

Institut für Softwaretechnologie

Universität Stuttgart
Universitätsstraße 38
D-70569 Stuttgart

Bachelorarbeit

**Experimentelle Untersuchung der
Auswirkung von räumlicher
Trennung von Teammitgliedern auf
das Lösen von Logikaufgaben**

Timo Heim

Studiengang: Softwaretechnik
Prüfer: Prof. Dr. Stefan Wagner
Betreuerin: Verena Ebert, M.Sc.

Beginn am: 24. April 2019
Beendet am: 24. Oktober 2019

Kurzfassung

Ziel dieser experimentellen Untersuchung ist es die Auswirkungen von räumlicher Trennung auf das Kommunikationsverhalten von Teammitgliedern zu untersuchen. Dabei ging es besonders um die Höhe der Hemmschwelle telefonischen Kontakt aufzubauen. Es wurden 27 Studenten beauftragt Logikaufgaben zu lösen. Bei einigen Aufgaben fehlten Informationen oder waren Fehler enthalten, sodass diese nur nach telefonischem Kontakt zum Versuchsleiter lösbar waren. Dabei wurden sowohl Anzahl, als auch Zeitpunkt der Kontaktaufnahmen erfasst und den Daten einer Vergleichsgruppe gegenübergestellt. Bei dieser zweiten Gruppe war der Versuchsleiter im Raum anwesend und somit ein persönlicher Kontakt jederzeit möglich. Zudem wurden die gegebenen Antworten der Teilnehmer ausgewertet und auf einen Zusammenhang zwischen Kontaktart und Korrektheit der Lösungen untersucht. Die Auswertung zeigt, dass der Teilnehmer den telefonische Kontakt im Vergleich zum persönlichen seltener und später aufbaut und mehr unternimmt, um den Kontakt zu vermeiden. Eine Auswirkung auf die Korrektheit der gegebenen Antworten konnte nicht gezeigt werden.

Inhaltsverzeichnis

1. Einleitung	11
1.1. Motivation	11
1.2. Ziel der Arbeit	11
1.3. Forschungsfrage	12
1.4. Verwandte Arbeiten	12
1.5. Aufbau	12
2. Design des Experiments	15
2.1. Grundlegendes Forschungsdesign	15
2.2. Hypothesen	15
2.3. Ablauf des Experiments	16
2.4. Notwendige Kontaktaufnahme	18
2.5. Aufgaben	18
2.6. Teilnehmer	21
2.7. Methoden der Datenerfassung	22
2.8. Anonymisierung und Umgang mit Daten	23
3. Durchführung des Experiments	25
3.1. Vorversuch	25
3.2. Vorbereitungen	25
3.3. Abweichungen vom geplanten Ablauf	26
3.4. Teilnehmer	27
4. Auswertung	29
4.1. Vorbereitung der Messdaten	29
4.2. Untersuchung der Hypothesen	30
4.3. Weitere Beobachtungen	35
5. Diskussion	37
5.1. Interpretation der Ergebnisse	37
5.2. Begrenzungen	38
5.3. Weiterführende Forschungsempfehlungen	39
Literaturverzeichnis	41
A. Aufgabenstellungen	43
B. Lösungen	51
C. Fehlende Informationen und Korrekturen	53

Abbildungsverzeichnis

4.1. Verteilung der Kontaktaufnahmen über die Bearbeitungszeit	30
4.2. Kontaktaufnahmen pro Teilnehmer	31
4.3. Zeit bis zur Kontaktaufnahme - Aufgabe 2	31
4.4. Zeit bis zur Kontaktaufnahme - Aufgabe 5	32
4.5. Zeit bis zur Kontaktaufnahme - Aufgabe 7	32
4.6. Maßnahmen zur Kontaktvermeidung pro Teilnehmer	33

Akronyme

BB Bearbeitung Begonnen 30

FB Falsch Beantwortet 30

LGS lineares Gleichungssystem 21

NB Nicht Bearbeitet 30

RB Richtig Beantwortet 30

SD Standardabweichung 30

1. Einleitung

1.1. Motivation

In den Anfängen der Softwareentwicklung umfassten viele Softwareprojekte wenige Kilobyte Code und wurden von nur einem oder einigen wenigen Entwicklern umgesetzt. Bei solch kleinen und überschaubaren Projekten treten viele Kommunikationsprobleme wie man sie bei heutigen Entwicklerteams findet nur selten auf oder können schnell und unkompliziert gelöst werden. Die Teammitglieder sitzen im selben Büro oder zumindest im selben Gebäude und die Kommunikation kann persönlich statt finden.

Heute hingegen sind viele Projekte deutlich größer, umfassen mehr Entwickler, häufig mehrere Teams, die an verschiedenen Teilen des Projekts über viele Jahre arbeiten. Dabei sitzen die beteiligten Entwickler nicht mehr im selben Raum, sondern sind auf mehrere Standorte, teilweise weltweit, verteilt.[5] Dieser Umstand erfordert eine gute Kommunikation zwischen räumlich getrennten Menschen, um eine produktive Arbeit im Team zu gewährleisten. Ein persönlicher und direkter Austausch findet dabei nur selten statt, denn die dafür notwendigen Reisen belasten das Budget des Projekts.

Ein in diesem Kontext häufig verwendetes Kommunikationsmittel ist das Telefon. Es ist einfach zu bedienen und steht weltweit auf fast jedem Schreibtisch. Daher gilt es zu untersuchen, wie sich die Kommunikation im Team und die Leistung der Teammitglieder im Vergleich zur persönlichen Kommunikation verändert, wenn die Teammitglieder hauptsächlich telefonisch kommunizieren.

1.2. Ziel der Arbeit

In dieser Arbeit soll experimentell untersucht werden, wie sich die räumliche Trennung auf das Lösen von Logikaufgaben auswirkt. Dabei wird auf Häufigkeit der Kontaktaufnahmen, sowie deren Verteilung eingegangen, die Geschwindigkeit und Richtigkeit beim Lösen der Aufgaben untersucht und wie groß die Hemmung der Teilnehmer ist bei auftretenden Problemen Kontakt aufzunehmen.

Dafür soll ein Experiment durchgeführt werden, bei dem der Teilnehmer damit beauftragt wird Logikaufgaben zu lösen, in denen jedoch zum Lösen notwendige Informationen fehlen oder Fehler enthalten sind. Eine korrekte Lösung kann also erst nach Kontakt mit dem Leiter des Experiments erfolgen, der entweder im Raum anwesend oder nur telefonisch erreichbar ist.

1.3. Forschungsfrage

Auf Grund der häufigen räumlichen Trennung von Teams und Teammitgliedern ist die Untersuchung der Auswirkungen dieser Trennung von zunehmender Relevanz. Daher ergibt sich für diese Arbeit folgende Forschungsfrage:

Welche Auswirkung hat die Beschränkung der Kommunikationsmöglichkeiten auf das Telefonieren auf Teammitgliedern beim Lösen von Logikaufgaben?

Diese Frage lässt sich in folgende Teilfragen aufteilen:

- Wie unterscheidet sich die Hemmschwelle der Kontaktaufnahme beim telefonischen Kontakt von der Hemmschwelle beim persönlichen Kontakt?
- Welche Auswirkungen hat der Kommunikationsweg auf die Korrektheit der gegebenen Antworten?

1.4. Verwandte Arbeiten

Die soziale Interaktion von Studierenden über das Internet, telefonisch und im persönlichen Kontakt untersuchten Baym, N. K., Zhang, Y. B., & Lin, M. C. (2004)[1], indem sie die Studierenden ihre täglichen Interaktion protokollieren ließen und zudem einen Fragebogen zu den Kommunikationsgewohnheiten ausfüllen ließen. Die Studie zeigte, dass der telefonische Kontakt häufiger im nahen, persönlichen Umfeld verwendet wurde als in sozial weiter entfernten Gruppen, in denen die persönliche Kommunikation bevorzugt verwendet wird. Unter diese sozial weiter entfernten Gruppen fallen auch Kontakte mit nahezu unbekanntenen Personen, wie sie in diesem Experiment mit dem Versuchsleiter stattfinden sollen.

Keinen Unterschied zwischen telefonischem und persönlichem Kontakt stellte Bermack, E. (1989)[2] bei ihrem Experiment fest. 70 Studentinnen wurden intime Fragen gestellt und die Bereitschaft gemessen diese Informationen preiszugeben. Dabei wurde kein Unterschied festgestellt, ob die Befragung telefonisch oder persönlich durchgeführt wurde. Dieses Ergebnis lässt vermuten, dass die beiden Kommunikationsmittel, wenn die Verbindung einmal besteht, zu ähnlichen Ergebnissen führt. Diese Vermutung wird auch durch die Ergebnisse von Graetz, Kenneth A., et al. (1998)[3] bestätigt. Im durchgeführten Experiment zum Informationsaustausch in einem Team aus vier Personen über verschiedene Kommunikationswege, konnte kein signifikanter Unterschied zwischen dem Informationsaustausch per Telefon und im persönlichen Kontakt festgestellt werden.

1.5. Aufbau

Diese Arbeit gliedert sich in fünf thematische Bereiche. Zu Beginn der Arbeit wird in Kapitel 1 an das Thema der Arbeit herangeführt und das Ziel der Arbeit sowie die Forschungsfragen vorgestellt. In Kapitel 2 ist der Aufbau und der geplante Ablauf des Experiments beschrieben. Auf die tatsächliche Durchführung des Experiments und auf Abweichungen vom geplanten Ablauf wird in Kapitel 3 eingegangen. Kapitel 4 beinhaltet die Aufbereitung und Auswertung der erfassten Daten, sowie weitere Beobachtungen. In Kapitel 5 werden die Ergebnisse interpretiert und mögliche

Ursachen für Abweichungen vom erwarteten Ergebnis genannt. Im Anhang sind Materialien des durchgeführten Experiments zu finden, damit der konkrete Inhalt des Versuchs nachvollzogen werden kann.

2. Design des Experiments

2.1. Grundlegendes Forschungsdesign

Die Forschungsfrage nach der Auswirkung von räumlicher Trennung von Teammitgliedern wurde durch ein empirisches, randomisiertes Experiment untersucht. Den Teilnehmern werden dabei sieben Logikaufgaben digital angezeigt, die sie in 45 Minuten lösen sollen. Die Antworten notiert der Teilnehmer auf dafür vorbereiteten Antwortblättern, die der Versuchsleiter ihm ausgedruckt zur Verfügung stellt. In drei der Aufgaben sind Fehler enthalten oder es fehlen notwendige Informationen, um einen Kontakt zum Versuchsleiter notwendig zu machen. Näheres dazu findet sich in Kapitel 2.4 und A. Dabei werden die Teilnehmer zufällig in zwei Gruppen aufgeteilt. Der Versuchsleiter ist bei der Vergleichsgruppe während dem Experiment im Raum anwesend ist, bei der Experimentalgruppe verlässt er direkt nach der Einführung den Raum und ist während der Bearbeitungszeit nur telefonisch erreichbar. Der genaue Ablauf eines Versuchsdurchgangs ist in Kapitel 2.3 beschrieben.

Die unabhängige Variable ist „Versuchsleiter im Raum“ mit den möglichen Werten „Ja“ und „Nein“. In der Vergleichsgruppe ist der Wert der Variable „Ja“ und in der Experimentalgruppe „Nein“. Die abhängigen und beobachteten Variablen sind die Anzahl und Zeitpunkte der Kontaktaufnahmen, der Inhalt der Gespräche, die Korrektheit der Antworten, die Bearbeitungsdauer der einzelnen Aufgaben, die Bearbeitungsreihenfolge und die Selbsteinschätzung der Teilnehmer.

2.2. Hypothesen

Aus der Forschungsfrage gehen, unter Einbeziehung des aktuellen Forschungsstandes, folgende Hypothesen hervor:

- H₁₀** Die Hemmschwelle beim telefonischen Kontakt ist gleich groß oder niedriger als beim persönlichen Kontakt.
- H₁** Die Hemmschwelle beim telefonischen Kontakt ist höher als beim persönlichen Kontakt.
 - H_{1.10}** Der telefonische Kontakt wird gleich häufig oder häufiger hergestellt als der persönliche.
 - H_{1.1}** Der telefonische Kontakt wird seltener hergestellt als der persönliche.
 - H_{1.20}** Der telefonische Kontakt wird gleichzeitig oder früher hergestellt als der persönliche.
 - H_{1.2}** Der telefonische Kontakt wird später hergestellt als der persönliche.
 - H_{1.30}** Es werden gleich viele oder weniger Maßnahmen ergriffen um den telefonischen Kontakt zu vermeiden als den persönlichen.

2. Design des Experiments

H_{1.3} Es werden mehr Maßnahmen ergriffen um den telefonischen Kontakt zu vermeiden als den persönlichen.

H_{1.40} Bei telefonischem Kontakt werden weniger oder gleich viele Fragen pro Kontakt gestellt als beim persönlichen Kontakt.

H_{1.4} Bei telefonischem Kontakt werden mehr Frage pro Kontakt gestellt als beim persönlichen Kontakt.

H₂₀ Bei persönlichem Kontakt werden gleich viele oder weniger Aufgaben korrekt beantwortet, als bei telefonischem Kontakt.

H₂ Bei persönlichem Kontakt werden mehr Aufgaben korrekt beantwortet, als bei telefonischem Kontakt.

H_{n0} stellt hierbei die Nullhypothese dar, H_n die dazugehörige Gegenhypothese.

2.3. Ablauf des Experiments

Um für alle Teilnehmer die gleichen Bedingungen zu schaffen und somit den Vergleich der Ergebnisse zu ermöglichen, muss für jeden Teilnehmer der selbe Ablauf gelten. Da beim Experiment soziale Faktoren, ganz besonders das Auftreten des Versuchsleiters, einen Einfluss auf das Ergebnis haben können, gilt dies speziell auch für die Interaktion des Versuchsleiters mit den Teilnehmern. Daher ist die Einführung bereits in der Vorbereitung auszuformulieren und dann vom Versuchsleiter bei jedem Teilnehmer wörtlich gleich durchzuführen.

Ein Versuchsdurchgang ist auf einen Teilnehmer ausgelegt und mit 60 Minuten veranschlagt. Der genaue Ablauf ist nachfolgend in Tabelle 2.1 dargestellt.

1.1 Begrüßung Der Teilnehmer wird in den Raum gebeten und vom Versuchsleiter begrüßt. Dem Teilnehmer wird sein Sitzplatz am vorbereiteten Arbeitsplatz gezeigt, an dem auch der Bildschirm steht, auf dem während des Bearbeitungszeitraums die Aufgaben zu sehen sind.

1 Einführung	
1.1 Begrüßung	1 Minute
1.2 Teilnahmechein unterschreiben lassen	3 Minuten
1.3 Versuchsablauf erklären	2 Minuten
<hr/>	
2 Bearbeitungszeitraum	45 Minuten
<hr/>	
3 Nacharbeiten	
3.1 Auflösung der wahren Forschungsfrage	1 Minute
3.2 Fragebogen ausfüllen lassen	5 Minuten
3.3 Belohnen und verabschieden	1 Minute
3.4 Raum und Material für nächsten Teilnehmer vorbereiten	2 Minuten
<hr/>	
	= 60 Minuten

Tabelle 2.1.: Versuchsablauf

1.2 Teilnahmechein unterschreiben lassen Dem Teilnehmer wird der Teilnahmechein ausgehändigt, auf welchem er Name und Matrikelnummer ergänzt und den Inhalt des Scheins mit seiner Unterschrift bestätigt. Auf dem Teilnahmechein stehen Informationen über:

- Recht auf Abbruch während des Versuchs
- Recht Fragen zu stellen, die zufriedenstellend beantwortet werden müssen
- Zustimmung zur Video-Aufzeichnung des Bildschirminhalts
- Zustimmung zur Nutzung und Veröffentlichung der anonymisierten Daten
- Verschwiegenheitserklärung über den Inhalt des Experiments

1.3 Versuchsablauf erklären Der Ablauf des Experiments wird dem Teilnehmer erklärt. Dabei wird explizit darauf hingewiesen, dass der Versuchsleiter sich während des Experiments im Raum bzw. in seinem Büro befindet und an seiner Ausarbeitung arbeitet, um sowohl die Erreichbarkeit zu verdeutlichen, als auch den Teilnehmer wissen zu lassen, dass der Versuchsleiter beschäftigt ist und eine Frage eine Störung darstellen würde. Zudem wird dem Teilnehmer mitgeteilt, dass bei Unklarheiten und Problemen der Versuchsleiter jederzeit kontaktiert werden kann und wie der Kontakt hergestellt werden kann.¹ Um die Motivation des Teilnehmers zu erhöhen alle Aufgaben zu lösen, wird ihm eine Belohnung in Form einer Tafel Schokolade in Aussicht gestellt, sollten alle Antworten richtig sein. Als Ziel der Forschung wird ein Scheinthema² und nicht das eigentliche Thema genannt, denn wenn sich der Teilnehmer der eigentlichen Forschungsfragen bewusst ist, könnte er sich diesbezüglich anders verhalten.

2 Bearbeitungszeitraum Während des Bearbeitungszeitraums bearbeitet der Teilnehmer die gestellten Aufgaben und notiert seine Antworten auf dem dafür vorgesehenen Blatt. Eine Interaktion mit dem Versuchsleiter kommt nur auf Initiative des Teilnehmers zustande. Auf die erwarteten Fragen (siehe 2.4 Notwendige Kontaktaufnahme) hat der Versuchsleiter bereits vorgefertigte Antworten, sodass er jedem Teilnehmer die wörtlich gleichen Antworten geben kann. Die fehlenden Informationen bzw. Korrekturen werden dem Teilnehmer entweder mündlich³ oder schriftlich⁴ mitgeteilt. Die Informationen und Korrekturen sind in Anhang C zu finden.

3.1 Auflösung der wahren Forschungsfrage Dem Teilnehmer wird die eigentliche Forschungsfrage mitgeteilt und offengelegt, dass die Aufgaben absichtlich Fehler enthalten um eine Kontaktaufnahme zu provozieren.

3.2 Fragebogen ausfüllen lassen Der Fragebogen (siehe Anhang D) wird dem Teilnehmer zum Ausfüllen ausgehändigt.

¹Bei der Experimentalgruppe wird die Bedienung des Telefons erläutert.

²„Untersuchung von Lösungsstrategien beim Bearbeiten von Logikaufgaben“

³Aufgabe 5 und Aufgabe 7

⁴Aufgabe 2

3.3 Belohnen und Verabschieden Der Teilnehmer erhält die versprochene Belohnung und wird noch einmal auf die unterschriebene Verschwiegenheit hingewiesen. Entgegen der ursprünglichen Ankündigung wird die Belohnung unabhängig von der Richtigkeit der Antworten ausgehändigt, da die Lösung der Aufgaben durch die enthaltenen Fehler erschwert wurde und der Teilnehmer in jedem Fall für seinen Aufwand entschädigt werden soll.

3.4 Raum und Material auf nächsten Teilnehmer vorbereiten Neue Antwortblätter werden am Arbeitsplatz bereitgelegt, das digital vorhandene Aufgabenblatt wieder auf Anfang geblättert und sowohl Teilnahmeschein, als auch Fragebogen vorbereitet.

2.4. Notwendige Kontaktaufnahme

Um die Hemmschwelle der Kontaktaufnahme zu untersuchen, muss die Notwendigkeit eines Kontakts gegeben sein und der Teilnehmer sich der Notwendigkeit auch bewusst sein. Ansonsten kann es dazu kommen, dass der Teilnehmer es zu keinem Zeitpunkt für notwendig hält, den Versuchsleiter zu kontaktieren und eine Hemmschwelle erst gar nicht auftritt. Daher muss gewährleistet sein, dass die Aufgaben ohne Kontakt mit dem Versuchsleiter nicht lösbar sind.

Eine Möglichkeit besteht darin die Aufgaben mit ausreichender Schwierigkeit zu wählen, so dass mit hoher Wahrscheinlichkeit jeder Teilnehmer an seine Grenzen stößt und auf Hilfe angewiesen ist. Allerdings lässt sich der dafür notwendige Schwierigkeitsgrad nicht auf alle Teilnehmer verallgemeinern und so bleibt bei dieser Versuchsanordnung die Chance, dass einzelne Teilnehmer doch alle Aufgaben ohne Hilfe lösen können. Aber auch wenn kein Teilnehmer alle Aufgaben selbstständig und korrekt lösen kann, so ist noch immer unklar, an welcher Stelle der Teilnehmer Hilfe benötigt. In der späteren Auswertung der Ergebnisse lässt sich nur schwer unterscheiden zwischen einer Aufgabe, bei der der Teilnehmer einen von ihm unbemerkten Fehler begeht und damit keine Hilfe für notwendig hält und einer Aufgabe, bei der der Teilnehmer sich seiner falschen Antwort bewusst ist, aber er sich auf Grund einer zu hohen Hemmschwelle gegen die Kontaktaufnahme entscheidet.

Daher wurde von dieser Möglichkeit abgesehen und stattdessen bewusst Fehler in Aufgaben eingebaut, sowie wichtige Informationen weggelassen. Dabei wurde darauf geachtet, dass die Teilnehmer die Fehler bzw. fehlenden Informationen einfach und schnell erkennen können und sich somit der Notwendigkeit eines Kontakts zum Versuchsleiter bewusst sind. Zudem ist dadurch gewährleistet, dass für alle Teilnehmer an derselben Stelle ein Kontakt notwendig wird, was die Vergleichbarkeit verbessert.

2.5. Aufgaben

Die Logikaufgaben, welche die Teilnehmer während des Experiments lösen sollen, wurden nach folgenden Kriterien ausgewählt:

1. Geschätzte Bearbeitungszeit
2. Geschätzte Varianz der Bearbeitungszeiten

3. Benötigte Vorkenntnisse

4. Benötigte Hilfsmittel

Die Bearbeitungszeit soll dabei gering gehalten werden, damit die Durchführung des Experiments nicht zu viel Zeit in Anspruch nimmt und der Aufwand für die Teilnehmer gering gehalten wird. Auch sollen die Teilnehmer möglichst ähnliche Zeit für das Lösen der Aufgaben benötigen, damit die Ergebnisse vergleichbar sind und der Ablauf des Experiments besser geplant werden kann. Dadurch scheidet Aufgaben aus, bei denen der Teilnehmer durch einen Einfall auf die richtige Antwort kommt, wie es z. B. bei vielen Knobelaufgaben oder Rätselfragen der Fall ist. Denn die Zeit, bis der Teilnehmer den richtigen Einfall hat, unterscheidet sich stark und läßt sich nicht auf bekannte oder steuerbare Variablen zurückführen. Besser geeignet sind Aufgaben, bei denen der Teilnehmer durch vorgegebene oder bekannte Arbeitsschritte zum richtigen Ergebnis kommt und somit einen Arbeitsvorgang durchführt ohne auf den richtigen Einfall warten zu müssen und dadurch ähnlichere Ergebnisse zu erwarten sind. Um die Menge der möglichen Teilnehmer nicht unnötig einzuschränken, sollen die Aufgaben mit den Vorkenntnissen eines Softwaretechnik-Studenten im zweiten Semester lösbar sein. Zudem sollen keine Hilfsmittel außer Stift und Papier zum Lösen der Aufgaben notwendig sein, um das Experiment einfach zu halten und keine vermeidbaren Fehlerquellen zu schaffen, wie z. B. Bedienung eines Taschenrechners.

Im Folgenden werden die einzelnen Aufgaben kurz erläutert und nach oben genannten Kriterien eingeschätzt. Die kompletten Aufgaben sind in Anhang A zu finden, sowie die Lösungen dazu in Anhang B. Die zusätzlichen Informationen und Korrekturen, die auf Nachfrage vom Versuchsleiter zu Verfügung gestellt werden, finden sich in Anhang C.

Aufgabe 1 - Labyrinth Aufgabe 1 umfasst ein vorgegebenes Labyrinth mit der Größe von 20 x 20 Feldern, das dem Teilnehmer in gedruckter Form vorliegt. Seine Aufgabe besteht darin, den Weg durch das Labyrinth zu finden und ihn mit einem Stift zu markieren.

- Geschätzte Bearbeitungszeit: 2 Minuten
- Geschätzte Varianz der Bearbeitungszeiten: ± 1 Minute
- Benötigte Vorkenntnisse: Keine
- Benötigte Hilfsmittel: Keine

Aufgabe 2 - Langstreckenflug mit Luftbetankung In Aufgabe 2 soll ein Flugzeug einen Langstreckenflug absolvieren, der länger ist als die Reichweite des Flugzeugs, wodurch Luftbetankungen notwendig werden. Der Teilnehmer soll den effizientesten Weg finden, so dass das Flugzeug den Langstreckenflug mit möglichst wenigen Tankvorgängen und möglichst wenigen Tankflugzeugen erfolgreich abschließt.

Für technische Daten der Flugzeuge, unter anderem für die notwendige Information zur Reichweite des Flugzeugs, wird auf einen „Anhang A“ verwiesen, der dem Teilnehmer allerdings erst auf Nachfrage ausgehändigt wird, um eine Kontaktaufnahme notwendig zu machen (siehe 2.4 Notwendige Kontaktaufnahme).

- Geschätzte Bearbeitungszeit: 8 Minuten

2. Design des Experiments

- Geschätzte Varianz der Bearbeitungszeiten: ± 5 Minuten
- Benötigte Vorkenntnisse: Keine
- Benötigte Hilfsmittel: Keine

Aufgabe 3 - Pseudocode In Aufgabe 3 muss der Teilnehmer einen gegebenen Pseudocode manuell ausführen und die Werte der Variablen nach Beenden des Codes angeben.

- Geschätzte Bearbeitungszeit: 3 Minuten
- Geschätzte Varianz der Bearbeitungszeiten: ± 2 Minuten
- Benötigte Vorkenntnisse: Grundlegendes Verständnis von Programmiersprachen (Pseudocode lesen und verstehen)
- Benötigte Hilfsmittel: Keine

Aufgabe 4 - Sudoku Aufgabe 4 besteht aus einem Sudoku, bei dem 37 Ziffern bereits gegeben sind und das sich ohne besondere Techniken lösen lässt. Nach Christoph Laubles Klassifizierung von Sudokus [6] und nach eigener Erfahrung handelt es damit um ein Sudoku der Kategorie „Sehr einfach“.

- Geschätzte Bearbeitungszeit: 8 Minuten
- Geschätzte Varianz der Bearbeitungszeiten: ± 2 Minuten
- Benötigte Vorkenntnisse: Sudoku-Regeln
- Benötigte Hilfsmittel: Keine

Aufgabe 5 - Binäre Übertragung decodieren Gegeben ist eine binäre Übertragung, die mit Hilfe einer Decodierungstabelle in Bewegungsanweisungen (z. B. 1 Schritt Nord) übersetzt und die Anweisungen auf einem 10 x 10-großen Feld eingetragen werden sollen, sodass ein Weg durch das Feld entsteht. Dabei ergeben immer drei binäre Stellen eine Bewegungsanweisung. Somit sind $2^3 = 8$ verschiedene Anweisungen möglich. In der Decodierungstabelle sind allerdings nur vier Kombinationen gegeben, die restlichen vier, ebenfalls benötigten Kombinationen werden dem Teilnehmer erst auf Nachfrage mitgeteilt.

- Geschätzte Bearbeitungszeit: 5 Minuten
- Geschätzte Varianz der Bearbeitungszeiten: ± 2 Minuten
- Benötigte Vorkenntnisse: Keine
- Benötigte Hilfsmittel: Keine

Aufgabe 6 - Textaufgabe lineares Gleichungssystem (LGS) Aufgabe 6 besteht aus drei Aussagen über das Alter dreier Personen in Abhängigkeit von einander, die in ein LGS überführt werden können. Die Aufgabe des Teilnehmers ist es dieses LGS auf zu stellen und zu lösen, um das Alter der drei Personen zu bestimmen.

- Geschätzte Bearbeitungszeit: 4 Minuten
- Geschätzte Varianz der Bearbeitungszeiten: ± 2 Minuten
- Benötigte Vorkenntnisse: Lösen von einfachen, linearen Gleichungssystemen mit drei Unbekannten (Mathematik 8. Klasse [7])
- Benötigte Hilfsmittel: Keine

Aufgabe 7 - Variante des Zebra-Rätsels Diese Aufgabe ist eine Variante des bekannten Zebra-Rätsel (auch Einstein-Rätsel genannt). Vier Personen haben jeweils eine einfarbige Karte auf denen eine Ziffer steht. Gegeben sind zehn Aussagen über Zusammenhänge zwischen Farbe und Ziffer, Person und Farbe oder Person und Ziffer. Als Hilfe für den Teilnehmer erhält er auf dem Antwortblatt eine vorgefertigte Tabelle, in die er die Informationen eintragen kann. Dadurch werden die Informationen übersichtlich dargestellt und daraus resultierende Schlussfolgerungen und damit auch das Lösen des Rätsels erleichtert.

Eine Aussage enthält allerdings einen Fehler, sodass es zu einem Widerspruch aus drei Aussagen kommt. Auf Nachfrage erhält der Teilnehmer die Korrektur zur fehlerhaften Aussage.

- Geschätzte Bearbeitungszeit: 5 Minuten
- Geschätzte Varianz der Bearbeitungszeiten: ± 4 Minuten
- Benötigte Vorkenntnisse: Keine
- Benötigte Hilfsmittel: Keine

2.6. Teilnehmer

Die Teilnehmer der Studie sollten die für die Aufgaben benötigten Vorkenntnisse besitzen. Im einzelnen sind das:

- Grundkenntnisse in Programmierung (Pseudocode verstehen)
- Sudoku-Regeln
- LGS mit drei Unbekannten lösen

Bei aktuellen oder ehemaligen Studenten der Softwaretechnik, Informatik oder vergleichbarer Studiengänge können diese Vorkenntnisse als gegeben angesehen werden.

Zudem dürfen die Teilnehmer den Versuchsleiter nicht näher kennen, da dies die Ergebnisse des Experiments beeinflussen würde. Bei Personen, die sich bereits vor dem Versuch kennen, ist mit einer niedrigeren Hemmschwelle und anderem Kontaktverhalten zu rechnen.

2.7. Methoden der Datenerfassung

Anzahl und Zeitpunkt der Kontaktaufnahme Sowohl die Anzahl, als auch die Uhrzeit der erfolgten Kontaktaufnahmen werden durch den Versuchsleiter protokolliert. Die dabei zu erwartende Ungenauigkeit von einigen Sekunden durch Reaktionszeit und Ungenauigkeit beim Ablesen der Uhr kann in Kauf genommen werden. Da der Versuchsleiter bei einer Frage des Teilnehmers erst die aktuelle Uhrzeit ablesen und notieren muss, kommt es zu einer Verzögerung, bevor der Versuchsleiter antworten kann. Da diese jedoch nur wenige Sekunden beträgt, ist eine Störung des Versuchsablaufs nicht zu erwarten.

Für die Auswertung relevant ist jedoch auch der Zeitpunkt des Kontakts in Abhängigkeit vom Zeitpunkt, zu dem der Teilnehmer mit der Aufgabe begonnen hat. Dies lässt sich durch diese Methode nur dann erfassen, wenn zusätzlich eine Aufzeichnung der Anfangszeit jeder Aufgabe erfolgt.

Inhalt der Gespräche Eine wörtliche und damit genaue Erfassung der Gespräche ist mit Hilfe einer Audio-Aufnahme möglich. Allerdings hat diese Methode auch Nachteile, wie z. B. die aufwändigen Auswertung, bei der jeder Mitschnitt abgehört und aufgeschrieben werden muss. Zudem muss der Teilnehmer vor Beginn der Aufzeichnung über die Tonaufnahme informiert werden, was sein Verhalten während des Experiments verändern könnte. Auch wird durch eine Tonaufnahme die spätere Anonymisierung erschwert und kann erst nach Auswertung der Aufnahmen erfolgen. Daher ist ein sinngemäßes protokollieren der Gespräche durch den Versuchsleiter direkt nach einem Gespräch der Audio-Aufnahme vorzuziehen, da ein sinngemäßer Mitschrieb für die Auswertung ausreichend ist. Bei häufig und immer ähnlich gestellten Nachfragen reicht es auch aus, alle diese Rückfragen unter einem Sammelbegriff zu kategorisieren und nur diesen zu vermerken.

Bearbeitungsreihenfolge, Zeitpunkt des (Wieder-)Beginns einer Aufgabe, Bearbeitungsdauer

Um diese Daten zu erfassen gibt es mehrere Möglichkeiten:

1. Erfassung durch den Teilnehmer - Der Teilnehmer kann gebeten werden, immer wenn er eine neue Aufgabe beginnt oder zu einer bereits bearbeiteten Aufgabe zurück wechselt, die Nummer der Aufgabe und die aktuelle Uhrzeit zu notieren. Bei dieser Methode ist allerdings mit Ungenauigkeiten und Fehlern bei der Erfassung zu rechnen, denn der Teilnehmer kann in der ungewohnten Situation vergessen einen Aufgabenwechsel zu notieren oder die Uhrzeit zu ungenau erfassen. Zudem kann die zusätzliche Aufgabe das Ergebnis des Experiments beeinflussen.
2. Video-Aufzeichnung des Teilnehmers - Die Video-Aufzeichnung des Teilnehmers kann, ähnlich wie bei der Audio-Aufnahme, das Verhalten des Teilnehmers verändern, da er sich unter ständiger Beobachtung weiß. Zudem ist die Auswertung aufwändig und kann durch den Teilnehmer gestört werden, z. B. indem er den Bildschirm oder die Bearbeitungsblätter verdeckt.
3. Video-Aufzeichnung des Bildschirminhalts - Das Aufgabenblatt wird digital auf einem Computer zur Verfügung gestellt. Dabei kann immer nur eine Aufgabe gleichzeitig angezeigt werden, wodurch es möglich ist, durch eine Aufzeichnung des Bildschirminhalts zu jeden Zeitpunkt festzustellen, welche Aufgabe der Teilnehmer gerade anschaut. Vorausgesetzt

das Aufgabenblatt ist zum Bearbeiten der Aufgabe notwendig, kann die gerade angezeigte Aufgabe mit der gerade bearbeiteten Aufgabe gleich gesetzt werden. Über eine dauerhafte Einblendung einer Uhr mit Sekundenanzeige kann auch eine genaue Zuordnung zur Uhrzeit erfolgen.

Für dieses Experiment wurde Möglichkeit 3 gewählt, da die erfassten Daten ausreichen und das Verhalten des Teilnehmers am wenigsten beeinflusst wird.

Korrektheit der Antworten Da die Teilnehmer ihre Antworten auf Papier schreiben, lässt sich die Korrektheit der Antworten im Nachhinein auswerten.

Selbsteinschätzung Die Selbsteinschätzung der Teilnehmer, sowohl zu ihren charakterlichen Eigenschaften, als auch zu ihrem Verhalten während des Experiments, werden am Ende des Experiments mit einem Fragebogen erfasst. Da es sich bei den Fragen zum Charakter um persönliche Fragen handelt, ist der Fragebogen der persönlichen Befragung vorzuziehen, da es den Teilnehmern beim Fragebogen leichter fällt die Fragen wahrheitsgemäß zu beantworten, auch wenn die ehrliche Antwort negativ ausfällt.

2.8. Anonymisierung und Umgang mit Daten

Ziel der Anonymisierung ist es, dass während dem Experiment gewonnene Daten nicht mit einer Person in Verbindung gebracht werden können, einzelne Versuchsdaten wie z. B. Fragebogen und Antwortblätter einer Person jedoch einander zugeordnet werden können.

An Daten, anhand derer eine Person identifiziert werden könnte, werden Name, Vorname, E-Mail-Adresse und Matrikelnummer erhoben. Auf den Planungsunterlagen zur zeitlichen Planung der Experiment-Termine sind Name, Vorname und E-Mail-Adresse zusammen mit der Uhrzeit des zugeteilten Experiment-Termins vermerkt. Auf dem Teilnahmechein sind Name, Vorname und Matrikelnummer notiert. Zu Beginn des Experiments bekommt jeder Teilnehmer eine eindeutige, zufällig generierte Teilnehmernummer zwischen 1 und 100. Mit dieser werden alle erfassten Datensätze markiert, so dass sie später einander zugeordnet werden können, jedoch nicht dem Teilnehmer. Daher darf die Teilnehmernummer nicht auf den Planungsunterlagen oder dem Teilnehmerschein notiert werden, denn sonst ist eine Zuordnung von Teilnehmernummer und damit Versuchsdaten zum Teilnehmer möglich.

Da auf den Bildschirmaufnahmen das aktuelle Datum inklusive Uhrzeit zu sehen ist und die Aufnahme mit der Teilnehmernummer gekennzeichnet ist, lässt sich von einer Teilnehmernummer auf den Zeitpunkt des Experiments schließen. Die Planungsunterlagen enthalten den Zusammenhang von Zeitpunkt des Experiments zu Name, Vorname und E-Mail-Adresse des Teilnehmers. Da zu jedem Zeitpunkt nur ein Teilnehmer am Experiment teilnimmt, ist dadurch eine eindeutige Zuordnung von Versuchsdaten zum Teilnehmer möglich. Aus diesem Grund müssen die Planungsunterlagen sofort nach Ende des Experiment-Zeitraums vernichtet werden. Dies stellt keine Probleme dar, da die Daten zur Auswertung nicht benötigt werden.

3. Durchführung des Experiments

3.1. Vorversuch

Zu Beginn des Experiments sollte nach Möglichkeit nichts mehr am Design des Experiments geändert werden, sonst herrschen nicht für alle Teilnehmer die gleichen Bedingungen. Ganz besonders an den Aufgaben sollten keine Änderungen mehr nötig sein und alle Fehler, Ungenauigkeiten und Unklarheiten beseitigt sein. Daher empfiehlt sich ein Vorversuch, bei dem die Aufgaben bereits vor dem eigentlichen Experiment einer praktischen Überprüfung unterzogen werden. Gleichzeitig können dabei die geschätzten Bearbeitungszeiten und die Schwierigkeit der Aufgaben überprüft werden.

Im durchgeführten Vorversuch wurden die Aufgaben zwei ehemaligen Studenten der Informatik vorgelegt und ihnen 45 Minuten Zeit gegeben um die Aufgaben zu lösen. Beide konnten alle Aufgaben innerhalb der gegebenen Zeit beantworten, wobei der Großteil der Aufgaben richtig gelöst wurden.¹ Daher wurden die Schwierigkeit der Aufgaben und die Bearbeitungszeit von 45 Minuten als passend eingestuft.

Aufgrund der erfolgten Nachfragen während des Vorversuchs wurde Folgendes an den Aufgaben abgeändert:

- In Aufgabe 2 wurde ein Hinweis eingefügt, dass jegliche Flugzeuge nur am Start oder Zielflughafen starten können und auch wieder auf einem der beiden Flugplätze landen müssen.
- Im Pseudocode von Aufgabe 3 wurde in der Bedingung der While-Schleife das Gleichheitszeichen („=“) durch ein doppeltes Gleichheitszeichen („==“) ersetzt.
- Bei Aufgabe 7 wurde ergänzt, dass sich auf jedem Kärtchen eine individuelle Zahl befindet und nicht auf mehreren Kärtchen die gleiche Zahl stehen kann.

Da beide Teilnehmer des Vorversuchs den Versuchsleiter kannten, ließen sich keine Erkenntnisse im Bezug auf die Kontaktaufnahme gewinnen.

3.2. Vorbereitungen

Als Zeitraum, in dem die Experimente durchgeführt werden sollten, wurde eine Woche² angesetzt, wobei insgesamt 15 Versuchsdurchläufe mit Startzeiten zwischen 9:45 Uhr und 15:45 Uhr angesetzt wurden. Eine spätere Änderung des Zeitplans ist in Kapitel 3.3 beschrieben.

¹Bei einem Teilnehmer war Aufgabe 4 fehlerhaft, beim anderen Teilnehmer Aufgabe 2

²Dienstag 9.7.2019 - Freitag 12.7.2019

3. Durchführung des Experiments

Für die Durchführung des Experiments wurden die folgenden Vorbereitungen getroffen:

- Ein Raum mit funktionierendem Telefon wurde reserviert, in dem das Experiment ungestört durchgeführt werden kann.
- Ein zweiter Raum mit Telefon wurde reserviert, in dem sich der Versuchsleiter bei der Experimentalgruppe aufhält.
- Teilnahme-scheine, Antwortblätter, Fragebögen, Ausfertigung der fehlenden Informationen und Schokoladentafeln wurden in ausreichender Menge vorbereitet.
- Aufnahme-Programm für Bildschirmaufnahme wurde auf PC installiert und getestet.
- Uhr und Notizzettel für Versuchsleiter wurden vorbereitet.
- Text für den Versuchsleiter wurde ausformuliert und aufgeschrieben (siehe 2.3 Ablauf des Experiments).
- „Bitte nicht stören“-Schild wurde an die Tür gehängt.

3.3. Abweichungen vom geplanten Ablauf

Bei der manuellen Erfassung der Kontaktaufnahmen stellte sich heraus, dass ein sekundengenaues Protokollieren der Kontakt-Zeitpunkte nicht möglich ist. Vielmehr ist eine Ungenauigkeit von bis zu 15 Sekunden zu beobachten, weswegen die Uhrzeit auf 15 Sekunden-Schritten gerundet wurde.

Auf Grund des erhöhten Interesses von Studierenden an dem Experiment teilzunehmen wurde der bestehende Zeitplan komprimiert und erweitert, so dass mehr Studierende am Versuch teilnehmen konnten. Durch diese Änderung wurde die maximale Teilnehmeranzahl von 15 Teilnehmern auf 28 Teilnehmer erhöht. Der Ablauf der einzelnen Versuchsdurchführungen, wie er in Kapitel 2.3 beschrieben ist, wurde dadurch nicht geändert.

Während des ersten Versuchstages fiel ein Druckfehler auf einem Antwortblatt auf. Das vorgedruckte, leere Sudoku-Feld, in dem der Teilnehmer das Sudoku lösen sollte, hatte 10x10 Felder, statt den benötigten 9x9 Feldern. Zudem fehlten die etwas dickeren Linien, die das Feld in neun Quadrate gliedert. Auf den fehlerhaft gedruckten Antwortblättern wurden die überflüssigen Felder händisch durchgestrichen, so dass es zu keiner Verwirrung bei den Teilnehmern kommt. Der Fehler wurde nach Ende des ersten Versuchstages korrigiert, so dass am zweiten Tag mit den korrigierten Blättern gearbeitet werden konnte. Eine Beeinflussung des Ergebnisses durch diese Veränderung wird als sehr gering eingeschätzt, wenn überhaupt eine Beeinflussung besteht.

Ein Teilnehmer der Experimentalgruppe gab nach Ende des Versuchsdurchgangs an, dass er zwar versucht habe Kontakt zum Versuchsleiter aufzunehmen, die Telefonverbindung aber nicht aufgebaut werden konnte, sondern lediglich ein Besetztzeichen zu hören war. Die Ursache hierfür ließ sich im Nachgang nicht mehr feststellen. Da der angerufene Anschluss während der Zeit des Experiments nicht benutzt wurde, wird als Ursache eine technische Störung oder ein Bedienungsfehler durch den Teilnehmer vermutet.

3.4. Teilnehmer

Das Experiment wurde mit 27 Teilnehmern durchgeführt, davon 14 in der Experimentalgruppe und 13 in der Vergleichsgruppe.

Bei den Teilnehmern des Experiments handelte es sich um Studierende der Vorlesung „Einführung in die Softwaretechnik“, welche hauptsächlich von Studierenden der Softwaretechnik besucht wird und im aktuellen Studienverlaufsplan für das zweite Semester empfohlen wird. Da die Teilnehmer damit zu einer kleinen und spezialisierten Gesamtheit gehören, wird von einer überdurchschnittlichen Homogenität der Teilnehmergruppe ausgegangen. Dies erhöht auf der einen Seite die interne Validität des Experiments, da das Ergebnis weniger von individuellen Unterschieden der Teilnehmer, wie z. B. Vorkenntnisse oder Bildungsgrad beeinflusst wird, aber es verringert auf der anderen Seite die externe Validität, da damit nur eingeschränkt von der Stichprobe auf andere Gruppen generalisiert werden kann.

Wie im Versuchsdesign gefordert, war keinem der Teilnehmer der Versuchsleiter näher bekannt. Die einzigen persönlichen Kontakte erfolgten im Rahmen der Ankündigung des Experiments während der Vorlesung „Einführung in die Softwaretechnik“ und bei der persönlichen Begrüßung und Einführung ins Experiment.

4. Auswertung

Die Originaldaten des Experiments sind sowohl in ihrer aufbereiteten, als auch in ihrer rohen Form auf zenodo.org[4] zu finden.

4.1. Vorbereitung der Messdaten

Filtern der Messdaten Die Messdaten von Versuchsteilnehmer 8 aus der Experimentalgruppe werden von der allgemeinen Auswertung ausgeschlossen, da der Teilnehmer zwar versuchte telefonischen Kontakt zum Versuchsleiter herzustellen, der Anruf aus ungeklärten Gründen aber nicht beim Versuchsleiter ankam (siehe Kapitel 3.3 Abweichungen vom geplanten Ablauf). Daher konnte die Anzahl und die Zeitpunkte der Kontaktaufnahmen nicht korrekt erfasst werden und die erfassten Daten können somit nicht zusammen mit den anderen Daten ausgewertet werden.

Bei allen weiteren Versuchsdurchläufen und den dazugehörigen Daten wurden keine Gründe festgestellt, die einen Ausschluss von der allgemeinen Auswertung notwendig machen würden und werden somit gemeinsam ausgewertet.

Daten der Kontaktaufnahmen Eine digitale und geordnete Aufbereitung der erfassten Messdaten erleichtert die Auswertung, da die Daten dadurch (halb-)automatisiert verarbeitet werden können. Zu diesem Zweck wurden die während des Experiments handschriftlich dokumentierten Kontaktaufnahmen digitalisiert, darunter Kontaktzeitpunkt, sinngemäßer Inhalt der Frage und die Aufgabe, auf welche sich die Frage bezog.

Daten aus Bildschirmaufzeichnungen Die Bildschirmaufnahmen wurden manuell analysiert und dabei neben Beginn und Ende jedes Versuchsdurchgangs auch jeder Wechsel der gerade bearbeiteten Aufgabe notiert. Alle Auffälligkeiten, die auf den Bildschirmaufnahmen zu erkennen sind, wie z. B. das Durchsuchen der Aufgabenblätter oder das Nutzen der Suchfunktion wurden ebenfalls mit Uhrzeit notiert.

Fragebogen Die im Fragebogen gegebenen Antworten wurden zur besseren Verarbeitung digitalisiert.

4. Auswertung

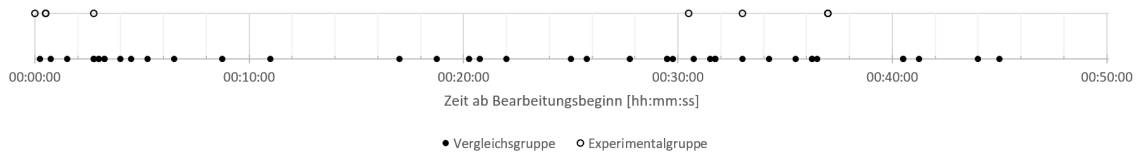


Abbildung 4.1.: Verteilung der Kontaktaufnahmen über die Bearbeitungszeit

Antworten zu den Logikaufgaben Die Antworten der Teilnehmer wurden mit den Musterlösungen verglichen und dabei der Erfolg des Teilnehmers bei jeder Aufgabe gewertet. Die gegebenen Antworten wurden dafür in folgende vier Kategorien eingeteilt:

Nicht Bearbeitet (NB) Der Teilnehmer hat nicht begonnen die Aufgabe zu lösen. Auf den Antwortblättern sind keine Lösungsansätze oder andere Notizen zu finden.

Bearbeitung Begonnen (BB) Der Teilnehmer hat mit dem Lösen der Aufgabe begonnen, jedoch nicht abschließend bearbeitet. Die Ursache hierfür wird dabei nicht betrachtet; ob der Teilnehmer die Aufgabe nicht weiter lösen konnte, die Bearbeitungszeit vorüber war oder andere Gründe vorlagen, wird hierbei also nicht berücksichtigt.

Falsch Beantwortet (FB) Der Teilnehmer hat die Aufgabe bearbeitet und eine Antwort dazu notiert, diese ist jedoch nicht korrekt.

Richtig Beantwortet (RB) Der Teilnehmer hat die Aufgabe bearbeitet und korrekt gelöst.

4.2. Untersuchung der Hypothesen

4.2.1. $H_{1,1}0$ Häufigkeit des Kontakts

$H_{1,1}0$ Der telefonische Kontakt wird gleich häufig oder häufiger hergestellt als der persönliche.

$H_{1,1}$ Der telefonische Kontakt wird seltener hergestellt als der persönliche.

In der Experimentalgruppe kam es insgesamt zu acht Kontakten während der Bearbeitungszeit, wobei drei davon statt fanden während der Versuchsleiter sich noch im Raum befand. In der Vergleichsgruppe kamen dagegen 43 Kontakte zustande. Zu weiteren zwei Kontaktaufnahmen, ausgehend vom Teilnehmer, kam es nach Ende der Bearbeitungszeit. Ein Kontakt davon in der Experimentalgruppe als der Versuchsleiter den Raum wieder betrat, der andere Kontakt in der Vergleichsgruppe, gerade als der Versuchsleiter aufstand um dem Teilnehmer das Ende der Bearbeitungszeit mitzuteilen. Diese beiden Kontakte werden hier nicht berücksichtigt, sondern in Kapitel 4.3, da sie außerhalb der Bearbeitungszeit stattfanden.

Der deutliche Unterschied in der Häufigkeit des Kontakts zeigt, dass die Nullhypothese nicht zutrifft. Das bestätigt sich auch, wenn man die Daten einer genaueren Untersuchung unterzieht. Ein Teilnehmer aus der Experimentalgruppe nimmt durchschnittlich 0,62 mal (Standardabweichung (SD)=0,77) Kontakt zum Versuchsleiter auf, während ein Teilnehmer aus der Vergleichsgruppe durchschnittlich 3,31 mal Kontakt (SD=2,25) aufnimmt. Ein einseitiger Zweistichproben-t-Test zeigt deutlich einen sehr signifikanten Unterschied ($t(24)=4,08$, $p=0,0002 \ll 0,05$). Daher wird die Nullhypothese $H_{1,1}0$ abgelehnt und die Gegenhypothese $H_{1,1}$ angenommen.

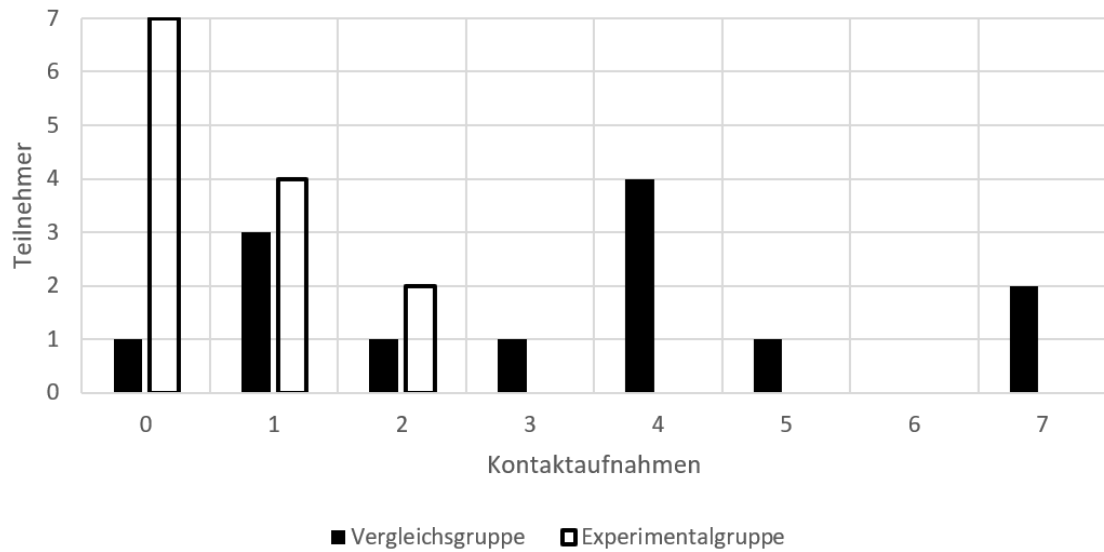


Abbildung 4.2.: Kontaktaufnahmen pro Teilnehmer

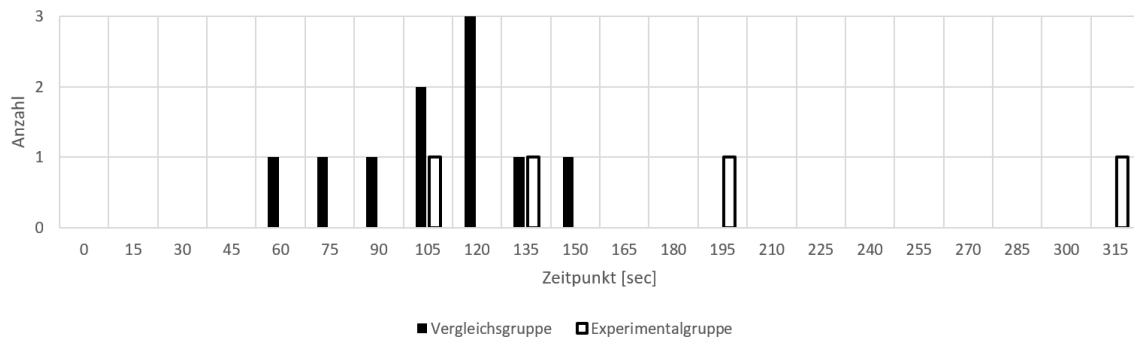


Abbildung 4.3.: Zeit bis zur Kontaktaufnahme - Aufgabe 2

4.2.2. H_{1,20} Zeitpunkt des Kontakts

H_{1,20} Der telefonische Kontakt wird gleichzeitig oder früher hergestellt als der persönliche.

H_{1,2} Der telefonische Kontakt wird später hergestellt als der persönliche.

Relevant für die Untersuchung der Hypothese ist, wie lange sich der Teilnehmer mit der Aufgabe beschäftigt bis er den Kontakt zum Versuchsleiter herstellt. Daher gilt es den Zeitpunkt der Nachfrage in Abhängigkeit zum Beginn der Aufgabe und nicht den Zeitpunkt in Form einer Uhrzeitangabe zu untersuchen. Unterbricht der Teilnehmer die Bearbeitung der Aufgabe und bearbeitet eine oder mehrere andere Aufgaben, um später wieder zur ersten Aufgabe zurück zu kehren, so wird die Gesamtzeit betrachtet, die der Teilnehmer an der Aufgabe gearbeitet hat bevor er Kontakt zum Versuchsleiter aufgenommen hat. Untersucht werden dabei die drei Aufgaben, bei denen der Kontakt notwendig ist, da Informationen fehlen oder Fehler enthalten sind. Berücksichtigt werden nur Teilnehmer, bei denen auch ein Kontakt zur untersuchten Frage zustande gekommen ist.

4. Auswertung

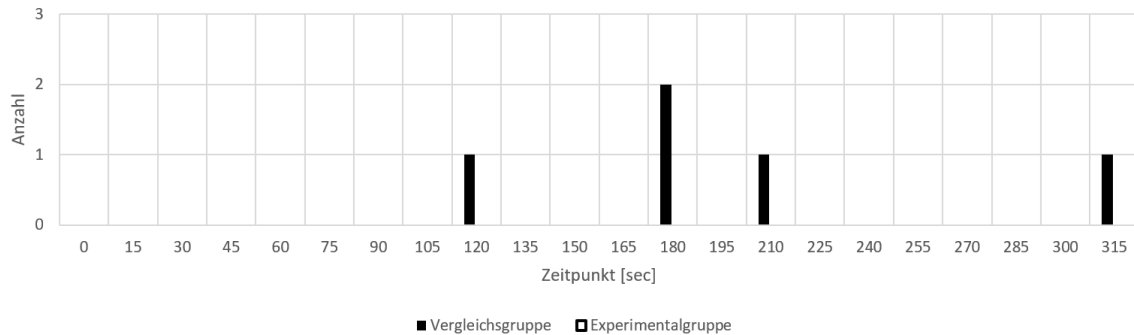


Abbildung 4.4.: Zeit bis zur Kontaktaufnahme - Aufgabe 5

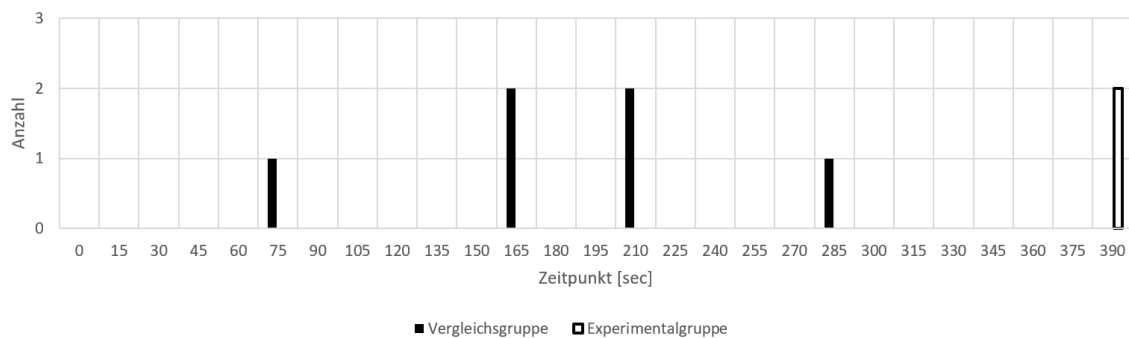


Abbildung 4.5.: Zeit bis zur Kontaktaufnahme - Aufgabe 7

Aufgabe 2 In der Experimentalgruppe fragten vier von dreizehn Teilnehmer nach durchschnittlich 187,5 Sekunden ($SD=27,20$ Sekunden) nach dem fehlenden Anhang, während in der Vergleichsgruppe zehn von dreizehn Teilnehmer nach durchschnittlich 108 Sekunden ($SD=92,87$ Sekunden) Kontakt aufnahmen um nach dem Anhang zu fragen. Ein einseitiger Zweistichproben-t-Test zeigt einen signifikanten Unterschied ($t(12)=-2,58$, $p=0,012 < 0,05$), weswegen die Nullhypothese $H_{1,2,0}$ verworfen wird und die Gegenhypothese $H_{1,2}$ im Bezug auf Aufgabe 2 angenommen wird.

Aufgabe 5 Ein Vergleich der beiden Gruppen im Bezug auf die Dauer bis zur Kontaktaufnahme bei Aufgabe 5 ist nicht möglich, da kein Teilnehmer der Experimentalgruppe während Aufgabe 5 Kontakt zum Versuchsleiter aufgenommen hat.

Aufgabe 7 In der Experimentalgruppe bemerkten zwei von dreizehn Teilnehmer den Fehler und kontaktierten den Versuchsleiter beide nach 390 Sekunden ($SD=0$ Sekunden) während in der Vergleichsgruppe sechs von dreizehn Teilnehmer nach durchschnittlich 185 Sekunden ($SD=96,50$ Sekunden) Kontakt aufnahmen um nach dem Anhang zu fragen. Ein einseitiger Zweistichproben-t-Test zeigt einen sehr signifikanten Unterschied ($t(6)=-3,96$, $p=0,0037 < 0,05$), weswegen die Nullhypothese $H_{1,2,0}$ verworfen wird und die Gegenhypothese $H_{1,2}$ im Bezug auf Aufgabe 7 angenommen wird. Allerdings ist hierbei die geringe Anzahl Nachfragen und damit die kleine Stichprobe zu beachten, was das Ergebnis weniger aussagekräftig macht als z. B. in Aufgabe 2.

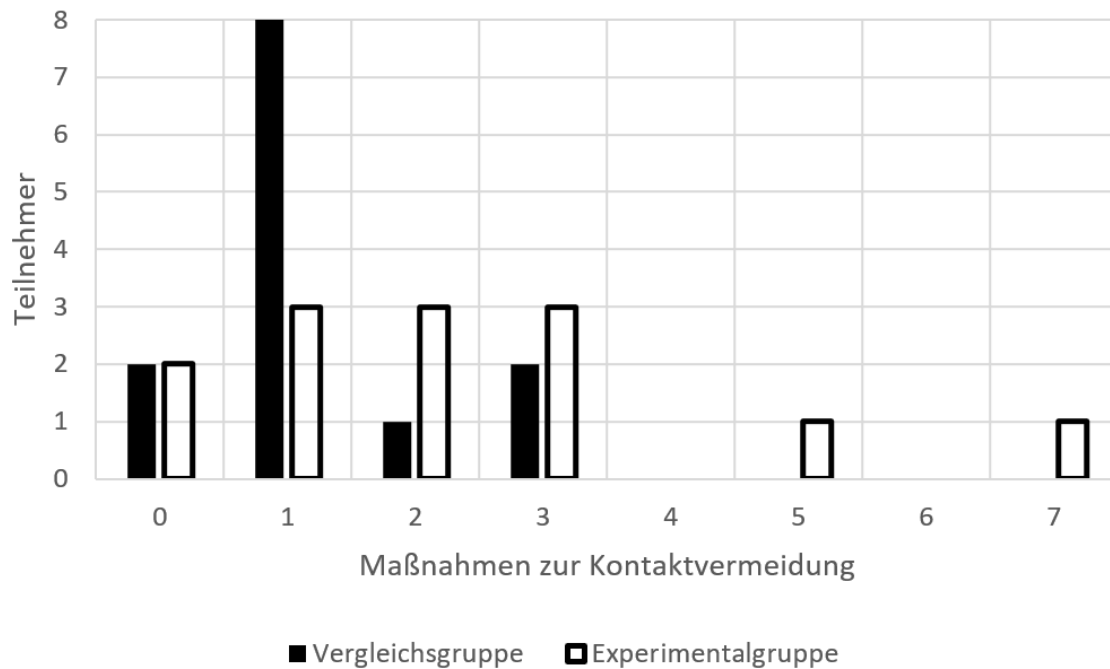


Abbildung 4.6.: Maßnahmen zur Kontaktvermeidung pro Teilnehmer

Da sowohl die Untersuchung bei Aufgabe 2 als auch bei Aufgabe 7 dies zeigen, wird für den Versuch insgesamt die Nullhypothese $H_{1,2,0}$ verworfen und die Gegenhypothese $H_{1,2}$ angenommen.

4.2.3. $H_{1,3,0}$ Zeitpunkt des Kontakts

$H_{1,3,0}$ Es werden gleich viele oder weniger Maßnahmen ergriffen um den telefonischen Kontakt zu vermeiden als den persönlichen.

$H_{1,3}$ Es werden mehr Maßnahmen ergriffen um den telefonischen Kontakt zu vermeiden als den persönlichen.

In diesem Zusammenhang relevant sind alle Maßnahmen, die der Teilnehmer unternimmt, um den Kontakt zum Versuchsleiter zu vermeiden. Solche Maßnahmen wurden fast ausschließlich im Bezug auf den fehlenden Anhang bei Aufgabe 2 beobachtet. Dabei können nur Maßnahmen berücksichtigt werden, die in beiden Gruppen zuverlässig erfasst wurden. Das Durchblättern der vorliegenden Blätter auf der Suche nach dem fehlenden Anhang kann z. B. nicht gewertet werden, da dies nicht zuverlässig und in der Experimentalgruppe gar nicht erfasst wurde. Die folgenden Maßnahmen eignen sich unter den genannten Gesichtspunkten für eine Auswertung und werden daher betrachtet, sofern sie sich auf Aufgabe 2 beziehen:

- Durchblättern der digitalen Aufgabenblätter
- Suche mit Hilfe der Suchfunktion
- Suche außerhalb der Aufgabenblätter (z. B. auf dem Desktop oder in anderen offenen Fenstern)

4. Auswertung

In der Vergleichsgruppe wurden 16 Maßnahmen zur Kontaktvermeidung erfasst (13x Aufgabenblatt durchsuchen, 2x Suchfunktion, 1x Suche außerhalb der Aufgabenblätter) und in der Experimentalgruppe 30 Maßnahmen (25x Aufgabenblatt durchsuchen, 1x Suchfunktion, 4x Suche außerhalb der Aufgabenblätter). Das ergibt durchschnittlich 1,23 Maßnahmen (SD=0,93) pro Teilnehmer der Vergleichsgruppe und 2,31 Maßnahmen (SD=1,97) pro Teilnehmer der Experimentalgruppe. Ein einseitiger t-Test zeigt einen knapp signifikanten Unterschied ($t(24)=-1,78$, $p=0,044<0,05$), weswegen die Nullhypothese $H_{1,30}$ abgelehnt und die Gegenhypothese $H_{1,3}$ angenommen wird.

4.2.4. $H_{1,40}$ Mehrere Fragen bei einem Kontakt

$H_{1,40}$ Bei telefonischem Kontakt werden weniger oder gleich viele Fragen pro Kontakt gestellt als beim persönlichen Kontakt.

$H_{1,4}$ Bei telefonischem Kontakt werden mehr Frage pro Kontakt gestellt als beim persönlichen Kontakt.

Während des gesamten Versuchs wurden bei zwei Kontaktaufnahmen zwei Fragen gestellt, bei allen anderen Kontaktaufnahmen wurde nur eine Frage gestellt. Beide Kontaktaufnahmen mit zwei Fragen gingen von Teilnehmern der Experimentalgruppe aus. Das heißt die Teilnehmer der Vergleichsgruppe stellten durchschnittlich genau eine Frage (SD=0) pro Kontakt und die Teilnehmer der Experimentalgruppe durchschnittlich 1,25 Fragen (SD=0,46) pro Kontakt. Ein einseitiger t-Test zeigt einen deutlich signifikanten Unterschied ($t(49)=-3,71$, $p=0,00026\ll 0,05$). Daher wird $H_{1,40}$ abgelehnt und $H_{1,4}$ angenommen. Hierbei sollte jedoch die geringe Stichprobe von lediglich acht Kontaktaufnahmen in der Experimentalgruppe berücksichtigt werden.

4.2.5. H_{10} Hemmschwelle der Kontaktaufnahme

H_{10} Die Hemmschwelle beim telefonischen Kontakt ist gleich groß oder niedriger als beim persönlichen Kontakt.

H_1 Die Hemmschwelle beim telefonischen Kontakt ist höher als beim persönlichen Kontakt.

Die vorausgegangenen Untersuchungen der Teilhypothesen (Kapitel 4.2.1 - 4.2.4) zeigen, dass der telefonische Kontakt nicht nur seltener und später hergestellt wird, sondern auch mehr Maßnahmen ergriffen werden um diesen zu vermeiden. Außerdem werden beim telefonischen Kontakt häufiger mehrere Fragen zu einem Kontakt zusammengefasst, statt für jede Frage Kontakt aufzunehmen. Aufgrund dieser Ergebnisse, die alle gegen eine gleich große oder niedrigere Hemmschwelle beim telefonischen Kontakt als beim persönlichen Kontakt sprechen, wird die Hypothese H_{10} verworfen und die Gegenhypothese H_1 angenommen.

4.2.6. H_{20}

H_{20} Bei persönlichem Kontakt werden gleich viele oder weniger Aufgaben korrekt beantwortet, als bei telefonischem Kontakt.

H_2 Bei persönlichem Kontakt werden mehr Aufgaben korrekt beantwortet, als bei telefonischem Kontakt.

Die Untersuchung der erfassten Daten zeigt, dass die Teilnehmer der Vergleichsgruppe mit durchschnittlich 3 richtigen Antworten ($SD=1,29$) nur geringfügig besser abschnitten als die Experimentalgruppe mit durchschnittlich 2,77 richtigen Antworten ($SD=0,93$). Ein durchgeführter, einseitiger t-Test zeigt keinen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen ($t(24)=0,52$, $p=0,30 > 0,05$).

Betrachtet man nur die drei Aufgaben, bei denen ein Kontakt notwendig ist, um sie richtig zu lösen, so ergibt sich ebenfalls kein klares Bild. Aufgabe 2 konnte von keinem Teilnehmer korrekt gelöst werden. Dies spricht für eine zu schwierige Aufgabe, lässt aber nur eingeschränkt Rückschlüsse auf die Kontaktart zu. Aufgabe 5 wurde von 4 Teilnehmern aus der Vergleichsgruppe korrekt gelöst und von keinem Teilnehmer der Experimentalgruppe, was für einen Unterschied der beiden Gruppen spricht. Aufgabe 7 hingegen wurde von zehn Teilnehmern korrekt gelöst, jeweils fünf pro Gruppe.

Eine sichere Aussage über die ausgestellte Hypothese lässt sich aus diesem Experiment und den daraus gewonnenen Daten nicht treffen.

4.3. Weitere Beobachtungen

Kontakte vor Verlassen des Raums Die Beobachtungen in der Experimentalgruppe zeigen, dass drei der neun Fragen gestellt wurden solange der Versuchsleiter den Raum noch nicht verlassen hatte. Das zeigt, dass der Teilnehmer versucht den telefonischen Kontakt zu vermeiden, indem er die Fragen nach Möglichkeit dann stellt, wenn der persönliche Kontakt noch möglich ist. Das deckt sich mit der Beobachtung, dass deutlich öfter der persönliche Kontakt gesucht wurde als der telefonische (siehe Kapitel 4.2.1). Die Versuchsteilnehmer zogen also auch hier den persönlichen Kontakt dem telefonischen vor.

Kontakte nach Ende der Bearbeitungszeit Zwei Teilnehmer, jeweils einer aus Experimental- und Vergleichsgruppe, stellten zum Lösen wichtige Fragen erst als der Versuchsleiter auf sie zu kam, um ihnen das Ende der Bearbeitungszeit mitzuteilen. Möglicherweise senkt eine Unterbrechung von außen die Hemmschwelle zur Kontaktaufnahme.

Probleme bei der telefonischen Kontaktaufnahme Wie bereits in Kapitel 3.3 dargestellt, gab ein Teilnehmer an, dass er zwar versucht habe Kontakt aufzubauen, dieser aus ungeklärten Gründen jedoch nicht zustande kam. Ob diese Schwierigkeiten nun auf technische Probleme oder eine Fehlbedienung zurückzuführen sind, lässt sich zwar nicht bestimmen, jedoch stellt es in jedem Fall eine potenzielle Fehlerquelle in der telefonischen Kommunikation dar. Dies stellt einen Nachteil gegenüber der persönlichen Kommunikation dar, da Fehler und Probleme dieser Art beim persönlichen Kontakt nicht auftreten können.

Angst vor Telefonaten Ein Teilnehmer¹ gab sowohl im Fragebogen, als auch im persönlichen Gespräch nach Versuchsende an, dass er Angst vor Telefonaten habe und daher in keinem Fall einen telefonischen Kontakt herstellen würde. Der persönliche Kontakt war offensichtlich kein Problem

¹Teilnehmer 72

4. Auswertung

und erfolgte ohne Anzeichen von Angst beim Teilnehmer. Diese Beobachtung zeigt, dass auch solche ausgeprägten Fälle von persönlichen Abneigungen oder sogar Ängsten bei der Bewertung und Auswahl eines geeigneten Kommunikationsmittels berücksichtigt werden sollten.

Nicht notwendige Fragen Als nicht notwendige Fragen werden im Folgenden solche bezeichnet, deren Antwort entweder in der Einführung bereits erwähnt wurde oder sich in der Aufgabenstellung finden lassen. Während des Versuchs wurden insgesamt neun solcher Fragen gestellt, wobei acht davon durch Teilnehmer der Vergleichsgruppe gestellt wurden. Die eine nicht notwendige Frage in der Experimentalgruppe wurde gestellt solange der Versuchsleiter sich noch im Raum befand. Es wurden keine nicht notwendigen Fragen telefonisch gestellt, hingegen neun im persönlichen Kontakt.

Korrekte Antworten ohne Kontakt Obwohl in Aufgabe 7 eine fehlerhafte Aussage enthalten war, die zu einem Widerspruch führt und somit keine eindeutige Antwort möglich macht, lösten einige Teilnehmer die Aufgabe korrekt, ohne den Versuchsleiter wegen des Widerspruchs zu kontaktieren und von ihm eine Korrektur der Aussage zu erhalten. In der Experimentalgruppe wurden vier der fünf korrekten Antworten ohne vorherige Korrektur der Aussage durch den Versuchsleiter gegeben. In der Vergleichsgruppe gab ein Teilnehmer die korrekte Antwort ohne Kontakt wegen des Widerspruchs aufzunehmen, vier weitere antworteten korrekt nach einem entsprechenden Kontakt.

5. Diskussion

5.1. Interpretation der Ergebnisse

Die statistischen Auswertungen zeigen, wie bereits im Vorfeld vermutet wurde, eine deutlich höhere Hemmschwelle bei der telefonischen Kontaktaufnahme verglichen mit der Hemmschwelle des persönlichen Kontakts. Diese höhere Hemmschwelle resultiert in selteneren und späteren Kontakten mit dem Versuchsleiter.

Besonders überrascht hat die etwa 5 mal häufigere persönliche Kontaktaufnahme in der Vergleichsgruppe im Verhältnis zu den telefonischen Kontakten in der Experimentalgruppe. In der Experimentalgruppe wurde von einer späteren, aber dennoch stattfindenden telefonischen Kontaktaufnahme ausgegangen. Die im Fragebogen gegebenen Antworten legen die Vermutung nahe, dass die Kontaktaufnahme in einigen Fällen aufgeschoben wurde, bis andere, leichtere Aufgaben gelöst wurden. Durch die zeitliche Begrenzung der Bearbeitungszeit kam es allerdings nicht mehr zur aufgeschobenen Kontaktaufnahme. Es kann also vermutet werden, dass es bei einer unbegrenzten oder deutlich längeren Bearbeitungszeit auch in der Experimentalgruppe zu mehr verzögerten, telefonischen Kontaktaufnahmen kommt.

Die anfängliche Vermutung, dass die Teilnehmer der Experimentalgruppe später den Kontakt aufnehmen als die Teilnehmer der Vergleichsgruppe hat sich bestätigt. Durch die geringe Anzahl an Kontakten in der Experimentalgruppe war die Stichprobe allerdings nicht so groß wie angenommen und gewünscht. Dass beim persönlichen Kontakt kein Teilnehmer aufkommende Fragen sammelte und dann mehrere Fragen bei einem Kontakt stellte, spricht für eine niedrige Hemmschwelle und lässt sich vermutlich auf die ständige Verfügbarkeit des Versuchsleiters und den geringen Aufwand für eine Kontaktaufnahme erklären.

Da bei drei der sieben Aufgaben ein Kontakt zum Versuchsleiter notwendig war und die Vergleichsgruppe deutlich häufiger Kontakt aufgenommen hat, ist zu erwarten, dass die Vergleichsgruppe signifikant mehr Aufgaben richtig gelöst hat. Das Experiment bestätigt diese Vermutung allerdings nicht. Das kann darauf zurückgeführt werden, dass Aufgabe 2, zu der die meisten Kontaktaufnahmen stattfanden, durch keinen Teilnehmer korrekt gelöst werden konnte und sich somit der Vorteil der Kontaktaufnahme (Erhalt des fehlenden Anhangs) nicht in der Korrektheit der gegebenen Antworten zeigte. Dass keine der gegebenen Antworten korrekt war, ist sehr wahrscheinlich Folge der hohen Schwierigkeit von Aufgabe 2 in Kombination mit der teilweise nicht erfolgten Kontaktaufnahme. Bei Aufgabe 7 kam es zu einem unerwarteten Ergebnis: Neben den fünf korrekten Antworten nach Kontakt mit dem Versuchsleiter lösten auch fünf Teilnehmer die Aufgaben richtig, ohne zuvor mit dem Versuchsleiter über den enthaltenen Widerspruch gesprochen zu haben. Ob die Teilnehmer die fehlerhafte Aussage übersahen, die Aufgabe trotz Widerspruch zufällig auf die richtige Weise lösten oder auf eine anderen Weise zum richtigen Ergebnis kamen, lässt sich nicht feststellen. Daher kann man auch bei dieser Aufgabe den positiven Effekt der Kontaktaufnahme auf die Korrektheit der

Antworten nicht erkennen. Lediglich bei Aufgabe 5 lösten die Teilnehmer der Vergleichsgruppe die Aufgabe häufiger korrekt als die Teilnehmer der Experimentalgruppe, was allerdings zu keinem signifikanten Unterschied führt.

Durch die niedrigere Hemmschwelle kamen mehr persönliche Kontaktaufnahmen als telefonische zustande als in der Experimentalgruppe. Bei diesen Kontakten wurden allerdings nicht nur Fragen gestellt, die zum Lösen der Aufgaben notwendig waren, sondern auch nicht notwendige Fragen, deren Antworten bereits erwähnt wurden oder der Aufgabenstellung zu entnehmen waren. Diese Beobachtung zeigt, dass einige Teilnehmer die persönliche Kontaktaufnahme dem Lesen eines vorliegenden Textes vorziehen. Durch die Nachfrage beim Versuchsleiter wird eine notwendige Eigenleistung vermieden. Da in den meisten Fällen die Eigenleistung eines Teammitglieds gewünscht wird, ist eine zu niedrige Hemmschwelle negativ zu werten.

Die Beobachtung, dass zwei Teilnehmer zum Lösen wichtige Fragen erst stellten, als der Versuchsleiter auf sie zu kam, um ihnen das Ende der Bearbeitungszeit mitzuteilen, liefert weitere Erkenntnisse zum Kontaktverhalten der Teilnehmer. Bei Teilnehmern aus der Experimentalgruppe liegt eine mögliche Erklärung in der Vermeidung des telefonischen Kontakts, weswegen die Rückkehr des Versuchsleiters abgewartet wird. Bei Teilnehmern aus der Vergleichsgruppe kann diese Erklärung allerdings nicht zutreffen, da durchgängig die Möglichkeit zum persönlichen Kontakt besteht. Eine andere Theorie, die dieses Verhalten erklären kann, ist die Vermeidung einer Störung des Versuchsleiters. Der Versuchsleiter gab anfangs an während der Bearbeitungszeit anderweitig beschäftigt zu sein. In dem Moment, indem der Versuchsleiter den Raum betritt oder aufsteht, um dem Teilnehmer das Ende der Bearbeitungszeit mitzuteilen, ist er jedoch offensichtlich nicht anderweitig beschäftigt, weswegen er eine Frage in diesem Moment nicht für eine Störung hält. Geht man davon aus, dass der Teilnehmer versucht eine solche Störung zu vermeiden, würde dies das Verhalten der beiden Teilnehmer erklären.

5.2. Begrenzungen

Verallgemeinerung auf andere Personengruppen Der Versuch wurde mit Studenten überwiegend aus dem zweiten Semester durchgeführt, weshalb sich die Ergebnisse nur eingeschränkt auf andere Personengruppen wie z. B. Softwareentwickler in der Wirtschaft übertragen lassen. Bei diesen kann davon ausgegangen werden, dass sie mehr Erfahrung bezüglich des Arbeitens in räumlich getrennten Teams haben oder speziell dafür geschult wurden.

Verallgemeinerung auf andere Aufgaben Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass das Lösen von Logikaufgaben wie sie hier im Versuch verwendet wurden eine normale und häufig vorkommende Aufgabe für räumlich getrennte Softwareteams darstellt. Wie sich die gewonnenen Erkenntnisse auf andere Aufgaben und ggf. real vorkommende Aufgaben eines Softwareentwicklers übertragen lassen, wurde in diesem Versuch nicht untersucht.

Persönliche Beziehungen Auch wenn das Design des Experiments Teilnehmer fordert, die den Versuchsleiter nicht kennen, waren Teilnehmer und Versuchsleiter sich nicht völlig unbekannt, sondern hatten bereits vor Beginn der Bearbeitungszeit persönlichen Kontakt zueinander. Dieser Kontakt bestand zum einen bei der Ankündigung des Experiments während der Vorlesung, zum

anderen während der persönlichen Einführung in das Experiment. Daher war die kontaktierte Person dem Teilnehmer nicht völlig unbekannt. In der realen Situation eines räumlich getrennten Teams sind sich die Teammitglieder jedoch meist nicht völlig unbekannt, sondern kennen sich z. B. aus Teambesprechungen persönlich. In diesem Fall haben sie eine noch ausgeprägtere Beziehung zueinander, was zu Sympathien und Antipathien führt, welche das persönliche Kontaktverhalten beeinflussen kann.

Laborbedingungen Die Teilnehmer sind sich während des Experiments ihrer Situation als Versuchsteilnehmer bewusst und reagieren dadurch potenziell anders, als sie es in einer realen Situation tun würden. Darauf weisen auch einige Antworten auf die Fragen im Fragebogen hin, bei denen Teilnehmer angaben nicht angerufen zu haben, da sie ihre Probleme mit einigen Aufgaben als Teil des Versuchs interpretierten. Auch entspricht die Ausgangssituation eines komplett isoliert sitzenden Teammitglieds ohne jegliche Störungen während der Bearbeitung einer Aufgabe nicht der üblichen Realität eines Softwareentwicklers. Welche Auswirkungen Unterbrechungen des Arbeitsablaufs durch äußere Einflüsse auf das Kontaktverhalten haben, lässt sich aus den Ergebnissen des Experiments nicht ableiten.

5.3. Weiterführende Forschungsempfehlungen

Die gewonnen Erkenntnisse bieten mehrere Anknüpfungspunkte für weitere Untersuchungen. So untersucht diese Arbeit nur den telefonischen und den persönlichen Kontakt, wobei jedoch auch andere Kommunikationsmittel für ein räumlich getrenntes Team geeignet sein können. So bietet sich besonders die Untersuchung der Kommunikation über Messengerdienste an, da diese Kommunikationsart zusammen mit dem persönlichen Kontakt von den Teilnehmern häufig als bevorzugt angegeben wurden. Um Ergebnisse zu erhalten, die eine größere Aussagekraft haben und besser verallgemeinert werden können, sollte man Untersuchungen mit einer größeren Stichprobe aus unterschiedlicheren Teilnehmern durchführen. Bei Feldstudien treten die Einschränkungen und Verfälschungen durch Laborbedingungen nicht auf, was zu praxisnäheren Erkenntnissen führt.

Einer weiteren Untersuchung bedürfen ganz besonders die Beobachtungen im Bezug auf den nicht notwendigen Kontakt. Die Auswirkungen auf die Eigenleistung und die Motivation der Teammitglieder sich selbst mit einem Problem auseinander zu setzen werden in diesem Versuch nicht untersucht.

Literaturverzeichnis

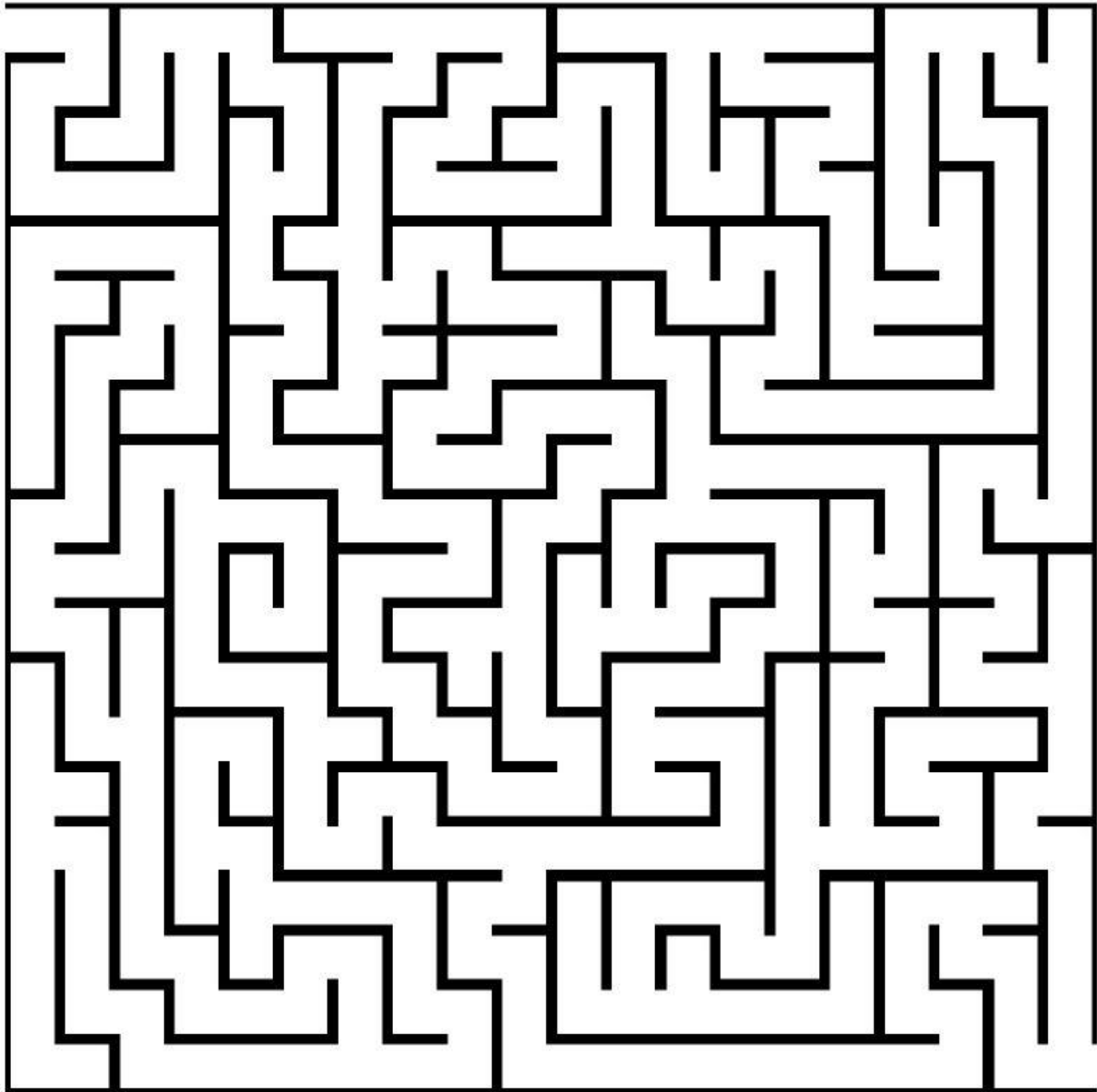
- [1] N.K. Baym, Y.B. Zhang, M.-C. Lin. „Social Interactions Across Media: Interpersonal Communication on the Internet, Telephone and Face-to-Face“. In: *New Media & Society* 6.3 (2004), S. 299–318. DOI: [10.1177/1461444804041438](https://doi.org/10.1177/1461444804041438). eprint: <https://doi.org/10.1177/1461444804041438>. URL: <https://doi.org/10.1177/1461444804041438> (zitiert auf S. 12).
- [2] E. Bermack. „Effect of Telephone and Face-to-Face Communication on Rated Extent of Self-Disclosure by Female College Students“. In: *Psychological Reports* 65.1 (1989), S. 259–267. DOI: [10.2466/pr0.1989.65.1.259](https://doi.org/10.2466/pr0.1989.65.1.259). eprint: <https://doi.org/10.2466/pr0.1989.65.1.259>. URL: <https://doi.org/10.2466/pr0.1989.65.1.259> (zitiert auf S. 12).
- [3] K. A. Graetz, E. S. Boyle, C. E. Kimble, P. Thompson, J. L. Garloch. „Information Sharing in Face-to-Face, Teleconferencing, and Electronic Chat Groups“. In: *Small Group Research* 29.6 (1998), S. 714–743. DOI: [10.1177/1046496498296003](https://doi.org/10.1177/1046496498296003). eprint: <https://doi.org/10.1177/1046496498296003>. URL: <https://doi.org/10.1177/1046496498296003> (zitiert auf S. 12).
- [4] T. Heim. „Experimentaldaten zu: Experimentelle Untersuchung der Auswirkung von räumlicher Trennung von Teammitgliedern auf das Lösen von Logikaufgaben“. In: (Sep. 2019). DOI: [10.5281/zenodo.3460623](https://zenodo.org/record/3460623) (zitiert auf S. 29).
- [5] J. D. Herbsleb. „Global Software Engineering: The Future of Socio-technical Coordination“. In: *Future of Software Engineering (FOSE '07)*. Mai 2007, S. 188–198. DOI: [10.1109/FOSE.2007.11](https://doi.org/10.1109/FOSE.2007.11) (zitiert auf S. 11).
- [6] C. Lauble. *Sudoku Schwierigkeitsgrade*. URL: <http://sudoku.soeinding.de/strategie/strategie03.php> (besucht am 11. 09. 2019) (zitiert auf S. 20).
- [7] *Mathe-Trainer - Mathematik Online Nachhilfe für Schüler in den Klassen 5 bis 10*. URL: <http://www.mathe-trainer.de/index.html> (besucht am 12. 09. 2019) (zitiert auf S. 21).

Alle URLs wurden zuletzt am 25. 09. 2019 geprüft.

A. Aufgabenstellungen

Aufgabe 1

Finde den Weg durch das Labyrinth!



Aufgabe 2

Skybus entwickelt gerade das neue Transportflugzeug S410 und einige Prototypen sind bereits in der Flugerprobung.

Nun soll die Zuverlässigkeit im Dauerflugbetrieb getestet werden. Ziel ist es, das ca. 13.000km entfernte Santiago (Chile) von Hamburg aus nonstop zu erreichen. Hierzu werden einige Maschinen zu Tankern (S410T) umgerüstet, um andere Maschinen in der Luft betanken zu können. (für Datenblätter siehe → Anhang A)

- a) Wie viele Flugzeuge vom Typ S410T werden mindestens benötigt, damit eine S410 die Strecke nonstop fliegen kann?
- b) Wie viele Luftbetankungen sind dabei mindestens in Summe nötig?

Zur Vereinfachung werden alle Berechnungen unter optimalen Bedingungen (ohne Wind) ausgeführt. Auch darf die benötigte Zeit und Strecke für die Betankungsvorgänge vernachlässigt und die Geschwindigkeit aller Flugzeuge zu jedem Zeitpunkt in der Luft als konstant betrachtet werden.

Alle Flugzeuge starten in Hamburg oder Santiago und landen auch wieder sicher auf einem der beiden Flughäfen.

Aufgabe 3

Code:

```
X := 1;
Z := 0;
A := [0,2,-1]    //(von 1 indiziert, d.h. A(1) = 0)

Z = 2;
while A(1) == 0 {
  X = A(Z);
  if (Z > 2){ X = Z - 2; }
  Z = Z - A(3);
  A(X) = 3 * A(3) + Z;
}
```

Was sind die Werte für X, Z und A nach Ausführung des Codes?

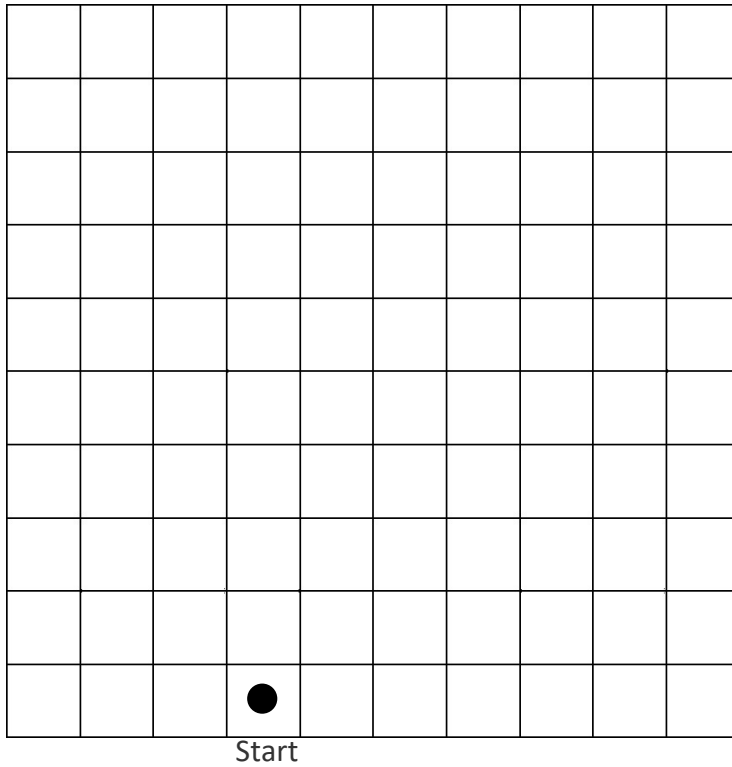
Aufgabe 4

Löse folgendes Sudoku:

				7				3
4	2		5			7		8
3	9		6	2		4	1	
		5	1	9	6		3	2
1								6
9	6			5				
	1	3		6	9		4	7
8		4			1		6	
	7			4			8	

Aufgabe 5

Ein Roboter hat ein vermintes Gelände untersucht und übermittelt nun den gefunden, sicheren Weg durch das Gelände. Entschlüssele die binäre Übertragung und zeichne den sicheren Weg auf der Karte ein.



010 = 1 Schritt Nord
110 = 1 Schritt Ost
001 = 1 Schritt Süd
111 = 1 Schritt West

Übertragung: 010010110110110110010010010000111111001001000100100110101010010

Aufgabe 6

Anton: "Nächstes Jahr bin drei Mal so alt wie Carlo!"

Bernd: "Ja und? Ich bin ganze zwei Jahre älter als Carlo!"

Anton: "Wirklich? Dabei warst du letztes Jahr erst halb so alt wie ich."

Wie alt sind Anton, Bernd und Carlo dieses Jahr?

B. Lösungen

Aufgabe 1

Trivial

Aufgabe 2

A = 4; B = 6

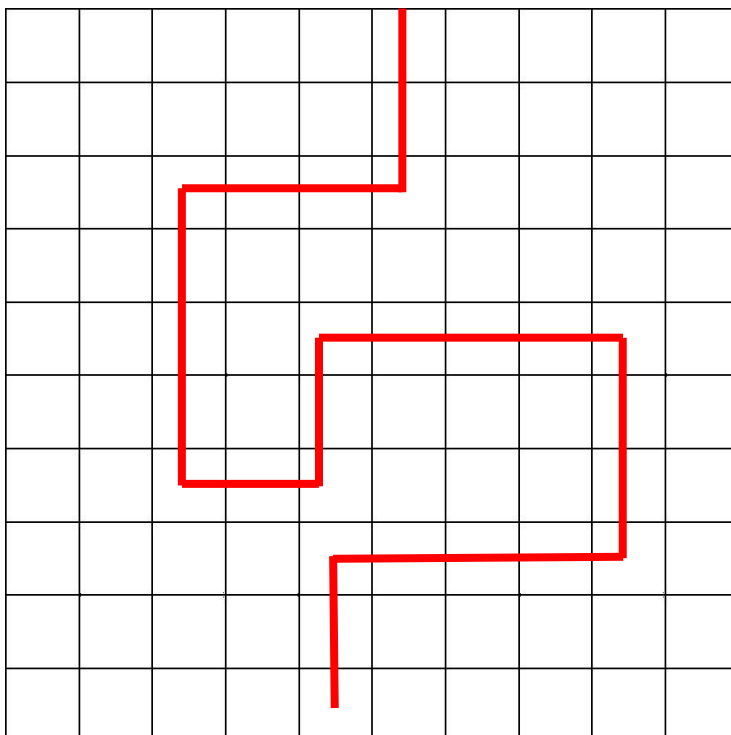
Aufgabe 3

X = 1; Z = 4; A = [1,0,-1]

Aufgabe 4

5	8	1	9	7	4	6	2	3
4	2	6	5	1	3	7	9	8
3	9	7	6	2	8	4	1	5
7	4	5	1	9	6	8	3	2
1	3	2	4	8	7	9	5	6
9	6	8	3	5	2	1	7	4
2	1	3	8	6	9	5	4	7
8	5	4	7	3	1	2	6	9
6	7	9	2	4	5	3	8	1

Aufgabe 5



Aufgabe 6

A = 5; B = 3; C = 1

Aufgabe 7

Blau	1	Georg
Rot	3	Lisa
Grün	4	Josef
Gelb	2	Sandra

C. Fehlende Informationen und Korrekturen

Zu Aufgabe 2:

Anhang A – Datenblätter

S410

Besatzung:	3 Personen
Länge:	45,10m
Spannweite:	42,36m
Frachtraum:	340m ²
Triebwerke:	4
Max. Reichweite:	6500 km
Max. Treibstoffmenge:	50,5t

S410T

Besatzung:	3 Personen
Länge:	45,10m
Spannweite:	42,36m
Frachtraum:	340m ²
Triebwerke:	4
Max. Reichweite:	6500 km
Max. Treibstoffmenge:	50,5t
Zusätzlicher Tank:	Nein (Zweites Flugzeug wird aus eigenem Haupttank befüllt. Reichweite der S410T sinkt entsprechend abgegebener Treibstoffmenge)

Zu Aufgabe 5:

010 = 1 Schritt Nord

110 = 1 Schritt Ost

001 = 1 Schritt Süd

111 = 1 Schritt West

100 = 2 Schritte Nord

101 = 2 Schritte Ost

011 = 2 Schritte Süd

000 = 2 Schritte West

Zu Aufgabe 7:

- ~~Josef hat eine „1“ auf seiner Karte~~
- Josef hat keine „1“ auf seiner Karte

D. Fragebogen

Fragebogen

Teilnehmer #____

	Trifft zu	Trifft eher zu	Teils-teils	Trifft eher nicht zu	Trifft nicht zu
Ich bin ein kontaktfreudiger Mensch.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Wenn ich ein Problem habe, frage ich jemanden um Rat.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich telefoniere gerne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Lieber löse ich ein Problem nicht, als jemanden um Hilfe zu bitten.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Ich vermeide den Kontakt mit Menschen, die ich nicht persönlich kenne.	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Meine Hemmschwelle den Versuchsleiter zu kontaktieren war...

sehr niedrig sehr hoch

Bei der zweiten Kontaktaufnahme war meine Hemmschwelle...

viel niedriger viel höher

...als beim ersten Kontakt.

Erklärung

Ich versichere, diese Arbeit selbstständig verfasst zu haben. Ich habe keine anderen als die angegebenen Quellen benutzt und alle wörtlich oder sinngemäß aus anderen Werken übernommene Aussagen als solche gekennzeichnet. Weder diese Arbeit noch wesentliche Teile daraus waren bisher Gegenstand eines anderen Prüfungsverfahrens. Ich habe diese Arbeit bisher weder teilweise noch vollständig veröffentlicht. Das elektronische Exemplar stimmt mit allen eingereichten Exemplaren überein.

Ort, Datum, Unterschrift