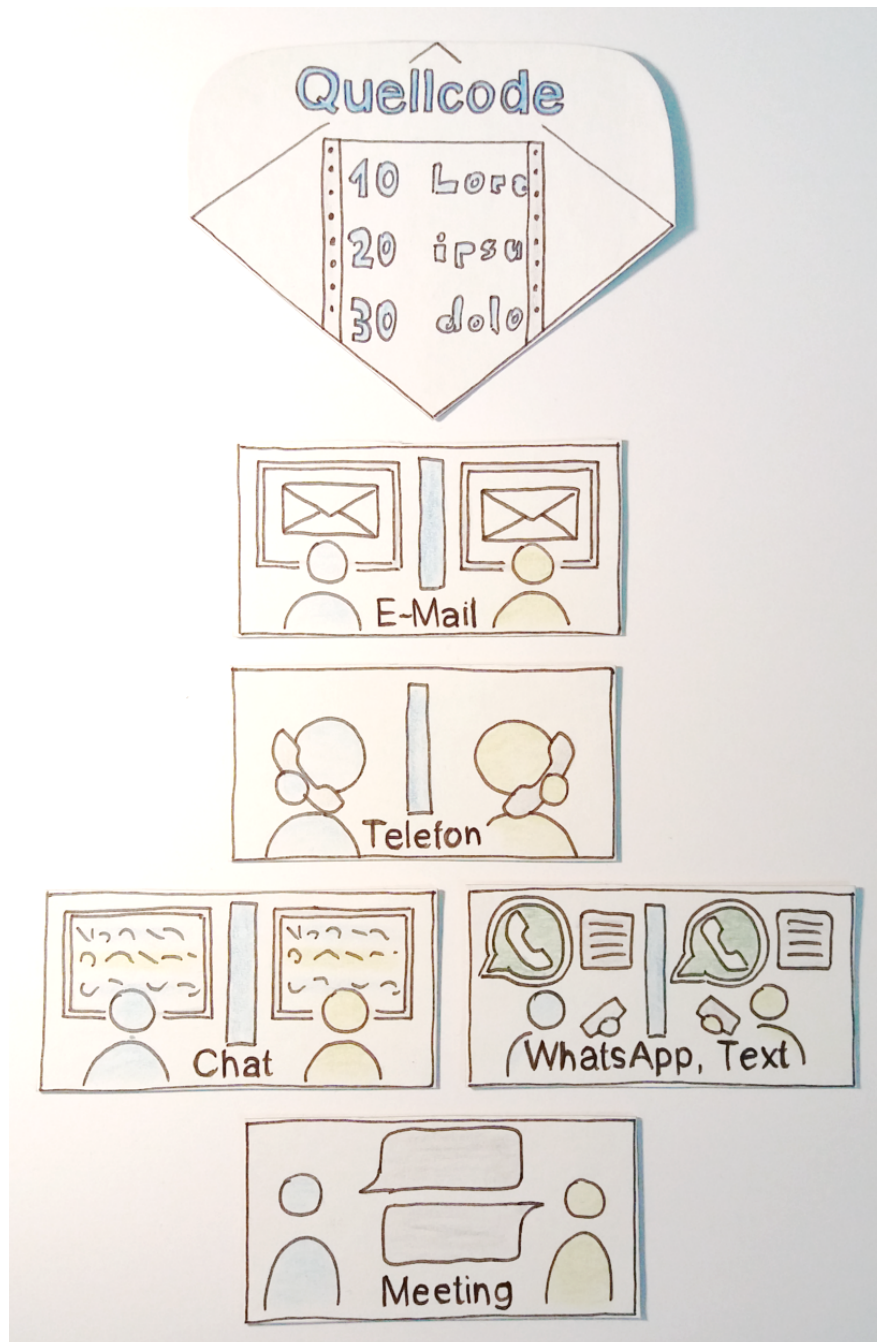


Abbildung 4.1: Ein Foto ausgewählter Karten für den Inhalts-Typ und die Kommunikationskanäle.

1. Einverständniserklärung

Zunächst wird dem Probanden eine Einverständniserklärung vorgelegt, die notwendig ist, um seine Angaben weiter verarbeiten zu dürfen.

2. Beginn

Vor dem Hauptteil werden demographische Daten über den Probanden erfasst, um seinen Praxishintergrund belegen zu können. Außerdem wird die Uhrzeit festgehalten, um die Dauer jedes Interviews ermitteln zu können. Es folgt eine kurze Einführung für den Probanden, welche Art von Daten erhoben werden sollen. Dabei werden für jeden der drei Inhalts-Typen dem Probanden Karten vorgelegt, die die Inhalts-Typen symbolisieren. Außerdem werden die Postulate zu den Inhalts-Typen erklärt, damit sich die Probanden ein möglichst einheitliches Bild machen können.

3. Hauptteil

Der zentrale Teil des Interviews besteht aus drei Einheiten, die sich auf einen der Inhalts-Typen beziehen. Hier wurden die Fragen so aufgebaut, dass sie zunächst die Informationen von Probanden abfragen, die er besonders leicht beantworten kann und bei denen er keine Rücksicht auf bereits gegebene Antworten nehmen muss. Konkret bedeutet das, dass zunächst nach dem Kommunikationskanal gefragt wurde, der am besten geeignet sei für diesen Inhalts-Typ, also eine nominale Zuordnung. Eine sichere Anschlussfrage war, worin er seine Wahl begründet sieht.

Als nächstes wurde nach Kommunikationskanälen gefragt, die völlig ungeeignet sind, um diese Art von Inhalt zu übermitteln. Solche Kanäle wurden aussortiert und auch nicht wieder für die Zuordnung eines Wertes für die empfundene Eignung herangezogen, da keine Zuordnung möglich ist, wenn der Kanal nicht in der Lage ist, derartige Informationen zu übermitteln. Dafür sollten vom Probanden die Gründe für das Ausscheiden des Kommunikationskanals erläutert werden.

Darauf folgte eine ordinale Einschätzung der übrigen Kommunikationskanäle, die absteigend nach ihrer Eignung, angefangen bei dem bereits gewählten am besten geeigneten Kanal. Diese Beantwortung baut auf einer vorigen Frage auf und ist daher in dieser Reihenfolge didaktisch besonders gut geeignet. Außerdem kommt dem gedanklichen Prozess des Probanden die haptische Ausführung der Kommunikationskanäle als Kärtchen entgegen. Natürlich wurde bei dieser, aber auch den vorigen Fragen, darauf hingewiesen, dass auch mehrere Kommunikationskanäle von gleichgewichteter Eignung sein dürfen.

Das Anordnen der Eignung der Kanäle dient dazu, dass der Proband sich stufenweise auf die Beurteilung der empfundenen Eignung einstellen kann und im nächsten Schritt nicht das erste Mal Gedanken über die Eignung macht, sondern erneut, besonders da die folgenden Fragen noch mehr ins Detail gehen. Im nächsten Schritt geht es daher um eine rationale Zuordnung von Werten, die zum jeweiligen Kommunikationskanal passen. Dabei wird aber nicht, wie bisher auf die gesamte empfundene Eignung Bezug genommen, sondern auf je die Aspekte Geschwindigkeit und Akkuratessse getrennt voneinander.

Zwar wird im Rahmen dieser Arbeit davon ausgegangen, dass Geschwindigkeit und

4 Planung der Interviewstudie

Akkuratesse zu je gleichen Teilen die empfundene Eignung eines Kommunikationskanals bestimmt, doch könnte es möglich sein, dass es zu einem späteren Zeitpunkt wichtig sein könnte, eine andere Gewichtung vorzunehmen. Da für diese rationale Metrik aber der gleichgewichtete Mittelwert aus Geschwindigkeit und Akkuratesse benötigt wird und der Proband nicht erneut nach der gesamten Eignung befragt werden soll, werden die Mittelwerte gebildet und dem Probanden vorgelegt. Dazu wird außerdem die vorige nominale Zuordnung des Probanden ebenfalls herangezogen und mit der Reihenfolge der eben gebildeten Mittelwerte verglichen. In Absprache mit dem Probanden können gegebenenfalls Widersprüche in den Antworten korrigiert werden.

Die vollständigen Fragen für das Interview:

- **Q 1.1** Welche Kommunikationskanäle sollen ergänzt werden?
- **Q 2.1** Welcher Kommunikationskanal ist am effizientesten?
- **Q 2.2** Warum ist dieser Kommunikationskanal am effizientesten?
- **Q 2.3** Welcher Kommunikationskanal ist ungeeignet?
- **Q 2.4** Warum ist dieser Kommunikationskanal ungeeignet?
- **Q 2.5** Wie effizient sind die Kommunikationskanäle (in absteigender Reihenfolge)?
- **Q 2.6** Warum ist dieser Kommunikationskanal am wenigsten effizient?
- **Q 2.7** Welche Kommunikationskanäle sind in ihrer Effizienz ggf. gleichwertig?
- **Q 3.1** Welcher Wert unter dem Aspekt Geschwindigkeit soll diesem Kommunikationskanal zugeordnet werden?
- **Q 3.2** Welcher Wert unter dem Aspekt Akkuratesse soll diesem Kommunikationskanal zugeordnet werden?
- **Q 3.3** Entspricht der gleichgewichtete Mittelwert aus Geschwindigkeit und Akkuratesse der Effizienz?
- **Q 3.4** Welche Anmerkungen zum Kommunikationskanal gibt es?

Alle Fragen, außer Q 1.1 werden zu jedem Inhalts-Typ gestellt.

4. Ende des Interviews

Den Abschluss bilden Fragen nach der Beurteilung des Interviews durch den Probanden, was zum einen die Struktur und Vollständigkeit des Interviews angeht und zum anderen wie der Proband das Interview empfunden hat und welche Anmerkungen er hat, jetzt, wo er eine Vorstellung davon hat, welche Art von Informationen in dem Interview ermittelt werden sollen.

4.4 Postulate

Um das Ziel dieser Arbeit zu erreichen, ist es nötig, möglichst einheitliche Antworten von den Probanden zu erhalten. Die Antworten müssen untereinander vergleichbar sein, besonders um den Durchschnitt für die Auswertung rationaler Metriken bilden zu können. Daher war es angebracht sowohl aus dem Kontext, als auch den Inhaltstypen, sowie den Kanälen Postulate zu machen. Diese Postulate stellen keine vollständige Konkretisierung der abstrakten Begriffe in diesen drei Kategorien dar, sorgen aber dennoch für einige Setzungen. Diese Setzungen sollen garantieren, dass die Begriffe im Verständnis der Probanden nicht allzu weit auseinander liegen. Nur unter dieser Voraussetzung kann eine Interpretation der Ergebnisse überhaupt durchgeführt werden.

Ein allgemeiner Kommunikationskanal kann unterschiedliche konkrete Ausprägungen haben, wie z.B. unterschiedliche Applikationen zur Nutzung eines Chats, dennoch werden einige Eigenschaften des allgemeinen Kanals so konkretisiert, dass eine gemeinsame Basis entsteht, wie z.B. dass der Chatverlauf wiederholt abrufbar ist, obwohl es auch konkrete Chat-Programme gibt, die dieses nicht ermöglichen. Bei derartigen Variationen im Konkreten wird immer die Möglichkeit gewählt, die am wahrscheinlichsten ist oder am häufigsten auftritt.

Kontext

Folgende Postulate sollen das Unternehmen, auf das die Probanden ihre Einschätzungen beziehen, grob skizzieren, damit ihre Aussagen untereinander vergleichbar sind.

Es geht um ein Projekt der Software-Entwicklung, das zeitlich sehr fortgeschritten ist, das bedeutet, die Anforderungserhebung ist bereits abgeschlossen und es existiert ein großer Teil des Quellcodes. Die Entwicklung wird nicht agil durchgeführt und der Focus der Betrachtung liegt auf den Kommunikationswegen mit der größten räumlichen Distanz. Dies sorgt dafür, dass nicht nur Einschätzungen zur Kommunikation im lokalen Team gegeben werden.

Die Teammitglieder sind räumlich voneinander weit entfernt. Es wird angenommen, dass die Teammitglieder in mindestens zwei Gruppen aufgeteilt sind und diese auf unterschiedliche Standorte innerhalb Deutschlands verteilt sind. Klünder und Stapel et al. nutzen ebenfalls diese Perspektive in Verbindung mit dem FLOW-Modell in ihren Papern [4] [13].

Bei den Informationen, die zwischen den Teammitgliedern ausgetauscht werden, handelt es sich um interne Kommunikation. Die Kontaktaufnahme mit etwa dem externen Kunden soll hier nicht betrachtet werden, da bei der Wahl des Kanals hier auch formale Erwägungen eine Rolle spielen. Da jedoch der überwiegende Teil der Kommunikation des Entwicklerteams intern abläuft [5], soll sich diese Präferenz auch in den Antworten der Probanden widerspiegeln. Die interne Kommunikation zu fokussieren, ist eine Forderung, die bereits in "Communication in Teams" umgesetzt wurde [4].

Der zeitliche Fortschritt des Projekts, der bereits erwähnt wurde, soll nicht nur dafür sorgen, dass bezüglich Anforderungen und Quellcode bereits kommuniziert wird, sondern auch, dass es keinen konzeptuellen Informationsaustausch mehr gibt, sondern, dass es um Änderungen der Anforderungen und des Quellcodes geht. In dieser Projektphase kommt es relativ spontan zu gezieltem Informationsaustausch zu speziellen Themen. Befindet sich das Projekt noch in der Planungsphase, so wird eventuell nicht jedes Thema seinem Kommunikationskanal zugeordnet, sondern muss sich in der Wahl seines Kanals möglicherweise dem Ablauf der Planung beugen.

Besonders um die Geschwindigkeit einer Nachrichtenübermittlung beurteilen zu können, ist es wichtig, dass alle Probanden eine einheitliche Vorstellung davon haben, welches Zeitintervall genau zu betrachten ist. Deshalb wird postuliert, dass die Übermittlung einer Nachricht mit dem Wunsch des Übermittlers beginnt, zu kommunizieren und endet, sobald der Adressat der Nachricht diese erhalten hat und auch deren Inhalt verstanden hat. Es reicht nicht aus, die reine Geschwindigkeit der Übermittlung der Nachricht eines Kanals zu beurteilen, da die Kommunikationskanäle unterschiedlich hohe Anforderungen an die Vorbereitung der Kommunikation stellen [4].

Es wird davon ausgegangen, dass die Kommunikation im Laufe eines Tages abgeschlossen werden kann. Dadurch werden Randfälle ausgeschlossen, die eher äußerem Einfluss unterliegen und nur selten auftreten. Dies sind z.B. krankheitsbedingte Ausfälle von Teammitgliedern oder Situationen, bei denen zwischen dem Absenden und Empfangen einer Nachricht der Feierabend oder das Wochenende liegt.

Ferner werden Zufälle, die sich positiv oder negativ auswirken können nicht berücksichtigt. Eine solche Situation könnte entstehen, wenn für die Übermittlung einer bestimmten Information ein Meeting der Akkuratessse entgegen kommen würde, aber die Organisation eines Meetings zu aufwändig wäre, aber zufällig das wöchentliche Meeting abgehalten wird. In diesem Fall würde die Entscheidung für den Kommunikationskanal Meeting ausfallen, während die Entscheidung anders ausgefallen wäre, wenn der Zufall nicht aufgetreten wäre.

Sobald ein Anlass für eine Informationsübermittlung besteht, soll die Information auch übermittelt werden. Diese Forderung beugt dem Konzept vor, mehrere Informationen, die über den gleichen Kanal vermittelt werden sollen zunächst zurückzuhalten, um Ressourcen durch gebündelte Übermittlung einzusparen. Ebenso soll außer Acht gelassen werden, dass einige Kommunikationskanäle, wie z.B. E-Mail mehrere Empfänger gleichzeitig erreichen kann, während andere Kanäle dieses üblicherweise nicht leisten, wie z.B. das Telefon. Dadurch wird erreicht, dass ein Proband immer nur eine einzelne Übermittlung vom Sender zu einem Empfänger beurteilt. Die Übertragung auf eine Folge von möglicherweise paralleler Kommunikation wird in anderen Papern behandelt. Niinimäki et al. untersucht zusätzlich die Kanäle Audiokonferenz und Videokonferenz [7]. Zusammen mit der Forderung, dass das Entwicklerteam räumlich dezentral organisiert ist, bedeutet dies für den Probanden, dass er eine durchschnittliche Nachrichtenübermittlung annehmen soll, die jedes Teammitglied einzeln erreichen soll. Also kann angenommen werden, ein durchschnittliches Teammitglied gehört zu einer anderen Gruppe als er selbst. Damit ist auch ausgeschlossen, dass der Sender der Nachricht sich darauf verlassen kann, dass eine in ihm ausgelöste Kette von In-

formationsübermittlungen alle Adressaten erreichen wird, sondern jede Nachricht wird von ihm selbst übermittelt.

Inhalts-Typen

Allen drei Inhaltstypen ist gemein, dass sie einen durchschnittlichen Komplexitätsgrad beschreiben. Denn besonders Anforderungen und Quellcodeänderungen können sich erheblich in ihrer Bedeutung und dadurch auch in ihrem Umfang unterscheiden. Um die Länge des Interviews in einem angemessenen zeitlichen Rahmen zu halten, konnten nur entweder verschiedene Inhalts-Typen oder unterschiedliche Komplexitäten untersucht werden.

Da davon ausgegangen wird, dass die Anforderungserhebung in Zusammenarbeit mit dem Kunden bereits abgeschlossen ist, geht es bei diesem Inhalts-Typ um Anforderungsänderungen durch den Kunden. Ebenso wurde bereits beschrieben, dass es sich ausschließlich um interne Kommunikation handelt. Das bedeutet, der Änderungswunsch durch den Kunden wurde bereits von einem Teammitglied entgegen genommen und muss nun noch innerhalb der Mitarbeiter kommuniziert werden. Außerdem kann es sich bei der Kommunikation über Anforderungen auch um den Austausch von bereits beschlossenen Anforderungen handeln, falls die gesamte Anforderung oder ihre Änderung noch nicht jedes Teammitglied erreicht hat oder ein gemeinsamer Konsens gebildet werden muss, was die Anforderung bedeutet.

Bei Quellcodeänderungen geht es um Änderungen, die so gestaltet sind, dass ein einzelner Programmierer nicht in der Lage oder nicht befugt ist, die Änderungen selbst durchzuführen und es notwendig ist, Hinweise zur Quellcodeänderung an einige Teammitglieder weiter zu geben. Änderungen des Quellcodes sind für den Probanden ein besser vorstellbares Konzept, dennoch ist mit dem Inhalts-Typ Quellcode auch die Kommunikation über den Quellcode zu verstehen. In manchen Fällen geht es vielleicht nur um das Nachvollziehen eines Code-Blockes und muss keine Änderung nach sich ziehen. Für diesen Inhalts-Typ ist es also charakteristisch, dass Auszüge von Quellcode beim Informationsaustausch dabei sein müssen, um die Eignung für Informationsübermittlung unter den formalen Bedingungen erfassen können, wie sie der strukturelle Aufbau von Quellcode verlangt. Wie bereits durch die Pilotstudie ermittelt wurde, fällt die Kommunikation über einen Codeabschnitt im Allgemeinen eher in die Kategorie Anforderung, da dort weniger formale Ansprüche eingehalten werden müssen.

Die Kommunikation zur Organisation innerhalb des Teams wird als weniger komplex vorausgesetzt, als die Kommunikation über Änderungen am Projekt. Organisatorische Dinge können von Krankmeldungen bis hin zu Planung von Dienstreisen reichen, die zwar wichtig für das Projekt sind, deren Spuren sich jedoch nicht im Projekt wiederfinden lassen sollten.

Kanäle

Auch bei den Kommunikationskanälen ist es notwendig, bestimmte Eigenschaften vorzugeben, da es unterschiedliche Ausprägungen gibt, von denen aber stets eine als typischer Vertreter seiner Gattung angesehen werden kann. Bereits die Aufzählung der sieben Kanäle schreibt ihnen implizit Eigenschaften zu, denn der Umstand, dass Chat neben Text- und Sprachnachrichten von WhatsApp aufgezählt werden, die eine besondere Form des Chats sind, bedeutet, dass Chat eben nicht WhatsApp-Nachrichten miteinschließt.

Bei dem postulierten **Meeting** wird zwar ein stichpunktartiges Protokoll geführt, jedoch keine Video- oder Audioaufzeichnung durchgeführt.

Obwohl es technisch möglich ist, werden **Telefonate** nicht automatisch aufgezeichnet. Die Anfertigung von Notizen während eines Telefonats wird jedoch nicht ausgeschlossen.

Es wird angenommen, dass **E-Mails** archiviert werden und zu einem späteren Zeitpunkt wieder aufgerufen werden können.

Der **Chat** wird automatisch aufgezeichnet und kann bei Bedarf eingesehen werden, da dies eine durchaus übliche Funktion gängiger Chat-Applikationen ist.

Es wird davon ausgegangen, dass der postulierte **Video-Chat** nicht aufgezeichnet wird.

Textnachrichten von WhatsApp können, wie bei den postulierten Chat-Applikationen, erneut gelesen werden.

Sprachnachrichten von WhatsApp werden ebenfalls aufgezeichnet und zusammen mit Textnachrichten, geordnet nach der Reihenfolge des Versandes, dargestellt, um sie erneut abrufen zu können.

4.5 Die Pilotstudie

Bevor ein Interview mit den geeigneten Probanden durchgeführt wird, kann es günstig sein, mit Hilfe eines zusätzlichen Probanden die Durchführung des Interviews zu testen. [8] Im Rahmen dieser Bachelorarbeit wurde daher eine Pilotstudie durchgeführt, die eventuelle Unstimmigkeiten der Interviewfragen und des Ablaufs aufdecken sollte, bevor diese bei den relevanten Interviews auftreten können. Außerdem wurde ermittelt, wie viel Zeit das Interview ungefähr in Anspruch nimmt. Für die Pilotstudie wurde ein Student befragt, der über ein ähnliches Fachwissen wie die Probanden verfügt, dem aber die Berufserfahrung fehlt, um selbst Teilnehmer der Hauptstudie zu sein. Seine Antworten sind nicht in die Auswertung eingegangen. Dennoch wurden einige Veränderungen gegenüber des theoretischen Entwurfs vorgenommen. Das außerhalb dieses Abschnittes beschriebene Studiendesign ist das finale Studiendesign, wie es den Probanden des Hauptteils vorgelegt wurde. Die im Folgenden beschriebenen Veränderungen haben erst zum finalen Design geführt.

Die Reihenfolge der Inhalts-Typen

Die Pilotstudie ergab, dass es günstiger ist, die Anforderungserhebung als ersten Inhaltstyp voran zu stellen, denn sie schien an weniger formale Bedingungen geknüpft zu sein, als der Inhalts-Typ Quellcode. Es scheint ein psychologisches Bedürfnis zu sein, zuerst seine Einschätzung zu einem allgemeineren Fall abzugeben und anschließend sich in eine speziellere Situation hineinzudenken. Außerdem haben auch Probanden der Hauptstudie bestätigt, dass der überwiegende Teil der Kommunikation nach der Definition, die diese Arbeit vorgibt, in die Kategorie Anforderungen fällt. Der Grund dafür ist, auch wenn es sich um Informationen handelt, die nach der Kommunikation in Quellcode umgesetzt werden, auf einer abstrakteren Ebene besprochen werden, da die tatsächliche Implementation, in den meisten Fällen, nicht eine bestimmte Möglichkeit der Umsetzung verlangt, sondern nur die Einhaltung von Schnittstellen, wie z.B. Interfaces.

An den Inhaltstyp Organisation werden zwar am wenigsten formale Ansprüche gestellt, dennoch ist er der letzte Inhalts-Typ im Interview, da seine Analyse weniger relevant für diese Arbeit ist. Die speziellen formalen Bedingungen, die die Software-Entwicklung verlangt, haben höhere Priorität. Für den Fall dass bei der Behandlung der ersten beiden Inhalts-Typen interessante Nachfragen auftreten, werden diese bevorzugt und der Teil, der die Organisation behandelt entfällt, falls Zeitmangel auftritt. Robson plädiert für eine Interviewdauer von etwa einer halben Stunde bis etwa einer Stunde [8, S. 286]. Glücklicherweise konnte bei der Durchführung der Interviews stets eine maximale Dauer von weniger als einer Stunde umgesetzt werden. Dadurch war keine Auslassung notwendig.

Die Postulate

Das ursprüngliche Studiendesign sah keine Postulate vor. Um besonders von der Erfahrung der Probanden zu profitieren, war zunächst geplant, sich zu jedem der drei Inhalts-Typen eine Situation schildern zu lassen, in dem der Proband besonders viel Inhalt dieser Kategorie kommunizieren musste und das ihm besonders gut im Gedächtnis geblieben ist. Auf Basis dieser speziellen Situation sollte dann das Interview durchgeführt werden. Bereits bei der Durchführung der Pilotstudie wurde vom Probanden geäußert, dass es nicht vertretbar sei, empfundene Eignungen verschiedener Probanden zu mitteln, da der Kontext der beschriebenen Situationen völlig unterschiedlicher Natur sein konnte. Dabei geht es weniger um die Situation selbst, die selbstverständlich nicht gleich sein konnten, sondern vielmehr um die Vergleichbarkeit, besonders der Kommunikationskanäle. Denn die Firmen benutzen z.B. unterschiedliche Chat-Programme, von denen einige den Verlauf aufzeichnen und andere nicht. Dies machte die Aufstellung der Postulate notwendig, die sehr gut von den Probanden angenommen wurden. Einige Probanden der Hauptstudie haben es als positiv hervorgehoben, dass die wichtigsten Eigenschaften der Inhalts-Typen und auch Kommunikationskanäle beschrieben wurden und sie sich nicht selbst einen Begriff von abstrakten Elementen bilden mussten. Hinzu kommt, dass die Probanden aus ihren gesamten

4 Planung der Interviewstudie

Erfahrungen schöpfen konnten, um die Fragen vor dem Hintergrund des postulierten Kontextes zu beantworten, denn bereits bei der Pilotstudie wurde darauf hingewiesen, dass oft Extremsituationen im Gedächtnis bleiben, in denen es eventuell zur Eskalation gekommen ist und der Proband dann, wie es der erste Entwurf vorsah, an ein solches Szenario gebunden wäre, das eventuell nicht den alltäglichen Erfahrungen entsprechen muss.

Die Bewertungsskala

Die Bewertungsskala besteht aus zehn diskreten Werten von 1 bis 10, die der Proband nutzen soll, um seine wahrgenommene Eignung jedem Kommunikationskanal zuordnen zu können, z.B. bedeutet eine Zuordnung von Kommunikationskanal A eine Effizienz von 100%, während eine Zuordnung von Kanal B eine Effizienz von 50% bedeutet. Daraus kann gefolgert werden, dass Kanal A doppelt so effizient ist, wie Kanal B.

5 Durchführung und Ergebnisse

Aufgrund des semi-strukturierten Aufbaus des Interviews und den unterschiedlichen Metriken, entstehen zwei verschiedene Strukturen der Auswertung. Die quantitative Auswertung stellt die wahrgenommene Zuordnung von Werten der Eignung der Kommunikation dar, während die qualitative Auswertung Einwendungen und Kommentare zur Kommunikation unter verschiedenen Bedingungen beschreibt. Dabei wirkt sich der unstrukturierte Teil der Fragen, der teilweise spontan hinzugefügt wurde, fast nur auf die qualitative Auswertung aus. In Fällen, bei denen zusätzliche Kommunikationskanäle von den Probanden hinzugefügt wurden oder ungeeignete Kanäle von den Probanden ausgeschlossen wurden, wirkt sich dies auf die Erfassung von Zahlenwerten aus.

5.1 Die Probanden

Bei den Probanden handelt es sich um 10 Personen aus der Praxis. Für diese Arbeit spielt es eine besondere Rolle, dass die Probanden praktische Erfahrung vorzuweisen haben und es sich bei den Ergebnissen nicht um die Einschätzungen von Studenten handelt, die zwar über fachliches Wissen verfügen, denen aber Fachpraxis fehlt.

Die Berufserfahrung der Probanden liegt zwischen 3 bis 27 Jahren mit durchschnittlich 12,3 Jahren. Es wurden Selbstständige sowie Angestellte befragt, die zurzeit des Interviews über ganz Deutschland verteilt tätig sind. Die häufigsten genannten Berufsbezeichnungen sind Full Stack Developer, Key Account Manager und IT Berater für Softwarearchitektur. Die Mehrheit hat einen akademischen Grad an einer Hochschule oder Fachhochschule erworben, fast ausschließlich im Bereich Informatik, insofern dieser Studiengang bereits existierte (vergleichbar war Elektrotechnik mit entsprechenden Fortbildungen und Berufserfahrung).

5.2 Quantitative Auswertung

Bei der quantitativen Auswertung wurden je der Durchschnitt aller Zuordnungen von Zahlenwerten, die die Probanden mit Hilfe der Bewertungsskala gemacht haben, pro Kommunikationskanal, Inhalts-Typ und beiden Aspekten der Effizienz gebildet. Wurde ein Kommunikationskanal von einem Probanden für einen Inhalts-Typ als ungeeignet beurteilt, ist kein Zahlenwert in die Durchschnittsbildung eingegangen. Unter diesen Umständen wurde der Wert nicht mit 0, interpretiert, da der Proband die Eignung gar nicht einschätzen konnte, weil er den Kanal in dieser Konstellation nie verwendet.

Ermittelte Werte

Geschwindigkeit

Das Ergebnis der Interviewstudie in Bezug auf die Geschwindigkeit aller Inhalts-Typen hat die folgende rationale Zuordnung von Werten ergeben:

Geschwindigkeit	Anforderungen	Quellcode	Organisation
Meeting	3.1	3.2	3.9
Chat	5.8	6.6	6.1
Telefon	6.7	7.375	8.2
E-Mail	7.2	8.8	8
WhatsApp Text	7	7.6	7.4
WhatsApp Sprache	7.2	7.375	7.333
Video-Chat	5.5	6.125	5.7

Tabelle 5.1: Diese Tabelle zeigt die durchschnittliche wahrgenommene Eignung der Geschwindigkeit von Kommunikationskanälen unter den drei Inhalts-Typen.

Die Auswertung der empfundenen Geschwindigkeit eines Kommunikationskanals zeigt, dass alle Inhalts-Typen relativ nahe beieinander liegen und je die Kanäle E-Mail und Telefon favorisiert werden. Als etwas langsamer werden beide Varianten des WhatsApp-Chats eingestuft und darauf folgen Chat und Video-Chat. Den letzten Platz belegt das Meeting.

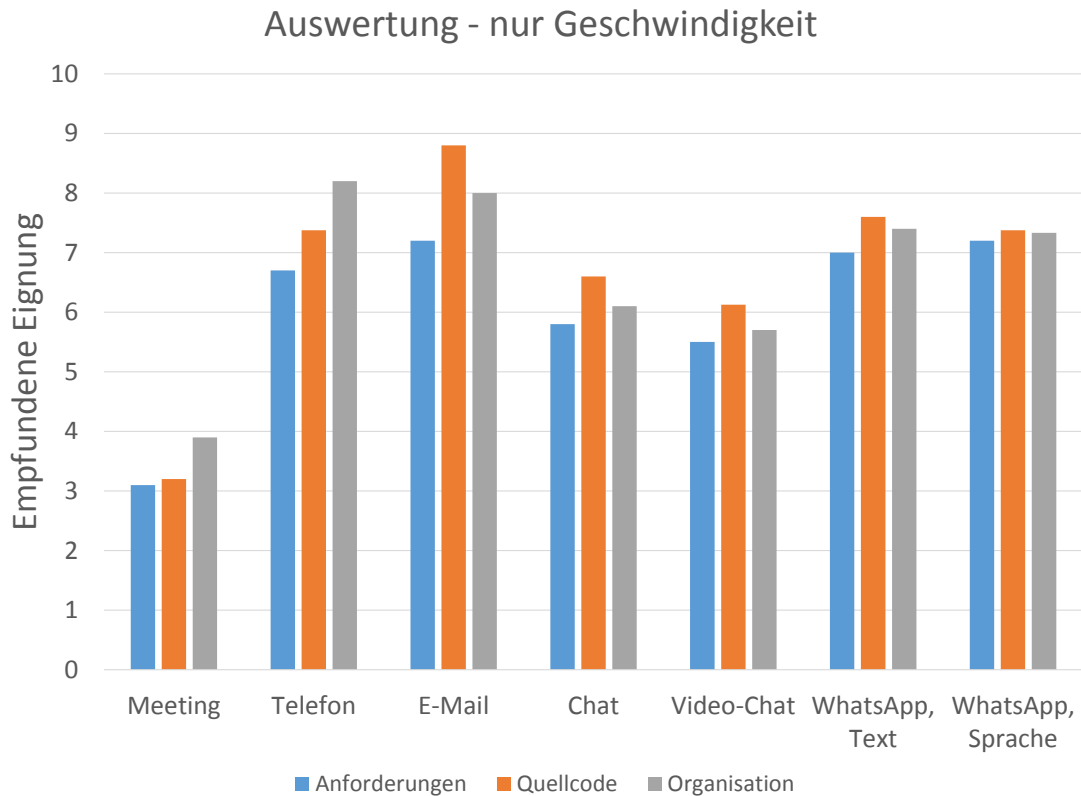


Abbildung 5.1: Durchschnitt der Bewertung der Eignung eines Kommunikationskanals für einen Inhalts-Typ durch einen Probanden, nur unter dem Effizienz-Aspekt Geschwindigkeit.

Akkuratesse	Anforderungen	Quellcode	Organisation
Meeting	6	6.8	8.1
Chat	5.8	6.5	6.7
Telefon	5.1	4.375	7.4
E-Mail	9.1	9	8.3
WhatsApp Text	6.7	6.3	7.5
WhatsApp Sprache	5.1	4.375	6.444
Video-Chat	6.5	4.625	7

Tabelle 5.2: Diese Tabelle zeigt die durchschnittliche wahrgenommene Eignung der Akkuratesse von Kommunikationskanälen unter den drei Inhalts-Typen.

Akkuratesse

Das Ergebnis der Interviewstudie in Bezug auf die Akkuratesse aller Inhalts-Typen hat die folgende rationale Zuordnung von Werten ergeben:

5 Durchführung und Ergebnisse

Der Durchschnitt der empfundenen Korrektheit und Vollständigkeit der Kommunikation favorisiert unter allen Inhalts-Typen ebenfalls die E-Mail. Hier liegen die Ergebnisse für die übrigen Kanäle nicht so dicht beieinander, als unter dem Aspekt Geschwindigkeit. Das Meeting und die WhatsApp Textnachricht werden nach der E-Mail als sehr geeignet empfunden. In absteigender empfundener Eignung folgen Chat, Telefon, Video-Chat und WhatsApp Sprachnachrichten.

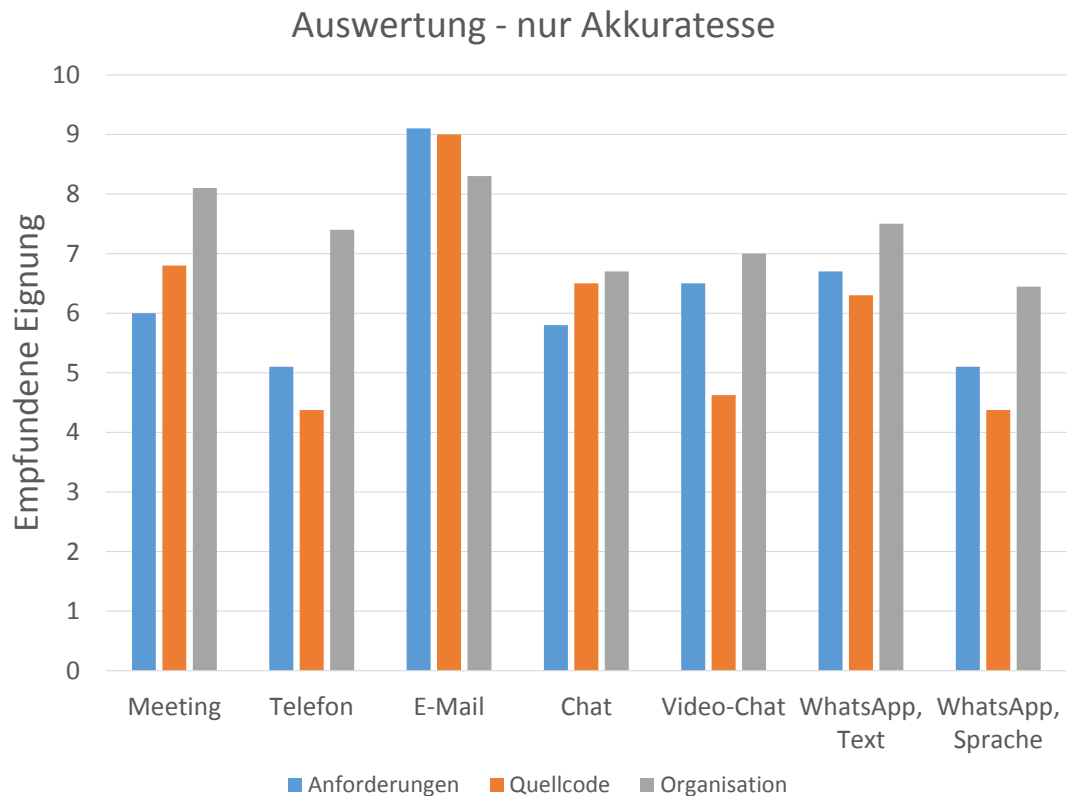


Abbildung 5.2: Durchschnitt der Bewertung der Eignung eines Kommunikationskanals für einen Inhalts-Typ durch einen Probanden, nur unter dem Effizienz-Aspekt Akkurateesse.

Gesamt

Für die Gesamtauswertung wurde erneut der Durchschnitt der Werte bezüglich Geschwindigkeit und Akkuratessse gebildet. Da die empfundene Eignung bereits unter den einzelnen Aspekten sehr hoch war, erhält hier die E-Mail die höchste Bewertung. WhatsApp Textnachrichten werden relativ dicht gefolgt von Chat, Telefon und WhatsApp Sprachnachrichten. Der Video-Chat wird noch etwas höher bewertet als das Meeting.

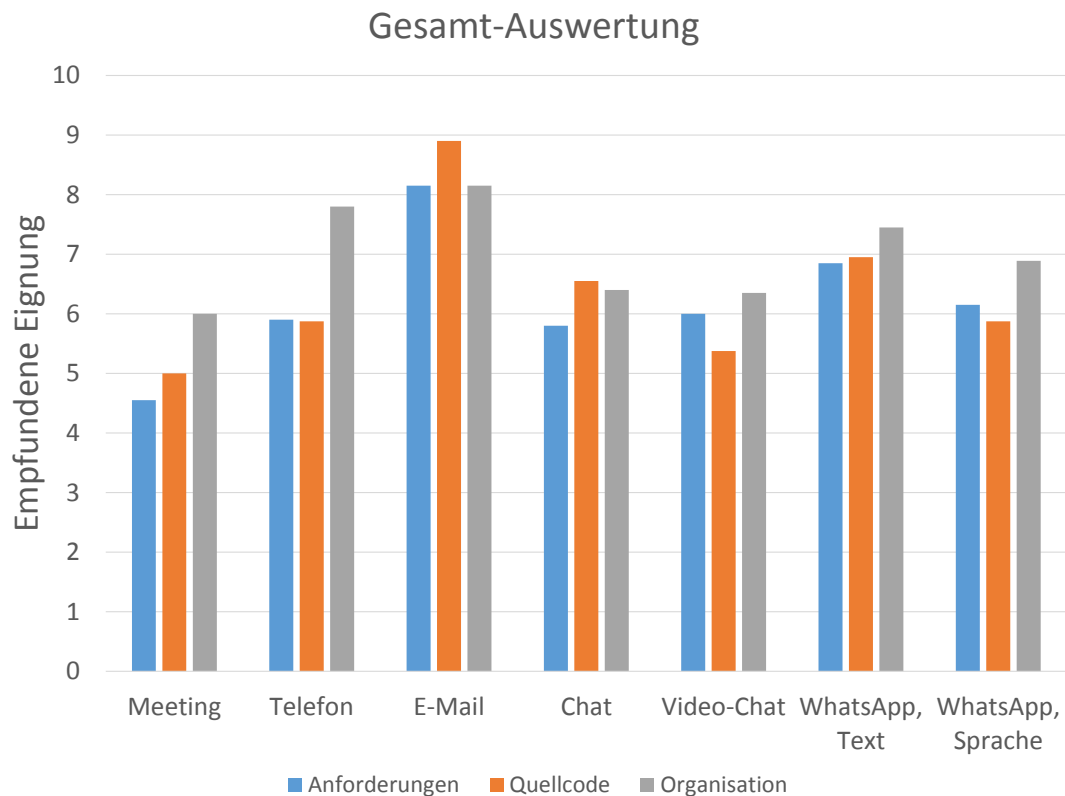


Abbildung 5.3: Durchschnitt der Bewertung der Eignung eines Kommunikationskanals für einen Inhalts-Typ durch einen Probanden, unter beiden Effizienz-Aspekten Geschwindigkeit und Akkuratessse.

Zuverlässigkeit der Daten

Für die Validierung der Ergebnisse ist es angebracht, die Standardabweichung der Daten zu untersuchen, um darauf schließen zu können, wie groß der Konsens der Probanden ist. Da die Effektivität der Kommunikationskanäle in zwei Aspekten erfasst wurde, werden je Geschwindigkeit und Akkurateste getrennt voneinander betrachtet.

Geschwindigkeit	Anforderungen	Quellcode	Organisation
Meeting	1.91	1.48	2.08
Chat	1.48	2.07	2.08
Telefon	2.06	1.92	1.81
E-Mail	1.93	0.92	1.33
WhatsApp Text	2.21	1.78	1.58
WhatsApp Sprache	1.48	2.07	1.32
Video-Chat	2.12	1.73	2.41

Tabelle 5.3: Die Standardabweichung der wahrgenommenen Geschwindigkeit.

Auffällig ist bei der Betrachtung der Standardabweichung für die Geschwindigkeit, dass bei der E-Mail ein allgemeiner Konsens herrscht, insbesondere beim Inhalts-Typ Quellcode.

Akkurateste	Anforderungen	Quellcode	Organisation
Meeting	3.20	2.39	1.45
Chat	3.01	2.07	2.45
Telefon	3.18	2.50	2.22
E-Mail	1.52	0.67	1.83
WhatsApp Text	1.77	2.16	1.65
WhatsApp Sprache	2.23	2.50	2.70
Video-Chat	2.32	2.83	2.54

Tabelle 5.4: Die Standardabweichung der empfundenen Akkurateste.

Bezüglich der Akkurateste fällt auf, dass die Beurteilungen der Eignung der Kommunikationskanäle Meeting, Chat und Telefon beim Inhalts-Typ Anforderungen weit auseinandergehen. Dies scheint auch bei Video-Chat in Bezug auf Quellcode und WhatsApp Sprache in Bezug auf Organisation der Fall zu sein. Gemeinsam haben diese Kombinationen, dass sie durchschnittlich eine eher niedrige Bewertung erhalten haben. Der Grund mag sein, dass die Probanden sehr unterschiedliche Erfahrungen mit den Kanälen gemacht haben und diese Kanäle trotz der Postulate sehr unterschiedlich beurteilt werden.

Auf der anderen Seite ist bei vielen Bewertungen auch eine große Einigkeit der Probanden zu beobachten. Wie bereits bei der Geschwindigkeit herrscht der deutlichste

Konsens bei der Beurteilung der E-Mail, erneut besonders bei dem Inhalts-Typ Quellcode.

5.3 Qualitative Auswertung

Da es nicht zu allen Kombinationen aus Inhalts-Typ und Kommunikationskanal Anmerkungen gab, wurden für die qualitative Auswertung Gruppen gebildet, die zunächst allgemeine Aussagen enthalten. Weitere Gruppen behandeln Anmerkungen zu Inhalts-Typen. Bei dieser Zusammenstellung handelt es sich um Erwägungen von einzelnen Probanden. Falls mehrere Probanden ähnliche Anmerkungen gemacht haben, wird dies ausdrücklich bei der Erläuterung der Anmerkung erwähnt. Die Aussagen geben nicht den tatsächlichen Ablauf des Interviews wieder, sondern sind inhaltliche Zusammenfassungen.

Zusätzliche Kommunikationskanäle

Keiner der Probanden hat eine Notwendigkeit gesehen, ein Kommunikationsmedium ergänzen zu müssen mit einer Ausnahme. Der Vorschlag lautete, dass E-Mail Benachrichtigungen auf Kommentare im Versionsverwaltungssystem hinweisen sollten, was Quellcodeänderungen betrifft. Anforderungsänderungen könnten besser in einem Ticketsystem verwaltet werden. In beiden Fällen würden die anderen Mitarbeiter lediglich via E-Mail informiert werden, dass es neue Informationen verfügbar sind. So würde es einfacher sein, alle Mitarbeiter auf dem neuesten Stand zu halten.

Nur zwei Probanden stuften einzelne Kommunikationskanäle für die Verwendung in Zusammenhang mit bestimmten Inhalts-Typen für ungeeignet ein. Die Mehrheit der Probanden befand alle Kanäle als grundsätzlich geeignet, nur in unterschiedlichen Abstufungen.

Vorteile von Kanälen

Folgende Vorteile beziehen sich auf eine Gruppe von Kommunikationskanälen. Besonders die Ähnlichkeit von Text-basierten Kommunikationskanälen zu Dokumenten wurde von den Probanden hervorgehoben.

- Alle Text-basierten Kanäle sind wiederholt abrufbar und auch leicht indexierbar. Bei Sprach- oder Videoaufzeichnungen ist es schwierig eine Stelle ohne weitere Tools wieder zu finden. Transkribieren von solchen Nachrichten ist zu aufwendig.
- Alle wiederholt aufrufbaren Kanäle besitzen zudem den Vorteil, dass nachgewiesen werden kann, dass die Informationen kommuniziert worden sind, falls es zu einem Konflikt innerhalb des Teams kommt.
- Alle Kanäle, bei denen der Kommunikationsverlauf wiederholt abrufbar ist, sind

zu praktisch, da keine Notizen gemacht werden müssen. Besonders praktisch sind E-Mail und Text-Chats, inkl. WhatsApp Nachrichten.

- In manchen Fällen ist es günstig, direkt eine Rückmeldung vom Adressaten zu erhalten. In diesen Fällen sind Kommunikationskanäle, die direkten Kontakt ermöglichen besser geeignet. (Meeting, Chat, Video-Chat, Telefon) In welchen Fällen dies zutrifft, hängt aber vom speziellen Fall ab und kann nicht verallgemeinert werden.
- Bei den Kommunikationskanälen, die einen unmittelbaren Kontakt herstellen, kann nicht nur eine direkte Rückmeldung erhalten werden, sondern der Appellspekt an eine bestimmte Person ist stärker, sich der Angelegenheit anzunehmen. Je mehr Sinnesorgane bei dem Kontakt beteiligt sind, desto eindrücklicher ist das Treffen. In absteigender Reihenfolge: Meeting, Video-Chat, Telefon, Chat.
- In manchen Fällen ist es notwendig, für eine Besprechung Zeugen zu haben. Das Meeting erfüllt diese Forderung besonders gut und ohne weiteren Aufwand. Bei anderen Kommunikationskanälen kann dies aber auch organisiert werden.

Einige der Vorteile nannten die Probanden nur in Zusammenhang mit einem Kommunikationskanal. Im letzten Punkt wurde erwähnt, dass die gleichzeitige Kommunikation mit mehreren Adressaten effektiv sein kann, aber dieser Aspekt im Interview nicht berücksichtigt wird. Dieser Einwand wurde als Vorteil eingestuft, da er sich positiv auf die Kommunikationskanäle auswirkt. Auf parallele Kommunikation wird in Kapitel 8 eingegangen.

- Ein Meeting bleibt als physisches Ereignis am ehesten im Gedächtnis aller Teilnehmer.
- Im Büroalltag hat sich die E-Mail etabliert und wird nicht als störend für den Arbeitsfluss wahrgenommen. Besonders hier tritt der Effekt einer positiven Stimmung, laut Probanden, auf. Dieser Effekt wurde bereits von Watson et al. beschrieben [16].
- Die E-Mail hat den großen Vorteil, dass man sie entwerfen kann, um die zu übermittelnde Information zu kompaktieren. Wenn man es auf ein (relativ) spontanes Gespräch via Telefon, Chat oder Video-Chat ankommen lässt, bereitet man sich in der Praxis weniger genau auf das Thema vor. Entweder dauert es dann viel länger, bis man zum Kern der Sache vorgestoßen ist oder die Genauigkeit kann gar nicht erreicht werden, die nötig wäre.
- In der Realität kommt es zu einer Zeitersparnis, wenn man E-Mails an mehrere Adressaten gleichzeitig versendet. Die Ersparnis kann enorm sein, wird aber leider durch die Postulate ausgeschlossen.

Nachteile von Kanälen

Kommentare, die gegen Kommunikationskanäle im Allgemeinen sprechen, sind im Folgenden aufgeführt. Diese Einwendungen sollten durch die Probanden ebenfalls in die

quantitative Bewertung eingegangen sein.

- Videochat ist zu ungenau, da sehr viele Daten übertragen werden, die redundant sind.
- Auch wenn Chats indexierbar sind (Chat, WhatsApp), werden Posts, die nach ihrem zeitlichen Eingang sortiert sind schnell unübersichtlich, da sie nicht umgeordnet werden können. E-Mails können nach Erhalt sortiert werden.

Einige der Kommunikationskanäle stehen in einem besonderen Kontext. Dieser Kontext spricht nicht unbedingt gegen die Verwendung der Kanäle, dennoch sollte stets darauf geachtet werden. Die letzten drei Punkte weisen darauf hin, dass die Probanden weiteren Differenzierungsbedarf sehen, was die Kommunikation angeht.

- Einen Termin für Video-Chat vereinbaren und dies zu organisieren wird in seinem Aufwand nur vom Meeting der Teams, die aus unterschiedlichen Städten anreisen übertroffen und ist deshalb problematisch. Ferner ist nicht garantiert, dass sowohl die Hardware, Software, als auch das Administratorwissen jeden Mitarbeiters auf demselben Stand ist, so dass ein Video-Chat reibungslos aufgebaut werden kann. Im Gegensatz zur E-Mail tritt hier der Effekt einer negativen Stimmung gegenüber dem Kanal auf. Dies gaben vier Probanden zu bedenken.
- Bei schlechter Internetverbindung sind die Kommunikationskanäle im Vorteil, die kleine Datenmengen (wenig redundante Informationen) transportieren müssen. (Videochat und WhatsApp Sprachnachrichten) Besonders die Übermittlung bewegter Bilder ist in diesen Fällen benachteiligt. Einzig die Kanäle Meeting und Telefon sind nicht vom Internet abhängig.
- Sehr komplexe Anforderungsänderungen stellen für ein Entwicklerteam eine Katastrophe dar, besonders wenn das Projekt bereits, wie in den Postulaten erwähnt, weit fortgeschritten ist, dass bereits Code produziert wurde. Solche Extremfälle ziehen möglicherweise die Nutzung teurerer Kommunikationskanäle nach sich.
- Da die Teammitglieder räumlich weit verteilt sind, ist es schwierig, ein Meeting einzuberufen. In der Realität gibt es auch viele Situationen, in denen es ausreicht dass sich das lokale Team, oder sogar nur ein Teil davon, trifft. Meetings können unter diesen Umständen auch spontan abgehalten werden und bedürfen keiner komplizierten Terminvereinbarung zwischen den Teammitgliedern.
- Telefonkonferenzen sind nicht unüblich in der Praxis und können relativ einfach organisiert werden. Leider ist ein solcher Ersparniseffekt durch die Postulate ausgeschlossen.
- Alle drei Inhalts-Typen können sich in der Realität (entgegen der Vereinfachung durch die Postulate) unterschiedlich komplex darstellen. Besonders bei Quellcodeänderungen kann es bei umfassenden Veränderungen sehr schnell unübersichtlich werden. Eine Lösung dieses Problems kann bedeuten, einen Kommunikationsweg zu wählen, der höhere Genauigkeit und kürzere Wege gleichermaßen fordert. Konkret kann sich ein Meeting lohnen.

Einige Erwägungen wurden von den Probanden speziell zum Inhalts-Typ Quellcode gemacht. Es war ihnen wichtig, darauf einzugehen, dass der Quellcode stark von seiner Formalisierung abhängt. Daher müsse bei diesem Inhalts-Typ besonders darauf geachtet werden, welche Eigenschaften ein Kommunikationskanal besitzt.

- Alle sprachgetragenen Kanäle eignen sich sehr schlecht für die Übermittlung von Quellcodeänderungen. Wenn überhaupt, dann für extrem kurze Abschnitte, vielleicht nur einzelne Variablen und auch nur dann, wenn beiden Kommunikationspartnern absolut klar ist, dass sie von der gleichen Stelle im Code sprechen.
- WhatsApp unterstützt keine Sonderzeichen, Syntax Highlighting und Formatierung.
- WhatsApp ist nur für sehr kleine Codestücke geeignet, da es sonst auf dem kleinen Smartphonebildschirm zu unübersichtlich wird.

Außerdem wurde darauf hingewiesen, dass komplexe Quellcodeänderungen von den Probanden eher als Anforderungsänderungen wahrgenommen werden. Dies ist kein Nachteil, dennoch zeigt es, dass mit großer Sorgfalt darauf geachtet werden muss, in welche Kategorie von Inhalts-Typ eine Kommunikation eingeordnet werden kann.

Obwohl der Inhalts-Typ der Organisation wenig formale Bedingungen stellt, wurde besonders häufig auf die Krankmeldung eingegangen. Nur bei drei Probanden entsprach es den Richtlinien des Arbeitgebers, sich auch über WhatsApp oder E-Mail krank melden zu können. Bei einer Krankmeldung ist es professioneller und wird von den meisten Arbeitgebern gefordert, dass diese Informationsübermittlung via Telefon erfolgt. Man erhält nicht nur ein indirektes Feedback, ob die Information angekommen ist, sondern erfährt im Gegenteil auch bei gescheiterter Kommunikationsaufnahme, dass man es erneut versuchen muss. Bei Krankmeldungen via E-Mail oder WhatsApp wäre man eher auf Rückmeldungen des Adressaten angewiesen, der den Erhalt der Nachricht bestätigt. Da dies aber ein passives Verhalten des Absenders bedingt, könnte dies eher dazu führen, dass Konflikte entstehen, wenn der Absender der Meinung ist, das reine Absenden der Nachricht genüge. Während der Adressat möglicherweise der Meinung, dass der Absender dafür sorgen muss, dass seine Nachricht auch angekommen ist.

Unterschiede der Inhalts-Typen

Der Inhalts-Typ "Organisation" ist deutlich von den übrigen Inhaltstypen zu unterscheiden, da sein Inhalt sich ausschließlich auf vorübergehende Zustände der internen Struktur des Teams oder, in den meisten Fällen, nur des lokalen Teams bezieht.

Die Inhalts-Typen "Anforderungen" und "Quellcode" scheinen sich teilweise zu überschneiden. Beide enthalten Informationen, von deren Übermittlung und Verbreitung das finale Softwareprojekt abhängt. Das heißt, auftretende Fehler manifestieren sich permanent im Endprodukt. (Unabhängig davon, ob sie nach Auslieferung noch gefunden und vielleicht sogar behoben werden können.) Einige Probanden wiesen darauf hin, dass Kommunikation über Quellcode den eigentlichen Quellcode gar nicht ent-

halten muss. Oft würde es um einzelne spezielle Details gehen, die besser ohne das formale Gerüst des Quellcodes transportiert werden können und im Rahmen der Postulate dieser Arbeit eher dem Inhalts-Typ "Anforderungen" zugeordnet werden müssen. Dies schlägt sich auch auf die Angaben der empfundenen Eignung der Kommunikationskanäle nieder. Der Grund dafür, dass Informationsaustausch über Quellcode oft die Form der Kommunikation über Anforderungen einnimmt scheint zu sein, dass es viele Möglichkeiten gibt, einen Programmteil umzusetzen und es in vielen Fällen nur nötig ist, sich auf einige Gemeinsamkeiten zu einigen, z.B. durch die Nutzung eines gemeinsamen Interfaces. Vor allen Dingen schränken die Code-Konventionen des Betriebes die Freiheiten weiter ein, ohne dass diese jedes Mal dem Kollegen mitgeteilt werden müssen. Dieses Wissen um den Kontext und dessen Einhaltung wird von den Probanden als vorausgesetzt angenommen. Weitere Einschränkungen können hinzukommen, da aus Effizienzgründen Programmteile wiederverwendet werden. Übrig bleiben dennoch einige Wahlmöglichkeiten der Umsetzung, bei denen es nicht üblich zu sein scheint, sie dem Kollegen vorzugeben aus Gründen zur Erhaltung des Respekts vor dem Kollegen und letztendlich zur Erhaltung eines guten Arbeitsklimas.

Die Nutzung von WhatsApp

Die Auswertung der Anmerkungen für die Kommunikation via WhatsApp hat ergeben, dass nicht in jedem Betrieb die Nutzung von WhatsApp erlaubt oder erwünscht ist. Drei Probanden merkten an, dass die Nutzung ausdrücklich verboten sei. Von einem Probanden wurde WhatsApp als unprofessionell eingestuft und daher aus eigener Entscheidung nicht genutzt. Hingegen gaben zwei Probanden an, dass es ausdrücklich erwünscht sei, WhatsApp zu verwenden.

Als Begründung für das Verbot von WhatsApp wurden folgende Argumente genannt:

- WhatsApp ist verboten, da der Arbeitgeber nicht kontrollieren kann, ob es sich bei Kommunikation um private oder berufliche Nachrichten handelt.
- Bei der Verwendung von WhatsApp sind die Teammitglieder rund um die Uhr auch außerhalb der Arbeitszeiten erreichbar. Dies könnte die Privatsphäre einiger Teammitglieder verletzen. Es kann angenommen werden, dass nicht alle Teammitglieder die gleiche Einstellung dazu haben, welche oder ob Arbeit in ihrer Freizeit tolerierbar ist.
- Wenn es gängige Praxis wird, WhatsApp zu verwenden und quasi auf alle Teammitglieder passiver Druck ausgeübt wird, ihr privat erworbenes Handy für Arbeitszwecke zu verwenden, falls dies im Arbeitsvertrag nicht ausdrücklich erwähnt wird, da normalerweise wird das Arbeitsgerät vom Arbeitgeber gestellt wird.

6 Interpretation

6.1 Einschränkungen der Validität

Die Bewertungsskala

Für das Interview wurde den Probanden eine Bewertungsskala zur wahrgenommenen Eignung der Kommunikationskanäle vorgelegt, die über 10 Stufen verfügt. Es könnte der Eindruck entstehen, dass 10 Stufen eine Genauigkeit vortäuschen, die gar nicht existiert, da aufgrund der vielen Stufen die Grenzen zur Unterscheidung für den Probanden verschwimmen könnten. Jedoch waren 10 Stufen nötig, da es möglich sein sollte, alle sieben Kommunikationskanäle in eine Reihenfolge bringen zu können, ohne gezwungen zu sein, einige Kanäle auf die gleiche Stufe stellen zu müssen und dabei trotzdem noch Freiraum zu haben, um einige Lücken in der Anordnung zu machen und Unterschiede darstellen zu können.

Da es hier um die Beurteilung der Ergebnisse des Interviews geht, können an dieser Stelle nach Wohlin et al. [17] zwei Bedrohungen für die Gültigkeit entstehen. Eine Gefahr ist, dass die interne Gültigkeit verletzt sein könnte. Es kann davon ausgegangen werden, dass die wahrgenommene Eignung durch die Probanden eine kausale Beziehung zu den Kommunikationskanälen besitzt. Des Weiteren kann auch davon ausgegangen werden, dass die Probanden in der Lage sind, ihre Wahrnehmung in Zahlenwerte einzuordnen. Der Einwand, dass empfundene Eignungen von Kommunikationskanälen nicht fehlerfrei in Zahlenwerte zu übertragen sind, ist bereits in die Zielsetzung der Arbeit eingegangen, da berücksichtigt wurde, dass es sich nicht um eine direkte Messung handelt, sondern das Ermitteln von Erfahrungen. Es ist bekannt, dass diese Erfahrungen bereits von Probanden reflektiert wurden. Eine weitere Bedrohung stellt die Schlussfolgerungsgültigkeit für die Auswertung dar. Um diese Bedrohung auszuschließen, muss besonders darauf geachtet werden, dass bei quantitativen Ergebnissen ein statistisch relevanter Ausschlag gemessen werden kann. Für die unterschiedliche Bewertung der Kommunikationskanäle ist diese Bedingung erfüllt, da es durch die 10 Stufen möglich ist, alle Kanäle mit verschiedenen Werten zu versehen, falls dies so wahrgenommen wird.

Die Standardabweichung

Wie bei der Auswertung der Daten beschrieben, sind deutlich hohe Standardabweichungen bei drei Kombinationen aus Kommunikationskanal und Inhalts-Typ zu erkennen, die nur bei Akkuratessse auftauchen. Dies könnte zum einen an dem unterschiedlichen Verständnis der Kommunikationskanäle an sich liegen oder der positiven bzw.

negativen Erfahrung, die die Probanden bei der Verwendung der Kanäle gemacht haben. Andererseits herrscht ein deutlicher Konsens aller Probanden, was die Bewertung der E-Mail unter allen Inhalts-Typen und Akkurateesse, sowie Geschwindigkeit angeht. Besonders auffällig ist die niedrige Standardabweichung beim Quellcode. Da die E-Mail in allen Kombinationen favorisiert wird, ist es günstig, dass besonders hier eine deutliche Einigkeit unter beiden Aspekten der Effizienz herrscht.

6.2 Diskussion

Unter allen Inhalts-Typen wurde der Kommunikationskanal E-Mail von den Probanden am höchsten bewertet. Die gemittelten Werte zwischen Geschwindigkeit und Akkurateesse wurden beide als sehr hoch gewertet, wobei die Bewertung der Akkurateesse dominiert. Dies scheint daran zu liegen, dass der technische Charakter der ausgetauschten Informationen in der Software-Entwicklung schwerer wiegt, als die zwischenmenschliche Komponente, um akkurate Informationen zu übermitteln. Das heißt, die Strukturierung durch Syntax beim Quellcode oder die formalisierte Anforderungserhebung überwiegen bei der Bewertung der Genauigkeit gegenüber einem persönlichen Kontakt, der z.B. Nachfragen erlaubt. Außerdem wurde von den Probanden im Interview die Gewöhnung an die E-Mail besonders hervorgehoben. Das bedeutet, die Bevorzugung des Senders gegenüber der E-Mail und dessen Wissen darüber, dass die E-Mail auch beim Empfänger geschätzt wird, sorgen dafür, dass diese von beiden Seiten einen guten Ruf besitzt. Dieses Ergebnis überrascht, da es im Gegensatz zu Ambler's[1] Aussagen steht. Dieser beurteilt die Kommunikation via E-Mail als wenig geeignet für den Einsatz in der Software-Entwicklung. Weder die Effektivität, noch die Reichhaltigkeit der Kommunikation, also die Anzahl der Sinne, die angesprochen werden, bewertet Ambler als hoch. Der Unterschied zwischen E-Mail und den weiteren Kommunikationskanälen ist wahrscheinlich durch die Perspektive der agilen Entwicklung bei Ambler und der konventionellen Entwicklung durch die Postulate in dieser Arbeit zu erklären. Kommentare aus der qualitativen Auswertung dieser Arbeit sprechen dafür, dass die E-Mail wegen der großen räumlichen Distanz von den Probanden bevorzugt wird.

Auf der anderen Seite kann der qualitativen Auswertung entnommen werden, dass das Meeting in der Interviewstudie als so gering geeignet wahrgenommen wird, da die räumliche Distanz der Gruppenmitglieder zu groß ist. Diese ist bei Ambler's lokalem agil arbeitenden Entwicklerteams praktisch nicht vorhanden. Besonders die niedrige Geschwindigkeit hat in der Interviewstudie zu der geringen Bewertung beigetragen. Dies ist eindeutig den Postulaten geschuldet, die das Team über mehrere Standorte verteilen. Also wurde das Meeting als ein sehr teurer Kommunikationskanal eingestuft und spontane kurze Treffen, wie sie in der agilen Software-Entwicklung üblich sind, wurden ausgeschlossen. Der überwiegende Teil der Probanden wies darauf hin, dass sie auch bei Meetings zur agilen Entwicklung generell die Akkurateesse niedriger als bei der E-Mail einschätzen würden, doch in der agilen Entwicklung ein erheblicher Geschwindigkeitsvorteil liegen würde.

Durchweg wurde von fast allen Probanden der Video-Chat als durchschnittlich bewertet, was besonders auf die Bewertung der Geschwindigkeit zurückzuführen ist. Der enorme Aufwand zum Herstellen der Verbindung wurde dabei als häufigster Grund genannt. Dazu kam in mehreren Fällen die schlechte Stimmung gegenüber diesem Kanal, da der Aufwand als Belastung empfunden wird. Beim Inhalts-Typ Quellcode hat der Video-Chat zusätzlich besonders niedrige Werte bei der Akkurateesse erhalten, da offenbar die zwischenmenschliche Komponente sogar die Genauigkeit des Informationsaustausches verringert.

Der Chat wurde insgesamt als nur geringfügig geeigneter im Vergleich zum Video-Chat wahrgenommen, allerdings bei Quellcode mit einer durchschnittlichen Akkurateesse bewertet. Ebenfalls durchschnittlich wurde das Telefonat bewertet, allerdings resultiert dies aus seiner hoch empfundenen Geschwindigkeit aber niedrigen Akkurateesse. Der Hauptgrund dafür scheint das Fehlen einer Unterlage zu sein, die Bezugspunkte zum Inhalt bildet.

Als zweitbesten Kommunikationskanal wurden Textnachrichten via WhatsApp genannt. Dies ist besonders der hohen Geschwindigkeit zu verdanken. Da aber in vielen Betrieben die Nutzung des privaten Mobiltelefons untersagt ist, könnten die Probanden von dieser Einschränkung beeinflusst gewesen sein und daher niedrigere Werte angegeben haben.

Sprachnachrichten via WhatsApp wurden wahrscheinlich aufgrund der gleichen Applikation mit einer sehr ähnlichen Geschwindigkeit bewertet, wie die Textnachrichten, doch spielt offenbar die fehlende Möglichkeit der Indexierung, besonders bei komplexeren Inhalten eine Rolle bei der Bewertung der Akkurateesse.

Obwohl die Bewertung der einzelnen Kanäle unter den drei Inhalts-Typen recht ähnlich ausgefallen ist, ist die Distanz zwischen der höchsten Effizienz und der niedrigsten Effizienz je Inhalts-Typ unterschiedlich. Während diese Distanz bei Organisation am geringsten ist, bei der Anforderungserhebung größer wird und schließlich bei Quellcode am höchsten ist, kann daraus geschlossen werden, dass dies mit den höher werdenden formalen Anforderungen der Inhalts-Typen zu tun haben kann. Wie bereits erwähnt sind die Informationen der Organisation am allgemeinsten und gar nicht technisch. Bei der Kommunikation über Anforderungen wird der Inhalt technischer und ist stärker formal geprägt, bis hin zum Quellcode, der die höchsten Ansprüche an seine Form stellt. Die Wahl des richtigen Kommunikationskanals wird also wichtiger, je formaler der zu übermittelnde Inhalt ist.

Bei der Gegenüberstellung der Gewichtung der Eignung der Kanäle in Bezug auf ihren Inhalts-Typ fällt auf, dass es Ähnlichkeiten zwischen den Distanzen innerhalb der Bewertung der Kanäle gibt, obwohl die einzelnen Werte jedes Inhalts-Typ nicht gleich sind. Dies lässt die Vermutung zu, dass der Grund dafür in einer generellen Eignung liegt, die allein dem Kommunikationskanal zugeschrieben werden kann. Der Inhalts-Typ besitzt zwar ebenfalls einen Einfluss, dennoch scheint er so gering, dass ein Muster in der Bewertung wiederzuerkennen ist.

6.3 Validierung der wahrgenommenen Geschwindigkeit

Um die empfundenen Geschwindigkeiten der einzelnen Kommunikationskanäle auf ihre Aussagekräftigkeit zu überprüfen, wäre es möglich gewesen, technische Angaben zur Dauer der Datenübertragung zwischen E-Mail und WhatsApp gegenüberzustellen. Es konnte keine Quelle für diese Dauer ermittelt werden.

Hinzu kommt, dass die reine Dauer der Datenübertragung zwar im Intervall zur Geschwindigkeit des Kommunikationskanals, wie sie in dieser Arbeit verstanden wurde, zwar enthalten ist, aber nicht genauer bestimmt werden kann, zu welchem Anteil. Denn laut Postulat soll der Proband die Zeitspanne beurteilen, die beim Bedürfnis zur Kommunikation beginnt und beim Verstehen des Inhalts beim Empfänger endet.

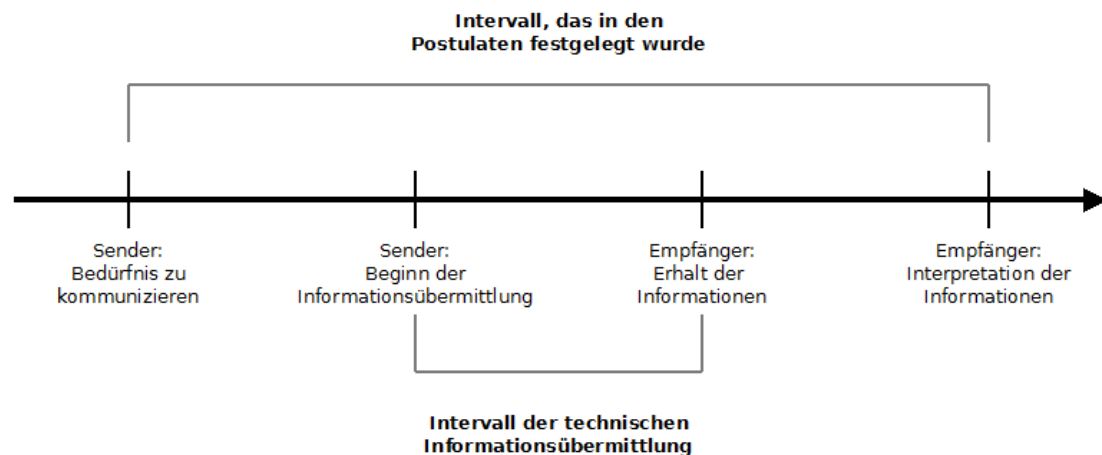


Abbildung 6.1: Eigene Darstellung der Unterschiede zwischen der postulierten Geschwindigkeit und der technischen Übertragungsdauer

Die Distanz zwischen diesem postulierten Intervall und der technischen Übertragungsdauer kann je nach Kanal immens sein. Z.B. geschieht die Kommunikation über Video-Chat sehr schnell, jedoch wurde von vielen Probanden die niedrige Einschätzung der Geschwindigkeit mit der aufwändigen Vorbereitung für den Video-Chat begründet.

7 Implikationen für weitere Anwendungen

7.1 Grundlagen der FLOW-Distanz

Die FLOW-Distanz beschreibt den Informationsfluss pro Zeit [11]. Anders ausgedrückt stellt sie Entfernungen zweier Personen anhand des gewählten Kommunikationskanals und deren wahrgenommener Intensität der Kommunikation dar.[4] Die Berechnung der FLOW-Distanz kann in folgende Schritte aufgeteilt werden:

1. Das Ziel ist es, die FLOW-Distanz zwischen zwei Teammitgliedern zu berechnen. Diese Distanz wird durch $d_{i,j}$ ausgedrückt, wobei i und j die Nummern der beiden Teammitglieder ist, dessen Distanz ermittelt werden soll. Dabei muss es sich um unterschiedliche Teammitglieder handeln ($i \neq j$).

2. Es müssen folgende Werte vom konkreten Entwicklerteam erhoben werden:

- Die maximal mögliche wahrgenommene Intensität der Kommunikation des gesamten Teams. Diese Intensität stellt den Durchschnitt über alle verwendeten Kommunikationskanäle dar.
- Die wahrgenommene Intensität der Kommunikation zwischen Teammitglied i und Teammitglied j . Diese Intensität stellt auch den Durchschnitt über alle verwendeten Kommunikationskanäle dar.
- Die Menge aller Kommunikationskanäle, die vom gesamten Team verwendet werden.
- Die Menge aller Kommunikationskanäle, die nur von den beiden Teammitgliedern i und j verwendet werden. Diese Menge ist entweder eine Teilmenge oder gleich der Menge der Kommunikationskanäle, die vom gesamten Team verwendet werden.

3. Zusätzlich wird für die Berechnung der FLOW-Distanz eine Quantifizierung der unterschiedlichen Kommunikationskanäle anhand ihrer Anwendbarkeit benötigt. Diese Gewichtung der Kommunikationskanäle kann auch der Empfehlung dieser Arbeit entnommen werden, wie sie im nächsten Abschnitt beschrieben wird.

4. Die Berechnung kann nun in drei Schritte aufgeteilt werden:

- Zuerst wird das Produkt $c_{i,j}$ gebildet, indem die wahrgenommene Intensität der Kommunikation zwischen Teammitglied i und Teammitglied j multipliziert wird mit der Summe aus der Gewichtung der Eignungen für alle von den beiden Teammitgliedern verwendeten Kommunikationskanäle.
- Als nächstes wird das Produkt c^* gebildet, das das theoretische Maximum der

Kommunikation darstellt. Dazu wird die maximal mögliche wahrgenommene Intensität der Kommunikation des gesamten Teams multipliziert mit der Summe aus der Gewichtung der Eignungen für alle verwendeten Kommunikationskanäle.

- Schließlich wird die FLOW-Distanz $d_{i,j}$ mit folgender Formel berechnet:

$$d_{i,j} = 1 - \frac{c_{i,j}}{c^*}$$

Das Ergebnis ist klein bei einer kurzen Distanz, also guten Verbindung über die Kommunikationskanäle, und wird größer bei steigender Distanz, also schlechterer Kommunikation.

7.2 Empfehlung einer Gewichtung

Für eine Empfehlung der Gewichtung der Eignung wurde aus den einzelnen Kombinationen aus Kommunikationskanälen und Inhalts-Typen der gleichgewichtete Durchschnitt gebildet. Das bedeutet, dass in dieser Darstellung ein besonders geeigneter Kanal über einen hohen Wert verfügt.

Effizienz	Anforderungen	Quellcode	Organisation
Meeting	4.55	5	6
Chat	5.8	6.55	6.4
Telefon	5.9	5.875	7.8
E-Mail	8.15	8.9	8.15
WhatsApp Text	6.85	6.95	7.45
WhatsApp Sprache	6.15	5.875	6.889
Video-Chat	6	5.375	6.35

Tabelle 7.1: Die Empfehlung einer Gewichtung für Eignung einzelner Kommunikationskanäle unter verschiedenen Inhalts-Typen.

Ordnung der Kommunikationskanäle

Die obige Tabelle impliziert eine Anordnung der Kommunikationskanäle, gruppiert nach Inhalts-Typ, auf die im Folgenden genauer eingegangen wird.

Die empfohlene ordinale Zuordnung der Distanz lautet für Anforderungen:

E-Mail > WhatsApp (Text) > WhatsApp (Sprache) > Video-Chat > Telefon > Chat > Meeting

Für den Inhalts-Typ Quellcode lautet die empfohlene ordinale Zuordnung für die Distanz:

E-Mail > WhatsApp (Text) > Chat > WhatsApp (Sprache) = Telefon > Video-Chat > Meeting

Die empfohlene ordinale Zuordnung der Distanz lautet für den Inhalts-Typ Organisation:

E-Mail > Telefon > WhatsApp (Text) > WhatsApp (Sprache) > Chat > Video-Chat > Meeting

7.3 Heuristiken

Aus der qualitativen Auswertung können Heuristiken gebildet werden, die spezielle Hinweise auf die Verwendung bestimmter Kombinationen aus Kommunikationskanal und Inhalts-Typ geben können.

Die erste Gruppe enthält Einschränkungen für die Verwendung bestimmter Kommunikationskanäle. Diese werden durch Richtlinien bestimmt, die die Betriebe aufstellen.

- Falls WhatsApp im Arbeitsalltag erlaubt ist, sind Textnachrichten bei knapp zu beschreibenden Inhalten eine Alternative zur E-Mail, besonders wegen der Geschwindigkeit. Dabei ist die Akkuratessse akzeptabel bei Inhalts-Typen wie Organisation und Anforderungen, aber schlechter bei Quellcode.
- Bei jedem Inhalts-Typ gibt es spezielle Informationen, deren Kommunikationskanal entweder durch eine gesellschaftliche Konvention oder eine Firmenrichtlinie festgelegt sein kann, z.B. die Krankmeldung via Telefon.

Folgende Einwendungen können die Eignung von Kommunikationskanälen beeinflussen, falls bestimmte Bedingungen vorliegen. Es kommt auf die jeweiligen Eigenschaften der Kanäle an, ob sie aufgrund der besonderen Bedingung auf- oder abgewertet werden.

- Bei der Wahl des Kommunikationskanals sollte darauf geachtet werden, ob die wiederholte Aufrufbarkeit und die Möglichkeit zur Indexierung des Protokolls der Kommunikation benötigt wird.
- Falls eine direkte Rückmeldung auf eine kritische Informationsübermittlung folgen muss, sind keine Kommunikationskanäle zu verwenden, die zwar ihren Empfänger erreichen, aber ungewiss ist, ob und wann dieser die Nachricht lesen wird.
- Falls ein Informationsaustausch nachhaltig im Gedächtnis der Teammitglieder bleiben soll, so ist ein Meeting angebracht, auch wenn die Geschwindigkeit relativ niedrig ist wegen der verteilten Standorte der Teammitglieder.

- Wenn zwar Informationen über den Quellcode ausgetauscht werden sollen, diese aber allgemeinerer Natur sind, fällt diese Kommunikation eher in die Kategorie Anforderung.

Der Kontext einiger Kanäle spielt bei ihrer Wahl eine bedeutende Rolle, die aber in dieser Studie nicht systematisch, sondern nur durch Kommentare, abgebildet wurde.

- Wenn es sich um eine Kommunikation handelt, die innerhalb des lokalen Teams stattfinden kann, werden spontane kurze Meetings empfohlen, wie sie in der agilen Software-Entwicklung üblich sind, falls diese durch den Arbeitgeber zugelassen sind und die Kommunikation auch unbürokratisch ablaufen darf.
- Falls es nötig ist, mehrere Empfänger gleichzeitig mit derselben Nachricht zu erreichen, gibt es eine Geschwindigkeitsersparnis bei E-Mail, da die Nachricht gleichzeitig versendet werden kann.
- Bei steigender Komplexität der zu übermittelnden Informationen, werden besonders Kommunikationskanäle, die nur sehr kurze Nachrichten transportieren können, zunehmend unpraktischer. Dabei wird die Nützlichkeit, Rückfragen stellen zu können und die Kommunikation über mehrere Sinne immer wichtiger. Das Meeting stellt deshalb für sehr komplexe Informationen den besten Kommunikationskanal dar. Auf der anderen Seite erhalten Kommunikationskanäle mit hoher Geschwindigkeit bei der Übermittlung sehr kurzer Informationen eine höhere Bedeutung.

7.4 Gewichtungen

Die in dieser Arbeit empfohlene Gewichtung der Kommunikationskanäle unterscheidet sich deutlich von der Empfehlung durch Klünder et al. [4, S. 117]:

Meeting > Video-Chat > Chat = Telefon > E-Mail

Der Grund dafür ist, dass diese Gewichtung einer agilen Softwareentwicklung entspricht. Falls die Berechnung der FLOW-Distanz auf ein Entwicklerteam angewendet werden soll, das konventionelle Software-Entwicklung betreibt und über Teammitglieder verfügt, die räumlich nicht lokal organisiert sind, kann die Gewichtung dieser Arbeit verwendet werden. Zusätzlich beziehen sich die obigen empfohlenen Gewichtungen je auf einen Inhalts-Typ. Bei der Berechnung muss also zusätzlich bekannt sein, welche Art von Informationen, über die zu berechnende Distanz $d_{i,j}$ übertragen werden sollen, um die geeigneten Werte auszuwählen.

Im Vergleich zur Reihenfolge der Kommunikationskanäle durch diese Arbeit, ist zu beobachten, dass es im Grunde zu einer Invertierung der Eignung der Kanäle gekommen ist.

8 Verwandte Arbeiten

Die in dieser Arbeit ermittelten empfohlenen Gewichtungen der Eignungen von Kommunikationskanälen eignen sich, um bei der Berechnung der FLOW-Distanz herangezogen zu werden, bei der das Entwicklerteam räumlich verteilt organisiert ist. Klünder et al. [4] wenden bei der Berechnung der FLOW-Distanz eine andere Gewichtung an, da sie die Kommunikation in lokalen Teams betrachten. Diese Gewichtung wird von Ambler [1] und Cockburn [2] abgeleitet, die Aussagen über agile Teams gemacht haben. Die Herangehensweise zur Berechnung der FLOW-Distanz aus dem Paper kann auch mit den empfohlenen Gewichtungen dieser Arbeit durchgeführt werden, falls verteilte Teams im Fokus der Betrachtung stehen.

Hesari [3] analysiert die Informationsflüsse in einem FLOW-Netzwerk mit Methoden, die bei der Analyse von sozialen Netzwerken verwendet werden, um mögliche Schwachstellen zu ermitteln. Dabei betrachtet er auch Entwicklerteams, die aus mehreren kleineren Teams zusammengesetzt sind. Dabei kommuniziert nicht jeder mit jedem, sondern es existiert in jedem kleinen Team eine Person, die einen Knotenpunkt für die Kommunikation mit den anderen kleinen Teams darstellt.

Die Vorteile textbasierter Kommunikation gegenüber Audiokommunikation werden von Niinimäki et al. [6] behandelt. Sie führen eine Studie durch, die ergibt, dass textbasierte Kommunikation vor allem bei Unsicherheiten, was die Sprache angeht, bevorzugt wird. Dazu kommt, dass es problematisch ist, komplexe technische Beschreibungen verbal auszudrücken.

Niinimäki et al. [7] untersuchen global verteilte Softwareprojekte und ermitteln, welche Kommunikationskanäle verwendet werden, unter welchen Bedingungen eine Wahl getroffen wird und versuchen Hinweise darauf zu finden, welche Gründe für einen bestimmten Kanal sprechen. Dabei werden auch Kommunikationskanäle betrachtet, die von mehr als zwei Teilnehmern verwendet werden. Darüber hinaus werden zwei zusätzliche Aspekte betrachtet. Die Synchronität von Kommunikation beschreibt die gleichzeitige Verwendung unterschiedlicher Kommunikationskanäle, während der Parallelismus die Integration von Kommunikation in den Arbeitsablauf behandelt. Dazu werden die Erfahrungen von 12 globalen Entwicklerteams in Form von semi-strukturierten Interviews festgehalten. Die Studie ergibt, dass die Eignung eines Kommunikationskanals von der zu bewältigenden Aufgabe abhängt und dadurch der verwendete Kanal mit jeder Aufgabe wechselt.

Die Veränderung der Kommunikation über die Dauer eines Softwareprojekts wird von Klünder et al. behandelt [5]. Die Zusammenarbeit der Teammitglieder sorgt dafür, dass der Kommunikationsprozess immer effektiver wird. Dabei kann sich die Häufigkeit der Kommunikation und auch die Wahl der Kanäle ändern. Es ist zu beobachten, dass die Mitglieder nach einiger Zeit zu eher informellen Kommunikationskanälen tendieren.

9 Fazit und Ausblick

9.1 Fazit

Das Ziel dieser Arbeit war es, eine Empfehlung für die Gewichtung der Eignung von ausgewählten Kommunikationskanälen zu geben. Diese Gewichtung hängt nicht nur von der Geschwindigkeit und Akkuratessse der einzelnen Kanäle ab, sondern konnte für drei unterschiedliche Typen des Inhalts angegeben werden. Die erhobenen Daten beziehen sich auf ein räumlich global verteiltes Entwicklerteam, das konventionelle Software-Entwicklung betreibt.

Die ordinale Anordnung der Ergebnisse für die Eignung der Kommunikationskanäle dieser Arbeit hat ergeben, dass diese in etwa entgegengesetzt zur ordinalen Anordnung der Ergebnisse für agile Entwicklerteams sind, die anderen Arbeiten entstammen. Dies ist wahrscheinlich auf die große räumliche Entfernung der Teammitglieder zurückzuführen.

Ferner hat die Auswertung ergeben, dass verschiedene Inhalts-Typen zwar Einfluss auf das Gewicht eines Kommunikationskanals hat, aber dieser Einfluss geringer ist, als erwartet. Die entscheidenden Faktoren für die Eignung von Kommunikationskanälen scheinen in den Eigenschaften der Kanäle selbst zu liegen.

Neben dieser quantitativen Untersuchung wurde die Form des Interviews dazu verwendet, zusätzliche Bedingungen als den Inhalts-Typ zu ermitteln, der die Gewichtung unter bestimmten Umständen beeinflusst. Diese Erwägungen sind bei der Verwendung der quantitativen Ergebnisse zu berücksichtigen. Außerdem deuten die Kommentare der Praktiker zur Kommunikation darauf hin, dass es weitere Faktoren gibt, die in zukünftigen Arbeiten genauer untersucht werden sollten.

9.2 Ausblick

Eine wichtige Aufgabe für zukünftige Arbeiten, die die Eignung von Kommunikationskanälen untersuchen, ist es, die Ergebnisse dieser Arbeit zu untermauern oder widerlegen zu können. Es wäre angebracht, ein neues Experiment in einem größeren Rahmen ablaufen zu lassen, der es erlaubt, Werte im praktischen Umgang mit den Kommunikationskanälen zu messen und nicht auf die Wahrnehmung angewiesen zu sein. Es wäre von Vorteil, wenn die Probanden ebenfalls über mehrjährige Praxiserfahrungen verfügen, damit sichergestellt ist, dass ihre Wahl der Kanäle von Erfahrung geprägt ist. Eine völlige Vergleichbarkeit, besonders im Hinblick auf die Postulate, die diese Arbeit macht, ist sicher nicht möglich. Dennoch kann darauf geachtet werden,

dass es sich um Entwickler handelt, die in Gruppen global verteilt sind. Die Erfassung des Typs der Informationen, die ausgetauscht werden, ist sicher sinnvoll, da so ermittelt werden kann, ob der Inhalts-Typ tatsächlich einen viel geringeren Einfluss auf das Gewicht eines Kanals hat. Weitere Faktoren, die untersucht werden sollten, stammen aus der Analyse der qualitativen Ergebnisse dieser Arbeit. Die Probanden haben darauf hingewiesen, dass die Komplexität der auszutauschenden Informationen einen Einfluss auf ihre Wahl des Kommunikationskanals hat. Daher wäre eine Aufteilung in mindestens drei Stufen von komplex über durchschnittlich bis einfach sinnvoll. Außerdem wurde darauf hingewiesen, dass sehr komplexe Quellcodeänderungen nicht im Detail ausgetauscht werden, sondern eher abstrakt verhandelt würden. Abstrakte Quellcodeänderungen werden aber viel mehr als Anforderungsänderungen eingestuft. Es sollte daher darauf geachtet werden, ob komplexe Quellcodeänderungen überhaupt auftauchen. Falls dies nicht der Fall ist, könnte dies ein Hinweis auf den Grund dafür sein. Ein weiterer Kommentar eines Probanden bezog sich darauf, dass es nicht der Praxis entsprechen würde, ein reines global organisiertes Entwicklerteam vorauszusetzen. Daher könnte es wichtig sein, zu berücksichtigen, dass Nachrichten, die eine große räumliche Distanz überwinden sollen, einen anderen Einfluss auf die Gewichtung von Kanälen haben können, als solche, die innerhalb des lokalen Teams ausgetauscht werden sollen. Die Bedeutung dieses Unterschiedes sollte schon durch den Vergleich der Anordnung von Kommunikationskanälen für lokale Teams mit der Anordnung für globale Teams deutlich werden.

Anhang

A.1 Baumstruktur von Zielen, Fragen und Metriken

Mit der GQM Methode wurden zentrale Ziele, Fragen und Metriken aufgestellt, um die Zielsetzung dieser Arbeit zu erreichen. In einem weiteren Schritt wurden diese aus psychologischen Gesichtspunkten ergänzt, um möglichst aussagekräftige Bewertungen von den Probanden zu erhalten. Zudem wurden die redundant erhobenen Informationen dazu verwendet, die Beantwortung der Fragen zu validieren. Diese Baumstruktur stellt die zusammengeführten Ziele, Fragen und Metriken im Zusammenhang dar.

Die Beschreibungen gehören alle zu einem großen GQM-Baum, dessen Struktur in der folgenden Abbildung dargestellt ist.

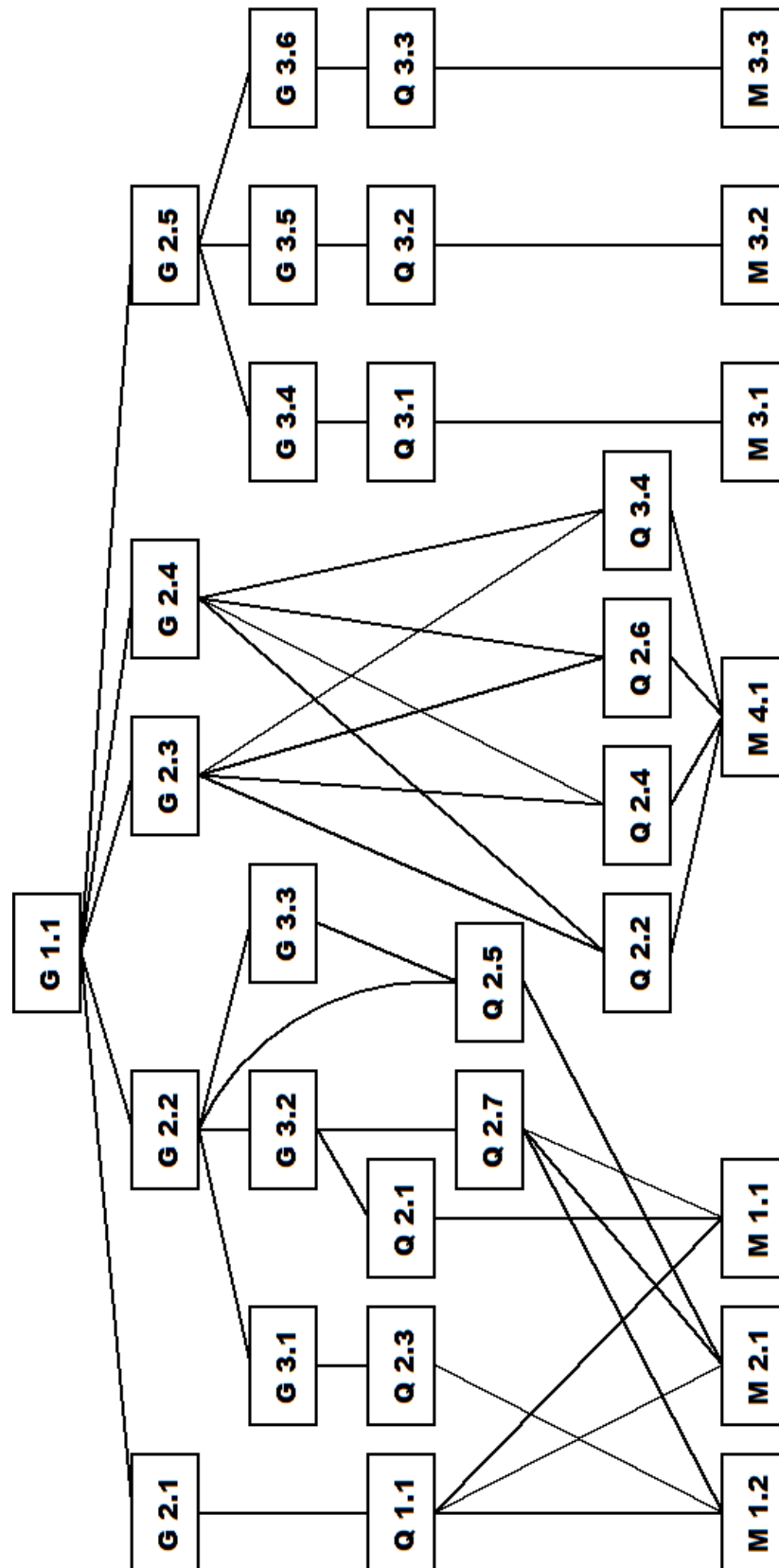


Abbildung A.1: Baumdarstellung aller Zielen, Fragen und Metriken

Ziele

Die Ziele sind hierarchisch in drei Stufen organisiert.

Stufe 1

Die Stufe 1 beschreibt den höchsten Abstraktionsgrad.

G 1.1

Stufenweise Ermittlung der wahrgenommenen Eignung aller Kommunikationskanäle in Bezug auf alle Inhalts-Typen.

Ausgehend von diesem allgemeinen Ziel werden speziellere Ziele formuliert.

Stufe 2

Auf der zweiten Stufe befinden sich Fragen, die von der Frage auf Stufe 1 abgeleitet wurden.

G 2.1 Ergänzung von Kommunikationskanälen.

Das Ergänzen von Kommunikationskanälen ist optional, schlägt sich aber auf alle Ergebnisse nieder, falls es umgesetzt wird.

G 2.2 Ermittlung einer Ordnung nach absteigender wahrgenommener Eignung jeden Kommunikationskanals zu jedem Inhalts-Typ.

Da in G 2.5 eine Hierarchisierung aus der nominellen Zuordnung von Werten abgeleitet werden kann, könnte dieses lediglich ordinale Ergebnis als redundant empfunden werden. Allerdings dient es zwei Zwecken, die die Existenz von G 2.2 rechtfertigen. Zum einen soll es den psychologischen Effekt auf den Probanden haben, stufenweise konkreter werden zu können, was seine Beurteilung der Eignung angeht. Dieser Ansatz entspricht im wesentlichen Robsons Empfehlung für den Aufbau eines Interviews, der die Phasen "warm-up", "main body of interview" und "cool-off" beschreibt [8, S. 290]. Ein weiterer Effekt, der nichts mit dem Komfort für den Probanden zu tun hat ist, dass bei der Auswertung diese ordinale Einschätzung mit der Ordnung der rationalen Ergebnisse verglichen werden kann, um Inkonsistenzen festzustellen.

Bei der ordinalen Einordnung durch den Probanden und den abgeleiteten Zielen, wird dessen wahrgenommene Eignung der Kommunikationskanäle ermittelt. Das bedeutet, hier wird noch nicht zwischen Geschwindigkeit und Akkuratess unterschieden.

Die Eignung bezeichnet die allgemeine Beurteilung, bei der Geschwindigkeit und Akkuratessse jeweils gleichgewichtet eingehen.

G 2.3 Ermittlung qualitativer Erwägungen zu jedem Kommunikationskanal.

Zwar werden die qualitativen Erwägungen zu den Kommunikationskanälen in Textform festgehalten und können nicht so systematisch ausgewertet werden, wie die rationalen Ergebnisse, dennoch sind sie von gleichhoher Bedeutung, denn sie bestimmen, innerhalb welches Kontextes die rationalen Ergebnisse gültig sind und geben möglicherweise Hinweise auf die Häufigkeit ihres Auftretens.

G 2.4 Ermittlung qualitativer Erwägungen zu jedem Inhalts-Typ.

Parallel zu Anmerkungen der Probanden zu den Kommunikationskanälen, ist es auch möglich, Kommentare zu den Inhalts-Typen zu geben. Einige der Anmerkungen werden sich auf eine spezielle Kombination von Kanal und Inhalts-Typ beziehen, so dass sowohl G 2.3 als auch G 2.4 zu den gleichen Fragen führen.

G 2.5 Ermittlung einer qualitativen wahrgenommenen Eignung jeden Kommunikationskanals zu jedem Inhalts-Typ.

Die quantitative wahrgenommene Eignung von Kommunikationskanälen jeden Inhalts-Typs wird rationale Ergebnisse liefern.

Stufe 3

Zwei der Ziele aus Stufe 2 lassen sich erneut in Teilziele zerlegen.

G 3.1 Aussortieren von ungeeigneten Kommunikationskanälen.

Das Aussortieren ungeeigneter Kommunikationskanäle beeinflusst nicht nur die ordinalen Ergebnisse, sondern überträgt sich ebenfalls auf die rationalen Ergebnisse. Es wird davon ausgegangen, dass Kommunikationskanäle, die gänzlich ungeeignet sind, eine Information zu transportieren, keinen Wert für ihre Eignung erhalten können, bzw. ihre Eignung ist nicht vorhanden (bzw. ihr Faktor für die Eignung ist 0).

G 3.2 Ermittlung des Kommunikationskanals, dessen wahrgenommene Effizienz am größten ist.

Der Kommunikationskanal mit der höchsten wahrgenommenen Eignung ist ebenfalls in der Ordnung enthalten, die das Ziel G 2.2 beschreibt. Dennoch ist es der didaktisch günstigere Aufbau für den Probanden, ähnlich in G 2.5, der dieses Ziel rechtfertigt [8].

G 3.3 Ermittlung des Kommunikationskanals, dessen wahrgenommene Effizienz am geringsten ist.

Die Ermittlung des Kommunikationskanals, der als am wenigsten geeignet wahrgenommen wird, wird der stufenweise Aufbau der Fragen an den Probanden unterstützt, der einen psychologischen Effekt erzielen soll, die Konzentration zu steigern, um Fehler zu vermeiden.

G 3.4 Ermittlung der wahrgenommenen Geschwindigkeit jeden Kommunikationskanals zu jedem Inhalts-Typ.

Anders als bei der Ermittlung der ordinalen Einschätzung des Probanden, werden hier rationale Daten erhoben, die sich ausschließlich auf die Geschwindigkeit der Informationsübermittlung beziehen.

G 3.5 Ermittlung der wahrgenommenen Akkurateesse jeden Kommunikationskanals zu jedem Inhalts-Typ.

Der zweite Aspekt der Informationsübermittlung neben der Geschwindigkeit ist die Akkurateesse, die hier gesondert festgehalten wird.

G 3.6 Ermittlung der wahrgenommenen Effektivität jeden Kommunikationskanals zu jedem Inhalts-Typ.

Das Ziel von G 3.6 ist es, eine rationale Einordnung durch den Probanden zu erhalten, die sowohl Geschwindigkeit, als auch Akkurateesse enthält. Dieses Ergebnis gewichtet Geschwindigkeit und Akkurateesse zu je gleichen Anteilen.

Fragen

Die Fragen sind nicht hierarchisch angeordnet, sondern in Gruppen aufgeteilt. Die Reihenfolge wird durch die Abfolge der Fragen bestimmt, die diese im Interview besitzen.

Gruppe 1: Ergänzung der Kanäle

Q 1.1 Welche Kommunikationskanäle sollen ergänzt werden?

Hier ergänzte Kanäle spielen sowohl in der ordinalen, als auch rationalen Erfassung von Ergebnissen eine Rolle.

Gruppe 2: Nominale und ordinale Ergebnisse

Q 2.1 Welcher Kommunikationskanal ist am effizientesten?

Die Frage nach der Nennung des Kommunikationskanals mit der höchsten wahrgenommenen Eignung beantwortet die Frage nach der Reihenfolge in Q 2.5 bereits teilweise. In Kombination mit Q 2.7 ist es möglich, hier mehrere Kommunikationskanäle zu nennen, die als gleichwertig beurteilt werden.

Q 2.2 Warum ist dieser Kommunikationskanal am effizientesten?

Diese Anschlussfrage an Q 2.1 soll im Interview auch direkt folgen. Das Ergebnis ist zwar ein qualitatives, doch behandelt es aus Sicht des Probanden das gleiche Problem. Außerdem bringt es den Probanden dazu, seine Antwort auf Q 2.1 zu hinterfragen und eventuell zu ändern.

Q 2.3 Welcher Kommunikationskanal ist ungeeignet?

Kommunikationskanäle, die nicht in der Lage sind, die Information zu transportieren werden aussortiert und dürfen nicht in die Ordnung oder rationale Wertezuordnung eingehen. Hier können mehrere Kommunikationskanäle zum Entfernen genannt werden.

Q 2.4 Warum ist dieser Kommunikationskanal ungeeignet?

Da es durch das Aussortieren ungeeigneter Kanäle nicht möglich ist, weitere Daten zu erhalten, ist es umso bedeutender, Kommentare des Probanden zu erhalten, warum dies der Fall ist. Eventuell stellt er bei der Begründung fest, dass der Kommunikationskanal nur unter speziellen Bedingungen nicht genutzt werden kann. Dies würde bedeuten, dass er seine Antwort auf Q 2.3 ändern würde.

Q 2.5 Wie effizient sind die Kommunikationskanäle (in absteigender Reihenfolge)?

Die Frage nach der ordinalen Bewertung durch den Probanden wurde bereits teilweise durch die Frage Q 2.1 beantwortet und auch durch Q 2.3 beeinflusst. Zusammen mit der Frage Q 2.7 ist es auch möglich, mehrere schlecht passende Kanäle anzugeben.

Q 2.6 Warum ist dieser Kommunikationskanal am wenigsten effizient?

Durch die Ordnung, die in Frage Q 2.5 genannt wurde, ist auch einer oder mehrere schlecht passende Kommunikationskanäle bekannt. Um eventuell Anmerkungen dazu zu erfahren und die Entscheidung des Probanden zu festigen, wird hier speziell nach den Gründen gefragt. Wie bei der Erstellung von Testfällen in der Software-Entwicklung, kann es auch hier günstig sein, Randfälle zu betrachten.

Q 2.7 Welche Kommunikationskanäle sind in ihrer Effizienz ggf. gleichwertig?

Die Nennung von gleichwertigen Kommunikationskanälen ermöglicht es, in Kombination mit anderen Fragen, eine Ordnung darzustellen, die der Einschätzung des Probanden entspricht.

Gruppe 3: Rationale Ergebnisse

Q 3.1 Welcher Wert unter dem Aspekt Geschwindigkeit soll diesem Kommunikationskanal zugeordnet werden?

Die Zuordnung des Aspekts Geschwindigkeit, die Teil der allgemeinen Eignung ist, wird anhand einer Tabelle vorgenommen.

Q 3.2 Welcher Wert unter dem Aspekt Akkuratessse soll diesem Kommunikationskanal zugeordnet werden?

Ausschließlich der Aspekt der Akkuratessse wird ein Wert zugeordnet, der der gleichen Tabelle wie Frage 3.2 entspricht.

Q 3.3 Entspricht der gleichgewichtete Mittelwert aus Geschwindigkeit und Akkuratessse der Effizienz?

Da der Wert der Beantwortung der Fragen Q 3.1 und Q 3.2 auf der gleichen Tabelle basieren, kann hier zunächst der Mittelwert gebildet werden und das Ergebnis anschließend dem Probanden vorgelegt werden, um eine erneute Abfrage zu vermeiden.

Q 3.4 Welche Anmerkungen zum Kommunikationskanal gibt es?

Anmerkungen zu Kommunikationskanälen, Inhalts-Typen, Kombinationen daraus oder weiteren Erwägungen zu geben, ist zu jedem Zeitpunkt des Interviews möglich.

Metriken

Die Metriken sind gruppiert nach erstens quantitativen und qualitativen Ergebnissen und zweitens sind die quantitativen Ergebnisse noch einmal in nominale, ordinale und rationale Metriken aufgeteilt.

Gruppe 1: Quantitativ: Nominale Metriken

M 1.1 Kanal oder Kanäle, deren wahrgenommene Effizienz am größten ist.

Diese Metrik ist redundant, da sie bereits in der Metrik M 2.1 enthalten ist.

M 1.2 Kanal oder Kanäle, die ungeeignet für diesen Inhalts-Typ sind.

Diese Metrik wirkt sich nur passiv auf das Ergebnis der Metrik M 2.1, M 3.1, M 3.2 und M 3.3 durch das eventuelle Fehlen von Kommunikationskanälen aus.

Gruppe 2: Quantitativ: Ordinale Metriken

M 2.1 Rangfolge der Kanäle in Bezug auf ihre Effizienz (unter absteigender Reihenfolge).

Diese Metrik wird zur Validierung der Metrik M 3.3 verwendet.

Gruppe 3: Quantitativ: Rationale Metriken

M 3.1 Bewertung der wahrgenommenen Geschwindigkeit jeden Kommunikationskanals.

Die Metrik, die allein die Geschwindigkeit bewertet, geht in Metrik 3.3 ein. Dennoch wurde sie separat erfasst, da in Metrik M 3.3 die Gewichtung von M 3.1 verloren geht, da sie den Mittelwert aus M 3.1 und M 3.2 darstellt.

M 3.2 Bewertung der wahrgenommenen Akkurateste jedes Kommunikationskanals.

Die separate Bewertung der Akkurateste geht ebenfalls in M 3.3 ein, aber auch hier geht die Gewichtung verloren. Sollte es bei der Interpretation dieser Arbeit an einer Stelle wichtig werden, zu betrachten, wie sich die Metrik M 3.3 verändert, falls Geschwindigkeit und Akkurateste unterschiedlich gewichtet werden, ist dies möglich.

M 3.3 Bewertung der wahrgenommenen Effektivität (Geschwindigkeit und Akkurateste) jeden Kommunikationskanals.

Die rationale Bewertung eines Kommunikationskanals der Aspekte Geschwindigkeit und Akkurateste zusammen ist einer der beiden wichtigsten Ziele dieser Arbeit.

Gruppe 4: Qualitative Metriken

M 4.1 Erwägungen zum Kontext der Kombination aus Kommunikationskanal und Inhalts-Typ.

Anmerkungen zu den Bewertungen der Metrik M 3.3 zu erhalten, ist das zweite wichtigste Ziel dieser Arbeit, denn die Ergebnisse aus M 3.3 stehen nicht für sich allein, sondern sind von bestimmten Konditionen bedingt, die zum einen in den Postulaten begründet sind und zum andern in den Ergebnissen von M 4.1.

A.2 Alle Bilder der Interview-Karten

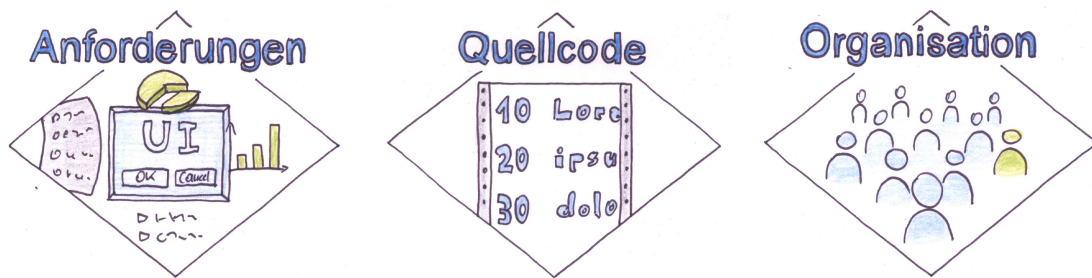


Abbildung A.2: Bilder der drei Inhalts-Typen, die im Interview für Karten verwendet wurden

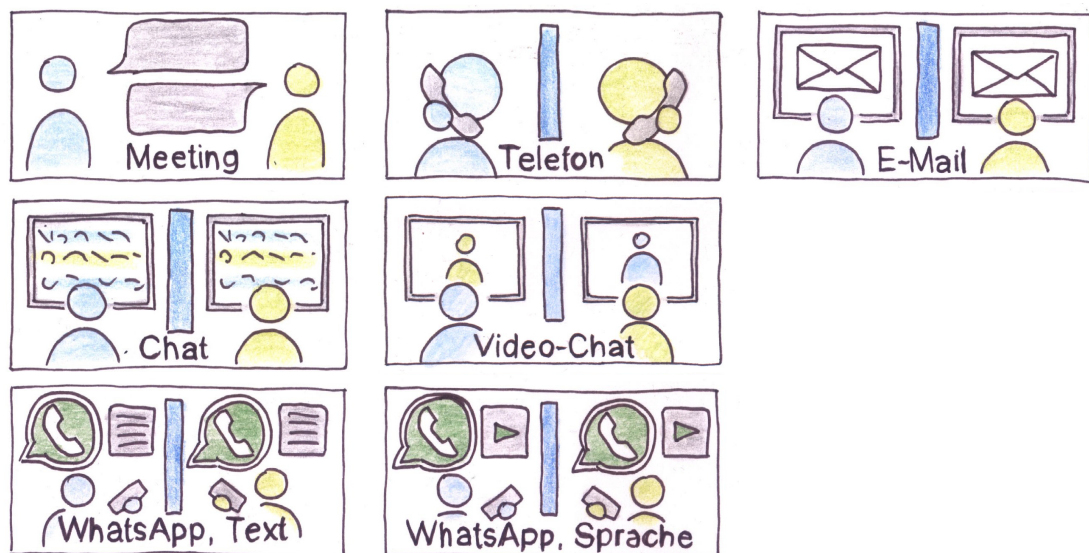


Abbildung A.3: Bilder der sieben Kommunikationskanäle, die im Interview für Karten verwendet wurden

Literaturverzeichnis

- [1] S. W. Ambler. Agile modeling: Effective practices for extreme programming and the unified process. 2002.
- [2] A. Cockburn. *Agile Software Development: The Cooperative Game (2nd Edition) (Agile Software Development Series)*. Addison-Wesley Professional, 2006.
- [3] P. Hesari. Konzeptueller Abgleich zwischen Informationsflüssen, Kommunikationsdistanz und sozialen Netzwerkmaßen, 2016.
- [4] J. Klünder, K. Schneider, F. Kortum, J. Straube, L. Handke, and S. Kauffeld. Communication in teams - an expression of social conflicts. In *Human-Centered and Error-Resilient Systems Development: IFIP WG 13.2/13.5 Joint Working Conference, 6th International Conference on Human-Centered Software Engineering, HCSE 2016, and 8th International Conference on Human Error, Safety, and System Development, HESSD 2016, Stockholm, Sweden, August 29-31, 2016, Proceedings*, pages 111–129. Springer International Publishing, 2016.
- [5] J. Klünder, C. Unger-Windeler, F. Kortum, and K. Schneider. Team meetings and their relevance for the software development process over time. In *2017 43rd Euromicro Conference on Software Engineering and Advanced Applications (SEAA)*, pages 313–320, Aug 2017.
- [6] T. Niinimäki, A. Piri, and C. Lassenius. Factors affecting audio and text-based communication media choice in global software development projects. In *2009 Fourth IEEE International Conference on Global Software Engineering*, pages 153–162, July 2009.
- [7] T. Niinimäki, A. Piri, C. Lassenius, and M. Paasivaara. Reflecting the choice and usage of communication tools in gsd projects with media synchronicity theory. In *2010 5th IEEE International Conference on Global Software Engineering*, pages 3–12, Aug 2010.
- [8] C. Robson. *Real World Research - A Resource for Social Scientists and Practitioner-Researchers*. Blackwell Publishing, Malden, second edition, 2002.
- [9] K. Schneider. *Abenteuer Softwarequalität: Grundlagen und Verfahren für Qualitätssicherung und Qualitätsmanagement*. dpunkt.verlag GmbH; Auflage: 2., überarb. u. erw. Aufl., 2012.
- [10] K. Schneider and O. Liskin. Exploring flow distance in project communication. In *2015 IEEE/ACM 8th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering*, pages 117–118, May 2015.
- [11] K. Schneider and O. Liskin. Exploring FLOW Distance in Project Communica-

- tion. In *Proceedings of 8th International Workshop on Cooperative and Human Aspects of Software Engineering (CHASE '15), ICSE 2015*, 2015.
- [12] K. Schneider, O. Liskin, H. Paulsen, and S. Kauffeld. Media, mood, and meetings: Related to project success? *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)* 15(4), 21, 2015.
- [13] K. Stapel, E. Knauss, K. Schneider, and N. Zazworka. Flow mapping: Planning and managing communication in distributed teams. In *2011 IEEE Sixth International Conference on Global Software Engineering*, pages 190–199, Aug 2011.
- [14] K. Stapel and K. Schneider. FLOW-Methode - Methodenbeschreibung zur Anwendung von FLOW. Technical report, Fachgebiet Software Engineering, Leibniz Universität Hannover, 2012.
- [15] H. Störrle. *Empirical Research Methods in Informatics*. Blackwell Publishing, 2016.
- [16] D. Watson, L. A. Clark, and A. Tellegen. Development and validation of brief measures of positive and negative affect: the panas scales. *Journal of Personality and Social Psychology*, 54:1063–1070, 1988.
- [17] C. Wohlin, P. Runeson, M. Höst, M. C. Ohlsson, B. Regnell, and A. Wesslén. *Experimentation in Software Engineering: An Introduction*. Kluwer Academic Publishers, Norwell, MA, USA, 2000.

Abbildungsverzeichnis

3.1 Allgemeiner Aufbau eines Abstraction Sheets	6
4.1 Foto ausgewählter Karten für Kommunikationskanäle	14
5.1 Durchschnittliche wahrgenommene Geschwindigkeit	25
5.2 Durchschnittliche wahrgenommene Akkuratessse	26
5.3 Durchschnittliche wahrgenommene Effizienz	27
6.1 Darstellung der Unterschiede zwischen postulierter und technischer Geschwindigkeit	38
A.1 Baumdarstellung des GQM	48
A.2 Bilder der Inhalts-Typen	56
A.3 Bilder der Kommunikationskanäle	56

Tabellenverzeichnis

3.1 Facetten für das GQM	6
5.1 Durchschnittliche wahrgenommene Geschwindigkeit	24
5.2 Durchschnittliche wahrgenommene Akkuratessse	25
5.3 Standardabweichung der wahrgenommenen Geschwindigkeit	28
5.4 Standardabweichung der wahrgenommenen Akkuratessse	28
7.1 Empfehlung einer Gewichtung der Eignung von Kommunikationskanälen . .	40

Erklärung der Selbstständigkeit

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

Hannover, den 09.02.2018

Stefan Noll