



# **Eine empirische Evaluation über den Effekt der Kolorierung während dem Lesen und Verstehen von Prozessmodellen**

Abschlussarbeit an der Universität Ulm

**Vorgelegt von:**

Sabine Fussenecker  
sabine.fussenecker@uni-ulm.de  
899481

**Gutachter:**

Prof. Dr. Manfred Reichert  
Prof. Dr. Rüdiger Pryss

**Betreuer:**

Michael Winter

2020

Fassung 13. Dezember 2020

© 2020 Sabine Fussenecker

Satz: PDF- $\text{\LaTeX}$  2 $_{\epsilon}$

# Kurzzusammenfassung

Business Process Management ist in den letzten Jahren zu einem zunehmend beliebten Managementkonzept geworden. Durch die Anwendung von Prozessmodellen können Fehler reduziert werden, Zeit und Kosten eingespart werden und die allgemeine Qualität erhöht werden. Dazu müssen zunächst Geschäftsprozesse modelliert werden. Diese können anschließend analysiert und auf Optimierungs- und Automationspotenzial überprüft werden. Um eine effiziente Arbeit mit den Prozessmodellen zu ermöglichen, sollten diese für alle Involvierten verständlich und gut lesbar sein, auch für diejenigen, die selbst keine Prozesse modellieren. Es gibt bereits Konventionen, die bei einer einheitlichen Darstellung helfen und dadurch mögliche Fehler verhindert werden sollen. Hierbei wird Kolorierung jedoch meistens nicht direkt eingesetzt, obwohl zwischen Farben drei Mal schneller unterschieden werden kann als zwischen verschiedenen Formen. Der Fokus dieser Arbeit liegt auf dem Effekt der Kolorierung während des Lesens und Verstehens von Prozessmodellen. Insbesondere wurde auf Grundlage von zwei verschiedenfarbigen Prozessmodellen, die in der Notation Business Process Management and Notation (BPMN 2.0) erstellt wurden, eine empirische Evaluation durchgeführt. In dieser wurde untersucht, wie sich die Bearbeitungsdauer und Anzahl der korrekten Antworten eines Fragebogens zu einem Prozessmodell im Hinblick auf unterschiedliche Kolorierungsstufen des Modells verändert. Außerdem wurde betrachtet, ob es Unterschiede hinsichtlich der kognitiven Belastung gibt. Obwohl einige signifikante Zusammenhänge erkennbar waren, bestätigte keiner die aufgestellten Hypothesen. Überraschenderweise scheint Farbe keinen Effekt auf das Lesen und Verstehen von Prozessmodellen zu haben. Die Kolorierung hilft nicht zwangsläufig dabei ein Prozessmodell besser oder schneller zu verstehen und reduziert nicht zwangsläufig die kognitive Belastung.



# Danksagung

An dieser Stelle möchte ich mich bei all denjenigen bedanken, die mich während der Anfertigung dieser Masterarbeit unterstützt und motiviert haben.

An erster Stelle geht mein Dank an meinen ersten Gutachter Prof. Dr. Manfred Reichert, sowie an den Zweitkorrektor Prof. Dr. Rüdiger Pryss.

Ganz besonders möchte ich Michael Winter für die Betreuung, Unterstützung und Anregungen während der Erstellung dieser Arbeit danken.

Ein besonderer Dank gilt allen Teilnehmenden meiner Befragung, ohne die diese Arbeit nicht hätte entstehen können.

Außerdem danke ich meiner Schwester und meinen Freunden für das Korrekturlesen meiner Masterarbeit.

Abschließend möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir mein Studium durch ihre Unterstützung ermöglicht haben und bei meinem Mann für den starken emotionalen Rückhalt über die Dauer meines Studiums und vor allem während der Erstellung dieser Arbeit.



# Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung</b>	<b>1</b>
1.1	Motivation . . . . .	1
1.2	Aufbau der Arbeit . . . . .	2
1.3	Ziel dieser Arbeit . . . . .	3
<b>2</b>	<b>Theorie</b>	<b>5</b>
2.1	Business Process Management and Notation 2.0 . . . . .	5
2.2	Sekundäre Notation . . . . .	8
2.3	Farbfunktionen . . . . .	9
2.4	Kognitive Belastung . . . . .	10
<b>3</b>	<b>Planung und Definition der Studie</b>	<b>14</b>
3.1	Zieldefinition . . . . .	15
3.2	Auswahl des Kontextes . . . . .	16
3.3	Formulierung der Hypothesen . . . . .	16
3.4	Aufbau der Studie . . . . .	19
3.5	Gestaltung der Studie . . . . .	24
3.6	Risikoanalyse . . . . .	25
<b>4</b>	<b>Ablauf der Studie</b>	<b>28</b>
4.1	Vorbereitung der Studie . . . . .	28
4.2	Durchführung der Studie . . . . .	29
4.3	Datenauswertung . . . . .	29
<b>5</b>	<b>Analyse und Interpretation der Studie</b>	<b>32</b>
5.1	Analyse der Rohdaten und deskriptive Statistik . . . . .	33
5.2	Reduktion der Daten . . . . .	42
5.3	Testen der Hypothesen . . . . .	45

*Inhaltsverzeichnis*

---

5.4 Zusammenfassung und Diskussion . . . . .	51
<b>6 Verwandte Arbeiten</b>	<b>55</b>
<b>7 Fazit</b>	<b>58</b>
<b>Literatur</b>	<b>60</b>
<b>A Modelle</b>	<b>65</b>
<b>B Balkendiagramme</b>	<b>73</b>
<b>C Rohdaten</b>	<b>78</b>
<b>D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests</b>	<b>86</b>

# 1 Einleitung

## 1.1 Motivation

*„Business Process Management (BPM) hat sich in den letzten Jahren zu dem wichtigsten Führungsinstrument für eine erfolgreiche Unternehmensführung entwickelt.“*  
[6, S.52]

Jede Organisation und jede Firma, muss sich mit einer Vielzahl von Prozessabläufen beschäftigen [11]. Eine empirische Studie hat gezeigt, dass ein Geschäftsprozess zum zentralen Objekt in vielen konzeptuellen Modellen geworden ist, um die Dokumentation, Verbesserungen und Automationen zu unterstützen [25]. Es gibt verschiedene Möglichkeiten einen Geschäftsprozess zu dokumentieren. Eine einfache Option sind textuelle Beschreibungen oder Tabellen. Eine übersichtlichere Variante hingegen sind graphische Ablaufdiagramme, die keiner bestimmten Methodik folgen, bestehend aus Kästchen und Pfeilen. Um jedoch komplexe Prozesse darzustellen und dabei alle relevanten Aspekte zu berücksichtigen, ist dies oft nicht ausreichend, dafür sind Prozessmodelle eine Möglichkeit. Sie spielen eine wichtige Rolle, wenn es um das Management von Geschäftsprozessen geht [3].

Eine gut entworfene Informationsvisualisierung erlaubt dem Nutzer direkt mit der Information zu interagieren [15]. Daher wurde das Erstellen eines guten Modells immer wichtiger, sodass Methoden erforscht und entwickelt wurden, wie die Verständlichkeit und Lesbarkeit eines Modells mit Hilfe ästhetischer Prinzipien verbessert werden kann [49]. Lesbarkeit eines Prozessmodells bedeutet zum einen, dass alle graphischen Elemente und visuellen Hinweise im Model erkannt werden können und zum anderen, dass ihre individuelle Bedeutung verstanden und interpretiert werden kann [39]. In vielen Firmen werden Prozessmodelle, zum Beispiel im Intranet, veröffentlicht. Diese werden von vielen Mitarbeitern, aus verschiedenen Abteilungen angeschaut, auch von Mitarbeitern, die sonst keinen Bezug zur Pro-

zessmodellierung haben. Daher sollten die Modelle selbsterklärend sein [37]. Aus diesem Grund wird beim Erstellen eines Prozessmodells zunehmend auf das Layout geachtet, um eine gute Verständlichkeit zu gewährleisten. In [39] wurde identifiziert, wie wichtig das Layout eines Prozessmodells ist. Das Ziel beim Entwerfen eines Prozessmodells ist, dass die Informationen so dargestellt werden, dass sie einfach zu lesen, zu verstehen und zu benutzen sind [33]. Es gibt eine Reihe von Konventionen, die bereits dabei helfen [25]. Hierbei wird Kolorierung jedoch meistens nicht direkt eingesetzt, obwohl zwischen Farben drei Mal schneller unterschieden werden kann als zwischen verschiedenen Formen [35]. Farben tauchen überall in unserer Umwelt auf und helfen dabei, uns richtiges Verhalten zu signalisieren, wie zum Beispiel die Rote Ampel im Straßenverkehr.

Daher beschäftigt sich diese Masterarbeit mit dem Effekt der Kolorierung während des Lesens und Verstehens von Prozessmodellen. In diesem Zusammenhang wurde eine empirische Evaluation durchgeführt. An der Studie nahmen hauptsächlich Studenten und wissenschaftliche Mitarbeiter der Universität Ulm teil. Auf Grundlage von zwei verschiedenen Prozessmodellen in vier verschiedenen Farbstufen, die in der Notation Business Process Management and Notation (BPMN 2.0) erstellt wurden, sollten sie verschiedene Verständnisfragen zu den Modellen beantworten. Außerdem wurde die kognitive Belastung durch eine Selbsteinschätzung mittels einer Skala gemessen.

## 1.2 Aufbau der Arbeit

Im Folgenden wird der Aufbau dieser Arbeit beschrieben. Kapitel 2 gibt einen Überblick über die grundlegende Theorie. Zunächst wird die Modellierungssprache Business Process Management and Notation 2.0 beschrieben. Anschließend folgt die sekundäre Notation, Farbfunktionen und die kognitive Belastung. Kapitel 3 handelt von der Planung und Definition der Studie. Zunächst wird das Ziel definiert und der Kontext ausgewählt. Dann werden die Hypothesen formuliert und der Aufbau und die Gestaltung der Studie beschrieben. Am Ende des Kapitels findet noch eine kurze Risikoanalyse statt. Der Ablauf der Studie, die Vorbereitung, Durchführung und Datenauswertung werden in Kapitel 4 dargestellt. Kapitel 5 bezieht sich auf die Analyse und Interpretation der Studie. Dabei werden zunächst die Rohdaten

und die deskriptiven Statistiken betrachtet. Anschließend wird geprüft ob eine Datenreduktion nötig ist und die Hypothesen werden getestet. Kapitel 6 betrachtet verwandte Arbeiten und in Kapitel 7 wird letztendlich ein Fazit gezogen. Der Ablauf der Arbeit wird in Abbildung 1.1 dargestellt.

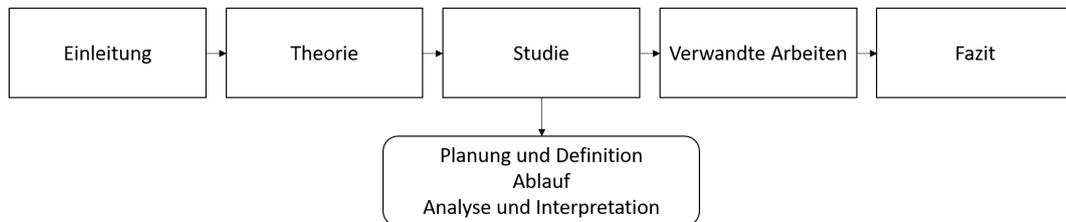


Abbildung 1.1: Ablauf der Arbeit

### 1.3 Ziel dieser Arbeit

Prozessmodelle sind im Berufsalltag nicht mehr weg zu denken. Prozesse sollen kontinuierlich verbessert und auf Automatisierungsmöglichkeiten untersucht werden. Dabei werden zunächst Prozessmodelle erstellt. An den Prozessen sind meistens verschiedene Abteilungen beteiligt. Daher sollten die Modelle verständlich und übersichtlich sein, damit ein schnelles Verstehen aller Beteiligten gewährleistet wird. Farben werden in unserem Alltag oft verwendet, um Übersichtlichkeit zu schaffen oder auf bestimmte Sachen aufmerksam zu machen. Während der Literaturrecherche wurde klar, dass zwischen Farben viel schneller unterschieden werden kann als zwischen verschiedenen Formen (zum Beispiel [35]). Dabei wurde bereits untersucht, wie sich das Hervorheben der Syntax in Prozessmodellen verhält, beziehungsweise inwiefern der Leser dadurch unterstützt wird. In allgemeinen Modellierungskonventionen wird der Einsatz von Farben noch nicht aufgelistet. Das Ziel dieser Arbeit ist es den Effekt der Kolorierung während des Lesens und Verstehens von Prozessmodellen zu untersuchen. Es soll herausgefunden werden, ob Farbe dabei hilft ein Prozessmodell schneller und besser zu verstehen. In diesem Zusammenhang wird auch der Einfluss der Kolorierung auf die kognitive Belastung betrachtet. Außerdem soll untersucht werden, ob der Farbeinfluss bei Novizen eine größere Rolle als bei Experten spielt. Es soll dabei nicht nur darauf geachtet werden ob ein Farbeinfluss erkennbar ist, sondern auch der Farbanteil inspiziert

werden. Um die Einflüsse der Kolorierung aufdecken zu können, soll eine Online-studie mit Studenten und akademischen Mitarbeitern durchgeführt werden. In dieser sollen Modelle in verschiedenen Farbstufen gezeigt werden, Verständnisfragen gestellt werden, sowie die kognitiven Belastungen gemessen werden. Die Ergebnisse sollen als Grundlage für Studien in der realen Arbeitswelt eingesetzt werden. Falls der Farbeinsatz das Verstehen und Lesen eines Prozessmodells erleichtert, sollen Farben beim Modellieren eingesetzt werden. Dies soll vor allem Beteiligten, die das Modell nicht erstellt haben oder die Novizen in der Prozessmodellierung sind, schnell dabei helfen es zu überblicken und zu verstehen, indem durch Kolorierung ihre kognitive Belastung reduziert wird. Damit kann die Kommunikation zwischen den Beteiligten eines Prozesses erleichtert werden. Für Außenstehende, die nicht in den Prozess involviert sind, ist der Farbeinsatz womöglich auch eine Hilfe ein Modell und damit den Prozess schneller zu verstehen.

## 2 Theorie

### 2.1 Business Process Management and Notation 2.0

Ein Prozessmodell stellt typischerweise in graphischer Weise die Aktivitäten, Events, Zustände und Kontrollflüsse, die zu einem Geschäftsprozess gehören, logisch dar [9]. Daher sind Notationen für die graphische Prozessmodellierung nötig, um zum Beispiel bestimmte Symbole und deren Bedeutung festzulegen. „Eine solche Notation ist also eine einheitliche Sprache zur Beschreibung von Geschäftsprozessen.“ [14, S.8] Es sind viele unterschiedliche Notationen entstanden, um Prozesse zu modellieren. Viele Standards können sich in der Praxis jedoch nicht durchsetzen. Mittlerweile hat sich die Sprache Business Process Model and Notation (BPMN), BPMN 2.0 als neuste Version, als Standard durchgesetzt. Sie wurde im Jahr 2011 von der Object Management Group (OMG) [31] als Standardsprache festgelegt [11]. Durch die Auswahl an Symbolen und Elementen schafft BPMN eine einheitliche und standardisierte Sprache, mit der sowohl die Darstellung als auch die Analyse von Prozessen möglich ist [14]. BPMN 2.0 scheint besser zu funktionieren als die meisten anderen Sprachdefinitionen. Sie wurde zum einen erst nach einer Vielzahl an anderen Sprachen und Standards definiert und zum anderen enthält sie eine Beschreibung ihrer graphischen Notation, die eine Liste aller verfügbaren Informationen und möglichen Kombinationen beinhaltet [13].

Es existieren eine Vielzahl an Tools, die die BPMN-Modellierung unterstützen, zum Beispiel Signavio Proecess Editor, ARIS oder Bizagi Modeler. BPMN wird oft als unternehmensweiter Modellierungsstandard eingesetzt, daher bilden viele Unternehmen ihre Mitarbeiter in der BPMN-Modellierung aus [1].

Die standardisierte Notation erleichtert die einheitliche Interpretation eines Prozessmodells aller Beteiligten. Außerdem soll vermieden werden, dass gewisse Arbeiten mehrfach ausgeführt werden, was zu einer Effizienzsteigerung führt. Ein wei-

terer Aspekt ist die Verbesserung der Kommunikation zwischen IT- und Fachabteilungen. Im nächsten Schritt sollen mit Hilfe von Modellen bestehende Prozesse optimiert und gegebenenfalls automatisiert werden. Es gibt eine Vielzahl weiterer Nutzungsmöglichkeiten beziehungsweise Gründe für den Einsatz von BPMN, die sich je nach Unternehmen oder Institution unterscheiden [14]. Um einen gewissen Grad an Qualität der Modelle zu gewährleisten, gibt es eine Reihe an Konventionen für das Modellieren. Diese haben jedoch wenig Einfluss auf die praktische Anwendung [23]. Konventionen sind vor allem für die Prozessdokumentation von langen Projekten und für Modelle, die von Novizen beziehungsweise Fachfremden erstellt werden, wichtig [25]. Lange Modelle sollten einer bestimmten Systematik folgen, um eine hohe Qualität und Einheitlichkeit zu gewährleisten. Für Novizen können Konventionen eine Orientierungshilfe bei der Erstellung sein.

Die komplette BPMN-Spezifikation definiert 50 Konstrukte plus Attribute, die in vier Kategorien eingeteilt werden können [30]: Flussobjekte, verbindende Objekte, Artefakte und Swimlanes. Flussobjekte, wie zum Beispiel Events, Aktivitäten und Gateways sind die wichtigsten Basiselemente, um ein BPMN-Modell zu kreieren. Verbindende Objekte werden benutzt, um Flussobjekte durch verschiedene Pfeile miteinander zu verbinden. Artefakte können einem Modell hinzugefügt werden, um mehr Informationen darzustellen oder Kommentare hinzuzufügen. Swimlanes gruppieren Aktivitäten in separate Kategorien nach verschiedenen Funktionalitäten oder Zuständigkeiten. Die wichtigsten Grundelemente sind in Abbildung 2.1 dargestellt.

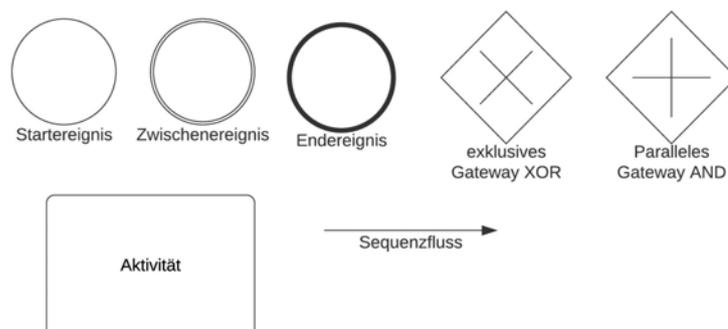


Abbildung 2.1: BPMN-Grundelemente

Ein Geschäftsprozess besteht aus Events und Aktivitäten, die eine logische Beziehung aufweisen und durch Pfeile verbunden sind. Events werden durch Kreise und Aktivitäten durch abgerundete Vierecke dargestellt. Aktivitäten erfassen Arbeitseinheiten während eines Prozesses. Events definieren den Start und das Ende eines Prozesses. Während dem Prozessablauf signalisieren sie, dass etwas geschieht, dass es eine Veränderung in der Prozessausführung gibt. Um alternative Aktivitätsmöglichkeiten aufzeigen zu können, werden Konnektoren, die auch Gateways genannt werden, eingesetzt. Die am häufigsten verwendeten Konnektoren sind der Exklusive- und Parallel-Konnektor. Der Exklusive-Konnektor, XOR, wird verwendet, wenn man eine Auswahl aus zwei oder mehr Alternativen hat. Er wird mit einem Kreuz in einer Raute dargestellt. Der Parallel-Konnektor, AND, wird verwendet, wenn zwei oder mehr Aktivitäten keine Reihenfolgenabhängigkeit besitzen und stattdessen parallel ausgeführt werden sollen. Er wird mit einem Plus in einer Raute dargestellt (siehe [8], [11]).

Ein Geschäftsprozess hat einen klar definierten Anfang und ein definiertes Ende, welches oft mit einem Ereignis in Verbindung steht. Wenn Start- und Endevents in BPMN modelliert werden, lässt sich einfach feststellen, wo der Prozess beginnt, was der Auslöser dafür ist und wo er endet. Die Darstellung aller Events erfolgt in Form von Kreisen. Dabei werden Startevents durch eine dünne Kreislinie und Endevents durch eine dicke Kreislinie abgebildet. Start- und Endevents müssen nicht zwingend modelliert werden, sie tragen aber zur besseren Lesbarkeit von Diagrammen bei. Wenn kein Starterereignis vorhanden ist, wird der Prozessbeginn durch das Objekt ohne eingehenden Sequenzfluss beschrieben. Enthält das Modell jedoch ein Endereignis, so muss es auch ein Starterereignis enthalten und umgekehrt [14]. Gibt es kein Endereignis, endet der Prozess bei dem Objekt ohne ausgehenden Sequenzfluss. Abbildung 2.2 zeigt einen einfachen, beispielhaften BPMN-Prozess, der mit dem Tool Signavio Proecess Editor [40] erstellt wurde.

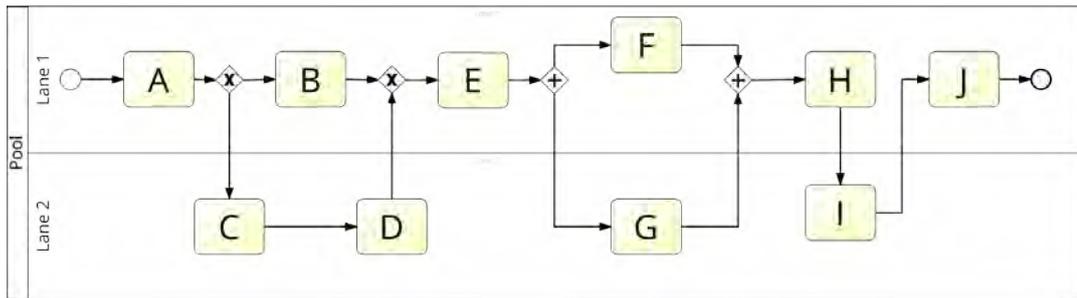


Abbildung 2.2: Beispiel BPMN-Modell

Je nachdem welche Ziele und Ansprüche ein Unternehmen verfolgt, bringt die Anwendung von BPMN verschiedene Nutzpotentiale mit sich. Vor allem soll ein Prozessmodell dabei helfen ein allgemeines Verständnis über die Geschäftsprozesse einer Firma zu bekommen [36]. Ein erster Schritt warum ein Prozessmodell erstellt wird, ist meistens die Dokumentation und Definition eines Prozesses in einer einfachen und möglichst intuitiven Form [53], um den Arbeitsalltag zu erleichtern und den Ablauf besser verstehen zu können. Außerdem soll auch die Kommunikation zwischen Stakeholder und den Involvierten eines Prozesses erleichtern [12]. Die Dokumentation von Geschäftsprozessen hilft Stakeholdern dabei die genauen Abläufe zu verstehen, zu erkennen wo Verbesserungen hilfreich wären oder den Unterschied zu bereits verbesserten Prozessen zu erkennen [18]. Wenn das Modell ihre Anforderungen nicht genau widerspiegelt, wird das erstellte Prozessmodell die Benutzer nicht zufriedenstellen, unabhängig davon wie gut es entworfen oder implementiert ist [29]. Daher sollte ein Prozessmodell gut verständlich sein. Entscheidungen, die auf Grundlage von Prozessmodellen getroffen werden, scheinen besser zu sein, als die, die ohne Prozessmodelle getroffen wurden [12].

## 2.2 Sekundäre Notation

Obwohl sich die einzelnen Prozesse in ihrer visuellen Erscheinung unterscheiden, sind die Prozessmodelle aus einer logischen Sichtweise identisch. Sie haben die gleiche Semantik, aber der Einfluss auf den Leser kann bezüglich der Verständlichkeit unterschiedlich sein. Um dieses Phänomen zu beschreiben werden oft die Begriffe primäre Notation und sekundäre Notation verwendet [39]. Sekundäre Notation

behandelt Themen, die für eine formale Definition einer Sprache zweitrangig sind, aber verwendet werden können, um bestimmte Strukturen hervorzuheben, die ansonsten vielleicht weniger zugänglich wären. Sekundäre Notation bezieht sich auf die Nutzung visueller Variablen, die in der primären Notation nicht spezifiziert werden [42]. Visuelle Variablen können Einfluss darauf nehmen, was mit besonderer Aufmerksamkeit betrachtet wird.

Umso länger und komplexer ein Modell wird, umso schwieriger ist es den Überblick über die Elemente zu behalten. Empirische Studien haben gezeigt, dass längere Prozessmodelle tendenziell mehr formale Mängel als kleinere Modelle aufweisen [26]. Die Start- und Endevents werden beispielsweise nicht mehr so schnell erkannt. Trotzdem werden in den meisten Modellen kaum Elemente hervorgehoben, außer im Event-driven Process Chain Modell, in dem manchmal Events in lila und Funktionen in grün dargestellt werden [35]. In BPMN spielt der Einsatz von Formen eine zentrale Rolle. Farben werden nicht direkt eingesetzt. BPMN-Elemente können visuell verändert und angepasst werden, die ursprüngliche Form sollte jedoch noch erkennbar sein und es sollte nicht zu Verwechslungen kommen. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten, wie zum Beispiel den Einsatz von Farben oder den Austausch einer Schriftart [14]. Die Veränderungen sollen so sein, dass „jeder, der den BPMN-Standard kennt, auch ein derart erweitertes BPMN-Modell problemlos lesen kann“. [1, S.156]

### 2.3 Farbfunktionen

„Farben sind elementare Bestandteile unserer visuellen Wahrnehmung und Umwelterfahrung; sie sind auch Erlebnisinhalte unserer Umwelt“ [22]. Farben werden überall angetroffen, egal wo man hinschaut oder hinläuft. Farbe ist für Menschen ein wichtiger Informationsträger. Etwa 40 Prozent aller aufgenommenen Informationen werden, nach Schätzungen, über Farben für den Menschen verfügbar. „Psychophysiologisch wird Farbe als Sinneswahrnehmung definiert, die normalerweise dann entsteht, wenn kurzwellige elektromagnetische Strahlung, die wir Licht nennen von bestimmten Sehzellen in der Netzhaut aufgenommen wird.“ [51] Diese Definition besagt, dass Farben eine Sinnesqualität sind, die von unserem Gehirn vermittelt wird und keine realen Erscheinungen. Trotzdem kann Farbe Stimmungen auslösen und Gefühle von Menschen beeinflussen. Farben haben in verschiedenen Berei-

chen zentrale Bedeutungen und erfüllen unterschiedliche Funktionen. Sie „dienen der Information, der Kommunikation und der Gestaltung.“ [22] Um einige Funktionen als Beispiel zu nennen: Farben signalisieren, sie leisten Orientierungshilfe, sie lenken die Aufmerksamkeit und sie tragen zur Ordnung und Unterscheidung bei. Farbe hat nicht die alleinige Funktion der Ästhetik. Der Mensch orientiert sich an Farben. Farbe ist für die Auffassung der Umwelt und für das Zusammenarbeiten des Menschen mit der Umwelt zentral [22].

Das Verkehrswesen weist durch Farben auf verschiedene Informationen oder Gefahrenquellen hin. Grün, Gelb, Rot und Blau sind die Farben, die im Straßenverkehr verwendet werden. Jeder kennt die rote Ampel, an der schon fast jeder einmal stehen musste, egal ob als Fußgänger oder Autofahrer, oder das rote Stopp-Schild, an dem ein Halt zwingend notwendig ist. Grün hingegen bedeutet freie Fahrt, also Autofahrer dürfen losfahren oder Fußgänger dürfen loslaufen. Zwischen diesen beiden Farben taucht die Signalfarbe gelb auf, die vermittelt, dass die Ampel von Grün auf Rot wechseln wird. Außerdem taucht die Farbe Gelb, in Form von kleinen Zahlentafeln, auf Bundesstraßen auf und markiert so ihren Verlauf. Blaue Verkehrsschilder signalisieren begrenzte Nutzungsmöglichkeiten von bestimmten Flächen, zum Beispiel ein weißes P auf blau, für gekennzeichnete Parkflächen. Die Farbgebung zieht sich konsequent im Straßenverkehr durch und damit gelangt ihre Bedeutung in unser Unterbewusstsein und erlaubt uns eine schnelle Orientierung [51].

### 2.4 Kognitive Belastung

Studien belegen, dass umso größer und komplexer ein Modell ist, umso schwieriger ist es zu verstehen [50]. Dieses Argument kommt aus der Cognitive Load Theory, die annimmt, dass das Arbeitsgedächtnis, auch Kurzzeitgedächtnis genannt, eine beschränkte Kapazität aufweist [32]. Die Cognitive Load Theorie beschäftigt sich mit der Beschränkung der Kapazität des Arbeitsgedächtnisses und den Maßnahmen, die erfüllt werden können, um das Lernen zu fördern. Das Arbeitsgedächtnis wird zur aktiven Verarbeitung und vorübergehenden Speicherung von Informationen verwendet und spielt eine wichtige Rolle für das Verständnis [2]. Es ist auf circa sieben Punkte oder Elemente an Informationen gleichzeitig begrenzt. Informationen können im Arbeitsgedächtnis nur 18-30 Sekunden gespeichert werden, wenn sie nicht weiter verarbeitet werden [53]. Es wird auch benutzt, um zu organisieren,

abzugrenzen, zu vergleichen oder an der Information zu arbeiten. Daher kann man nur an zwei oder drei Punkten gleichzeitig arbeiten. Im Gegensatz dazu, wird das Langzeitgedächtnis benötigt, damit das, was das Arbeitsgedächtnis momentan verarbeitet eine Bedeutung erhält und Sinn ergibt. Es ist sozusagen der Lagerort für mehr permanentes Wissen und Fähigkeiten, um alle Dinge im Gedächtnis zu behalten, die nicht direkt benötigt werden, die aber wichtig für das Verständnis sind. Die meisten Wissenschaftler vermuten, dass die Kapazität des Speichers unbegrenzt ist und dass es eine permanente Aufnahme von allem ist, was gelernt wurde.

Die Schema Theory besagt, dass das Wissen im Langzeitgedächtnis in Schemata gespeichert wird. Die Informationselemente werden je nach Verwendung in Schemata kategorisiert. Schemata können Informationselemente und Produktionsregeln integrieren und automatisch werden, somit wird weniger Speicher benötigt. Fundiertes Wissen entsteht dadurch, dass eine große Zahl an Schemata mit zunehmender Komplexität erstellt werden, indem Elemente, die aus niedrigeren Level-Schemata bestehen, zu höheren Level-Schemata kombiniert werden. Schemata können die Belastung des Arbeitsgedächtnisses reduzieren. Ein Schema kann etwas sein, das gelernt wurde und wie eine einzelne Einheit behandelt wurde. Wenn das Lernen über einen langen Zeitraum erfolgt ist, kann ein Schema eine große Menge an Informationen aufnehmen. Die Konstruktion von Schemata hilft also dem Speicher und der Organisation der Informationen im Langzeitgedächtnis und reduziert so die Belastung des Arbeitsgedächtnisses [19]. Der Speicherprozess von Informationen ist in Abbildung 2.3 dargestellt.

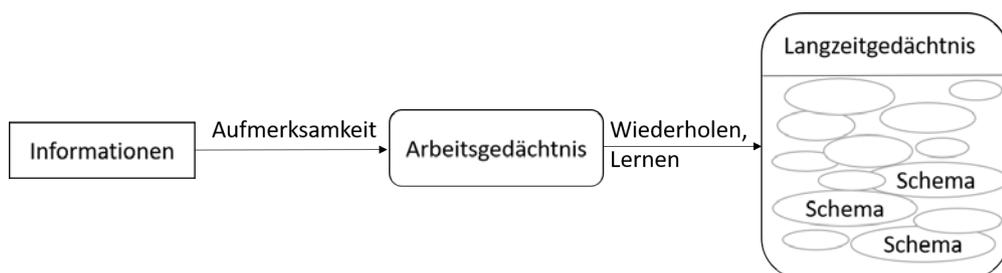


Abbildung 2.3: Speicherung von Informationen

Obwohl Schemata im Langzeitgedächtnis gespeichert werden, müssen die Informationen zunächst im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden, um die Schemata konstruieren zu können. Relevante Informationen müssen im Arbeitsgedächtnis extra-

hiert werden, bevor sie in Form von Schemata im Langzeitgedächtnis gespeichert werden können. Die Leichtigkeit mit der Informationen im Arbeitsgedächtnis verarbeitet werden können ist ein primärer Punkt der Cognitive Load Theory. Die Belastung des Arbeitsgedächtnisses kann entweder durch das Material selbst, Intrinsic Cognitive Load (ICL, intrinsische kognitive Belastung) oder alternativ durch die Art, wie das Material präsentiert wird oder die Aktivitäten, die von Lernenden benötigt werden, Extraneous Cognitive Load (ECL, extrinsische kognitive Belastung), entstehen [45].

Die intrinsische kognitive Belastung kann durch pädagogische Arbeit nicht verändert werden, weil das Material, mit dem man sich beschäftigt, intrinsisch ist. Im Gegensatz dazu ist die extrinsische kognitive Belastung eine unnötige kognitive Belastung und kann durch pädagogische Maßnahmen verändert werden. Eine weitere Unterscheidung wird zwischen ECL und germane cognitive load (GCL, lernbezogene kognitive Belastung) gemacht. Obwohl beide durch pädagogische Maßnahmen verändert werden können, reflektiert die extrinsische kognitive Belastung den Fortschritt, der durch Anweisungen entsteht, während der GCL den Fortschritt widerspiegelt, der dazu beiträgt, Schemata zu konstruieren [46]. Pädagogische Maßnahmen verringern den ECL, aber erhöhen den GCL. Abbildung 2.4 gibt einen Überblick über die kognitiven Belastungsarten.



Abbildung 2.4: Kognitive Belastung

Verschiedene Materialien können sich sehr darin unterscheiden, inwiefern sie zur Belastung des Arbeitsgedächtnisses führen. Die entstehende Belastung hängt von der Anzahl der Elemente ab, die gleichzeitig im Arbeitsgedächtnis bearbeitet werden müssen und diese Anzahl hängt wiederum vom Umfang der Interaktivitäten der Elemente ab. Ein Element ist das, was gelernt wurde und noch gelernt werden muss. Wenn einzelne Elemente unabhängig voneinander gelernt werden, ist der ICL gering. Erst die Interaktivität erhöht diese, da die Belastung wegen der intrinsischen Natur der Aufgabe schon niedrig ist [46].

Es gibt drei Arten die kognitive Belastung zu messen: subjektiv, psychologisch und nach aufgabenspezifischen Indizes [46]. In dieser Studie wird die subjektive Technik verwendet. Anhand numerischer Rating Skalen soll die kognitive Belastung der Teilnehmer gemessen werden. Psychologische Techniken würden beispielsweise die Messung der Herzfrequenz, die Gehirnaktivität und die Augenaktivität beinhalten [46].

Beim Lesen eines Prozessmodells benutzen wir unser Kurzzeitgedächtnis, das nur eine eingeschränkte Kapazität hat [5]. Wenn die Eingabe die Arbeitsgedächtniskapazität überschreitet, kommt es zu einer kognitiven Überlastung und das Verständnis verschlechtert sich schnell [28]. Menschen, die einen höheren Grad an Expertise im Gebiet der Prozessmodellierung aufweisen, können eine größere Menge an Informationen bewältigen, da sie über hochentwickelte Schemata mit diesem Wissen verfügen und damit weniger Elemente des Arbeitsgedächtnisses benötigen, um die gleiche Menge an Informationen zu verstehen, als Novizen beziehungsweise Fachfremde [44] [45].

# 3 Planung und Definition der Studie

Eine Studie wurde durchgeführt, um den Einfluss des Farbeinsatzes auf die Verständlichkeit und Leserlichkeit in Prozessmodellen zu untersuchen.

Bei der Erstellung und Definition der empirischen Studie wurden die Empfehlungen von [52] verwendet, um möglichst aussagekräftige Ergebnisse zu erhalten. Zunächst wird darauf eingegangen warum und mit welchem Ziel die Studie durchgeführt werden soll. Dann wird beschrieben wie und in welchem Rahmen sie durchgeführt wird.

In Kapitel 3.1 wird zunächst das Ziel der Studie definiert und der Kontext in Kapitel 3.2 ausgewählt. Anschließend werden in Kapitel 3.3 die Hypothesen formuliert und in Kapitel 3.4 der Aufbau der Studie beschrieben. Dabei wird die Auswahl der Probanden, der Objekte, der Variablen und die Instrumentation thematisiert. Am Ende des Abschnittes wird in Kapitel 3.5 die Gestaltung der Studie und eine kurze Risikoanalyse in Kapitel 3.6 dargestellt. Abbildung 3.1 gibt einen Überblick über den Inhalt dieses Abschnitts:

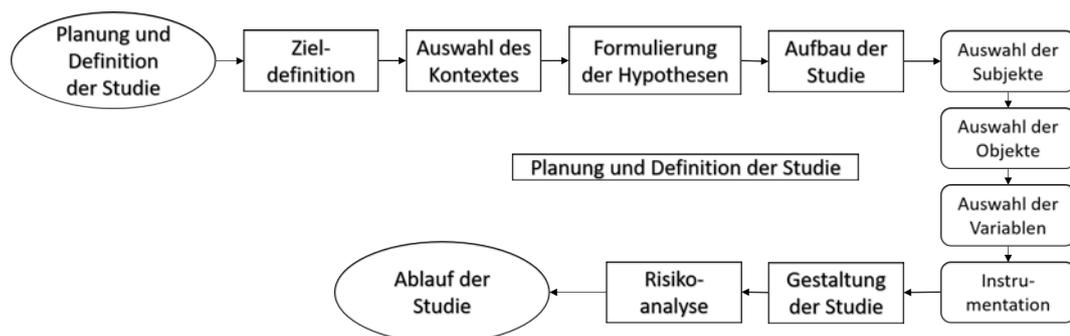


Abbildung 3.1: Planung und Definition der Studie

### 3.1 Zieldefinition

Prozessmodelle gewinnen auch im Berufsalltag immer mehr an Bedeutung. Auf der Suche nach Verbesserungen oder Automationen werden oft im ersten Schritt Prozessmodelle erstellt. Da viele Personen aus verschiedenen Abteilungen an diesen Prozessen beteiligt sind, sollten die Modelle möglichst verständlich und übersichtlich sein, damit ein schnelles Verstehen für alle Beteiligten gewährleistet wird. Eine Vielzahl an Punkten, die die Verständlichkeit von Prozessmodellen beeinflussen können, wurden bereits betrachtet [20, 23, 33, 34, 39, 54]. In dieser Arbeit soll der Farbeinfluss untersucht werden:

*Verbessern Farben die Verständlichkeit eines BPMN-Prozessmodells bzw. helfen Farben dabei ein BPMN-Prozessmodell schneller zu verstehen?*

Motiviert durch diese Fragestellung wurde eine Studie durchgeführt, um den Farbeinsatz auf die Verständlichkeit in Prozessmodellen zu untersuchen. Die Verständlichkeit kann verbessert werden, indem die externe kognitive Belastung manipuliert wird und die Grenzen des Arbeitsgedächtnisses damit gesenkt werden [4]. Farbe ist eine der effektivsten visuellen Variablen. Sie kann zum Beispiel dazu dienen gleiche oder unterschiedliche Elemente aufzuzeigen [10].

**Objekt der Studie:** Die Objekte der Studie sind verschiedene Prozessmodelle mit unterschiedlichen Farbvarianten. Es gibt zwei Modelle, die jeweils in vier verschiedenen Farbvarianten erstellt wurden.

**Ziel:** Das Ziel der Studie ist, die einzelnen Prozessmodelle im Hinblick auf den Farbanteil und die kognitive Belastung auszuwerten, um den Farbeinfluss auf die Verständlichkeit und Leserlichkeit von Prozessmodellen feststellen zu können. Außerdem soll untersucht werden, ob der Farbeinfluss bei Novizen eine größere Rolle als bei Experten spielt.

**Fokus:** Der Fokus liegt darin, eine Aussage treffen zu können, ob ein hoher Farbanteil oder keine Farbe zu einer Verbesserung der Verständlichkeit beitragen.

**Perspektive:** Es soll herausgefunden werden, ob es je nach Farbanteil Unterschiede hinsichtlich der Verständlichkeit der Prozessmodelle gibt.

**Kontext:** Die Studie wurde mit Probanden des Instituts für Datenbanken und Informationssysteme der Universität Ulm durchgeführt. Teilgenommen haben Studenten und akademische Mitarbeiter, die mindestens über ein Grundwissen in der Prozessmodellierung verfügen.

## 3.2 Auswahl des Kontextes

Die Durchführung der Studie wäre in einer realen Umgebung mit ausgebildeten Mitarbeitern und solchen, die tatsächlich mit Prozessmodellen arbeiten am sinnvollsten, um ein signifikantes und allgemeines Ergebnis zu erhalten. Trotzdem ist die Verwirklichung einer solchen Studie in einer realen Umgebung nicht immer unbedingt sinnvoll und bringt verschiedene Risiken und Kosten mit sich. Die Studie in einer solchen Form könnte eventuell nicht so gut laufen wie erwartet oder aus verschiedenen Gründen scheitern. Daher bietet es sich an die Studie in einer vergleichbaren Umgebung auszuführen. Eine gute Alternative ist die Durchführung mit Studenten, da dies keine oder kaum Kosten verursacht. Außerdem ist die Realisierung der Studie leichter kontrollierbar.

Diese Studie kann als Grundlage für weitere Studien verwendet werden, die die Möglichkeit besitzen, diese in einer realen Welt durchzuführen.

## 3.3 Formulierung der Hypothesen

Eine Hypothese ist eine nicht bewiesene Annahme oder Behauptung über einen Sachverhalt [47]. Hypothesen bilden die Grundlage für statistische Analysen eines Experiments. Wenn sie widerlegt werden können, können Schlüsse gezogen werden [52]. In diesem Kapitel werden die Hypothesen der Studie formuliert, dabei wird zwischen zwei Arten unterschieden: die Nullhypothese  $H_0$  und die Alternativhypothese  $H_1$ . Meistens entspricht die Alternativhypothese der zentralen Forschungsfrage der Studie und die Nullhypothese widerspricht ihr.

**Nullhypothese  $H_0$ :** In der Studie wird anfangs angenommen, dass die Nullhypothese wahr ist. Das Ziel ist es, diese mit einer möglichst hohen Signifikanz zu widerlegen.

**Alternativhypothese  $H_1$ :** Die Alternativhypothese widerspricht der Nullhypothese. Das Ziel der Studie ist diese zu bestätigen.

Das komplementäre Verhalten des Paares  $H_0$  und  $H_1$  gewährleistet, dass bei Widerlegen von  $H_0$ ,  $H_1$  automatisch gilt [7].

Mit Hilfe verschiedener statistischer Tests können die Ergebnisse einer Studie ausgewertet werden und damit die Hypothesen getestet werden. Dies bringt verschiedene Risiken mit sich, die zu möglichen Fehlern führen: eine wahre Hypothese wird abgelehnt oder eine falsche Hypothese wird angenommen. Man spricht in diesem Zusammenhang von Type-I-error oder Type-II-error [52].

**Type-I-error:** Ein Type-I-error liegt vor, wenn ein Zusammenhang oder ein signifikantes Ergebnis festgestellt wird, obwohl es keinen Zusammenhang gibt. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Type-I-error vorliegt kann dargestellt werden als:

$$P(\text{Type - I - error}) = P(\text{lehne } H_0 \text{ ab} \mid H_0 \text{ ist wahr})$$

**Type-II-error:** Ein Type-II-error liegt vor, wenn kein Zusammenhang festgestellt werden konnte, obwohl dieser vorliegt. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Type-II-error vorliegt, kann dargestellt werden als:

$$P(\text{Type - II - error}) = P(\text{lehne } H_0 \text{ nicht ab} \mid H_0 \text{ ist falsch})$$

Für diese Studie werden anhand der Fragestellung (siehe Kap. 3.1) folgende Hypothesen formuliert: Die Studie untersucht, ob Farben die Verständlichkeit eines Prozessmodells steigern, dabei helfen es schneller zu lesen beziehungsweise zu verstehen und die kognitive Belastung dadurch reduziert wird. Außerdem wird überprüft, ob es dabei einen Unterschied zwischen Novizen und Experten gibt. Insgesamt wurden zehn Hypothesen aufgestellt. Eine Hypothese betrifft die Anzahl der korrekten Antworten, eine die Bearbeitungsdauer, drei betreffen die kognitive Belastung und fünf den Unterschied zwischen Experten und Novizen.

*Verbessern Farben die Verständlichkeit eines BPMN-Prozessmodells?*

$H_{0,1}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen verbessert nicht deren Verständlichkeit.

$H_{1,1}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen verbessert deren Verständlichkeit.

*Helfen Farben dabei ein BPMN-Prozessmodell schneller zu verstehen?*

$H_{0,2}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen führt nicht zu einer schnelleren Verständlichkeit.

$H_{1,2}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen führt zu einer schnelleren Verständlichkeit.

*Reduziert der Farbeinsatz die kognitive Belastung?*

$H_{0,3}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert nicht die intrinsische Belastung.

$H_{1,3}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert die intrinsische Belastung.

$H_{0,4}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert nicht die extrinsische Belastung.

$H_{1,4}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert die extrinsische Belastung.

$H_{0,5}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert nicht die germane Belastung.

$H_{1,5}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert die germane Belastung.

*Gibt es einen Unterschied bezüglich des Farbeinflusses zwischen Novizen und Experten?*

$H_{0,6}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen verbessert bei Novizen deren Verständlichkeit nicht mehr als bei Experten.

$H_{1,6}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen verbessert bei Novizen deren Verständlichkeit mehr als bei Experten.

$H_{0,7}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen führt bei Novizen nicht zu einer schnelleren Verständlichkeit als bei Experten.

$H_{1,7}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen führt bei Novizen zu einer schnelleren Verständlichkeit als bei Experten.

$H_{0,8}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert bei Novizen nicht die intrinsische Belastung.

$H_{1,8}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert bei Novizen die intrinsische Belastung.

$H_{0,9}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert bei Novizen nicht die extrinsische Belastung.

$H_{1,9}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert bei Novizen die extrinsische Belastung.

$H_{0,10}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert bei Novizen nicht die germane Belastung.

$H_{1,10}$ : Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert bei Novizen die germane Belastung.

## 3.4 Aufbau der Studie

Basierend auf der Zielsetzung und Definition der Hypothesen, beschreibt dieser Abschnitt den Aufbau der Studie. Hierbei wird auf die Auswahl der Probanden, der Objekte, der Variablen und auf die Instrumentation eingegangen.

### **Auswahl der Subjekte**

Die Auswahl der Teilnehmenden hat einen enormen Einfluss auf die Möglichkeit der Verallgemeinerung der Ergebnisse der Studie. Die Teilnehmer sollten so gewählt werden, dass sie repräsentativ für die gewünschte Gruppe sind, um die Ergebnisse auf eine größere Gruppe zu verallgemeinern.

Bei den Probanden dieser Studie handelt es sich überwiegend um Studenten und akademische Mitarbeiter des Instituts für Datenbanken und Informationssysteme an der Universität Ulm. An der Studie teilnehmen konnte jeder, der zumindest Grundkenntnisse in der Prozessmodellierung beziehungsweise BPMN 2.0 hat.

Die Anzahl der Teilnehmer spielt ebenfalls eine wichtige Rolle, wenn es um die Verallgemeinerung geht. Bei einer größeren Anzahl ist der resultierende Fehler geringer, wenn man die Studie verallgemeinern möchte [52].

#### **Auswahl der Objekte**

Um den Einfluss des Farbeinsatzes festzustellen wurden zwei thematisch verschiedene Prozessmodelle entworfen. In einem der Modelle wird der Ablauf eines Hausbaus beschrieben, im anderen geht es um die Urlaubsplanung. Die Modelle wurden in der Sprache BPMN 2.0 erstellt. Beide ähneln sich bezüglich der Größe, dem Aufbau und der Anzahl der Elemente. Das Hausbaumodell besteht aus einem Start- und zwei Endevents, aus 31 Aktivitäten und 13 Gateways, wobei es sich bei elf Gateways um exklusive und bei zwei um parallele Gateways handelt. Das Urlaubsplanungsmodell unterscheidet sich lediglich in der Anzahl der Aktivitäten. Es besteht aus 27 Aktivitäten.

Jedes der beiden Modelle wurde schrittweise in verschiedenen Farbvarianten erstellt: Eine Version ist komplett in schwarz-weiß gehalten (siehe Abbildung A.1: Hausbaumodell 1 und Abbildung A.5: Urlaubsmodell 1), bei der nächsten wurden lediglich die Events eingefärbt (siehe Abbildung A.2: Hausbaumodell 2 und Abbildung A.6: Urlaubsmodell 2), in einer weiteren wurden die Events und Gateways eingefärbt (siehe Abbildung A.3: Hausbaumodell 3 und Abbildung A.7: Urlaubsmodell 3) und in der letzten Version wurden die Aktivitäten, also alle Elemente (siehe Abbildung A.4: Hausbaumodell 4 und Abbildung A.8: Urlaubsmodell 4) eingefärbt. Die Farbauswahl orientiert sich an den Farben des Verkehrswesens, damit die Farben möglichst intuitiv erscheinen. Das Startevent ist grün, wie das Zeichen der Ampel, das den Autofahrern die Erlaubnis zum Weiterfahren signalisiert. Die Endevents sind rot, wie das Rot der Ampel oder des Stopp-Schildes, das Anhalten bedeutet. Die Aktivitäten sind orange, denn sie liegen zwischen dem Start und dem Ende und werden während des Prozessflusses durchlaufen. Vergleichbar wäre im Straßenverkehr wieder die orangefarbene Ampel, die zwischen der Rot- und Grünphase erscheint, oder die orangefarbenen Schilder, die entlang einer Bundesstraße verlaufen. Die Gateways wurden blau markiert, wie blaue Verkehrsschilder, die auf eine begrenzte Nutzungsmöglichkeit hinweisen.

#### **Auswahl der Variablen**

Bevor mit dem Aufbau der Studie gestartet wird, müssen abhängige und unabhängige Variablen definiert werden. Unabhängige Variablen können in der Studie kontrolliert und geändert werden und sollten einen Effekt auf die abhängigen Variablen haben [52]. Die Wahl der unabhängigen Variablen beinhaltet auch die Auswahl

der Messskala. Die abhängige Variable wird oft direkt aus der Hypothese entnommen. Meistens sind diese nicht direkt messbar und müssen durch indirekte Maße gemessen werden.

Die unabhängige Variable dieser Studie ist der Farbanteil, der in den verschiedenen Modellen verändert wird. Es werden vier verschiedene Farbstufen verwendet. Die abhängigen Variablen werden durch die Studie gemessen und für die Auswertung verwendet, diese entsprechen der Anzahl an korrekten Antworten, der Bearbeitungsdauer, der kognitive Belastung (ICL, ECL, GCL) und dem Grad an Expertise. Eine Übersicht über die Variablen ist in Tabelle 3.1 dargestellt.

unabhängige Variable	abhängige Variablen
Farbanteil in Prozessmodellen mit vier Farbstufen	Anzahl an korrekten Antworten
	Bearbeitungsdauer
	intrinsische kognitive Belastung (ICL)
	extrinsische kognitive Belastung (ECL)
	germane kognitive Belastung (GCL)
	Expertise (Novize vs. Experte)

Tabelle 3.1: Auswahl der Variablen

### Instrumentation

Die Instrumentation sollte so gewählt werden, dass das Ergebnis der Studie unabhängig von der Instrumentation immer gleich sein soll.

Für die Erstellung der Prozessmodelle in den verschiedenen Farbvarianten wurde Lucidchart [21] verwendet. Die Modelle sind im Anhang in den Abbildungen A.1 bis A.8 abgebildet. Die Online-Umfrage wurde mit Unipark [48] erstellt und von den Teilnehmenden auf dieser Seite durchgeführt. Im ersten Abschnitt wurde der Arbeitsstatus und das Studienfach beziehungsweise Tätigkeitsfeld und Kenntnisse über Prozessmodellierung und BPMN 2.0 abgefragt. Dies geschah zum Teil durch Fragen mit Textfeldern und zum Teil durch das Zuordnen des Status auf einer Skala (siehe 3.2 Umfrage Teil 1). Im nächsten Abschnitt bekam jeder Teilnehmer ein Objekt, eine zufällig ausgewählte Farbvariante des Hausbaumodells (Anhang A - Hausbaumodelle, Abb. A.1 bis A.4), gezeigt. Zu diesem mussten sechs inhaltliche Fragen beantwortet werden (siehe 3.3 Umfrage Teil 2). Anschließend wurden sieben Fragen gestellt, die die kognitive Belastung abfragen sollten (siehe 3.5 Umfrage

### 3 Planung und Definition der Studie

---

Teil 4). Danach bekam der Proband ein weiteres Objekt, das Urlaubsmodell (Anhang A - Urlaubsmodelle, Abb. A.5 bis A.8), gezeigt, diesmal in einer anderen Farbstufe. Auch zu diesem Modell mussten sechs inhaltliche Fragen (siehe 3.4 Umfrage Teil 3), sowie dieselben Fragen zur kognitiven Belastung beantwortet werden. Im letzten Abschnitt wurden alle vier Farbvarianten des Hausbaumodells gezeigt und die Teilnehmer sollten auswählen welche für sie am verständlichsten und welche am wenigsten verständlich ist und ihre Aussagen begründen (siehe 3.6 Umfrage Teil 5).

Für die Auswertung wurden die Daten aus Unipark exportiert, mit Microsoft Excel aufbereitet und mit IBM SPSS Statistics [17] ausgewertet.

Frage	Antwort
Welche Beschreibung passt am besten zu Ihrem momentanen Arbeitsstatus?	Student, akademischer Mitarbeiter, sonstiges
Was ist Ihr Studienfach/Ihr Tätigkeitsfeld?	Freies Textfeld
Vor wie vielen Jahren haben Sie erstmals einen Prozess modelliert?	Freies Textfeld
Wie viele Prozessmodelle haben Sie in den letzten 12 Monaten ca. analysiert oder gelesen?	Freies Textfeld
Wie viele Prozessmodelle haben Sie in den letzten 12 Monaten erstellt?	Freies Textfeld
Wie viele Aktivitäten haben diese Modelle im Durchschnitt beinhaltet?	Freies Textfeld
<b>Status einer Skala von 1 bis 10 zuordnen</b>	
Im Allgemeinen kenne ich mich gut mit Business Process Modeling Notation 2.0 (BPMN 2.0) aus.	
Ich fühle mich sicher im Modellieren von BPMN 2.0-Modellen.	
Ich fühle mich sicher im Verstehen von BPMN 2.0-Modellen.	

Tabelle 3.2: Umfrage Teil 1

### 3 Planung und Definition der Studie

---

<b>Frage</b>	<b>Antwort</b>
Was ist laut Modell der erste Schritt bei einem Hausbau?	Freies Textfeld
Welcher Schritt folgt laut Modell, nachdem die Genehmigung beantragt und bewilligt wurde?	Freies Textfeld
Welcher Schritt folgt laut Modell, falls der Kredit nicht bewilligt wird?	Freies Textfeld
Welcher Schritt erfolgt laut Modell, bevor das Haus bezogen werden kann?	Freies Textfeld
In welchem Fall/welchen Fällen ist laut Modell ein Hausbau nicht möglich?	Freies Textfeld
Wie endet der Prozess?	Freies Textfeld

Tabelle 3.3: Umfrage Teil 2

<b>Frage</b>	<b>Antwort</b>
Was ist laut Modell der erste Schritt bei der Urlaubsplanung?	Freies Textfeld
Welcher Schritt folgt laut Modell, nachdem die Packliste erstellt wurde?	Freies Textfeld
Welcher Schritt folgt laut Modell, falls kein Flug verfügbar ist?	Freies Textfeld
Welcher Schritt folgt laut Modell, nachdem die Versicherung abgeschlossen wurde?	Freies Textfeld
Welcher Schritt erfolgt laut Modell, bevor eine genaue Destination festgelegt wird?	Freies Textfeld
Wie endet der Prozess?	Freies Textfeld

Tabelle 3.4: Umfrage Teil 3

Status einer Skala von 1 bis 10 zuordnen.
Bei diesem Modell musste ich viele Dinge gleichzeitig im Kopf bearbeiten.
Dieses Modell war sehr komplex.
Bei diesem Modell musste ich selbst aktiv nachdenken.
Bei diesem Modell musste ich intensiv überlegen, wie einzelne Dinge gemeint sind.
Bei diesem Modell ist es mühsam, die wichtigsten Informationen zu erkennen.
Die Darstellung in diesem Modell ist ungünstig, um wirklich etwas zu lernen.
Bei diesem Modell ist es schwer, die zentralen Inhalte miteinander in Verbindung zu bringen.

Tabelle 3.5: Umfrage Teil 4

Frage	Antwort
Welches Modell ist für Sie am verständlichsten?	Auswahl zwischen Modell 1, Modell 2, Modell 3, Modell 4
Warum ist dieses Modell für Sie am verständlichsten?	Freies Textfeld
Welches Modell ist für Sie am wenigsten verständlich?	Auswahl zwischen Modell 1, Modell 2, Modell 3, Modell 4
Warum ist dieses Modell für Sie am wenigsten verständlich?	Freies Textfeld

Tabelle 3.6: Umfrage Teil 5

### 3.5 Gestaltung der Studie

Die Variablen und die Hypothesen wurden für die Studie festgelegt. Im nächsten Schritt muss die Studie nun gestaltet werden. Dabei müssen verschiedene Aspekte berücksichtigt werden. Die wichtigsten Prinzipien bei der Gestaltung sind: Randomisierung, Blockierung und Balance [52].

**Randomisierung:** Bei der Analyse mit statistischen Methoden wird angenommen, dass die Beobachtungen aus unabhängigen, zufälligen Variablen stammen. Damit man dieser Annahme gerecht wird, muss Randomisierung verwendet werden. Diese zielt sowohl auf die zufällige Zuordnung der Objekte, als auch der Teilnehmenden ab. Die repräsentative Wahl der Teilnehmer sollte auch zufällig erfolgen.

Die Auswahl der Personen erfolgte lediglich nach dem Kriterium, dass Grundkenntnisse über die Prozessmodellierung und BPMN 2.0 vorhanden sind. Die Zuordnung des ersten Objekts (Hausbaumodell) erfolgte zufällig, die Zuordnung des zweiten Objekts (Urlaubsmodell) erfolgte je nachdem, welches erste Objekt (welche Farbvariante des Hausbaumodells) gezeigt wurde. In Tabelle 3.7 ist das Prinzip der Modellzuordnung ersichtlich:

Modell 1: Hausbau	Modell 2: Urlaubsplanung
Hausbaumodell 4	Urlaubsmodell 1 oder 3
Hausbaumodell 3	Urlaubsmodell 1 oder 2 oder 4
Hausbaumodell 2	Urlaubsmodell 1 oder 3 oder 4
Hausbaumodell 1	Urlaubsmodell 2 oder 4

Tabelle 3.7: Zufallsauswahl der Modelle

**Blockierung:** Oft gibt es verschiedene Faktoren, die die Antworten eines Teilnehmers beeinflussen, an deren Einfluss wir jedoch nicht interessiert sind. Falls dieser Effekt bekannt ist und kontrolliert werden kann, kann bei der Gestaltung der Studie dieser unerwünschte Effekt entfernt werden, beziehungsweise der Zusammenhang zu diesem Faktor wird nicht betrachtet.

**Balance:** Für eine ausgewogene Gestaltung der Studie, werden die Probanden gleichmäßig auf die verschiedenen Fälle (Farbanteile des Prozessmodells) verteilt. Dies ist für die statistische Analyse wünschenswert, aber nicht unbedingt notwendig.

### 3.6 Risikoanalyse

Verschiedene Faktoren können eine Studie beeinflussen und müssen daher bereits bei der Planung miteinbezogen werden. Es kann zwischen drei verschiedenen Gütekriterien unterschieden werden: Objektivität, Reliabilität und Validität [47].

**Objektivität:** Eine Studie ist objektiv, wenn die Ergebnisse unabhängig von der Person sind, die die Studie durchführt, das heißt würde eine andere Person dieselbe

Studie durchführen, würde sie die gleichen Resultate erhalten. Durch die Wahrung der Anonymität wurde versucht zu gewährleisten, dass die Teilnehmer nicht durch Gefühle oder Voreingenommenheit beeinflusst werden.

**Reliabilität:** Reliabilität bezieht sich auf die Zuverlässigkeit und Replizierbarkeit einer Messung. Bei wiederholter Durchführung der Messung mit identischem Konzept, sollen die Ergebnisse gleich sein.

**Validität:**

- *Schlussfolgerungvalidität:* Hierbei geht es um die Feststellung, dass es einen statistischen Zusammenhang gibt. Sie beschäftigt sich außerdem mit der Auswahl statistischer Tests, der Wahl der Stichprobengröße und mit den allgemeinen Punkten, auf die bei einer Messung geachtet werden sollte.
- *Interne Validität:* Wenn ein Zusammenhang festgestellt werden kann, muss sichergestellt werden, dass es sich um einen kausalen Zusammenhang handelt und nicht durch einen Faktor entsteht, den wir nicht kontrollieren können oder gar nicht untersuchen. Die Auswahl der Teilnehmenden und ihr Verhalten während der Studie beeinflussen die interne Validität, da diese Faktoren in den Ergebnissen der Studie ein Verhalten zeigen können, das von störenden Faktoren kommen kann und nicht unbedingt von der Studie. In dieser Studie wurden zwei thematisch verschiedene Prozessmodelle verwendet, damit das Ergebnis unabhängig vom Modell ist. Die erstellten Prozessmodelle sind möglichst einfach gehalten und bestehen nur aus Events, Aktivitäten, Gateways und Sequenzflüssen, damit ein Grundwissen in BPMN 2.0 ausreichend ist, um sie lesen und verstehen zu können.
- *Konstruktvalidität:* Die Beziehung zwischen der Theorie und der Beobachtung wird durch diese Validität beschrieben. Bedrohungen für die Konstruktvalidität beziehen sich auf das Ausmaß, in dem die Studie tatsächlich das untersuchte Konstrukt widerspiegelt. Um den Grad an Expertise feststellen zu können, wurde den Probanden Fragen gestellt und sie sollten ihren Status über ihre Kenntnisse einer Skala zuordnen. Die Fragen zielten auf die Anzahl an Jahren ab, in denen sie bereits Erfahrungen mit Prozessmodellen sammeln konnten und auf die Anzahl der Modelle im letzten Jahr, mit denen man sich beschäftigt hat.

- *Externe Validität:* Die externe Validität kann als Möglichkeit der Verallgemeinerung der Studie gesehen werden. Sie wird sowohl von der gesamten Gestaltung, als auch von der Wahl der Objekte und Teilnehmer der Studie beeinflusst. Die größten Risiken sind hierbei die falsche Wahl der Probanden, die Durchführung der Studie in einer falschen Umgebung und die Durchführung zu einer schlechten Zeit. Dies alles kann Einfluss auf die Ergebnisse der Studie haben. Die Online-Studie wurde von Einzelpersonen durchgeführt, sodass es zu keiner Beeinflussung durch andere Teilnehmer kommt.

## 4 Ablauf der Studie

Um Daten für die Auswertung sammeln zu können, muss die geplante und vorbereitete Studie durchgeführt werden. Den Probanden wurde der Link der Online-Umfrage zur Verfügung gestellt. Der Ablauf der Studie besteht aus drei Schritten und ist in Abbildung 5.1 zu sehen: Vorbereitung, Durchführung und Datenauswertung.

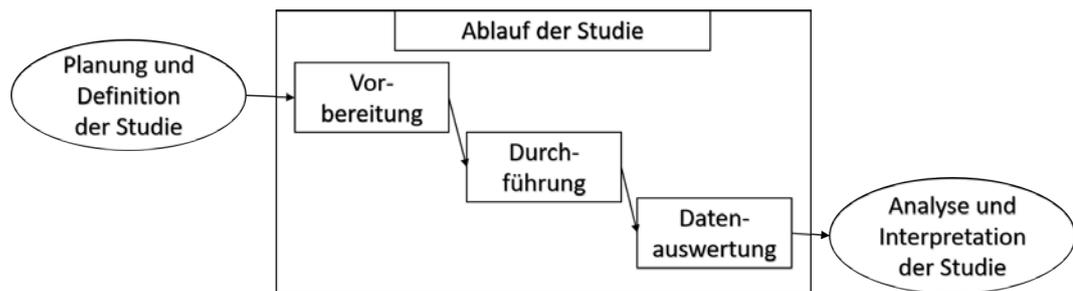


Abbildung 4.1: Ablauf der Studie

### 4.1 Vorbereitung der Studie

Nachdem die Prozessmodelle und der Fragenkatalog fertig waren, wurde die Online-Umfrage erstellt. Bevor die Umfrage für andere zugänglich gemacht wurde, haben zwei Studenten diese durchgeführt, um mögliche Fehler aufzudecken, Unklarheiten zu beseitigen und technische Funktionen, wie zum Beispiel die Auswertung, zu testen.

Anschließend wurde die Studie gestartet und der Link wurde Studenten und akademischen Mitarbeitern des DBIS-Instituts zur Verfügung gestellt.

## 4.2 Durchführung der Studie

Die Daten der Studie wurden in einer Online-Umfrage gesammelt. Die Umfrage war vom 02.06.2020 bis zum 28.06.2020 freigeschaltet. Die Durchführung der Online-Umfrage dauert pro Teilnehmer circa 15 Minuten. Der Ablauf der Studie wird in Tabelle 4.2 schematisch dargestellt.

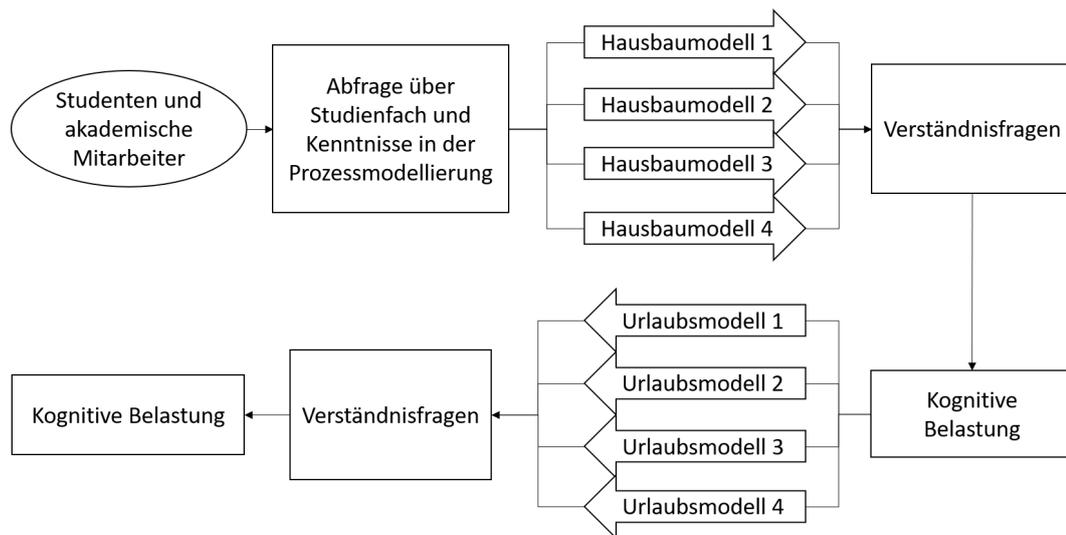


Abbildung 4.2: Ablauf der Studie

## 4.3 Datenauswertung

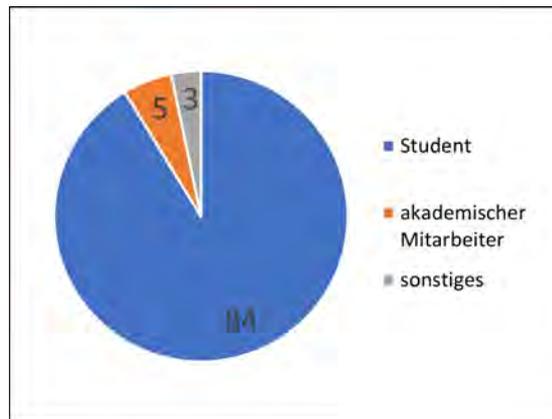
Nach Beendigung der Studie, wurden die Daten von 97 Teilnehmern zur Auswertung gesammelt und exportiert.

Anschließend musste überprüft werden, ob alle Angaben verwendbar sind. Die Werte von fünf Teilnehmern konnten nicht verwendet werden, weil sie die Studie nicht vollständig durchgeführt haben.

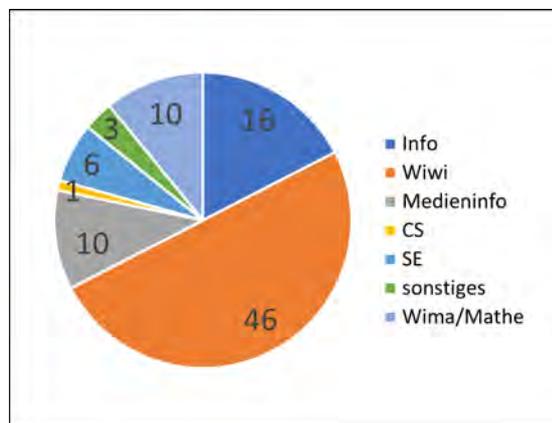
Die Daten dieser Teilnehmer wurden eliminiert. Die Antworten der restlichen 92 Teilnehmern wurden aufbereitet und ausgewertet. Unter diesen Teilnehmern waren 84 Studenten, fünf akademische Mitarbeiter und drei mit sonstigem Arbeitsstatus. Die Mehrheit der Teilnehmer (46) gehört der Fachrichtung Wirtschaftswissenschaften an. 16 Teilnehmer kommen aus der Informatik, 10 aus der Medieninformatik, 10 aus

dem Bereich Mathematik/Wirtschaftsmathematik, 6 aus Software Engineering, ein Teilnehmer aus Computer Science und drei aus sonstigen Bereichen. Wie bereits zuvor erwähnt und in der Studie gefordert, haben alle zumindest Grundkenntnisse in BPMN 2.0. Die Hälfte der Probanden konnte als Experte klassifiziert werden, die andere Hälfte als Novizen. Die Verteilung der Probanden ist in Abbildung 4.3, sowie in Anhang C, Tabelle C.1 bis C.8, ersichtlich.

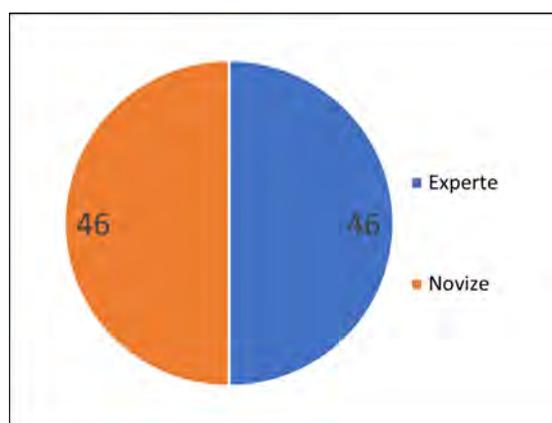
#### 4 Ablauf der Studie



(a) Arbeitsstatus



(b) Studienfach



(c) Expertise

Abbildung 4.3: Datenauswertung

# 5 Analyse und Interpretation der Studie

Nachdem die Daten während der Studie gesammelt wurden, müssen diese nun ausgewertet und interpretiert werden, um Schlüsse daraus ziehen zu können. Die quantitative Interpretation kann in drei Schritten durchgeführt werden. Abbildung 5.1 gibt einen Überblick über dieses Kapitel.

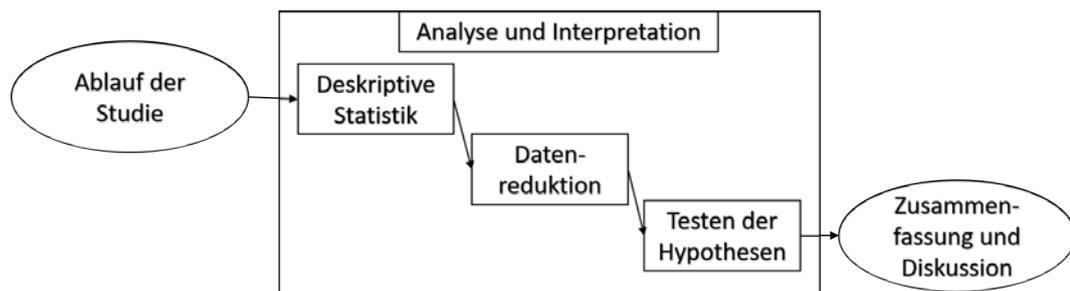


Abbildung 5.1: Analyse und Interpretation der Studie

Es wird damit begonnen die Daten anhand von deskriptiven Statistiken zu charakterisieren. Danach erfolgt die Datenreduktion. In diesem Schritt werden falsche oder unstimme Daten herausgenommen. Zum Schluss erfolgt das Testen der Hypothesen. Hier werden die Daten analysiert, damit die Hypothesen der Studie statistisch evaluiert werden können. Im Folgenden werden diese einzelnen Schritte genauer betrachtet.

## 5.1 Analyse der Rohdaten und deskriptive Statistik

Zunächst müssen die Rohdaten numerisch aufbereitet werden, damit eine Analyse mittels SPSS möglich ist. Dafür werden den Modellen mit den unterschiedlichen Farbvarianten Nummern mit eins bis vier zugewiesen:

- Modell 1: schwarz-weiß (siehe Anhang A - Abb. A.1 und A.5)
- Modell 2: farbige Events (siehe Anhang A - Abb. A.2 und A.6)
- Modell 3: farbige Events und Gateways (siehe Anhang A - Abb. A.3 und A.7)
- Modell 4: komplett farbig (siehe Anhang A - Abb. A.4 und A.8)

Außerdem werden die korrekten Antworten aufsummiert. Für die kognitiven Belastungen wird jeweils der Durchschnitt der angegebenen Antworten berechnet. Um die Teilnehmer in Experten und Novizen einzuordnen, wird zunächst der Median über die zugehörigen Antworten berechnet. Anhand dieses Wertes erfolgt die Einordnung. Die Teilnehmer mit Werten über dem Median werden als Experten und die darunter als Novizen eingeteilt.

Die deskriptive Statistik verschafft einen ersten Überblick über die Ergebnisse der Studie. Die Daten sind aufbereitet in einer Tabelle oder Diagrammen sichtbar. Die Tabellen 5.1 bis 5.8 beinhalten Mittelwert, Standardabweichung, Standardfehler, die Unter- beziehungsweise Obergrenze für das 95% Konfidenzintervall des Mittelwerts, sowie minimale und maximale Werte. Die Werte sind jeweils für die verschiedenen Farbmodelle ersichtlich. Mit Hilfe der deskriptiven Statistik wird ein Eindruck über die Verteilung der Daten vermittelt.

## 5 Analyse und Interpretation der Studie

Deskriptive Statistik Hausbaumodelle									
		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler	95% Konfidenzintervall des		Min	Max
						Untergrenze	Obergrenze		
Anzahl korrekter Antworten	1	26	4,615	0,4756	0,0933	4,423	4,807	3,5	5
	2	19	4,658	0,5015	0,115	4,416	4,9	3	5
	3	23	4,522	0,7148	0,149	4,213	4,831	2,5	5
	4	24	4,042	0,5695	0,1162	3,801	4,282	3	5
	Gesamt	92	4,451	0,616	0,0642	4,324	4,579	2,5	5
Bearbeitungs-dauer	1	26	615,15	1573,732	308,634	-20,49	1250,8	91	8283
	2	19	274,32	111,509	25,582	220,57	328,06	126	481
	3	23	341	235,558	49,117	239,14	442,86	160	1329
	4	24	272	114,689	23,411	223,57	320,43	128	657
	Gesamt	92	386,71	849,199	88,535	210,84	562,57	91	8283
ICL	1	26	2,923	1,3393	0,2627	2,382	3,464	1	5,5
	2	19	3,263	1,5218	0,3491	2,53	3,997	1	7
	3	23	2,652	1,2652	0,2638	2,105	3,199	1	4,5
	4	24	2,458	1,0521	0,2148	2,014	2,903	1	4,5
	Gesamt	92	2,804	1,305	0,1361	2,534	3,075	1	7
GCL	1	26	3,019	1,7634	0,3458	2,307	3,731	1	7
	2	19	3,158	1,6919	0,3882	2,342	3,973	1	8
	3	23	2,891	1,9596	0,4086	2,044	3,739	1	7,5
	4	24	2,771	1,2682	0,2589	2,235	3,306	1	6
	Gesamt	92	2,951	1,6658	0,1737	2,606	3,296	1	8
ECL	1	26	3,051	1,571	0,308	2,417	3,686	1	7
	2	19	4,281	2,623	0,602	3,016	5,545	1	10
	3	23	2,812	2,045	0,426	1,927	3,696	1,000	9
	4	24	2,278	0,910	0,186	1,894	2,662	1	4,000
	Gesamt	92	3,043	1,936	0,202	2,643	3,444	1	10

Tabelle 5.1: Deskriptive Statistik Hausbaumodelle

Bereits auf den ersten Blick werden für fast alle untersuchten Variablen unterschiedliche Werte für die Mittelwerte und Standardabweichungen der verschiedenen Farbmodelle (siehe Tabelle 5.1) erkannt. Modell eins und zwei weisen eine höhere Anzahl an korrekten Antworten auf, als Modell drei und vier. Vor allem in der Bearbeitungsdauer sind deutliche Unterschiede feststellbar. Wenn das Hausbaumodell betrachtet wird, kann erkannt werden, dass das Farbmodell eins (schwarz-weiß) eine durchschnittliche Bearbeitungsdauer von 615,15 Sekunden aufweist, Modell vier (komplett farbig) jedoch nur eine Bearbeitungsdauer von 272 Sekunden. Ein ähnliches Verhalten ist auch festzustellen, wenn die kognitive Belastung betrachtet wird. Bei jeder der drei Belastungsarten im Hausbaumodell hat das Modell vier den geringsten Wert und verursacht damit die geringste kognitive Belastung.

## 5 Analyse und Interpretation der Studie

Deskriptive Statistik Urlaubsmodelle									
		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler	95% Konfidenzintervall des		Min	Max
						Untergrenze	Obergrenze		
Anzahl korrekter Antworten	1	24	5,708	0,2918	0,0596	5,585	5,832	5	6
	2	20	5,075	0,4667	0,1043	4,857	5,293	4	6
	3	19	5,711	0,4508	0,1034	5,493	5,928	5	6
	4	29	5,759	0,4355	0,0809	5,593	5,924	4,5	6
	Gesamt	92	5,587	0,4895	0,051	5,486	5,688	4	6
Bearbeitungs-dauer	1	24	225,79	248,326	50,689	120,93	330,65	2	1215
	2	20	265,6	220,458	49,296	162,42	368,78	114	1166
	3	19	184,74	56,504	12,963	157,5	211,97	116	321
	4	29	229,83	68,512	12,722	203,77	255,89	67	372
	Gesamt	92	227,24	168,856	17,604	192,27	262,21	2	1215
ICL	1	24	3,208	1,1025	0,2251	2,743	3,674	1	5,5
	2	20	2,875	1,8699	0,4181	2	3,75	1	7
	3	19	2,789	1,9952	0,4577	1,828	3,751	1	10
	4	29	3	1,6797	0,3119	2,361	3,639	1	8
	Gesamt	92	2,984	1,6483	0,1718	2,642	3,325	1	10
GCL	1	24	3,333	1,3567	0,2769	2,76	3,906	1,5	6
	2	20	3,125	2,1817	0,4878	2,104	4,146	1	7,5
	3	19	2,816	1,8724	0,4296	1,913	3,718	1	9
	4	29	3,155	1,8997	0,3528	2,433	3,878	1	8
	Gesamt	92	3,125	1,8151	0,1892	2,749	3,501	1	9
ECL	1	24	4,111	1,854	0,378	3,328	4,894	1	8
	2	20	3,117	2,241	0,501	2,068	4,165	1	8
	3	19	3,351	2,074	0,476	2,351	4,351	1,333	10
	4	29	3,172	1,878	0,349	2,458	3,887	1	7,667
	Gesamt	92	3,442	2,005	0,209	3,027	3,857	1	10

Tabelle 5.2: Deskriptive Statistik Urlaubsmodelle

Werden die Werte für das Urlaubsmodell (siehe Tabelle 5.2) betrachtet, lässt sich kein identisches Verhalten feststellen. Modell vier hat hier mit 5,759 den höchsten Mittelwert für korrekte Antworten und Modell zwei hat im Gegensatz zu allen anderen Varianten eine deutlich niedrigere Anzahl. Bei diesem Modell weist das Farbmodell drei, bei dem lediglich die Events und Gateways farblich sind, die kürzeste Bearbeitungsdauer und die niedrigste kognitive Belastung auf. Die höchste Bearbeitungsdauer zeigt Modell zwei und die höchste kognitive Belastung Modell eins (schwarz-weiß).

## 5 Analyse und Interpretation der Studie

Deskriptive Statistik Hausbaumodelle Expertise									
		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts		Min	Max
						Untergrenze	Obergrenze		
Anzahl korrekter Antworten	0	46	4,304	0,6366	0,0939	4,115	4,493	2,5	5
	1	46	4,598	0,5639	0,0831	4,43	4,765	2,5	5
	Gesamt	92	4,451	0,616	0,0642	4,324	4,579	2,5	5
Bearbeitungs-dauer	0	46	269,96	103,525	15,264	239,21	300,7	91	549
	1	46	503,46	1191,52	175,68	149,62	857,29	128	8283
	Gesamt	92	386,71	849,199	88,535	210,84	562,57	91	8283
ICL	0	46	2,902	1,3022	0,192	2,515	3,289	1	7
	1	46	2,707	1,3148	0,1939	2,316	3,097	1	6
	Gesamt	92	2,804	1,305	0,1361	2,534	3,075	1	7
GCL	0	46	3,12	1,6706	0,2463	2,623	3,616	1	8
	1	46	2,783	1,6622	0,2451	2,289	3,276	1	7,5
	Gesamt	92	2,951	1,6658	0,1737	2,606	3,296	1	8
ECL	0	46	3,080	1,970	0,291	2,495	3,665	1	10
	1	46	3,007	1,921	0,283	2,437	3,578	1	9,333
	Gesamt	92	3,043	1,936	0,202	2,643	3,444	1	10

Tabelle 5.3: Deskriptive Statistik Expertise Hausbaumodelle

Wird die Expertise verglichen (siehe Tabelle 5.3), kann festgestellt werden, dass der Mittelwert der Summe der korrekten Antworten für Experten etwas höher ist. Jedoch ist die durchschnittliche Bearbeitungs-dauer für Experten fast doppelt so hoch. Der durchschnittliche GCL ist für Experten etwas niedriger.

## 5 Analyse und Interpretation der Studie

Deskriptive Statistik Urlaubsmodelle Expertise									
		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts		Min	Max
						Untergrenze	Obergrenze		
Anzahl korrekter Antworten	0	46	5,511	0,5425	0,08	5,35	5,672	4	6
	1	46	5,663	0,4224	0,0623	5,538	5,788	5	6
	Gesamt	92	5,587	0,4895	0,051	5,486	5,688	4	6
Bearbeitungs-dauer	0	46	235,070	176,433	26,014	182,670	287,460	2	1215
	1	46	219,410	162,495	23,959	171,160	267,670	2	1166
	Gesamt	92	227,240	168,856	17,604	192,270	262,210	2	1215
ICL	0	46	3,12	1,6904	0,2492	2,618	3,622	1	10
	1	46	2,848	1,612	0,2377	2,369	3,327	1	8
	Gesamt	92	2,984	1,6483	0,1718	2,642	3,325	1	10
GCL	0	46	3,228	1,7723	0,2613	2,702	3,755	1	9
	1	46	3,022	1,8707	0,2758	2,466	3,577	1	7,5
	Gesamt	92	3,125	1,8151	0,1892	2,749	3,501	1	9
ECL	0	46	3,579710145	2,010386343	0,296415295	2,982699095	4,176721195	1	10
	1	46	3,304347826	2,012094403	0,296667135	2,706829545	3,901866108	1	8
	Gesamt	92	3,442028986	2,004944252	0,209029888	3,026816791	3,85724118	1	10

Tabelle 5.4: Deskriptive Statistik Expertise Urlaubsmodelle

Wird die Expertise für die Urlaubsmodelle (siehe Tabelle 5.4) verglichen, kann festgestellt werden, dass der Mittelwert der Summe der korrekten Antworten für Experten auch hier etwas höher ist. Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer ist für Novizen etwas höher als für Experten. Die durchschnittliche kognitive Belastung ist für Experten jeweils etwas niedriger.

Um herausfinden zu können, ob für Experten und Novizen auch ein Unterschied zwischen den verschiedenen Farbvarianten erkennbar ist, wird jeweils die deskriptive Statistik für Novizen und Experten separat betrachtet.

## 5 Analyse und Interpretation der Studie

Deskriptive Statistik Hausbaumodelle für Novizen

		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Anzahl korrekter Antworten	1	13	4,5	0,5	0,1387	4,198	4,802	3,5	5
	2	8	4,438	0,6781	0,2397	3,871	5,004	3	5
	3	10	4,35	0,7472	0,2363	3,815	4,885	2,5	5
	4	15	4,033	0,6114	0,1579	3,695	4,372	3	5
	Gesamt	46	4,304	0,6366	0,0939	4,115	4,493	2,5	5
Bearbeitungs-dauer	1	13	289,62	121,62	33,731	216,12	363,11	91	519
	2	8	225,63	111,732	39,503	132,21	319,04	126	481
	3	10	300,2	96,266	30,442	231,34	369,06	216	549
	4	15	256,4	85,081	21,968	209,28	303,52	153	425
	Gesamt	46	269,96	103,525	15,264	239,21	300,7	91	549
ICL	1	13	3,231	1,3937	0,3865	2,389	4,073	1	5,5
	2	8	3,25	1,669	0,5901	1,855	4,645	1,5	7
	3	10	2,6	1,3081	0,4137	1,664	3,536	1	4,5
	4	15	2,633	0,9904	0,2557	2,085	3,182	1	4,5
	Gesamt	46	2,902	1,3022	0,192	2,515	3,289	1	7
GCL	1	13	3,615	1,8614	0,5163	2,491	4,74	1	7
	2	8	3,188	2,0863	0,7376	1,443	4,932	1,5	8
	3	10	2,55	1,4804	0,4682	1,491	3,609	1	4,5
	4	15	3,033	1,3947	0,3601	2,261	3,806	1	6
	Gesamt	46	3,12	1,6706	0,2463	2,623	3,616	1	8
ECL	1	13	3,2821	1,9044	0,5282	2,1312	4,4329	1	7
	2	8	4,9167	3,0381	1,0741	2,3767	7,4566	1,333	10
	3	10	2,5	1,34486	0,42528	1,53795	3,46205	1	4
	4	15	2,3111	0,8680	0,2241	1,8304	2,7918	1	3,667
	Gesamt	46	3,0797	1,9704	0,2905	2,4946	3,6648	1	10

Tabelle 5.5: Deskriptive Statistik für Novizen Hausbaumodelle

Wird die Tabelle der Hausbaumodelle für Novizen betrachtet (siehe Tabelle 5.5), ist der Mittelwert der Summe der korrekten Antworten für Modell vier am niedrigsten, mit 4,033 und für Modell eins am höchsten (4,500). Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer ist für Modell drei am höchsten, mit 300,20 und für Modell zwei mit 225,63 am niedrigsten. Der durchschnittliche ICL und GCL sind für Modell eins am höchsten und Modell drei am niedrigsten. Der durchschnittliche ECL beträgt für Modell zwei 4,916 und ist damit deutlich höher als bei den anderen Varianten.

## 5 Analyse und Interpretation der Studie

**Deskriptive Statistik für Novizen Urlaubsmodelle**

		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler	95% Konfidenzintervall des Mittelwerts		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Anzahl korrekter Antworten	1	15	5,7	0,2535	0,0655	5,56	5,84	5,5	6
	2	11	4,955	0,4719	0,1423	4,637	5,272	4	6
	3	10	5,7	0,483	0,1528	5,354	6,046	5	6
	4	10	5,65	0,6258	0,1979	5,202	6,098	4,5	6
	Gesamt	46	5,511	0,5425	0,08	5,35	5,672	4	6
Bearbeitungs-dauer	1	15	284,2	292,853	75,614	122,02	446,38	2	1215
	2	11	223,18	57,922	17,464	184,27	262,09	143	338
	3	10	201,6	69,123	21,859	152,15	251,05	119	321
	4	10	207,9	86,418	27,328	146,08	269,72	67	372
	Gesamt	46	235,07	176,433	26,014	182,67	287,46	2	1215
ICL	1	15	3,3	1,1772	0,3039	2,648	3,952	1	5,5
	2	11	2,409	1,3568	0,4091	1,498	3,321	1	5
	3	10	3,05	2,6082	0,8248	1,184	4,916	1	10
	4	10	3,7	1,4944	0,4726	2,631	4,769	1	6
	Gesamt	46	3,12	1,6904	0,2492	2,618	3,622	1	10
GCL	1	15	3,467	1,4326	0,3699	2,673	4,26	1,5	6
	2	11	2,636	1,5507	0,4675	1,595	3,678	1	6,5
	3	10	2,9	2,246	0,7102	1,293	4,507	1	9
	4	10	3,85	1,93	0,6103	2,469	5,231	1,5	8
	Gesamt	46	3,228	1,7723	0,2613	2,702	3,755	1	9
ECL	1	15	4,0222	1,9043	0,4917	2,9676	5,0768	1	7
	2	11	2,6667	1,4530	0,4381	1,6906	3,6428	1,000	6,33333333
	3	10	3,8333333	2,66319	0,84218	1,92820	5,73847	1,33333333	10
	4	10	3,6667	1,9245	0,6086	2,2900	5,0434	1	7,333
	Gesamt	46	3,5797	2,0104	0,2964	2,9827	4,1767	1	10

Tabelle 5.6: Deskriptive Statistik für Novizen Urlaubsmodelle

In der Tabelle der Urlaubsmodelle für Novizen (siehe Tabelle 5.6) kann festgestellt werden, dass die Summe der korrekten Antworten für Modell zwei am niedrigsten ist. Dies ist auch der Fall für Experten (5,222). Bei Experten ist der höchste Wert bei Modell vier gegeben (5,816). Die durchschnittliche Bearbeitungsdauer ist bei Novizen für Modell eins am höchsten und für Modell drei und vier deutlich niedriger.

## 5 Analyse und Interpretation der Studie

Deskriptive Statistik Hausbaumodelle Experten									
		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler	95% Konfidenzintervall		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Anzahl korrekter Antworten	1	13	4,731	0,4385	0,1216	4,466	4,996	3,5	5
	2	11	4,818	0,2523	0,0761	4,649	4,988	4,5	5
	3	13	4,654	0,6887	0,191	4,238	5,07	2,5	5
	4	9	4,056	0,527	0,1757	3,65	4,461	3	5
	Gesamt	46	4,598	0,5639	0,0831	4,43	4,765	2,5	5
Bearbeitungs-dauer	1	13	940,69	2217,036	614,895	-399,05	2280,43	171	8283
	2	11	309,73	101,818	30,699	241,33	378,13	134	463
	3	13	372,38	303,846	84,272	188,77	556	160	1329
	4	9	298	154,698	51,566	179,09	416,91	128	657
	Gesamt	46	503,46	1191,52	175,68	149,62	857,29	128	8283
ICL	1	13	2,615	1,2609	0,3497	1,853	3,377	1	5
	2	11	3,273	1,4894	0,4491	2,272	4,273	1	6
	3	13	2,692	1,2835	0,356	1,917	3,468	1	4,5
	4	9	2,167	1,1456	0,3819	1,286	3,047	1	4,5
	Gesamt	46	2,707	1,3148	0,1939	2,316	3,097	1	6
GCL	1	13	2,423	1,4979	0,4154	1,518	3,328	1	6
	2	11	3,136	1,4507	0,4374	2,162	4,111	1	5
	3	13	3,154	2,2857	0,6339	1,773	4,535	1	7,5
	4	9	2,333	0,9354	0,3118	1,614	3,052	1,5	4,5
	Gesamt	46	2,783	1,6622	0,2451	2,289	3,276	1	7,5
ECL	1	13	2,821	1,183	0,328	2,105	3,536	1	5
	2	11	3,818	2,316	0,698	2,262	5,374	1	7,667
	3	13	3,051	2,483	0,689	1,551	4,552	1	9,333
	4	9	2,222	1,027	0,342	1,432	3,012	1	4
	Gesamt	46	3,007	1,921	0,283	2,437	3,578	1	9,333

Tabelle 5.7: Deskriptive Statistik für Experten Hausbaumodelle

Im Vergleich dazu wird die Tabelle für Experten betrachtet (siehe Tabelle 5.7). Auch hier ist, wie bei den Novizen, die Summe der korrekten Antworten für Modell vier, mit 4,056, am niedrigsten, jedoch für Modell zwei am höchsten (4,818). Die durchschnittliche Bearbeitungs-dauer ist für Modell eins mit 940,69 sehr hoch, am niedrigsten ist sie für Modell vier (298). Der ICL und ECL sind hier für Modell zwei am höchsten (3,273), der GCL für Modell drei (3,154). Für Modell vier sind ICL, GCL und ECL am niedrigsten.

## 5 Analyse und Interpretation der Studie

Deskriptive Statistik Urlaubsmodelle Experten									
		N	Mittelwert	Std.-Abweichung	Std.-Fehler	95% Konfidenzintervall		Minimum	Maximum
						Untergrenze	Obergrenze		
Anzahl korrekter Antworten	1	9	5,722	0,3632	0,1211	5,443	6,001	5	6
	2	9	5,222	0,441	0,147	4,883	5,561	5	6
	3	9	5,722	0,441	0,147	5,383	6,061	5	6
	4	19	5,816	0,2986	0,0685	5,672	5,96	5	6
	Gesamt	46	5,663	0,4224	0,0623	5,538	5,788	5	6
Bearbeitungs-dauer	1	9	128,44	100,725	33,575	51,02	205,87	2	272
	2	9	317,44	325,173	108,391	67,49	567,39	114	1166
	3	9	166	32,523	10,841	141	191	116	220
	4	19	241,37	56,213	12,896	214,27	268,46	150	341
	Gesamt	46	219,41	162,495	23,959	171,16	267,67	2	1166
ICL	1	9	3,056	1,0138	0,3379	2,276	3,835	2	4,5
	2	9	3,444	2,3109	0,7703	1,668	5,221	1	7
	3	9	2,5	1,0607	0,3536	1,685	3,315	1	3,5
	4	19	2,632	1,6902	0,3878	1,817	3,446	1	8
	Gesamt	46	2,848	1,612	0,2377	2,369	3,327	1	8
GCL	1	9	3,111	1,2693	0,4231	2,135	4,087	1,5	5
	2	9	3,722	2,7513	0,9171	1,607	5,837	1	7,5
	3	9	2,722	1,4814	0,4938	1,584	3,861	1	5,5
	4	19	2,789	1,8281	0,4194	1,908	3,671	1	7
	Gesamt	46	3,022	1,8707	0,2758	2,466	3,577	1	7,5
ECL	1	9	4,259	1,869	0,623	2,822	5,696	2,33333	8
	2	9	3,667	2,944	0,981	1,404	5,930	1	8,000
	3	9	2,815	1,042	0,347	2,014	3,616	1,66667	4,333
	4	19	2,912	1,852	0,425	2,020	3,805	1	7,66667
	Gesamt	46	3,304	2,012	0,297	2,707	3,902	1	8,000

Tabelle 5.8: Deskriptive Statistik für Experten Urlaubsmodelle

Experten verhalten sich für das Urlaubsmodell (siehe Tabelle 5.8) etwas anders, die durchschnittliche Bearbeitungsdauer ist für diese bei Modell zwei am höchsten (317,44) und für Modell eins am niedrigsten (128,44). Der ICL, ECL und GCL ist für Modell drei jeweils am niedrigsten. Der ICL und GCL ist für Modell zwei am höchsten und der ECL für Modell eins. Bei Experten ist der ICL, GCL und ECL für Modell drei am niedrigsten und der ICL und GCL für Modell zwei am höchsten, der ECL für Modell eins.

Ob ein farbiges Modell im Gegensatz zu einem schwarz-weißen Modell nun eine geringere Bearbeitungsdauer aufweist und eine niedrigere kognitive Belastung verursacht, lässt sich jedoch noch nicht sicher sagen, obwohl die Tabellen den Eindruck erwecken. Um eine statistische Aussage treffen zu können, muss zunächst ein statistischer Test durchgeführt werden (siehe Kap. 5.3).

## 5.2 Reduktion der Daten

Alle Berechnungen, die in Kapitel 5.1 durchgeführt wurden, hängen in starkem Maße von der Qualität der Daten ab. Fehler in den Daten können beispielsweise durch Ausreißer zustande kommen. Ausreißer sind Werte, die sich komplett von allen anderen unterscheiden. Sie können das Ergebnis stark beeinflussen [38]. Die Datenreduktion hängt eng mit der Datenauswertung in Kapitel 4.3 zusammen. In Kapitel 4.3 wurden die Daten im Zusammenhang mit der Durchführung des Experiments auf Validität geprüft. Zum Beispiel wurde identifiziert, ob die Studie bis zum Ende durchgeführt wurde. In diesem Kapitel sollen nicht nur Ausreißer identifiziert werden, die mit der Durchführung der Studie zu tun haben, sondern es werden auch die Ergebnisse und die deskriptive Statistik betrachtet. Boxplot-Diagramme helfen dabei Verteilungen zu visualisieren. Dabei können die Mittelwerte und Ausreißer schnell erkannt werden.

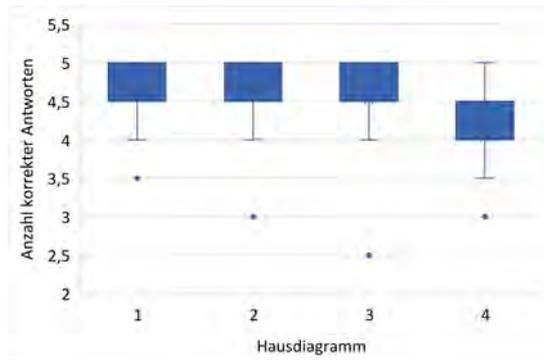
Bei der Summe der korrekten Antworten für das Hausbaudiagramm (siehe Abbildung 5.2) gibt es für jeden Diagrammtyp ein bis drei Ausreißer, die deutlich unter dem Durchschnitt liegen. Auch die verschiedenen kognitiven Belastungen weisen welche auf: Modell zwei und vier des GCL zeigen jeweils einen, der über dem Durchschnitt liegt. Beim ECL ist einer in Modell drei zu finden.

Bei der Bearbeitungsdauer treten auch deutliche Ausreißer auf. Modell eins besitzt eine starke Abweichung, Modell drei und vier jeweils kleinere.

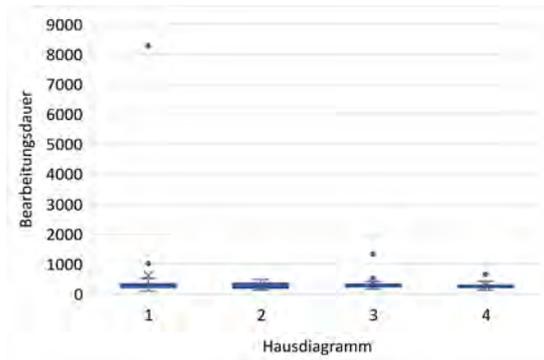
Werden nun die Urlaubsdiagramme (siehe Abbildung 5.3) betrachtet, lassen sich für die Summe der korrekten Antworten für Modell zwei einige starke Ausreißer identifizieren. Diese liegen sowohl deutlich unter als auch über dem Durchschnitt. Auch Modell vier zeigt zwei, die beide unter dem Durchschnitt liegen. Der ICL von Modell zwei und vier hat kleinere Ausreißer, Modell drei einen deutlichen. Alle Ausreißer liegen hier über dem Durchschnitt. Der GCL und ECL hat bei Modell zwei, drei und vier welche, die deutlich über dem Schnitt liegen. Auch die Urlaubsdiagramme haben in der Bearbeitungsdauer starke Abweichungen, vor allem für Modell eins und zwei. Diese liegen weit über dem Durchschnitt.

Im Fall dieser Arbeit, wurden die Ausreißer nicht aus den Daten entfernt, da die Daten korrekt erfasst wurden und diese Werte mitberücksichtigt werden sollen.

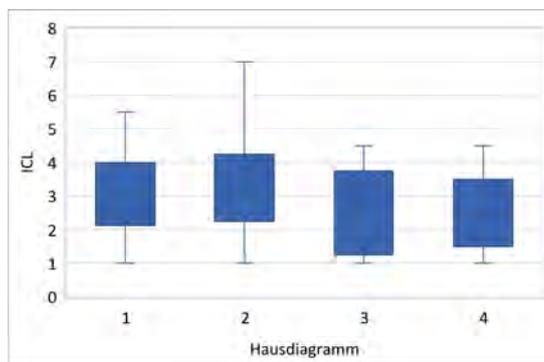
## 5 Analyse und Interpretation der Studie



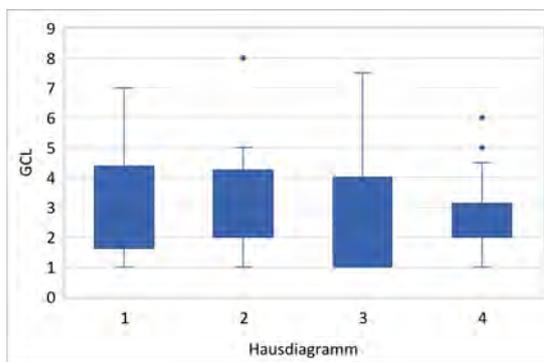
(a) Anzahl korrekter Antworten



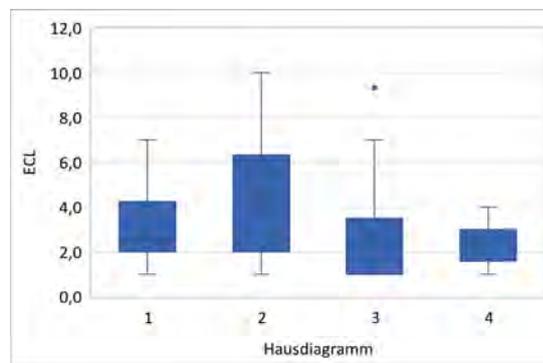
(b) Bearbeitungsdauer



(c) ICL



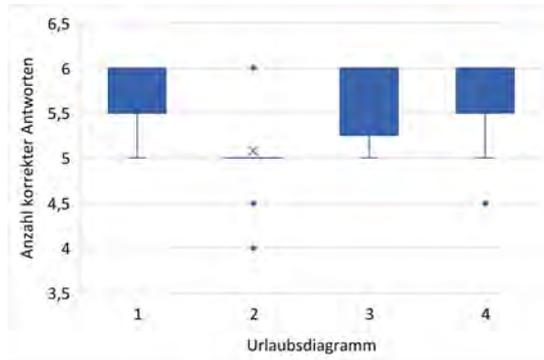
(d) GCL



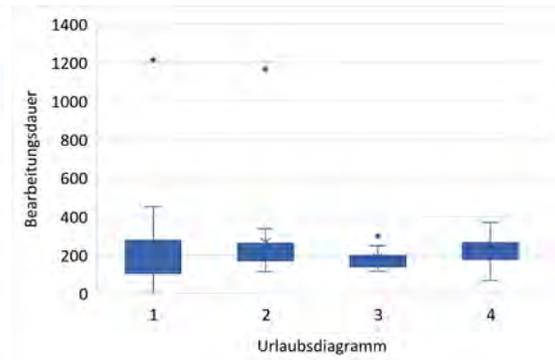
(e) ECL

Abbildung 5.2: Boxplot Hausbaumodelle

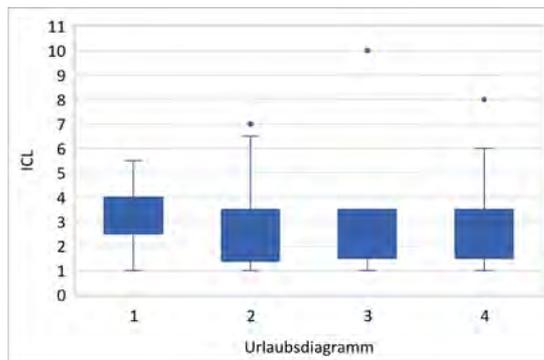
## 5 Analyse und Interpretation der Studie



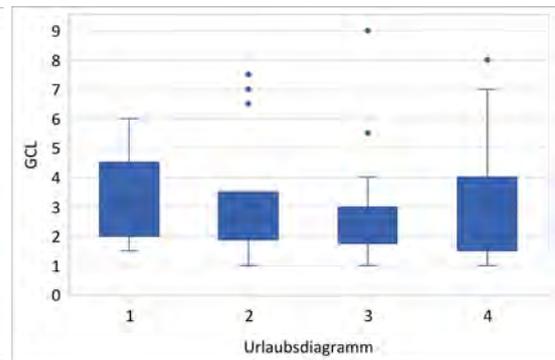
(a) Anzahl korrekter Antworten



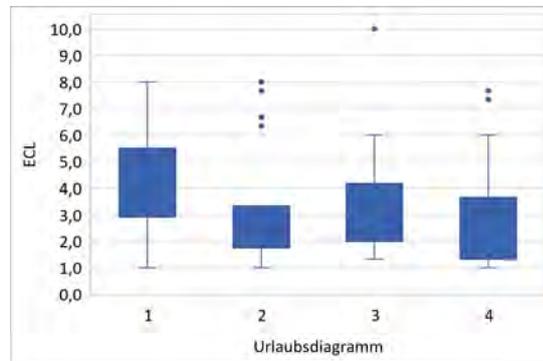
(b) Bearbeitungsdauer



(c) ICL



(d) GCL



(e) ECL

Abbildung 5.3: Boxplot Urlaubsmodelle

### 5.3 Testen der Hypothesen

Beim Testen der Hypothesen soll, mit Hilfe statistischer Verteilungen, festgestellt werden, ob die Nullhypothesen  $H_0$  abgelehnt werden können. Die Nullhypothese beschreibt bestimmte Eigenschaften einer Verteilung. Diese sollen mit einer gegebenen Signifikanz widerlegt werden. Falls die Nullhypothese nicht widerlegt werden kann, kann keine Aussage über die Ergebnisse gemacht werden. Wird sie jedoch widerlegt, kann festgestellt werden, dass die Hypothese mit gegebener Signifikanz falsch ist [52].

Es gibt keinen Hypothesentest, der die Hypothesen mit absoluter Sicherheit auswerten kann. In der Studie wurde eine repräsentative Gruppe und nicht die gesamte Bevölkerung befragt, daher beruhen unsere Daten auf einer Stichprobe und daher ist es mit einer gewissen Wahrscheinlichkeit möglich, dass falsche Schlüsse aus den Daten gezogen werden. Es kann eine Wahrscheinlichkeit bestimmt werden, mit der eine falsche Hypothese akzeptiert wird, das Signifikanzlevel. Mit Hilfe von diesem festgelegten Signifikanzlevel können statistische Tests mit den Daten berechnet werden. Auch die statistischen Tests können in gewisser Weise unwahrscheinlich sein. Es wird zwischen zwei Fehlerarten unterschieden, die auftreten können: Eine wahre Nullhypothese wird fälschlicherweise widerlegt (Typ I) oder eine falsche Nullhypothese wird nicht widerlegt (Typ II). Das Problem ist, dass nicht mit Sicherheit gesagt werden kann, ob  $H_0$  wahr oder falsch ist [38].

Bereits in den deskriptiven Statistiken sind Unterschiede zwischen den verschiedenen Farbvarianten erkennbar. Um die zuvor aufgestellten Hypothesen nun zu testen, wurde zunächst eine ANOVA (einfaktorielle Varianzanalyse) inklusive Post-Hoc-Test (Bonferroni) berechnet. Eine ANOVA ist hilfreich, wenn drei oder mehr Punkte verglichen werden sollen, da sie multiple Unterschiede in einer Analyse aufzeigen kann [38]. Es soll getestet werden ob ein signifikanter Teil der Varianz durch die Gruppenvariable erklärt werden kann. In diesem Fall werden die vier verschiedenfarbigen Prozessmodelle auf Signifikanz geprüft.

Input:  $k = 4$  Gruppen  $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n_1}; x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n_2}; \dots; x_{k1}, x_{k2}, x_{kn_k}$

$H_0$  :  $\mu_{x_1} = \mu_{x_2} = \dots = \mu_{x_k}$

d.h. es wird angenommen, dass alle Mittelwerte gleich sind.

Es wird ein F-Test berechnet mit den Freiheitsgraden  $df_1 = 3$  und  $df_2 = 88$ . Die drei Freiheitsgrade ergeben sich aus der Anzahl der Modelle, jeweils vier ( $= k$ ), minus eins und die 88 aus der Anzahl der Probanden, 92 ( $N = 92$ ), minus die Anzahl an Gruppen ( $k = 4$ ). Die Berechnung des F-Wertes wird in (5.1) dargestellt:

$$F = \frac{\sum_{j=1}^k g_j (\bar{x}_{.j} - \bar{x})^2 / (k - 1)}{\sum_{i=1}^N (x_{ij} - \bar{x}_{.j})^2 / (N - k)} \quad (5.1)$$

Hierbei steht  $g_j$  für die Größe der Gruppe  $j$ ,  $\bar{x}_j$  gibt den Mittelwert der Gruppe  $j$  an. Der Punktindex gibt die Summation über die punktierten Indizes an, zum Beispiel  $x_{.j} = \sum_i x_{ij}$ .

Die Signifikanz beschreibt die Wahrscheinlichkeit, den berechneten F-Wert oder einen größeren zu erhalten. Gefolgert werden kann, dass sich die Mittelwerte voneinander unterscheiden, wenn die Signifikanz unter 0,05 liegt [52].

In den Post-Hoc-Tests werden Mehrfachvergleiche gemacht, um Unterschiede, die signifikant sind, feststellen zu können. So können für alle Gruppen, in diesem Fall Farbvarianten, Vergleiche gebildet werden. Die Bonferroni-Methode berechnet den Vergleich jeder Gruppe auf einem statistischen Signifikanzlevel  $\alpha$  dividiert durch die Anzahl der gemachten Vergleiche [38].

Die ANOVA für die Hausbaumodelle (siehe Anhang D - Tabelle D.1) zeigt, dass es einen signifikanten Unterschied im Zusammenhang der durchschnittlichen Anzahl an korrekten Antworten zwischen den vier Prozessmodellen gibt ( $F(3,88)=5,74$ ;  $p=0,001$ ). Außerdem besteht ein signifikanter Unterschied im Zusammenhang der durchschnittlichen extrinsischen kognitiven Belastung ( $F(3,88)=4,39$ ;  $p=0,006$ ). Es gibt keinen signifikanten Unterschied im Zusammenhang der durchschnittlichen Bearbeitungsdauer ( $p=0,443$ ), der intrinsischen kognitiven Belastung ( $p=0,208$ ) und der germanen kognitiven Belastung ( $p=0,889$ ) zwischen den Modellen.

Um feststellen zu können zwischen welchen Gruppen der signifikante Unterschied im Zusammenhang besteht, wird der Post-Hoc-Test mit Bonferroni betrachtet (siehe Anhang D - Tabelle D.4). Im Zusammenhang der durchschnittlichen Anzahl an korrekten Antworten gibt es einen signifikanten Unterschied zwischen Hausbau-

modell vier und eins ( $p=0,004$ ), zwischen Hausbaumodell vier und zwei ( $p=0,004$ ) und zwischen Hausbaumodell vier und drei ( $p=0,031$ ). Wird dieses Ergebnis mit der Feststellung aus der deskriptiven Statistik verbunden, lässt sich eine Tendenz feststellen: Da die beiden Farbvarianten mit dem höchsten Farbanteil eine niedrigere durchschnittliche Summe an korrekten Antworten haben, kann gefolgert werden, dass zu viel Farbe die Anzahl der korrekten Antworten negativ beeinflusst.

Wird nun der Zusammenhang der durchschnittlichen extrinsischen kognitiven Belastung betrachtet, besteht ein signifikanter Unterschied zwischen Hausbaumodell vier und Hausbaumodell zwei ( $p=0,004$ ). Da die deskriptive Statistik für Hausbaumodell drei und vier im Mittelwert die geringste extrinsische kognitive Belastung aufweist, lässt sich daraus ableiten, dass für die Hausbaumodelle mit mehr Farbanteil die extrinsische kognitive Belastung kleiner ist. Somit scheint Farbe die extrinsische kognitive Belastung zu reduzieren.

Die ANOVA für die Urlaubsmodelle zeigt ebenfalls einen signifikanten Unterschied im Zusammenhang der durchschnittlichen Anzahl der korrekten Antworten zwischen den Urlaubsmodellen ( $F(3,88)=13,125$ ;  $p<0,001$ ). Der Post-Hoc-Test mit Bonferroni (siehe Anhang D - Tabelle D.5) zeigt, dass dieser Effekt zwischen dem Urlaubsmodell zwei und allen anderen Farbvarianten besteht ( $p<0,001$ ). Die deskriptive Statistik weist für Modell zwei eine deutlich niedrigere durchschnittliche Anzahl an korrekten Antworten auf, als für die anderen Farbvarianten. Das Urlaubsmodell mit dem höchsten Farbanteil hat den höchsten Mittelwert, jedoch ist der Mittelwert des schwarz-weißen Urlaubsmodells nicht viel niedriger. Bei den Urlaubsmodellen lässt sich erkennen, dass gar keine Farbe oder ein hoher Farbanteil die Verständlichkeit positiv beeinflusst. Ansonsten ist in den Urlaubsmodellen kein weiterer signifikanter Unterschied vorhanden.

Um nun feststellen zu können inwiefern sich der Farbeinfluss bei Novizen oder Experten unterscheidet, wurde ein T-Test für zwei Stichproben durchgeführt.

Beim T-Test handelt es sich um einen parametrischen Test. Er wird genutzt um die Mittelwerte zweier unabhängiger Gruppen, in diesem Fall Novizen und Experten, miteinander zu vergleichen. Hierbei muss im ersten Schritt der Levene-Test der Varianzgleichheit betrachtet werden, um analysieren zu können, ob die Varianz beider Gruppen gleich ist [52]. Liegt die Signifikanz des Levene-Tests unter 0,05 wird die Nullhypothese, dass die Varianzen gleich sind abgelehnt und es kann angenommen werden, dass die Varianzen beider Gruppen gleich sind.

Input: 2 Gruppen  $x_{11}, x_{12}, \dots, x_{1n_1}; x_{21}, x_{22}, \dots, x_{2n_2}$

$H_0$  :  $\mu_{x_1} = \mu_{x_2}$ , d.h. es wird angenommen, dass die Mittelwerte gleich sind.

$$T = \frac{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}{S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2}} \quad (5.2)$$

$$S_{\bar{x}_1 - \bar{x}_2} = S_p \sqrt{\frac{1}{n_1} + \frac{1}{n_2}} \quad (5.3)$$

$$S_p = \sqrt{\frac{(n_1 - 1)s_1^2 + (n_2 - 1)s_2^2}{df}} \quad (5.4)$$

$$df = n_1 + n_2 - 2 \quad (5.5)$$

$\bar{x}_1$  steht für den Mittelwert der ersten Gruppe, in diesem Fall Novizen, und  $\bar{x}_2$  für den Mittelwert der zweiten Gruppe, Experten.  $n_1$  beziehungsweise  $n_2$  gibt die Gruppengröße an. Hier sind beide Gruppen mit 46 Probanden gleich groß. Mittels (5.2) kann der T-Wert berechnet werden, mittels (5.3) die Standardfehlerdifferenz, mittels (5.4) der Schätzwert für die Standardabweichung und mittels (5.5) die Freiheitsgrade.

Wird die Signifikanz des Levene-Tests (siehe Anhang D - Tabelle D.10) betrachtet, wird festgestellt, dass die Signifikanz für die durchschnittliche Anzahl an korrekten Antworten  $p=0,234$ , für die durchschnittliche Bearbeitungsdauer  $p=0,052$ , für den durchschnittlichen ICL  $p=0,51$ , für den durchschnittlichen GCL  $p=0,995$  und für den durchschnittlichen ECL  $p=0,746$  beträgt. Daher kann angenommen werden, dass die Varianzen beider Gruppen gleich sind. Die Differenz der durchschnittlichen Anzahl an korrekten Antworten von Novizen ( $M=4,3$ ;  $SD=0,64$ ) und Experten ( $M=4,6$ ;  $SD=0,56$ ) ist signifikant ( $T(90)=-2,34$ ;  $p=0,021$ ). Die Differenz der durchschnittlichen Bearbeitungsdauer ( $p=0,189$ ), dem durchschnittlichen ICL ( $p=0,475$ ), dem durchschnittlichen GCL ( $p=0,335$ ) und dem durchschnittlichen ECL ( $p=0,859$ ) ist nicht signifikant. Wird dies mit der deskriptiven Statistik verbunden, kann man darauf schließen, dass Experten im Schnitt mehr korrekte Antworten hatten.

Auch bei den Urlaubsmodellen (siehe Anhang D - Tabelle D.11) kann bei Betrachtung des Levene-Tests festgestellt werden, dass die Signifikanz für alle Variablen

größer 0,05 ist. Die Varianzen sind demnach für die Urlaubsmodelle gleich. Die Differenzen der durchschnittlichen Anzahl an korrekten Antworten ( $p=0,137$ ), Bearbeitungsdauer ( $p=0,659$ ), ICL ( $p=0,432$ ), GCL ( $p=0,589$ ) oder ECL ( $p=0,513$ ) sind nicht signifikant. Für das Urlaubsmodell lässt sich demnach kein signifikanter Unterschied zwischen Experten und Novizen feststellen.

Wird eine ANOVA für die Experten durchgeführt (siehe Anhang D - Tabelle D.2), gibt es einen signifikanten Unterschied im Zusammenhang der durchschnittlichen Anzahl an korrekten Antworten zwischen den vier Hausbaumodellen ( $F(3,42)=4,45$ ;  $p=0,008$ ). Der Post-Hoc-Test Bonferroni (siehe Anhang D - Tabelle D.8) lässt darauf schließen, dass dieser signifikante Unterschied zwischen Hausbaummodell vier und allen anderen Farbvarianten vorliegt ( $p=0,058$ ;  $p=0,023$ ;  $p=0,011$ ). Der Mittelwert für Hausbaummodell vier ist bei Experten am niedrigsten, was die Vermutung aus der allgemeinen Betrachtung auch hier bestätigt. Zu viel Farbe wirkt sich bei Experten negativ auf die Verständlichkeit aus. Weitere signifikante Unterschiede können für Experten nicht festgestellt werden. Ebenfalls ist ein signifikanter Unterschied im Zusammenhang der durchschnittlichen Anzahl an korrekten Antworten zwischen den vier Urlaubsmodellen erkennbar ( $F(3,42)=5,47$ ;  $p=0,003$ ). Dieser signifikante Unterschied besteht, laut Post-Hoc-Test Bonferroni (siehe Anhang D - Tabelle D.9), zwischen Urlaubsmodell zwei und allen anderen Urlaubsmodellen ( $p=0,039$ ;  $p=0,039$ ;  $p=0,002$ ). Auch für Experten lässt sich bestätigen, dass gar keine Farbe oder ein hoher Farbanteil in den Urlaubsmodellen die Verständlichkeit positiv beeinflusst.

Bei der ANOVA für Novizen (siehe Anhang D - Tabelle D.3) besteht ein signifikanter Unterschied im Zusammenhang der durchschnittlichen ECL zwischen den Hausbaumodellen ( $F(3,42)=4,123$ ;  $p=0,012$ ). Der Bonferroni-Post-Hoc-Test (siehe Anhang D - Tabelle D.6) zeigt diesen signifikanten Unterschied zwischen Hausbaummodell zwei und drei ( $p=0,041$ ) und zwischen Hausbaummodell zwei und vier ( $p=0,011$ ). Der deskriptiven Statistik nach ist der Mittelwert für Modell 2 fast doppelt so hoch, wie für Modell drei oder vier. Für Novizen wirkt sich zu viel Farbe daher negativ auf den ECL aus. Auch hier sind keine weiteren signifikanten Unterschiede vorhanden. Es gibt einen signifikanten Unterschied im Zusammenhang der durchschnittlichen Anzahl korrekter Antworten zwischen den Urlaubsmodellen ( $F(3,42)=7,186$ ;  $p=0,001$ ). Dieser besteht, laut Post-Hoc-Test Bonferroni (siehe Anhang D - Tabelle D.7), zwischen Urlaubsmodell zwei und allen anderen Urlaubsmodellen ( $p=0,001$ ;  $p=0,003$ ;  $p=0,007$ ). Demnach wirkt sich gar keine Farbe oder ein hoher Farbanteil in den Urlaubsmodellen, nicht nur auf Experten, sondern auch auf Novizen positiv

## 5 Analyse und Interpretation der Studie

---

auf die Verständlichkeit aus.

Die Ergebnisse des Hypothesentests sind in Tabelle 5.9 zusammengefasst.

<b>H1: Anzahl korrekter Antworten</b>		
Variable	Wert	Signifikanz
Anzahl korrekter Antworten Hausbaumodell	0,001 (<0,05)	signifikant
Anzahl korrekter Antworten Urlaubsmodell	0,000 (<0,05)	signifikant

<b>H2: Bearbeitungsdauer</b>		
Variable	Wert	Signifikanz
Bearbeitungsdauer Hausbaumodell	0,443	nicht signifikant
Bearbeitungsdauer Urlaubsmodell	0,53	nicht signifikant

<b>H3: ICL</b>		
Variable	Wert	Signifikanz
ICL Hausbaumodell	0,208	nicht signifikant
ICL Urlaubsmodell	0,854	nicht signifikant

<b>H4: ECL</b>		
Variable	Wert	Signifikanz
ECL Hausbaumodell	0,006 (<0,05)	signifikant
ECL Urlaubsmodell	0,291	nicht signifikant

<b>H5: GCL</b>		
Variable	Wert	Signifikanz
GCL Hausbaumodell	0,889	nicht signifikant
GCL Urlaubsmodell	0,836	nicht signifikant

<b>H6: Anzahl korrekter Antworten Expertise</b>		
Variable	Wert	Signifikanz
Anzahl korrekter Antworten Novizen Hausbaumodell	0,229	nicht signifikant
Anzahl korrekter Antworten Experten Hausbaumodell	0,008 (<0,05)	signifikant
Anzahl korrekter Antworten Novizen Urlaubsmodell	0,001 (<0,05)	signifikant
Anzahl korrekter Antworten Experten Urlaubsmodell	0,003 (<0,05)	signifikant

<b>H7: Bearbeitungsdauer Expertise</b>		
Variable	Wert	Signifikanz
Bearbeitungsdauer Novizen Hausbaumodell	0,395	nicht signifikant
Bearbeitungsdauer Experten Hausbaumodell	0,495	nicht signifikant
Bearbeitungsdauer Novizen Urlaubsmodell	0,627	nicht signifikant
Bearbeitungsdauer Experten Urlaubsmodell	0,054	nicht signifikant

H8: ICL Expertise		
Variable	Wert	Signifikanz
ICL Novizen Hausbaumodell	0,474	nicht signifikant
ICL Experten Hausbaumodell	0,312	nicht signifikant
ICL Novizen Urlaubsmodell	0,335	nicht signifikant
ICL Experten Urlaubsmodell	0,557	nicht signifikant

H9: ECL Expertise		
Variable	Wert	Signifikanz
ECL Novizen Hausbaumodell	0,012 (<0,05)	signifikant
ECL Experten Hausbaumodell	0,316	nicht signifikant
ECL Novizen Urlaubsmodell	0,375	nicht signifikant
ECL Experten Urlaubsmodell	0,319	nicht signifikant

H10: GCL Expertise		
Variable	Wert	Signifikanz
GCL Novizen Hausbaumodell	0,514	nicht signifikant
GCL Experten Hausbaumodell	0,505	nicht signifikant
GCL Novizen Urlaubsmodell	0,391	nicht signifikant
GCL Experten Urlaubsmodell	0,628	nicht signifikant

Tabelle 5.9: Ergebnisse Hypothesentest ANOVA

## 5.4 Zusammenfassung und Diskussion

Wie in Kapitel 3.1 bereits beschrieben, soll diese Studie den Farbeffekt in Prozessmodellen herausarbeiten. Die zentrale Fragestellung war:

*Verbessern Farben die Verständlichkeit eines BPMN-Prozessmodells bzw. helfen Farben dabei ein BPMN-Prozessmodell schneller zu verstehen?*

Die Hypothese  $H_{0,1}$  wird angenommen und damit die Alternativhypothese verworfen. Nach der Auswertung der Hausbaumodelle beeinflusst zu viel Farbe in Prozessmodellen die Anzahl der korrekten Antworten negativ. Bei Betrachtung eines anderen Modells, des Urlaubsmodells, bestätigte sich dies nicht. Hier lässt sich nicht feststellen, ob ein hoher Farbanteil oder gar keine Farbe das Verständnis fördert. Dies scheint im Bezug auf die Verständlichkeit keine Rolle zu spielen. Lediglich sehr wenig Kolorierung beeinflusst die Verständlichkeit negativ. Die Verständlich-

keit wird daher nur in manchen Prozessmodellen durch den Farbeinsatz verbessert, beziehungsweise es ist kaum ein Unterschied zu dem schwarz-weißen Modell feststellbar. In anderen Modellen verschlechtert Farbe sogar die Verständlichkeit. Außerdem ist der Farbanteil in diesem Zusammenhang ein wichtiges Kriterium.

$H_{0,2}$  wird angenommen. Bei keinem der beiden Modelle ist ein signifikanter Effekt feststellbar. Demnach scheint Farbe kaum oder keinen Einfluss darauf zu haben, wie schnell ein Prozessmodell gelesen und verstanden wird.

Nun ist die Frage zu klären, ob der Farbeinsatz die kognitive Belastung reduziert.  $H_{0,3}$  und  $H_{0,5}$  werden angenommen. Es war bei keinem Modell ein signifikanter Zusammenhang für die intrinsische und germane kognitive Belastung ersichtlich. Der Farbeinsatz in BPMN-Prozessmodellen reduziert somit weder die intrinsische, noch die germane Belastung. Für das Hausbaumodell kann  $H_{0,4}$  verworfen werden und  $H_{1,4}$  angenommen werden. Für dieses Modell reduziert Farbe die extrinsische kognitive Belastung. Dieses Verhalten kann für das Urlaubsmodell jedoch nicht beobachtet werden und daher kann die Nullhypothese in diesem Fall nicht verworfen werden. Im Allgemeinen reduziert der Farbeinsatz nicht die extrinsische kognitive Belastung.

Nur für eine Art der Modelle, die Hausbaumodelle, konnte ein signifikanter Unterschied zwischen Experten und Novizen festgestellt werden, nämlich bei der Anzahl an korrekten Antworten. Wie erwartet, haben Experten mehr Fragen korrekt beantwortet, wie Novizen. Dies lässt sich jedoch nicht auf den Farbeinfluss zurückführen, sondern lediglich auf das bessere Wissen bezüglich BPMN. Zu viel Farbe wirkt sich bei Experten in den Hausbaumodellen sogar negativ auf die Verständlichkeit aus. Für Novizen konnte interessanterweise kein Zusammenhang festgestellt werden. Farben sind auch für Novizen keine Hilfe, wenn es darum geht ein Prozessmodell schneller und besser zu verstehen. Dies steht im Gegensatz zu der Alternativhypothese  $H_{1,6}$ . Zu viel Farbe wirkt sich bei Novizen negativ auf den ECL aus, was bei Experten nicht beobachtet werden konnte. Auch dies ist gegenteilig zu der Alternativhypothese  $H_{1,9}$  und entspricht nicht der Erwartung, dass er ECL durch Farbe reduziert wird, da das Modell pädagogisch verändert wird. Gar keine Farbe oder ein hoher Farbanteil haben in den Urlaubsmodellen, sowohl auf Experten, als auch auf Novizen einen positiven Einfluss auf die Verständlichkeit und ein sehr geringer Farbanteil einen negativen Einfluss. Bei den Urlaubsmodellen ist kein signifikanter Unterschied zwischen Novizen und Experten erkennbar, Kolorierung wirkt sich für beide ähnlich aus. Zusammenfassend werden die Nullhypothesen  $H_{0,6}$  bis  $H_{0,10}$

angenommen und die dazugehörigen Alternativhypothesen werden verworfen.

Obwohl einige signifikante Effekte beobachtet werden konnten, passen diese nicht zu den in Kapitel 3.3 aufgestellten Alternativhypothesen. Keine der aufgestellten Alternativhypothesen kann vollständig angenommen werden.  $H_{1,1}$ ,  $H_{1,6}$  und  $H_{1,9}$  zeigen sogar für eines der Modelle das Gegenteil davon, was angenommen wurde. Die Erwartung, durch die theoretische Recherche, dass Farben einen enormen Effekt auf das Lesen und Verstehen von Prozessmodellen haben, kann nicht bestätigt werden. Die Kolorierung hilft nicht zwangsläufig dabei ein Prozessmodell besser oder schneller zu verstehen. Auch reduziert sie nicht zwangsläufig die kognitive Belastung während dem Bearbeiten. Ebenso wenig helfen Farben vor allem Novizen dabei, ein Prozessmodell besser und schneller zu verstehen und reduzieren deren kognitive Belastung. Interessant ist, dass der Farbanteil wichtig zu sein scheint. Besonders bei dem Urlaubsmodell scheint sowohl das komplett farbige Modell, als auch das schwarz-weiße Modell leserlicher zu sein, als das mit dem geringsten Farbanteil. Diese Erkenntnis führt zu der Frage was mögliche Gründe für dieses Verhalten sein können.

Es wäre möglich, dass die Ergebnisse nicht präzise genug sind. Die Teilnehmer der Studie führten diese online und selbstständig durch. Die Durchführung konnte nicht kontrolliert werden. Eventuell wurde die Studie nebenbei durchgeführt, während der Fokus der Konzentration auf etwas anderem lag. Eine weitere Möglichkeit wäre, dass die Teilnehmer die Studie kurz unterbrachen und später fortführten. Diese Punkte könnten vor allem die Bearbeitungsdauer beeinflusst haben, aber auch die Anzahl der korrekten Antworten.

Die kognitive Belastung wurde durch eine Selbsteinschätzung mittels einer Skala gemessen und beruhte daher ausschließlich auf der Einschätzung der Teilnehmer. Denkbar ist in diesem Zusammenhang, dass die Selbsteinschätzung entweder nicht ehrlich erfolgte oder die Teilnehmer sich nicht richtig selbst einschätzen konnten.

Einige Alternativhypothesen können nur für eines der beiden Modelle angenommen werden. Dies lässt vermuten, dass das Prozessmodell an sich beim Farbeinsatz auch eine Rolle spielt. Die Größe der beiden Modelle ist durch die gleiche Anzahl an Elementen sehr ähnlich gewählt worden, jedoch unterscheidet sich deren Aufbau und das inhaltliche Thema. Der persönliche thematische Bezug, beziehungsweise das allgemeine Verständnis für das behandelte Thema kann auch Einfluss auf das

Ergebnis haben. In [26], [34], [23] wurde thematisiert, dass persönlicher Faktoren Einfluss auf die Verständlichkeit haben. Dies könnte ein Grund für die großen Unterschiede zwischen den Hausbau- und Urlaubsmodellen sein. Einen Urlaub hat vermutlich ein Großteil der Probanden schon Mal geplant oder kann sich die Schritte zumindest vorstellen. Die Schritte eines Hausbaus sind den meisten, die sich noch nicht damit beschäftigt haben, vermutlich fremd. Ebenso kann der Aufbau eines Modells ein Einflussfaktor sein.

Vorstellbar ist, dass die Ergebnisse für ein sehr komplexes Modell anders wären. Vielleicht würde die Verwendung von Farbe dazu beitragen sich schneller und besser zurecht zu finden. Da die Modelle der Studie einfach aufgebaut waren, besteht die Möglichkeit, dass der Einsatz von Farbe dort nicht notwendig war oder sich sogar störend ausgewirkt hat.

## 6 Verwandte Arbeiten

In dieser Arbeit wurde der Farbeinfluss auf das Lesen und Verstehen von BPMN-Modellen untersucht, inwiefern Farben die kognitive Belastung beeinflussen und ob es einen Unterschied zwischen Novizen und Experten gibt. Es gibt eine Vielzahl verschiedener Arbeiten und Studien, die die unterschiedlichen Einflüsse auf Prozessmodelle und deren Verständlichkeit betrachtet haben.

Die Arbeit „Guidelines of Business Process Modeling“ [3] betrachtet die Qualität von Modellen aus verschiedenen Perspektiven. Die Arbeit beschreibt Aspekte, die für die Übersichtlichkeit und Verständlichkeit von Modellen wichtig sind und somit die pragmatische Qualität erhöhen. [25] erläutert sieben Konventionen, die „Seven Process Modeling Guidelines (7PMG)“, die eine Empfehlung für das Modellieren von Prozessmodellen abgeben. Damit sollen mögliche Fehlerquellen von vornherein vermieden werden und wodurch eine hohe Prozessmodellqualität gewährleistet werden soll.

In [33] werden fünf Ästhetiken betrachtet und versucht ihre Wichtigkeit in eine Rangfolge zu bringen. Darüber hinaus werden mögliche Auswirkungen von Störfaktoren in Modellen dargestellt. Bernstein und Soffer zeigen in [5], wie wichtig es ist, eine Sammlung von Layoutmerkmalen zu entwickeln, die von den Anwendern als sinnvoll wahrgenommen werden und mit denen das Layout eines Modells charakterisiert werden kann. Einige der häufigsten Qualitätsdimensionen und deren relativen Einfluss auf die Nützlichkeit von Modellen werden in [36] betrachtet. „Cognitive Measurement of Graph Aesthetics“ [49] hat herausgefunden, dass für ein qualitatives Modell nach der Länge des Pfades die beiden wichtigsten Faktoren Kontinuität und Kantenübergänge sind. Ein weiterer wichtiger Faktor ist die Anzahl der Zweige, die vom Knoten auf den Pfad ausgehen. Außerdem wurden auch kognitive Aspekte berücksichtigt.

In [26] wurde mittels einer Onlineumfrage der empirische Zusammenhang zwischen verschiedenen Faktoren und der Prozessmodellverständlichkeit erarbeitet. Mend-

ling und Strembeck haben sich insbesondere auf verschiedene persönliche, modell- und inhaltsbezogene Einflussfaktoren konzentriert. Insgesamt konnte die Umfrage zeigen, dass diese Faktoren Einfluss auf die Verständlichkeit von Geschäftsprozessmodellen haben. Der Einfluss von persönlichen und modellbezogenen Faktoren auf die Verständlichkeit von Prozessmodellen wird ebenfalls in [34] thematisiert, wobei herausgefunden wurde, dass persönliche Faktoren eine stärkere Auswirkung auf die Verständlichkeit haben als modellbezogene Faktoren. Die Haupthypothesen sind, dass Experten besser abschneiden werden und dass die Komplexität des Modells das Verständnis beeinflusst.

[23] betrachtet ebenfalls die Verständlichkeit als Indiz für die Qualität von Prozessmodellen und vor allem deren Beziehungen zu persönlichen Merkmalen und Modellmerkmalen.

Die Arbeit [18] untersucht die intuitive Verständlichkeit von Diagrammen, die in den am meisten verbreiteten Notationen modelliert wurden.

[42] beschäftigt sich mit der Auswirkung der sekundären Notation auf die kognitive Effektivität. In erster Linie zeigt [42], dass Rechercheergebnisse bezüglich der sekundären Notation, die noch nicht in der primären Notation enthalten sind, schnell in die Praxis umgesetzt werden können, ohne im Gegensatz zur primären Notation zu stehen. Um ihre Thesen anhand eines Beispiels zu verdeutlichen haben sie [27] gewählt. Dabei geht es um die einfache und genaue Unterscheidung grafischer Elemente, die davon abhängig ist, wie stark sich die visuellen Variablen für die Modellierung unterscheiden. In der verwandten Arbeit [41] wurde der Prozessfluss in diesem Zusammenhang untersucht. Dabei wurde herausgefunden, dass eine sorgfältige Entscheidung darüber, wie viel Aufmerksamkeit auf ein Modellelement gelenkt werden soll, signifikante positive Auswirkungen auf das Modellverständnis von Novizen hat. [42] zielte besonders drauf ab wie viel Aufmerksamkeit einem BPMN-Konstrukt geschenkt werden sollte, indem Elemente analysiert wurden, die für das Modellverständnis besonders wichtig sind.

Die Arbeit [32] untersucht, wie sich die Leistung von Subjekten über verschiedene Arten von Verständnisaufgaben unterscheidet. Die Komplexität der Verständnisaufgaben basiert in dieser Arbeit auf visueller Wahrnehmung.

[53] untersucht das Problem der Verständlichkeit unter dem Gesichtspunkt der kognitiven Psychologie. Insbesondere wurde beschrieben, wie Chunking, Computer-Offloading und das externe Gedächtnis die mentale Anstrengung verringern können. Damit soll das Verständnis eines Prozessmodells erleichtert und unterstützt

werden. In [28] werden die Auswirkungen der Reduktion der kognitiven Belastung auf das Verständnis konzeptioneller Modelle bei dem Endbenutzer dargestellt. Dadurch sollen Anforderungen beim Modellieren erfüllt werden und Fehler vermieden werden.

[43] diskutiert die harmonische Kombination verschiedener Farben und wie diese für ein harmonisches, konzeptuelles Modell genutzt werden können.

Auch [35] beschreibt das Problem, wie man Prozessmodell-Leser dabei unterstützen kann den Sinn eines Modells zu verstehen. Die Arbeit beschäftigt sich ebenfalls mit dem Einsatz von Farben, jedoch beschränkt sie sich auf das Hervorheben der Syntax in Workflow-Netzen und auf das Hervorheben passender Operatorpaare durch Farbe.

Diese Arbeit beschäftigte sich mit dem Farbeinfluss sowohl auf das Lesen, als auch auf das Verstehen von BPMN-Prozessmodellen. Ebenso untersuchte sie den Zusammenhang zur kognitiven Belastung und den Unterschied des Farbeinflusses zwischen Novizen und Experten. Es wurden verschiedene Prozessmodelle mit unterschiedlichem Farbanteil betrachtet und miteinander verglichen, um herausfinden zu können wie viel Farbe sich positiv auswirkt.

## 7 Fazit

Diese Arbeit untersuchte den Effekt der Kolorierung beim Lesen und Verstehen von Prozessmodellen. Um die Effekte herausarbeiten zu können, wurde eine Studie, in Form einer Online-Umfrage, durchgeführt. Zunächst wurde anhand von Fragen und Aussagen, die einer Skala zugeordnet werden sollten, der Kenntnisstand über die Prozessmodellierung und BPMN 2.0 ermittelt. Anschließend wurde ein farblich zufällig zugeordnetes Prozessmodell über den Ablauf eines Hausbaus gezeigt, zu dem inhaltliche Fragen beantwortet werden sollten. Danach wurden Fragen gestellt, mit Hilfe derer die kognitive Belastung gemessen wurde. Um den Unterschied zu einer anderen Farbstufe feststellen zu können, bekam der Proband ein weiteres Modell gezeigt, diesmal in einer anderen Farbstufe und einer anderen Thematik, der Urlaubsplanung. Auch zu diesem Modell sollten inhaltliche Fragen, sowie Fragen zur kognitiven Belastung beantwortet werden. Die Daten von 92 Teilnehmern wurden ausgewertet.

Obwohl einige signifikanten Zusammenhänge erkennbar waren, passte keiner zu den aufgestellten Hypothesen. Daher müssen die Nullhypothesen angenommen werden und die Alternativhypothesen müssen abgelehnt werden. Überraschenderweise hat Farbe keinen Effekt auf das Lesen und Verstehen von Prozessmodellen. Interessanterweise konnte zum Teil sogar das genaue Gegenteil beobachtet werden. Der Farbanteil spielt in diesem Zusammenhang auch eine Rolle.

Letztendlich sollten weitere Studien durchgeführt werden, um die Ergebnisse zu verallgemeinern. Beispielsweise sollte die Studie in einer anderen Umgebung durchgeführt werden. In diesem Zuge ist es ratsam ein realitätsnahes, sehr komplexes Modell zu verwenden. Es sollte nach einer anderen Möglichkeit gesucht werden die kognitive Belastung der Probanden zu messen, um der Selbsteinschätzung zu entgehen. Damit das Themengebiet des Modells keinen Einfluss auf die Ergebnisse hat, ist es denkbar ein Modell in einem für alle Probanden fachfremden Thema zu erstellen. In einer zukünftigen Studie wäre der Einsatz eines Eye-Trackers in-

teressant, um den Farbeinfluss auf die Aufmerksamkeit feststellen zu können und eventuelle Überbelastung durch Farbe aufzudecken.

Da Prozessmodelle ein zunehmend wichtiger Bestandteil in der Arbeitswelt sind, können die weiterführenden Studien dabei helfen Konventionen zu entwickeln, damit das gesamte Team ein Prozessmodell möglichst einfach und schnell lesen und verstehen kann und damit weiterarbeiten kann.

# Literatur

- [1] Allweyer, Thomas (2009). *BPMN 2.0 Business Process Model and Notation - Einführung in den Standard für die Geschäftsprozessmodellierung*. 2. Aufl. Norderstedt: Books on Demand.
- [2] Baddeley, Alan D. und Hitch, Graham (1974). „Working memory“. In: *Psychology of Learning and Motivation*, S. 47–89. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0079-7421\(08\)60452-1](https://doi.org/10.1016/S0079-7421(08)60452-1).
- [3] Becker, Jörg, Rosemann, Michael und Uthmann, Christoph von (2000). „Guidelines of Business Process Modeling“. In: *Business Process Management: Models, Techniques, and Empirical Studies*. Hrsg. von Wil van der Aalst, Jörg Desel und Andreas Oberweis. Springer Berlin Heidelberg, S. 30–49.
- [4] Benzcúr, András, Demetrovics, Janós und Gottlob, Georg (2004). *Advances in Databases and Information Systems*. Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- [5] Bernstein, Vered und Soffer, Pnina (2015). „How Does It Look? Exploring Meaningful Layout Features of Process Models“. In: *Advanced Information Systems Engineering Workshops*. Hrsg. von Anne Persson und Janis Stirna. Springer International Publishing, S. 81–86.
- [6] Binner, Hartmut F. (2014). „Business Process Management gestaltet die Arbeitswelt der Zukunft“. In: *Wirtschaftsinformatik und Management 6*, S. 52–58. DOI: <https://doi.org/10.1365/s35764-014-0482-9>.
- [7] Bortz, Jürgen und Döring, Nicole (2007). *Forschungsmethoden und Evaluation für Human- und Sozialwissenschaftler: Limitierte Sonderausgabe*. 4. Aufl. Springer.
- [8] *BPMN 2.0 Poster* (2020). [http://www.bpmb.de/images/BPMN2\\_0\\_Poster\\_DE.pdf](http://www.bpmb.de/images/BPMN2_0_Poster_DE.pdf). (Besucht am 02. 11. 2020).

- [9] Curtis, Bill, Kellner, Marc I. und Over, Jim (1992). „Process Modeling“. In: *Communications of the ACM*, S. 75–90. DOI: <https://doi.org/10.1145/130994.130998>.
- [10] Derefeldt, Gunilla u. a. (2003). „Cognitive Color“. In: *Color*, S. 7–19. DOI: <https://doi.org/10.1002/col.10209>.
- [11] Dumas, Marlon u. a. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [12] Figl, Kathrin (2017). „Comprehension of Procedural Visual Business Process Models - a literature review“. In: *Business Information Systems Engineering*, S. 41–67.
- [13] Genon, Nicolas, Heymans, Patrick und Amyot, Daniel (2011). „Analysing the Cognitive Effectiveness of the BPMN 2.0 Visual Notation“. In: *Software Language Engineering (SLE 2010)*. Hrsg. von Brian Malloy, Steffen Staab und Mark van den Brand. Springer Berlin Heidelberg, S. 377–396.
- [14] Göpfert, Jochen und Lindenbach, Heidi (2013). *Geschäftsprozessmodellierung mit BPMN 2.0 - Business Process Model and Notation*. München: Oldenbourg.
- [15] Green, Tera Marie, Ribarsky, William und Fisher, Brian (2009). „Building and Applying a Human Cognition Model for Visual Analytics“. In: *Information Visualization, Volume 8*, S. 1–13. DOI: <https://doi.org/10.1057/ivs.2008.28>.
- [16] Haisjackl, Cornelia u. a. (2018). „How do humans inspect BPMN models: an exploratory study“. In: *Software and Systems Modeling*, S. 655–673. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10270-016-0563-8>.
- [17] *IBM: SPSS Statistics* (2020). <https://www.ibm.com/de-de/analytics/spss-statistics-software>. (Besucht am 29.09.2020).
- [18] Jost, Gregor u. a. (2016). „An empirical investigation of intuitive understandability of process diagrams“. In: *Computer Standards and Interfaces*, S. 90–111. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.csi.2016.04.006>.
- [19] Kirschner, Paul A. (2002). „Cognitive load theory: implications of cognitive load theory on the design learning“. In: *Learning and Instruction, Volume 12*, S. 1–10. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(01\)00014-7](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(01)00014-7).
- [20] La Rosa, Marcello u. a. (2011). „Managing process model complexity via concrete syntax modifications“. In: *IEEE Transactions on Industrial Informatics*, S. 255–265. DOI: [10.1109/TII.2011.2124467](https://doi.org/10.1109/TII.2011.2124467).

- [21] *Lucidchart* (2020). <http://lucidchart.com>. (Besucht am 22. 11. 2020).
- [22] Meerwein, Gerhard, Rodeck, Bettina und Mahnke, Frank H. (2007). *Farbe-Kommunikation im Raum*. 4. Aufl. Walter de Gruyter.
- [23] Mendling, Jan, Reijers, Hajo A. und Cardoso, Jorge (2007). „What Makes Process Models Understandable?“ In: *Business Process Management*. Hrsg. von Gustavo Alonso, Peter Dadam und Michael Rosemann. Springer Berlin Heidelberg, S. 48–63.
- [24] Mendling, Jan, Reijers, Hajo A. und Recker, Jan (2010). „Activity labeling in process modeling: Empirical insights and recommendations“. In: *Information Systems*, S. 467–482. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.is.2009.03.009>.
- [25] Mendling, Jan, Reijers, Hajo A. und Van der Aalst, Wil (2010). „Seven process modeling guidelines (7PMG)“. In: *Information and Software Technology*, S. 127–136. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2009.08.004>.
- [26] Mendling, Jan und Strembeck, Mark (2008). „Influence Factors of Understanding Business Process Models“. In: *Business Information Systems*. Hrsg. von Witold Abramowicz und Dieter Fensel. Springer Berlin Heidelberg, S. 142–153.
- [27] Moody, Daniel (2010). „The "Physicsöf Notations: Toward a Scientific Basis for Constructing Visual Notations in Software Engineering“. In: *Software Engineering, IEEE Transactions on* 35, S. 756–779. DOI: 10.1109/TSE.2009.67.
- [28] Moody, Daniel L. (2004). „Cognitive Load Effects on End User Understanding of Conceptual Models: An Experimental Analysis“. In: *Advances in Databases and Information Systems*, S. 129–143. DOI: [https://doi.org/10.1007/978-3-540-30204-9\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-540-30204-9_9).
- [29] Moody, Daniel L. und Shanks, Graeme G. (2003). „Improving the quality of data models: empirical validation of a quality management framework“. In: *Information Systems*, S. 619–650. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0306-4379\(02\)00043-1](https://doi.org/10.1016/S0306-4379(02)00043-1).
- [30] Muehlen, Michael zur und Recker, Jan (2013). „How Much Language Is Enough? Theoretical and Practical Use of the Business Process Modeling Notation“. In: *Seminal Contributions to Information Systems Engineering: 25 Years of CAiSE*. Hrsg. von Janis Bubenko u. a. Springer Berlin Heidelberg, S. 429–443.
- [31] *Object Management Group: Business Process Management Notation (BPMN) 2.0* (2020). <https://www.omg.org/>. (Besucht am 02. 11. 2020).

- [32] Petrusel, Razvan, Mendling, Jan und Reijers, Hajo A. (2017). „How visual cognition influences process model comprehension“. In: *Decision Support Systems, Volume 96*, S. 1–16. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.dss.2017.01.005>.
- [33] Purchase, Helen (1997). „Which aesthetic has the greatest effect on human understanding?“ In: *Graph Drawing*. Hrsg. von Giuseppe DiBattista. Springer Berlin Heidelberg, S. 248–261.
- [34] Reijers, Hajo A. und Mendling, Jan (2011). „A Study Into the Factors That Influence the Understandability of Business Process Models“. In: *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics - Part A: Systems and Humans*, S. 449–462. DOI: [10.1109/TSMCA.2010.2087017](https://doi.org/10.1109/TSMCA.2010.2087017).
- [35] Reijers, Hajo A. u. a. (2011). „Syntax highlighting in business process models“. In: *Decision Support Systems, Volume 51*, S. 339–349.
- [36] Rittgen, Peter (2010). „Quality and perceived usefulness of process models“. In: *Proceedings of the 2010 ACM Symposium on Applied Computing*, S. 65–72. DOI: <https://doi.org/10.1145/1774088.1774105>.
- [37] Rosemann, Michael (2006). „Potential pitfalls of process modeling: part A“. In: *Business Process Management Journal*, S. 249–254. DOI: <https://doi.org/10.1108/14637150610657567>.
- [38] Sarstedt, Marko und Mooi, Erik (2014). *A Concise Guide to Market Research. The Process, Data, and Methods Using IBM SPSS Statistics*. 2. Aufl. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [39] Schrepfer, Matthias u. a. (2009). „The Impact of Secondary Notation on Process Model Understanding“. In: *The Practice of Enterprise Modeling*. Hrsg. von Anne Persson und Janis Stirna. Springer Berlin Heidelberg, S. 161–175.
- [40] *Signavio Process Editor* (2020). <https://www.signavio.com/de/>. (Besucht am 03.12.2020).
- [41] Stark, Jeannette, Braun, Richard und Esswein, Werner (2016). „Perceptually Discriminating Chunks in Business Process Models“. In: *IEEE Conference on Business Informatics (CBI)*.
- [42] Stark, Jeannette und Esswein, Werner (2017). „Using secondary notation to improve the cognitive effectiveness of BPMN-Models“. In: *In Proceedings of the 25th European Conference on Information Systems (ECIS), Research Papers*. DOI: [https://aisel.aisnet.org/ecis2017\\_rp/35](https://aisel.aisnet.org/ecis2017_rp/35).

- [43] Stark, Jeannette, Esswein, Werner und Braun, Richard (2017). „Systemizing Colour for Conceptual Modeling“. In: *Wirtschaftsinformatik Conference 2017*.
- [44] Sweller, John (1988). „Cognitive Load During Problem Solving: Effects on Learning“. In: *Cognitive Science*, S. 257–285. DOI: [https://doi.org/10.1016/0364-0213\(88\)90023-7](https://doi.org/10.1016/0364-0213(88)90023-7).
- [45] Sweller, John (1994). „Cognitive Load Theory, Learning Difficulty and Instructional Design“. In: *Learning and Instruction*, S. 295–312.
- [46] Sweller, John, Merrienboer, Jeroen J.G. van und Paas, Fred G.W.C. Paas (1998). „Cognitive Architecture and Instructional Design“. In: *Educational Psychology Review, Volume 10, No.3*, S. 251–296.
- [47] Tausendpfund, Markus (2018). *Quantitative Methoden in der Politikwissenschaft - Eine Einführung*. Wiesbaden: Springer VS. DOI: <https://doi.org/10.1007/978-3-658-20698-7>.
- [48] Unipark (2020). <http://unipark.com>. (Besucht am 08. 10. 2020).
- [49] Ware, Colin u. a. (2002). „Cognitive Measurement of Graph Aesthetics“. In: *Information Visualization*, S. 103–110. DOI: <https://doi.org/10.1057/palgrave.ivs.9500013>.
- [50] Weber, Barbara u. a. (2011). „Refactoring large process model repositories“. In: *Computers in Industry*, S. 467–486. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.compind.2010.12.012>.
- [51] Welsch, Norbert und Liebmann, Claus Chr (2018). *Farben: Natur, Technik, Kunst*. 3. Aufl. Springer.
- [52] Wohlin, Claes u. a. (2012). *Experimentation in Software Engineering*. Springer, Berlin, Heidelberg.
- [53] Zugal, Stefan, Pinggera, Jakob und Weber, Barbara (2011). „Assessing Process Models with Cognitive Psychology“. In: *Enterprise modelling and information systems architectures (EMISA)*, S. 177–182.
- [54] Zugal, Stefan u. a. (2013). „Investigating expressiveness and understandability of hierarchy in declarative business process models“. In: *Software and Systems Modeling*, S. 1081–1103. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10270-013-0356-2>.

# A Modelle

Im Folgenden sind in den Abbildungen A.1 bis A.8 die vier Farbvarianten der Hausbaumodelle und Urlaubsmodelle abgebildet, die in der Studie verwendet wurden.

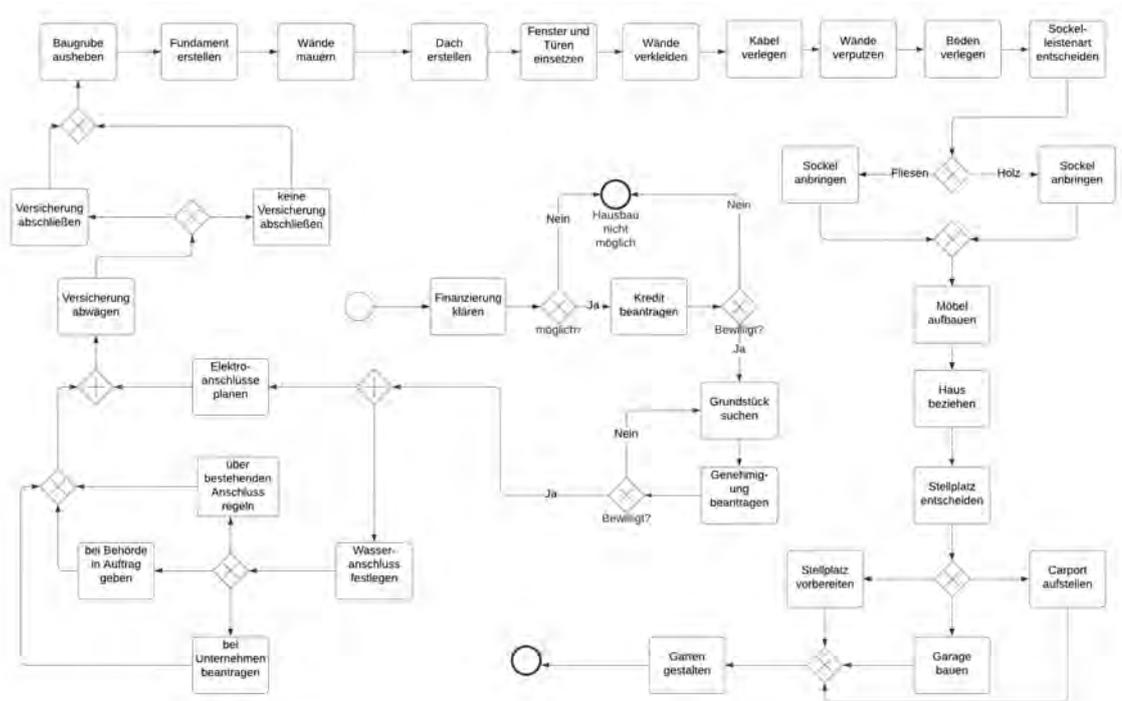


Abbildung A.1: Hausbaumodell 1



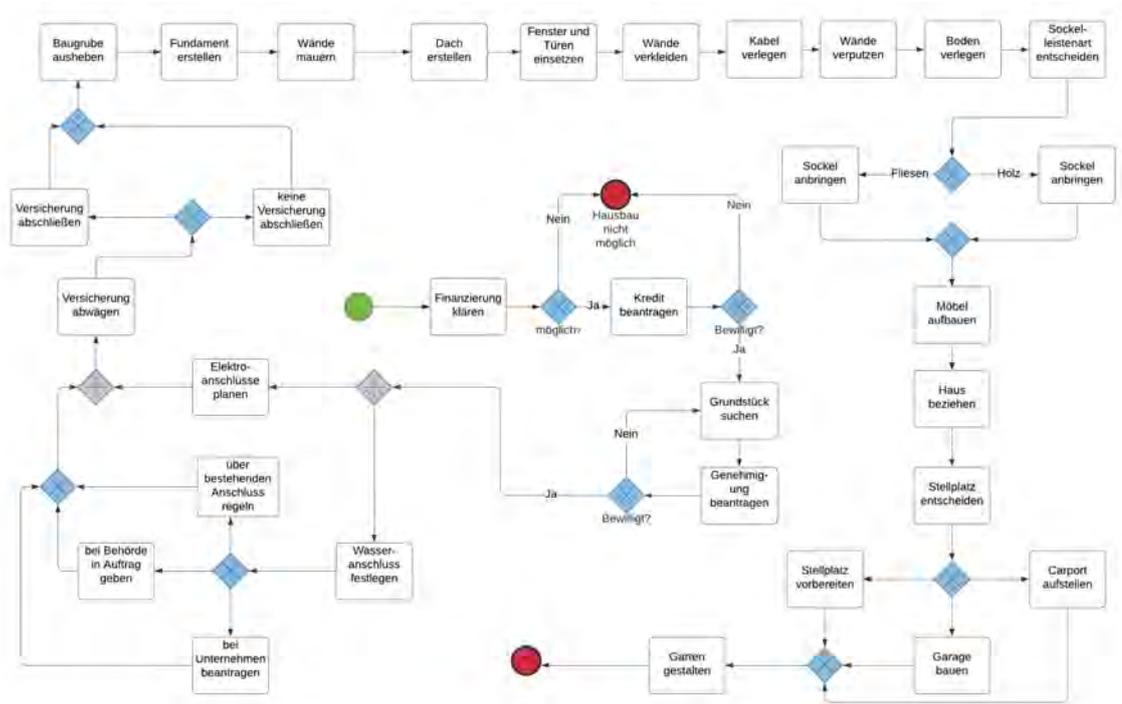


Abbildung A.3: Hausbaumodell 3

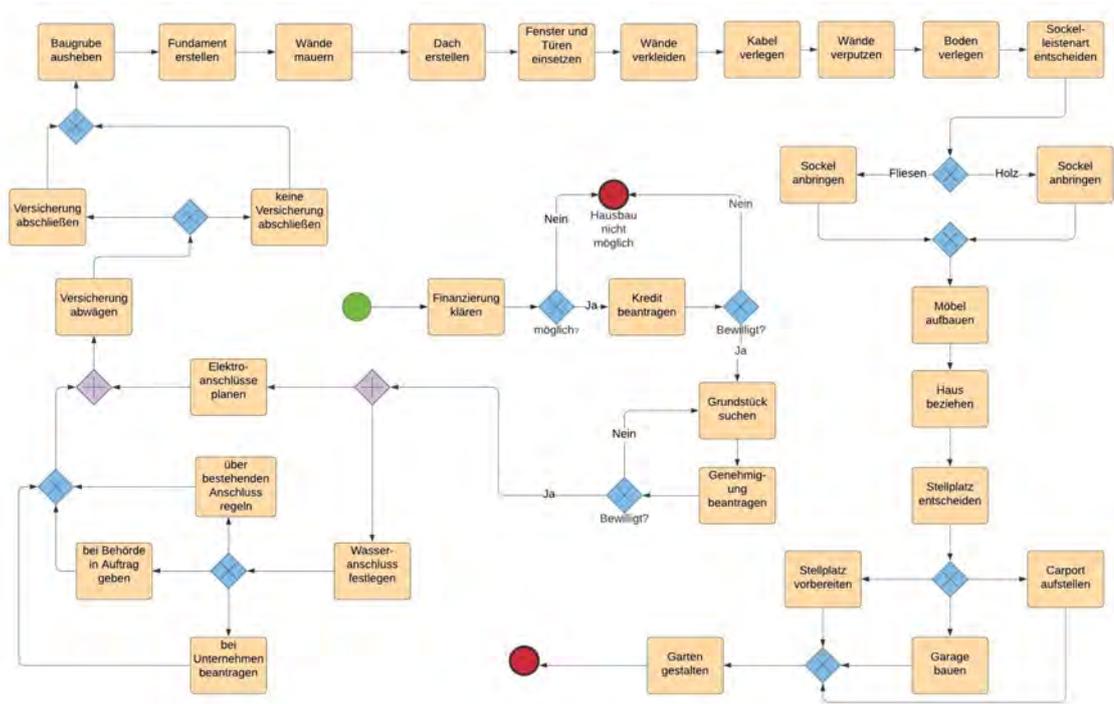


Abbildung A.4: Hausbaumodell 4

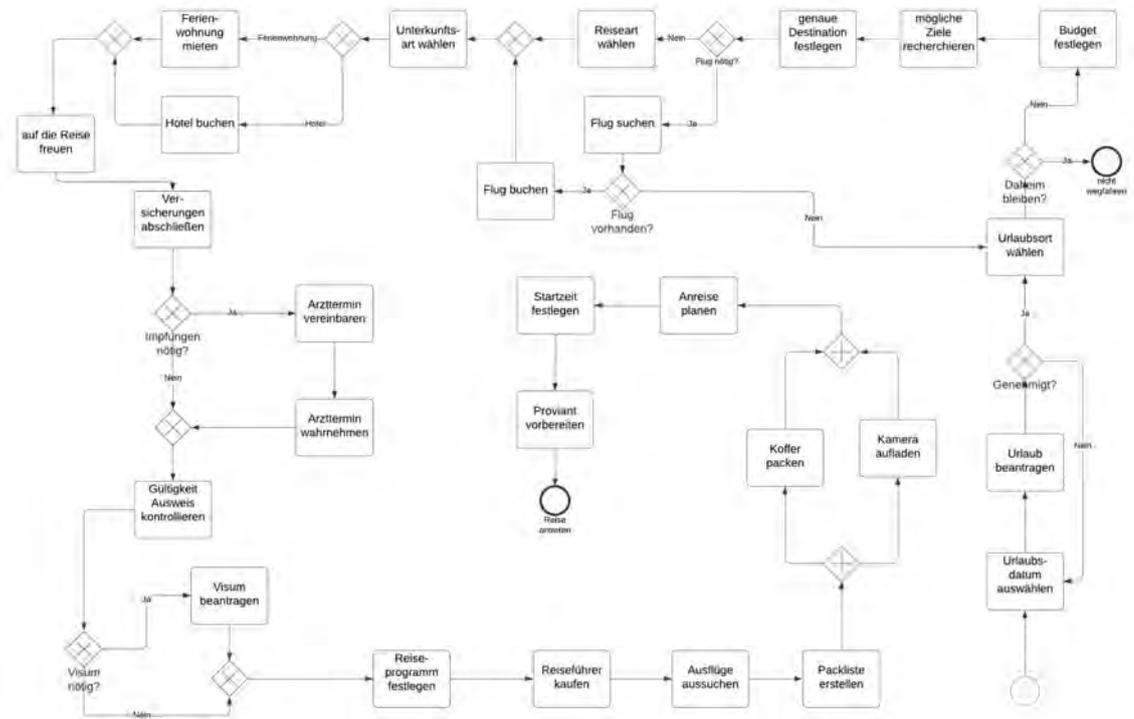


Abbildung A.5: Urlaubsmodell 1

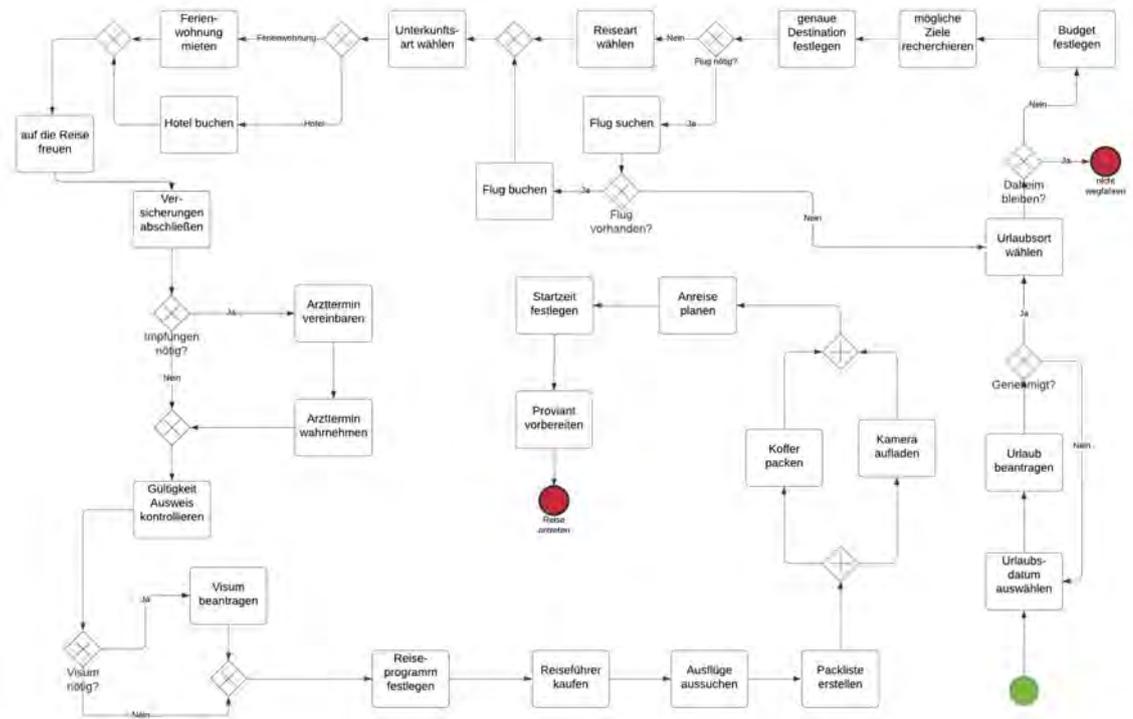


Abbildung A.6: Urlaubsmodell 2

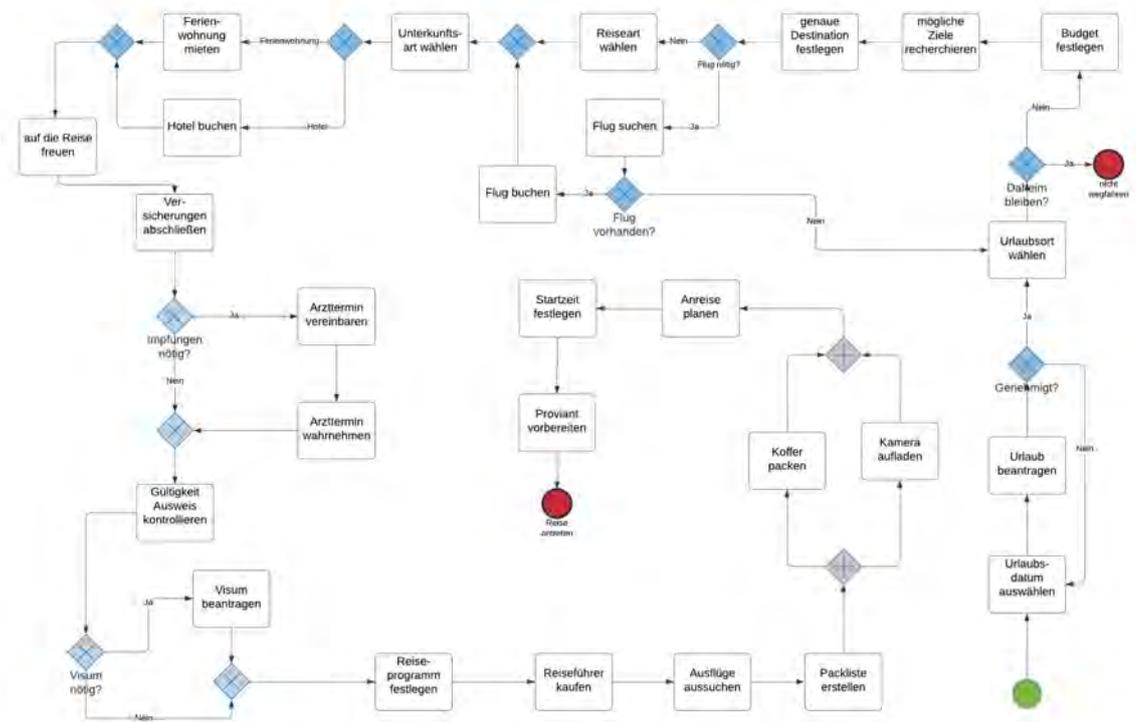


Abbildung A.7: Urlaubsmodell 3

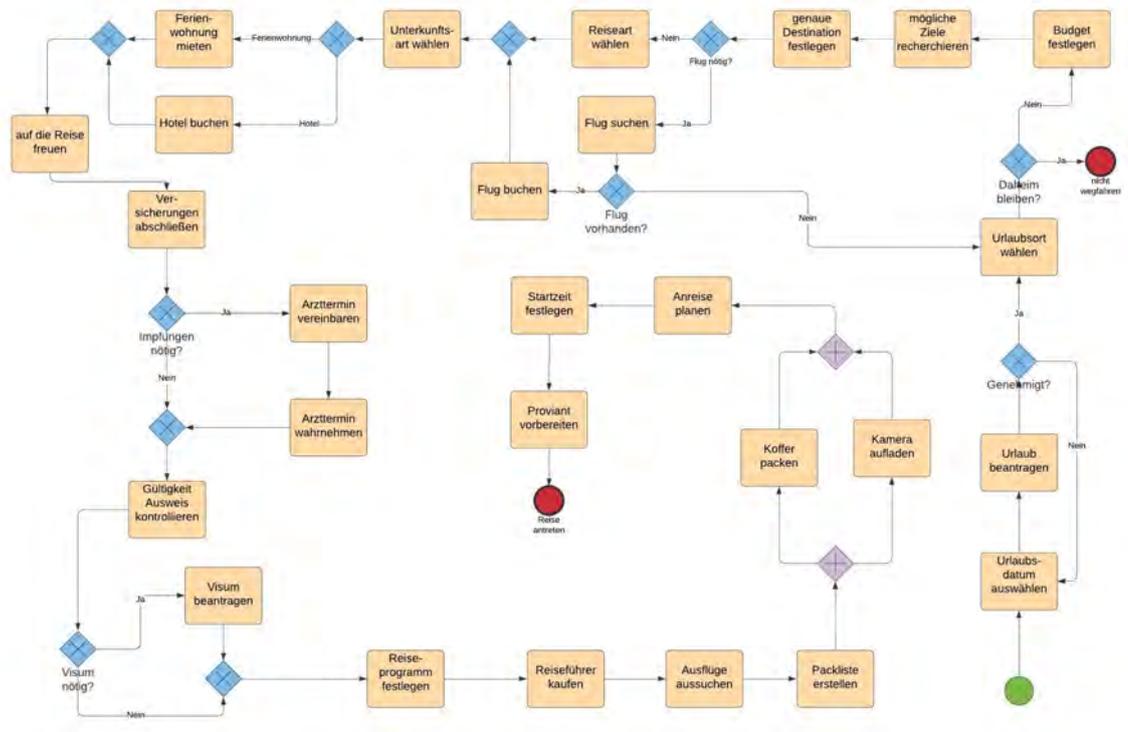


Abbildung A.8: Urlaubsmodell 4

## **B Balkendiagramme**

Die Abbildungen B.1 bis B.4 zeigen detaillierte Ergebnisse der deskriptiven Statistik in Form von Balkendiagrammen. In Abbildung B.1 und B.2 sind auf der x-Achse die verschiedenen Farbmodelle und auf der y-Achse die Mittelwerte der Variablen gekennzeichnet. Abbildung B.3 und B.4 stellen auf der x-Achse die Expertise und auf der y-Achse die Mittelwerte der Variablen dar.

## B Balkendiagramme

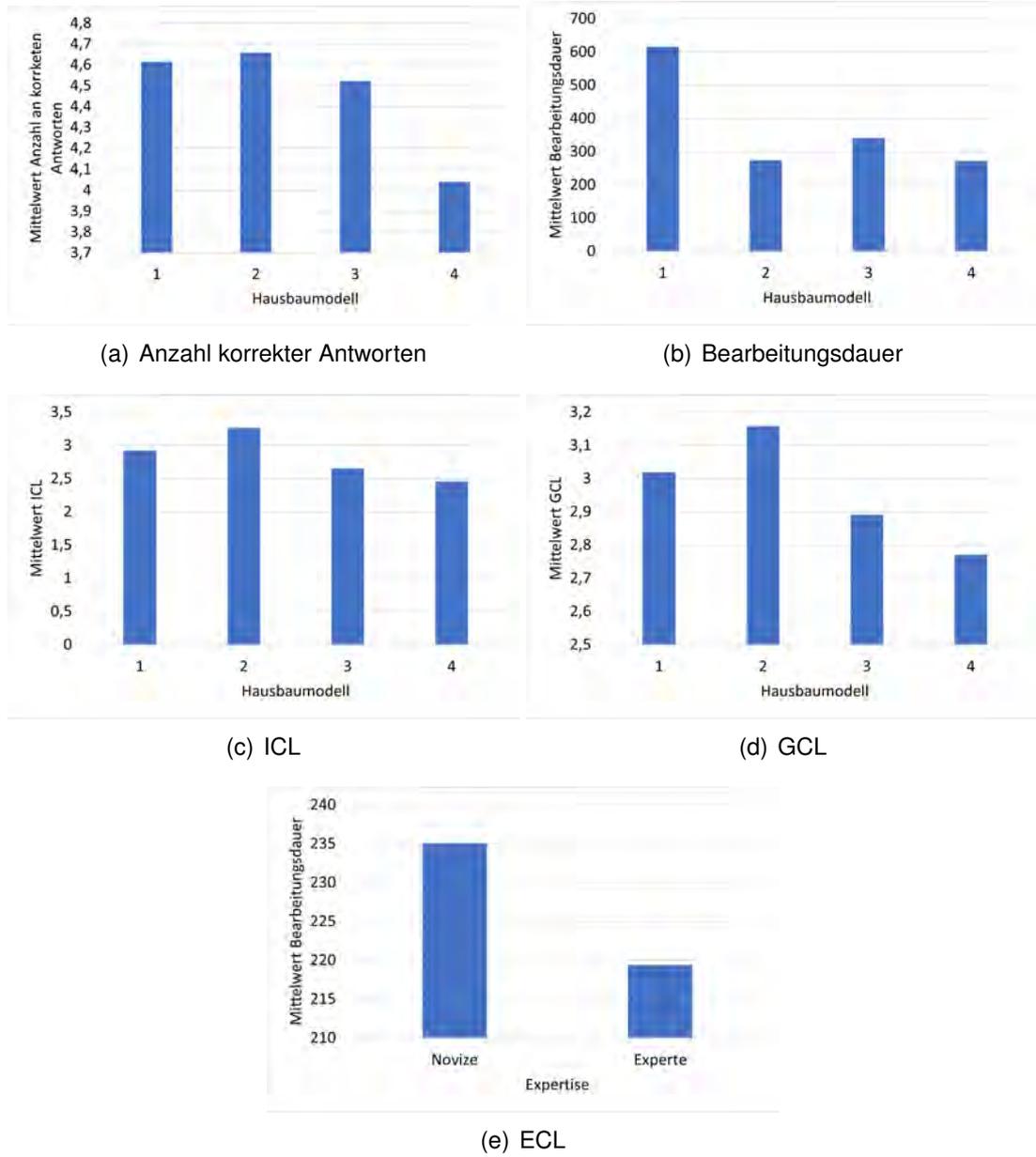


Abbildung B.1: Balkendiagramme über Mittelwerte für Hausbaumodelle

## B Balkendiagramme

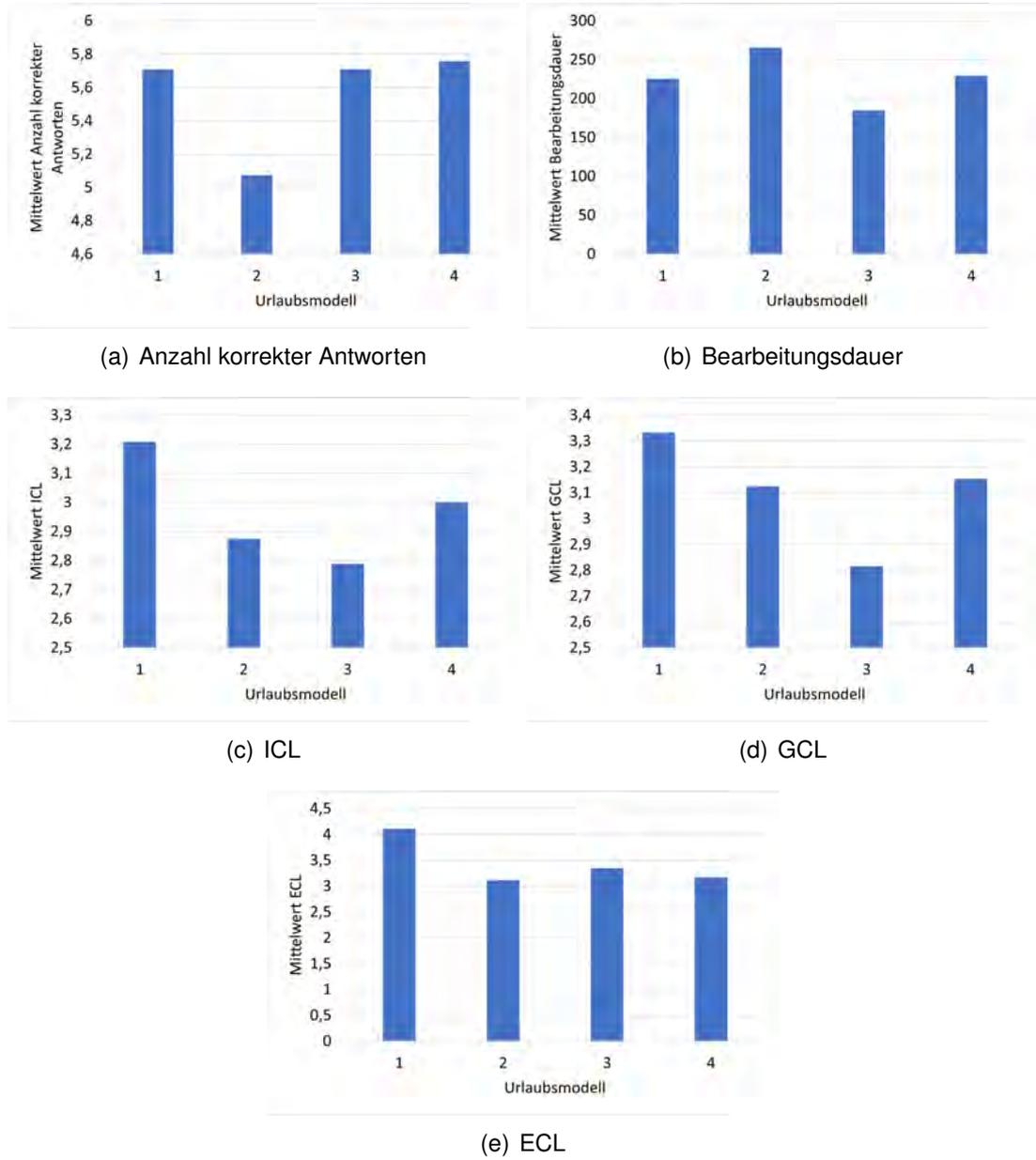
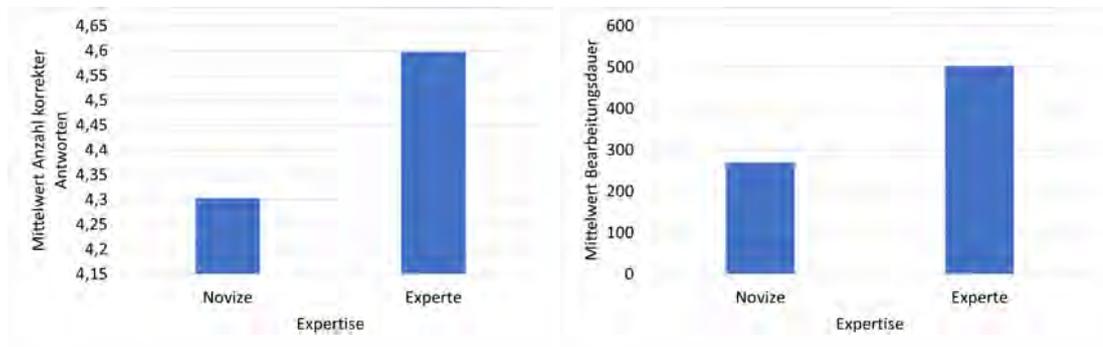


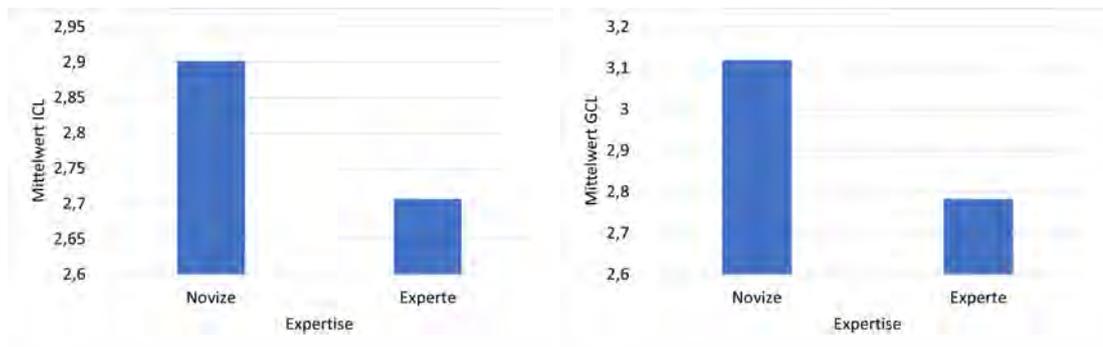
Abbildung B.2: Balkendiagramme über Mittelwerte für Urlaubsmodelle

## B Balkendiagramme



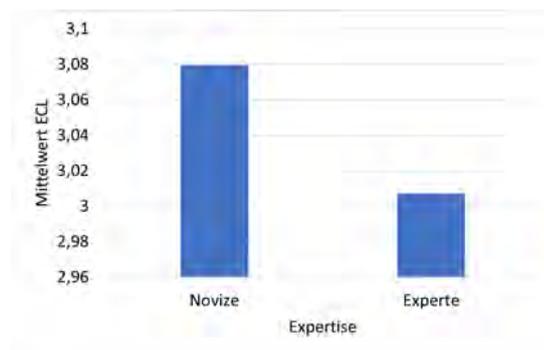
(a) Anzahl korrekter Antworten

(b) Bearbeitungsdauer



(c) ICL

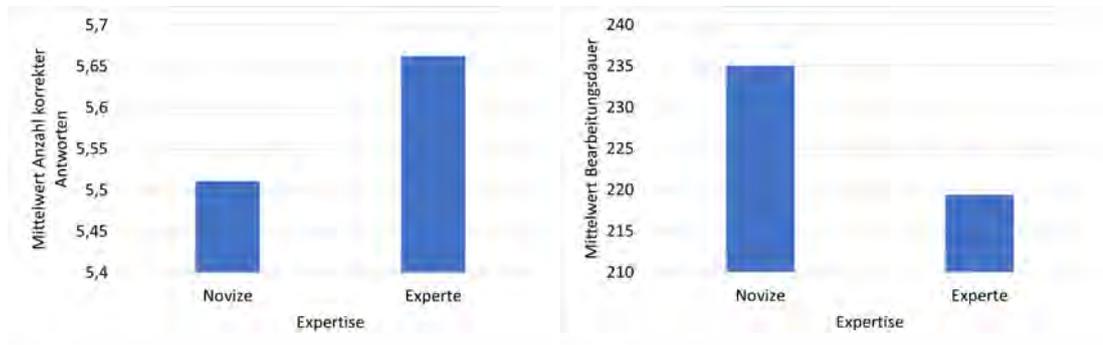
(d) GCL



(e) ECL

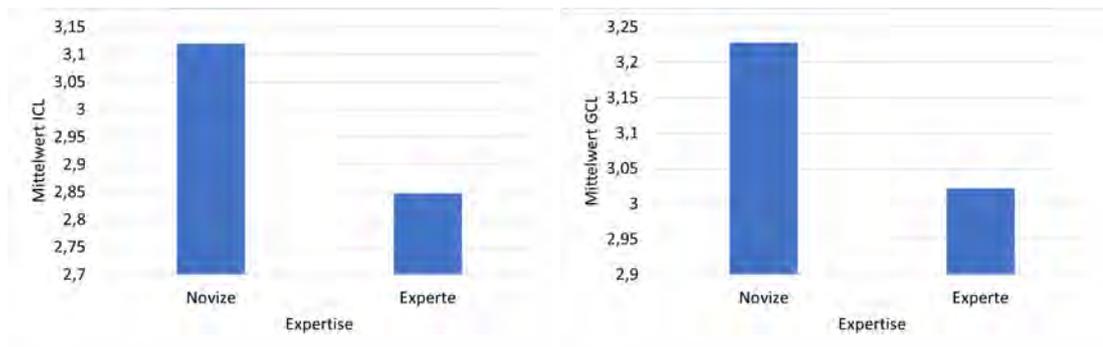
Abbildung B.3: Balkendiagramme über Mittelwerte für Hausbaumodelle Expertise

## B Balkendiagramme



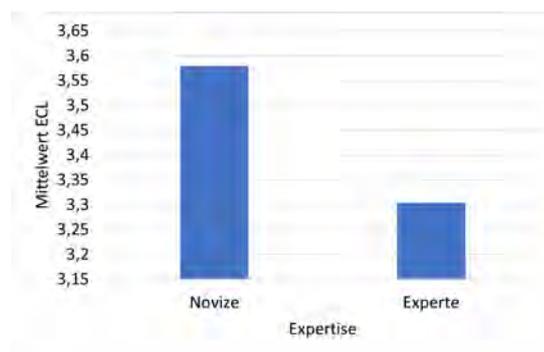
(a) Anzahl korrekter Antworten

(b) Bearbeitungsdauer



(c) ICL

(d) GCL



(e) ECL

Abbildung B.4: Balkendiagramme über Mittelwerte für Urlaubsmodelle Expertise

## C Rohdaten

In den Tabellen C.1 bis C.8 sind die aufbereiteten Umfrageergebnisse ersichtlich.

Subjekt	Hausbau- modell	Urlaubs- modell	Arbeitsstatus	Fach	Expertise	Anz. korrekter Antworten Haus	Dauer Haus	ICL Haus	GCL Haus	ECL Haus	Anz. korrekter Antworten Urlaub	Dauer Urlaub	ICL Urlaub	GCL Urlaub	ECL Urlaub
1	1	3	Student	Informatik	Experte	4,5	171	4	3	2,3	5,5	116	3,5	2,5	2,0
2	1	3	Student	Informatik	Novize	5	278	2,5	3,5	2,7	6	196	2	2,5	2,3
3	1	3	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	200	3	2,5	4,0	6	161	3	4	4,3
4	1	3	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4	495	4	4,5	4,7	5	299	3,5	2	2,3
5	1	3	Student	Medien- informatik	Experte	5	291	2,5	1	1,7	5	133	1,5	1,5	2,0
6	1	3	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4,5	269	2,5	4,5	2,3	6	250	3	3	3,3
7	1	3	Student	Medien- informatik	Experte	5	8283	1	2	5,0	6	192	2,5	3,5	4,0
8	1	3	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	5	184	2	2	1,3	6	119	1	1,5	1,3
9	1	3	akademischer Mitarbeiter	Informatik	Novize	5	284	1	1,5	1,7	5	180	1	1	1,3
10	1	3	Student	Medien- informatik	Novize	5	329	5,5	4	5,0	6	181	2,5	2	2,3
11	1	3	sonstiges	sonstiges	Experte	5	244	5	4,5	3,0	6	164	3,5	3	2,3
12	1	3	akademischer Mitarbeiter	Computer Science	Experte	5	229	1	1	1,7	6	176	1	1	1,7
13	1	3	Student	Informatik	Experte	5	1019	1,5	1,5	4,7	5	142	1	1	2,0
14	1	3	Student	Informatik	Novize	4	337	2,5	3	6,0	6	202	2,5	3	6,0
15	1	4	Student	Medien- informatik	Novize	5	306	3,5	2,5	2,3	6	246	3	3	2,7

Tabelle C.1: Umfrageergebnisse Teil 1

## C Rohdaten

---

Subjekt	Hausbau- modell	Urlaubs- modell	Arbeitsstatus	Fach	Expertise	Anz. korrekter Antworten Haus	Dauer Haus	ICL Haus	GCL Haus	ECL Haus	Anz. korrekter Antworten Urlaub	Dauer Urlaub	ICL Urlaub	GCL Urlaub	ECL Urlaub
16	1	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4,5	323	4	5	4,3	6	265	3,5	4	3,3
17	1	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4	180	2	2	2,0	6	219	3	2,5	3,7
18	1	4	Student	Software Engineering	Experte	4,5	390	2,5	1,5	3,0	6	331	1,5	2,5	2,3
19	1	4	Student	sonstiges	Experte	3,5	193	3	2	1,0	5,5	179	3	1,5	1,0
20	1	4	Student	Software Engineering	Experte	5	413	2,5	2	3,0	6	258	3	1,5	3,7
21	1	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	308	3	3,5	3,0	6	248	3	3	3,0
22	1	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4,5	91	5,5	6,5	7,0	4,5	67	4	5	5,0
23	1	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4,5	519	4,5	7	2,3	6	372	5	8	3,7
24	1	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	228	4	6	2,0	6	226	2,5	4	1,3
25	1	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	260	1	1	2,3	5,5	173	1	1	1,0
26	1	4	Student	Informatik	Novize	3,5	170	2,5	1	1,0	4,5	184	2,5	1,5	1,3

Tabelle C.2: Umfrageergebnisse Teil 2

## C Rohdaten

---

Subjekt	Hausbau- modell	Urlaubs- modell	Arbeitsstatus	Fach	Expertise	Anz. korrekter Antworten Haus	Dauer Haus	ICL Haus	GCL Haus	ECL Haus	Anz. korrekter Antworten Urlaub	Dauer Urlaub	ICL Urlaub	GCL Urlaub	ECL Urlaub
27	3	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4,5	264	1	1	1,0	5,5	290	3	3	3,0
28	3	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	210	3	3	2,0	6	190	2	2,5	2,3
29	3	1	Student	Wima/Mathe	Novize	4,5	318	2,5	3,5	4,0	5,5	212	3,5	3	3,7
30	3	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	217	2	2,5	2,0	5,5	170	4,5	4	5,3
31	3	1	Student	Medien- informatik	Novize	4,5	297	3,5	4	3,3	5,5	247	5	5,5	6,0
32	3	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	160	2,5	2	2,3	6	145	3,5	4	8,0
33	3	1	Student	Informatik	Novize	5	268	2	1	1,0	6	1215	2	3,5	7,0
34	3	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4,5	549	1	1	1,0	5,5	418	1	1,5	1,0
35	3	1	Student	Informatik	Experte	5	528	3,5	2,5	1,7	5	192	3	2,5	3,7
36	3	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	2,5	218	3,5	4,5	2,7	5,5	319	4	4,5	2,3
37	3	4	Student	Medien- informatik	Experte	5	332	1,5	1,5	1,0	6	330	1,5	1,5	1,3

Tabelle C.3: Umfrageergebnisse Teil 3

## C Rohdaten

---

Subjekt	Hausbau- modell	Urlaubs- modell	Arbeitsstatus	Fach	Expertise	Anz. korrekter Antworten Haus	Dauer Haus	ICL Haus	GCL Haus	ECL Haus	Anz. korrekter Antworten Urlaub	Dauer Urlaub	ICL Urlaub	GCL Urlaub	ECL Urlaub
38	3	4	Student	Wima/Mathe	Experte	5	196	1	1	2,7	6	151	1	1	2,0
39	3	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	288	4	6	7,0	6	220	8	6	7,7
40	3	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	285	3	2	2,3	6	252	3,5	3,5	3,3
41	3	4	Student	Wima/Mathe	Novize	4	235	4	4	4,0	5,5	140	3,5	3	3,0
42	3	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	406	1	1	1,0	6	257	1	1	1,7
43	3	4	Student	Medien- informatik	Experte	5	275	1	1	1,0	6	150	1	1	1,0
44	3	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	364	4	7	4,0	5,5	209	3	7	4,7
45	3	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	5	324	4,5	3,5	3,7	6	170	6	4	5,7
46	2	1	Student	Medien- informatik	Experte	5	399	4,5	4,5	4,3	6	2	4,5	5	6,0
47	2	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	134	3	3,5	2,0	5,5	2	2	1,5	3,0
48	2	1	Student	Wima/Mathe	Novize	4,5	192	2,5	2	2,0	6	2	3,5	3,5	3,7
49	2	1	Student	Software Engineering	Novize	4	185	4	2,5	2,0	5,5	2	3	4	4,7

Tabelle C.4: Umfrageergebnisse Teil 4

## C Rohdaten

---

Subjekt	Hausbau- modell	Urlaubs- modell	Arbeitsstatus	Fach	Expertise	Anz. korrekter Antworten Haus	Dauer Haus	ICL Haus	GCL Haus	ECL Haus	Anz. korrekter Antworten Urlaub	Dauer Urlaub	ICL Urlaub	GCL Urlaub	ECL Urlaub
50	2	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	225	2	2	5,7	6	2	2,5	2	4,3
51	2	1	Student	Informatik	Novize	5	241	2,5	2,5	6,7	6	2	2,5	2	6,0
52	2	3	sonstiges	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	3	144	7	8	10,0	5	138	10	9	10,0
53	2	3	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	219	3	2	2,3	6	220	3	2,5	4,0
54	2	3	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	5	126	3	3	4,3	6	130	3,5	3	5,0
55	2	3	akademischer Mitarbeiter	Informatik	Experte	5	214	4,5	3	4,7	6	190	3,5	5,5	3,0
56	2	3	akademischer Mitarbeiter	Software Engineering	Novize	5	481	3	1,5	7,0	6	321	1,5	2	4,3
57	2	4	Student	Wima/Mathe	Novize	4,5	253	2,5	4	6,0	6	275	5,5	5,5	7,3
58	2	4	Student	Informatik	Experte	4,5	410	1	1	1,0	5	269	1	1	1,0
59	2	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	354	3,5	5	3,3	5,5	279	3,5	3,5	3,3
60	2	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	370	2	1,5	2,3	6	341	2	3,5	3,3
61	2	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	463	4,5	4,5	7,7	5,5	256	2,5	2	4,7

Tabelle C.5: Umfrageergebnisse Teil 5

## C Rohdaten

---

Subjekt	Hausbau- modell	Urlaubs- modell	Arbeitsstatus	Fach	Expertise	Anz. korrekter Antworten Haus	Dauer Haus	ICL Haus	GCL Haus	ECL Haus	Anz. korrekter Antworten Urlaub	Dauer Urlaub	ICL Urlaub	GCL Urlaub	ECL Urlaub
62	2	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	333	6	5	7,3	6	249	3,5	3	3,0
63	2	4	Student	Software Engineering	Novize	4,5	183	1,5	2	1,3	6	141	1	2	1,0
64	2	4	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	286	2	2,5	1,3	6	208	4,5	5,5	6,0
65	3	2	Student	Wima/Mathe	Novize	5	313	3	2	3,3	6	208	2	2	2,3
66	3	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	5	1329	4,5	7,5	9,3	6	1166	5,5	7,5	8,0
67	3	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	2,5	251	4	4	3,3	6	303	3,5	2,5	2,7
68	3	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4	216	1	1	1,0	4,5	207	1	1	1,0
69	4	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4,5	217	4,5	3	2,7	5,5	141	2,5	2	2,0
70	4	1	akademischer Mitarbeiter	Informatik	Novize	5	379	2,5	3,5	2,0	6	190	3	2,5	4,0
71	4	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4,5	238	2,5	3	2,7	5,5	272	3,5	4,5	2,7
72	4	1	sonstiges	Informatik	Novize	4,5	205	2,5	6	3,7	6	197	4,5	6	6,3
73	4	1	Student	Informatik	Experte	5	230	2	2	3,0	6	181	2	2	3,0

Tabelle C.6: Umfrageergebnisse Teil 6

## C Rohdaten

---

Subjekt	Hausbau- modell	Urlaubs- modell	Arbeitsstatus	Fach	Expertise	Anz. korrekter Antworten Haus	Dauer Haus	ICL Haus	GCL Haus	ECL Haus	Anz. korrekter Antworten Urlaub	Dauer Urlaub	ICL Urlaub	GCL Urlaub	ECL Urlaub
74	4	1	Student	Medien- informatik	Novize	4	425	3,5	5	3,0	5,5	242	5,5	5	4,3
75	4	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	5	304	2,5	4	1,3	6	333	4	4,5	5,3
76	4	1	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4,5	153	2	2,5	1,7	5,5	453	2,5	1,5	1,0
77	4	2	Student	Wima/Mathe	Experte	4	128	4,5	4,5	4,0	5	114	7	7,5	7,7
78	4	2	Student	Wima/Mathe	Novize	4	162	1,5	1	3,0	5	145	5	6,5	6,3
79	4	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	3	411	1,5	1,5	1,7	5	303	2,5	2,5	3,0
80	4	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4	657	3,5	2,5	2,7	5	239	6,5	7	6,7
81	4	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4	216	1,5	2	1,0	5	217	2	2	1,0
82	4	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	3	247	2,5	3	3,3	5	277	3,5	2,5	2,7
83	4	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4	295	3,5	2	2,0	5	241	2,5	3,5	3,3
84	4	2	Student	Wima/Mathe	Novize	4	263	2,5	1,5	1,0	5	237	1	1,5	2,0
85	4	2	Student	Software Engineering	Novize	3,5	374	1	2	3,3	4	338	1	2	2,0

Tabelle C.7: Umfrageergebnisse Teil 7

C Rohdaten

---

Subjekt	Hausbau- modell	Urlaubs- modell	Arbeitsstatus	Fach	Expertise	Anz. korrekter Antworten Haus	Dauer Haus	ICL Haus	GCL Haus	ECL Haus	Anz. korrekter Antworten Urlaub	Dauer Urlaub	ICL Urlaub	GCL Urlaub	ECL Urlaub
86	4	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	4	191	3	3	1,0	5	231	3,5	3	3,3
87	4	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4	222	1	1,5	1,3	5	127	1	1	1,0
88	4	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Experte	4	285	1,5	2	1,0	5	171	1,5	2	1,0
89	4	2	Student	Informatik	Novize	3	212	3,5	4,5	2,7	5	171	3,5	3,5	3,0
90	4	2	Student	Wima/Mathe	Novize	4	263	3,5	3	2,3	5	257	2,5	2,5	2,3
91	4	2	Student	Wirtschafts- wissenschaften	Novize	3,5	156	1	1,5	1,7	5	143	1	1	1,0
92	4	2	Student	Medien- informatik	Experte	4	295	1,5	2	2,7	5	217	1,5	1,5	2,0

Tabelle C.8: Umfrageergebnisse Teil 8

## **D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests**

Das Testen der Hypothesen wurde in Kapitel 5.3 diskutiert. Die Tabellen D.1 bis D.3 geben eine Übersicht über die Ergebnisse der ANOVA. In Tabelle D.4 bis D.9 ist eine detaillierte Aufstellung des Post-Hoc-Tests Bonferroni zu sehen. Eine Aufstellung über die Ergebnisse des T-Tests sind in Tabelle D.10 und D.11 zu finden.

## D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

Anova Hausbaumodelle						
		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Anzahl korrekter Antworten	Zwischen den Gruppen	5,652	3	1,884	5,741	0,001
	Innerhalb der Gruppen	28,878	88	0,328		
	Gesamt	34,53	91			
Bearbeitungsdauer	Zwischen den Gruppen	1960725,586	3	653575,195	0,903	0,443
	Innerhalb der Gruppen	63662911,49	88	723442,176		
	Gesamt	65623637,08	91			
ICL	Zwischen den Gruppen	7,772	3	2,591	1,549	0,208
	Innerhalb der Gruppen	147,206	88	1,673		
	Gesamt	154,978	91			
GCL	Zwischen den Gruppen	1,795	3	0,598	0,21	0,889
	Innerhalb der Gruppen	250,735	88	2,849		
	Gesamt	252,53	91			
ECL	Zwischen den Gruppen	44,393	3	14,798	4,391	0,006
	Innerhalb der Gruppen	296,544	88	3,37		
	Gesamt	340,937	91			

Anova Urlaubsmodelle						
		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Anzahl korrekter Antworten	Zwischen den Gruppen	6,74	3	2,247	13,125	0
	Innerhalb der Gruppen	15,064	88	0,171		
	Gesamt	21,804	91			
Bearbeitungsdauer	Zwischen den Gruppen	63998,159	3	21332,72	0,742	0,53
	Innerhalb der Gruppen	2530638,58	88	28757,257		
	Gesamt	2594636,739	91			
ICL	Zwischen den Gruppen	2,172	3	0,724	0,26	0,854
	Innerhalb der Gruppen	245,054	88	2,785		
	Gesamt	247,226	91			
GCL	Zwischen den Gruppen	2,885	3	0,962	0,285	0,836
	Innerhalb der Gruppen	296,928	88	3,374		
	Gesamt	299,813	91			
ECL	Zwischen den Gruppen	15,127	3	5,042	1,265	0,291
	Innerhalb der Gruppen	350,675	88	3,985		
	Gesamt	365,802	91			

Tabelle D.1: ANOVA

## D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

ANOVA Hausbaummodelle Experten						
		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Anzahl korrekter Antworten	Zwischen den Gruppen	3,451	3	1,15	4,45	0,008
	Innerhalb der Gruppen	10,859	42	0,259		
	Gesamt	14,31	45			
Bearbeitungs-dauer	Zwischen den Gruppen	3501367,385	3	1167122,462	0,812	0,495
	Innerhalb der Gruppen	60385976,03	42	1437761,334		
	Gesamt	63887343,41	45			
ICL	Zwischen den Gruppen	6,26	3	2,087	1,225	0,312
	Innerhalb der Gruppen	71,528	42	1,703		
	Gesamt	77,788	45			
GCL	Zwischen den Gruppen	6,665	3	2,222	0,793	0,505
	Innerhalb der Gruppen	117,661	42	2,801		
	Gesamt	124,326	45			
ECL	Zwischen den Gruppen	13,259	3	4,42	1,214	0,316
	Innerhalb der Gruppen	152,85	42	3,639		
	Gesamt	166,109	45			

ANOVA Urlaubsmodelle Experten						
		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Anzahl korrekter Antworten	Zwischen den Gruppen	2,255	3	0,752	5,47	0,003
	Innerhalb der Gruppen	5,772	42	0,137		
	Gesamt	8,027	45			
Bearbeitungs-dauer	Zwischen den Gruppen	195804,287	3	65268,096	2,762	0,054
	Innerhalb der Gruppen	992404,865	42	23628,687		
	Gesamt	1188209,152	45			
ICL	Zwischen den Gruppen	5,569	3	1,856	0,7	0,557
	Innerhalb der Gruppen	111,365	42	2,652		
	Gesamt	116,935	45			
GCL	Zwischen den Gruppen	6,32	3	2,107	0,585	0,628
	Innerhalb der Gruppen	151,158	42	3,599		
	Gesamt	157,478	45			
ECL	Zwischen den Gruppen	14,466	3	4,822	1,207	0,319
	Innerhalb der Gruppen	167,718	42	3,993		
	Gesamt	182,184	45			

Tabelle D.2: ANOVA Experten

D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

ANOVA Hausbaumodelle Novizen						
		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Anzahl korrekter Antworten	Zwischen den Gruppen	1,762	3	0,587	1,497	0,229
	Innerhalb der Gruppen	16,477	42	0,392		
	Gesamt	18,239	45			
Bearbeitungs-dauer	Zwischen den Gruppen	32649,761	3	10883,254	1,017	0,395
	Innerhalb der Gruppen	449632,152	42	10705,527		
	Gesamt	482281,913	45			
ICL	Zwischen den Gruppen	4,369	3	1,456	0,85	0,474
	Innerhalb der Gruppen	71,941	42	1,713		
	Gesamt	76,31	45			
GCL	Zwischen den Gruppen	6,588	3	2,196	0,775	0,514
	Innerhalb der Gruppen	119,004	42	2,833		
	Gesamt	125,592	45			
ECL	Zwischen den Gruppen	39,749	3	13,25	4,123	0,012
	Innerhalb der Gruppen	134,958	42	3,213		
	Gesamt	174,708	45			

ANOVA Urlaubsmodelle Novizen						
		Quadratsumme	df	Mittel der Quadrate	F	Sig.
Anzahl korrekter Antworten	Zwischen den Gruppen	4,492	3	1,497	7,186	0,001
	Innerhalb der Gruppen	8,752	42	0,208		
	Gesamt	13,245	45			
Bearbeitungs-dauer	Zwischen den Gruppen	56345,468	3	18781,823	0,587	0,627
	Innerhalb der Gruppen	1344447,336	42	32010,651		
	Gesamt	1400792,804	45			
ICL	Zwischen den Gruppen	9,458	3	3,153	1,111	0,355
	Innerhalb der Gruppen	119,134	42	2,837		
	Gesamt	128,592	45			
GCL	Zwischen den Gruppen	9,649	3	3,216	1,026	0,391
	Innerhalb der Gruppen	131,704	42	3,136		
	Gesamt	141,353	45			
ECL	Zwischen den Gruppen	12,826	3	4,275	1,062	0,375
	Innerhalb der Gruppen	169,048	42	4,025		
	Gesamt	181,874	45			

Tabelle D.3: ANOVA Novizen

### D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

Post-Hoc-Tests Hausbaumodelle								
Bonferroni								
Abhängige Variable	(I) Hausdiagramm	(J) Hausdiagramm	Mittelwertdifferenz (I-J)	Std.-Fehler	Sig.	95% Konfidenzintervall		
						Untergrenze	Obergrenze	
Anzahl korrekter Antworten	1	2	-0,0425	0,1729	1	-0,509	0,424	
		3	0,0936	0,164	1	-0,349	0,536	
		4	,5737	0,1622	0,004	0,136	1,011	
	2	1	0,0425	0,1729	1	-0,424	0,509	
		3	0,1362	0,1776	1	-0,343	0,616	
		4	,6162	0,1759	0,004	0,141	1,091	
	3	1	-0,0936	0,164	1	-0,536	0,349	
		2	-0,1362	0,1776	1	-0,616	0,343	
		4	,4801	0,1672	0,031	0,029	0,931	
	4	1	-,5737	0,1622	0,004	-1,011	-0,136	
		2	-,6162	0,1759	0,004	-1,091	-0,141	
		3	-,4801	0,1672	0,031	-0,931	-0,029	
Bearbeitungs-dauer	1	2	340,838	256,711	1	-352,08	1033,75	
		3	274,154	243,472	1	-383,03	931,34	
		4	343,154	240,766	0,946	-306,72	993,03	
	2	1	-340,838	256,711	1	-1033,75	352,08	
		3	-66,684	263,685	1	-778,43	645,06	
		4	2,316	261,188	1	-702,69	707,32	
	3	1	-274,154	243,472	1	-931,34	383,03	
		2	66,684	263,685	1	-645,06	778,43	
		4	69	248,188	1	-600,91	738,91	
	4	1	-343,154	240,766	0,946	-993,03	306,72	
		2	-2,316	261,188	1	-707,32	702,69	
		3	-69	248,188	1	-738,91	600,91	
ICL	1	2	-0,3401	0,3904	1	-1,394	0,714	
		3	0,2709	0,3702	1	-0,728	1,27	
		4	0,4647	0,3661	1	-0,523	1,453	
	2	1	0,3401	0,3904	1	-0,714	1,394	
		3	0,611	0,401	0,787	-0,471	1,693	
		4	0,8048	0,3972	0,275	-0,267	1,877	
	3	1	-0,2709	0,3702	1	-1,27	0,728	
		2	-0,611	0,401	0,787	-1,693	0,471	
		4	0,1938	0,3774	1	-0,825	1,213	
	4	1	-0,4647	0,3661	1	-1,453	0,523	
		2	-0,8048	0,3972	0,275	-1,877	0,267	
		3	-0,1938	0,3774	1	-1,213	0,825	
GCL	1	2	-0,1387	0,5095	1	-1,514	1,236	
		3	0,1279	0,4832	1	-1,176	1,432	
		4	0,2484	0,4778	1	-1,041	1,538	
	2	1	0,1387	0,5095	1	-1,236	1,514	
		3	0,2666	0,5233	1	-1,146	1,679	
		4	0,3871	0,5183	1	-1,012	1,786	
	3	1	-0,1279	0,4832	1	-1,432	1,176	
		2	-0,2666	0,5233	1	-1,679	1,146	
		4	0,1205	0,4925	1	-1,209	1,45	
	4	1	-0,2484	0,4778	1	-1,538	1,041	
		2	-0,3871	0,5183	1	-1,786	1,012	
		3	-0,1205	0,4925	1	-1,45	1,209	
ECL	1	2	-1,2294	0,5540	0,174	-2,725	0,266	
		3	0,2397	0,5255	1	-1,179	1,658	
		4	0,7735	0,5196	0,841	-0,629	2,176	
	2	1	1,2294	0,5540	0,174	-0,266	2,725	
		3	1,4691	0,5691	0,069	-0,067	3,005	
		4	2,0029	0,5637	0,004	0,481	3,524	
	3	1	-0,2397	0,5255	1	-1,658	1,179	
		2	-1,4691	0,5691	0,069	-3,005	0,067	
		4	0,5338	0,5357	1	-0,912	1,980	
	4	1	-0,7735	0,5196	0,841	-2,176	0,629	
		2	-2,0029	0,5637	0,004	-3,524	-0,481	
		3	-0,5338	0,5357	1	-1,980	0,912	

\*. Die Mittelwertdifferenz ist in Stufe 0.05 signifikant.

Tabelle D.4: Post-Hoc-Test Hausbaumodelle

D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

Post-Hoc-Tests Urlaubsmodelle							
Bonferroni							
Abhängige Variable	(I) Urlaubsdiagramm	(J) Urlaubsdiagramm	Mittelwertdifferenz (I-J)	Std.-Fehler	Sig.	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Anzahl korrekter Antworten	1	2	,6333	0,1253	0	0,295	0,971
		3	-0,0022	0,1271	1	-0,345	0,341
		4	-0,0503	0,1142	1	-0,358	0,258
	2	1	-,6333	0,1253	0	-0,971	-0,295
		3	-,6355	0,1325	0	-0,993	-0,278
		4	-,6836	0,1203	0	-1,008	-0,359
	3	1	0,0022	0,1271	1	-0,341	0,345
		2	,6355	0,1325	0	0,278	0,993
		4	-0,0481	0,1221	1	-0,378	0,282
	4	1	0,0503	0,1142	1	-0,258	0,358
		2	,6836	0,1203	0	0,359	1,008
		3	0,0481	0,1221	1	-0,282	0,378
Bearbeitungs-dauer	1	2	-39,808	51,343	1	-178,39	98,78
		3	41,055	52,075	1	-99,51	181,61
		4	-4,036	46,796	1	-130,35	122,28
	2	1	39,808	51,343	1	-98,78	178,39
		3	80,863	54,327	0,841	-65,78	227,5
		4	35,772	49,29	1	-97,27	168,82
	3	1	-41,055	52,075	1	-181,61	99,51
		2	-80,863	54,327	0,841	-227,5	65,78
		4	-45,091	50,052	1	-180,19	90,01
	4	1	4,036	46,796	1	-122,28	130,35
		2	-35,772	49,29	1	-168,82	97,27
		3	45,091	50,052	1	-90,01	180,19
ICL	1	2	0,3333	0,5052	1	-1,03	1,697
		3	0,4189	0,5124	1	-0,964	1,802
		4	0,2083	0,4605	1	-1,035	1,451
	2	1	-0,3333	0,5052	1	-1,697	1,03
		3	0,0855	0,5346	1	-1,357	1,529
		4	-0,125	0,485	1	-1,434	1,184
	3	1	-0,4189	0,5124	1	-1,802	0,964
		2	-0,0855	0,5346	1	-1,529	1,357
		4	-0,2105	0,4925	1	-1,54	1,119
	4	1	-0,2083	0,4605	1	-1,451	1,035
		2	0,125	0,485	1	-1,184	1,434
		3	0,2105	0,4925	1	-1,119	1,54
GCL	1	2	0,2083	0,5561	1	-1,293	1,709
		3	0,5175	0,5641	1	-1,005	2,04
		4	0,1782	0,5069	1	-1,19	1,546
	2	1	-0,2083	0,5561	1	-1,709	1,293
		3	0,3092	0,5885	1	-1,279	1,898
		4	-0,0302	0,5339	1	-1,471	1,411
	3	1	-0,5175	0,5641	1	-2,04	1,005
		2	-0,3092	0,5885	1	-1,898	1,279
		4	-0,3394	0,5422	1	-1,803	1,124
	4	1	-0,1782	0,5069	1	-1,546	1,19
		2	0,0302	0,5339	1	-1,411	1,471
		3	0,3394	0,5422	1	-1,124	1,803
ECL	1	2	0,9944	0,6044	0,621	-0,637	2,626
		3	0,7602	0,6130	1	-0,894	2,415
		4	0,9387	0,5509	0,551	-0,548	2,426
	2	1	-0,9944	0,6044	0,621	-2,626	0,637
		3	-0,2342	0,6395	1	-1,960	1,492
		4	-0,0557	0,5802	1	-1,622	1,510
	3	1	-0,7602	0,6130	1	-2,415	0,894
		2	0,2342	0,6395	1	-1,492	1,960
		4	0,1785	0,5892	1	-1,412	1,769
	4	1	-0,9387	0,5509	0,551	-2,426	0,548
		2	0,0557	0,5802	1	-1,510	1,622
		3	-0,1785	0,5892	1	-1,769	1,412

\*. Die Mittelwertdifferenz ist in Stufe 0.05 signifikant.

Tabelle D.5: Post-Hoc-Test Urlaubsmodelle

## D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

### Post-Hoc-Test Novizen

#### Mehrere Vergleiche Hausbaumodelle

Bonferroni								
Abhängige Variable	(I) Hausdiagramm	(J) Hausdiagramm	Mittelwertdifferenz (I-J)	Std.-Fehler	Sig.	95% Konfidenzintervall		
						Untergrenze	Obergrenze	
Anzahl korrekter Antworten	1	2	0,0625	0,2815	1	-0,717	0,842	
		3	0,15	0,2635	1	-0,58	0,88	
		4	0,4667	0,2373	0,335	-0,191	1,124	
	2	1	-0,0625	0,2815	1	-0,842	0,717	
		3	0,0875	0,2971	1	-0,735	0,91	
		4	0,4042	0,2742	0,888	-0,355	1,163	
	3	1	-0,15	0,2635	1	-0,88	0,58	
		2	-0,0875	0,2971	1	-0,91	0,735	
		4	0,3167	0,2557	1	-0,391	1,025	
	4	1	-0,4667	0,2373	0,335	-1,124	0,191	
		2	-0,4042	0,2742	0,888	-1,163	0,355	
		3	-0,3167	0,2557	1	-1,025	0,391	
Bearbeitungs-dauer	1	2	63,99	46,494	1	-64,75	192,73	
		3	-10,585	43,521	1	-131,09	109,93	
		4	33,215	39,207	1	-75,35	141,78	
	2	1	-63,99	46,494	1	-192,73	64,75	
		3	-74,575	49,079	0,817	-210,48	61,33	
		4	-30,775	45,298	1	-156,21	94,66	
	3	1	10,585	43,521	1	-109,93	131,09	
		2	74,575	49,079	0,817	-61,33	210,48	
		4	43,8	42,24	1	-73,16	160,76	
	4	1	-33,215	39,207	1	-141,78	75,35	
		2	30,775	45,298	1	-94,66	156,21	
		3	-43,8	42,24	1	-160,76	73,16	
ICL	1	2	-0,0192	0,5881	1	-1,648	1,609	
		3	0,6308	0,5505	1	-0,894	2,155	
		4	0,5974	0,4959	1	-0,776	1,971	
	2	1	0,0192	0,5881	1	-1,609	1,648	
		3	0,65	0,6208	1	-1,069	2,369	
		4	0,6167	0,573	1	-0,97	2,203	
	3	1	-0,6308	0,5505	1	-2,155	0,894	
		2	-0,65	0,6208	1	-2,369	1,069	
		4	-0,0333	0,5343	1	-1,513	1,446	
	4	1	-0,5974	0,4959	1	-1,971	0,776	
		2	-0,6167	0,573	1	-2,203	0,97	
		3	0,0333	0,5343	1	-1,446	1,513	
GCL	1	2	0,4279	0,7564	1	-1,667	2,522	
		3	1,0654	0,708	0,839	-0,895	3,026	
		4	0,5821	0,6378	1	-1,184	2,348	
	2	1	-0,4279	0,7564	1	-2,522	1,667	
		3	0,6375	0,7984	1	-1,573	2,848	
		4	0,1542	0,7369	1	-1,886	2,195	
	3	1	-1,0654	0,708	0,839	-3,026	0,895	
		2	-0,6375	0,7984	1	-2,848	1,573	
		4	-0,4833	0,6872	1	-2,386	1,42	
	4	1	-0,5821	0,6378	1	-2,348	1,184	
		2	-0,1542	0,7369	1	-2,195	1,886	
		3	0,4833	0,6872	1	-1,42	2,386	
ECL	1	2	-1,6346	0,8055	0,2930	-3,8651	0,5958	
		3	0,7821	0,7540	1,0000	-1,3058	2,8699	
		4	0,9709	0,6793	0,9620	-0,9099	2,8518	
	2	1	1,6346	0,8055	0,2930	-0,5958	3,8651	
		3	2,4167	0,8503	0,0410	0,0622	4,7711	
		4	2,6056	0,7848	0,0110	0,4325	4,7786	
	3	1	-0,7821	0,7540	1,0000	-2,8699	1,3058	
		2	-2,4167	0,8503	0,0410	-4,7711	-0,0622	
		4	0,1889	0,7318	1,0000	-1,8375	2,2153	
	4	1	-0,9709	0,6793	0,9620	-2,8518	0,9099	
		2	-2,6056	0,7848	0,0110	-4,7786	-0,4325	
		3	-0,1889	0,7318	1,0000	-2,2153	1,8375	

\*. Die Mittelwertdifferenz ist in Stufe 0.05 signifikant.

Tabelle D.6: Post-Hoc-Test für Novizen Hausbaumodelle

## D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

**Mehrere Vergleiche Urlaubsmodelle**

Bonferroni							
Abhängige Variable	(I) Urlaubsdiagramm	(J) Urlaubsdiagramm	Mittelwertdifferenz (I-J)	Std.-Fehler	Sig.	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Anzahl korrekter Antworten	1	2	,7455 <sup>*</sup>	0,1812	0,001	0,244	1,247
		3	0	0,1864	1	-0,516	0,516
		4	0,05	0,1864	1	-0,466	0,566
	2	1	-,7455 <sup>*</sup>	0,1812	0,001	-1,247	-0,244
		3	-,7455 <sup>*</sup>	0,1995	0,003	-1,298	-0,193
		4	-,6955 <sup>*</sup>	0,1995	0,007	-1,248	-0,143
	3	1	0	0,1864	1	-0,516	0,516
		2	,7455 <sup>*</sup>	0,1995	0,003	0,193	1,298
		4	0,05	0,2042	1	-0,515	0,615
	4	1	-0,05	0,1864	1	-0,566	0,466
		2	,6955 <sup>*</sup>	0,1995	0,007	0,143	1,248
		3	-0,05	0,2042	1	-0,615	0,515
Bearbeitungs-dauer	1	2	61,018	71,022	1	-135,64	257,68
		3	82,6	73,042	1	-119,65	284,85
		4	76,3	73,042	1	-125,95	278,55
	2	1	-61,018	71,022	1	-257,68	135,64
		3	21,582	78,174	1	-194,88	238,05
		4	15,282	78,174	1	-201,18	231,75
	3	1	-82,6	73,042	1	-284,85	119,65
		2	-21,582	78,174	1	-238,05	194,88
		4	-6,3	80,013	1	-227,86	215,26
	4	1	-76,3	73,042	1	-278,55	125,95
		2	-15,282	78,174	1	-231,75	201,18
		3	6,3	80,013	1	-215,26	227,86
ICL	1	2	0,8909	0,6686	1	-0,96	2,742
		3	0,25	0,6876	1	-1,654	2,154
		4	-0,4	0,6876	1	-2,304	1,504
	2	1	-0,8909	0,6686	1	-2,742	0,96
		3	-0,6409	0,7359	1	-2,679	1,397
		4	-1,2909	0,7359	0,52	-3,329	0,747
	3	1	-0,25	0,6876	1	-2,154	1,654
		2	0,6409	0,7359	1	-1,397	2,679
		4	-0,65	0,7532	1	-2,736	1,436
	4	1	0,4	0,6876	1	-1,504	2,304
		2	1,2909	0,7359	0,52	-0,747	3,329
		3	0,65	0,7532	1	-1,436	2,736
GCL	1	2	0,8303	0,7029	1	-1,116	2,777
		3	0,5667	0,7229	1	-1,435	2,568
		4	-0,3833	0,7229	1	-2,385	1,618
	2	1	-0,8303	0,7029	1	-2,777	1,116
		3	-0,2636	0,7737	1	-2,406	1,879
		4	-1,2136	0,7737	0,746	-3,356	0,929
	3	1	-0,5667	0,7229	1	-2,568	1,435
		2	0,2636	0,7737	1	-1,879	2,406
		4	-0,95	0,7919	1	-3,143	1,243
	4	1	0,3833	0,7229	1	-1,618	2,385
		2	1,2136	0,7737	0,746	-0,929	3,356
		3	0,95	0,7919	1	-1,243	3,143
ECL	1	2	1,3556	0,7964	0,5770	-0,8497	3,5608
		3	0,1889	0,8190	1,0000	-2,0790	2,4568
		4	0,3556	0,8190	1,0000	-1,9124	2,6235
	2	1	-1,3556	0,7964	0,5770	-3,5608	0,8497
		3	-1,1667	0,8766	1,0000	-3,5939	1,2606
		4	-1,0000	0,8766	1,0000	-3,4273	1,4273
	3	1	-0,1889	0,8190	1,0000	-2,4568	2,0790
		2	1,1667	0,8766	1,0000	-1,2606	3,5939
		4	0,1667	0,8972	1,0000	-2,3177	2,6511
	4	1	-0,3556	0,8190	1,0000	-2,6235	1,9124
		2	1,0000	0,8766	1,0000	-1,4273	3,4273
		3	-0,1667	0,8972	1,0000	-2,6511	2,3177

\*. Die Mittelwertdifferenz ist in Stufe 0.05 signifikant.

Tabelle D.7: Post-Hoc-Test für Novizen Urlaubsmodelle

## D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

### Post-Hoc-Test Experten

#### Mehrere Vergleiche Hausbaumodelle

Bonferroni							
Abhängige Variable	(I) Hausdiagramm	(J) Hausdiagramm	Mittelwertdifferenz (I-J)	Std.-Fehler	Sig.	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Anzahl korrekter Antworten	1	2	-0,0874	0,2083	1	-0,664	0,489
		3	0,0769	0,1994	1	-0,475	0,629
		4	,6752	0,2205	0,023	0,065	1,286
	2	1	0,0874	0,2083	1	-0,489	0,664
		3	0,1643	0,2083	1	-0,412	0,741
		4	,7626	0,2285	0,011	0,13	1,395
	3	1	-0,0769	0,1994	1	-0,629	0,475
		2	-0,1643	0,2083	1	-0,741	0,412
		4	0,5983	0,2205	0,058	-0,012	1,209
	4	1	-,6752	0,2205	0,023	-1,286	-0,065
		2	-,7626	0,2285	0,011	-1,395	-0,13
		3	-0,5983	0,2205	0,058	-1,209	0,012
Bearbeitungs-dauer	1	2	630,965	491,226	1	-729,25	1991,18
		3	568,308	470,313	1	-734	1870,61
		4	642,692	519,95	1	-797,06	2082,44
	2	1	-630,965	491,226	1	-1991,18	729,25
		3	-62,657	491,226	1	-1422,87	1297,55
		4	11,727	538,94	1	-1480,61	1504,06
	3	1	-568,308	470,313	1	-1870,61	734
		2	62,657	491,226	1	-1297,55	1422,87
		4	74,385	519,95	1	-1365,37	1514,14
	4	1	-642,692	519,95	1	-2082,44	797,06
		2	-11,727	538,94	1	-1504,06	1480,61
		3	-74,385	519,95	1	-1514,14	1365,37
ICL	1	2	-0,6573	0,5346	1	-2,138	0,823
		3	-0,0769	0,5119	1	-1,494	1,34
		4	0,4487	0,5659	1	-1,118	2,016
	2	1	0,6573	0,5346	1	-0,823	2,138
		3	0,5804	0,5346	1	-0,9	2,061
		4	1,1061	0,5866	0,398	-0,518	2,73
	3	1	0,0769	0,5119	1	-1,34	1,494
		2	-0,5804	0,5346	1	-2,061	0,9
		4	0,5256	0,5659	1	-1,041	2,093
	4	1	-0,4487	0,5659	1	-2,016	1,118
		2	-1,1061	0,5866	0,398	-2,73	0,518
		3	-0,5256	0,5659	1	-2,093	1,041

## D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

GCL	1	2	-0,7133	0,6857	1	-2,612	1,185
		3	-0,7308	0,6565	1	-2,549	1,087
		4	0,0897	0,7258	1	-1,92	2,099
	2	1	0,7133	0,6857	1	-1,185	2,612
		3	-0,0175	0,6857	1	-1,916	1,881
		4	0,803	0,7523	1	-1,28	2,886
	3	1	0,7308	0,6565	1	-1,087	2,549
		2	0,0175	0,6857	1	-1,881	1,916
		4	0,8205	0,7258	1	-1,189	2,83
	4	1	-0,0897	0,7258	1	-2,099	1,92
		2	-0,803	0,7523	1	-2,886	1,28
		3	-0,8205	0,7258	1	-2,83	1,189
ECL	1	2	-0,9977	0,7815	1,0000	-3,1617	1,1664
		3	-0,2308	0,7483	1,0000	-2,3027	1,8412
		4	0,5983	0,8272	1,0000	-1,6923	2,8889
	2	1	0,9977	0,7815	1,0000	-1,1664	3,1617
		3	0,7669	0,7815	1,0000	-1,3972	2,9310
		4	1,5960	0,8574	0,4180	-0,7783	3,9702
	3	1	0,2308	0,7483	1,0000	-1,8412	2,3027
		2	-0,7669	0,7815	1,0000	-2,9310	1,3972
		4	0,8291	0,8272	1,0000	-1,4616	3,1197
	4	1	-0,5983	0,8272	1,0000	-2,8889	1,6923
		2	-1,5960	0,8574	0,4180	-3,9702	0,7783
		3	-0,8291	0,8272	1,0000	-3,1197	1,4616

\*. Die Mittelwertdifferenz ist in Stufe 0,05 signifikant.

Tabelle D.8: Post-Hoc-Test für Experten Hausbaumodelle

Bonferroni							
Abhängige Variable	(I) Urlaubsdiagramm	(J) Urlaubsdiagramm	Mittelwertdifferenz (I-J)	Std.-Fehler	Sig.	95% Konfidenzintervall	
						Untergrenze	Obergrenze
Anzahl korrekter Antworten	1	2	,5000	0,1748	0,039	0,016	0,984
		3	0	0,1748	1	-0,484	0,484
		4	-0,0936	0,15	1	-0,509	0,322
	2	1	-,5000	0,1748	0,039	-0,984	-0,016
		3	-,5000	0,1748	0,039	-0,984	-0,016
		4	-,5936	0,15	0,002	-1,009	-0,178
	3	1	0	0,1748	1	-0,484	0,484
		2	,5000	0,1748	0,039	0,016	0,984
		4	-0,0936	0,15	1	-0,509	0,322
	4	1	0,0936	0,15	1	-0,322	0,509
		2	,5936	0,15	0,002	0,178	1,009
		3	0,0936	0,15	1	-0,322	0,509

### D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

Bearbeitungs- dauer	1	2	-189	72,463	0,075	-389,65	11,65
		3	-37,556	72,463	1	-238,21	163,09
		4	-112,924	62,201	0,46	-285,16	59,31
	2	1	189	72,463	0,075	-11,65	389,65
		3	151,444	72,463	0,256	-49,21	352,09
		4	76,076	62,201	1	-96,16	248,31
	3	1	37,556	72,463	1	-163,09	238,21
		2	-151,444	72,463	0,256	-352,09	49,21
		4	-75,368	62,201	1	-247,61	96,87
	4	1	112,924	62,201	0,46	-59,31	285,16
		2	-76,076	62,201	1	-248,31	96,16
		3	75,368	62,201	1	-96,87	247,61
ICL	1	2	-0,3889	0,7676	1	-2,514	1,737
		3	0,5556	0,7676	1	-1,57	2,681
		4	0,424	0,6589	1	-1,401	2,249
	2	1	0,3889	0,7676	1	-1,737	2,514
		3	0,9444	0,7676	1	-1,181	3,07
		4	0,8129	0,6589	1	-1,012	2,637
	3	1	-0,5556	0,7676	1	-2,681	1,57
		2	-0,9444	0,7676	1	-3,07	1,181
		4	-0,1316	0,6589	1	-1,956	1,693
	4	1	-0,424	0,6589	1	-2,249	1,401
		2	-0,8129	0,6589	1	-2,637	1,012
		3	0,1316	0,6589	1	-1,693	1,956
GCL	1	2	-0,6111	0,8943	1	-3,087	1,865
		3	0,3889	0,8943	1	-2,087	2,865
		4	0,3216	0,7677	1	-1,804	2,447
	2	1	0,6111	0,8943	1	-1,865	3,087
		3	1	0,8943	1	-1,476	3,476
		4	0,9327	0,7677	1	-1,193	3,058
	3	1	-0,3889	0,8943	1	-2,865	2,087
		2	-1	0,8943	1	-3,476	1,476
		4	-0,0673	0,7677	1	-2,193	2,058
	4	1	-0,3216	0,7677	1	-2,447	1,804
		2	-0,9327	0,7677	1	-3,058	1,193
		3	0,0673	0,7677	1	-2,058	2,193
ECL	1	2	0,5926	0,9420	1,0000	-2,0159	3,2011
		3	1,4444	0,9420	0,7960	-1,1640	4,0529
		4	1,3470	0,8086	0,6190	-0,8921	3,5861
	2	1	-0,5926	0,9420	1,0000	-3,2011	2,0159
		3	0,8519	0,9420	1,0000	-1,7566	3,4603
		4	0,7544	0,8086	1,0000	-1,4847	2,9935
	3	1	-1,4444	0,9420	0,7960	-4,0529	1,1640
		2	-0,8519	0,9420	1,0000	-3,4603	1,7566
		4	-0,0975	0,8086	1,0000	-2,3366	2,1416
	4	1	-1,3470	0,8086	0,6190	-3,5861	0,8921
		2	-0,7544	0,8086	1,0000	-2,9935	1,4847
		3	0,0975	0,8086	1,0000	-2,1416	2,3366

\*. Die Mittelwertdifferenz ist in Stufe 0.05 signifikant.

Tabelle D.9: Post-Hoc-Test für Experten Urlaubsmodelle

## D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

### t-Test Hausbaumodelle

Gruppenstatistiken	Expertise	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Anzahl korrekter Antworten	0	46	4,304	0,6366	0,0939
	1	46	4,598	0,5639	0,0831
Bearbeitungsdauer	0	46	269,96	103,525	15,264
	1	46	503,46	1191,52	175,68
ICL	0	46	2,902	1,3022	0,192
	1	46	2,707	1,3148	0,1939
GCL	0	46	3,12	1,6706	0,2463
	1	46	2,783	1,6622	0,2451
ECL	0	46	3,0797	1,9704	0,2905
	1	46	3,0072	1,9213	0,2833

Test bei unabhängigen Stichproben		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehlerdifferenz	95%	
									Unterer Wert	Oberer Wert
Anzahl korrekter Antworten	Varianzen sind gleich	1,435	0,234	-2,34	90	0,021	-0,2935	0,1254	-0,543	-0,044
	Varianzen sind nicht gleich			-2,34	88,707	0,022	-0,2935	0,1254	-0,543	-0,044
Bearbeitungsdauer	Varianzen sind gleich	3,889	0,052	-1,324	90	0,189	-233,5	176,342	-583,8	116,83
	Varianzen sind nicht gleich			-1,324	45,679	0,192	-233,5	176,342	-588,5	121,53
ICL	Varianzen sind gleich	0,438	0,51	0,717	90	0,475	0,1957	0,2728	-0,346	0,7377
	Varianzen sind nicht gleich			0,717	89,992	0,475	0,1957	0,2728	-0,346	0,7377
GCL	Varianzen sind gleich	0	0,995	0,97	90	0,335	0,337	0,3475	-0,353	1,0273
	Varianzen sind nicht gleich			0,97	89,998	0,335	0,337	0,3475	-0,353	1,0273
ECL	Varianzen sind gleich	0,105	0,746	0,179	90	0,859	0,0725	0,4058	-0,7337	0,8786
	Varianzen sind nicht gleich			0,179	89,943	0,859	0,0725	0,4058	-0,7337	0,8786

D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

Effektgrößen bei unabhängigen Stichproben		Stand.	Punkt-schätzung	95% Konfidenzintervall	
				Unterer Wert	Oberer Wert
Anzahl korrekter Antworten	Cohen's d	0,6014	-0,488	-0,902	-0,072
	Hedges' Korrektur	0,6064	-0,484	-0,894	-0,071
	Glass' Delta	0,5639	-0,52	-0,94	-0,095
Bearbeitungsdauer	Cohen's d	845,71	-0,276	-0,686	0,135
	Hedges' Korrektur	852,84	-0,274	-0,68	0,134
	Glass' Delta	1191,5	-0,196	-0,606	0,216
ICL	Cohen's d	1,3085	0,15	-0,26	0,558
	Hedges' Korrektur	1,3195	0,148	-0,258	0,554
	Glass' Delta	1,3148	0,149	-0,262	0,558
GCL	Cohen's d	1,6664	0,202	-0,208	0,611
	Hedges' Korrektur	1,6804	0,201	-0,206	0,606
	Glass' Delta	1,6622	0,203	-0,209	0,612
ECL	Cohen's d	1,946	0,037	-0,372	0,446
	Hedges' Korrektur	1,9624	0,037	-0,368	0,442
	Glass' Delta	1,9213	0,038	-0,371	0,446

Tabelle D.10: T-Test Hausbaumodelle

## D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests

### t-Test Urlaubsmodelle

Gruppenstatistiken	Expertise	N	Mittelwert	Standardabweichung	Standardfehler des Mittelwertes
Anzahl korrekter Antworten	0	46	5,511	0,5425	0,08
	1	46	5,663	0,4224	0,0623
Bearbeitungsdauer	0	46	235,07	176,433	26,014
	1	46	219,41	162,495	23,959
ICL	0	46	3,12	1,6904	0,2492
	1	46	2,848	1,612	0,2377
GCL	0	46	3,228	1,7723	0,2613
	1	46	3,022	1,8707	0,2758
ECL	0	46	3,5797	2,0104	0,2964
	1	46	3,3043	2,0121	0,2967

Test bei unabhängigen Stichproben		Levene-Test der Varianzgleichheit		t-Test für die Mittelwertgleichheit						
		F	Sig.	T	df	Sig. (2-seitig)	Mittlere Differenz	Standardfehlerdifferenz	95% Konfidenzintervall	
									Unterer Wert	Oberer Wert
Anzahl korrekter Antworten	Varianzen sind gleich	1,647	0,203	-1,501	90	0,137	-0,1522	0,1014	-0,3536	0,0492
	Varianzen sind nicht gleich			-1,501	84,893	0,137	-0,1522	0,1014	-0,3537	0,0494
Bearbeitungsdauer	Varianzen sind gleich	0,247	0,621	0,443	90	0,659	15,652	35,366	-54,608	85,912
	Varianzen sind nicht gleich			0,443	89,397	0,659	15,652	35,366	-54,614	85,919
ICL	Varianzen sind gleich	0	0,984	0,789	90	0,432	0,2717	0,3444	-0,4125	0,956
	Varianzen sind nicht gleich			0,789	89,798	0,432	0,2717	0,3444	-0,4125	0,956
GCL	Varianzen sind gleich	0,416	0,521	0,544	90	0,588	0,2065	0,38	-0,5483	0,9614
	Varianzen sind nicht gleich			0,544	89,739	0,588	0,2065	0,38	-0,5483	0,9614
ECL	Varianzen sind gleich	0,008	0,93	0,657	90	0,513	0,2754	0,4194	-0,5578	1,1085
	Varianzen sind nicht gleich			0,657	90	0,513	0,2754	0,4194	-0,5578	1,1085

*D Detaillierte Ergebnisse des Hypothesentests*

---

Effektgrößen bei unabhängigen Stichproben		Stand.	Punktschätzung	95% Konfidenzintervall	
				Unterer Wert	Oberer Wert
Anzahl korrekter Antworten	Cohen's d	0,486	-0,313	-0,723	0,099
	Hedges' Korrektur	0,49	-0,31	-0,717	0,098
	Glass' Delta	0,422	-0,36	-0,774	0,057
Bearbeitungs-dauer	Cohen's d	169,6	0,092	-0,317	0,501
	Hedges' Korrektur	171	0,092	-0,314	0,497
	Glass' Delta	162,5	0,096	-0,313	0,505
ICL	Cohen's d	1,652	0,165	-0,245	0,573
	Hedges' Korrektur	1,666	0,163	-0,243	0,569
	Glass' Delta	1,612	0,169	-0,243	0,578
GCL	Cohen's d	1,822	0,113	-0,296	0,522
	Hedges' Korrektur	1,838	0,112	-0,294	0,518
	Glass' Delta	1,871	0,11	-0,3	0,519
ECL	Cohen's d	2,011	0,137	-0,273	0,546
	Hedges' Korrektur	2,028	0,136	-0,27	0,541
	Glass' Delta	2,012	0,137	-0,274	0,546

Tabelle D.11: T-Test Urlaubsmodelle

# Tabellenverzeichnis

3.1	Auswahl der Variablen . . . . .	21
3.2	Umfrage Teil 1 . . . . .	22
3.3	Umfrage Teil 2 . . . . .	23
3.4	Umfrage Teil 3 . . . . .	23
3.5	Umfrage Teil 4 . . . . .	24
3.6	Umfrage Teil 5 . . . . .	24
3.7	Zufallsauswahl der Modelle . . . . .	25
5.1	Deskriptive Statistik Hausbaumodelle . . . . .	34
5.2	Deskriptive Statistik Urlaubsmodelle . . . . .	35
5.3	Deskriptive Statistik Expertise Hausbaumodelle . . . . .	36
5.4	Deskriptive Statistik Expertise Urlaubsmodelle . . . . .	37
5.5	Deskriptive Statistik für Novizen Hausbaumodelle . . . . .	38
5.6	Deskriptive Statistik für Novizen Urlaubsmodelle . . . . .	39
5.7	Deskriptive Statistik für Experten Hausbaumodelle . . . . .	40
5.8	Deskriptive Statistik für Experten Urlaubsmodelle . . . . .	41
5.9	Ergebnisse Hypothesentest ANOVA . . . . .	51
C.1	Umfrageergebnisse Teil 1 . . . . .	78
C.2	Umfrageergebnisse Teil 2 . . . . .	79
C.3	Umfrageergebnisse Teil 3 . . . . .	80
C.4	Umfrageergebnisse Teil 4 . . . . .	81
C.5	Umfrageergebnisse Teil 5 . . . . .	82
C.6	Umfrageergebnisse Teil 6 . . . . .	83
C.7	Umfrageergebnisse Teil 7 . . . . .	84
C.8	Umfrageergebnisse Teil 8 . . . . .	85
D.1	ANOVA . . . . .	87

*Tabellenverzeichnis*

---

D.2 ANOVA Experten . . . . .	88
D.3 ANOVA Novizen . . . . .	89
D.4 Post-Hoc-Test Hausbaumodelle . . . . .	90
D.5 Post-Hoc-Test Urlaubsmodelle . . . . .	91
D.6 Post-Hoc-Test für Novizen Hausbaumodelle . . . . .	92
D.7 Post-Hoc-Test für Novizen Urlaubsmodelle . . . . .	93
D.8 Post-Hoc-Test für Experten Hausbaumodelle . . . . .	95
D.9 Post-Hoc-Test für Experten Urlaubsmodelle . . . . .	96
D.10 T-Test Hausbaumodelle . . . . .	98
D.11 T-Test Urlaubsmodelle . . . . .	100

# Abbildungsverzeichnis

1.1	Ablauf der Arbeit . . . . .	3
2.1	BPMN-Grundelemente . . . . .	6
2.2	Beispiel BPMN-Modell . . . . .	8
2.3	Speicherung von Informationen . . . . .	11
2.4	Kognitive Belastung . . . . .	12
3.1	Planung und Definition der Studie . . . . .	14
4.1	Ablauf der Studie . . . . .	28
4.2	Ablauf der Studie . . . . .	29
4.3	Datenauswertung . . . . .	31
5.1	Analyse und Interpretation der Studie . . . . .	32
5.2	Boxplot Hausbaumodelle . . . . .	43
5.3	Boxplot Urlaubsmodelle . . . . .	44
A.1	Hausbaumodell 1 . . . . .	65
A.2	Hausbaumodell 2 . . . . .	66
A.3	Hausbaumodell 3 . . . . .	67
A.4	Hausbaumodell 4 . . . . .	68
A.5	Urlaubsmodell 1 . . . . .	69
A.6	Urlaubsmodell 2 . . . . .	70
A.7	Urlaubsmodell 3 . . . . .	71
A.8	Urlaubsmodell 4 . . . . .	72
B.1	Balkendiagramme über Mittelwerte für Hausbaumodelle . . . . .	74
B.2	Balkendiagramme über Mittelwerte für Urlaubsmodelle . . . . .	75
B.3	Balkendiagramme über Mittelwerte für Hausbaumodelle Expertise . . . . .	76

B.4 Balkendiagramme über Mittelwerte für Urlaubsmodelle Expertise . . 77

Name: Sabine Fussenecker

Matrikelnummer: 899481

### Erklärung

Ich erkläre, dass ich die Arbeit selbständig verfasst und keine anderen als die angegebenen Quellen und Hilfsmittel verwendet habe.

Ulm, den 16.12.20.....

*Sabine Fussenecker*

Sabine Fussenecker