



**Universität
Zürich** UZH

Evaluation der Usability einer Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung in Basiskarten auf mobilen Geräten anhand älterer Personen

GEO 511 Masterarbeit

Eingereicht durch

Till Aders
07-919-624

Betreut durch

Prof. Dr. Sara I. Fabrikant (Fakultätsmitglied)
Matthias Schenker, Esri Schweiz

29. September 2017
Geographisches Institut
Geographische Informationsvisualisierung und Analyse (GIVA)

Zusammenfassung

Weltweit kann das Phänomen der demografischen Alterung beobachtet werden (United Nations, 2015). Das bedeutet, dass der Anteil älterer Personen an der Gesamtbevölkerung steigt und jener der jungen Menschen rückläufig ist (Bundesamt für Statistik, 2016). Dieses Phänomen trifft auch auf die Schweizer Bevölkerung zu (Bundesamt für Statistik, 2016). Gleichzeitig verbreiten sich moderne digitale Technologien wie das Internet und ihre Nutzung stetig, insbesondere auf mobilen Geräten (International Telecommunications Union, 2016). Die Nutzung des Internets ist heute – zu Hause, am Arbeitsplatz und unterwegs – allgegenwärtig, und obwohl die Internetnutzung aus dem gesellschaftlichen, privaten und beruflichen Leben nicht mehr wegzudenken ist, sind die Nutzungshäufigkeiten stark altersabhängig (Seifert und Schelling, 2015). Das Phänomen, dass ältere Personen das Internet wie auch das mobile Internet weniger oft nutzen als jüngere, wird als digitale Spaltung bezeichnet.

Eine Ursache für die digitale Spaltung sind Nutzungsbarrieren, von denen ältere Personen häufiger betroffen sind als jüngere (Seifert und Schelling, 2015). Allen voran sind für ältere Personen kleine Schriften auf kleinen Displays oft schwierig zu lesen (Vrenko und Petrovič, 2015). Im Bereich der Web-Kartografie wird deshalb gefordert, die Schriftgrösse von Kartenbeschriftungen bei Bedarf individuell anpassbar zu gestalten (Neuschmid et al., 2012).

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Applikation entwickelt, die eine Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse in Basiskarten auf mobilen Geräten bereitstellt. Anhand eines Experiments mit 21 Teilnehmenden wurde untersucht, ob diese Funktion dazu führt, dass ältere Personen Kartenaufgaben effektiver und effizienter lösen können, ob sie die bereitgestellte Funktion nutzen und ob sie damit zufrieden sind.

Es konnte gezeigt werden, dass Anwenderinnen und Anwender die Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse nutzen und dass sie damit zufrieden sind. Es konnte jedoch nicht belegt werden, dass Kartenaufgaben effektiver oder effizienter gelöst werden können, wenn die Funktion zur Verfügung steht.

Danksagung

Für die fachliche Unterstützung bedanke ich mich bei meiner Betreuerin an der Universität Zürich, Prof. Dr. Sara I. Fabrikant und bei meinem Betreuer bei der Esri Schweiz AG, Matthias Schenker.

Ein grosser Dank gilt zudem allen, die sich als Versuchspersonen für die Studie zur Verfügung gestellt haben. Ohne ihre Bereitschaft, an den Experimenten teilzunehmen, wäre es nicht möglich gewesen, diese Masterarbeit zu realisieren.

Weiter bedanke ich mich bei Barbara Wanner, Basil Kraft, Beda Kuster, Christina Lang, Julian Kraft, Mattias Greuter, Nol Aders, Susi Stühlinger, Ueli Kraft und Yann Aders.

Inhalt

Zusammenfassung	I	
Danksagung	III	
Abbildungen	VIII	
Tabellen	XI	
Abkürzungen	XIII	
1	Einleitung	1
1.1	Motivation	2
1.2	Ziel der Arbeit	3
1.3	Forschungsfrage	4
1.4	Struktur	4
2	Kontext	5
2.1	Demografische Alterung	5
2.1.1	Demografische Alterung weltweit	5
2.1.2	Demografische Alterung in Europa	5
2.1.3	Demografische Alterung in der Schweiz	6
2.2	Internetnutzung	7
2.2.1	Mobile Internetnutzung	7
2.2.2	Internetnutzung durch ältere Personen	8
2.2.3	Mobile Internetnutzung durch ältere Personen	8
2.3	Herausforderungen bezüglich Alter	9
2.3.1	Digitaler Graben	9
2.3.2	Barrieren und Barrierefreiheit	10
2.3.3	Altersgerechte Applikationen	11
2.3.4	Stigmatisierung	12
2.3.5	Heterogenität des Alters	12
2.4	Bedeutung digitaler und mobiler Karten	13
2.4.1	Digitale Karten	13
2.4.2	Mobile Karten	14
2.4.3	Vector-Tiling	15
2.4.4	Kartenbeschriftungen	16
2.5	Barrierefreie mobile Karten für ältere Personen	17
2.6	Usability	20
2.6.1	Usability-Testing	20
2.6.2	Usability-Begrifflichkeiten	20
2.6.3	Testpersonen	21
2.6.4	Usability-Testing mit älteren Personen	22
2.7	Relevanz	22

3	Methodik	24
3.1	Untergeordnete Forschungsfragen und Hypothesen	24
3.1.1	Untergeordnete Forschungsfragen	24
3.1.2	Hypothesen	25
3.2	Applikations-Design	26
3.2.1	Berücksichtigung von Empfehlungen	27
3.2.2	Zieldefinition der Applikationen	29
3.2.3	Funktionen und Implementierung	30
3.2.4	Nicht berücksichtigte Aspekte	32
3.3	Teilnehmende	34
3.4	Ablauf und Struktur der Studie	38
3.5	Vortest	41
3.5.1	Fragebogen	41
3.6	Gruppeneinteilung	44
3.7	Hauptexperiment	44
3.7.1	Testgebiet	45
3.7.2	Design des Experimentes	46
3.7.3	Fragebogen	47
3.7.4	Laboraufbau, Hard- und Software	53
3.7.5	Messung und Auswertung	55
4	Stichprobe und Einteilung	60
4.1	Beschreibung der Stichprobe	60
4.1.1	Nicht berücksichtigte Messwerte	60
4.1.2	Soziodemografische Merkmale	62
4.1.3	Sehschwäche und Sehhilfen	65
4.1.4	Räumliches Denken und Orientierungssinn	66
4.1.5	Technologienutzung	71
4.1.6	Kartennutzung	75
4.1.7	Kognitive Fähigkeiten	77
4.1.8	Kenntnis des Testgebietes	78
4.2	Einteilung der Teilnehmenden	79
4.2.1	Alter	79
4.2.2	Geschlecht	86
4.2.3	Einteilung	96
5	Resultate	100
5.1	Nutzung der Schriftgrößenanpassung	100
5.1.1	Qualitative Auswertung der Interaktion	101
5.1.2	Quantitative Auswertung der Interaktion	105
5.1.3	Hypothesentest	107
5.2	Zufriedenheit	108
5.2.1	SUS-Daten	109
5.2.2	Hypothesentest	113

5.3	Effektivität	114
5.3.1	Daten	114
5.3.2	Deskriptive Statistik	116
5.3.3	Hypothesentest	117
5.4	Effizienz	120
5.4.1	Daten	120
5.4.2	Deskriptive Statistik	122
5.4.3	Hypothesentest	123
5.5	Vergleich von Effizienz und Effektivität	126
5.6	Einflüsse auf die Ergebnisse	127
5.6.1	Räumliches Denken	128
5.6.2	Orientierungssinn	129
5.6.3	Nutzung digitaler Karten	130
6	Diskussion	134
6.1	Zusammenfassung der Resultate	134
6.2	Beantwortung der Forschungsfragen	135
6.3	Einordnung in den Forschungskontext	137
6.4	Kritische Betrachtung der Studie	140
6.4.1	Sinnhaftigkeit der Hypothesen	140
6.4.2	Methodenkritik	141
7	Ausblick und Fazit	143
7.1	Ausblick	143
7.2	Fazit	144
8	Literatur	145
Anhang		i
A	Einwilligungsformular	i
B	Fragebogen	iv
C	Beiblatt Windrose	xxviii
D	Source Code	xxix
E	Daten	xxxiv
F	Digitale Inhalte	xlix

Abbildungen

Abbildung 1: Altersaufbau der Schweizer Bevölkerung (Bundesamt für Statistik, 2017a)	6
Abbildung 2: Mobile Internetnutzung in der Schweiz (Bundesamt für Statistik, [...])	8
Abbildung 3: Applikation mit und ohne Funktion	27
Abbildung 4: Applikation mit und ohne Schriftgrößenanpassung	33
Abbildung 5: Potenzielle und tatsächliche Teilnehmende	36
Abbildung 6: Vereinsmitglieder mit Wohnsitz in der Schweiz oder im nahen Ausland	37
Abbildung 7: Potenzielle Teilnehmende in der Region Zürich und Schaffhausen	38
Abbildung 8: Ablauf der Studie	39
Abbildung 9: Ablauf des Vortests und des Hauptexperiments	40
Abbildung 10: Aufgabenstellung Paper Folding Test (Ekstrom et al., 1976)	43
Abbildung 11: Lösung Übungsaufgabe Paper Folding Test (Ekstrom et al., 1976)	43
Abbildung 12: Testgebiet	46
Abbildung 13: Kartenbeispiel	50
Abbildung 14: Skizze des Laboraufbaus	53
Abbildung 15: Laboraufbau	54
Abbildung 16: Screenshot des Fragebogens	55
Abbildung 17: Mittlere Dauer zur Lösung der Aufgaben	61
Abbildung 18: Boxplot der Dauer zur Lösung der Aufgaben	62
Abbildung 19: Geschlechterverteilung	63
Abbildung 20: Altersverteilung im schweizerischen Vergleich	64
Abbildung 21: Altersverteilung der Stichprobe nach Geschlecht	65
Abbildung 22: Höchster Schulabschluss	65
Abbildung 23: Sehschwäche und Sehhilfe	66
Abbildung 24: Erreichte Punkte im Paper Folding Test	67
Abbildung 25: Boxplot der Punkte im Paper Folding Test	68
Abbildung 26: Histogramm der Punkte im Paper Folding Test	68
Abbildung 27: Punkte im SBSOD-Test	69
Abbildung 28: Histogramm der Mittelwerte des SBSOD-Tests	69
Abbildung 29: Boxplot der Werte des SBSOD-Tests	70
Abbildung 30: Streudiagramm SBSOD-Test und Paper Folding Test	70
Abbildung 31: Mobile Geräte	72

Abbildung 32: Betriebssysteme der Smartphones	73
Abbildung 33: Betriebssysteme der Tablets	73
Abbildung 34: Häufigkeit der Nutzung mobiler Geräte	74
Abbildung 35: Genutzte Funktionen	74
Abbildung 36: Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten	75
Abbildung 37: Geräte zur Nutzung digitaler Karten	76
Abbildung 38: Häufigkeit der Nutzung gedruckter Karten	76
Abbildung 39: Histogramm der Anzahl Punkte im MMSE-Test	78
Abbildung 40: Kenntnis des Testgebietes	79
Abbildung 41: Streudiagramm Alter und Score im Paper Folding Test	81
Abbildung 42: Streudiagramm Alter und Mittelwert der Dauer	82
Abbildung 43: Streudiagramm Alter und Mittelwert der erreichten Punktzahl	83
Abbildung 44: Streudiagramm Score Paper Folding Test und Alter	84
Abbildung 45: Streudiagramm Mittelwert der Dauer männliche Teilnehmende und Alter	84
Abbildung 46: Streudiagramm Mittelwert der Punktzahl und Alter männliche [...]	85
Abbildung 47: Mittelwert des Scores im Paper Folding Test nach Geschlechtern	87
Abbildung 48: Histogramm der Scores im Paper Folding Test nach Geschlechtern	88
Abbildung 49: Mittelwert der Dauer nach Geschlechtern	89
Abbildung 50: Histogramm der Dauer zur Lösung der Aufgaben nach Geschlechtern	90
Abbildung 51: Mittelwert der Anzahl Punkte nach Geschlechtern	91
Abbildung 52: Histogramm der Anzahl Punkte nach Geschlechtern	91
Abbildung 53: Mittelwert des Scores im Paper Folding Test nach Geschlechtern bei [...]	93
Abbildung 54: Mittelwert der Dauer nach Geschlechtern für unter 70-Jährige	94
Abbildung 55: Mittelwert der Anzahl Punkte nach Geschlechtern für unter 70-Jährige	95
Abbildung 56: Durchschnittsalter nach Gruppen	97
Abbildung 57: Alter der Teilnehmenden der Kontrollgruppe	98
Abbildung 58: Alter der Teilnehmenden der Experimentalgruppe	98
Abbildung 59: Altersverteilung nach Gruppen	99
Abbildung 60: Einteilung der Teilnehmenden	99
Abbildung 61: Zeitverlauf Testperson 11	101
Abbildung 62: Zeitverlauf Testperson 3	102
Abbildung 63: Zeitverlauf Testperson 1	103
Abbildung 64: Zeitverlauf Testperson 4	104
Abbildung 65: Zeitverlauf Testperson 18	104
Abbildung 66: Zeitverlauf Testperson 20	105

Abbildung 67: Anzahl Interaktionen mit der Schriftgrößenanpassung	105
Abbildung 68: Histogramm der Anzahl Interaktionen	106
Abbildung 69: Boxplot der Anzahl Interaktionen	106
Abbildung 70: Nutzung der Schriftgrößenanpassung	107
Abbildung 71: SUS-Scores der Teilnehmenden	109
Abbildung 72: Histogramm der SUS-Scores	110
Abbildung 73: Boxplot der SUS-Scores	110
Abbildung 74: Antworten SUS-Fragebogen	112
Abbildung 75: Histogramm der Anzahl Punkte	114
Abbildung 76: Mittelwerte der Anzahl Punkte	115
Abbildung 77: Boxplot Mittelwerte der Anzahl Punkte	117
Abbildung 78: Histogramm der Anzahl Punkte nach Gruppen	118
Abbildung 79: Mittelwerte der Anzahl Punkte nach Gruppen	119
Abbildung 80: Ränge Anzahl Punkte nach Gruppen	120
Abbildung 81: Mann-Whitney-U-Test Anzahl Punkte nach Gruppen	120
Abbildung 82: Mittelwerte der Dauer	121
Abbildung 83: Histogramm der Dauer zur Lösung der Aufgaben	122
Abbildung 84: Boxplot Mittelwert der Dauer nach Gruppen	123
Abbildung 85: Histogramm der Dauer zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen	124
Abbildung 86: Mittlere Dauer zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen	124
Abbildung 87: Streudiagramm Dauer und Punktzahl	127

Tabellen

Tabelle 1: Abhängige und unabhängige Variablen	46
Tabelle 2: Art der Fragen	49
Tabelle 3: Verteilung der Aufgaben	51
Tabelle 4: Korrelationsanalyse SBSOD-Test und Paper Folding Test	71
Tabelle 5: Kenngrößen MMSE-Test	77
Tabelle 6: Korrelationsanalyse Alter und Score im Paper Folding Test	81
Tabelle 7: Korrelationsanalyse Alter und Mittelwert der Dauer	82
Tabelle 8: Korrelationsanalyse Alter und Mittelwert der Punktzahl	83
Tabelle 9: Korrelationsanalyse Alter männliche Teilnehmende und Score Paper [...]	84
Tabelle 10: Korrelationsanalyse Alter männliche Teilnehmende und Mittelwert der Dauer	85
Tabelle 11: Korrelationsanalyse Alter männliche Teilnehmende und Mittelwert [...]	86
Tabelle 12: Mann-Whitney-U-Tests Geschlecht und Score Paper Folding Test	88
Tabelle 13: Levene-Test der Varianzgleichheit Geschlecht und Score Paper Folding Test	88
Tabelle 14: Levene-Test der Varianzgleichheit Dauer und Geschlecht	90
Tabelle 15: Mann-Whitney-U-Tests Dauer und Geschlecht	90
Tabelle 16: Levene-Test der Varianzgleichheit Anzahl Punkte und Geschlecht	92
Tabelle 17: Mann-Whitney-U-Tests Anzahl Punkte und Geschlecht	92
Tabelle 18: Levene-Test der Varianzgleichheit des Score im Paper Folding Test [...]	93
Tabelle 19: Mann-Whitney-U-Test des Score im Paper Folding Test nach Geschlecht [...]	93
Tabelle 20: Levene-Test der Dauer nach Geschlechtern für unter 70-Jährige	94
Tabelle 21: Mann-Whitney-U-Test der Dauer nach Geschlechtern für unter 70-Jährige	95
Tabelle 22: Levene-Test Anzahl Punkte nach Geschlechtern für unter 70-Jährige	96
Tabelle 23: Mann-Whitney-U-Test Anzahl Punkte nach Geschlechtern für unter [...]	96
Tabelle 24: Kennwerte Schriftgrößenanpassung	107
Tabelle 25: Binomialtest Schriftgrößenanpassung	108
Tabelle 26: Aussagen SUS-Test	111
Tabelle 27: Kennwerte SUS-Test	113
Tabelle 28: Mittelwerte der Anzahl Punkte	116
Tabelle 29: Kennwerte Anzahl Punkte	117
Tabelle 30: Levene-Test Anzahl Punkte nach Gruppen	119
Tabelle 31: Mittelwerte der Dauern	121

Tabelle 32: Kennwerte der Zeitdauern	123
Tabelle 33: Levene-Test Dauer zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen	125
Tabelle 34: Ränge der Dauern zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen	125
Tabelle 35: Mann-Whitney-U-Test der Dauern zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen	126
Tabelle 36: Korrelationsanalyse Dauer und Punktzahl	127
Tabelle 37: Korrelationsanalyse Anzahl Punkte und Score Paper Folding Test	129
Tabelle 38: Korrelationsanalyse Dauer und Score Paper Folding Test	129
Tabelle 39: Korrelationsanalyse Anzahl Punkte und SBSOD	130
Tabelle 40: Korrelationsanalyse Dauer und SBSOD	130
Tabelle 41: Korrelationsanalyse Anzahl Punkte und Häufigkeit der Nutzung [...]	131
Tabelle 42: Korrelationsanalyse Dauer und Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten	131
Tabelle 43: Levene-Test Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten zwischen den Gruppen	132
Tabelle 44: Ränge Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten zwischen den Gruppen	132
Tabelle 45: Mann-Whitney-U-Test Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten [...]	132

Abkürzungen

API	Application Programming Interface
App	Applikation
BfS	Bundesamt für Statistik
bspw.	beispielsweise
CSS	Cascading Style Sheets
d. h.	das heisst
etc.	et cetera
EU	Europäische Union
GIS	Geografisches Informationssystem
GPS	Global Positioning System
HCI	Human Computer Interaction
HTML	Hypertext Markup Language
ITU	International Telecommunications Union
LBS	Location Based Services
MMSE	Mini-Mental State Examination
resp.	respektive
SBSOD	Santa Barbara Sense of Direction
SIM	Subscriber Identity Module
SUS	System Usability Scale
u. a.	unter anderem
UN	United Nations
usw.	und so weiter
v. a.	vor allem
WebGL	Web Graphics Library
WLAN	Wireless Local Area Network
z. B.	zum Beispiel

1 Einleitung

Zurzeit können unter anderem zwei wichtige gesellschaftliche Entwicklungen beobachtet werden: Einerseits unterliegt unsere Gesellschaft einem demografischen Wandel (Broadbent et al., 2009; Bundesamt für Statistik, 2016; Europäische Kommission, 2015; Köbler et al., 2011; Lutz et al., 2008; United Nations, 2015) und andererseits breiten sich digitale technologische Entwicklungen, wie das mobile Internet mittels Smartphone, immer weiter aus (Bundesamt für Statistik, 2015; Darvishy et al., 2016; Köbler et al., 2011; Seifert und Schelling, 2015). Diese beiden Entwicklungen können nicht losgelöst voneinander betrachtet werden. Xie (2003) beschreibt das Älterwerden der Bevölkerung und das Aufkommen neuer Informations- und Kommunikations-Technologien als sogenannte «twin challenges».

Eine steigende Anzahl älterer Personen (Personen über 65 Jahre) macht von den neuen Technologien Gebrauch. Dennoch hinkt die Nutzung beispielsweise des mobilen Internets durch ältere Personen gegenüber derjenigen durch jüngere Personen deutlich hinterher (Seifert und Schelling, 2015). Die Gründe dafür sind vielseitig und Gegenstand wissenschaftlicher Untersuchungen (Darvishy und Seifert, 2013). Einen zentralen Punkt stellen jedoch Barrieren dar. Insbesondere die Grösse der mobilen Displays stellen spezielle Anforderungen an die verwendeten Schriften. Die barrierefreie Nutzung setzt voraus, dass die Bedürfnisse älterer Menschen bei der Entwicklung von Webapplikationen schon frühzeitig berücksichtigt werden (Darvishy et al., 2016; Darvishy und Seifert, 2013).

Darvishy et al. (2016) haben in ihrer Studie neben diversen anderen Verwendungszwecken auch die Verwendung mobiler Geräte zur Navigation untersucht. Die Teilnehmenden wurden dabei gefragt, ob sie mobile Geräte zu Navigationszwecken einsetzen (Darvishy et al., 2016). Mehr als 60 Prozent der «Onliner» nutzen das Internet zur Navigation, wobei keine Unterscheidung zwischen mobiler und Desktop-basierter Navigation gemacht wurde (Darvishy et al., 2016).

In der vorliegenden Masterarbeit werden Basiskartenbeschriftungen auf mobilen Geräten in Bezug auf die Bedürfnisse älterer Menschen untersucht. Im Fokus der Untersuchungen stand insbesondere die Schriftgrösse. Es wurde untersucht, ob eine individuelle, User-basierte Schriftgrössenanpassung eine nützliche Funktion für ältere Menschen darstellt.

Die Ergebnisse dieser Masterarbeit sollen helfen, zu verstehen, wie ältere Menschen mobile Geräte zur Navigation verwenden und welche speziellen Bedürfnisse hinsichtlich der Schriftgrößen in Basiskarten vorhanden sind. Die Resultate sollen Auskunft darüber geben, ob die Anforderungen älterer Personen an mobile Basiskartenbeschriftungen in gängigen Produkten erfüllt sind und ob allfällige User-basierte Schriftgrößenanpassungen einen Mehrwert bieten.

Erste Befragungen älterer Personen hatten gezeigt, dass diese grundsätzlich ein Interesse an mobilen digitalen Karten haben, wenn auch nicht alle gleichermassen. Es zeigte sich jedoch auch, dass die verwendeten Schriftgrößen der Basiskartenbeschriftungen meist zu klein und daher nicht oder schlecht lesbar sind – sowohl mit als auch ohne Sehhilfen. Die Frage, ob eine individuelle Anpassung der Schriftgrösse nützlich wäre, bejahten die meisten der befragten Personen. Diese Befragungen wurden zwar nicht in einem wissenschaftlichen Setting vorgenommen, zeigten aber, dass die Fragestellung von Interesse ist.

Im Rahmen dieser Masterarbeit wurde eine Web-basierte Kartenapplikation entwickelt, die für die Verwendung auf Smartphones optimiert wurde. Die Applikation stellt eine Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse bereit. Ein Experiment, durchgeführt mit 21 Teilnehmenden im Alter über 65 Jahren, soll Aufschluss über die Usability der Funktion zur Schriftgrößenanpassung geben.

1.1 Motivation

Kovanen et al. (2012) schreiben, dass eine zunehmende Anzahl älterer Personen gewisse Einschränkungen bezüglich der Fähigkeit, Karten zu lesen hat, insbesondere bei mobilen Karten auf kleinen Displays. Um barrierefreien Zugang und die Nutzung von Karteninhalten zu unterstützen, sind vor allem Beschriftungen ein wichtiger Aspekt (Neuschmid et al., 2012). Weder aktuelle Studien noch Kartenspezifikationen stellen Regeln bereit, wie Karten gestaltet werden sollen, damit diese von älteren Personen gelesen werden können (Kovanen et al., 2012; Neuschmid et al., 2012). Eine Möglichkeit, ältere Personen bei der Kartengestaltung zu berücksichtigen, ist es, separate Karten zu erstellen, welche auf die Bedürfnisse älterer Personen ausgerichtet sind, was heute dank digitaler Plattformen kein Problem mehr ist (Kovanen et al., 2012). Die Forderung nach digitaler Integration und Barrierefreiheit gilt – wie für alle anderen Bereiche – auch für webbasierte Karten und demzufolge müssen diese auch die Anforderungen von Menschen mit Sehschwäche berücksichtigen (Neuschmid et al., 2012). Dass es hinsichtlich kartografischer Darstellungsoptionen für Menschen mit Sehschwäche keine konkreten oder direkten Angaben und Richtwerte gibt, begründen Neuschmid et al. (2012) mit

der Tatsache, dass in der Regel Art und Umfang von Sehschwächen bei den einzelnen Personen sehr unterschiedlich ausgeprägt sind. Demzufolge würden die Anforderungen an barrierefrei zugängliche Bildschirmkarten stark variieren (Neuschmid et al., 2012). Und nicht nur die Anforderungen variieren stark, es gibt zudem keine Möglichkeit, zu antizipieren, welche Schriftgrösse gross genug ist, damit sie von allen als ausreichend empfunden würde (Hung, 2001). Ganz abgesehen davon, dass eine Schriftgrösse, welche als ausreichend gross betrachtet werden könnte, wohl von einem grossen Teil der Personen als nicht ideal, resp. als zu gross empfunden würde. Eine Möglichkeit, dem zu entgegen, sind Funktionen zur individuellen Schriftgrössenanpassung. So fordern Nutzerinnen und Nutzer digitaler Karten u. a. Möglichkeiten, nur die Beschriftungen bei Bedarf vergrössern zu können (Neuschmid et al., 2012). In dieser Arbeit soll genau das untersucht werden. Es wurde nämlich keine Studie gefunden, die individuelle Anpassungen von Schriftgrössen in Basiskarten auf mobilen Geräten untersucht. Weiter konnte kein Produkt ausfindig gemacht werden, welches eine solche Funktion zur Verfügung stellt. Es liegt also auf der Hand, eine Applikation zu entwickeln und zu evaluieren, welche eine Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse in Basiskarten ermöglicht. Dies würde auch dem Anspruch nach Barrierefreiheit gerecht. Denn Produkte, welche ausschliesslich auf die Bedürfnisse einer gewissen Nutzergruppe optimiert wurden, erfüllen diesen Anspruch nur zum Teil. Tatsächliche Barrierefreiheit bedeutet, dass ein gewisses Produkt von allen Personen ohne Einschränkung genutzt werden kann (Darvishy et al., 2016).

1.2 Ziel der Arbeit

Ziel der Arbeit ist es, die Möglichkeiten, die Vor- und die Nachteile der individuellen, dynamischen Schriftgrössenanpassung in Basiskarten auf mobilen Geräten auszuloten. Anhand einer Test-Applikation, welche die individuelle Anpassung der Schriftgrösse in Basiskarten ermöglicht, soll herausgefunden werden, inwieweit eine solche Funktion bei der Lösung von Kartenaufgaben auf mobilen Geräten zu einer Verbesserung führt. Zielpublikum der Applikation sind ältere Menschen. Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine solche Applikation entwickelt und die Usability der Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse mittels eines Experimentes analysiert. Damit soll ein Beitrag zur aktuellen Forschung, die sich mit der barrierefreien Nutzung von Karten auf mobilen Geräten befasst, geleistet werden.

1.3 Forschungsfrage

Ein Kriterium zur Messung, ob eine Applikation oder eine Funktion einer Applikation den gewünschten Effekt erzielt, ist die Usability, zu Deutsch Nutzerfreundlichkeit (von Gizycki, 2002). Usability wird gemäss ISO-Norm 9241-11 (International Organization for Standardization, 1998, zit. in von Gizycki, 2002) wie folgt definiert: Usability bezeichnet das Ausmass, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzerinnen und Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und mit Zufriedenheit zu erreichen. Um also die Applikation, welche die Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung in Basiskarten auf mobilen Geräten zur Verfügung stellt, zu evaluieren, soll geprüft werden, ob sie die Effektivität und die Effizienz gegenüber einer Applikation, welche diese Funktion nicht zur Verfügung stellt, steigert und ob die Anwenderinnen und Anwender mit der Funktion zufrieden sind. Zudem soll geprüft werden, ob Personen, welchen die Funktion zur Verfügung steht, diese auch nutzen. Die zu beantwortende Forschungsfrage lautet daher wie folgt:

Nutzen ältere Personen die Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung in Basiskarten auf mobilen Geräten, wenn diese zur Verfügung steht, steigert sie die Effizienz und die Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben und sind ältere Personen mit der Funktion zufrieden?

Im Kapitel 3 mit dem Titel «Methodik» wird die Forschungsfrage in vier Teilfragen, die untergeordneten Forschungsfragen aufgeteilt, damit sie operationalisiert werden kann. Zudem werden dort die entsprechenden Hypothesen dargelegt.

1.4 Struktur

Zunächst soll ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung u. a. im Bereich barrierefreier Karten auf mobilen Geräten gegeben werden. Im Kapitel 3 werden u. a. die Methoden, die zur Beantwortung der Forschungsfragen angewandt wurden, beschrieben. Im Kapitel 4 werden die erhobenen Daten präsentiert, die Stichprobe beschrieben und die dem Experiment zugrundeliegende Gruppeneinteilung dargelegt. Im Kapitel 5 werden die Resultate der Studie präsentiert. Im Kapitel 6 folgt die Diskussion der Resultate. Im Kapitel 7 wird ein Ausblick zur weiteren möglichen Forschung gewagt und ein Fazit gezogen.

2 Kontext

In diesem Kapitel wird u. a. ein Überblick über den aktuellen Stand der Forschung im Bereich der demografischen Alterung, der Internetnutzung durch ältere Personen, der altersgerechten Entwicklung von Applikationen, der Basiskartenbeschriftung auf mobilen Geräten und des Usability-Testings gegeben.

2.1 Demografische Alterung

Von demografischer Alterung spricht man, wenn der Anteil der älteren Generationen (65 Jahre und älter) steigt und jener der jungen Menschen in einer Bevölkerung zurückgeht (Bundesamt für Statistik, 2016). Als Ursache dafür nennt das Bundesamt für Statistik (2016) eine niedrige Geburtenhäufigkeit, sinkende jährliche Geburtenzahlen und ein steigendes Durchschnittsalter der Mütter bei Geburt. Zusätzlich trägt die tiefere Sterberate und die höhere Lebenserwartung der älteren Generationen zur demografischen Alterung bei (Bundesamt für Statistik, 2016).

2.1.1 Demografische Alterung weltweit

Gemäss dem Bericht «World Population Ageing» der Vereinten Nationen (UN) aus dem Jahr 2015 wird die Weltbevölkerung älter. Beinahe in allen Ländern der Welt steigt demnach die Zahl der älteren Personen und deren Anteil an der Gesamtbevölkerung. Ebenso hält der Bericht fest, dass sich diese Zunahme in den kommenden Jahrzehnten zusätzlich akzentuieren wird (United Nations, 2015).

2.1.2 Demografische Alterung in Europa

Ähnlich dem globalen Trend verläuft auch die Entwicklung in Europa – genauer in der Europäischen Union (EU). Das Älterwerden der Bevölkerung betrifft aufgrund der steigenden Lebenserwartung und infolge konstant tiefer Geburtenraten über die letzten Jahrzehnte die ganze EU. Wie die UN für die ganze Welt, konstatiert auch die EU für die Länder der Union, dass sich dieser Trend in den kommenden Dekaden kaum ändern oder wenn dann verstärken wird (Europäische Kommission, 2015). Weiter hält der Bericht der Europäischen Kommission

(2015) fest, dass das älter werden der Bevölkerung einem Langzeit-Trend entspricht, der vor einigen Jahrzehnten begonnen hat.

2.1.3 Demografische Alterung in der Schweiz

Die Schweiz bildet bei der demografischen Alterung keine Ausnahme. Die Altersverteilung der Schweizer Bevölkerung hat sich gemäss Bundesamt für Statistik (2016) im Laufe des 20. Jahrhunderts stark verändert, hin zu einer Bevölkerung, in der immer weniger junge mit immer mehr älteren Menschen zusammenleben. Es sind die steigende Lebenserwartung, das Verhältnis von Ein- und Abwanderung sowie die Geburtenrate, die diesen Altersaufbau der Bevölkerung massgebend bestimmen (Bundesamt für Statistik, 2016).

Es ist zu erwarten, dass sich die Spitze der Alterspyramide (Abbildung 1) verstärkt, da die geburtenreichen Jahrgänge in die höheren Altersklassen eintreten, wo sich hingegen der Sockel der Alterspyramide bei mehr Geburten verbreitern, oder bei einem Geburtenrückgang auch schmaler werden kann (Bundesamt für Statistik, 2016).

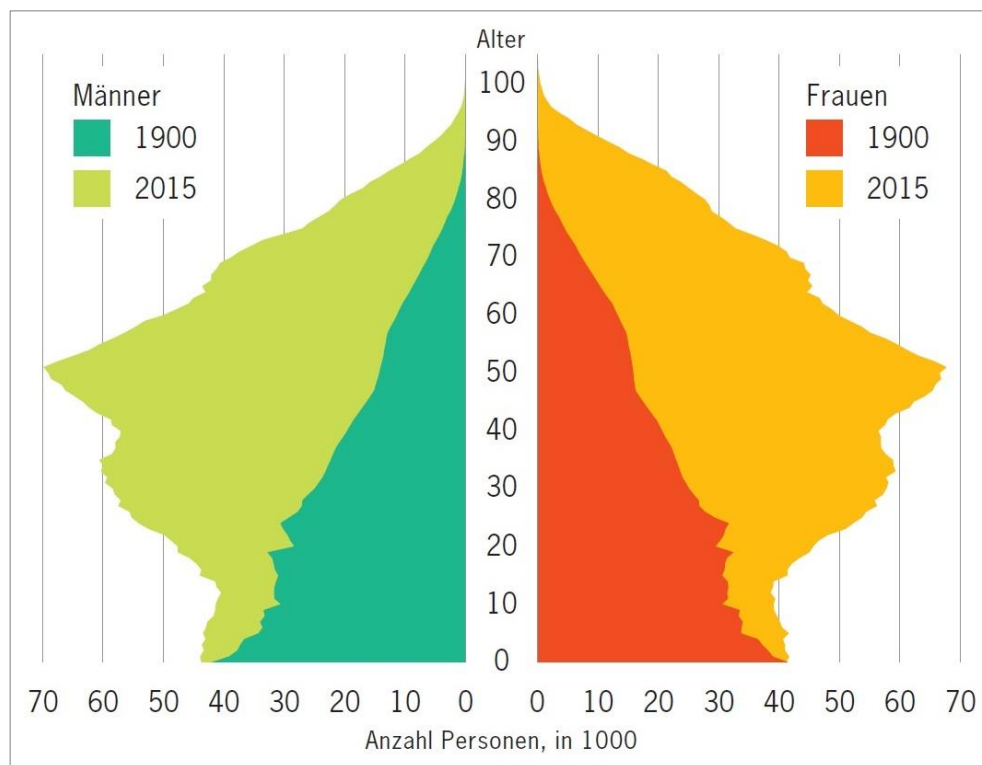


Abbildung 1: Altersaufbau der Schweizer Bevölkerung (Bundesamt für Statistik, 2017a)

Gemäss Bundesamt für Statistik (2017a) sank der Anteil der Jugendlichen (unter 20 Jahren) von 41 Prozent im Jahr 1900 auf 20 Prozent im Jahr 2015; bei den älteren Personen (über 64 Jahren) stieg er von 6 Prozent auf 18 Prozent, bei den Betagten (80-jährig und mehr) ist der Anstieg besonders ausgeprägt (von 0.5 Prozent auf 5 Prozent). Dieser demografische Alterungsprozess wird sich auch im 21. Jahrhundert fortsetzen. Bis 2045 dürfte der Anteil der 65-jährigen und älteren Personen von 18 Prozent (2015) auf rund 26 Prozent ansteigen (Bundesamt für Statistik, 2017a).

2.2 Internetnutzung

In den vergangenen Jahrzehnten hat die weltweite Nutzung des Internets stark zugenommen. So ist laut der International Telecommunications Union (ITU) der Anteil an Internetnutzerinnen und -Nutzer in den Industriestaaten von 50 Prozent im Jahr 2005 auf 81 Prozent im Jahr 2016 angestiegen (International Telecommunications Union, 2016).

Selten hat sich eine Technologie so schnell weiterentwickelt und in der Gesellschaft verbreitet wie das Internet, was auch in der Schweiz dazu führte, dass dessen Nutzung für die meisten Menschen alltäglich geworden ist (Bundesamt für Statistik, 2015). In der Schweiz ist der Anteil der Internetnutzerinnen und -nutzer in der Bevölkerung von 78 Prozent im Jahr 2010 auf 84 Prozent im Jahr 2014 gestiegen (Bundesamt für Statistik, 2015).

2.2.1 Mobile Internetnutzung

Mobilität und Internetnutzung sind seit dem Aufkommen von Laptops, Smartphones und Tablets nicht mehr voneinander zu trennen. Die 16- bis 74-jährigen Nutzerinnen und Nutzer von mobilem Internet in Europa verwenden häufiger das Mobiltelefon (68 Prozent), um ausserhalb des privaten Heims oder des Arbeitsplatzes auf das Internet zuzugreifen, als den Laptop oder das Tablet (33 Prozent). Die Schweiz liegt mit einem Anteil von 64 Prozent (2014) der Personen im Alter von 16 bis 74 Jahren, die für diese Aktivität das Mobiltelefon verwenden, über dem europäischen Durchschnitt. Bei der Nutzung von Laptops oder Tablets positioniert sich die Schweiz im Jahr 2014 hingegen unter dem europäischen Durchschnitt (28 Prozent gegenüber 33 Prozent). (Bundesamt für Statistik, Mobile Internetnutzung)

Wie die Abbildung 2 zeigt, lag in der Schweiz laut Bundesamt für Statistik (Mobile Internetnutzung) der Anteil der Internetnutzerinnen und -Nutzer ausserhalb des privaten Heims und

des Arbeitsplatzes im Jahr 2010 bei 43 Prozent und im Jahr 2014 bereits bei 66 Prozent (Internetnutzung in den letzten drei Monaten).

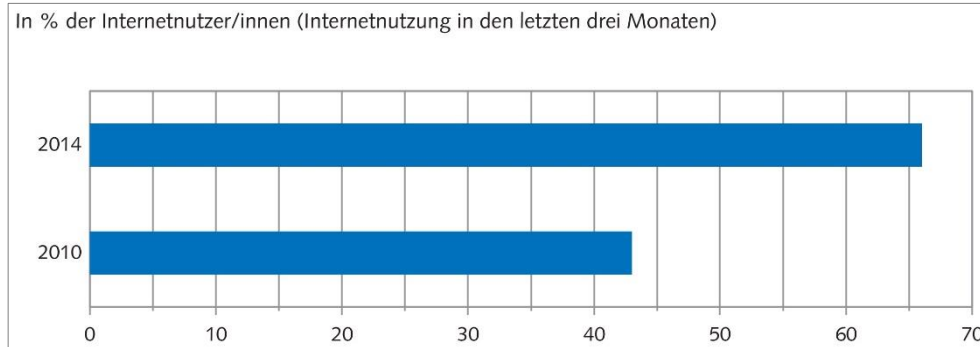


Abbildung 2: Mobile Internetnutzung in der Schweiz (Bundesamt für Statistik, Mobile Internetnutzung)

2.2.2 Internetnutzung durch ältere Personen

Die Neigung, das Internet zu nutzen, ist stark altersabhängig, wobei ältere Personen das Internet seltener nutzen als jüngere Personen (Mollenkopf und Kaspar, 2004; Seifert, 2016). In der Schweiz sind Internetnutzerinnen und -nutzer am häufigsten in der Altersgruppe der Personen unter 45 Jahren (99 Prozent) anzutreffen, in den höheren Altersklassen verringert sich ihr Anteil, er beträgt 80 Prozent bei den 55- bis 64-Jährigen, 62 Prozent bei den 65- bis 74-Jährigen und 25 Prozent bei den Personen ab 75 Jahren (Bundesamt für Statistik, 2015). Die Differenzen zwischen den verschiedenen Altersgruppen haben sich jedoch seit 2010 verringert (Bundesamt für Statistik, 2015). Vor allem die fortgeschrittensten Altersgruppen haben stark aufgeholt: die 55- bis 64-Jährigen um 11 Prozentpunkte, die 65- bis 74-Jährigen sogar um 17 Prozentpunkte (Bundesamt für Statistik, 2015).

In der Studie von Seifert und Schelling (2015) gaben 60 Prozent der befragten Personen (ab 65 Jahren) an, das Internet zu nutzen, 40 Prozent nutzten das Internet nach eigener Aussage nicht. Dies bedeutet einen starken Anstieg von 47 Prozent gegenüber der ersten Erhebung, welche Schelling und Seifert (2010) im Jahr 2009 durchführten.

2.2.3 Mobile Internetnutzung durch ältere Personen

In der Schweiz werden gemäss Latzer et al. (2015) Bruchlinien, die sich für das Internet allgemein abzeichnen, auch bei der mobilen Nutzung deutlich: Unter den 14-29-Jährigen wird das

Internet zu über 90 Prozent auch unterwegs verwendet, bei den 50–69-Jährigen ist es noch die Hälfte (51 Prozent), ab 70 Jahren sind es nur noch 16 Prozent.

Seifert und Schelling (2015) konnten zeigen, dass ein Drittel der von ihnen befragten über 65-jährigen Personen ein mobiles Gerät (Tablet oder Smartphone) besitzen und dieses auch für das mobile Internet nutzen. Die Personen, welche das mobile Internet nutzen, gehören gemäss Seifert und Schelling (2015) hauptsächlich der Gruppe der «Intensivnutzer» an, was bedeutet, dass sie nicht nur vom klassischen Computer fast täglich Gebrauch machen, sondern auch die mobilen Endgeräte, um damit ins Internet zu gelangen.

2.3 Herausforderungen bezüglich Alter

Es konnte gezeigt werden, dass die Bevölkerung immer älter wird und dass sich digitale Technologien, wie die mobile Internetnutzung mittels Smartphone immer weiter ausbreiten. Zudem konnte gezeigt werden, dass auch immer mehr ältere Menschen von digitalen Technologien Gebrauch machen. Nichtsdestotrotz gibt es bezüglich Alter und der Nutzung digitaler Technologien diverse Herausforderungen, welche in diesem Abschnitt beleuchtet werden sollen.

2.3.1 Digitaler Graben

Das Internet ist aus dem heutigen gesellschaftlichen, privaten und beruflichen Leben kaum noch wegzudenken und obwohl dessen Nutzung zu Hause oder unterwegs allgegenwärtig ist, zeigen die Nutzungsstatistiken immer noch unterschiedliche Nutzungshäufigkeiten der Altersgruppen (Brandtzæg, 2011; Seifert und Schelling, 2015). Diese unterschiedlichen Nutzungshäufigkeiten – basierend auf dem Alter – werden als digitaler Graben oder als digitale Spaltung bezeichnet. Niehaves und Plattfaut (2014) halten fest, dass es die Nutzung digitaler Technologien älteren Personen ermöglicht, länger unabhängig zu sein. Auch sie stellen fest, dass ältere Personen (65 Jahre alt und älter) das Internet signifikant weniger nutzen als jüngere (Niehaves und Plattfaut, 2014). Dieser altersbedingte digitale Graben führt dazu, dass viele ältere Menschen digitale Technologien nicht dazu nutzen, um ihre Lebensqualität zu verbessern (Niehaves und Plattfaut, 2014). Die digitale Spaltung, von der Personen über 70 Jahren besonders betroffen sind, kann zudem zu einer gesellschaftlichen Ausgrenzung führen (Seifert und Schelling, 2015). Weiter stellen Niehaves und Plattfaut (2014) fest, dass die Gründe für die digitale Spaltung nur unzureichend bekannt sind. Seifert und Schelling (2015) schreiben dazu: «Auch wenn zum Themenkomplex <Internet> und <Internetnutzung> mittlerweile zahlreiche wissenschaftliche Untersuchungen, Abhandlungen und Analysen erarbeitet wurden, nimmt das

Thema der digitalen Spaltung zwischen den Generationen und speziell die Beschreibung der Internetnutzung bei älteren Personen einen sehr geringen Teil in der Forschungslandschaft ein.»

Mit ihrer Studie wollen Seifert und Schelling (2015) diese Forschungslücke schliessen und identifizieren einerseits soziodemografische Merkmale wie Alter, Bildung, Einkommen und teilweise Geschlecht als Ursache für Nutzungsunterschiede, andererseits führen sie die Technikbiografie und die Technikaffinität als Ursache ins Feld und halten darüber hinaus fest, dass die empfundene Nützlichkeit, die positive Einstellung zum Internet und die empfundene Leichtigkeit der Nutzung zu den wichtigen Erklärungsfaktoren zählen.

2.3.2 Barrieren und Barrierefreiheit

Gemäss den Web Content Accessibility Guidelines (WCAG) 2.0 des World Wide Web Consortiums (W3C)¹ bezieht sich der Begriff Barrierefreiheit auf eine Vielzahl an Einschränkungen, wie u. a. visuelle, auditive, physische, kognitive, sprachliche oder neurologische Einschränkungen und Kombinationen daraus (Caldwell et al., 2008). Zudem führt die Berücksichtigung der WCAG 2.0 dazu, dass der Web-Content für alle Nutzerinnen und Nutzer besser zugänglich wird (Caldwell et al., 2008). Die Schweizerische Stiftung zur behindertengerechten Technologienutzung (Schweizerische Stiftung zur behindertengerechten Technologienutzung) hält zudem fest, dass Technologie zwar hilft, Barrieren abzubauen, aber auch neue Barrieren schafft. Dank spezieller Hard- und Softwareentwicklungen können auch Menschen mit Behinderung an der technologischen Entwicklung, welche die Gesellschaft umwälzt, teilhaben, was in ganz besonderem Masse für blinde und sehbehinderte Menschen gilt, die dank Bildschirmlese- und Bildschirmvergrößerungsprogrammen von diesem visuellen Informationsangebot weitgehend profitieren können (Schweizerische Stiftung zur behindertengerechten Technologienutzung).

Zur barrierefreien Gestaltung von Texten im Internet gibt es bereits eine Reihe an technischen Lösungen (Neuschmid et al., 2012) und umfassende Richtlinien (Caldwell et al., 2008; Darvishy et al., 2016; Darvishy und Seifert, 2013). Eine Website oder eine Applikation, die barrierefrei zugänglich ist, bedeutet nicht nur für Personen, die über einen eingeschränkten Zugang zu digitalen Technologien verfügen, einen Gewinn, sondern sie ist in den meisten Fällen auch für alle anderen Nutzerinnen und Nutzer einfacher zu bedienen, was zu einer Zielgruppenmaximierung führen kann (Kristin, 2009). Wenn von barrierefreiem Zugang zu digitalen Technologien die Rede ist, stehen oft Personen mit Behinderung im Fokus. Die barrierefreie Gestaltung

¹ <https://www.w3.org/> (Zugriff: 29.09.2017)

von Internet-Anwendungen kann gemäss Schulte (2005) jedoch nur gelingen, wenn von dem Versuch der Klassifizierung des typischen Nutzers, mit oder ohne Behinderungen, Abschied genommen wird und stattdessen Nutzerinnen und Nutzer mit ihren vielfältigen Fähigkeiten und Eigenschaften in die Modellierung des Nutzerbildes einfließen.

Sehschwächen

Eine wichtige Gruppe von Nutzerinnen und Nutzern in Bezug auf die Barrierefreiheit stellen Menschen mit Sehschwächen dar (Neuschmid et al., 2012). Bei älteren Personen sind Sehschwächen eine der am weitesten verbreiteten Einschränkungen, allen voran die Weitsichtigkeit (Vrenko und Petrovič, 2015). Die am weitesten verbreitete Ursache für Schwierigkeiten in der Internetnutzung durch ältere Personen stellen demzufolge auch Sehschwächen dar (Hanson et al., 2001). Kleine Schriften, gewisse Kombinationen von Text- und Hintergrundfarben, Hintergrundbilder und blinkende Schriften sind Ursachen für Nutzungseinschränkungen für ältere Personen (Hanson et al., 2001).

2.3.3 Altersgerechte Applikationen

Die Nutzung mobiler Geräte durch ältere Personen wird einerseits erschwert durch fehlende Kompetenzen, mangelnde Unterstützung oder falsche Erwartungen und andererseits durch mobile Applikationen, die oft durch eine wenig benutzerfreundliche Gestaltung und Handhabung selbst Hürden aufbauen (Darvishy et al., 2016). Da die Bedienung bei mobilen Endgeräten in aller Regel mittels Touch-Displays stattfindet, müssen bei der Erstellung der Bedienoberfläche gestalterische Kompromisse eingegangen werden, da bspw. die Verwendung einer grossen Schriftgrösse bei gleichzeitiger Optimierung auf eine übersichtliche Darstellung aller Funktionen miteinander im Konflikt stehen (Köbler et al., 2011). Dies trifft in besonderem Masse auf mobile Kartenanwendungen zu. Eine zentrale Anforderung älterer Personen an Applikationen auf mobilen Geräten ist eine nutzerfreundliche und leicht erlernbare Bedienung, wobei eine Anlehnung an bekannte Bedienabläufe, wie sie u. a. von nicht-elektronischen Produkten bekannt ist, wie z. B. dem Blättern in E-Books, das dem Vorgang in gedruckten Büchern ähnlich ist, wünschenswert ist (Klaus et al., 2012). Zudem sollen gemäss Klaus et al. (2012) Schriftgrössen, Kontraste und Lautstärke individualisierbar sein.

2.3.4 Stigmatisierung

Um den Zugang zu Web-Inhalten zu verbessern und die Bedürfnisse älterer Personen zu berücksichtigen, ist die Erstellung von Inhalten und Applikationen, welche diesen speziellen Bedürfnissen Rechnung tragen, eine mögliche Herangehensweise. Im Bereich der Web-Kartografie ist es heute dank digitaler Technologien möglich, vollkommen separate Karten, die sich an den Bedürfnissen älterer Personen oder Personen mit Sehschwächen orientieren, zu gestalten (Kovanen et al., 2012). Darvishy et al. (2016) schreiben jedoch, dass auf eine isolierte Etikettierung «speziell für ältere Menschen» verzichtet werden sollte, da dies auch abschrecken, resp. zu einer Stigmatisierung führen kann. Von erleichterten Zugängen und Gestaltungsempfehlungen zur einfacheren Bedienbarkeit mobiler Applikationen würden sodann nicht nur ältere Menschen, sondern alle Benutzerinnen und Benutzer profitieren (Darvishy et al., 2016). Eine Möglichkeit, um einer allfälligen Stigmatisierung vorzubeugen, könnten individuelle Anpassungen darstellen, sprich, dass der Benutzer oder die Benutzerin selbständig gewisse Parameter wie z. B. die Schriftgrösse oder die Farbgebung anpassen kann (Neuschmid et al. 2012). Dies würde es nicht nur erlauben, den Wert einer Applikation für alle Nutzerinnen und Nutzer zu erhöhen, sondern es könnte damit auch die Forderung nach einer Applikation, die für alle Leute – egal ob mit oder ohne Sehschwächen – nutzbar ist, erfüllt werden. Zudem könnte die Applikation auch individuell unterschiedlich stark ausgeprägte Einschränkungen wie z. B. Sehschwächen berücksichtigen.

2.3.5 Heterogenität des Alters

Alter wird meist als chronologisches Alter gefasst, d. h. die Zeit zwischen Geburtsdatum und dem aktuellen Datum, wobei tatsächlich zwischen Personen gleichen Alters oft grosse Unterschiede in psychologisch wichtigen Bereichen bestehen, was dazu führt, dass die Bezeichnung «Alter» oft weniger eindeutig ist, als man oft annimmt (Martin und Kliegel, 2014). Die Gruppe der älteren Menschen ab 65 Jahren ist damit nicht homogen und mögliche Einschränkungen, z. B. der Sinne, können, müssen aber nicht auftreten (Seifert und Schelling, 2015). Obschon demzufolge das «typische Alter» nicht existiert, gibt es laut Seifert und Schelling (2015) Gründe, die eine Beschäftigung mit der Variable Alter im Zusammenhang mit der Technik- und Internetnutzung nötig machen. Und obwohl das Alter bezüglich der Nichtnutzung des Internets durch ältere Personen einen hohen statistischen Erklärungswert besitzt, kann das kalendarische Alter diese nicht allein erklären (Seifert und Schelling, 2016). Auch Niehaves und Plattfaut (2014) stützen diese Aussage, wenn sie schreiben, dass ältere Personen keine homogene Gruppe darstellen, dass aber soziodemografische Variablen bei der Erforschung der

Technologieakzeptanz zu berücksichtigen sind. Neuschmid et al. (2012) weiten die Beobachtung der Heterogenität zusätzlich auf das Feld der Personen mit eingeschränkter visueller Wahrnehmung aus. Auch dieses kann als sehr heterogen beschrieben werden, da es Menschen mit leichter, mittlerer und starker Sehschwäche bis zur Blindheit als auch Farbfehlsichtige beinhaltet (Neuschmid et al., 2012). Zudem zählen Neuschmid et al. (2012) ältere Personen generell zur Gruppe der Personen, die grundsätzlich mit eingeschränkten visuellen Wahrnehmungen konfrontiert ist.

2.4 Bedeutung digitaler und mobiler Karten

In diesem Abschnitt soll ein Überblick über die Entwicklungen und die damit einhergehende zunehmende Bedeutung im Bereich der digitalen Karten auf mobilen Geräten gegeben werden. Zudem wird hier die Technologie des Vector-Tilings beschrieben, da diese im Rahmen dieser Arbeit verwendet wurde, um die individuelle Anpassung von Schriftgrößen zu implementieren. Erst wenn die Beschriftungen nämlich als eigentliche Daten (hier in Form von Vektoren) vorliegen, ist es möglich, eine individuelle Interaktion zuzulassen. Zudem wird auf die Eigenheiten, welche Kartenbeschriftungen auf mobilen Geräten aufweisen, eingegangen.

2.4.1 Digitale Karten

Bei den Ausführungen zu digitalen Karten liegt der Fokus auf Web-basierten Produkten, da die Mitberücksichtigung weiterer digitaler Karten, die nicht Web-basiert sind, wie z. B. Karten in Desktop-GIS-Applikationen, den Rahmen dieses Abschnitts sprengen würde.

Es bestehen keine Zweifel daran, dass das Internet die Welt der Karten und der Kartografie fundamental verändert hat (Plewe, 2007). Schon im Jahr 2007 stellte Plewe (2007) fest, dass zu Navigationszwecken mehr Web-basierte als gedruckte Karten genutzt werden. Im Vergleich zu statischen Karten waren animierte, digitale Karten immer aufwändig in der Herstellung, der Verteilung und der Zugänglichkeit, was jedoch durch die starke Verbreitung von Computern und des Internets heute nicht mehr der Fall ist, im Gegenteil: neue Technologien haben die Möglichkeiten bezüglich digitaler Karten massiv erweitert (Harrower, 2004). Eine neue Ära von Karten, die on demand animiert werden können ist angebrochen (Harrower, 2004). Cartwright und Peterson (2007) fassen die Bedeutung digitaler Karten passend zusammen, wenn sie folgendes schreiben: «A display that is static is uninteresting and so it is with maps as well.»

Die Bedeutung des Internets für die Kartografie teilt Harrower (2004) in vier Kategorien ein: An erster Stelle nennt er die neuen Mechanismen, mit deren Hilfe Kartografinnen und Kartografen ihre Produkte publizieren können. An zweiter Stelle folgt der Zugang zu Karten, der Dank des Internets revolutioniert wurde und dazu führt, dass Menschen Karten finden und nutzen können, die sie sonst allenfalls nie entdeckt hätten (Harrower, 2004). Drittens hat die Web-Kartografie das Verlangen nach Kartenprodukten angeregt und viertens erlauben die neuen Technologien völlig neue Wege in Bezug auf On-Demand-Karten zu beschreiten (Harrower, 2004). Diese Einflüsse haben sich laut Plewe (2007) in den vergangenen Jahren nochmals stark akzentuiert. Wenn man die Entwicklung der letzten 10 Jahre in die Betrachtung mit einschliesst, so kann festgestellt werden, dass sich dieser Trend nicht abgeschwächt, sondern im Gegenteil, erneut weiter verstärkt hat.

2.4.2 Mobile Karten

Seit jeher gilt die Karte als das favorisierte Kommunikationsmedium für räumliche Information, was sich in Bezug auf mobile Kartenapplikationen abermals verstärkt hat, da Karten auf mobilen Geräten drahtlos übertragen und in Echtzeit dargestellt werden können (Meng et al., 2005). Digitale Karten auf mobilen Geräten wie Smartphone, Tablet oder Handheld-GPS unterscheiden sich in technologischer Hinsicht in zwei wesentlichen Punkten von gedruckten Karten und von digitalen Karten auf Desktop-Rechnern: Der erste fundamentale Unterschied betrifft die Grösse des sichtbaren Kartenausschnittes, der zweite betrifft die Positionsangabe des Users oder der Userin in der Karte (Meng et al., 2005; Meng und Reichenbacher, 2005; Sarjakoski und Nivala, 2005). In Bezug auf letzteren Unterschied wird im Zusammenhang mit Karten auf mobilen Geräten oft von sogenannten Location Based Services (LBS) gesprochen (Reichenbacher, 2004).

Bezüglich der kognitiven Prozesse beim Verwenden mobiler Karten treten ebenfalls Unterschiede gegenüber analogen oder digitalen Karten auf Desktop-Rechnern auf. Eine fundamentale kognitive Herausforderung stellt gemäss Oulasvirta et al. (2005) die Interaktion zwischen der realen, physischen Umgebung und der digitalen Karte und einer entsprechend adäquaten mentalen Repräsentation dieser realen Umgebung dar. Dabei werden verschiedene Kartenbasierte Tasks, wie z. B. Identifikation, (Wieder-)Erkennung, Orientierung oder Navigation ausgeführt (Oulasvirta et al., 2005). Deshalb können laut Reichenbacher (2004) die Prinzipien der Web-Kartografie nicht einfach auf die mobilen Kartendienste angepasst werden. Sogenannte LBS werden in erster Linie unter technologischen Gesichtspunkten betrachtet und

weiterentwickelt, wobei Standort-spezifische Fragestellungen einen zentralen Aspekt darstellen, während die Nutzerfreundlichkeit weniger Gewicht erhält (Reichenbacher, 2004).

2.4.3 Vector-Tiling

Um in web-basierten Karten ein neues Level an Interaktivität zu erlangen und das Anwendungserlebnis von Web-Karten zu verbessern, ist es nötig, den Ansatz, wie Web-Karten erstellt und publiziert werden, anzupassen (Gaffuri, 2012). Sarjakoski und Nivala (2005) schreiben, dass die Services, namentlich Kartendienste zur Navigation mittels Auto aber auch zur Navigation zu Fuss oder mit dem Velo, auf mobilen Geräten, vorwiegend im Raster-Format zur Verfügung gestellt werden, dass aber zusehends auch Dienste angeboten werden, die auf Vektordaten basieren, da diese in Bezug auf hohe Display-Auflösungen mobiler Geräte Vorteile aufweisen und da damit zudem eine Interaktion möglich wird. Einen nächsten Schritt könnte die direkte Interaktion der Userinnen und User mit der Karte darstellen, was laut Gaffuri (2012) jedoch noch nicht möglich ist, da ein grosser Teil der Karten im Netz immer noch auf Rasterdaten basiert. Ähnlich wie Karten auf Papier sind dies lediglich Bilder von Objekten, die der Benutzer oder die Benutzerin zwar anschauen, jedoch nicht «berühren» oder damit interagieren kann (Gaffuri, 2012). Die Lösung ist laut Gaffuri (2012), dass die Web-Kartografie vollständig für Vektor-Daten geöffnet wird.

Alesheikh et al. (2002) kommen zu ähnlichen Schlüssen und halten fest, dass die Frage nach dem Datenformat (Vektor oder Raster), das für die Übertragung der Daten an den User verwendet wird, eine entscheidende Frage in Bezug auf Web-GIS-Technologien ist. Sie schreiben, dass Rasterdaten einfach vom Server an den Client übertragen werden können, dass bei Rasterdaten aber gewisse kartografische Aspekte, wie Probleme mit Schriften, auftreten könnten (Alesheikh et al., 2002).

Üblicherweise werden heute Karten in Web-Browsern mittels Rasterkacheln, die Client-seitig nebeneinander platziert werden, dargestellt (Eriksson und Rydkvist, 2015). Mit der Einführung von WebGL sei jedoch eine komplett neue Möglichkeit geschaffen worden, um grafische Inhalte an potentielle Benutzer über das Internet zu liefern (Eriksson und Rydkvist, 2015). Laut Eriksson und Rydkvist (2015) erlaubt diese Technologie, dass Karten im Internet dargestellt werden, indem lediglich die vektorbasierten Basisdaten an den Browser geschickt werden und die Karte dann Client-seitig mithilfe der GPU dargestellt wird.

Seit Kurzem können mit der GIS-Software von Esri Vector-Tiles erstellt, publiziert und dargestellt werden (Esri, Vektorkachel-Layer). Diese Vector-Tiles bieten gegenüber Rasterkacheln

in Bezug auf die Beschriftung verschiedene Vorteile. So können beispielsweise – wie das in der vorliegenden Arbeit getan wurde – die Basiskartenbeschriftungen in einer Web-Applikation vom Anwender oder der Anwenderin angepasst werden.

2.4.4 Kartenbeschriftungen

«Manche Leute suchen aus der Karte nur die Namen heraus, sie erkennen die Dinge nur mit Hilfe der Beschriftung», so beschreibt Imhof (1968) die Bedeutung der Kartenbeschriftung. Imhof (1968) schreibt weiter, dass sogenannte stumme Karten, also Karten ohne Beschriftung, zwar eine gewisse Nützlichkeit aufweisen, dass sie aber andererseits keine fertigen Karten sind. Er schreibt zudem, dass zum kartografischen Bilde auch Beschriftungen und Kotierungen gehören, beides sei für die Orientierung unentbehrlich und fügt weiter an, dass die Namen in erster Linie der Orientierung und Verständigung über Orte und Stellen im Gelände dienen (Imhof, 1968). Doerschler und Freeman (1989) schreiben, dass Namen, also Beschriftungen, Objekte in einer Karte identifizieren und klassifizieren. Beschriftungen bringen Kartenobjekte mit ihren physikalischen Äquivalenten in Relation (Doerschler und Freeman, 1989). Eine Karte ist ein Kommunikationsmedium und die Effektivität mit welcher dieses Medium räumliche Informationen kommunizieren kann, hängt stark von der Qualität ab, mit der die dargestellten Objekte beschriftet sind (Freeman, 2005). Iturriaga-Velazquez (1999) fasst es passend zusammen, wenn sie schreibt, dass Beschriftungen in Karten die Kommunikation zwischen den Kartennutzerinnen und -Nutzern und den Kartografinnen und Kartografen ermöglichen.

Kartenbeschriftungen haben also die Funktion, Objekte in Karten bezüglich des Inhalts oder ihrer Funktion zu bezeichnen und dienen damit als Kommunikationsmittel. In der Kartografie wird der Beschriftung von Kartenobjekten eine grosse Bedeutung beigemessen.

Beschriftungen in mobilen Karten

Im vorherigen Abschnitt konnte die Bedeutung von Kartenbeschriftungen für die Kartografie aufgezeigt werden. In mobilen Karten sind Beschriftungen ebenso von grosser Bedeutung. Es ist für die Nutzerinnen und Nutzer von Karten auf mobilen Geräten essentiell, dass Strassen, Orientierungspunkte und weitere wichtige Objekte in der Karte beschriftet sind, da diese Beschriftungen helfen, die eigene Position in Abhängigkeit der Umgebung zu kennen (Zhang und Harrie, 2006). Bei Beschriftungen in mobilen Karten spielt, wie generell bei Karten auf mobilen Geräten, die stark begrenzte Display-Grösse eine entscheidende Rolle. Aufgrund der kleineren Displays können zum Teil nicht gleich viele Objekte beschriftet werden und zum Teil werden die Beschriftungen relativ klein gewählt, damit trotzdem möglichst viele Objekte beschriftet

werden können, was einen erheblichen Nachteil von Karten auf mobilen Geräten gegenüber gedruckten Karten darstellt (Brown und Laurier, 2005). Dies steht im Widerspruch mit der Forderung, Schriftgrößen ausreichend gross zu wählen, sodass sie auch von Menschen mit Sehschwächen gut gelesen werden können. Im Gegensatz zu reinen Text-Inhalten von mobilen Applikationen oder Webseiten auf mobilen Geräten, wo eine grössere Schrift lediglich dazu führt, dass man häufiger scrollen muss, führt die Wahl der Schriftgrösse in mobilen Karten meist zu einem Kompromiss. Entweder werden die Schriften so gross gewählt, dass sie sich gegenseitig oder dann den Karteninhalt überdecken oder aber eine grössere Schrift führt dazu, dass weniger Objekte beschriftet werden können. Eine weitere Möglichkeit ist, bei der gleichen Dichte an Beschriftungen und bei einer grösseren Schrift den Ausschnitt der Karte zu verkleinern, sprich hereinzuzoomen, was wiederum zu Lasten der Übersicht fallen würde und ebenfalls mit weniger Objekten, die beschriftet werden, einhergeht.

Ein weiteres Feld der Forschung in Bezug auf Kartenbeschriftungen in mobilen Karten stellen sogenannte Echtzeit-Platzierungen von Beschriftungen dar. Wenn Kartenbeschriftungen, wie bei Vector-Tiles, als Vektor-Daten zur Verfügung stehen, so können diese an der aktuellen Fortbewegungsrichtung der Nutzerin oder des Nutzers ausgerichtet werden, resp. wenn die Karte nicht nach Norden, sondern in Übereinstimmung mit der realen Welt ausgerichtet ist, können die Beschriftungen horizontal zur Nutzerin oder zum Nutzer resp. zum Gerät ausgerichtet werden (Meng, 2005). Diese Algorithmen zur Schriftplatzierung in Echtzeit auf mobilen Geräten sind sehr komplex und sind Gegenstand zahlreicher Forschungsprojekte (Been et al., 2006; Been et al., 2008; Gemsa et al., 2013). Im Rahmen dieser Arbeit wird nicht weiter auf die Schriftplatzierung in Echtzeit eingegangen. Das Konzept ist dennoch wichtig für das Verständnis von individuellen Schriftgrössenanpassungen, da solche Algorithmen im Hintergrund die Platzierung steuern und neu durchführen, wenn eine Interaktion mit der Schriftgrössenanpassung stattfindet.

2.5 Barrierefreie mobile Karten für ältere Personen

Die Literatur hält einige wenige Ansätze bereit, wie digitale und mobile Karten für ältere Personen optimiert werden können. In diesem Abschnitt soll dazu ein Überblick gegeben und die wichtigsten Resultate sollen zusammengefasst werden.

Obwohl sich Friedrich et al. (2017) in ihrer Studie nicht mit mobilen Karten beschäftigen, sind ihre Ergebnisse dennoch von Interesse, denn sie schreiben, dass spezielle Nutzungsoberflächen für mobile Geräte von grosser Bedeutung sind um Nutzungsbarrieren bei Internetdiensten für

ältere Menschen ohne Vorerfahrungen zu minimieren. Häufig werden gemäss Friedrich et al. (2017) solche Systeme als Übergangslösungen gesehen, da davon ausgegangen werden kann, dass die Technikaffinität und Techniknutzungserfahrung älterer Menschen in Zukunft weiter zunehmen wird. Die altersbedingten Beeinträchtigungen, wie z. B. Seh- und Hörschwächen bleiben jedoch weiterhin bestehen, was altersgerechte Applikationen nach wie vor notwendig macht (Friedrich et al., 2017).

Hennig et al. (2012) haben eine Prototyp-Web-Karten-Applikation entwickelt, welche die Bedürfnisse von Menschen mit Sehschwächen berücksichtigen soll. Basierend auf dem Studium von Literatur und einer Umfrage haben sie Richtlinien für die Erstellung von barrierefreien digitalen Karten erarbeitet. Hennig et al. (2012) halten jedoch fest, dass in der gesichteten Literatur keine detaillierten Informationen bezüglich des Designs und der Implementierung von Web-Karten-Applikationen für Menschen mit Sehschwächen existieren. Weiter halten sie fest, dass das Interesse von Menschen mit Sehschwächen an Web-Karten-Applikationen steigt, dass jedoch der Zugang zu bestehenden Produkten zum Teil schwierig bis unmöglich ist (Hennig et al., 2012). In ihrer Prototyp-Applikation haben Hennig et al. (2012) Funktionen implementiert, die es erlauben, erstens das Karten-Design basierend auf den Fähigkeiten und Vorlieben der Nutzerinnen und Nutzer zu wählen, zweitens verbale Beschreibungen zu erhalten und drittens einfache Karten-Operationen, wie Such-, Zoom- und Pan-Interaktionen auszuführen. In einem weiteren Schritt wollen sie die Prototyp-Applikation einem Usability-Test unterziehen.

Vrenko und Petrovič (2015) beschreiben in ihrer Studie die visuellen Einschränkungen älterer Menschen und liefern Richtlinien für das Design von barrierefreien online Karten. Ein weiterer wichtiger Punkt, den Vrenko und Petrovič (2015) aufgreifen, ist die Frage nach der Verallgemeinerung der Bedürfnisse potenzieller Anwenderinnen und Anwender. Sie kommen sodann zum Schluss, dass universelles Web-Karten-Design unmöglich zu definieren sei, sondern dass ein Ansatz, der die Nutzerinnen und Nutzer miteinbezieht notwendig ist (Vrenko und Petrovič, 2015).

Kovanen et al. (2012) halten in ihrer Studie fest, dass das Alter mit der Art und Weise, wie Menschen Karten lesen in Zusammenhang steht. Sie schreiben, dass Karten so gestaltet werden sollen, dass sie Einschränkungen, wie die Altersweitsichtigkeit, mit in Betracht ziehen, um eine bessere Zugänglichkeit zu Karten zu gewähren (Kovanen et al., 2012). Sie stellen ein Konzept namens «plain cartography» vor, welches es ermöglichen soll, einfache Karten zu erstellen, die auf die Bedürfnisse älterer Menschen optimiert sind (Kovanen et al., 2012). Das Konzept wird

zudem technisch umgesetzt, indem Karten auf einem Web-Server zur Verfügung gestellt werden, die dann über ein mobiles Gerät abgerufen werden können. Kovanen et al. (2012) beziehen sich in ihrer Studie auf ein Projekt von Oksanen et al. (2011), in welchem es darum ging, ein Kartenprodukt, das für die allgemeine Öffentlichkeit und für Outdoor-Aktivitäten erstellt wurde, zu vereinfachen. Kovanen et al. (2012) haben nämlich festgestellt, dass die Karte die Sehschwächen von potenziellen Anwenderinnen und Anwendern nicht genügend berücksichtigte und dass insbesondere ältere Personen die Karte als zu komplex und mit Informationen überladen empfanden. Sie haben sodann die ursprüngliche Karte von Oksanen et al. (2011) genommen und alle nicht benötigten und redundanten Karteninformationen entfernt und zudem die Symbologie vereinfacht (Kovanen et al., 2012). Die Vereinfachung, welche mit dem Konzept der «plain cartography» herbeigeführt wurde, soll gemäss Kovanen et al. (2012) dazu führen, dass die erzeugten Karten von Nicht-Kartografen und insbesondere von älteren Personen einfacher verstanden werden können. Kovanen et al. (2012) tönen an, dass sie ihre Resultate anhand einer Experten-Studie verifizieren wollen.

Hennig und Zobl (2012) befassen sich in ihrer Studie mit Besuchermanagement-Systemen in natürlichen Umgebungen, wie Parks etc. Sie argumentieren, dass basierend auf der demografischen Alterung und aufgrund der längeren körperlichen Fitness älterer Personen einerseits, und den mit dem Alter einhergehenden Einschränkungen, wie Sehschwächen oder Gehschwierigkeiten andererseits, der Bedarf sowohl an spezifischer Infrastruktur als auch an spezifischer Informationssysteme wächst (Hennig und Zobl, 2012). Web-Karten, die auf dem Desktop-Rechner oder auf einem mobilen Gerät benutzt werden können, sind gemäss Hennig und Zobl (2012) ein geeignetes Instrument, um die nötigen Informationen bereitzustellen. Nichtsdestotrotz bestehen immer noch Lücken bei der Umsetzung spezifischer Anforderungen an das Design von Web-Karten, welches z. B. altersbedingte Sehschwächen mitberücksichtigt (Hennig und Zobl, 2012). Hennig und Zobl (2012) haben eine Umfrage durchgeführt, um die Bedürfnisse der älteren Menschen zu erörtern: In Bezug auf ein optimiertes Kartendesign für ältere Personen fanden sie heraus, dass eine angemessene Konfiguration und Kombination visueller Variablen essentiell ist und dass – gemäss den Umfrageergebnissen – Farbkontraste, Farbwahl und -Kombination, Objektgrössen und -Beschriftungen und insbesondere Schriftgrössen, von grosser Bedeutung für ein optimiertes Kartendesign sind (Hennig und Zobl, 2012). Weiter halten Hennig und Zobl (2012), basierend auf den Ergebnissen von Neuschmid et al. (2012), fest, dass aufgrund der grossen Bandbreite an persönlichen Präferenzen individuelle Anpassungen der Karte essentiell sind.

2.6 Usability

Der Begriff Usability oder Nutzerfreundlichkeit beschreibt ein Mass für Effektivität und Effizienz einer bestimmten Applikation in einem spezifischen Nutzungskontext. Die dritte Grösse, welche für die Bemessung der Nutzerfreundlichkeit relevant ist, ist die Zufriedenheit, welche die Nutzerinnen und Nutzer bei der Verwendung einer Applikation oder einer Funktion derselben empfinden. Die ISO-Norm 9241-11 (International Organization for Standardization, 1998) liefert eine allgemein gültige Definition von Usability: «Usability bezeichnet das Ausmass, in dem ein Produkt durch bestimmte Benutzer in einem bestimmten Nutzungskontext genutzt werden kann, um bestimmte Ziele effektiv, effizient und mit Zufriedenheit zu erreichen.» (von Gizycki, 2002)

Unter Usability wird gemäss Diezmann (2002) nicht etwa persönliches Gefallen oder subjektives Empfinden verstanden, sondern die Brauchbarkeit interaktiver Applikationen. Usability meint den Gebrauchswert und die Nutzbarkeit bzw. die Benutzbarkeit, die sich in der Angemessenheit der Form und Funktion in Bezug auf die Zielsetzung des Produktes darstellt (Diezmann, 2002).

2.6.1 Usability-Testing

Unter Usability Testing wird eine Evaluationsmethode verstanden mit der gemessen wird, wie gut potentielle Benutzer ein spezifisches Software-System nutzen können (Zhang und Adipat, 2005). Ein Usability-Test simuliert in der Durchführung ganz allgemein den Praxisfall, wobei ein Produkt, gleich welcher Art und in welchem Entwicklungsstadium, getestet wird, indem typische Anwendungen des Produkts bearbeitet und bewertet werden (Stoessel, 2002). Der Begriff «Usability-Test» steht für einen komplexen Vorgang in verschiedenen Ausführungsmöglichkeiten (Stoessel, 2002).

2.6.2 Usability-Begrifflichkeiten

Im Bereich des Usability-Testings tauchen immer wieder dieselben drei Begriffe auf. Es sind dies die Effektivität, die Effizienz und die Zufriedenheit. Diese drei Begriffe werden auch in der entsprechenden ISO-Norm 9241-11 (International Organization for Standardization, 1998) verwendet, um Usability zu definieren. Da diese Begriffe im Verlaufe der Arbeit immer wieder auftauchen, ist es notwendig, diese hier zu definieren.

Effektivität

Effektivität wird gemäss (von Gizycki, 2002), welche sich wiederum auf die ISO-Norm 9241-11 (International Organization for Standardization, 1998) bezieht, wie folgt definiert: «die Genauigkeit und Vollständigkeit, mit der Benutzer (sic!) ein bestimmtes Ziel erreichen.» Das heisst, dass eine Nutzerin oder ein Nutzer einer Applikation bei deren Verwendung eine bestimmte Absicht verfolgt und die Effektivität ist dabei das Mass, welches beschreibt, ob das verfolgte Ziel auch erreicht wird oder nicht, unabhängig vom Aufwand, der dafür notwendig ist (von Gizycki, 2002).

Effizienz

Gemäss von Gizycki (2002), welche sich wiederum auf die ISO-Norm 9241-11 (International Organization for Standardization, 1998) stützt, bedeutet Effizienz, dass der Nutzer oder die Nutzerin zum Erreichen des Ziels den geringstmöglichen Einsatz benötigt: «Der relevante Aufwand kann psychische oder physische Beanspruchung, Zeit, Material oder monetäre Kosten enthalten.» Im Rahmen dieser Arbeit ist insb. der zeitliche Aufwand von Interesse.

Zufriedenheit

Gemäss von Gizycki (2002) entsteht Zufriedenheit dann, wenn die Erwartungen der Anwenderin oder des Anwenders mindestens erfüllt oder besser noch übertroffen werden. Um Zufriedenheit erreichen zu können, müssen demnach die Erwartungen des Nutzers oder der Nutzerin bekannt sein (von Gizycki, 2002).

2.6.3 Testpersonen

Um die Usability eines Produkts beurteilen zu können, braucht es neben den Messkriterien vor allem Expertinnen und Experten, die das Produkt sowohl mit seinen Anwendungsmöglichkeiten als auch den Benutzungskontext des Produkts kennen und daraus die Usability-Stärken und -Schwächen ableiten können (Stoessel, 2002). Diese Expertinnen und Experten werden in der ISO-Definition von Usability (International Organization for Standardization, 1998) genannt, nämlich die «bestimmten Nutzer» (sic!), resp. die Zielgruppe des Produkts. Für die umfassende Evaluation eines Produkts sind also die Endnutzerinnen und -Nutzer die wichtigsten und aufschlussreichsten Testpersonen und stellen letztlich den absoluten Bewertungsmaßstab dar (Stoessel, 2002). Die zielgruppenrelevanten Kriterien im soziodemografischen Bereich beschreiben u. a. Alter, Geschlecht, Einkommen, Ausbildung und Beruf, zudem spielen das Lebensumfeld und die Erfahrung der Zielgruppe mit dem Produkt eine Rolle (Stoessel, 2002). Für eine Usability-Testserie sollten also Testpersonen eingeladen werden, die möglichst aus

der Benutzergruppe der zu prüfenden Applikation stammen, d. h. tatsächlich zu den späteren Anwenderinnen und Anwendern gehören oder gehören könnten (Richter und Flückiger, 2013).

2.6.4 Usability-Testing mit älteren Personen

Darvishy et al. (2016) geben in Ihrer Studie «Altersgerechte mobile Applikationen» u. a. ausführliche Tipps bezüglich des Usability-Testings von Applikationen mit älteren Personen. Im Folgenden sollen die wichtigsten Punkte kurz zusammengefasst werden.

Da die Nutzung mobiler Applikationen oft unterwegs erfolgt, bestehen grundlegende Unterschiede gegenüber Desktop-basierten Applikationen, weshalb der Nutzungskontext – also ob eine Applikation unterwegs, zu Fuss, im Auto, im ÖV, alleine oder in Gesellschaft genutzt wird – eine zentrale Rolle spielt (Darvishy et al., 2016). Weiter schreiben Darvishy et al. (2016), dass die Benutzerinnen und Benutzer beim Design von Anfang an mit einbezogen werden sollten, was auch bedeutet, dass Usability-Tests von Anfang an und entwicklungsbegleitend durchgeführt werden sollten und das idealerweise mit realen Anwenderinnen und Anwendern aus der Zielgruppe, basierend auf realen Szenarien und im realen Nutzungskontext.

2.7 Relevanz

In der Literatur finden sich wenige Ansätze zur Erforschung der digitalen Kartenverwendung durch ältere Personen. Es gibt Untersuchungen, die prüfen, wie Karten insbesondere für ältere Personen optimiert werden können (Kovanen et al., 2012). Es ist jedoch wenig bekannt, wie ältere Personen digitale mobile Karten nutzen. Darvishy et al. (2016) konnten aufzeigen, wie oft ältere Personen das Smartphone zu Navigationszwecken nutzen. Es ist jedoch wenig bekannt, welche Aufgaben die älteren Menschen damit bewältigen, welche Funktionen sie nutzen, was die Gründe für eine Nutzung oder Nicht-Nutzung sind und mit welchen konkreten Barrieren sie bei der Nutzung digitaler Karten konfrontiert sind. Zudem waren insbesondere keine Untersuchungen auffindbar, welche prüfen, wie sich die Schriftgrösse in mobilen Karten auf die Lesbarkeit von Karten bei älteren Personen auswirkt. Auch ist das Thema der individuellen Anpassung von Basiskarten noch wenig erforscht. Hennig et al. (2012) schreiben, dass weitere Forschung nötig ist, um barrierefreie grafische und kartografische Informationen, wie z. B. Karten im Web für Menschen mit Sehschwächen verfügbar zu machen.

Vrenko und Petrovič (2015) zeigen, dass die zunehmende Anzahl älterer Personen eine Anpassung der Visualisierung von Web-Karten erfordert. Ebenso halten Neuschmid et al. (2012)

fest, dass die grossflächige und barrierefreie Gestaltung von nicht-textlichen, sondern grafischen Elementen, zu denen auch Karten zählen, im Internet nach wie vor eine Herausforderung darstellen. Meyer et al. (2012) schreiben, dass medizinische Apps sowohl gesunde als auch sehbehinderte Menschen in vielen Bereichen unterstützen können und dass der barrierefreie Zugang zu neuen Technologien die Basis für die ungehinderte Nutzung von Apps durch sehbehinderte Menschen darstellt. Viele speziell für und von Sehbehinderten konzipierte Applikationen weisen in der praktischen Anwendung eine hohe Akzeptanz und Beliebtheit auf (Meyer et al., 2012).

Ziel dieser Arbeit soll es sein, diesbezüglich offene Fragen zu klären, insbesondere soll anhand einer Test-Applikation geprüft werden, ob eine individuelle Anpassung der Schriftgrösse einen Mehrwert für ältere Personen bietet. MacEachren (1998, zit. in: Harrower, 2004) sagt, dass die Entwicklung von on-Demand-Karten ein Beispiel dafür sei, wie es das Internet Kartografinnen und Kartografen erlaube, «outside the box» zu denken. Dieser Gedanke stand bisweilen Pate bei der Umsetzung dieser Arbeit.

3 Methodik

In diesem Kapitel werden die Forschungsfragen, die Hypothesen, das Design der Test-Applikation, der Aufbau und Ablauf des Experiments und die Methoden zur Auswertung der erhobenen Daten erläutert.

3.1 Untergeordnete Forschungsfragen und Hypothesen

Um das Ziel der Arbeit genauer zu umreißen, einzugrenzen und operationalisierbar zu machen, werden in den folgenden Abschnitten die der Forschungsfrage untergeordneten Forschungsfragen und die damit einhergehenden Arbeits- und Nullhypothesen dargelegt.

3.1.1 Untergeordnete Forschungsfragen

Damit die Forschungsfrage beantwortet werden kann, wurde sie in vier Teilfragen, die untergeordneten Forschungsfragen, aufgeteilt. Sie lauten:

Frage A

Wird die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung von älteren Personen genutzt, wenn sie zur Verfügung steht?

Frage B

Sind ältere Personen mit der Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung zufrieden?

Frage C

Führt die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung bei älteren Personen zu einer höheren Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben?

Frage D

Führt die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung bei älteren Personen zu einer höheren Effizienz beim Lösen von Kartenaufgaben?

3.1.2 Hypothesen

Aus den oben genannten untergeordneten Forschungsfragen A bis D lassen sich folgende Hypothesen ableiten:

Arbeitshypothese (H_1) A

Wenn die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung zur Verfügung steht, so wird diese von mindestens der Hälfte der Anwenderinnen und Anwender genutzt.

Nullhypothese (H_0) A

Wenn die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung zur Verfügung steht, so wird diese von weniger als der Hälfte der Anwenderinnen und Anwender genutzt.

Arbeitshypothese (H_1) B

Die Anwenderinnen und Anwender sind mit der Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zufrieden, der System-Usability-Scale-Wert (SUS-Wert) liegt daher über 68.

Nullhypothese (H_0) B

Die Anwenderinnen und Anwender sind mit der Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße nicht zufrieden, der SUS-Wert liegt daher unter 68.

Arbeitshypothese (H_1) C

Ältere Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zur Verfügung haben, lösen Kartenaufgaben effektiver, sie erreichen eine höhere Punktzahl bezüglich der Korrektheit ihrer Antworten als ältere Personen, denen die Funktion nicht zur Verfügung steht.

Nullhypothese (H_0) C

Ältere Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zur Verfügung haben, lösen Kartenaufgaben nicht effektiver, sie erreichen nicht eine höhere Punktzahl bezüglich der Korrektheit ihrer Antworten als ältere Personen, denen die Funktion nicht zur Verfügung steht. Es gibt keinen Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

Arbeitshypothese (H_1) D

Ältere Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zur Verfügung haben, lösen Kartenaufgaben effizienter, sie benötigen weniger Zeit als ältere Personen, denen die Funktion nicht zur Verfügung steht.

Nullhypothese (H_0) D

Ältere Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse zur Verfügung haben, lösen Kartenaufgaben nicht effizienter, sie benötigen nicht weniger Zeit als ältere Personen, denen die Funktion nicht zur Verfügung steht. Es gibt keinen Unterschied zwischen den beiden Gruppen.

3.2 Applikations-Design

Um die Forschungsfragen zu beantworten, wurden zwei Test-Applikationen erstellt. Die eine Applikation beinhaltet eine Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse der Kartenbeschriftungen, die andere Applikation verfügt nicht über diese Funktion. Anhand eines Experiments mit Testpersonen wurden die zwei Applikationen verglichen. In diesem Kapitel werden die Applikationen und ihre Funktionen beschrieben.

Die Test-Karten-Applikation, welche die Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse bereitstellt, wurde in Form einer Web-Applikation realisiert. Das bedeutet, dass die Applikation nicht «nativ» auf einem Gerät, sondern in einem Web-Browser genutzt wird. Dies ermöglicht es, die Applikation unabhängig von einer bestimmten Plattform zu betreiben, die Karten-App kann also auf allen gängigen Smartphones, aber auch auf Desktop-Rechnern ausgeführt werden. Zur Entwicklung der App wurde die Esri JavaScript API (Version 3)² verwendet. Die zwei Applikationen unterscheiden sich nur dahingehend, dass in der einen die Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung zur Verfügung steht und in der anderen nicht. In der Abbildung 3 ist jeweils ein Screenshot der beiden Applikationen zu sehen.

Für die Applikation wurde ein HTML-File (index.html) erstellt, welches beim Aufrufen der Applikation geladen wird. Dieses verweist auf ein JavaScript-File (app.js), welches die Funktion der Applikation bereitstellt. Zudem verweist das HTML-File auf eine CSS-Datei (style.css), welche die Styling-Informationen für die Buttons enthält. Der Source-Code aller drei für die Applikation notwendigen Files befindet sich im Anhang.

² <https://developers.arcgis.com/javascript/3/> (Zugriff: 29.09.2017)

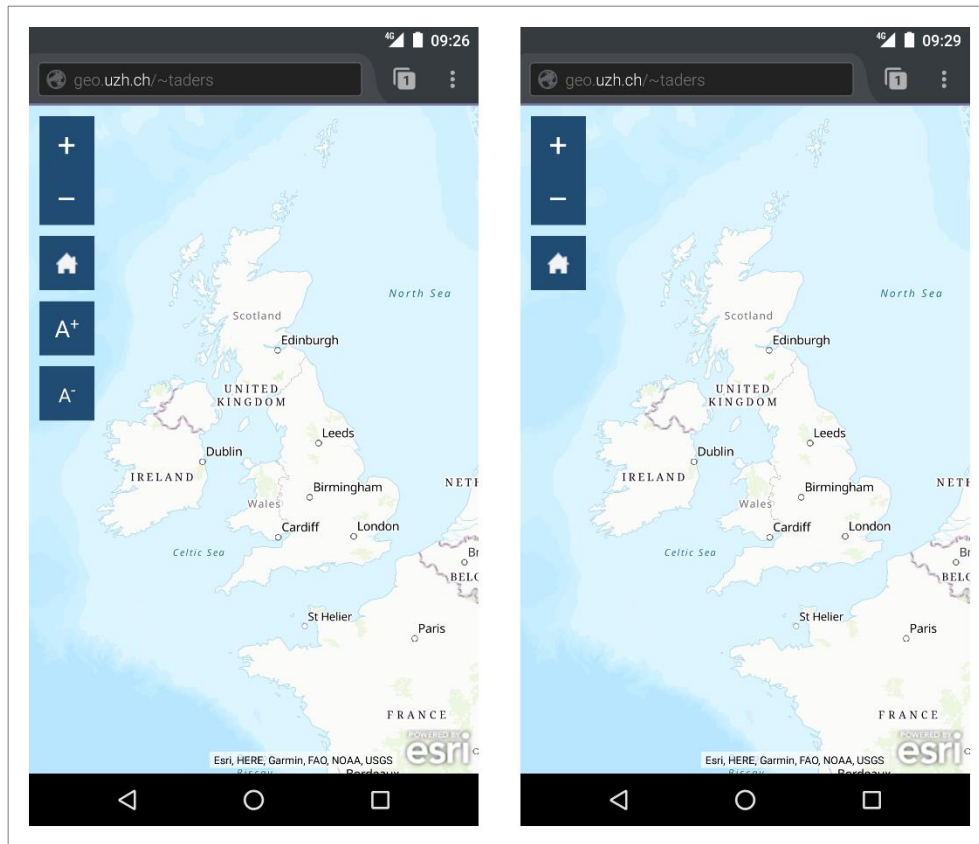


Abbildung 3: Applikation mit und ohne Funktion

3.2.1 Berücksichtigung von Empfehlungen

Bei der Entwicklung der Applikation wurden neben der Funktion, die einen Beitrag zur barrierefreien Nutzung von Kartenapplikationen auf dem Smartphone leisten soll, weitere Empfehlungen zu altersgerechten mobilen Applikationen berücksichtigt. Darvishy et al. (2016) schreiben, dass die barrierefreie Nutzung einer mobilen Anwendung voraussetzt, dass die besonderen Bedürfnisse älterer Menschen bei der Entwicklung schon frühzeitig miteinbezogen werden. So wurde z. B. die Empfehlung von Darvishy et al. (2016), dass Touch-Ziele wie Buttons gross genug sein müssen, von Anfang an berücksichtigt. Obwohl nicht klar ist, was «gross genug» genau bedeutet, wurden die Buttons zur Steuerung der Funktionen (Zoom, Home und Schriftgrössenanpassung) gegenüber der Standardgrösse, die von der API zur Verfügung gestellt wird, etwas grösser gewählt. Im folgenden CSS-Code-Snippet, welches das Beispiel des Schriftvergrößerungs-Buttons zeigt, ist ersichtlich, dass die Buttons eine Grösse von 50 mal 50 Pixel aufweisen:

```
.font_button_groesser {
  width: 50px;
  height: 50px;
}
```

Zudem wurde die Empfehlung von Darvishy et al. (2016), die verlangt, genügend Abstand zwischen den Touch-Zielen zu lassen, bei der Gestaltung der App berücksichtigt, indem ein Abstand von 10 Pixeln zwischen den Buttons eingebaut wurde. Bei den Zoom-Buttons wurde auf diesen Abstand verzichtet, da diese eine funktionale Einheit darstellen. Die Forderung nach einem sofortigen Feedback bei einer User-Interaktion (Darvishy et al., 2016) wurde mittels Hover-Effekt realisiert. Beim Berühren eines Buttons ändert dieser die Farbe, was ein sofortiges Feedback an die Anwenderin oder den Anwender gibt. Das folgende CSS-Code-Snippet zeigt, wie diese Farbanpassung realisiert wurde:

```
.font_button_groesser:hover {
  background-color: #3a6d9b;
}
```

Bei der Farbgebung wurde ebenfalls darauf geachtet, dass der Kontrast ausreichend gross ist. Dies ist ebenfalls eine Forderung von Darvishy et al. (2016). Aus diesem Grund wurden die Buttons in dunklem Blau und die Beschriftung in Weiss gehalten. Weiter schreiben Darvishy et al. (2016), dass sich navigationsrelevante Bedienungselemente wie Icons und Symbole an bestehenden Standards orientieren und selbsterklärend sein sollen. Mit den Zoom-Buttons, die über ein Plus- resp. Minus-Zeichen gekennzeichnet sind und dem Home-Button, der mit einem Haus symbolisiert wurde, wird dieser Forderung Rechnung getragen. In Bezug auf die Gestaltung der Buttons zur Anpassung der Schriftgrösse wurden verschiedene bestehende Konzepte betrachtet. Am weitesten verbreitet scheint die Variante mit jeweils einem grossen «A» mit zusätzlich einem hochgestellten Plus- resp. Minus-Zeichen. Im Falle des Vergrößerungs-Buttons wird das «A» etwas grösser (hier 22px), im Falle des Verkleinerungs-Buttons etwas kleiner (hier 18px) dargestellt. Die hochgestellten Plus- und Minus-Zeichen werden jeweils etwas kleiner (hier 15px) dargestellt. Das folgende HTML-Code-Snippet zeigt, wie die Buttons erstellt wurden:

```
<button id="fontUp" type="button" class="font_button_groesser">A<sup style="font-size:15px;">+</sup></button>

<button id="fontDown" type="button" class="font_button_kleiner">A<sup style="font-size:15px;">-</sup></button>
```

Eine weitere Massnahme, welche bei Darvishy et al. (2016) jedoch nicht beschrieben wird, da sie spezifisch für Karten-Applikationen ist, wurde mit der Beibehaltung der Zoom-Buttons getroffen. In vielen Karten-Applikationen werden die Zoom-Buttons heute weggelassen. Die Zoom-Funktion kann auf dem Smartphone über Gesten, auf dem Desktop-Rechner über Scroll-Funktionen gesteuert werden. In der Test-Applikation wurden die Zoom-Buttons jedoch beibehalten, da sie helfen können, sich in der Karte zu orientieren.

3.2.2 Zieldefinition der Applikationen

Das Ziel der Applikation ist es, eine topografische Basiskarte auf mobilen Geräten zur Verfügung zu stellen, welche es erlaubt, einfache Kartenaufgaben zu lösen. Als Basiskarte wurde die «World Topographic Map»³ von Esri verwendet, die als Vector Tile Layer zu Verfügung steht, womit eine individuelle Schriftgrössenanpassung möglich ist. Diese Anpassung soll es insbesondere älteren Personen ermöglichen, Kartenaufgaben schneller und besser zu lösen.

Die Testapplikation dient jedoch im Kern lediglich dazu, eine Karte anzuzeigen. Das eigentliche Produkt, das demzufolge getestet wird, ist die Karte an sich. Dabei wird über eine Funktion der Applikation eine Variable, nämlich die Schriftgrösse, der Basiskarte verändert. Es wird also nicht im engeren Sinne die Applikation auf ihre Usability hin untersucht, sondern die Funktion, welche die Schriftgrössenanpassung ermöglicht, und damit das Design der Basiskarte verändert.

Es stellt sich also die Frage, welches Ziel die Karte erfüllen soll. Im vorliegenden Fall handelt es sich um eine topografische Basiskarte für den Einsatz auf mobilen Geräten. Thematische Karten werden im Rahmen dieser Arbeit nicht berücksichtigt. Die Karten-Applikation mit individueller Anpassung der Schriftgrösse soll bei der Orientierung helfen. Bei der Orientierung werden Kartenaufgaben gelöst. Unter dem Lösen von Kartenaufgaben wird verstanden, Fragen, wie z. B. ein Park heisst, wo sich eine Ortschaft befindet oder wie hoch ein Berg ist, zu beantworten. Das sind fundamentale Ziele, die mit topografischen Karten erreicht werden sollen (Imhof, 1977; Kraak und Brown, 2003; Robinson, 1958).

³ <https://esrich.maps.arcgis.com/home/item.html?id=86d5ed4b6dc741de9dad5f0fbe09ae95> (Zugriff: 29.09.2017)

Die Zielgruppe der Karten-Applikation sind ältere Personen. Die individuelle Anpassung der Schriftgrösse soll der Zielgruppe helfen, Karteninhalte besser wahrzunehmen, Kartenbeschriftungen besser lesen zu können und damit zu einer besseren Orientierung und zu einer erfolgreichen Bewältigung von Aufgaben führen, die mit Karten gelöst werden können.

3.2.3 Funktionen und Implementierung

Im Folgenden werden die verschiedenen Funktionen der Kartenapplikation und insbesondere ihre Implementierung erläutert. Um die Schriftgrösse der Basiskartenbeschriftungen anpassen zu können, müssen diese als Vektor-Daten vorliegen. Bei einer Karte, die mittels Vector-Tiles dargestellt wird, liefert der Server einerseits gekachelte Vektor-Daten und andererseits eine Datei mit den zugehörigen Styling-Informationen. Auf dem Client, in diesem Fall dem Smartphone oder dem Browser, wird dann die Karte basierend auf den Styling-Informationen und den zugehörigen Daten gerendert. Bei den Esri-Vector-Tile-Services wird das Style-File als JSON-Datei zur Verfügung gestellt. Im folgenden Code-Snippet ist am Beispiel von Beschriftungen für Fussgängerwege ("**id**": "**Road/label/Pedestrian**") ersichtlich, wie das Style-File aufgebaut ist. Der Wert des Attributs "**text-size**" gibt dabei die Schriftgrösse des Labels vor. Für sämtliche Kartenobjekte, die über eine Beschriftung verfügen, bestehen solche Styling-Informationen im Style-File.

```
    },
    "layout":{
      "text-letter-spacing":0.05,
      "symbol-avoid-edges":true,
      "symbol-placement":"line",
      "text-padding":5,
      "text-font":["Noto Sans Regular"],
      "text-field":"{_name_global}",
      "text-size":9.333333,
      "text-max-width":8,
      "symbol-spacing":400
    },
    "paint":{
      "text-color":"#595959",
      "text-halo-width":1,
      "text-halo-color":"#FFFFFF"
    },
    "filter":[
      "=",
      "_label_class",
      6
    ],
    "source":"esri",
    "minzoom":15,
```

```

    "source-layer": "Road/label",
    "type": "symbol",
    "id": "Road/label/Pedestrian"
}

```

Die JavaScript-Applikation ist nun so konfiguriert, dass sie bei einem Klick auf den Schriftvergrößerungs- oder Schriftverkleinerungs-Button eine Funktion aufruft, welche alle Werte der Variablen vom Typ `"text-size"` um einen vordefinierten Faktor vergrößert resp. verkleinert.

```

var textIncreaseRatio = 1.25;

```

Die oben angegebene Variable `textIncreaseRatio` speichert den Wert, um den die Schriftgröße beim Aufrufen der Funktion vergrößert resp. verkleinert wird. Im folgenden JavaScript-Code-Snippet sind die Funktionen aufgeführt, die aufgerufen werden, wenn einer der beiden Schriftgrößenanpassungs-Buttons gedrückt wird. Beim Vergrößern wird der Wert der Variable `textIncreaseRatio`, beim Verkleinern der Wert `1/textIncreaseRatio` verwendet.

```

var fontUp = document.getElementById("fontUp");
var fontDown = document.getElementById("fontDown");

fontUp.onclick = function () {
    increaseFont(textIncreaseRatio);
}
fontDown.onclick = function () {
    increaseFont(1/textIncreaseRatio);
}

```

Im folgenden Code-Snippet ist die eigentliche Funktion ersichtlich, welche die Schriftgrößenanpassung ausführt. Zuerst wird die Variable `style` definiert, welche das Style-File beinhaltet. Danach wird im Style-File überprüft, ob Objekte vom Typ `"layout"` existieren, da diese die Beschriftungsinformationen beinhalten. Danach werden Objekte vom Typ `"text-size"` gesucht und deren Werte um den Wert der Variable `textIncreaseRatio` verkleinert oder vergrößert. Da Vector-Tiles und die entsprechenden Style-Files auch massstabsabhängig konfiguriert werden können, prüft die Funktion zudem, ob die Variable `"text-size"` einen Zahlenwert beinhaltet oder nicht. Falls nicht, wenn also die Schriftgrößen massstabsabhängig konfiguriert wurden, werden alle entsprechenden massstabsabhängigen Schriftgrößen vergrößert resp. verkleinert. Zum Schluss wird mit der Funktion `vtlayer.setStyle(style)` der neue Style mit den angepassten Schriftgrößen auf die Vektor-Kacheln angewendet.

```

function increaseFont(ratio) {
    var style = vtlayer.styleRepository.styleJSON;
}

```

```

for(var j = 0; j < style.layers.length; j ++){

    var obj = style.layers[j].layout;
    if(obj){

        var tSize = obj["text-size"];
        if(tSize){

            if(typeof tSize === "number")
                obj["text-size"] *= ratio;

            else if(typeof tSize === "object"){

                for(var i = 0; i <
                    tSize.stops.length; i++){
                    tSize.stops[i][1] *= ratio;
                }
            }
        }
    }
    vtlayer.setStyle(style);
}

```

Der Vergrößerungsfaktor von 1.25 wurde frei gewählt. Bei Tests hat sich jedoch gezeigt, dass dies ein angemessenes Vergrößerungsverhältnis ist. Die Teilnehmenden wurden denn auch gefragt, ob sich die Applikation so verhalten habe, wie sie das erwarten würden. Dabei gaben 18 von 21 Personen an, dass dies der Fall gewesen sei, was darauf schliessen lässt, dass der Faktor sinnvoll gewählt wurde. In der Abbildung 4 sieht man einen Screenshot der Applikation mit der Standardschriftgröße und einen mit einmaliger Schriftvergrößerung.

3.2.4 Nicht berücksichtigte Aspekte

Da es sich bei der hier entwickelten Applikation um einen Prototyp handelt, wurden diverse Aspekte, die mit Beschriftungen in Basiskarten auf mobilen Geräten in Zusammenhang stehen, nicht berücksichtigt. Dies sind einerseits Aspekte, die sich auf das Erscheinungsbild der Schrift auswirken, andererseits wurden Aspekte, die bei der Funktion zur Vergrößerung oder Verkleinerung der Schrift hätten implementiert werden können, nicht berücksichtigt.

Typografie

Bezüglich barrierefreier Gestaltung von Beschriftungen ist die Schriftgröße lediglich ein Aspekt, der berücksichtigt werden soll (Vrenko und Petrovič, 2015). Weitere Aspekte, die in Bezug auf die Beschriftung in Betracht gezogen werden können, sind u. a. die Schriftfarbe, die Schriftart, der Kontrast gegenüber dem Hintergrund, die Laufweite, der Zeichenabstand, die

Verwendung von Kapitälchen, Ligaturen oder die Schriftauszeichnung (Felici, 2011). All diese Aspekte wurden in der Prototyp-Applikation nicht berücksichtigt. Dies hat drei wichtige Gründe: Erstens wäre eine Implementierung, welche die Manipulation unterschiedlicher Aspekte der Typografie ermöglicht hätte, kaum zu realisieren gewesen, zweitens hätte, sofern mehrere Aspekte hätten manipuliert werden können, keine Aussage mehr darüber gemacht werden können, welcher Aspekt einen allfälligen Effekt ausgelöst hat, und drittens kann die Schriftgrösse und deren Anpassung klar als wichtigster typografischer Aspekt bei der Entwicklung barrierefreier Web-Karten identifiziert werden. Letzterer Punkt wird z. B. von Neuschmid et al. (2012) gestützt.

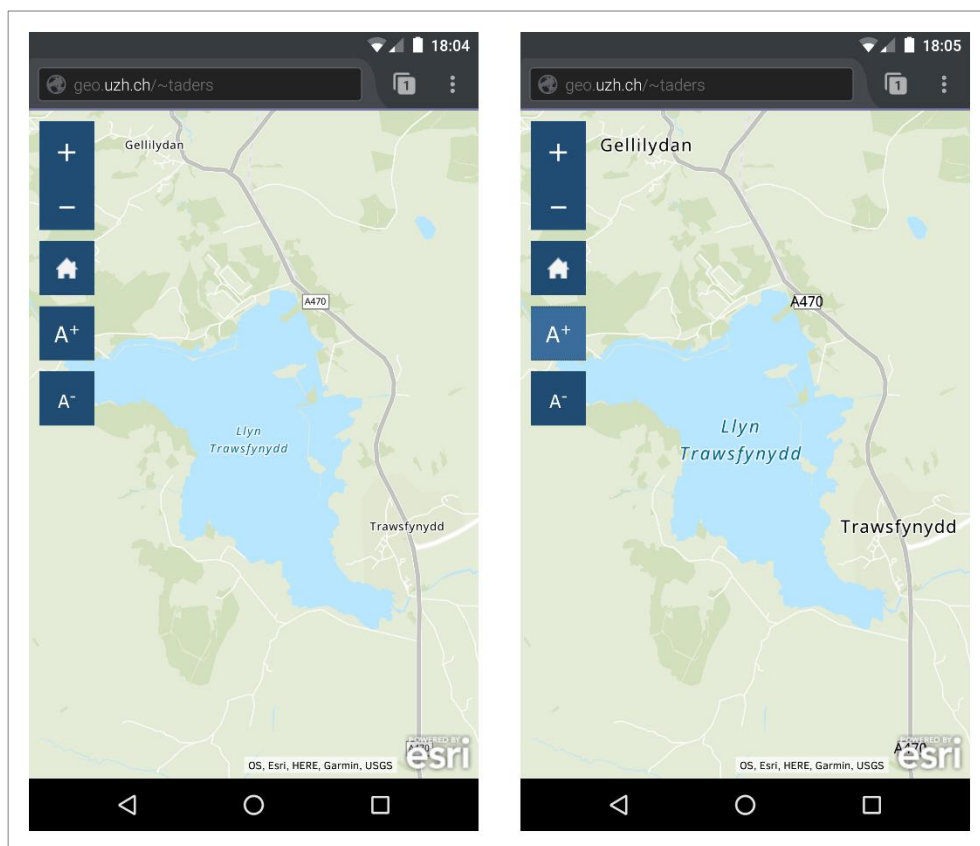


Abbildung 4: Applikation mit und ohne Schriftgrössenanpassung

Funktionen

Bei der Funktion, welche die individuelle Anpassung der Schriftgrösse ermöglicht, wurde ein relativ einfacher Algorithmus implementiert. Die Applikation liest im Wesentlichen lediglich aus, welche Objekte eine Schriftgrösse aufweisen, und vergrössert oder verkleinert diese Schrift-

größen um einen vorgegebenen Wert. Dies führt dazu, dass die Schriftgrößen der Basiskartenbeschriftungen theoretisch unbegrenzt verkleinert oder vergrößert werden können. Hier wäre es möglich gewesen, zusätzlich eine Ober- und Untergrenze der Schriftgrößenanpassung einzubauen. Weiter unterscheidet die Anpassungsfunktion nicht zwischen unterschiedlichen Objekten, die beschriftet werden. Es werden also alle Kartenbeschriftungen gleich behandelt. Dies führt z. B. bei der Beschriftung von Strassen mit Nummern dazu, dass die Nummern über ihre Umrahmungen hinausgehen können. In der Abbildung 4 ist dies bei der Strassenbeschriftung «A470» ersichtlich. Eine Funktion, welche die Schriftgröße in Abhängigkeit des zu beschriftenden Objekts anpasst, hätte ebenfalls implementiert werden können. Und zuletzt verhält sich die Anpassung der Schriftgröße auf allen Zoomstufen gleich. Es ist denkbar, dass eine Funktion, die sich auf unterschiedlichen Zoomstufen unterschiedlich verhält, zu einem besseren Erlebnis der Anwenderinnen und Anwender führen würde.

Die genannten Aspekte müssten in einer Weiterentwicklung der Applikation, welche über den Status eines Prototypen hinausgeht, berücksichtigt werden.

3.3 Teilnehmende

Für das Experiment mussten Probandinnen und Probanden rekrutiert werden. Diese werden «Teilnehmende» genannt. An sie werden verschiedene Anforderungen gestellt: In erster Linie müssen sie mindestens 65 Jahre alt und im Besitz eines Smartphones sein, welches sie zumindest gelegentlich nutzen. Die Auswahl der Teilnehmenden erfolgte in verschiedenen Schritten.

Soziodemografische Kriterien, Lebensumfeld und Erfahrung

Die Applikation richtet sich an ältere Personen. Diese stellen somit die Expertinnen und Experten bei der Evaluation dar. Unter älteren Personen werden im Rahmen dieser Arbeit Menschen in einem Alter von ≥ 65 Jahren verstanden (Darvisky und Seifert, 2013).

Weitere demografische Merkmale, wie der Beruf, die höchste schulische Ausbildung, der Zivilstand, das Vorhandensein von Kindern und die Nationalität wurden zudem erhoben, hatten jedoch keinen Einfluss auf die Auswahl der Teilnehmenden.

Da sich die Applikation an ältere Personen richtet, welche das Smartphone zu Navigationszwecken nutzen, war neben dem Alter eine weitere Voraussetzung an die Testpersonen, dass sie über ein eigenes Smartphone verfügen und dieses zumindest von Zeit zu Zeit nutzen. Damit sollte sichergestellt werden, dass allfällige Schwierigkeiten im Umgang mit dem Smartphone nicht zu einer Verfälschung der Resultate führten. Weitere Erfahrungen mit Karten, mit dem

Smartphone und mit Karten auf mobilen Geräten wurden zudem erfasst. Diese Kriterien wurden u. a. zur Interpretation der Resultate beigezogen.

Anzahl

Um verlässliche Angaben über die Usability zu erhalten und um zu statistisch signifikanten Resultaten zu gelangen, wurde das Experiment mit 20 Teilnehmenden durchgeführt. Oft wird davon ausgegangen, dass ein Usability-Test, der mit 5 Personen durchgeführt wird, verlässliche Resultate zu liefern vermag (Nielsen, 2000). Faulkner (2003) hat jedoch gezeigt, dass bei 5 Testpersonen, im Gegensatz zu 60 Testpersonen, im schlechtesten Fall nur 55 Prozent der Probleme bei der Nutzung einer Applikation gefunden wurden. Bei 10 Usern stieg der schlechteste Wert bereits auf 80 und bei 20 Usern gar auf 95 Prozent (Faulkner, 2003). Die Wahl der Anzahl Teilnehmender ist eine Abwägung zwischen Aufwand (Kosten) und Aussagekraft der Resultate (Nielsen und Landauer, 1993). Die Wahl der Anzahl Teilnehmenden stellte also ein Extremalproblem dar, bei dem mit einer steigenden Anzahl Teilnehmender der Aufwand stetig zunimmt, während die Zunahme der Aussagekraft der Resultate mit steigender Anzahl Teilnehmender abflacht (Nielsen und Landauer, 1993).

Ob die Resultate von Nielsen (2000), Faulkner (2003) oder Woolrych und Cockton (2001) direkt auf die vorliegende Studie anwendbar sind, muss bezweifelt werden, handelt es sich bei deren Analysen ja in erster Linie um Studien, welche versuchen, Usability-Probleme zu identifizieren. In dieser Arbeit geht es jedoch darum, herauszufinden, ob eine gewisse Funktion dazu führt, dass Personen Aufgaben effektiver und effizienter lösen können.

Ob die Anzahl von 21 Teilnehmenden für die Studie ausreichend ist, kann bezweifelt werden. Wahrscheinlich wäre es, um aussagekräftige Resultate zu bekommen, notwendig, das Experiment mit deutlich mehr Teilnehmenden durchzuführen. Da die Wahl der Anzahl Teilnehmender jedoch nicht nur bezüglich der Aussagekraft der Resultate, sondern auch bezüglich des Aufwandes beurteilt werden muss (Nielsen und Landauer, 1993), und da das Durchführen von Experimenten mit 21 Teilnehmenden bereits mit grossem Aufwand verbunden ist, wurde diese Anzahl – in Abwägung beider Faktoren – gewählt.

Potenzielle und tatsächliche Teilnehmende

Mögliche Teilnehmende des Experimentes wurden in zwei Gruppen unterteilt: Erstens gibt es sogenannte «potenzielle Teilnehmende» und zweitens sogenannte «tatsächliche Teilnehmende». Letztere werden der Einfachheit halber «Teilnehmende» genannt. Die tatsächlichen Teilnehmenden rekrutieren sich aus der Gruppe der potenziell Teilnehmenden (Abbildung 5).

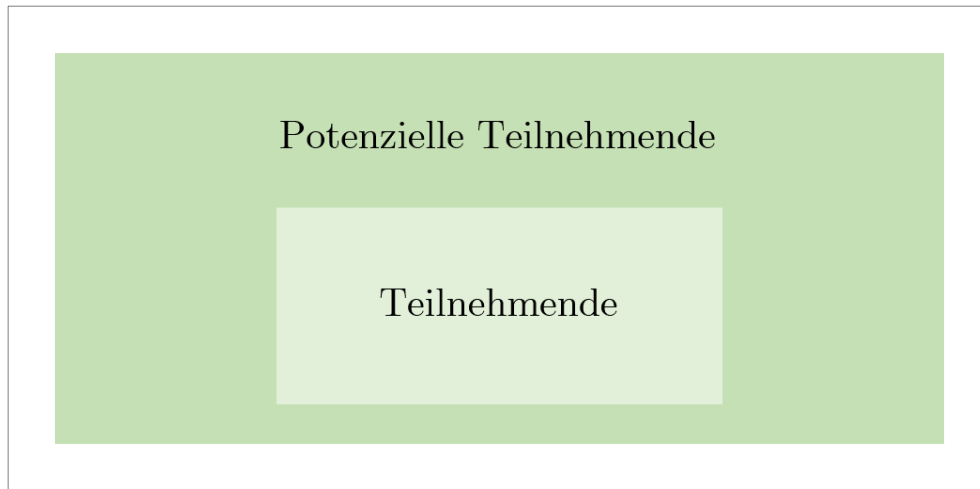


Abbildung 5: Potenzielle und tatsächliche Teilnehmende

Eine erste Gruppe an potenziell Teilnehmenden konnte aus der Mitglieder-Datenbank eines Vereins gewonnen werden, dem viele ältere Personen angehören. Der Verein verfügt aktuell über mehr als 350 Mitglieder und ist in Schaffhausen ansässig. Die Datenbank beinhaltet sowohl Namen, Adressen, Mail-Adressen, Telefonnummern als auch Geburtsdaten. Die Mitglieder wurden nach Geburtsjahren gefiltert, welche grösser als 1931 und kleiner als 1952 sind. Somit konnte die Gruppe der potenziellen Teilnehmenden auf Personen, die 65 bis 85 Jahre alt sind, eingegrenzt werden. Danach wurden die Adressen geocodiert, um die geografische Verteilung der Mitglieder zu erhalten. Dies war nötig, da die potenziellen Teilnehmenden – falls sie an einem Experiment teilnehmen würden – an einem Termin vor Ort erscheinen müssten. Allzulange Anreisewege sollten von Beginn ausgeschlossen werden. Die Abbildung 6 zeigt die räumliche Verteilung der Mitglieder, welche ihren Wohnsitz in der Schweiz und Umgebung haben. Es ist ersichtlich, dass die meisten Mitglieder ihren Wohnsitz in Schaffhausen und Umgebung oder in Zürich und Umgebung haben.

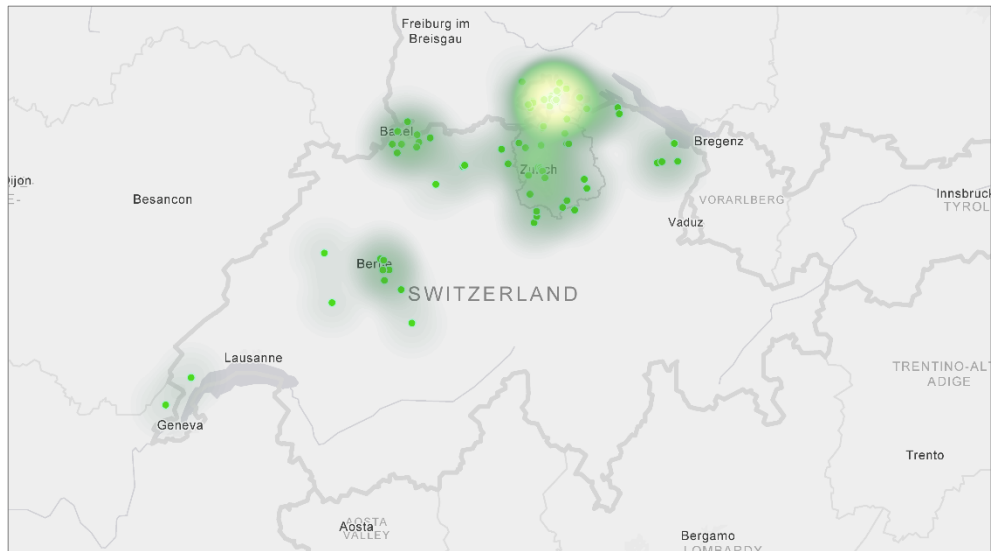


Abbildung 6: Vereinsmitglieder mit Wohnsitz in der Schweiz oder im nahen Ausland

Da sich der Sitz des Vereins und der Wohnort der meisten Mitglieder in Schaffhausen befindet, wurde entschieden, Termine in Zürich und Schaffhausen anzubieten. Der Einfluss auf die Ergebnisse des Experiments sollten durch unterschiedliche Standorte und damit unterschiedliche Testumgebungen nicht grundlegend verfälscht werden, der Kreis potenzieller Teilnehmender konnte aber massiv vergrössert werden, da von den 136 Mitgliedern im Alter von 65 bis 85 Jahren immerhin 49 im Kanton Schaffhausen wohnen.

Von den 136 potenziellen Teilnehmenden im Alter zwischen 65 und 85 Jahren leben deren 20 im Kanton Zürich. 78 von 136 Mitgliedern wohnen entweder im Kanton Schaffhausen, im Kanton Zürich oder nicht weiter als 20 Kilometer entfernt von einem der zwei Kantone (Abbildung 7). Diese 78 Personen stellen die potenziellen Teilnehmenden, die in einer ersten Runde bezüglich einer Teilnahme am Experiment kontaktiert wurden. Schlussendlich konnten dadurch 9 Teilnehmende gefunden werden. Die weiteren 12 Teilnehmenden wurden im erweiterten Freundes- und Bekanntenkreis und in deren Freundes- und Bekanntenkreis gefunden.

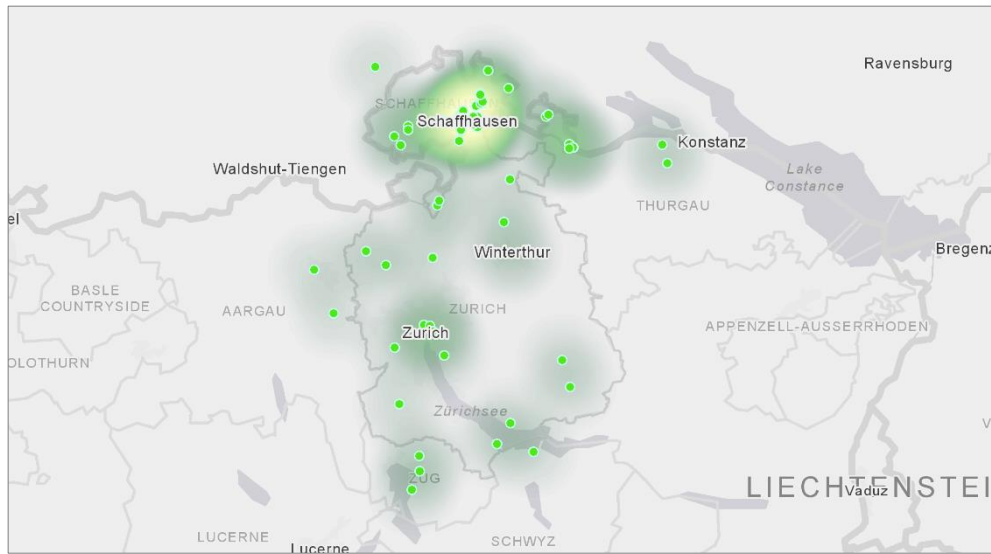


Abbildung 7: Potenzielle Teilnehmende in der Region Zürich und Schaffhausen

3.4 Ablauf und Struktur der Studie

Die Studie gliedert sich in zwei Teile, den Vortest und das Hauptexperiment. Der Vortest war dem Hauptexperiment zeitlich vorgelagert und diente u. a. dazu, soziodemografische Daten zu erheben und Informationen über die Fähigkeiten zum räumlichen Denken der Teilnehmenden zu erhalten. Der Vortest wurde mittels Online-Umfrage von den Teilnehmenden selbständig durchgeführt und dauerte etwa 20 Minuten. Das Hauptexperiment wurde während Terminen vor Ort in Zürich (2 Termine) und in Schaffhausen (19 Termine) mit allen Teilnehmenden einzeln durchgeführt und dauerte pro Person etwa eine Stunde. Die Abbildung 8 zeigt den Ablauf der gesamten Studie.

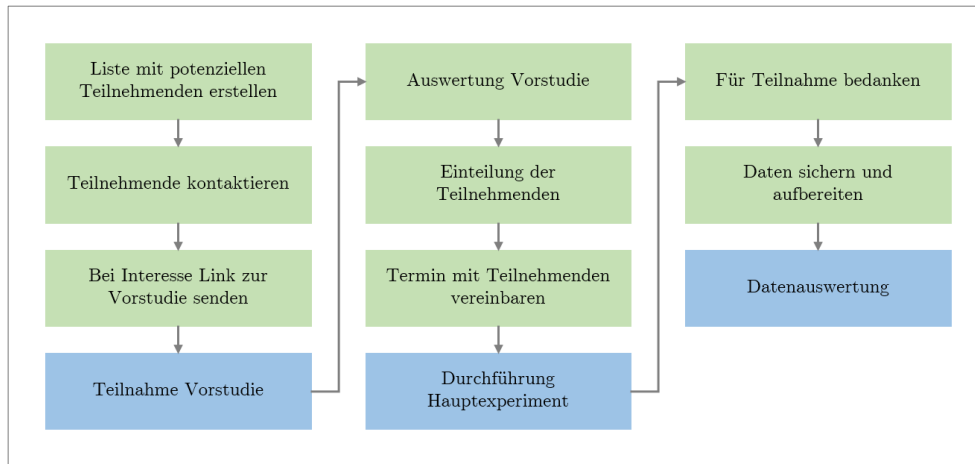


Abbildung 8: Ablauf der Studie

Im Rahmen des Vortests wurden in einem Fragebogen demografische Merkmale wie z. B. Alter, Geschlecht, Muttersprache und der höchste Schulabschluss der Teilnehmenden erhoben. Weiter beantworteten sie Fragen zur Nutzung mobiler Geräte, zur Nutzung digitaler und gedruckter Karten und zu ihren Sehfähigkeiten und Sehhilfen. Am Ende des Vortests führten die Probandinnen und Probanden den Paper Folding Test (Ekstrom et al., 1976) durch, welcher Aufschluss über die räumlichen Denkfähigkeiten gibt. Während des Hauptexperimentes wurde zu Beginn mit allen Teilnehmenden ein Test zu den kognitiven Fähigkeiten, der Mini Mental State Examination (MMSE) Test (Folstein et al., 1975), durchgeführt. Zur Ermittlung der Zufriedenheit der Teilnehmenden mit der Funktion zur Schriftgrößenanpassung wurde der System Usability Scale (SUS) Fragebogen verwendet (Brooke, 1996). Am Ende des eigentlichen Experiments wurde mit den Teilnehmenden zudem die deutsche Variante des Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD) Tests (Hegarty et al., 2002) von Münzer und Hölscher (2011) durchgeführt, der Aufschluss über den Orientierungssinn der Teilnehmenden gibt. Dieser kann u. a. beigezogen werden, um die Resultate des Hauptexperimentes zu erklären. In der Abbildung 9 ist der detaillierte Aufbau und Ablauf der beiden Teile der Studie abgebildet.

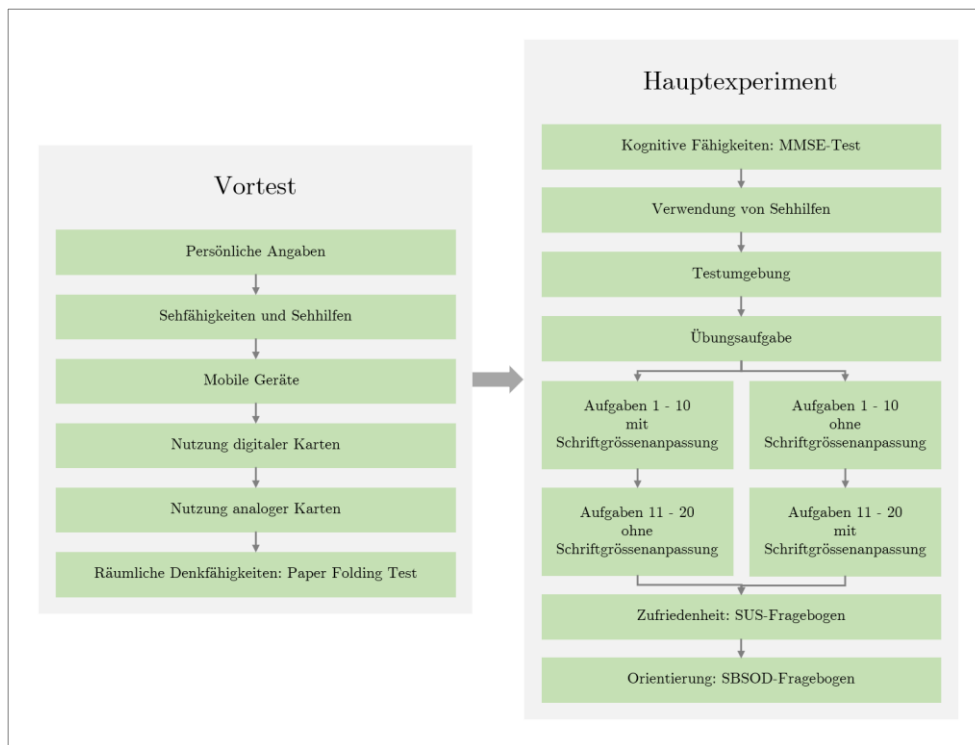


Abbildung 9: Ablauf des Vortests und des Hauptexperiments

Um zu prüfen, ob die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zu einer höheren Effektivität und einer höheren Effizienz beim Lösen von Kartenaufgaben führt, wurde ein Between-Subject-Design gewählt (Martin, 2008). Die Teilnehmenden wurden basierend auf den Resultaten des Vortests in eine Experimental- und eine Kontrollgruppe eingeteilt. Die Teilnehmenden der Kontrollgruppe lösten die ersten 10 Kartenaufgaben ohne, diejenigen der Experimentalgruppe mit der Funktion zur Schriftgrößenanpassung.

Da jedoch zusätzlich zur Effizienz und zur Effektivität erhoben werden sollte, ob die Teilnehmenden die Funktion zur Schriftgrößenanpassung nutzen, wenn diese zur Verfügung steht, und da auch erhoben werden sollte, ob die Teilnehmenden mit der Funktion zur Anpassung der Schriftgröße zufrieden sind, wurde im Anschluss an die ersten 10 Kartenaufgaben weitere 10 Aufgaben gestellt. Bei den zweiten 10 Aufgaben hatten die Teilnehmenden der Kontrollgruppe die Schriftgrößenanpassung zu Verfügung, diejenigen der Experimentalgruppe jedoch nicht.

Mit diesem Design konnte sichergestellt werden, dass sich alle Teilnehmenden zur Zufriedenheit mit der Funktion äussern konnten. Weiter konnte so für alle Teilnehmenden analysiert werden, ob sie die Funktion nutzen oder nicht.

3.5 Vortest

Der Vortest war dem Experiment zeitlich vorgelagert und verfolgte im Wesentlichen drei Ziele. Erstens wurde geklärt, ob potenzielle Teilnehmende die Anforderungen erfüllen, die an sie gestellt werden. Es ging insbesondere darum, zu erörtern, ob die potenziellen Teilnehmenden im erforderlichen Altersspektrum (über 65 Jahre alt) sind und ob sie – zumindest gelegentlich – ein mobiles Gerät zu Navigationszwecken verwenden. Zweitens wurden mit dem Vortest Daten erhoben, welche es erlaubten, die Teilnehmenden in die zwei Gruppen einzuteilen. Und drittens wurden Daten bezüglich der Nutzung mobiler Geräte und bezüglich der Nutzung digitaler und analoger Karten erhoben, damit allfällige Zusammenhänge, welche die Resultate des Experimentes erklären können, aufgezeigt werden können.

3.5.1 Fragebogen

Im Folgenden wird ein Überblick über die im Rahmen des Vortests durchgeführte Befragung gegeben. Diese Fragen wurden von den Teilnehmenden mittels Online-Formular beantwortet. Zudem hatten die Teilnehmenden die Möglichkeit, den Fragebogen in gedruckter Form auszufüllen. Von dieser Möglichkeit haben zwei Teilnehmende Gebrauch gemacht. Die Online- und die Offline-Version unterscheiden sich in ganz wenigen Punkten. Betroffen von Unterschieden sind Fragen, welche in der Online-Version je nach Antwort eine andere Folgefrage auslösen. Es konnte aber sichergestellt werden, dass mit beiden Formularen dieselben Aussagen gemacht werden konnten. Im Anhang ist die analoge Form des Fragebogens ersichtlich.

Im Folgenden wird ein Überblick über die verschiedenen Teile des Vortests gegeben. Die hier aufgeführte Reihenfolge entspricht zudem der Reihenfolge der Abschnitte im Fragebogen.

Fragen zur Person

Zu Beginn des Fragebogens wurden die Teilnehmenden nach ihren Kontaktangaben gefragt. Zudem mussten sie ihr Alter, das Geschlecht, die Nationalität, die Muttersprache, den Zivilstand, den Beruf, den höchsten Schulabschluss und die Anzahl Kinder angeben.

Fragen zu Sehhilfen

Im nächsten Teil des Fragebogens wurden die Teilnehmenden gefragt, ob bei ihnen von einer Fachperson, also einem Optiker, einer Optikerin, einem Augenarzt oder einer Augenärztin eine Sehschwäche diagnostiziert wurde. Zudem wurden die Teilnehmenden gefragt, ob sie über eine Sehhilfe, wie z. B. Brille oder Kontaktlinsen verfügen und falls dem so wäre, welcher Art diese sei.

Fragen zu mobilen Geräten

Danach wurden die Teilnehmenden zum Besitz mobiler Geräte und deren Verwendung befragt. Sie mussten angeben, welche mobilen Geräte sie besitzen und welche Betriebssysteme darauf installiert sind. Weiter wurden sie zur Häufigkeit und zum Zweck der Nutzung mobiler Geräte befragt. Die Teilnehmenden gaben an, ob sie mobile Geräte nie, selten, gelegentlich, häufig oder sehr häufig nutzen. Zudem gaben sie aus einer Auswahl möglicher Verwendungszwecke an, wofür sie mobile Geräte nutzen.

Fragen zur Kartennutzung

In einem weiteren Schritt wurden die Teilnehmenden zur Nutzung digitaler Karten befragt. Sie mussten einerseits angeben, ob sie digitale Karten nutzen und wenn ja, wie häufig. Zudem gaben die Teilnehmenden an, auf welchen Geräten (Smartphone, Tablet, Desktop-Rechner oder GPS-Gerät) sie diese nutzen. Zudem gaben die Teilnehmenden an, wie häufig sie digitale Karten nutzen, welche Produkte sie nutzen und zu welchem Zweck.

Weiter wurden die Teilnehmenden zur Nutzung analoger Karten befragt. Auch hier gaben die Teilnehmenden an, ob sie gedruckte Karten nutzen, wie oft sie dies tun und zu welchem Zweck.

Paper Folding Test

Im letzten Teil der Vorstudie wurden die Fähigkeiten zum räumlichen Denken der Teilnehmenden abgefragt. Dies geschah anhand des Paper Folding Test (Ekstrom et al., 1976). Beim Paper Folding Test wurden den Teilnehmenden Aufgaben – in 2 Blöcken à je 10 Fragen – gestellt. Pro Block haben die Teilnehmenden drei Minuten Zeit. Um sicherzustellen, dass alle Teilnehmenden verstehen, wie der Test funktioniert, wurde zu Beginn eine Übungsfrage gestellt. Danach folgten die ersten 10 Aufgaben. Nach einer Pause folgten die zweiten 10 Aufgaben. Normalerweise wird der Paper Folding Test unter Aufsicht durchgeführt, um sicherzustellen, dass die Teilnehmenden nicht mehr als die erlaubten 3 Minuten pro Aufgabenblock verwenden. Da die Teilnehmenden jedoch darauf hingewiesen wurden, nicht länger als 3 Minuten Zeit aufzuwenden, kann davon ausgegangen werden, dass alle den Test möglichst zügig und ohne Unterbruch ausgefüllt haben. Die Teilnehmenden wurden nicht darüber informiert, dass der digitale Fragebogen nicht über eine technische Zeitbegrenzung verfügt. In der Abbildung 10 ist die Übungsaufgabe des Paper Folding Tests abgebildet. Bei jeder Frage des Tests werden in der ersten Zeile, oberhalb der horizontalen Linie, Figuren abgebildet. Diese Figuren repräsentieren ein quadratisches Blatt Papier, das gefaltet und danach gelocht wird. Die jeweils letzte Figur der Reihe enthält einen kleinen schwarzen Kreis, welcher zeigt, wo das Blatt gelocht wurde. Jedes dieser Löcher wird durch alle Seiten des gefalteten Blattes gestanzt.

Unterhalb der horizontalen Linie werden fünf Figuren gezeigt, welche das aufgefaltete Papierblatt repräsentieren. Eine dieser 5 Figuren zeigt, wo die Löcher zu liegen kommen, wenn das Blatt wieder aufgefaltet wird. Die Teilnehmenden müssen herausfinden, welche dieser Figuren dem gefalteten und gelochten Blatt von oberhalb der horizontalen Linie entspricht.

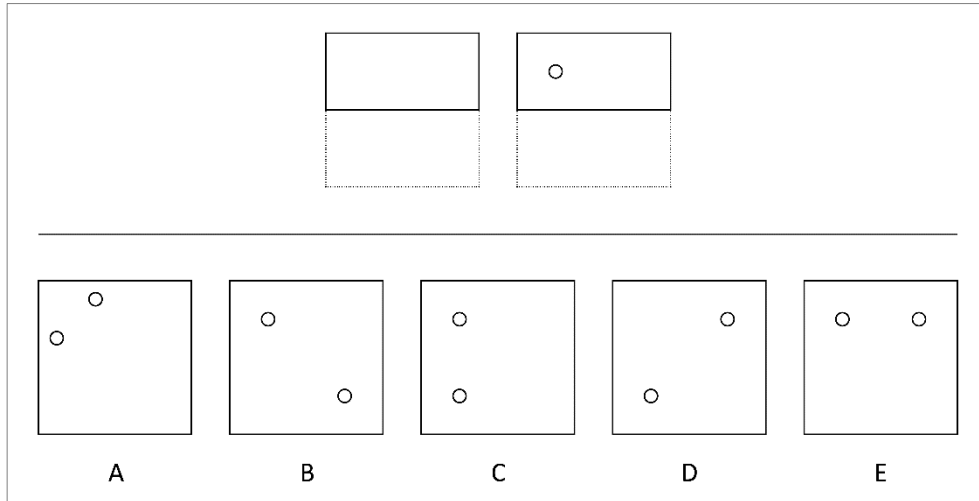


Abbildung 10: Aufgabenstellung Paper Folding Test (Ekstrom et al., 1976)

Die korrekte Antwort lautet in diesem Fall «C». Die Abbildung 11 zeigt, wie das Papier gefaltet wurde und weshalb «C» die korrekte Antwort ist.

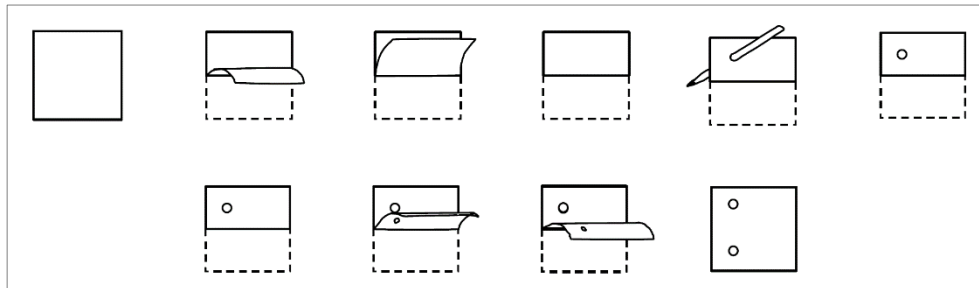


Abbildung 11: Lösung Übungsaufgabe Paper Folding Test (Ekstrom et al., 1976)

Mit dem Paper Folding Test werden gemäss Ekstrom et al. (1976) die Fähigkeiten abgefragt, ein Abbild räumlicher Figuren gedanklich zu manipulieren und zu transformieren. Ziel dieses Tests war es, herauszufinden, wie gut die räumlichen Denkfähigkeiten der Teilnehmenden sind, um darauf basierend die Einteilung in die Experimental- und die Kontrollgruppe vorzunehmen. Damit soll ausgeschlossen werden, dass sich in einer Gruppe viele Personen mit hohen und in der anderen viele mit tieferen räumlichen Denkfähigkeiten befinden, was einen Einfluss auf die

Ergebnisse haben könnte. Gemäss Goldin und Thorndyke (1981) verfügen Personen, welche in Tests zu räumlichem Denken eine hohe Punktzahl erreichen, auch über bessere Fähigkeiten, eine Karte zu lesen.

3.6 Gruppeneinteilung

Da die Teilnehmenden der Studie in zwei Gruppen eingeteilt wurden, mussten Kriterien für diese Einteilung definiert werden. Ziel dieser Einteilung unter Berücksichtigung dieser Kriterien war es, sicherzustellen, dass die beiden Gruppen möglichst ausgeglichen sind und dass nicht ein Merkmal, welches die Resultate beeinflussen könnte, in einer Gruppe übervertreten ist. Die Einteilung erfolgte aufgrund der Resultate im Paper Folding Test. Dies sollte sicherstellen, dass die Verteilung der Teilnehmenden mit unterschiedlichen Fähigkeiten zum räumlichen Denken innerhalb der beiden Gruppen möglichst ausgeglichen ist.

Zur Einteilung in die Experimental- und Kontrollgruppe wurde jeweils diejenige Person mit dem höchsten und diejenige mit dem tiefsten Wert im Paper Folding Test einer Gruppe zugeteilt. Danach wurde diejenige Person mit dem zweithöchsten und diejenige mit dem zweittiefsten Wert der anderen Gruppe zugeteilt. Es wurde weiter so verfahren, bis alle Teilnehmenden einer Gruppe zugeteilt waren.

3.7 Hauptexperiment

Im Rahmen des Hauptexperiments wurden verschiedene Tests mit den Teilnehmenden durchgeführt. Zu Beginn wurden die kognitiven Fähigkeiten der Teilnehmenden abgefragt. Danach folgten Fragen zur Kenntnis der Testumgebung und zur Verwendung von Sehhilfen. Sodann folgten zweimal 10 Kartenaufgaben zur Messung der Effizienz und der Effektivität. Im Anschluss beantworteten die Teilnehmenden Fragen zur Zufriedenheit mit der Funktion zur Schriftgrössenanpassung. Zum Schluss beantworteten die Teilnehmenden 10 Fragen, die Aufschluss über ihren Orientierungssinn geben. Im Folgenden wird die Testumgebung, der Aufbau des Experiments, die verschiedenen Fragebogen, der Laboraufbau und die Auswertung der Resultate beschrieben.

3.7.1 Testgebiet

Das Testgebiet musste verschiedene Bedingungen erfüllen. Erstens sollte es sich um eine Region handeln, die den Teilnehmenden relativ wenig bekannt ist. Aus diesem Grund wurden z. B. Orte in der Schweiz nicht in Betracht gezogen. Dies hätte bedeuten können, dass Teilnehmende über sehr unterschiedliches Vorwissen verfügten. Zudem mussten Kartenaufgaben gestellt werden können, die ein Lesen von Kartenbeschriftungen auslösten. Fragen, welche sich beispielsweise auf Orte in Deutschland beziehen, hätten dazu führen können, dass die Testpersonen die Kartenbeschriftungen nicht im engeren Sinne gelesen, sondern als ganze Wörter erfasst hätten. So löst z. B. eine Frage, auf welche die Antwort «Bielefeld» ist, eine ganz andere Interaktion mit der Karte aus, als wenn die Antwort «Llanfairpwllgwyngyll» lautet. In letzterem Fall müssen tatsächlich die einzelnen Buchstaben gelesen werden, während in ersterem das Wort als Ganzes erfasst werden kann. Ein letztes Kriterium bei der Wahl der Testumgebung war das vorherrschende Alphabet. Dieses sollte in erster Linie lateinisch und nicht etwa kyrillisch oder chinesisch sein, und zudem sollten keine diakritischen Zeichen in den Ortsbezeichnungen vorkommen, wie das etwa in Frankreich oder Schweden der Fall ist.

Aus den oben genannten Gründen ist die Wahl auf Wales, genauer auf den nordwestlichen Teil des Landes gefallen. Es wurde vermutet, dass Wales ein nicht sehr weit verbreitetes Reiseziel ist und dass daher relativ wenige Teilnehmende bereits dort waren. Zudem weist die Region im Nordwesten von Wales mit seinen walisischen Ortsnamen für Personen mit deutscher Muttersprache zum Teil komplexe Ortsbezeichnungen auf. Zudem weist das walisische Alphabet keine diakritischen Zeichen und sonstige Sonderzeichen auf. Die Abbildung 12 zeigt das Testgebiet des Experiments.



Abbildung 12: Testgebiet

3.7.2 Design des Experimentes

Um zu prüfen, ob die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße in Basiskarten bei älteren Personen dazu führt, dass sie Kartenaufgaben effektiver und effizienter lösen können, wurde ein Between-Subject-Design gewählt, was bedeutet, dass die Teilnehmenden während dem Lösen der ersten 10 Kartenaufgaben jeweils nur einer Ausprägung der unabhängigen Variable ausgesetzt waren (Martin, 2008). In der Tabelle 1 sind die unabhängigen und die abhängigen Variablen ersichtlich.

	Unabhängige Variable	Ohne Schriftgrößenanpassung	Mit Schriftgrößenanpassung
Abhängige Variablen	Effektivität: Korrektheit der Antworten		
	Effizienz: Dauer zur Lösung der Aufgaben		

Tabelle 1: Abhängige und unabhängige Variablen

Um zu prüfen, ob Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse zur Verfügung hatten, diese auch nutzen und ob sie damit zufrieden sind, lösten auch die Teilnehmenden der Kontrollgruppe 10 Kartenaufgaben, bei der sie die Funktion nutzen konnten. Es wurde dabei gemessen, ob die Personen mit der Funktion zur Schriftgrössenanpassung interagieren. Zudem füllten die Teilnehmenden einen Fragebogen zur Zufriedenheit mit der Funktion aus.

Nebst den unabhängigen Variablen und den abhängigen Variablen wurden folgende Kontrollvariablen konstant gehalten: einerseits der Aufbau des Labors mit allen Instrumenten, andererseits wurden die Aufgaben, welche die Teilnehmenden zu lösen hatten, nicht variiert. Um ein gewisses Mass an Vergleichbarkeit zu erreichen, müssen die Aufgaben für jede Testperson dieselben sein, weshalb man in diesem Zusammenhang auch von Standardaufgaben spricht (Richter und Flückiger, 2013). Zudem wurde der Ablauf des Experiments nicht variiert. Jeder Durchlauf erfolgte nach demselben Muster. Eine Variable, die eigentlich zu den Kontrollvariablen gehört, nämlich die Internetverbindung des Smartphones und des Rechners über WLAN stellte sich bisweilen als Zufallsvariable heraus. Die Internetverbindung war nicht in allen Situationen gleich zuverlässig, obwohl diese zu Beginn jedes Durchlaufs getestet wurde. Im Smartphone war zudem eine SIM-Karte mit Breitband-Internet-Abonnement eingesetzt, damit Schwankungen der Internetverbindung via WLAN über das Mobilfunknetz ausgeglichen werden konnten. Der Laptop wurde im Falle einer schlechten Internetverbindung via WLAN mittels eines zusätzlichen Smartphones, das ebenfalls über Breitband-Internet-Zugang verfügte, via Tethering via Mobilfunknetz mit dem Internet verbunden. Obwohl die Internetverbindung sowohl kontrolliert als auch zusätzlich abgesichert wurde, kam es in seltenen Fällen zu zeitweisen Verbindungsschwierigkeiten. Weitere Zufallsvariablen waren das Wetter, Umgebungsgeräusche und die Verfassung der Teilnehmenden.

3.7.3 Fragebogen

Im Folgenden wird ein Überblick über die während des Hauptexperiments durchgeführten Befragungen gegeben. Die Reihenfolge der Auflistung entspricht der Reihenfolge während des Experiments. Die Fragen, ausser diejenigen zu den kognitiven Fähigkeiten, wurden den Teilnehmenden in einem Web-Browser auf einem Bildschirm angezeigt. Die Antworten zu den Kartenaufgaben wurden von den Teilnehmenden sodann auf dem zur Verfügung gestellten Smartphone gesucht. Sobald die Teilnehmenden die Antwort gefunden hatten, konnten sie diese wiederum im Web-Browser in das Umfrageformular eingeben. Sämtliche Fragen finden sich im Anhang.

Kognitive Fähigkeiten

Die kognitiven Fähigkeiten der Teilnehmenden wurden mit dem MMSE-Test erhoben. Dieser Test erlaubt es gemäss Folstein et al. (1975) herauszufinden, ob die Teilnehmenden über kognitive Schwächen verfügen. Beim MMSE-Test werden den Teilnehmenden 19 Fragen gestellt. So z. B., in welcher Gemeinde oder auf welchem Stockwerk man sich befindet. Zudem müssen die Teilnehmenden Wörter in korrekter Reihenfolge wiederholen oder ein Wort rückwärts buchstabieren. Die Punktzahl, welche Teilnehmende erreichen können, reicht von 0 bis 30. Mit diesem Test sollte sichergestellt werden, dass keine der Teilnehmenden über kognitive Einschränkungen verfügen, da dies die Resultate beeinflussen könnte.

Fragen zu Sehhilfen

Die Teilnehmenden wurden in der Einladung zum Hauptexperiment aufgefordert, eine allfällig vorhandene Sehhilfe zum Experiment mitzubringen. Dies, da beim Experiment eine möglichst realistische Situation nachgestellt werden sollte. Um zu prüfen und zu dokumentieren, ob die Teilnehmenden eine Sehhilfe tragen oder nicht, wurden sie gefragt, ob sie im Moment eine Sehhilfe tragen.

Frage zur Testumgebung

Die Teilnehmenden wurden gefragt, wie gut sie das Land Wales kennen. So konnten Teilnehmende, welche über extrem gute Vorkenntnisse verfügen, identifiziert werden.

Die Frage, wie gut die Teilnehmenden die Testumgebung, also das Land Wales, kennen, hätte schon im Vortest gestellt werden können, um allfällige Teilnehmende mit hohen Kenntnissen vom Experiment auszuschliessen. Dies hätte jedoch dazu geführt, dass die Teilnehmenden bereits gewusst hätten, um welche Region es sich bei der Testumgebung handeln wird und sie sich darauf hätten vorbereiten können. Um dies zu verhindern, wurde diese Frage erst zu Beginn des Hauptexperiments gestellt. Es zeigte sich jedoch, dass es keine Rolle spielte, wie gut jemand das Land kennt. Die Kartenaufgaben wurden zudem so gestellt, dass ein Vorwissen keine entscheidende Rolle spielen sollte.

Übungsaufgabe

Zu Beginn des eigentlichen Experimentes, also zu Beginn der zweimal 10 Kartenaufgaben, welche die Teilnehmenden mithilfe der App zu lösen hatten, wurde den Teilnehmenden eine Übungsaufgabe gestellt. Dies diente dazu, dass sich die Teilnehmenden mit der Art der Aufgabenstellung und der verwendeten Hard- und Software vertraut machen konnten. Vor der Übungsaufgabe wurden die Teilnehmenden zudem instruiert, wie die Aufgaben aufgebaut sind und wie die Hard- und Software zu verwenden war.

Kartenaufgaben

Die Qualität der Ergebnisse eines Usability-Tests hängt gemäss Richter und Flückiger (2013) wesentlich von der Ausarbeitung der Aufgaben ab. Die Erarbeitung relevanter und aus Benutzersicht realistischer Aufgaben sollte deshalb mit grosser Sorgfalt erfolgen (Richter und Flückiger, 2013). Gemäss Richter und Flückiger (2013) müssen die Aufgaben folgende Kriterien erfüllen:

- Die Aufgabenstellung ist ein aus Benutzersicht realistisches Szenario und könnte sich tatsächlich so abspielen.
- Es wird ein Ziel aus Sicht des Anwendungsgebietes formuliert, keine technische Anleitung zur Erfüllung dieses Zieles. Z. B.: «Sie suchen nach einer passenden Farbe für...» ist besser als «setzen Sie die Filterkriterien auf gelb und rosa».
- Die Aufgaben stellen für die Testpersonen einen mittleren Schwierigkeitsgrad dar. Sie sollten lösbar, jedoch nicht zu trivial sein.
- Begriffe und Bezeichnungen, die in der Applikation vorkommen, sind zu vermeiden. Z. B.: «Sie überweisen den Betrag von...» ist neutraler als «gehen Sie im Menü auf Einzahlungen».

Für das Experiment wurden 15 Aufgabenstellungen entwickelt. Es wurde dabei darauf geachtet, dass die oben genannten Kriterien erfüllt sind. Zudem wurde Wert darauf gelegt, dass die Fragen unterschiedliche Objekte in der Karte berücksichtigen und dass pro Objekt-Art mehrere Fragen gestellt wurden. Die Tabelle 2 gibt einen Überblick über die Art der Fragen.

Punkt-Objekte		Linien-Objekte	Flächen-Objekte	
Ortschaften	Berge	Strassen	Seen	Parks
• Frage 1	• Frage 4	• Frage 7	• Frage 10	• Frage 13
• Frage 2	• Frage 5	• Frage 8	• Frage 11	• Frage 14
• Frage 3	• Frage 6	• Frage 9	• Frage 12	• Frage 15

Tabelle 2: Art der Fragen

Weiter wurde für jede Frage eine Übersichtskarte erstellt, welche mit einem Punkt angibt, wo sich das gesuchte Objekt befindet. Dies war nötig, um zu verhindern, dass Teilnehmende an komplett falschen Orten suchten oder dass die Suche nach dem jeweiligen Kartenobjekt übermässig lange gedauert hätte. Mit der Karte wurde also sichergestellt, dass die Aufgabe lösbar ist. Als Beispiel soll hier folgende Frage angeführt werden, die sich auf eine Ortschaft bezieht:

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Die Insel ist über zwei Brücken mit dem Rest von Wales verbunden. Die eine dieser Brücken führt zur Ortschaft «Menai Bridge» auf der Insel. Wie heisst die Ortschaft auf der Insel, welche bei der anderen Brücke liegt? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich die Ortschaft befindet.

Die Abbildung 13 zeigt beispielhaft, wie die Karte, die zur oben genannten Frage gehört, ausschaute. Im Anhang sind alle Fragen ersichtlich.

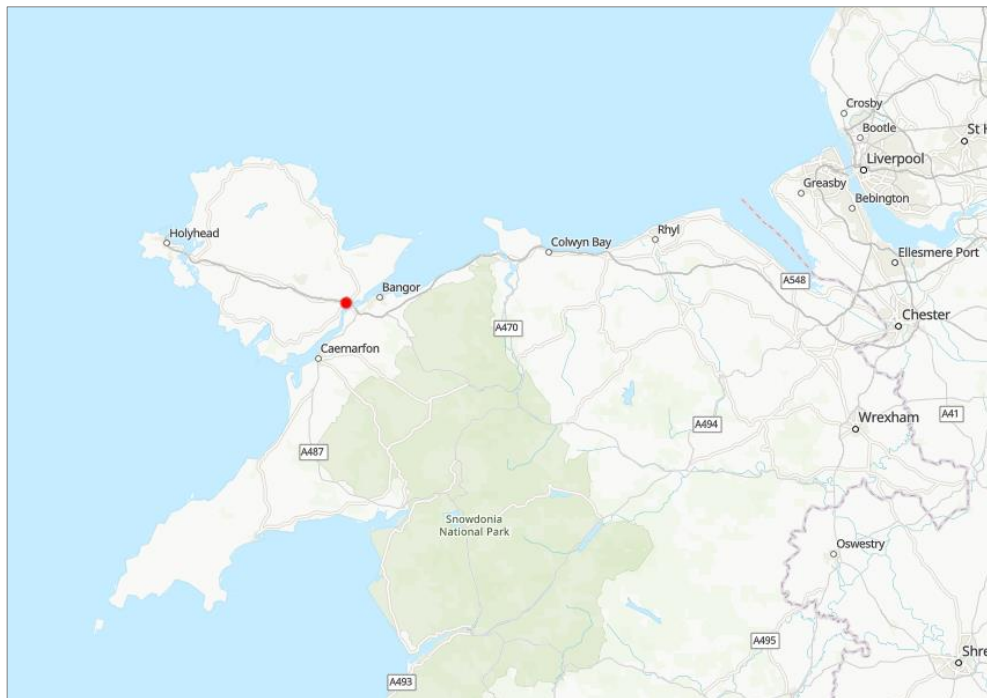


Abbildung 13: Kartenbeispiel

Da die Teilnehmenden zweimal 10 Aufgaben zu lösen hatten, wurden die 15 Fragen so verteilt, dass jeweils zu jeder abgefragten Objekt-Art zwei Fragen in den ersten 10 und zwei Fragen in den zweiten 10 Aufgaben auftauchten. Dabei wurde jeweils pro Objekt-Art eine Frage zweimal, also einmal bei den ersten 10 und einmal bei den zweiten 10 Fragen gestellt. In der Tabelle 3 ist ersichtlich, wie sich die Fragen auf die zwei Aufgabenblöcke verteilen.

	Aufgaben 1 - 10	Aufgaben 11 - 20
Ortschaften (Name)	Frage 1	Frage 1
	Frage 2	Frage 3
Berge (Höhe)	Frage 4	Frage 4
	Frage 5	Frage 6
Strassen (Name)	Frage 7	Frage 7
	Frage 8	Frage 9
Seen (Name)	Frage 10	Frage 10
	Frage 11	Frage 12
Parks (Name)	Frage 13	Frage 13
	Frage 14	Frage 15

Tabelle 3: Verteilung der Aufgaben

In einem letzten Schritt wurden die Fragen innerhalb der beiden Aufgabenblocks in eine durchmischte Reihenfolge gebracht, um zu verhindern, dass zwei Fragen, die sich auf die gleiche Objekt-Art beziehen, direkt hintereinander folgen. Die Fragen wurden allen Teilnehmenden in derselben Reihenfolge gestellt.

Da es unausweichlich war, in den Fragen die Himmelsrichtungen Nord, Süd, Ost und West zu verwenden (siehe Beispielfrage) und weil es Menschen gibt, die Mühe mit deren Unterscheidung haben, wurde den Teilnehmenden ein Blatt mit einer ausgedruckten Windrose (im Anhang) zur Verfügung gestellt. Es hatte jedoch niemand Probleme mit der Unterscheidung der Himmelsrichtungen.

Fragen zur Zufriedenheit

Zur Messung der Zufriedenheit der Teilnehmenden mit der Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung wurde eine übersetzte und auf die Funktion angepasste Version des SUS-Fragebogens von Brooke (1996) verwendet. Bangor et al. (2008) zeigen auf, dass der SUS-Fragebogen ein geeignetes Mittel ist, um die Zufriedenheit von Anwenderinnen und Anwendern mit einer Applikation zu messen. Der SUS-Fragebogen ist ein weit verbreitetes Werkzeug, welches es anhand von 10 standardisierten Fragen erlaubt, die Zufriedenheit von Nutzerinnen und Nutzern einer Anwendung auf schnelle Art zu erfassen und zu evaluieren. Beim SUS-Fragebogen geben die Teilnehmenden auf einer Skala von 1 bis 5 an, wie stark eine Aussage

auf sie zutrifft. Eine Aussage lautet z. B.: «Ich denke, dass ich die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse gerne häufig benutzen würde.»

In der vorliegenden Arbeit konnte in Bezug auf die Zufriedenheit nicht wie bei der Effektivität und der Effizienz ein Vergleich zwischen der Applikation, welche die Funktion zur Schriftgrössenanpassung bereitstellt und derjenigen, welche diese Funktion nicht bietet, angestellt werden. Es hätten sonst die Teilnehmenden der Experimentalgruppe den SUS-Fragebogen bezüglich der Applikation mit Schriftgrössenanpassung ausfüllen müssen, die Teilnehmenden der Kontrollgruppe jedoch hätten die Applikation beurteilen müssen, welche die Funktion nicht bereithält. Da sich die Fragen jedoch direkt auf die Funktion beziehen, wäre es nicht möglich gewesen, einen Fragebogen zu entwickeln, der vergleichbare Ergebnisse geliefert hätte. Es hätte zudem keinen Sinn ergeben, Teilnehmenden, denen die Funktion nicht zur Verfügung stand, die Fragen bezüglich der Funktionalität zu stellen. Da zudem die Applikation ohne Schriftgrössenanpassung nur die allernötigsten Funktionen (Zoom- und Home-Buttons) beinhaltet, wäre eine Erhebung der Zufriedenheit wenig zielführend gewesen. Diese Überlegungen waren mit ein Grund, um den Teilnehmenden der Kontrollgruppe im Anschluss an die ersten 10 Fragen, die sie ohne Schriftgrössenanpassung zu lösen hatten, weitere 10 Fragen zu stellen, die sie mit Schriftgrössenanpassung lösen mussten. Da der SUS-Fragebogen einen vergleichbaren Wert für die Zufriedenheit mit einer Applikation liefert, ist es legitim, in Bezug auf die Zufriedenheit alle Teilnehmenden mit den 10 Aussagen bezüglich der Funktion zur Schriftgrössenanpassung zu konfrontieren. Es kann somit jedoch kein Vergleich zwischen den beiden Gruppen angestellt werden. Die Forschungsfrage B lautet demnach auch nicht, ob Personen, denen die Funktion zur Schriftgrössenanpassung zur Verfügung steht, zufriedener mit der Applikation sind als solche, welche die Funktion nicht zur Verfügung haben, sondern ob die Anwenderinnen und Anwender einer Applikation mit der Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung zufrieden sind.

Fragen zum Orientierungssinn

Am Ende des Experimentes füllten die Teilnehmenden das deutschsprachige Äquivalent zum Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD) Fragebogen aus (Hegarty et al., 2002; Münzer und Hölscher, 2011). In diesem Fragebogen beantworten die Teilnehmenden 19 Fragen zu ihren räumlichen Strategien für die Orientierung in realen Umgebungen. Die Teilnehmenden geben auf einer Skala von 1 (lehne ich stark ab) bis 7 (stimme ich stark zu) an, inwieweit sie einer Aussage zustimmen.

Dieser Fragebogen diene in erster Linie dazu, die Resultate verifizierbar zu machen. Es wurde angenommen, dass Personen, die über einen überdurchschnittlich guten Orientierungssinn verfügen, d. h. eine hohe Punktzahl im SBSOD-Test erreichen, auch einen hohen Score im Paper Folding Test erzielen. Mit dem SBSOD-Test können also die Resultate des Paper Folding Tests und die darauf basierende Gruppeneinteilung plausibilisiert werden. Zudem dient der Test als Erklärung für allfällige Beobachtungen. Gäbe es nämlich einen signifikanten Unterschied bezüglich Effektivität und Effizienz zwischen den zwei Gruppen, so müsste geprüft werden, ob in der einen Gruppe Personen mit einem gut ausgeprägten Orientierungssinn übervertreten sind.

3.7.4 Laboraufbau, Hard- und Software

Das Labor wurde so aufgebaut, dass die Aufgaben in einem Web-Browser im Full-Screen Modus auf einem 24-Zoll Monitor angezeigt wurden. Der Monitor war an einen handelsüblichen Laptop angeschlossen. Die Beantwortung der Aufgaben erfolgte ebenfalls im Web-Browser. Die Eingabe wurde über eine handelsübliche Tastatur und Maus durch die Teilnehmenden vorgenommen. Um die Antworten auf die Kartenaufgaben zu finden, stand den Teilnehmenden ein Smartphone zur Verfügung, das über WLAN mit dem Internet verbunden war. Vor jedem Experiment wurde sichergestellt, dass der Akku des Gerätes vollständig geladen war.

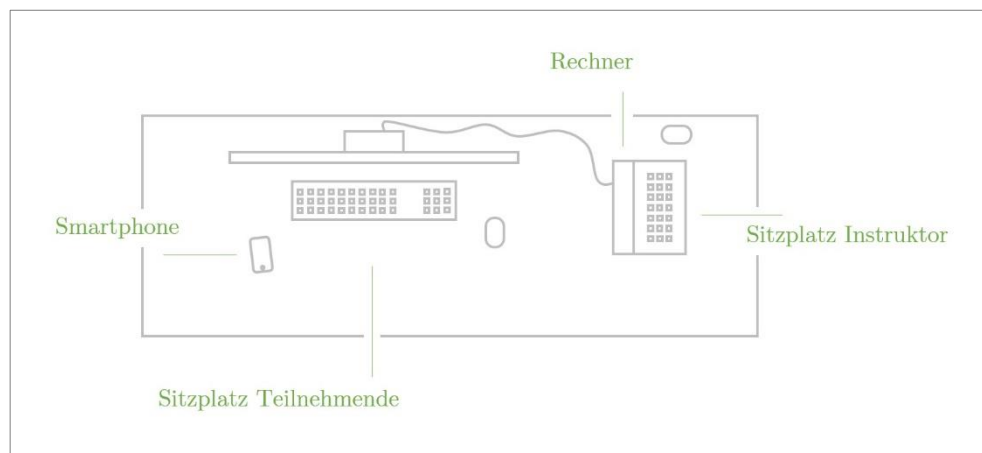


Abbildung 14: Skizze des Laboraufbaus

Als Smartphone stand ein neues LG Nexus 5X aus dem Jahr 2015 mit einem 5.2-Zoll-Display mit einer Auflösung von 1920 x 1080 Pixeln zur Verfügung. Auf dem Smartphone war das Betriebssystem Android 7.1.2 installiert. Sämtliche System-Updates wurden jeweils durchgeführt. Die Test-Applikationen auf dem Smartphone liefen im frei verfügbaren Firefox-Browser.

Die Abbildung 14 zeigt eine Skizze des Laboraufbaus, die Abbildung 15 ein Foto des Laboraufbaus.

Beim Bildschirm handelte es sich um einen Dell UltraSharp U2412M mit einer Auflösung von 1920 x 1200 Pixeln. Als Browser wurde Google Chrome (Version 60.0.3112.90) verwendet.

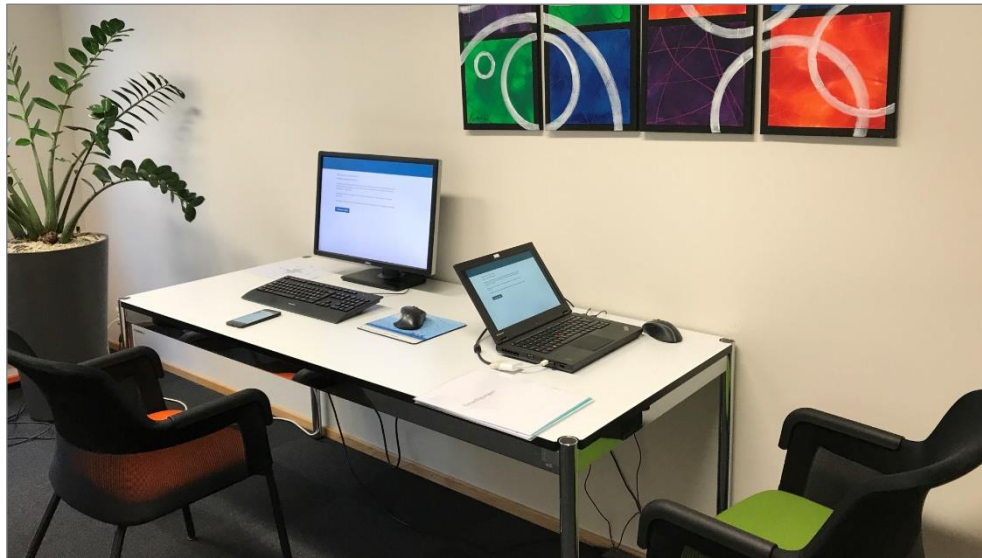


Abbildung 15: Laboraufbau

Verwendete Software

Um den Teilnehmenden die Fragen zu präsentieren, wurde das Online-Umfragetool onlineumfragen.com⁴ verwendet. Dieses Tool erlaubte es, die Zeit, welche eine Person zur Beantwortung einer Frage benötigt, aufzuzeichnen, was für diese Arbeit essentiell war. Zudem können in dem Tool eigene CSS-Styling-Informationen hinterlegt werden, welche es ermöglichten, die Schriften und die Buttons barrierefrei zu gestalten. Die Abbildung 16 zeigt einen Screenshot des Fragebogens.

Zudem wurde zur Aufzeichnung der Interaktion mit der Kartenapplikation das Tool lookback.io⁵ verwendet. Dieses erlaubt es, mittels App auf dem Smartphone, den Bildschirm des Smartphones und die getätigten Interaktionen aufzuzeichnen. Die Screen-Videos werden im Anschluss an die Aufzeichnung auf den Server von lookback.io geladen und können von dort auf ein beliebiges Gerät heruntergeladen werden.

⁴ <https://onlineumfragen.com/> (Zugriff: 29.09.2017)

⁵ <https://lookback.io/> (Zugriff: 29.09.2017)

Mithilfe des Microsoft Expression Encoder 4⁶ wurden weiter sämtliche Interaktionen mit dem Rechner aufgezeichnet. Dies v. a. zu Backup-Zwecken, was sich im Nachhinein als nützlich herausstellte, da beispielsweise bei schwacher Internetverbindung die Zeit zum Lösen einer Aufgabe vom Umfrage-Tool nicht sauber aufgezeichnet wurde. Diese konnte dank des PC-Screen-Videos im Nachhinein manuell rekonstruiert werden.

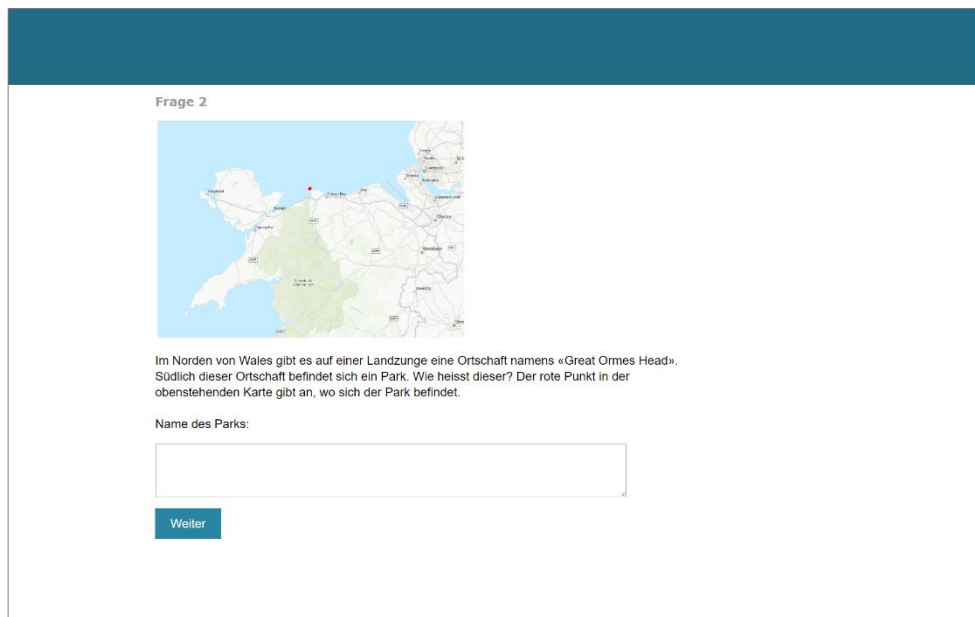


Abbildung 16: Screenshot des Fragebogens

Test des Laboraufbaus

Um zu garantieren, dass der Laboraufbau, insbesondere die verwendete Hard- und Software, einwandfrei funktionieren, wurde das Experiment mit zwei Kollegen durchgeführt, ohne dass Daten erhoben wurden. Mit diesem Test wurde verhindert, dass ein Datenverlust hätte auftreten können. Beim Test des Laboraufbaus wurden keine grösseren Mängel festgestellt.

3.7.5 Messung und Auswertung

Im Folgenden wird ein Überblick darüber gegeben, wie die Daten erfasst, vorprozessiert, aufbereitet und ausgewertet wurden.

⁶ <https://www.microsoft.com/de-ch/download/details.aspx?id=18974> (Zugriff: 29.09.2017)

Nutzung der Funktion

Um zu evaluieren, ob die Teilnehmenden von der individuellen Schriftgrössenanpassung Gebrauch gemacht haben – und falls ja, in welchem Ausmass –, wurde für jede Testperson ausgewertet, wann und wie sie während des Experimentes die Schriftgrösse angepasst hat. Um den zeitlichen Ablauf der Schriftgrössenanpassung darstellen zu können, wurde jeweils derjenige Teil des Experimentes, währenddessen die Schriftgrössenanpassung zu Verfügung stand, visuell ausgewertet. Dies geschah anhand der Screen-Videos, die mit dem zur Verfügung gestellten Smartphone aufgenommen wurden. Die Screen-Videos wurden im Nachgang zu den Experimenten manuell und visuell ausgewertet. Bei jeder Interaktion mit der Schriftgrössenanpassung wurde aufgeschrieben, ob es sich bei der Interaktion um eine Schriftverkleinerung oder -vergrößerung handelt. Zusätzlich wurde der Zeitpunkt der Interaktion festgehalten. Um die Interaktion mit der Schriftgrössenanpassungsfunktion qualitativ auszuwerten und in einen Kontext stellen zu können, wurden zusätzlich die Start- und Endzeiten der 10 durch die Teilnehmenden zu bearbeitenden Aufgaben ausgelesen.

Basierend auf diesen Daten konnte einerseits für alle Teilnehmenden der zeitliche Verlauf der Interaktion grafisch dargestellt werden, was eine qualitative Auswertung der Interaktion ermöglicht. Zudem konnte berechnet werden, wer wie oft von der Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse Gebrauch gemacht hat. Dies ermöglicht es wiederum zu beurteilen, ob Personen, welchen die Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse zur Verfügung steht, diese auch nutzen. Um dies auszuwerten wurde ein Binomial-Test durchgeführt.

Zufriedenheit

Die Zufriedenheit der Teilnehmenden wurde mittels SUS-Fragebogen erhoben. Bei der Auswertung des SUS-Fragebogens werden die Antworten der Teilnehmenden in einem ersten Schritt einheitlich skaliert. Die Teilnehmenden gaben auf einer Skala von 1 bis 5 an, wie stark eine Aussage auf sie zutrifft oder nicht. Bei der Hälfte der Fragen deutet ein tiefer Wert auf eine hohe Zufriedenheit hin, bei der anderen Hälfte ein hoher. Nachdem jede Antwort auf eine Skala von 0 (tiefe Zufriedenheit) bis 4 (hohe Zufriedenheit) gebracht wurde, wurden alle Werte pro Person addiert und mit 2.5 multipliziert. Dies ergibt für alle Teilnehmenden einen Wert für die Zufriedenheit zwischen 0 und 100. Im letzten Schritt wird dann der Durchschnitt der Werte aller Teilnehmenden berechnet. Dieser Wert gibt den SUS-Score an, der mit Resultaten anderer Studien verglichen werden kann. Ein Wert von über 68 weist gemäss Sauro (2011) darauf hin, dass die Anwenderinnen und Anwender überdurchschnittlich mit der Funktion zufrieden sind.

Effektivität

Um zu ermitteln, ob Personen, welchen die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse zur Verfügung steht, Kartenaufgaben effektiver lösen, als solche, denen diese Funktion nicht zur Verfügung steht, wurden die 10 Aufgaben, welche die 20 Teilnehmenden während des ersten Aufgabenblocks zu lösen hatten, bezüglich der Korrektheit der Antworten ausgewertet.

Im Rahmen des Experimentes wurden die Antworten der Teilnehmenden aufgezeichnet. Im Nachgang zum Experiment wurden die Antworten gesichtet und ein für alle Teilnehmenden gültiges Beurteilungsraster erstellt. Dies diente dazu, die Korrektheit der Antworten vergleichbar zu machen. Im folgenden Abschnitt wird erläutert, welche Kriterien bei der Beurteilung der Korrektheit angewandt wurden.

Die Antworten der Teilnehmenden wurden in Bezug auf ihre Korrektheit auf einer Skala von 0 bis 10 bewertet, während ein Wert von 0 bedeutet, dass keine oder eine komplett falsche Antwort abgegeben wurde, besagt ein Wert von 10, dass die Antwort vollständig korrekt war. Die folgenden Kriterien wurden basierend auf den beobachteten Fehlern der Teilnehmenden erstellt. So konnte sichergestellt werden, dass alle Abweichungen von der korrekten Antwort erfasst wurden, dass es aber gleichzeitig keine Kriterien gab, die keinem konkreten Fall zugewiesen werden können.

Folgende Kriterien wurden bei der Beurteilung angewandt:

Numerische Werte (Höhen von Bergen)

- Die Antworten wurden in numerische Werte umformatiert. Zusatzangaben wie «m», «M» oder «Meter», welche auf der Annahme der Teilnehmenden basieren, dass es sich bei den angegebenen Werten in der Karte um Höhenangaben in Metern handelt, wurden entfernt.
- Eine Person hat als Antwort «160 m (192 m??)» angegeben. Da die Person die korrekte Antwort angegeben hat, jedoch zusätzlich – aber in Klammern und mit Fragezeichen versehen – noch eine falsche, wurde hier nur der korrekte Teil der Antwort, also «160» gewertet.
- Komplett falsche Antworten, wie z. B. ein Wert von «220» bei einem gesuchten Wert von «170» wurden mit null Punkten bewertet.

Gross- und Kleinschreibung

- Bei fehlerhafter Gross- und Kleinschreibung wurde ein Punkt vom Punktemaximum abgezogen. Dies jedoch nur einmal pro Antwort und nicht für jeden einzelnen Wortteil, da

es Teilnehmende gab, die komplett auf die Berücksichtigung der Gross- und Kleinschreibung verzichteten. Dies sollte sich zwar in den Resultaten niederschlagen, allerdings nicht in übermässiger Weise.

Tippfehler

- Wenn einzelne Buchstaben innerhalb des Wortes oder innerhalb eines Wortteils falsch waren, das Wort sonst jedoch korrekt geschrieben war, wurde ein Punkt vom Maximum abgezogen. Wenn also z. B. ein Buchstabe doppelt aufgeschrieben wurde, oder wenn ein Buchstabe fehlte, oder ein falscher Buchstabe (z. B. «Llyn Alow» anstatt «Lyn Alaw») genannt wurde, führte das zu einem Abzug von einem Punkt. Wenn mehrere solcher Fehler in einer Antwort auftauchten, so wurde für jeden dieser Fehler ein Punkt abgezogen.

Wörter oder Wortteile

- Wenn ganze Wörter oder Wortteile fehlten, wurden drei Punkte pro Wort oder Wortteil abgezogen.
- Wenn ganze Wörter oder Wortteile doppelt aufgeführt wurden, wurden ebenfalls drei Punkte abgezogen.

Mehrere Antworten

- Falls mehrere Antworten gegeben wurden und mindestens eine korrekte Antwort mitgenannt wurde, so wurde nur diese berücksichtigt. Für einen zusätzlich falschen Teil wurden keine Punkte abgezogen.

Fehlende Antwort

- Bei fehlenden Antworten gab es keine Punkte.

Alternative Antwort

- Es gab Fälle, in denen nicht die gesuchte, aber eine ebenfalls korrekte Antwort gegeben wurde. Dies war möglich, da nicht alle Aufgaben eindeutig zu beantworten waren. Wenn also z. B. der Park südlich der Ortschaft «Llanfairfechan» gesucht war und die gesuchte Antwort wäre «Bryn-Y-Neuadd» gewesen, jemand jedoch «Snowdonia National Park» – der ebenfalls südlich der genannten Ortschaft liegt – als Antwort gegeben hat, wurden keine Punkte abgezogen.

Anhand dieser Kriterien konnte für alle Teilnehmenden für jede Antwort eine Punktzahl vergeben werden, welche die Korrektheit der Antwort widerspiegelt. Für alle Teilnehmenden wurde der Durchschnitt dieser Punktzahl berechnet. Mittels Mann-Whitney-U-Test wurde

danach verglichen, ob sich die beiden Gruppen bezüglich der Effizienz beim Lösen von Kartenaufgaben signifikant unterscheiden.

Effizienz

Zur Messung der Effizienz wurde bei allen Teilnehmenden die Dauer zur Lösung jeder Aufgabe aufgezeichnet. Daraus wurde in einem nächsten Schritt für alle Teilnehmenden die durchschnittliche Dauer zur Lösung einer Aufgabe berechnet. Mittels Mann-Whitney-U-Test wurde untersucht, ob sich die beiden Gruppen bezüglich der Effizienz unterscheiden.

4 Stichprobe und Einteilung

In diesem Kapitel werden die erhobenen Daten präsentiert und visualisiert. Zuerst erfolgt eine detaillierte Beschreibung der Stichprobe, danach werden gewisse Zusammenhänge, welche einen Einfluss auf die Einteilung der Teilnehmenden haben könnten, untersucht. Danach wird aufgezeigt, wie die Teilnehmenden, basierend auf den Ergebnissen des Vortests, in die Experimental- und die Kontrollgruppe eingeteilt wurden.

Für die Datenaufbereitung und die Erstellung der Grafiken wurde Microsoft Excel⁷ verwendet. Die statistischen Auswertungen in diesem und dem nächsten Kapitel wurden mit IBM SPSS Statistics 24⁸ und R⁹ durchgeführt.

Die Variablen sind grossenteils diskret skaliert oder sonst nicht normal verteilt; daher werden durchgehend nicht-parametrische Tests eingesetzt (Martin, 2008). Zudem ist der Stichprobenumfang relativ klein, was zusätzlich für die Verwendung nicht-parametrischer Tests spricht. Für Vergleiche zwischen Gruppen wurde der Mann-Whitney-U-Test verwendet. Zur Analyse von Zusammenhängen wurde der Korrelationskoeffizient nach Spearman berechnet. Ein Unterschied oder ein Zusammenhang gilt – sofern nichts anderes angegeben ist – ab einem Signifikanz-Wert von unter 0.05 als statistisch signifikant.

4.1 Beschreibung der Stichprobe

Die Experimente wurden mit 21 Teilnehmenden durchgeführt, welche alle über 65 Jahre alt sind und in der Region Zürich und Schaffhausen wohnen. Im Folgenden werden die Teilnehmenden, welche die Stichprobe bilden, detailliert beschrieben.

4.1.1 Nicht berücksichtigte Messwerte

Eine Testperson wurde bei der Auswertung der Resultate nicht berücksichtigt. Dafür gibt es drei Gründe: erstens gab die Person an, nicht über ein Smartphone zu verfügen, zweitens verfügt die Person über teils starke Sehschwächen und drittens konnte die mittlere Dauer,

⁷ <https://products.office.com/en/excel> (Zugriff: 29.09.2017)

⁸ <https://www.ibm.com/products/spss-statistics> (Zugriff: 29.09.2017)

⁹ <https://www.r-project.org/> (Zugriff: 29.09.2017)

welche die Person zur Lösung der Aufgaben benötigte, als statistischer Ausreisser identifiziert werden.

Zuerst wurde der Umstand, dass die Person nicht im Besitz eines Smartphones ist, vernachlässigt, da die Person ansonsten über eine reiche Erfahrung im Umgang mit digitalen Geräten verfügt. Ebenso nahm eine zweite Testperson am Experiment teil, welche nicht im Besitz eines Smartphones ist. Dieser Umstand alleine würde noch nicht zu einer Nichtberücksichtigung der Messwerte führen.

Bei der Person, deren Werte nicht in die Analyse einfließen, kam jedoch hinzu, dass sie über verschiedene, teils starke Sehschwächen verfügt, was die Messwerte zum Teil stark beeinflussen könnte. Dieser Umstand wurde jedoch erst bei der Durchführung des Hauptexperimentes festgestellt.

Um zu prüfen, ob es sich bei genannter Person um einen Ausreisser handelt, wurden die mittleren Dauern aller Teilnehmenden verglichen. Die Abbildung 17 zeigt die mittlere Dauer zur Lösung der 10 Aufgaben für alle Teilnehmenden. Gelb eingefärbt ist der Mittelwert der Dauer der Person, deren Werte später nicht berücksichtigt wurden. Es ist ersichtlich, dass die Person mit Abstand am meisten Zeit benötigte, um die Aufgaben zu lösen.

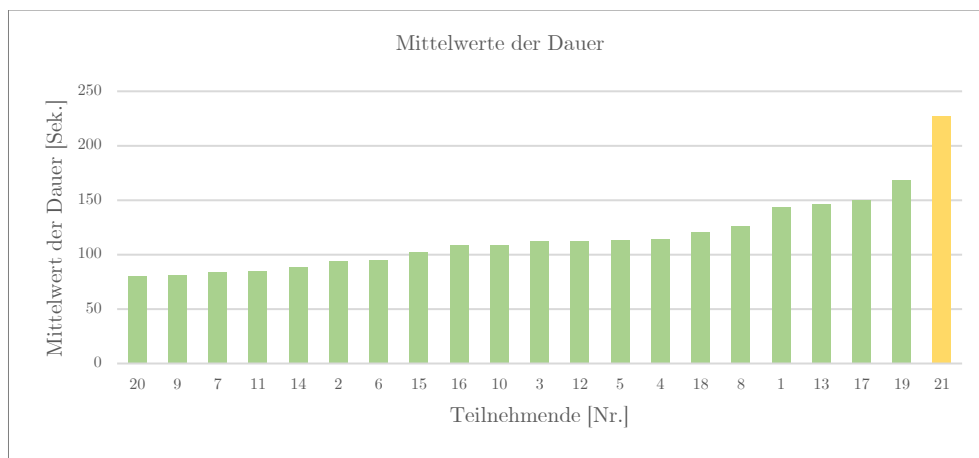


Abbildung 17: Mittlere Dauer zur Lösung der Aufgaben

Die Abbildung 18 zeigt den Boxplot der Mittelwerte der Dauer zur Lösung der Aufgaben. Hier ist ersichtlich, dass der Messwert um mehr als das Dreifache des Quartilabstandes ausserhalb des Interquartilbereichs zu liegen kommt. Zudem wurde der z-Wert, der angibt, um wie viele Standardabweichungen ein Wert vom Mittelwert abweicht (Bortz, 2006), berechnet. Mit einem z-Wert von 3.13 weicht der Messwert um mehr als die dreifache Standardabweichung vom

Mittelwert der Stichprobe ab. Somit kann in Bezug auf die mittlere Dauer zur Lösung der Aufgaben bei genannter Person von einem statistischen Ausreisser gesprochen werden.

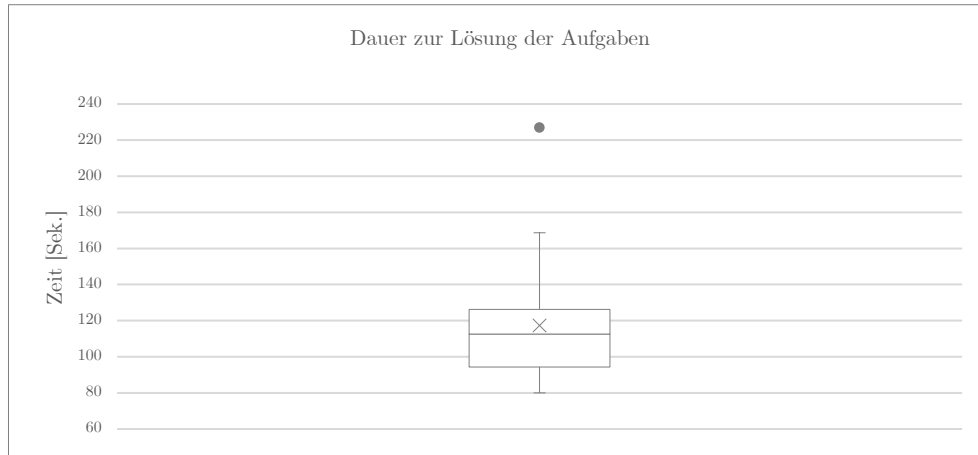


Abbildung 18: Boxplot der Dauer zur Lösung der Aufgaben

Die genannten drei Tatsachen haben es notwendig gemacht, die Messwerte dieser Person nicht in die Analyse einfließen zu lassen. Nichtsdestotrotz lieferte die Person spannende Einblicke und war damit eine sehr wertvolle Versuchsperson. So konnten von genannter Person gewisse Aufgaben gelöst werden, wenn die Funktion zur Anpassung der Schriftgröße bereitstand, nicht jedoch, wenn die Standardschriftgröße eingestellt und die Funktion nicht verfügbar war.

In sämtlichen nachfolgenden Darstellungen und Analysen wurden die Messwerte dieser Person nicht berücksichtigt. Eine Ausnahme bildet die Darstellung zur Einteilung der Teilnehmenden in die Kontroll- und die Experimentalgruppe. Diese Einteilung wurde gemacht, bevor entschieden wurde, die genannten Messwerte nicht zu berücksichtigen. In der Grafik wird dies deutlich kenntlich gemacht.

4.1.2 Soziodemografische Merkmale

Die soziodemografischen Merkmale der Teilnehmenden wurden im Rahmen der Vorstudie erhoben. Neben Geschlecht, Alter und der Schulbildung wurden weitere Merkmale wie z. B. der Zivilstand, die Nationalität, die Berufstätigkeit oder die Anzahl Kinder erhoben. Im Folgenden wird ein Überblick über das Geschlecht, das Alter und die Schulbildung der Teilnehmenden gegeben.

Geschlecht und Alter

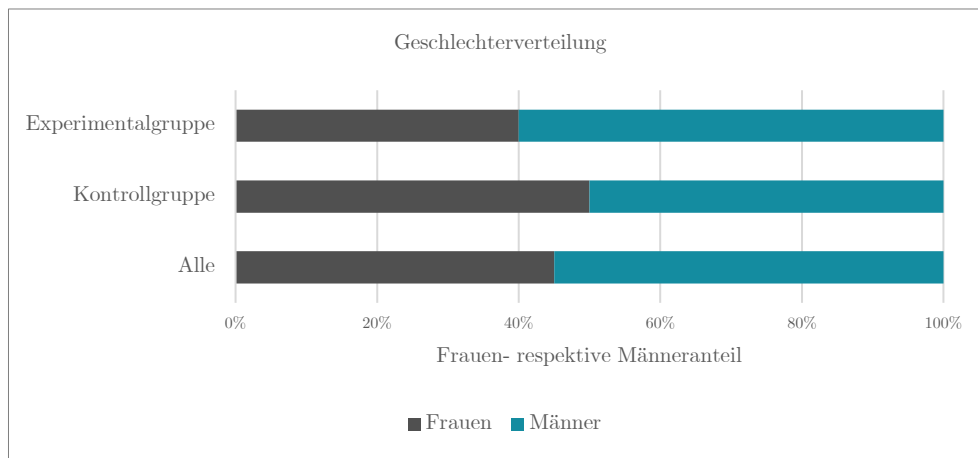


Abbildung 19: Geschlechterverteilung

Bei der Auswahl der Teilnehmenden wurde eine ausgeglichene Verteilung der Geschlechter angestrebt. Da sich die Suche der Teilnehmenden jedoch als schwieriger als zunächst vermutet herausstellte, mussten am Ende alle Personen, welche sich zur Verfügung stellten, zum Experiment zugelassen werden. Dies hat zur Folge, dass die Geschlechter innerhalb der Stichprobe nicht ausgeglichen sind. Obwohl sich diese Tatsache relativ früh abzeichnete und entsprechende Gegenmassnahmen eingeleitet wurden, konnte die Übervertretung männlicher Teilnehmer nicht vollständig ausgeglichen werden. Die Abbildung 19 zeigt die Geschlechterverteilung sowohl in der gesamten Stichprobe als auch innerhalb der Experimental- und der Kontrollgruppe. Mit einem Anteil von 45 Prozent an der Gesamtstichprobe sind die Frauen leicht untervertreten. Nach der Einteilung der Teilnehmenden in die Kontroll- und die Experimentalgruppe zeigte sich, dass die Geschlechterverteilung in der Kontrollgruppe bei einem Frauenanteil von 50 Prozent ausgeglichen ist, in der Experimentalgruppe mit 40 Prozent jedoch nicht.

Da die zu testende Applikation auf ältere Personen optimiert wurde, und da in dieser Arbeit untersucht werden soll, ob die Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung die Orientierung älterer Menschen in der Karte verbessert, wurden nur Personen, die 65 Jahre alt oder älter sind, als Testpersonen angefragt und zugelassen. Die Teilnehmenden sind 65 bis 84 Jahre alt. In der Abbildung 20 ist die Altersverteilung der Stichprobe im Vergleich mit der Altersverteilung der Schweiz im Jahr 2015 (BFS, 2017b) ersichtlich. Es wird für jedes Alter der prozentuale Anteil sowohl an der Stichprobe, als auch an der Schweizer Bevölkerung im Alter

von 65 bis 84 dargestellt. Es ist ersichtlich, dass der grösste Teil der Personen (14 Teilnehmende) der Stichprobe 65 bis 69 Jahre alt ist. Im Alter von 70 bis 84 finden sich noch 6 Personen.

Im Vergleich mit der Schweizer Bevölkerung zeigt sich, dass insbesondere die 65- bis 69-Jährigen in der Stichprobe übervertreten sind. Ebenso sind die Älteren, die 79-, die 80- und die 84-Jährigen leicht übervertreten. Personen im Alter von 70 bis 75 sind in der Stichprobe untervertreten. Die Altersverteilung der Stichprobe folgt jedoch grob der Altersverteilung in der Bevölkerung. Wäre die Stichprobe grösser gewählt worden, so hätte die Altersverteilung der Stichprobe der Altersverteilung der gesamten Bevölkerung besser angenähert werden können.

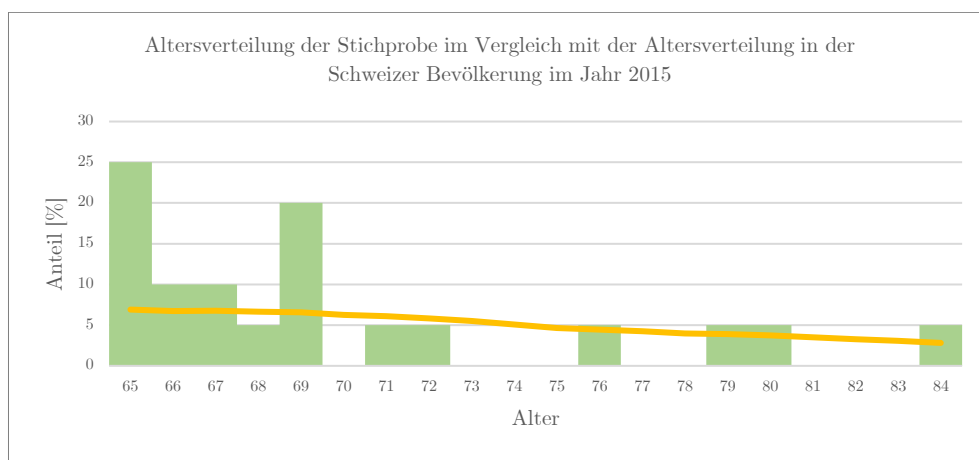


Abbildung 20: Altersverteilung im schweizerischen Vergleich

Die Abbildung 21 zeigt die Altersverteilung der Stichprobe nach Geschlecht. Hier ist ersichtlich, dass keine der Teilnehmerinnen über 69 Jahre alt ist; alle 9 Teilnehmerinnen sind 65 bis 69 Jahre alt. Bei den Teilnehmern ist die Verteilung ausgeglichener. 5 Teilnehmer sind 65 bis 69 Jahre alt und jeweils 2 von 70 bis 74 resp. von 75 bis 79 resp. von 80 bis 84 Jahre alt.

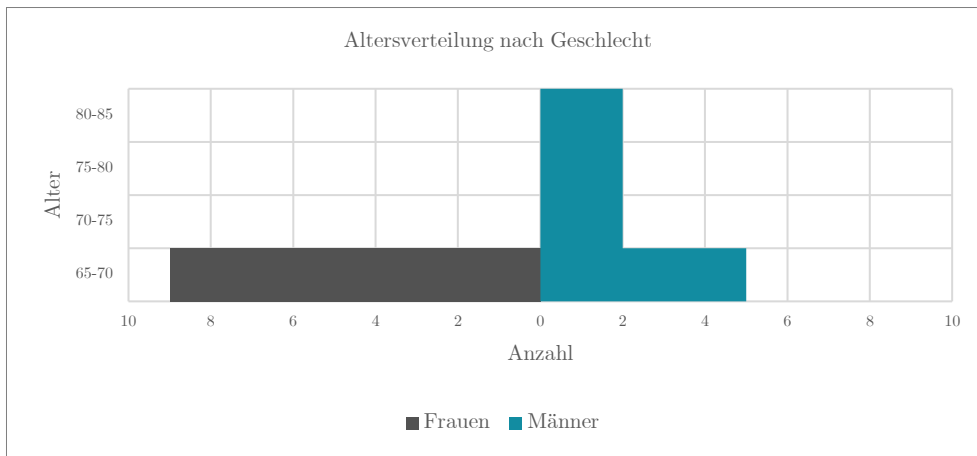


Abbildung 21: Altersverteilung der Stichprobe nach Geschlecht

Schulbildung

Beim höchsten Schulabschluss der Teilnehmenden fällt auf, dass der Anteil an Personen, welche einen Hochschulabschluss haben, mit 80 Prozent relativ hoch ist, auf jeden Fall höher als in der Schweizer Bevölkerung bei über 65-Jährigen. Die Abbildung 22 zeigt den höchsten Schulabschluss der Teilnehmenden.

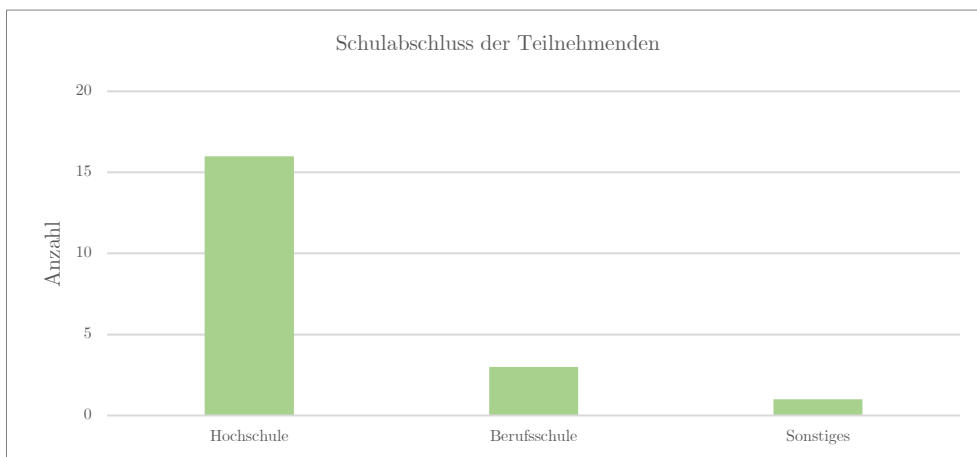


Abbildung 22: Höchster Schulabschluss

4.1.3 Sehschwäche und Sehhilfen

Im Vortest wurden die Teilnehmenden einerseits gefragt, ob bei ihnen von einer Fachperson (Optiker oder Augenarzt) eine Sehschwäche diagnostiziert worden war und ob sie über eine Sehhilfe (Brille, Kontaktlinsen etc.) verfügen. 95 Prozent der Teilnehmenden, also 19 von 20,

gaben an, dass sie über eine Sehhilfe verfügen, während nur 70 Prozent, also 14 von 20, angaben, dass bei ihnen eine Sehschwäche diagnostiziert wurde. Dies ist insofern spannend, als dass die Teilnehmenden bei der Durchführung des Experimentes gefragt wurden, ob sie momentan eine Sehhilfe tragen. Dort gab ebenfalls eine Person an, keine Sehhilfe zu tragen. Es handelt sich dabei jedoch nicht um dieselbe Person, welche im Vortest angab, keine Sehhilfe zu besitzen. Dies kann vielerlei Gründe haben. Wichtig scheint jedoch, dass beinahe alle Personen ihre Sehhilfe zum Experiment mitgebracht und auch verwendet haben. Die Abbildung 23 zeigt die Sehschwäche und Sehhilfe der Teilnehmenden.

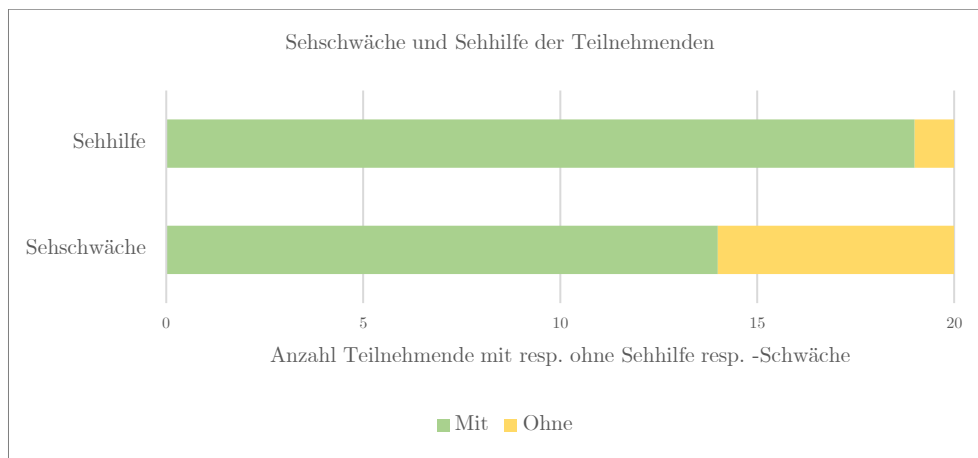


Abbildung 23: Sehschwäche und Sehhilfe

4.1.4 Räumliches Denken und Orientierungssinn

Im Folgenden werden die Resultate des Paper Folding Test und des SBSOD-Tests präsentiert. Die Ergebnisse des Paper Folding Test können neben der Einteilung der Teilnehmenden auch zur Analyse, ob es einen Zusammenhang zwischen dem räumlichen Denken und den Ergebnissen des Experimentes gibt, beigezogen werden. Der SBSOD-Test gibt Aufschluss über den Orientierungssinn der Teilnehmenden und kann beigezogen werden, um zu analysieren, ob Personen mit einem guten Orientierungssinn auch über ein hohes räumliches Vorstellungsvermögen verfügen und ob die Ergebnisse des Experimentes mit dem Orientierungssinn in Zusammenhang stehen.

Räumliche Fähigkeiten

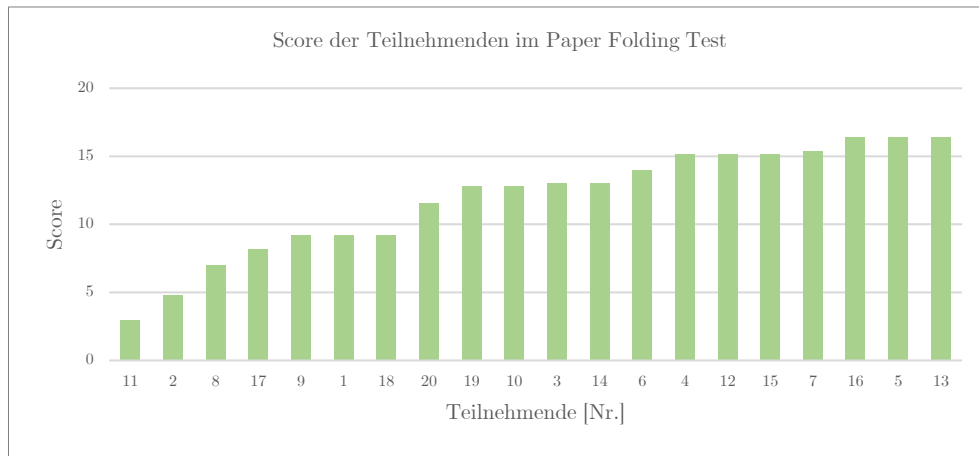


Abbildung 24: Erreichte Punkte im Paper Folding Test

Zur Auswertung des Paper Folding Tests wurde für alle Teilnehmenden ein Score berechnet. Damit falsche Antworten bei der Berechnung des Scores stärker ins Gewicht fallen als leergebliebene Fragen, wurde bei der Berechnung von der Anzahl korrekter Antworten ein Fünftel der Anzahl falscher Antworten abgezogen:

$$S = N_r - \frac{N_f}{5}$$

In obiger Formel steht S für Score, N_r für die Anzahl richtiger Antworten und N_f für die Anzahl falscher Antworten. Mit dieser Berechnung sind Werte zwischen -4 und 20 möglich.

Die Abbildung 24 zeigt die Verteilung der erreichten Punkte im Paper Folding Test für alle Teilnehmenden. Die Werte variieren hierbei zwischen 3 und 16,4, der Durchschnitt beträgt 11,6 und der Median 12,8. Im Boxplot in der Abbildung 25 sind diese Werte und zusätzlich die Quartile grafisch dargestellt. In der Abbildung 26 ist das Histogramm der Werte des Paper Folding Tests abgebildet.

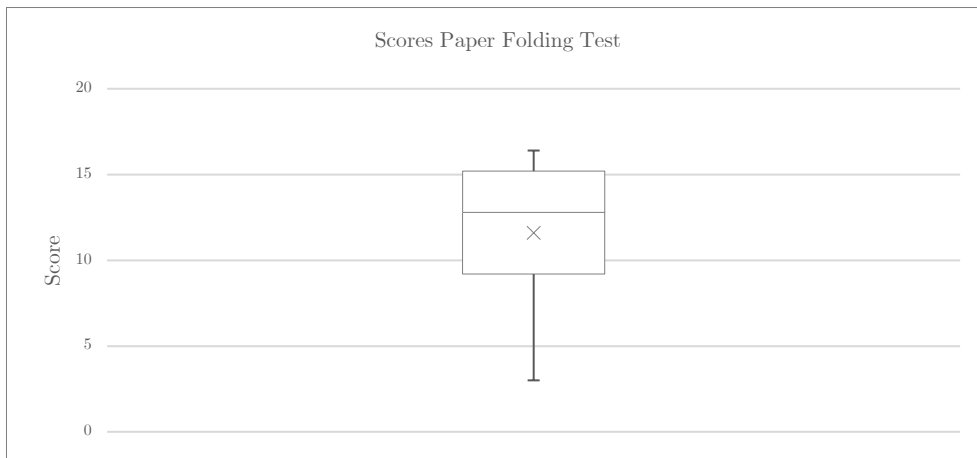


Abbildung 25: Boxplot der Punkte im Paper Folding Test

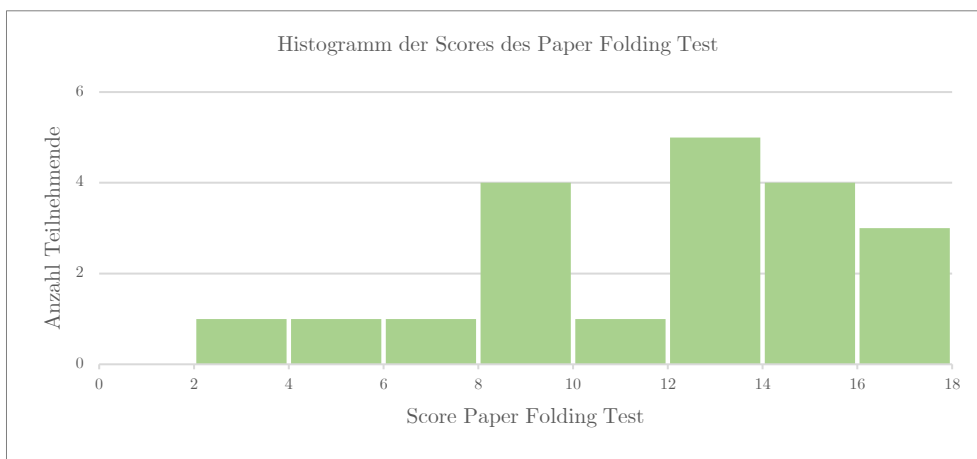


Abbildung 26: Histogramm der Punkte im Paper Folding Test

Orientierungssinn

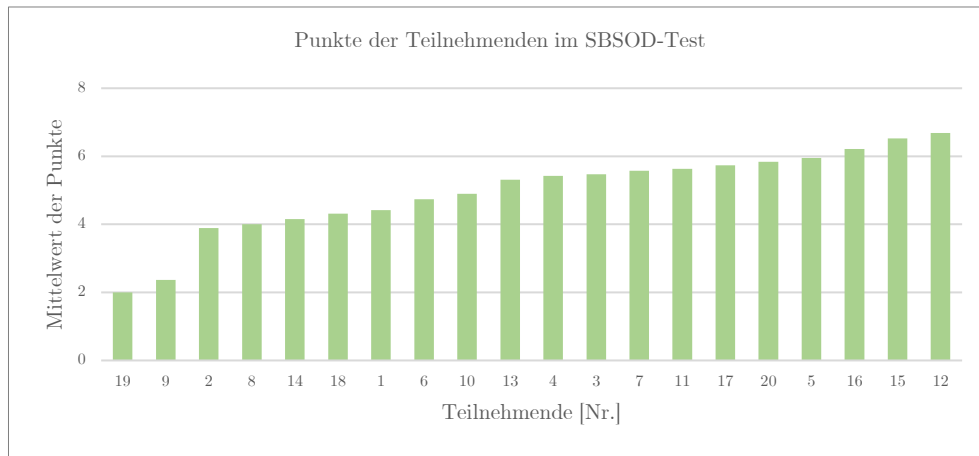


Abbildung 27: Punkte im SBSOD-Test

Im Anschluss an das Experiment wurde mit den Teilnehmenden der deutschsprachige SBSOD-Test durchgeführt. Bei dem Test geben die Teilnehmenden auf einer Skala von eins (trifft nicht zu) bis sieben (trifft voll zu) an, wie sie zu Aussagen zu ihrem Orientierungssinn stehen. Zur Auswertung wurden die Durchschnittswerte für alle Aussagen einer Person berechnet. Die Mittelwerte aller Teilnehmenden sind in der Abbildung 27 ersichtlich. Die mögliche Skala reicht hier von eins bis sieben. Höhere Werte deuten auf einen besseren Orientierungssinn hin. In der Abbildung 29 ist der Boxplot der Werte dargestellt. Die Werte reichen von 2 bis 6.68. Der Durchschnitt beträgt 4.96, der Median 5.37. In der Abbildung 28 ist das Histogramm der Werte des SBSOD-Tests abgebildet.

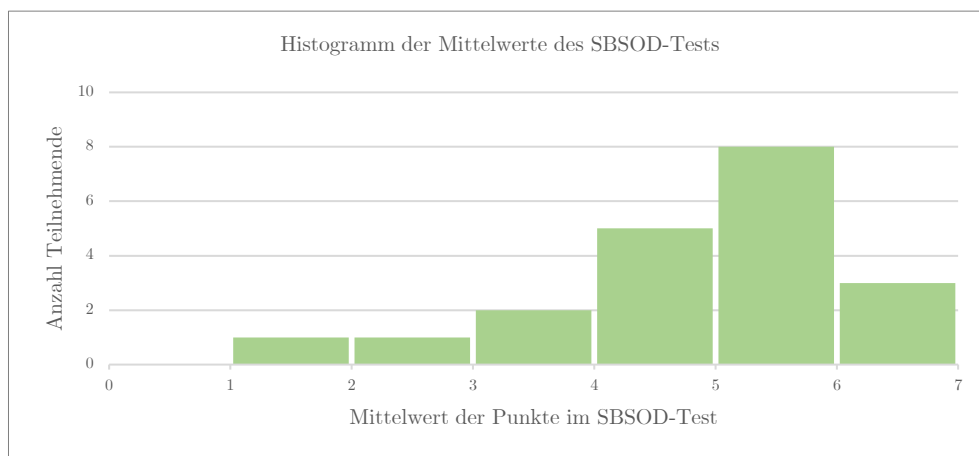


Abbildung 28: Histogramm der Mittelwerte des SBSOD-Tests

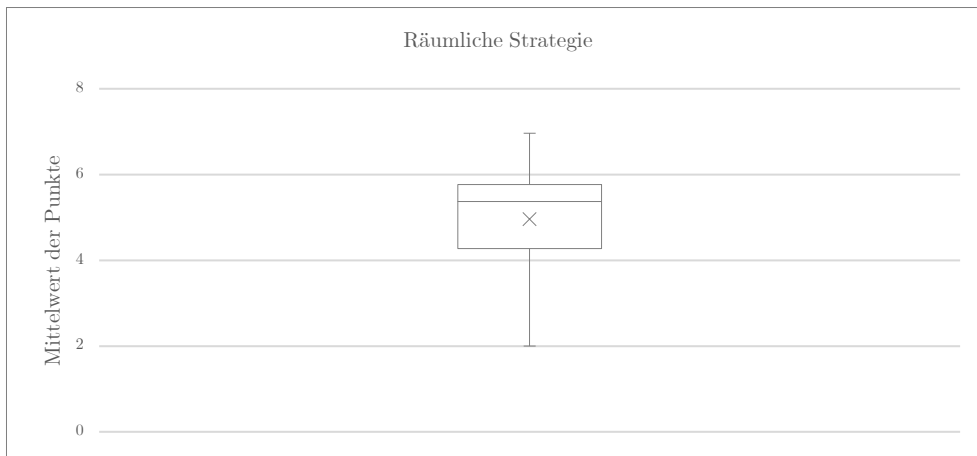


Abbildung 29: Boxplot der Werte des SBSOD-Tests

Da davon auszugehen ist, dass räumliches Denken und der Orientierungssinn, sprich die räumliche Strategie, einen Zusammenhang aufweisen, wurde diese Hypothese untersucht. In der Abbildung 30 ist das Streudiagramm mit den Werten des SBSOD-Tests und den Werten des Paper Folding Tests abgebildet. Die Korrelationsanalyse nach Spearman (Tabelle 4) zeigt, dass die Nullhypothese, also dass es keinen Zusammenhang zwischen räumlichem Denken und dem Orientierungssinn gibt, abgelehnt werden kann (Signifikanz-Wert: 0.028). Es kann also gezeigt werden, dass ein signifikanter Zusammenhang zwischen dem räumlichen Denken und dem Orientierungssinn besteht.

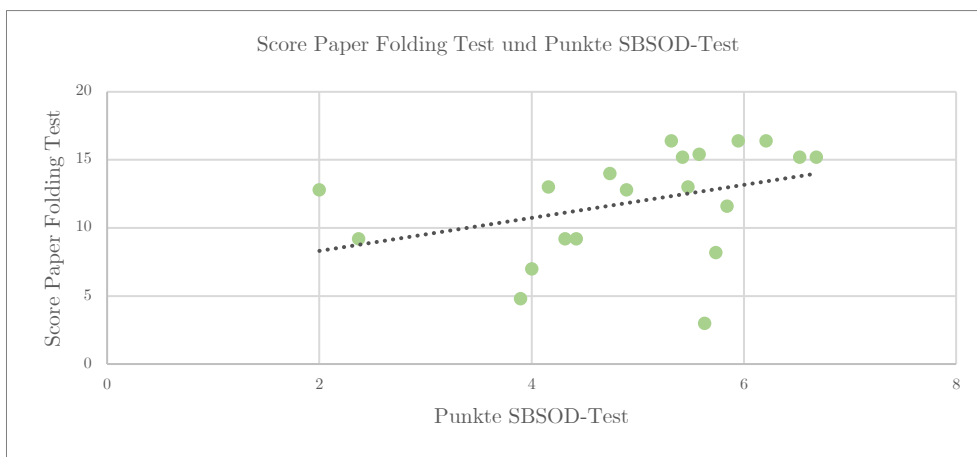


Abbildung 30: Streudiagramm SBSOD-Test und Paper Folding Test

		Punkte räumliche Strategie
Score Paper Folding Test	Korrelationskoeffizient	.492
	Signifikanz (2-seitig)	.028
	N	20

Tabelle 4: Korrelationsanalyse SBSOD-Test und Paper Folding Test

4.1.5 Technologienutzung

Um zu erfahren, über welche Erfahrungen die Teilnehmenden im Umgang mit modernen digitalen Technologien wie Smartphone und Tablet-Computer besitzen, wurden im Rahmen des Vortests diverse Fragen zum Besitz, zur Nutzung, zur Art der Nutzung und zu den verwendeten Betriebssystemen mobiler Geräte gestellt. Zusätzlich wurden Fragen zur Erfahrung im Umgang mit mobilen und gedruckten Karten gestellt. Diese Angaben sollen einerseits helfen, zu verstehen, über welche Erfahrungen die Teilnehmenden im Umgang mit mobilen Geräten besitzen, und weiter sollen damit Analysen möglich sein, ob z. B. die Erfahrungen im Umgang mit digitalen Karten einen Einfluss auf die Ergebnisse der Studie haben.

Mobile Geräte

Im Rahmen des Vortestes wurde den Teilnehmenden die Frage gestellt, über welche mobilen Geräte sie verfügen. Dabei standen den Teilnehmenden folgende Antwortmöglichkeiten zur Auswahl, wobei Mehrfachantworten möglich waren: «Smartphone», «Tablet», «GPS-Navigationsgerät», «herkömmliches Mobiltelefon», «ich besitze kein mobiles Gerät» und «keine Angabe». Die Abbildung 31 zeigt, wie viele Teilnehmende über welche Arten mobiler Geräte verfügen, wobei Antwortmöglichkeiten, welche von niemandem genannt wurden, nicht aufgeführt sind. In der Abbildung sieht man, dass 19 der 20 Teilnehmenden über ein Smartphone verfügen. Dies ist insofern nicht erstaunlich, als der Besitz eines Smartphones eine – wenn auch nur «weich» formulierte – Bedingung für die Teilnahme war. Spannend ist hierbei insbesondere die relativ hohe Anzahl (12) an Personen, welche über ein Tablet verfügen. Dies ist mit 60 Prozent immerhin deutlich mehr als die Hälfte. Ebenfalls interessant ist, dass drei Personen über ein herkömmliches Mobiltelefon verfügen. Wenn man davon ausgehen würde, dass das Smartphone eine Alternative zum herkömmlichen Mobiltelefon darstellt und dass nur eine Person nicht über ein Smartphone verfügt, würde man erwarten, dass die Anzahl herkömmlicher Mobiltelefone ebenfalls eins betragen würde. Offenbar gibt es aber Personen – wenn auch nur wenige –, welche sowohl ein herkömmliches Mobiltelefon als auch ein Smartphone besitzen. Weiter fällt auf, dass immerhin sechs Personen über ein GPS-Gerät verfügen.

Ob es sich dabei um ein mobiles «Handheld»-Gerät handelt oder um ein externes Gerät zur Montage in einem Fahrzeug, wurde nicht erhoben. Auch ob das GPS-Gerät als Alternative oder als Zusatz zum Smartphone verwendet wird, kann nicht gesagt werden.

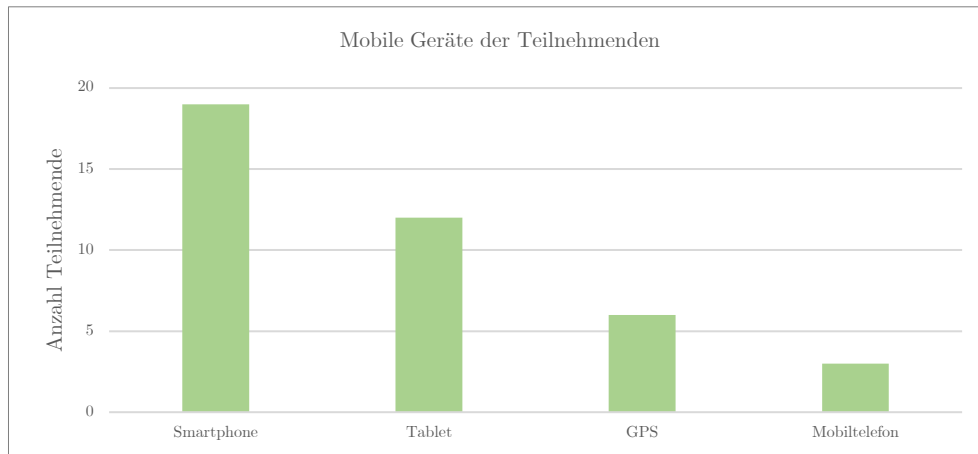


Abbildung 31: Mobile Geräte

Betriebssysteme der Smartphones

Die Teilnehmenden wurden nach dem Betriebssystem des von ihnen verwendeten Smartphones gefragt. 11 von 20 Teilnehmenden, also 55 Prozent, geben an, dass sie über ein Smartphone von Apple mit dem Betriebssystem iOS verfügen, 7 Teilnehmende resp. 35 Prozent der Teilnehmenden haben ein Smartphone mit Android-Betriebssystem und je eine Person gab an, dass sie nicht wisse, welches Betriebssystem auf ihrem Smartphone installiert sei resp. dass sie über kein Smartphone verfüge. Niemand verfügt über ein Smartphone mit Windows-Betriebssystem oder über ein Smartphone mit einem anderen Betriebssystem. In der Abbildung 32 ist ersichtlich, welche Betriebssysteme auf den Smartphones der Teilnehmenden installiert sind.

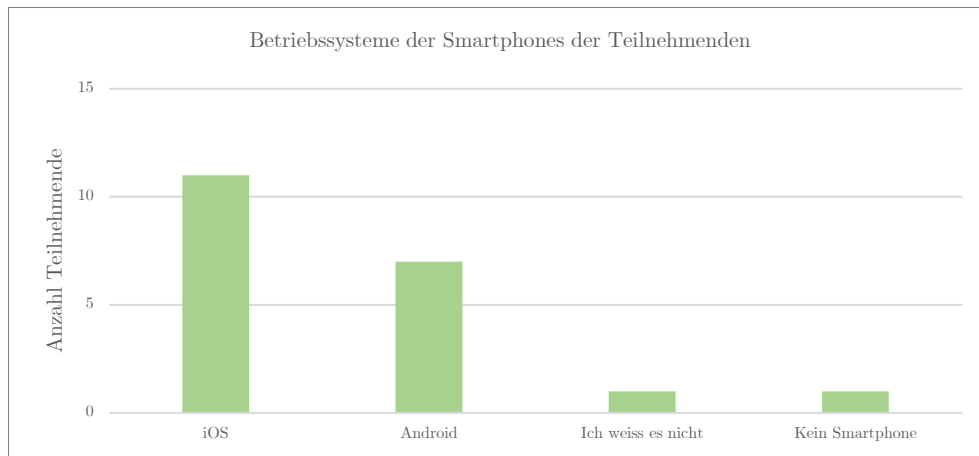


Abbildung 32: Betriebssysteme der Smartphones

Betriebssysteme der Tablets

Bei den zwölf Teilnehmenden, welche über ein Tablet verfügen, gab niemand an, nicht zu wissen, welches Betriebssystem auf dem Tablet installiert ist. Von den Tablet-Nutzenden haben 10 Personen, sprich 83.3 Prozent der Tablet-Nutzenden, ein Apple-Produkt mit iOS- und 2 Personen, resp. 16.7 Prozent, eines mit Android-Betriebssystem. In der Abbildung 33 ist ersichtlich, welche Betriebssysteme auf den Tablets der Teilnehmenden installiert sind.

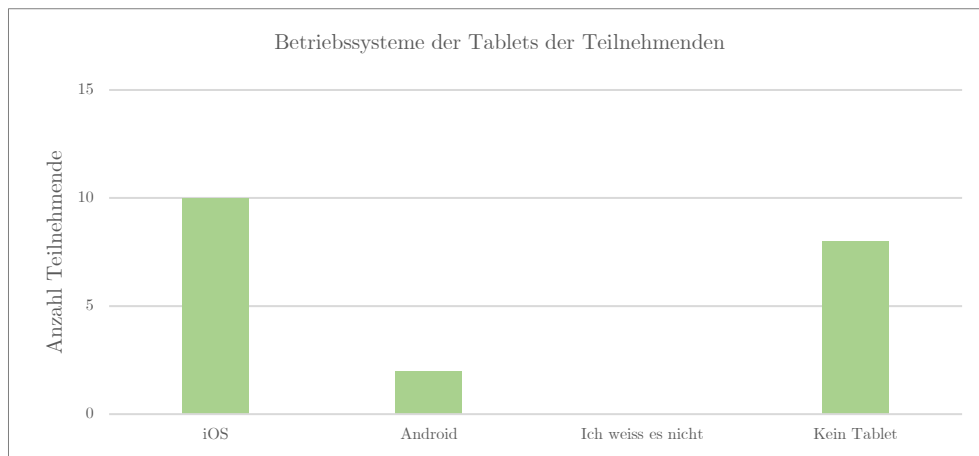


Abbildung 33: Betriebssysteme der Tablets

Häufigkeit der Nutzung mobiler Geräte

Die Teilnehmenden wurden gefragt, wie oft sie mobile Geräte nutzen. Dabei konnten sie auf einer Skala von eins (sehr häufig, mindestens einmal täglich) bis fünf (nie) die Nutzungshäufigkeit angeben.

figkeit angeben. 18 Teilnehmende (90 Prozent) gaben an, sehr häufig mobile Geräte zu verwenden, 2 Teilnehmende (10 Prozent) gaben an, mobile Geräte häufig (drei bis viermal pro Woche) zu verwenden. Keine der Teilnehmenden nutzten mobile Geräte weniger oft. Die Abbildung 34 zeigt die Häufigkeit der Nutzung mobiler Geräte durch die Teilnehmenden.

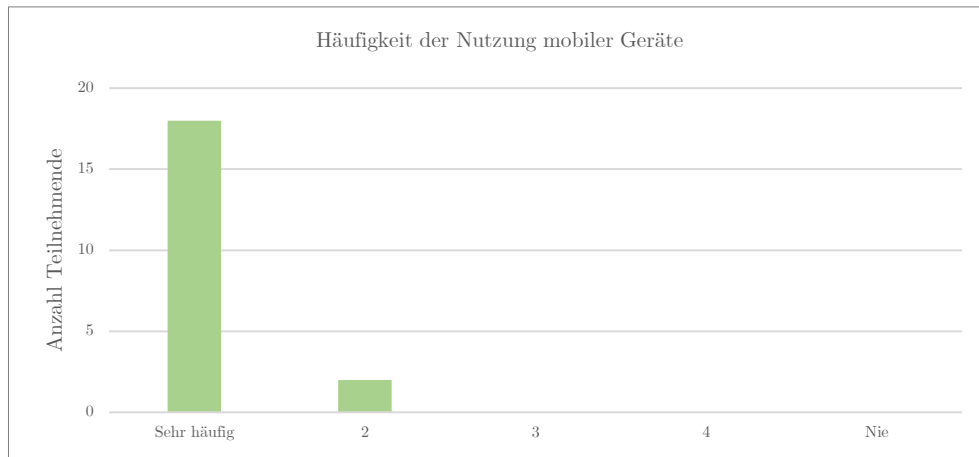


Abbildung 34: Häufigkeit der Nutzung mobiler Geräte

Genutzte Funktionen

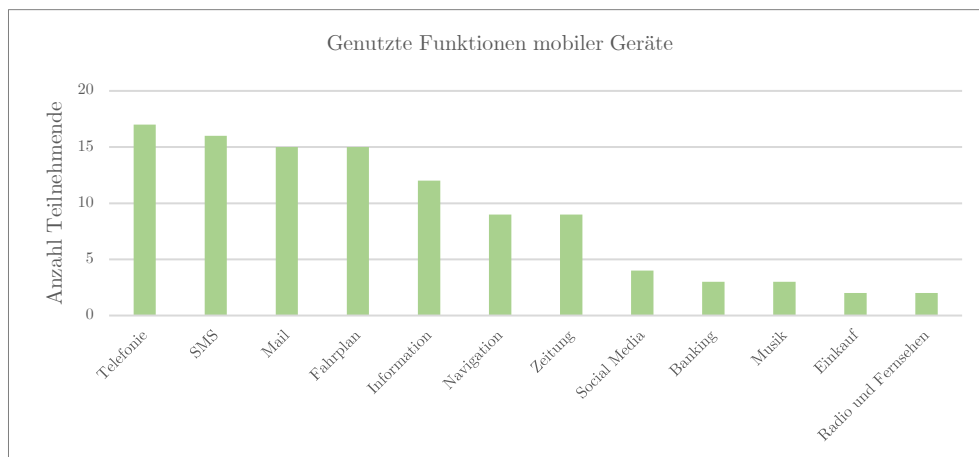


Abbildung 35: Genutzte Funktionen

Im Vortest wurde zudem erhoben, welche Funktionen die Teilnehmenden auf ihren mobilen Geräten nutzen (Abbildung 35). Bei dieser Frage konnten die Teilnehmenden mehrere Antworten geben. Nicht weiter erstaunt, dass 17 von 20 Teilnehmenden (85 Prozent) angaben, mobile Geräte für die Telefonie zu verwenden. Gefolgt wird diese Funktion von SMS (16 Teilnehmende, 80 Prozent) und von Mail (15 Teilnehmende, 75 Prozent). Radio und Fernsehen

und Einkauf belegen mit je 2 Personen (10 Prozent) die beiden letzten Plätze der genutzten Funktionen. Die Nutzung mobiler Geräte zu Navigationszwecken ist mit 9 Teilnehmenden (45 Prozent) im Mittelfeld.

4.1.6 Kartennutzung

Um zu analysieren, ob es einen Zusammenhang zwischen der Kartennutzung der Teilnehmenden und den Resultaten bei den Experimenten gibt, wurde erhoben, ob die Teilnehmenden digitale und analoge Karten nutzen, wie oft und zu welchem Zweck. Im Folgenden soll ein Überblick gegeben werden, wie oft und auf welchen Geräten die Teilnehmenden Karten nutzen.

Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten

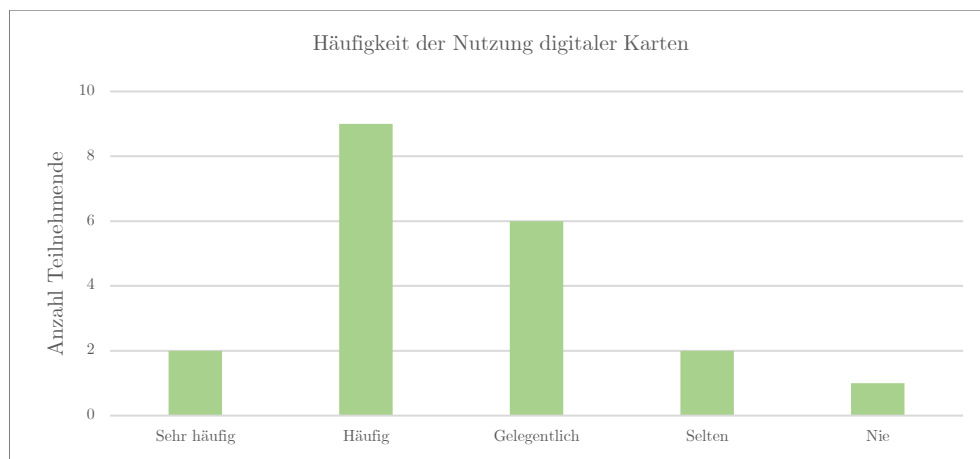


Abbildung 36: Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten

Von den 20 Teilnehmenden gaben 19 an, dass sie digitale Karten nutzen. Die Häufigkeit der Nutzung zeigt die Abbildung 36. Nur 2 Teilnehmende geben an, dass sie digitale Karten sehr häufig nutzen. 9 der 20 Teilnehmenden (45 Prozent) gaben an, digitale Karten häufig zu nutzen und 6 Teilnehmende (30 Prozent) gaben an, digitale Karten gelegentlich (zumindest einmal pro Monat) zu nutzen.

Gerät zur Nutzung digitaler Karten

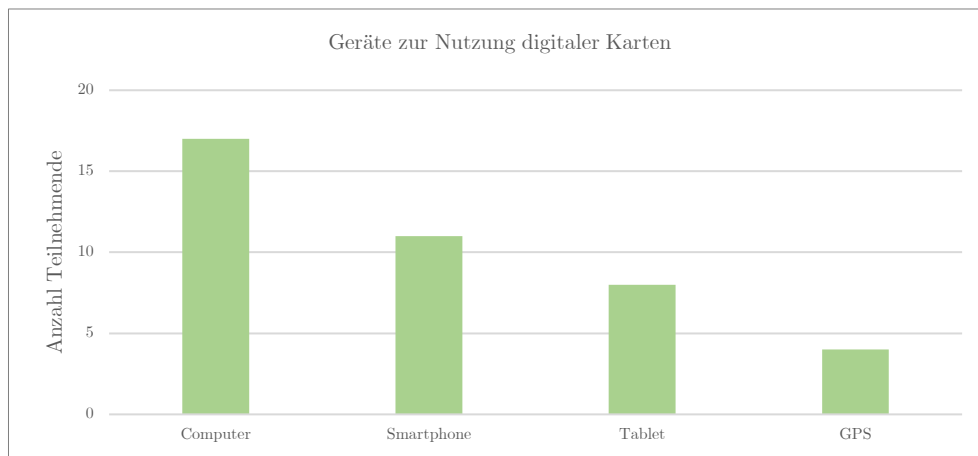


Abbildung 37: Geräte zur Nutzung digitaler Karten

Die Abbildung 37 zeigt, auf welchen Geräten die Teilnehmenden digitale Karten nutzen. Hier waren Mehrfachantworten möglich. 17 der 20 Teilnehmenden (85 Prozent) gaben an, dass sie digitale Karten auf dem Computer nutzen. 11 Teilnehmende (55 Prozent) gaben an, dass sie digitale Karten auf dem Smartphone nutzen, 8 Teilnehmende (40 Prozent) nutzen digitale Karten auf dem Tablet und 4 (20 Prozent) auf dem GPS-Gerät.

Häufigkeit der Nutzung gedruckter Karten

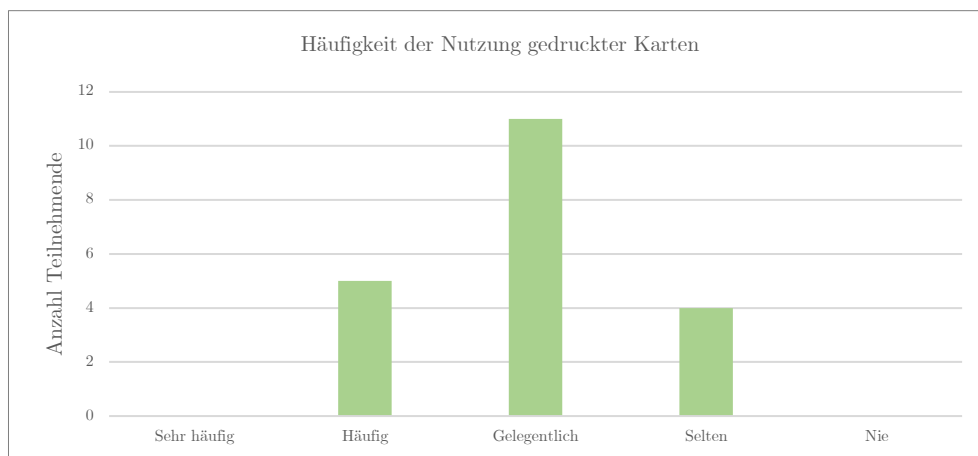


Abbildung 38: Häufigkeit der Nutzung gedruckter Karten

Alle 20 Teilnehmenden gaben an, dass sie gedruckte Karten nutzen. Die Abbildung 38 zeigt die Häufigkeit der Nutzung analoger Karten. Niemand gab an, gedruckte Karten sehr häufig oder nie zu nutzen. 11 und damit am meisten Teilnehmende (55 Prozent) gaben an, gedruckte

Karten gelegentlich (mindestens einmal pro Monat) zu nutzen. Interessant ist hier insbesondere der Vergleich mit der Nutzungshäufigkeit digitaler Karten. Es ist unschwer zu erkennen, dass die Teilnehmenden öfter digitale als analoge Karten nutzen.

4.1.7 Kognitive Fähigkeiten

Die kognitiven Fähigkeiten der Teilnehmenden wurde mit dem MMSE-Test überprüft. Der grösste Teil der Teilnehmenden hatte keinerlei Probleme, alle Fragen korrekt zu beantworten. Der tiefste Wert, liegt bei 28, der Mittelwert bei 29.65. Folstein et al. (1975) schreiben, dass in ihrer Untersuchung der Mittelwert für «Normale» (sic!) bei 27.6 lag. Somit liegen in dieser Studie alle Teilnehmenden über dem Mittelwert von Folstein et al. (1975).

Aufgrund des Tests zur kognitiven Verfassung der Teilnehmenden wurde niemand vom Experiment ausgeschlossen. Die Tabelle 5 zeigt die statistischen Kenngrössen der Auswertung des Tests, in der Abbildung 39 ist das Histogramm der Punkte des MMSE-Tests ersichtlich.

Anzahl	20
Mittelwert	29.65
Median	30
Varianz	0.34
Standardabweichung	0.59
Standardfehler	0.13

Tabelle 5: Kenngrössen MMSE-Test

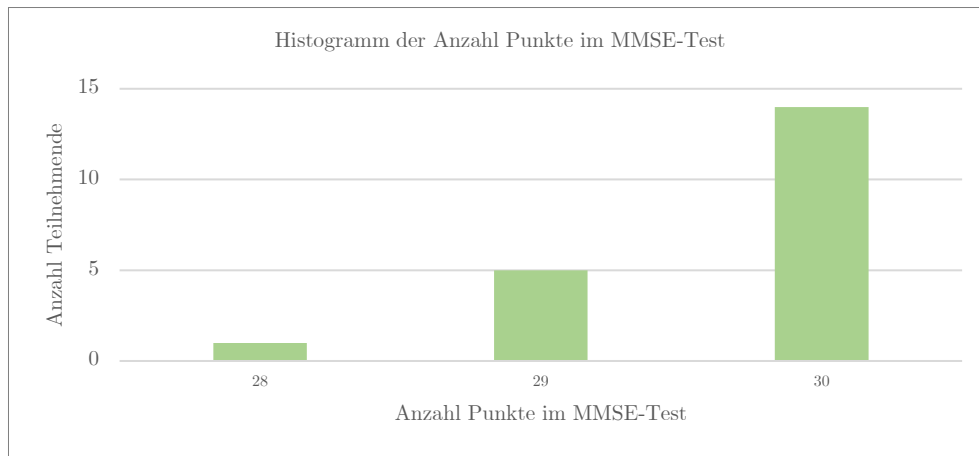


Abbildung 39: Histogramm der Anzahl Punkte im MMSE-Test

4.1.8 Kenntnis des Testgebietes

Um auszuschliessen, dass Personen, welche das Land Wales extrem gut kennen, am Experiment teilnehmen und damit die Resultate beeinflussen könnten, wurde abgefragt, wie die Kenntnisse über das Land sind. Auf einer Skala von eins (sehr schlecht) bis fünf (sehr gut) mussten die Teilnehmenden angeben, wie ihre Kenntnisse von Wales sind. In der Abbildung 40 ist ersichtlich, dass der grösste Teil, sprich 14 Teilnehmende (70 Prozent) Wales sehr schlecht oder gar nicht kennen. Diejenigen Teilnehmenden, welche von diesem Extremwert abweichen, gaben mündlich an, dass sie Wales bereits bereist haben, zum Teil sogar mehrfach. Niemand hat über längere Zeit in Wales gelebt. Eine Korrelationsanalyse hat ergeben, dass es keinen Hinweis darauf gibt, dass es einen Zusammenhang zwischen der erreichten Punktzahl im Experiment und der Kenntnis des Landes Wales gibt (Korrelation nach Spearman = -0.174, Signifikanz-Wert (zweiseitig) = 0.462, N = 20). Auch die Analyse, ob es einen Zusammenhang zwischen der durchschnittlichen Dauer zur Beantwortung der Fragen und der Kenntnis des Landes Wales gibt, lieferte keinen Hinweis auf eine signifikante Korrelation (Korrelation nach Spearman = 0.139, Signifikanz-Wert (zweiseitig) = 0.558, N = 20). Somit kann davon ausgegangen werden, dass ein höherer Wert bei der Angabe der Kenntnis die Resultate der Studie nicht beeinflusst. Es ist bei den gestellten Aufgaben auch kaum vorstellbar, dass eine gewisse Vertrautheit mit der Region einen massgeblichen Einfluss hätte. Die Region und die Aufgaben wurden mit Absicht so gewählt, dass möglichst wenig Teilnehmende über Vorkenntnisse verfügen und dass sich diese – sofern vorhanden – nur marginal oder nicht auf die Resultate auswirken.

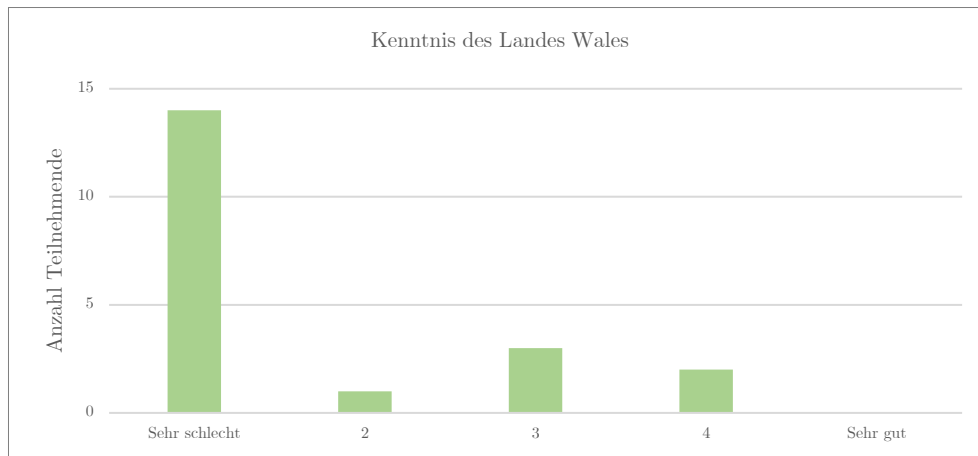


Abbildung 40: Kenntnis des Testgebietes

4.2 Einteilung der Teilnehmenden

Im Folgenden wird untersucht, ob das Alter oder das Geschlecht einen Einfluss auf die Resultate des Experimentes oder auf die erzielte Punktzahl im Paper Folding Test haben könnte. Falls dem so wäre, müsste die Einteilung, welche ausschliesslich auf dem Paper Folding Test basiert, angezweifelt werden. Es kann jedoch gezeigt werden, dass es keine Hinweise darauf gibt, dass das Alter oder das Geschlecht einen Einfluss auf die Resultate hat. Zudem führte die Einteilung basierend auf dem Paper Folding Test nicht zu einer unausgeglichene Alters- oder Geschlechterverteilung.

4.2.1 Alter

Um zu prüfen, ob das Alter einen signifikanten Einfluss auf die Resultate des Experimentes haben könnte, wurden verschiedene Analysen durchgeführt. Es wurde einerseits getestet, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Score im Paper Folding Test gibt. Weiter wurde geprüft, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Alter und der durchschnittlichen Dauer zur Beantwortung der Aufgaben des Experimentes gibt und ob es einen Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Mittelwert der Anzahl Punkte zur Messung der Effektivität gibt. Da die Altersverteilung je nach Geschlecht sehr unterschiedlich ist und da insbesondere bei den männlichen Teilnehmenden eine besser ausgeglichene Altersverteilung gegeben ist, wurden die Analysen einmal für alle Teilnehmenden und einmal nur für die Teilgruppe der männlichen Teilnehmenden durchgeführt. Es werden also insgesamt folgende sechs Zusammenhänge untersucht:

Analyse a Zusammenhang zwischen dem Alter und der Punktzahl des Paper Folding Tests	Analyse b Zusammenhang zwischen dem Alter und der Dauer zur Beantwortung der Aufgaben	Analyse c Zusammenhang zwischen dem Alter und der Punkte zur Messung der Effektivität
Analyse d Zusammenhang zwischen dem Alter männlicher Personen und der Punktzahl des Paper Folding Tests	Analyse e Zusammenhang zwischen dem Alter männlicher Personen und der Dauer zur Beantwortung der Aufgaben	Analyse f Zusammenhang zwischen dem Alter männlicher Personen und der Punkte zur Messung der Effektivität

Daraus leiten sich die folgenden Hypothesen ab:

Nullhypothese (H_0) a Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Alter und der Punktzahl des Paper Folding Tests.	Nullhypothese (H_0) b Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Alter und der Dauer zur Beantwortung der Aufgaben.	Nullhypothese (H_0) c Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Alter und der Punkte zur Messung der Effektivität.
Nullhypothese (H_0) d Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Alter männlicher Personen und der Punktzahl des Paper Folding Tests.	Nullhypothese (H_0) e Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Alter männlicher Personen und der Dauer zur Beantwortung der Aufgaben.	Nullhypothese (H_0) f Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Alter männlicher Personen und der Punkte zur Messung der Effektivität.

Alter und Score für alle Teilnehmende

In der Abbildung 41 ist der Zusammenhang zwischen dem Alter aller Teilnehmenden und deren jeweiligem Score im Paper Folding Test zu sehen. Es ist zu sehen, dass es offensichtlich keinen Zusammenhang zwischen den beiden Variablen gibt.

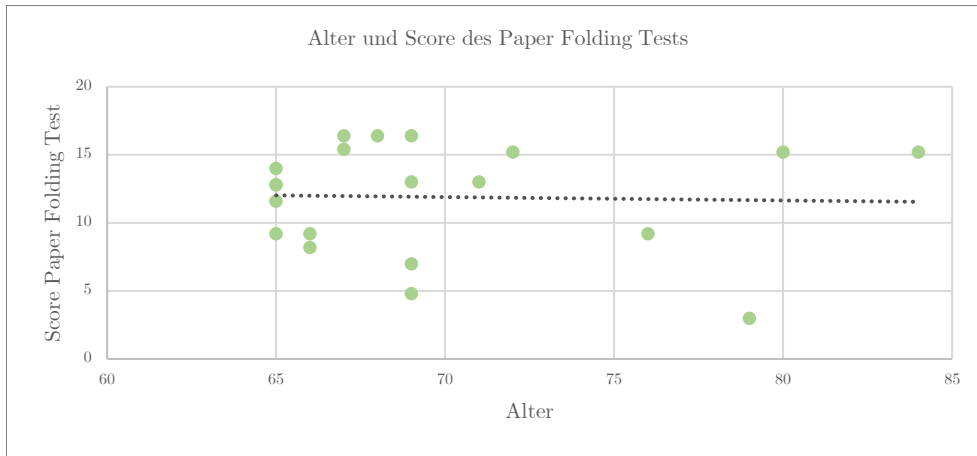


Abbildung 41: Streudiagramm Alter und Score im Paper Folding Test

Auch die Korrelationsanalyse nach Spearman, deren Resultate in der Tabelle 6 abgebildet sind, lässt den Schluss nicht zu, dass es einen Zusammenhang zwischen dem Alter und dem Score im Paper Folding Test gibt. Mit einem p-Wert von 0.723 kann die Nullhypothese (H_0) a, dass es keinen Zusammenhang gibt, nicht verworfen werden.

		Score Paper Folding Test
Alter	Korrelationskoeffizient	.085
	Signifikanz (2-seitig)	.723
	N	20

Tabelle 6: Korrelationsanalyse Alter und Score im Paper Folding Test

Alter und Dauer für alle Teilnehmende



Abbildung 42: Streudiagramm Alter und Mittelwert der Dauer

Im Streudiagramm (Abbildung 42) sind die Mittelwerte zur Dauer der Lösung der Aufgaben und das Alter pro Testperson abgebildet. Auch hier ist kein Zusammenhang zu erkennen. Auch die Korrelationsanalyse nach Spearman, deren Resultate in der Tabelle 7 abgebildet sind, lassen den Schluss nicht zu, dass es einen Zusammenhang zwischen den zwei Variablen gibt (Signifikanz-Wert (zweiseitig) = 0.851).

		Mittelwert der Dauer
Alter	Korrelationskoeffizient	.045
	Signifikanz (2-seitig)	.851
	N	20

Tabelle 7: Korrelationsanalyse Alter und Mittelwert der Dauer

Alter und Punktzahl für alle Teilnehmende

In der Abbildung 43 ist das Streudiagramm zwischen dem Alter und dem Mittelwert der erreichten Punktzahl im Experiment zu sehen. Auch hier liegt die Vermutung nahe, dass es keinen Zusammenhang gibt. Allenfalls könnte man aufgrund des Diagramms und der darin enthaltenen Trendlinie davon ausgehen, dass es einen – wenn auch schwachen – negativen Zusammenhang gibt.

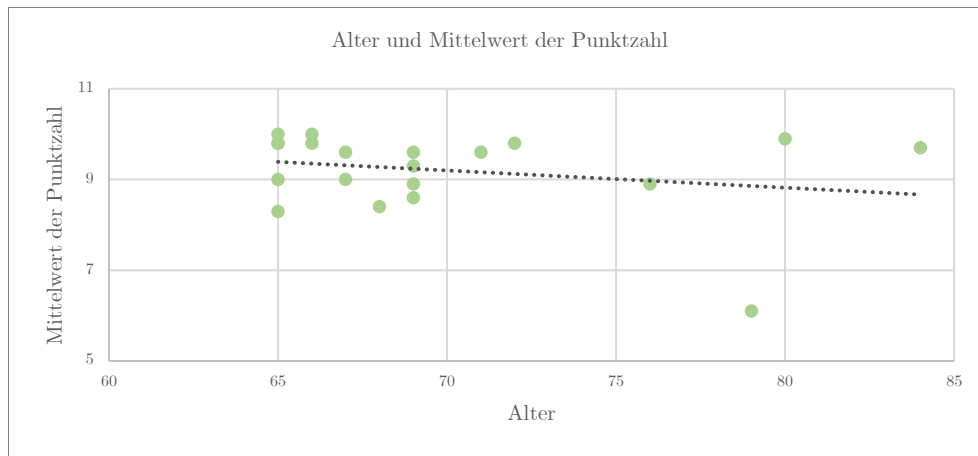


Abbildung 43: Streudiagramm Alter und Mittelwert der erreichten Punktzahl

Die in der Tabelle 8 ausgewiesenen Werte der Korrelationsanalyse nach Spearman zeigen denn auch, dass es keinen Hinweis auf einen Zusammenhang – ob positiv oder negativ – zwischen den zwei Variablen gibt (Signifikanz-Wert (zweiseitig) = 0.457).

		Mittelwert der Punktzahl
Alter	Korrelationskoeffizient	-.176
	Signifikanz (2-seitig)	.457
	N	20

Tabelle 8: Korrelationsanalyse Alter und Mittelwert der Punktzahl

Alter und Score im Paper Folding Test der männlichen Teilnehmenden

Wenn die Analyse, ob das Alter und der Score im Paper Folding Test zusammenhängen, lediglich auf die männlichen Teilnehmenden, welche eine besser ausgeglichene Altersverteilung aufweisen, begrenzt wird, so zeigt sich ein ähnliches Bild. Im Scatterplot in der Abbildung 44 sind die Scores des Paper Folding Tests in Abhängigkeit des Alters der männlichen Teilnehmenden zu sehen. Auch hier gibt es keinen Hinweis auf einen Zusammenhang. Dies wird zudem mit der Analyse der Korrelation nach Spearman gestützt. Tabelle 9 zeigt die Resultate der Analyse. Auch gemäss dieser Analyse gibt es keinen Hinweis darauf, dass das Alter und der Score im Paper Folding Test in einem Zusammenhang stehen (Signifikanz-Wert (zweiseitig) = 0.903).

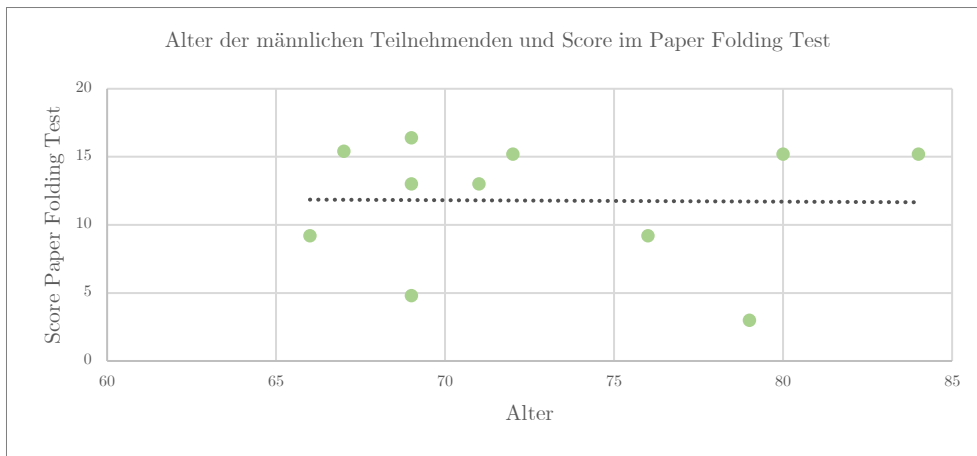


Abbildung 44: Streudiagramm Score Paper Folding Test und Alter

		Score Paper Folding Test
Alter männliche Teilnehmende	Korrelationskoeffizient	-.042
	Signifikanz (2-seitig)	.903
	N	11

Tabelle 9: Korrelationsanalyse Alter männliche Teilnehmende und Score Paper Folding Test

Alter und Dauer männliche Teilnehmer

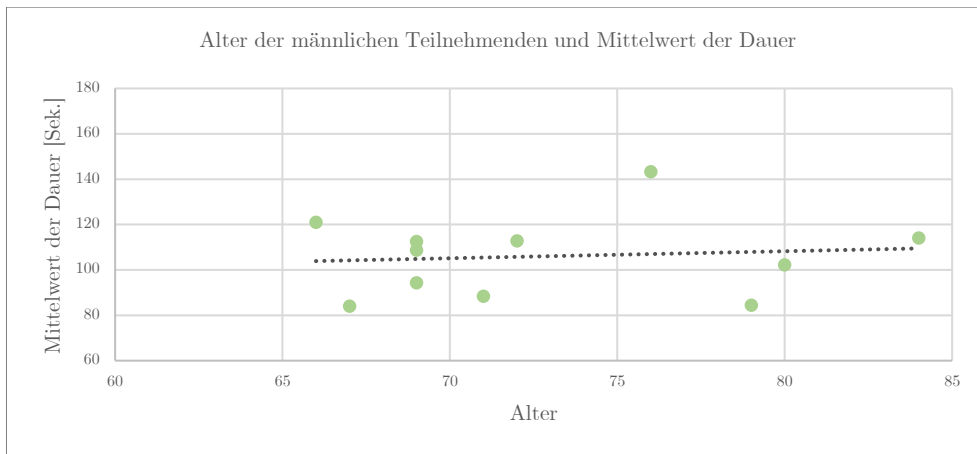


Abbildung 45: Streudiagramm Mittelwert der Dauer männliche Teilnehmende und Alter

Auch die in der Abbildung 45 abgebildeten Mittelwerte der Dauer zur Lösung der Aufgaben und das Alter der männlichen Teilnehmenden weisen darauf hin, dass es keinen Zusammen-

hang zwischen dem Alter und der Dauer gibt. Die in Tabelle 10 aufgeführten Werte der Korrelationsanalyse nach Spearman geben ebenfalls keinen Hinweis auf einen solchen Zusammenhang. Mit einem Signifikanz-Wert (zweiseitig) von 0.727 muss die Nullhypothese (H_0) ebenfalls beibehalten werden.

		Mittelwert der Dauer
Alter männliche Teilnehmende	Korrelationskoeffizient	.119
	Signifikanz (2-seitig)	.727
	N	11

Tabelle 10: Korrelationsanalyse Alter männliche Teilnehmende und Mittelwert der Dauer

Alter und Punktzahl der männlichen Teilnehmenden

Auch die Analyse zwischen dem Alter und der erreichten Punktzahl gibt bei ausschliesslicher Berücksichtigung der männlichen Teilnehmenden keinen Hinweis auf einen Zusammenhang (Abbildung 46). Hier ist zu berücksichtigen, dass der tiefe Wert bei der Punktzahl, welcher als Ausreisser betrachtet werden kann, die Richtung einer allfälligen Korrelation beeinflusst. Es spielt jedoch keine Rolle, ob der Wert mitberücksichtigt wird oder nicht. Der Signifikanz-Wert der Korrelationsanalyse nach Spearman ist in jedem Fall grösser als 0.05, weshalb es auch hier keinen Hinweis auf einen Zusammenhang gibt. In der Tabelle 11 sind die Resultate der Korrelationsanalyse nach Spearman ersichtlich.

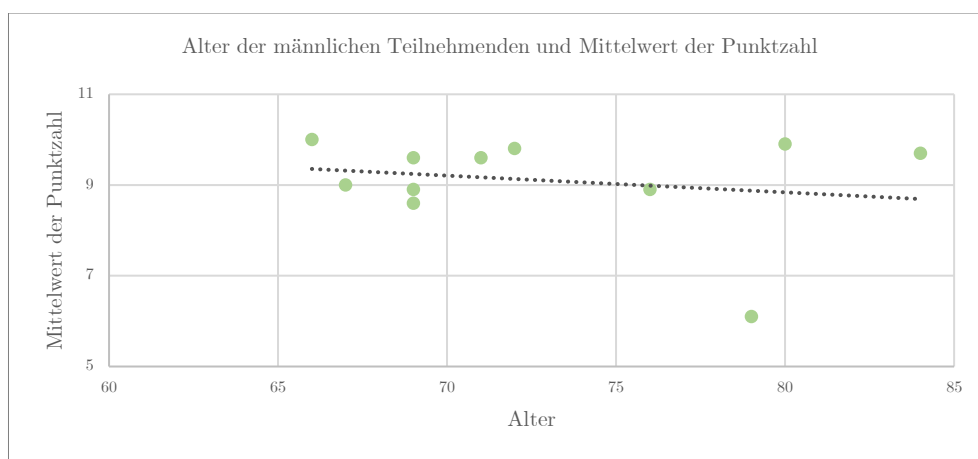


Abbildung 46: Streudiagramm Mittelwert der Punktzahl und Alter männliche Teilnehmende

		Mittelwert der Punktzahl
Alter männliche Teilnehmende	Korrelationskoeffizient	.000
	Signifikanz (2-seitig)	1.000
	N	11

Tabelle 11: Korrelationsanalyse Alter männliche Teilnehmende und Mittelwert der Punktzahl

4.2.2 Geschlecht

Um zu prüfen, ob das Geschlecht einen signifikanten Einfluss auf die Resultate des Experimentes haben könnte, wurden verschiedene Analysen – analog zu den Analysen bezüglich des Alters – durchgeführt. Es wurde einerseits getestet, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Score im Paper Folding Test gibt. Weiter wurde geprüft, ob es einen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der durchschnittlichen Dauer zur Beantwortung der Aufgaben des Experimentes gibt, und ob ein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Mittelwert der Anzahl Punkte zur Messung der Effektivität besteht. Da die Geschlechterverteilung je nach Alter sehr unterschiedlich ist und da insbesondere bei den unter 69-jährigen Teilnehmenden eine besser ausgeglichene Geschlechterverteilung gegeben ist, wurden die Analysen einmal für alle Teilnehmenden und einmal nur für die Teilgruppe der unter 69-jährigen Teilnehmenden durchgeführt. Es wurden also insgesamt folgende sechs Zusammenhänge untersucht:

Analyse u Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Punktzahl im Paper Folding Test	Analyse v Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Dauer zur Beantwortung der Aufgaben	Analyse w Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Punkte zur Messung der Effektivität
Analyse x Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der unter 69-Jährigen und der Punktzahl im Paper Folding Test	Analyse y Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der unter 69-Jährigen und der Dauer zur Beantwortung der Aufgaben	Analyse z Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der unter 69-Jährigen und der Punkte zur Messung der Effektivität

Daraus leiten sich die folgenden Hypothesen ab:

Nullhypothese (H_0) u Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Punktzahl im Paper Folding Test.	Nullhypothese (H_0) v Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Dauer zur Beantwortung der Aufgaben.	Nullhypothese (H_0) w Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und der Punkte zur Messung der Effektivität.
Nullhypothese (H_0) x Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der unter 69-Jährigen und der Punktzahl im Paper Folding Test.	Nullhypothese (H_0) y Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der unter 69-Jährigen und der Dauer zur Beantwortung der Aufgaben.	Nullhypothese (H_0) z Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Geschlecht der unter 69-Jährigen und der Punkte zur Messung der Effektivität.

Geschlecht und Score für alle Teilnehmende

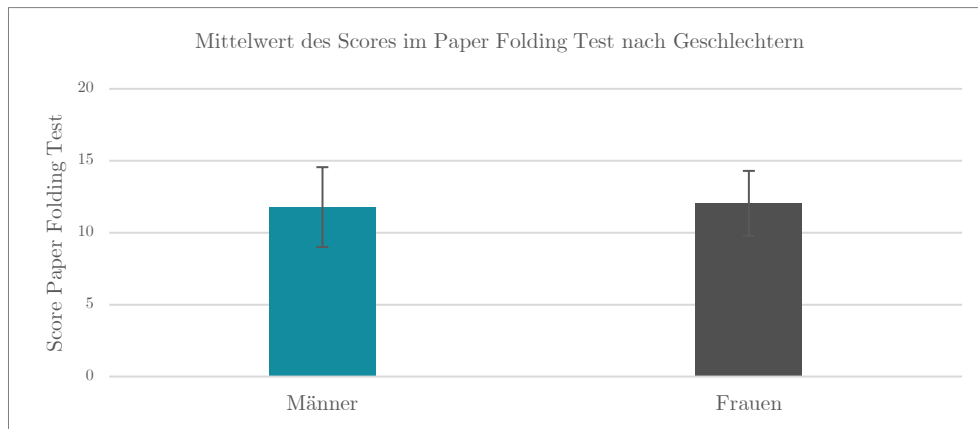


Abbildung 47: Mittelwert des Scores im Paper Folding Test nach Geschlechtern

Die Abbildung 47 zeigt die Mittelwerte der Scores im Paper Folding Test für alle Teilnehmenden, aufgeteilt nach Geschlechtern. Die männlichen Teilnehmenden haben im Mittel 11.78 Punkte erreicht, die weiblichen 12.04. In der Abbildung 48 ist das Histogramm der Scores im Paper Folding Test nach Geschlechtern abgebildet. In der Tabelle 12 sind die Resultate des Mann-Whitney-U-Tests ersichtlich. Der Signifikanz-Wert für den Levene-Test auf Varianzgleichheit beträgt 0.255 (Tabelle 13), was grösser als 0.05 ist. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Varianzen gleich sind. Die exakte Signifikanz (zweiseitig) für den Mann-Whitney-U-Test weist einen Wert von 0.824 auf (Tabelle 12), der somit über 0.05 liegt. Folglich kann kein Hinweis darauf gefunden werden, dass es einen Unterschied zwischen den Geschlechtern bezüglich des Scores im Paper Folding Test gibt.

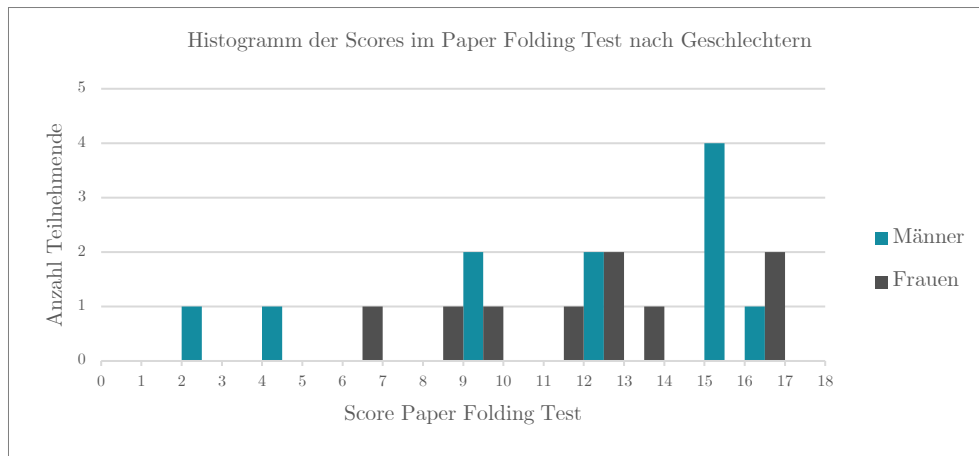


Abbildung 48: Histogramm der Scores im Paper Folding Test nach Geschlechtern

Score Paper Folding Test	
Mann-Whitney-U	46
Wilcoxon-W	112
Z	-.267
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.789
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	.824

Tabelle 12: Mann-Whitney-U-Tests Geschlecht und Score Paper Folding Test

Levene-Test der Varianzgleichheit		
	F	Signifikanz
Varianzen sind gleich	1.381	.255

Tabelle 13: Levene-Test der Varianzgleichheit Geschlecht und Score Paper Folding Test

Geschlecht und Dauer für alle Teilnehmende

Auch bei der Dauer zur Lösung der Aufgaben kann kein Hinweis darauf gefunden werden, dass es einen Unterschied zwischen Männern und Frauen gibt. Der Mittelwert der männlichen Teilnehmenden beträgt 106, derjenige der weiblichen Teilnehmenden 119 Sekunden. Dies ist in der Abbildung 49 ersichtlich. In der Abbildung 50 ist das Histogramm der Dauer zur Lösung der Aufgaben nach Geschlechtern abgebildet.

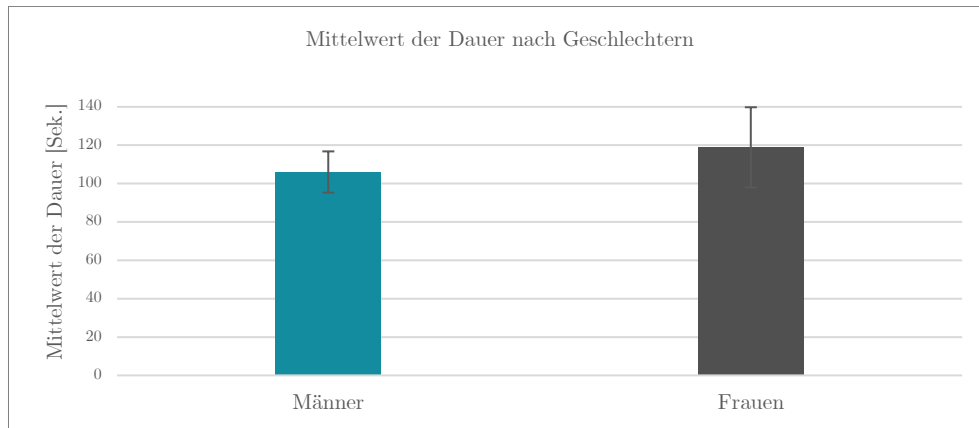


Abbildung 49: Mittelwert der Dauer nach Geschlechtern

In der Tabelle 14 sind die Resultate des Mann-Whitney-U-Tests aufgeführt. Der Signifikanzwert von 0.057 (Tabelle 14) für den Levene-Test der Varianzgleichheit liegt über 0.05. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Varianzen gleich sind. Der Mann-Whitney-U-Test weist einen exakten Signifikanzwert (zweiseitig) von 0.412 auf, womit es keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Geschlechtern in Bezug auf die Dauer zur Lösung der Aufgaben gibt (Tabelle 15).

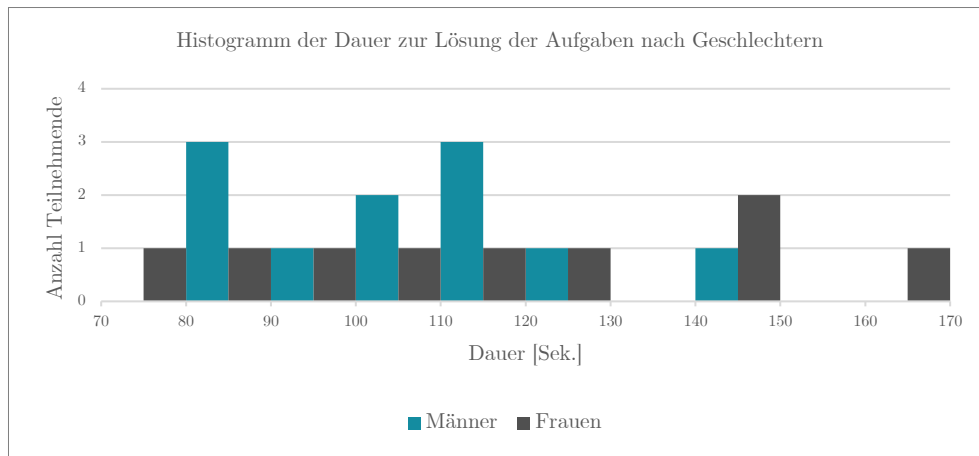


Abbildung 50: Histogramm der Dauer zur Lösung der Aufgaben nach Geschlechtern

	F	Signifikanz
Varianzen sind gleich	4.146	.057

Tabelle 14: Levene-Test der Varianzgleichheit Dauer und Geschlecht

	Dauer
Mann-Whitney-U	38
Wilcoxon-W	104
Z	-.8741
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.382
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	.412

Tabelle 15: Mann-Whitney-U-Tests Dauer und Geschlecht

Geschlecht und Punktzahl für alle Teilnehmende

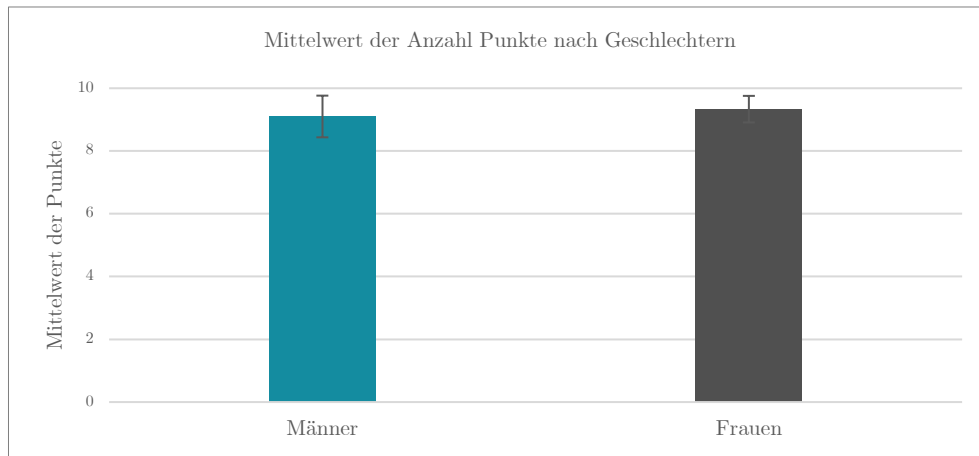


Abbildung 51: Mittelwert der Anzahl Punkte nach Geschlechtern

Auch in Bezug auf die mittlere Punktzahl gibt es keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Geschlechtern. Wie in der Abbildung 51 ersichtlich ist, beträgt der Mittelwert der Punkte bei den Männern 9.1, bei den Frauen 9.3. In der Abbildung 52 ist das Histogramm der Anzahl Punkte nach Geschlechtern ersichtlich. Die in der Tabelle 16 dargestellten Resultate zeigen, dass basierend auf dem Levene-Test der Varianzgleichheit von gleichen Varianzen ausgegangen werden kann. Mit 0.766 ist der exakte Signifikanz-Wert (zweiseitig) des Mann-Whitney-U-Tests grösser als 0.05, und damit lässt sich kein Hinweis auf einen Geschlechterunterschied in Bezug auf die erreichte Anzahl Punkte finden (Tabelle 17).

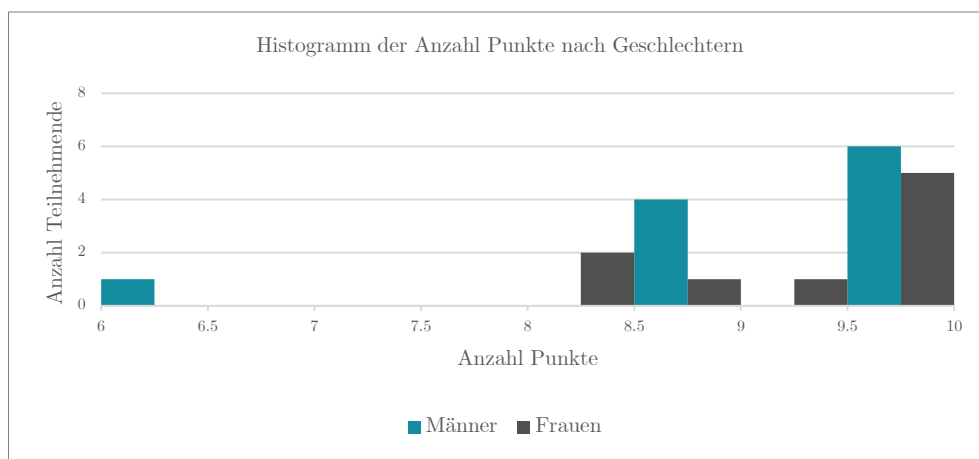


Abbildung 52: Histogramm der Anzahl Punkte nach Geschlechtern

Levene-Test der Varianzgleichheit		
	F	Signifikanz
Varianzen sind gleich	.545	.470

Tabelle 16: Levene-Test der Varianzgleichheit Anzahl Punkte und Geschlecht

Anzahl Punkte	
Mann-Whitney-U	45
Wilcoxon-W	111.5
Z	-.306
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.760
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	.766

Tabelle 17: Mann-Whitney-U-Tests Anzahl Punkte und Geschlecht

Geschlecht und Score im Paper Folding Test der unter 70-jährigen Teilnehmenden

Wie oben erwähnt, wurden die drei Tests, welche zeigen sollen, ob es einen Unterschied zwischen den Geschlechtern gibt, zusätzlich für die Teilgruppe der unter 70-jährigen Teilnehmenden durchgeführt. In der Abbildung 53 sind die Mittelwerte der Scores im Paper Folding Test für die unter 70-jährigen Teilnehmenden, aufgeteilt nach Geschlechtern, abgebildet. Die unter 70-jährigen Männer erreichten einen durchschnittlichen Score von 11.7, die Frauen einen von 12.1. Der Levene-Test der Varianzgleichheit weist einen Signifikanz-Wert von 0.842 (Tabelle 18) auf, womit kein Hinweis auf ungleiche Varianzen gefunden werden kann. Der Mann-Whitney-U-Test weist einen exakten Signifikanz-Wert (zweiseitig) von 0.950 auf (Tabelle 19). Somit gibt es keinen Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen dem Geschlecht und dem Score im Paper Folding Test bei den unter 70-Jährigen.

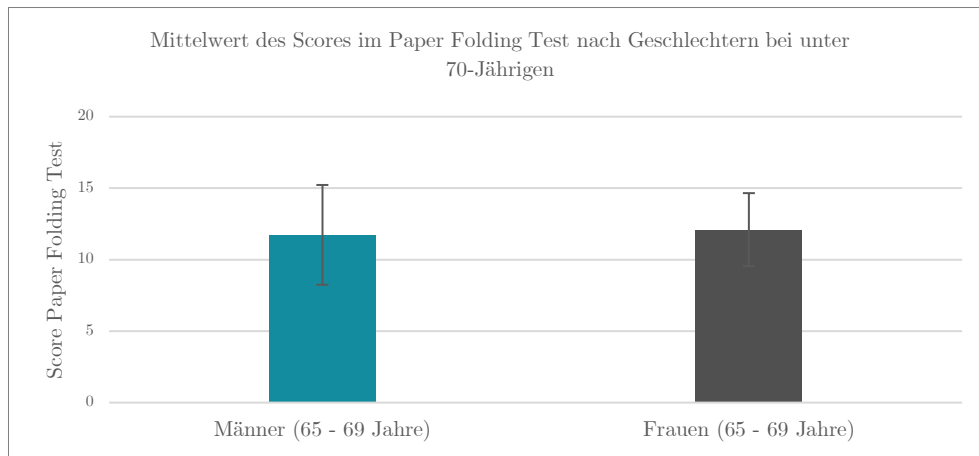


Abbildung 53: Mittelwert des Scores im Paper Folding Test nach Geschlechtern bei unter 70-Jährigen

Levene-Test der Varianzgleichheit		
	F	Signifikanz
Varianzen sind gleich	.041	.842

Tabelle 18: Levene-Test der Varianzgleichheit des Score im Paper Folding Test nach Geschlecht bei den unter 70-Jährigen

Score Paper Folding Test	
Mann-Whitney-U	23.5
Wilcoxon-W	44.5
Z	-.065
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.948
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	.950

Tabelle 19: Mann-Whitney-U-Test des Score im Paper Folding Test nach Geschlecht bei den unter 70-Jährigen

Geschlecht und Dauer unter 70-jährige Teilnehmende

Bei der Dauer für die Lösung der Aufgaben bei den unter 70-jährigen unterscheidet sich der Mittelwert der männlichen Teilnehmenden (100 Sekunden) stärker vom Mittelwert der weiblichen Teilnehmenden (124 Sekunden), als wenn alle Teilnehmenden berücksichtigt werden. Dieser Unterschied ist in der Abbildung 54 ersichtlich.

Der Mann-Whitney-U-Test weist einen exakten Signifikanz-Wert (zweiseitig) von 0.108 auf, was grösser ist als 0.05 (Tabelle 21). Der Levene-Test der Varianzgleichheit weist mit einem Wert für die Signifikanz von 0.148 darauf hin, dass die Varianzen gleich sind (Tabelle 20). Somit kann auch in diesem Fall die Nullhypothese nicht verworfen und kein Hinweis darauf gefunden werden, dass bei den unter 70-Jährigen zwischen den Geschlechtern ein Unterschied bezüglich der Dauer zur Lösung der Aufgaben besteht.

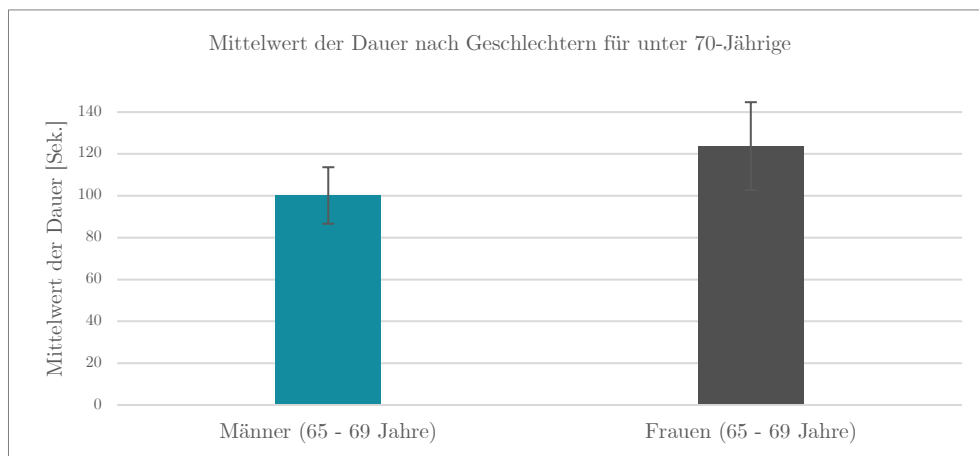


Abbildung 54: Mittelwert der Dauer nach Geschlechtern für unter 70-Jährige

Levene-Test der Varianzgleichheit		
	F	Signifikanz
Varianzen sind gleich	2.388	.148

Tabelle 20: Levene-Test der Dauer nach Geschlechtern für unter 70-Jährige

Dauer	
Mann-Whitney-U	11
Wilcoxon-W	32
Z	-1.6781
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.093
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	.108

Tabelle 21: Mann-Whitney-U-Test der Dauer nach Geschlechtern für unter 70-Jährige

Geschlecht und Punktzahl der unter 70-jährigen Teilnehmenden

Und zuletzt kann auch kein Hinweis auf einen Unterschied zwischen den Geschlechtern in Bezug auf die Anzahl Punkte gefunden werden. In der Abbildung 55 sind die Mittelwerte der Anzahl Punkte der unter 70-jährigen für die weiblichen und die männlichen Teilnehmenden abgebildet. Die unter 70-jährigen männlichen Teilnehmenden erreichten im Durchschnitt 9.32 Punkte, die unter 70-jährigen weiblichen Teilnehmenden im Durchschnitt 9.28 Punkte.

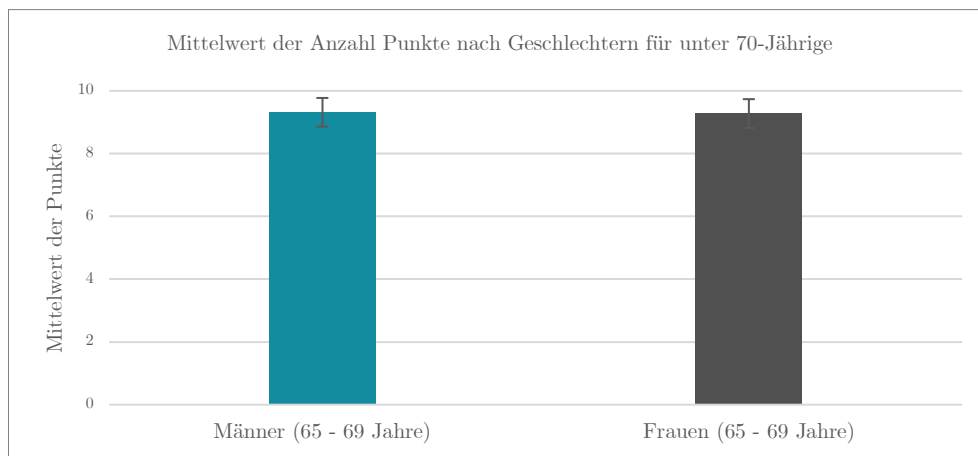


Abbildung 55: Mittelwert der Anzahl Punkte nach Geschlechtern für unter 70-Jährige

In der Tabelle 22 sind die Resultate des Levene-Tests der Varianzgleichheit dargestellt. Mit einem Signifikanz-Wert von 0.749 für den Levene-Test der Varianzgleichheit kann davon aus-

gegangen werden, dass die Varianzen gleich sind. Mit einem exakten Signifikanz-Wert (zweiseitig) von 0.950 für den Mann-Whitney-U-Test kann nicht davon ausgegangen werden, dass bei den unter 70-Jährigen ein Unterschied zwischen Männern und Frauen bezüglich der erreichten Anzahl Punkte besteht (Tabelle 23).

Levene-Test der Varianzgleichheit		
	F	Signifikanz
Varianzen sind gleich	.107	.749

Tabelle 22: Levene-Test Anzahl Punkte nach Geschlechtern für unter 70-Jährige

Anzahl Punkte	
Mann-Whitney-U	23.5
Wilcoxon-W	59.5
Z	-.0651
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.948
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	.950

Tabelle 23: Mann-Whitney-U-Test Anzahl Punkte nach Geschlechtern für unter 70-Jährige

4.2.3 Einteilung

Die Teilnehmenden wurden basierend auf den Ergebnissen des Paper Folding Tests in zwei Gruppen, die Experimental- und die Kontrollgruppe, eingeteilt. Dies ist in diesem Fall möglich, da es keinen Hinweis darauf gibt, dass das Geschlecht oder das Alter mit den erzielten Scores im Paper Folding Test oder mit den Ergebnissen des Hauptexperimentes (Effektivität und Effizienz) signifikant korrelieren. Es kann daher nicht gezeigt werden, dass das Geschlecht oder das Alter einen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse des Experimentes haben. Hätte nachgewiesen werden können, dass das Geschlecht oder das Alter einen Einfluss haben, und dass weder die Geschlechter- noch die Altersverteilung ausgeglichen wären, so hätte die Einteilung,

welche lediglich auf dem Score des Paper Folding Tests basiert, als ungeeignet bezeichnet werden müssen.

Die Abbildung 19 zeigt zwar, dass eine Gruppeneinteilung basierend auf den Scores des Paper Folding Tests nicht zu einer ausgeglichenen Geschlechterverteilung (Frauenanteil der gesamten Stichprobe: 45 Prozent, Frauenanteil Kontrollgruppe: 50 Prozent, Frauenanteil Experimentalgruppe: 40 Prozent) innerhalb der Gruppen führt. Da es aber keinen Hinweis darauf gibt, dass das Geschlecht einen Einfluss hätte, spielt dies eine untergeordnete Rolle. Die unausgeglichene Verteilung ist zudem nicht extrem. Hätte die Einteilung dazu geführt, dass in einer Gruppe keine oder extrem wenige Frauen – bzw. Männer – vertreten gewesen wären, so hätte dies auf jeden Fall korrigiert werden müssen.

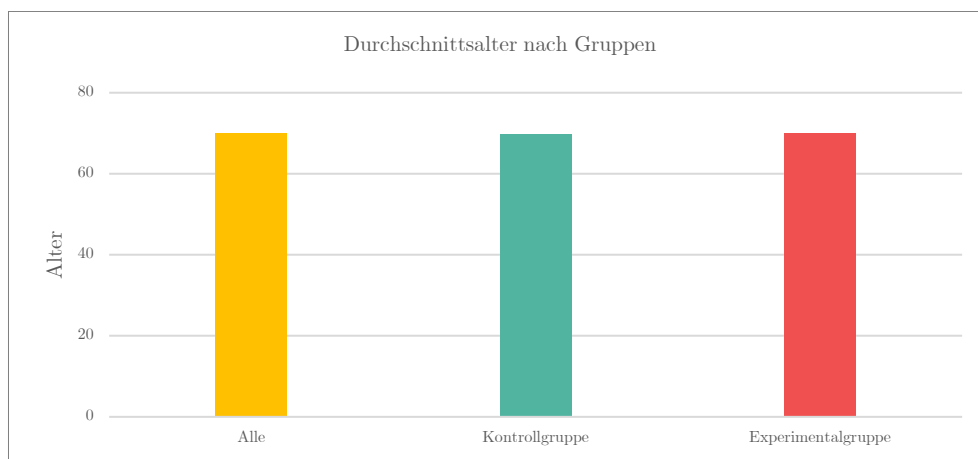


Abbildung 56: Durchschnittsalter nach Gruppen

Weiter führt die Gruppeneinteilung basierend auf den Scores im Paper Folding Test zu einer mehr oder weniger ausgeglichenen Altersverteilung innerhalb der Gruppen, wie die Abbildung 56 zeigt (Durchschnittsalter der gesamten Stichprobe: 69.9, Durchschnittsalter der Kontrollgruppe: 69.7, Durchschnittsalter der Experimentalgruppe: 70).

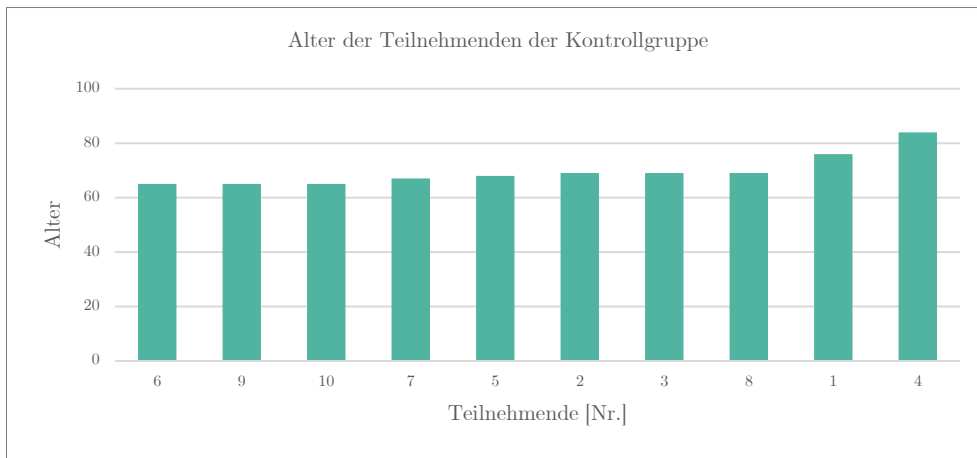


Abbildung 57: Alter der Teilnehmenden der Kontrollgruppe

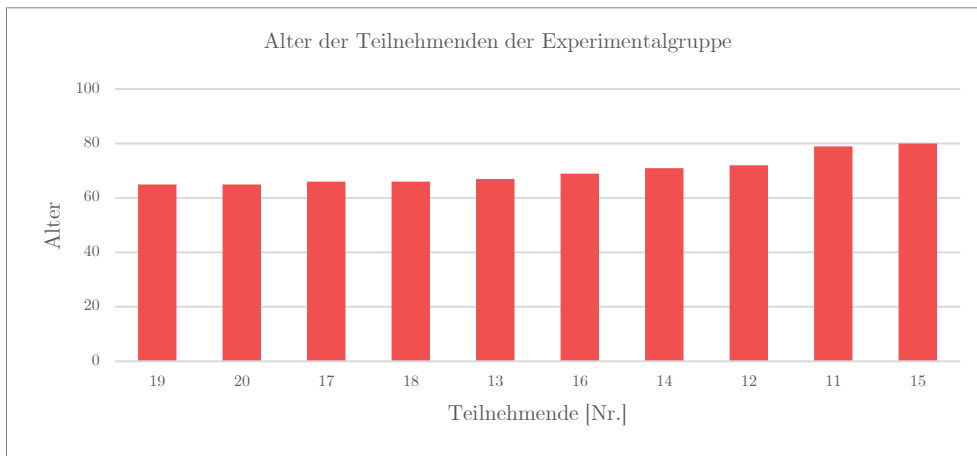


Abbildung 58: Alter der Teilnehmenden der Experimentalgruppe

Ebenso zeigen die Abbildungen 57, 58 und 59, dass die Altersverteilung innerhalb der beiden Gruppen ausgeglichen ist. Es hat also nicht in einer Gruppe extrem viele sehr alte und extrem viele sehr junge und in der anderen Gruppe weder sehr junge noch sehr alte Teilnehmende.

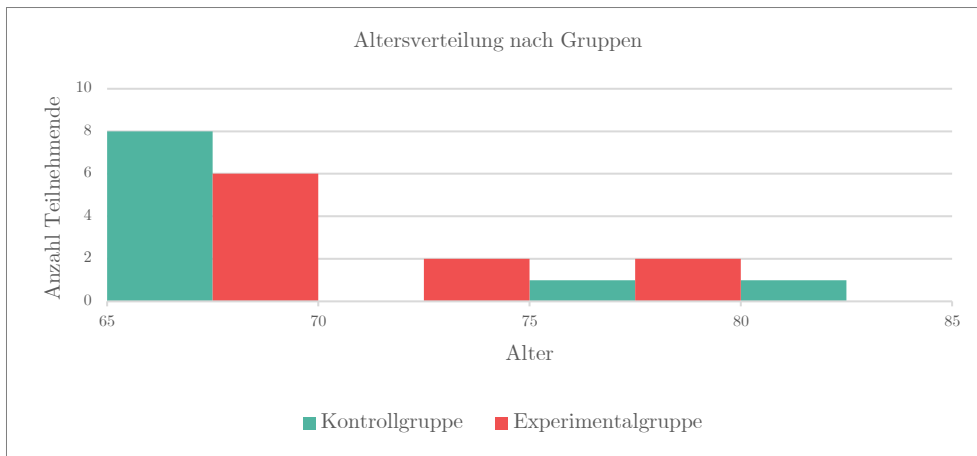


Abbildung 59: Altersverteilung nach Gruppen

Die Abbildung 60 zeigt die Teilnehmenden und ihr jeweiliger Score im Paper Folding Test. In der Abbildung 60 zeigen die unterschiedlichen Farben die Zuteilung zu den zwei Gruppen an. Gesondert eingefärbt wurde der Wert für die Person, deren Daten in der Analyse nicht berücksichtigt wurden. Dies, weil die Einteilung vor der Durchführung des Experimentes vorgenommen wurde. Es ist jedoch in diesem Fall unproblematisch, da beide Gruppen über 10 Teilnehmende verfügen und damit gleich gross sind, wenn die Person nicht berücksichtigt wird.

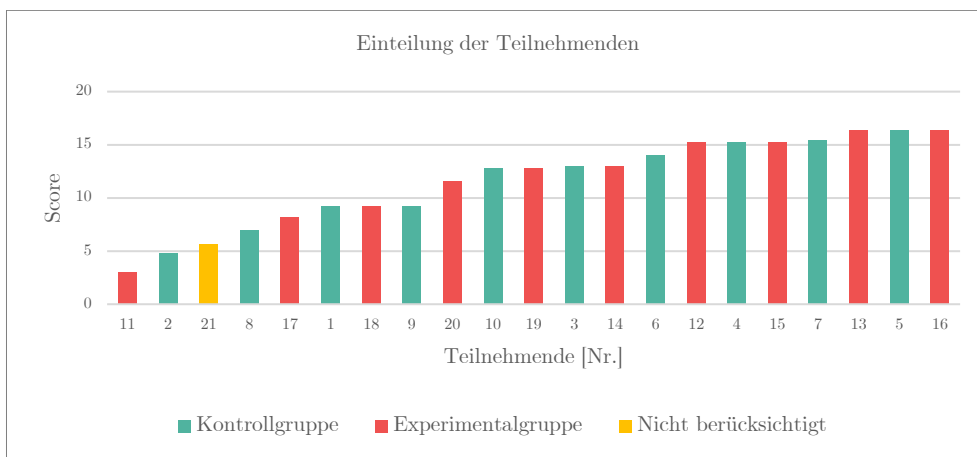


Abbildung 60: Einteilung der Teilnehmenden

5 Resultate

In diesem Kapitel werden die Resultate des Hauptexperimentes dargelegt. Die Teilnehmenden hatten während des Hauptexperimentes zweimal 10 geografische Aufgaben zu lösen. Danach folgten 14 Fragen zur Zufriedenheit der Teilnehmenden mit der Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse, wobei die ersten 10 Fragen dem standardisierten SUS-Fragebogen entsprachen. Während den ersten 20 Kartenaufgaben wurde bei allen Teilnehmenden die Dauer zur Lösung jeder Aufgabe gemessen. Zusätzlich wurden die Antworten, der Teilnehmenden festgehalten. Dies ermöglicht es, die Effizienz und die Effektivität zu messen.

Im Folgenden wird – strukturiert nach Forschungsfragen – jeweils zuerst ein Überblick über die Daten gegeben, bevor die Hypothesen geprüft werden. Der erste Abschnitt betreffend die Schriftgrössenanpassung ist zudem in einen Teil zu qualitativen und einen Teil zu quantitativen Auswertungen gegliedert. Danach folgen die Resultate bezüglich der Zufriedenheit, der Effektivität und der Effizienz. Zum Schluss werden noch die Messwerte zur Effizienz und zur Effektivität verglichen, und es werden mögliche Einflüsse auf die Ergebnisse wie das räumliche Denken oder die Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten untersucht.

5.1 Nutzung der Schriftgrössenanpassung

In diesem Abschnitt werden die Resultate der Nutzung der Schriftgrössenanpassung dargelegt. Zuerst folgt eine qualitative Auswertung und danach eine quantitative.

In den nachfolgenden Abbildungen bedeutet eine Schriftgrösse von 0, dass die Testperson die Schriftgrösse nicht angepasst, sprich auf dem Standardwert belassen hat. Eine Schriftgrösse von 1 bedeutet, dass die Testperson die Schriftgrösse einmal vergrössert hat, eine Schriftgrösse von 2, dass die Testperson die Schriftgrösse zweimal vergrössert, eine Schriftgrösse von -1 bedeutet, dass die Testperson die Schriftgrösse einmal verkleinert hat usw.

Zu beachten ist hierbei insbesondere, dass die Aufgaben, welche die beiden Gruppen zu lösen hatten, nicht identisch waren. Die Experimentalgruppe löste die ersten 10 Aufgaben mit der Applikation, welche die Anpassung der Schriftgrösse ermöglicht. Die Kontrollgruppe löste diese 10 Aufgaben zuerst ohne Schriftgrössenanpassung und hatte danach 10 andere Aufgaben mit der Applikation, welche die Schriftgrössenanpassung ermöglicht, zu lösen. Die Daten sind also

nicht direkt vergleichbar. Es lässt sich aber trotzdem eine qualitative Aussage zur Verwendung der Schriftgrößenanpassung treffen.

5.1.1 Qualitative Auswertung der Interaktion

Bei der Interaktion mit der Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse konnten unterschiedliche Verhaltensmuster beobachtet werden. Im Folgenden wird versucht, die unterschiedlichen Muster zu analysieren und zu kategorisieren. Das am weitesten verbreitete Muster wird exemplarisch am Beispiel der Testperson Nr. 11 aufgezeigt. Die Abbildung 61 zeigt den zeitlichen Verlauf des Experimentes dieser Person. Auf der X-Achse ist die Zeit abgebildet, auf der Y-Achse die Schriftgrösse. Zudem zeigen die vertikalen Linien an, wann mit welcher Aufgabe begonnen wurde. Diese Diagramme wurden für alle Teilnehmenden erstellt und befinden sich im Anhang.

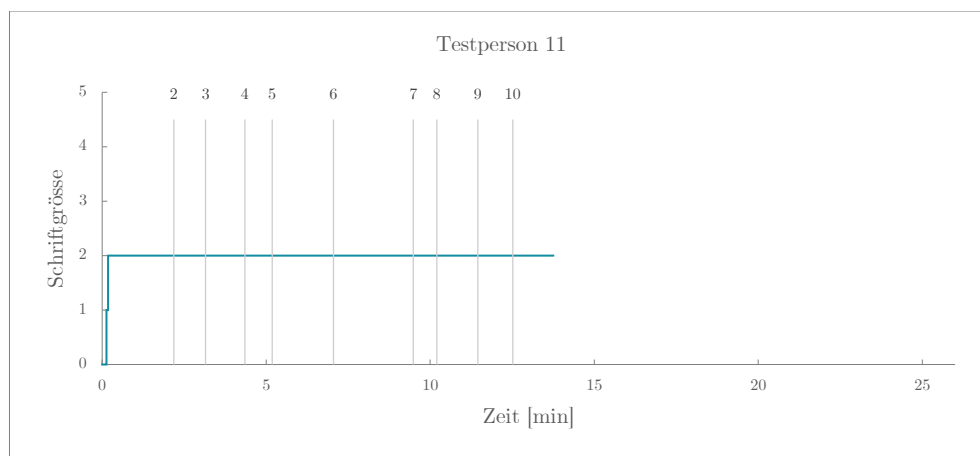


Abbildung 61: Zeitverlauf Testperson 11

Den Teilnehmenden, welche ähnliche Verhaltensmuster aufweisen (Nummern: 2, 6, 7, 8, 9, 13, 14, 16, 17), ist allen gleich, dass sie die Schriftgrösse einmalig eingestellt und dann nicht oder kaum mehr verändert haben. Ob es sich dabei um eine Anpassung um eine Größenordnung oder wie bei den Teilnehmenden mit den Nummern 6, 8 oder 11 um mehrere Größenordnungen handelt, spielt bei der Charakterisierung keine Rolle. Auch ob die Schriftgrösse zu Beginn der zu lösenden Aufgaben, oder wie bei den Teilnehmenden mit den Nummern 2, 9, 13 oder 14 im Verlaufe des weiteren Experimentes angepasst wurde, spielt hier keine Rolle.

Spannend ist bei der Betrachtung dieser Gruppe insbesondere, dass die Interaktion auf ein Minimum reduziert wurde; dass die Anpassung der Schriftgrösse zwar genutzt wurde, um die

für die jeweilige Person optimale Schriftgröße zu definieren, dass aber nicht im eigentlichen Sinn eine dynamische Anpassung – z. B. je nach Aufgabentyp – stattgefunden hat. Für diese Personen kann festgehalten werden, dass sie wahrscheinlich Schriftgrößen bevorzugen, die etwas grösser als die Standardgrößen sind, dass aber eine interaktive Anpassung nicht nötig wäre. Eine Lösung, bei der die Schriftgröße einmal, z. B. in den Applikationseinstellungen, definiert wird, würde für diese Personen wahrscheinlich ausreichen.

In der nächsten Gruppe wurden die Teilnehmenden zusammengefasst, welche grundsätzlich ein ähnliches Verhalten aufweisen, wie diejenigen, welche nur eine einmalige Anpassung vorgenommen haben. Diese Gruppe wird exemplarisch an der Testperson Nr. 3 (Abbildung 62) illustriert. Weitere Beispiele dieses Verhaltensmusters stellen die Personen mit den Nummer 1, 5, 10, 12, 15 und 19 dar. Auch bei diesen Personen ist ersichtlich, dass sie sich über weite Strecken des Experimentes mit einer Schriftgröße – welche jedoch von der Standardschriftgröße abweicht – zufriedengeben. Bei den Beispielen dieser Gruppe ist jedoch im Verlaufe des Experimentes eine Interaktion festzustellen. Bei der Testperson Nr. 3 beispielsweise findet kurz vor Beginn der Aufgabe 18 eine Interaktion statt, wahrscheinlich um die Aufgabe 17 lösen zu können. Danach wird jedoch erst später auf den Wert vor der Interaktion zurückgewechselt. Bei der Testperson Nr. 1 (Abbildung 63) ist ein ähnliches Verhalten sichtbar. In diesem Fall wurde wahrscheinlich Mühe mit der Aufgabe 14 bekundet, was zu einer Interaktion führte. Als dann die Aufgabe 14 gelöst war, wurde die Schriftgröße wieder verkleinert, jedoch nicht mehr zurück auf das Niveau von vor der Interaktion.

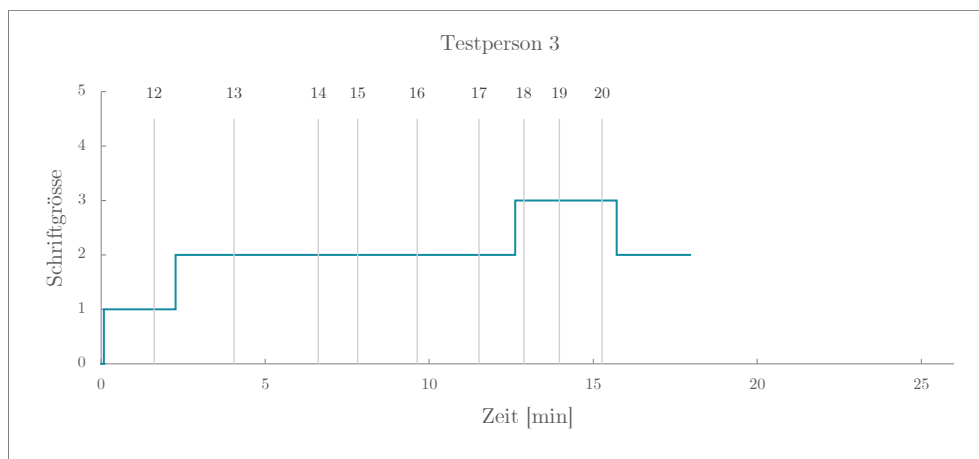


Abbildung 62: Zeitverlauf Testperson 3

Die Testperson Nr. 19 bildet insofern noch eine Ausnahme, als dass sie die einzige Person war, welche die Schriftgröße je auf einen Wert unter null, also kleiner als die Standardschriftgröße

einstellte. Bei den Personen dieser Gruppe ist charakteristisch, dass sie wohl grundsätzlich auch eine einzige, individuell gewählte Schriftgröße, welche von der Standardschriftgröße abweicht, nutzen, dass aber – eventuell abhängig von der Aufgabe – trotzdem eine dynamische Anpassung vorgenommen wird. Eine Lösung, bei der die Schriftgröße einmalig in den Applikationseinstellungen definiert wird, würde diesen Personen wahrscheinlich nicht gerecht werden.

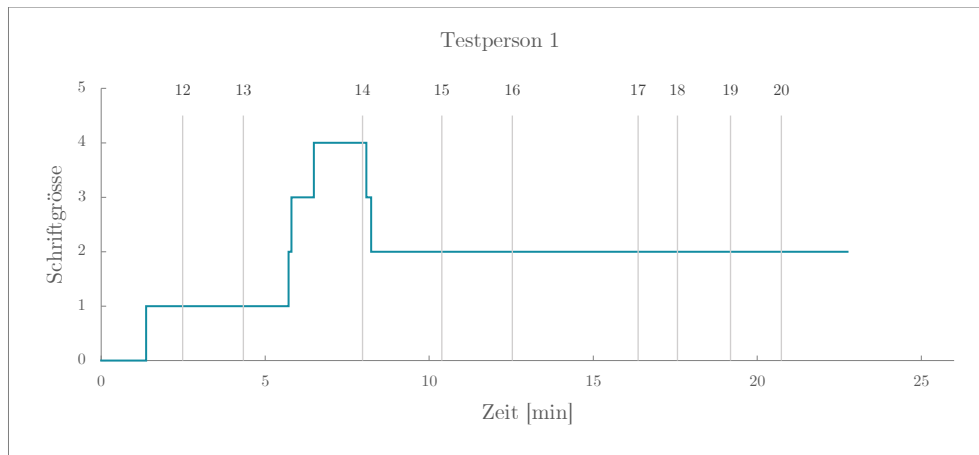


Abbildung 63: Zeitverlauf Testperson 1

Die nächste Gruppe bilden diejenigen Personen, welche eine rege Interaktion mit der Anpassungsfunktion aufweisen. Zu dieser Gruppe gehören die Teilnehmenden Nummer 4 und 18 (Abbildungen 64 und 65). Hier kann beobachtet werden, dass sowohl zuerst eine rege Interaktion stattfindet, dass aber auch während des weiteren Verlaufs immer wieder die Schriftgröße verändert wurde (bei Testperson Nr. 4 noch stärker als bei Nr. 18). Die anfänglichen regen Interaktionen können allenfalls damit erklärt werden, dass zu Beginn eine möglichst passende Schriftgröße gesucht wurde. Die späteren Interaktionen weisen jedoch darauf hin, dass je nach Aufgabe eine passende Schriftgröße gewählt wurde. Bei diesen Personen ist deutlich ersichtlich, dass sie die Funktion rege genutzt haben. So sagen denn auch beide Personen, dass sie die Applikation mit der Funktion zur Anpassung der Schriftgröße gegenüber derjenigen ohne diese Funktion bevorzugen würden.

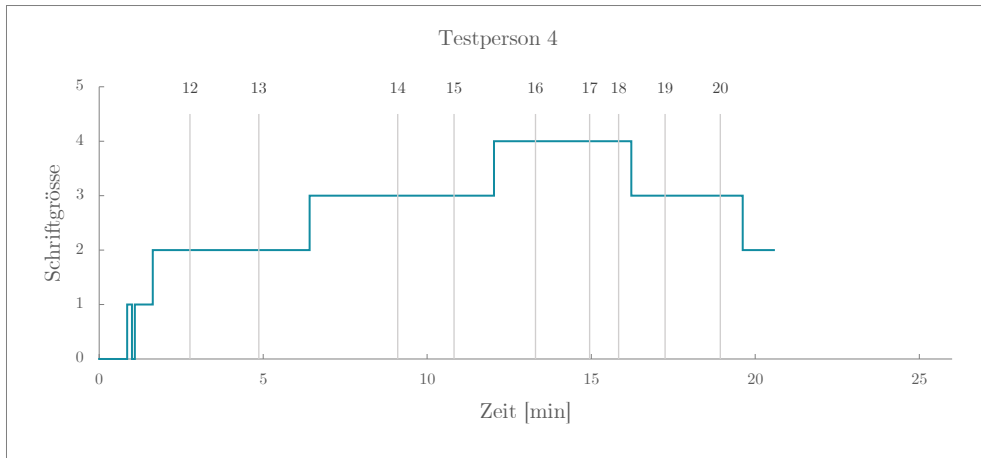


Abbildung 64: Zeitverlauf Testperson 4

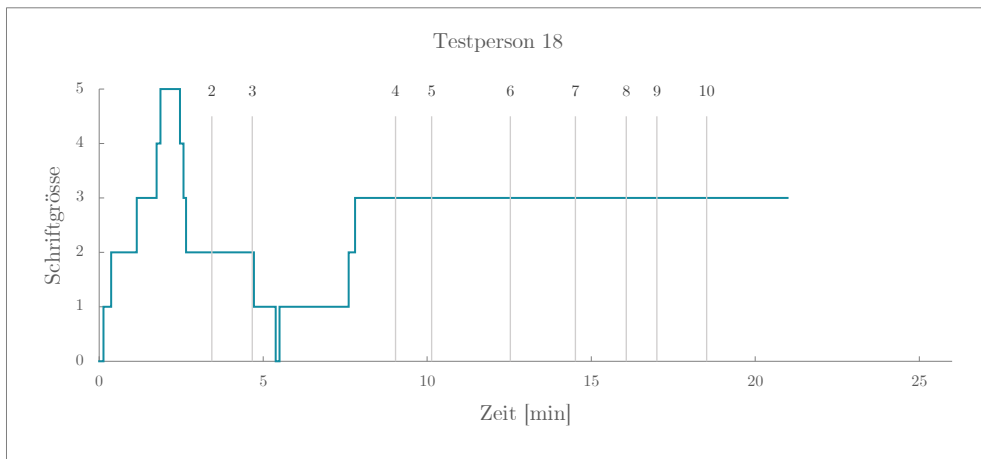


Abbildung 65: Zeitverlauf Testperson 18

In der letzten Gruppe ist nur eine Testperson (Nr. 20). Diese Person hat die Schriftgröße während des ganzen Experimentes nicht angepasst (Abbildung 66).

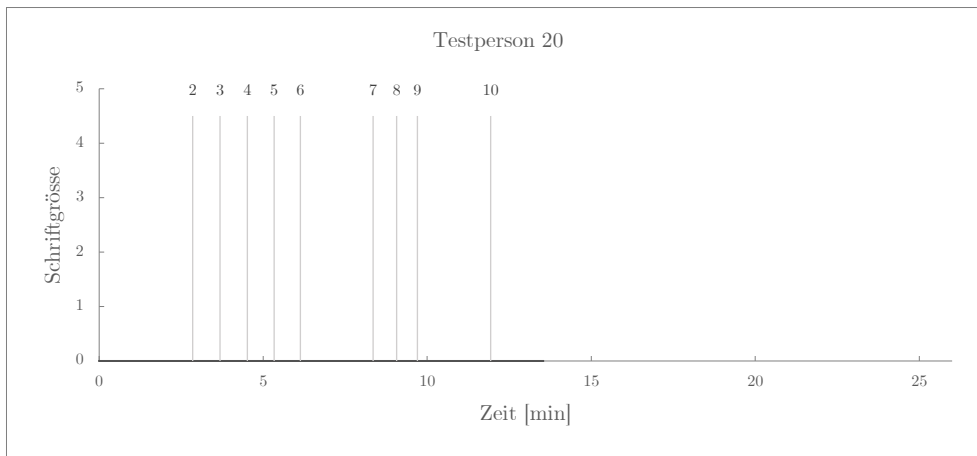


Abbildung 66: Zeitverlauf Testperson 20

5.1.2 Quantitative Auswertung der Interaktion

In der Abbildung 67 ist die Anzahl Interaktionen mit der Funktion zur Schriftgrößenanpassung für alle Teilnehmenden zu sehen. In der Abbildung 68 ist das Histogramm der Anzahl Interaktionen zu sehen.

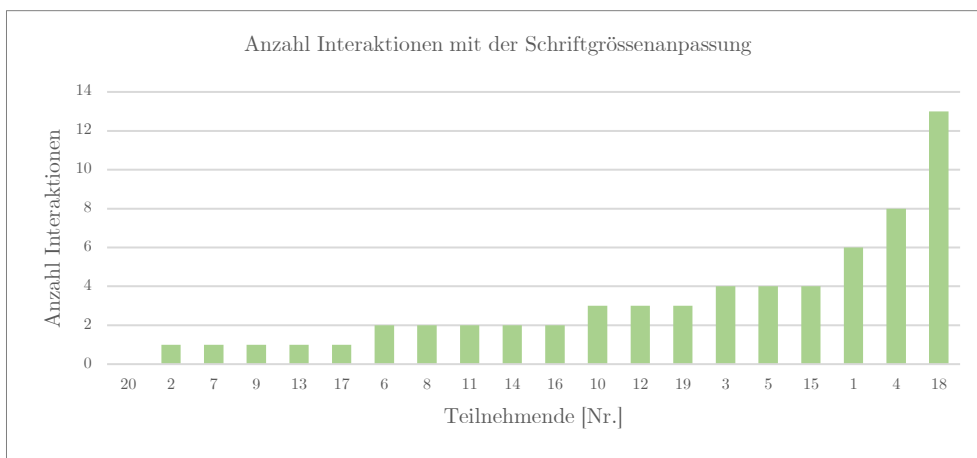


Abbildung 67: Anzahl Interaktionen mit der Schriftgrößenanpassung

Es wurde untersucht, ob zwischen den Gruppen ein Unterschied bezüglich der Anzahl Interaktionen mit der Schriftgrößenanpassung bestand. Auch hier gilt es zu berücksichtigen, dass diese Analyse nur begrenzt aussagekräftig ist, da die zwei Gruppen unterschiedliche Aufgaben zu lösen hatten. Es konnte jedoch auch hier kein Hinweis darauf gefunden werden, dass es

einen Unterschied gibt. Der Mann-Whitney-U-Test liefert keinen Hinweis auf einen Unterschied zwischen den zwei Gruppen bezüglich der Anzahl Interaktionen (exakter Signifikanzwert (zweiseitig) = 0.631).

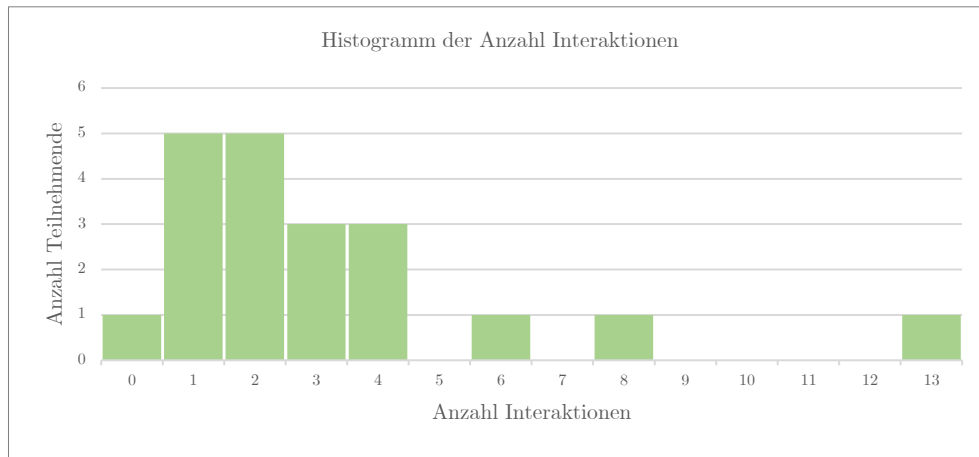


Abbildung 68: Histogramm der Anzahl Interaktionen

Die Abbildung 69 zeigt den Boxplot der Anzahl Interaktionen. Hier gilt es anzufügen, dass die Testperson Nr. 18 aufgrund ihrer regen Interaktion als Ausreisser mittels eines Punktes dargestellt wurde. Die hohe Anzahl der Interaktionen rührt hier in erster Linie daher, dass zu Beginn des Experimentes eine rege Interaktion zu verzeichnen ist, welche wohl dazu diente, eine passende Schriftgröße zu finden. Da bei den weiteren Auswertungen die Anzahl Interaktionen nicht mehr berücksichtigt wird, sondern lediglich ob eine Interaktion stattgefunden hat oder nicht, floss das Ergebnis der Testperson Nr. 18 trotzdem in die Analyse mit ein.

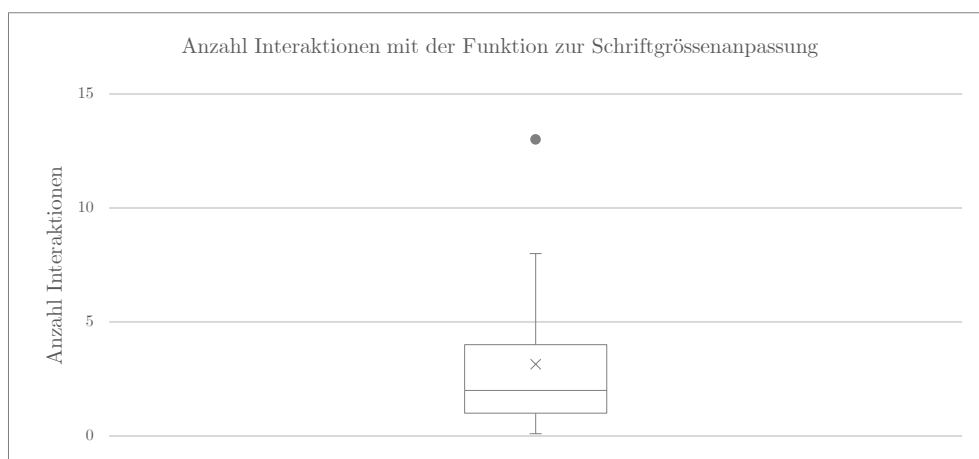


Abbildung 69: Boxplot der Anzahl Interaktionen

5.1.3 Hypothesentest

Für die Analyse, ob die Teilnehmenden die Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse nutzen oder nicht, wurden die Daten aggregiert. Teilnehmende, welche die Schriftgrössenanpassung genutzt haben, erhielten den Wert 1, Teilnehmende, welche die Schriftgrössenanpassung nicht genutzt haben, erhielten den Wert 0. Die Tabelle 24 enthält die wichtigsten statistischen Kennwerte, die Abbildung 70 zeigt, wie viele Teilnehmende die Funktion genutzt haben und wie viele nicht. Der Mittelwert beträgt hier 0.95, die Standardabweichung 0.22.

Anzahl	20
Mittelwert	0.95
Median	1
Varianz	0.05
Standardabweichung	0.22
Standardfehler	0.05

Tabelle 24: Kennwerte Schriftgrössenanpassung

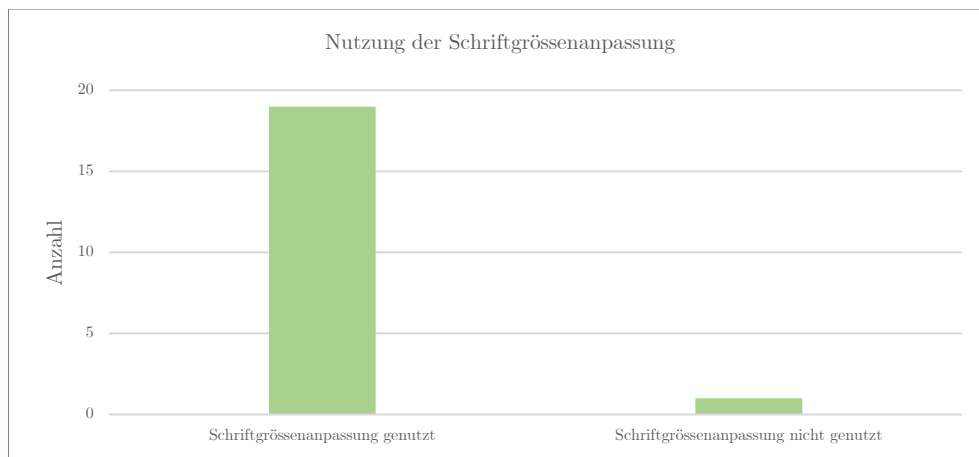


Abbildung 70: Nutzung der Schriftgrössenanpassung

Um die Forschungsfrage A und die damit verbundene Arbeitshypothese A zu testen, wurde ein Binomialtest durchgeführt. Die Tabelle 25 enthält die Resultate des Tests. Nachfolgend werden nochmals die Forschungsfrage, die Arbeits- und die Nullhypothese festgehalten.

Forschungsfrage A

- Wird die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung verwendet, wenn sie zur Verfügung steht?

Arbeitshypothese (H_1) A

- Wenn die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung zur Verfügung steht, so wird diese von mindestens der Hälfte der Anwenderinnen und Anwender genutzt.

Nullhypothese (H_0) A

- Wenn die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung zur Verfügung steht, so wird diese von weniger als der Hälfte der Anwenderinnen und Anwender genutzt.

Kategorie		N	Beobachteter Anteil	Testanteil	Signifikanz (1-seitig)
Schriftgrößenanpassung	1	19	0.95	0.5	0.00002
Keine Schriftgrößenanpassung	0	1	0.05		
Gesamt		20			

Tabelle 25: Binomialtest Schriftgrößenanpassung

Wie in Tabelle 25 ersichtlich ist, haben 19 von 20 Teilnehmenden die Funktion zur Anpassung der Schriftgröße genutzt. Mit dem einseitigen Binomialtest wurde untersucht, ob aus den Werten der Stichprobe darauf geschlossen werden kann, dass signifikant mehr als die Hälfte der Personen der Grundgesamtheit die Funktion ebenfalls nutzen würde, wenn diese zur Verfügung stünde. Die Signifikanz-Wert (einseitig) von 0.00002 liegt unter 0.05, weshalb die Nullhypothese verworfen und die Alternativhypothese angenommen werden kann.

5.2 Zufriedenheit

Um die Zufriedenheit der Nutzerinnen und Nutzer in Bezug auf die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung zu erheben, wurde der SUS-Fragebogen verwendet. Die SUS-Scores wurden gemäss Brooke (1996) berechnet. Der SUS-Fragebogen konfrontiert die Teilnehmenden mit 10 Aussagen, welche sie auf einer Likert-Skala (Likert, 1932) von 1 (trifft nicht zu) bis 5 (trifft voll zu) bewerten. Bei den Aussagen 1, 3, 5, 7 und 9 deuten höhere Werte auf eine höhere Zufriedenheit hin, bei den Aussagen 2, 4, 6, 8 und 10 deuten tiefere Werte auf eine

höhere Zufriedenheit hin. Zur Berechnung der Scores gemäss Brooke (1996) wird also für die Aussagen 1, 3, 5, 7 und 9 die Position auf der Likert-Skala minus 1 gerechnet. Für die Aussagen 2, 4, 6, 8 und 10 wird der Score berechnet, indem die Position auf der Likert-Skala von 5 abgezogen wird. Dies führt dazu, dass für jede Aussage ein Wert zwischen 0 und 4 resultiert. Diese Werte werden danach mit 2.5 multipliziert und pro Teilnehmenden aufsummiert. Dies führt dazu, dass am Ende pro Testperson ein Wert für die Zufriedenheit zwischen 0 und 100 resultiert. Der Mittelwert aller Scores der Teilnehmenden gibt den SUS-Wert für die Applikation an.

In der Abbildung 74 sind die Werte für jede der 10 Aussagen abgebildet, wobei die Skalen so angepasst wurden, dass für alle Aussagen ein Wert von 1 einer hohen Zufriedenheit entspricht. Wichtig ist hierbei, dass diese Grafiken lediglich der Visualisierung der erhobenen Daten dienen. Gemäss Brooke (1996) sind die Aussagen einzeln betrachtet nicht aussagekräftig, sondern nur der errechnete SUS-Wert.

5.2.1 SUS-Daten

In der Abbildung 71 sind die SUS-Werte für alle Teilnehmenden abgebildet. Der tiefste Wert beträgt 52.5, der höchste Wert 100. Der Mittelwert beträgt 88.6, wie in Abbildung 73 ersichtlich ist. In der Abbildung 72 ist das Histogramm der SUS-Scores zu sehen.

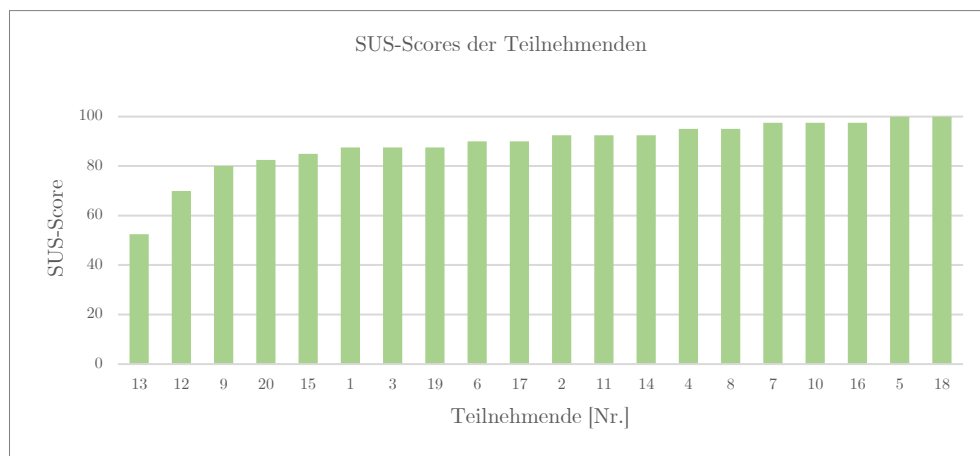


Abbildung 71: SUS-Scores der Teilnehmenden

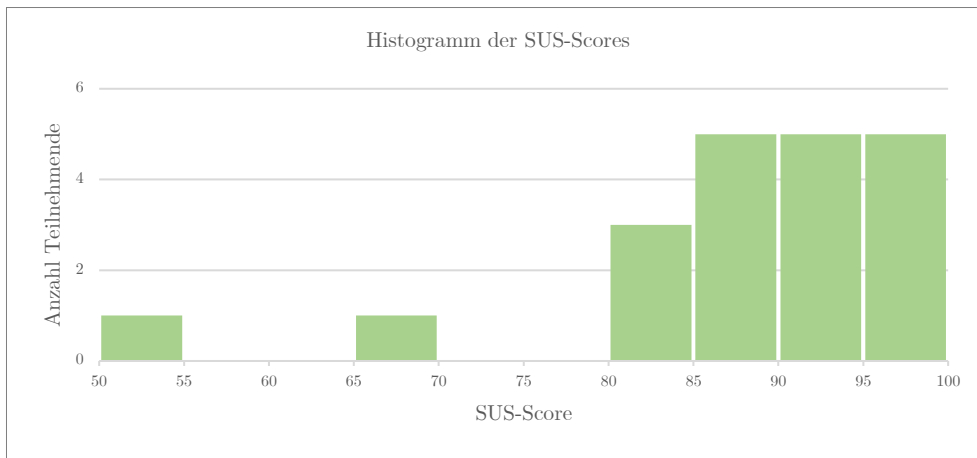


Abbildung 72: Histogramm der SUS-Scores

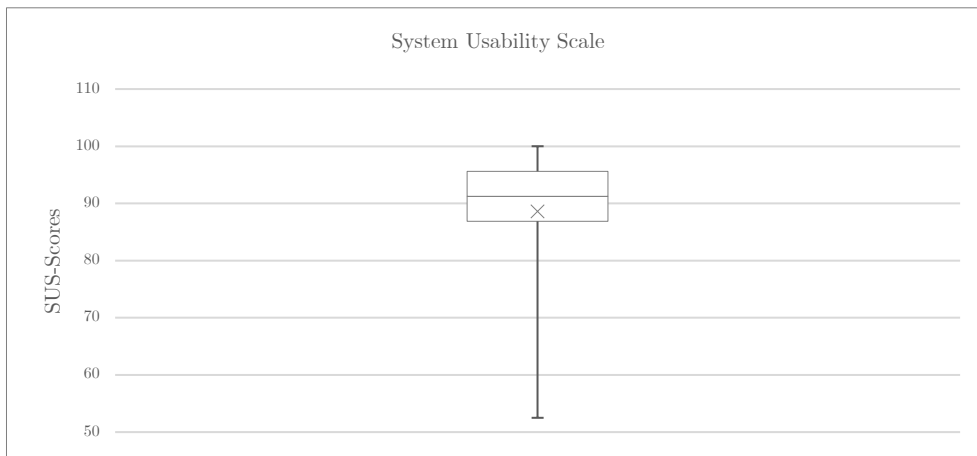


Abbildung 73: Boxplot der SUS-Scores

Zwei der 20 Teilnehmenden beurteilen die Zufriedenheit mit der Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung mit der maximal möglichen Punktzahl (100). Aus der Abbildung 74 ist ersichtlich, dass bei jeder Aussage zur Zufriedenheit mit der Funktion zur Schriftgrößenanpassung jeweils am meisten Teilnehmende den höchsten, resp. tiefsten Wert gewählt haben. In der Tabelle 26 sind die Aussagen aufgeführt. Obwohl gemäss Brooke (1996) die Interpretation einzelner Aussagen nicht sinnvoll ist, erscheinen die Antworten bezüglich Aussage 1 («Ich denke, dass ich die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße gerne häufig benutzen würde.») spannend, da diese die schwächste Ausprägung aufweist.

Aussage 1	Ich denke, dass ich die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße gerne häufig benutzen würde.
Aussage 2	Ich fand die individuelle Anpassung der Schriftgröße unnötig komplex.
Aussage 3	Ich fand es einfach, die Schriftgröße in den Basiskarten anzupassen.
Aussage 4	Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um die individuelle Anpassung der Schriftgröße benutzen zu können.
Aussage 5	Ich fand, die individuelle Anpassung der Schriftgröße war gut integriert.
Aussage 6	Ich denke, die individuelle Anpassung der Schriftgröße enthielt zu viele Inkonsistenzen.
Aussage 7	Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit diesem System sehr schnell lernen.
Aussage 8	Ich fand die individuelle Anpassung der Schriftgröße sehr umständlich.
Aussage 9	Ich fühlte mich bei der individuellen Anpassung der Schriftgröße sehr sicher.
Aussage 10	Ich musste eine Menge lernen, bevor ich anfangen konnte die Schriftgröße individuell anzupassen.

Tabelle 26: Aussagen SUS-Test



Abbildung 74: Antworten SUS-Fragebogen

5.2.2 Hypothesentest

Im Folgenden soll erörtert werden, ob Aufgrund der erhobenen Daten darauf geschlossen werden kann, dass Anwenderinnen und Anwender mit der Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung zufrieden sind. Sauro (2011) hat basierend auf der Auswertung von 500 Usability-Studien berechnet, dass ein SUS-Wert von 68 dem Durchschnitt entspricht. SUS-Werte von über 68 können als überdurchschnittlich beurteilt werden (Sauro, 2011). Weiter schreibt Sauro (2011), dass ein SUS-Wert von 80.3 bedeutet, dass der Wert höher liegt als 90 Prozent aller von ihm analysierter Werte. Die Kennwerte können der Tabelle 27 entnommen werden.

Nachfolgend werden nochmals die Forschungsfrage B, und die damit einhergehende Arbeits- und Nullhypothese festgehalten.

Forschungsfrage B

- Sind ältere Personen mit der Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung zufrieden?

Arbeitshypothese (H_1) B

- Die Anwenderinnen und Anwender sind mit der Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zufrieden, der SUS-Wert liegt daher über 68.

Nullhypothese (H_0) B

- Die Anwenderinnen und Anwender sind mit der Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße nicht zufrieden, der SUS-Wert liegt daher unter 68.

Anzahl	20
Mittelwert	88.63
Median	91.25
Varianz	126.63
Standardabweichung	11.25
Standardfehler	2.52
95% Konfidenzintervall	4.93

Tabelle 27: Kennwerte SUS-Test

Mit 95 Prozent Wahrscheinlichkeit liegt der Mittelwert des SUS-Scores in der Grundgesamtheit zwischen 83.7 und 93.6 (88.63 ± 4.93). Somit kann die Nullhypothese verworfen werden,

was zur Annahme der Arbeitshypothese führt. Es konnte also gezeigt werden, dass die Anwenderinnen und Anwender mit der Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse zufrieden sind.

5.3 Effektivität

Um die Effektivität bei der Lösung der Aufgaben zu ermitteln, wurde die Antworten der Teilnehmenden auf jede Frage aufgezeichnet und gemäss oben genannter Kriterien bewertet. Es wurde für alle Teilnehmende der Mittelwert der erreichten Punktzahl berechnet. Dies dient als Grundlage zur Prüfung, ob es einen Unterschied zwischen den zwei Gruppen bezüglich Effektivität gibt.

5.3.1 Daten

In der Abbildung 75 ist das Histogramm der Mittelwerte der Anzahl Punkte abgebildet. Aufgrund des Histogramms kann man nicht annehmen, dass die Werte normalverteilt sind. Der Wert für die asymptotische Signifikanz (zweiseitig) des Kolmogorov-Smirnov-Tests beträgt 0.013, womit dieser kleiner als 0.05 ist. Somit muss die Nullhypothese, die besagt, dass die Verteilung normal ist, verworfen werden. Es kann also nicht angenommen werden, dass die Daten normalverteilt sind.

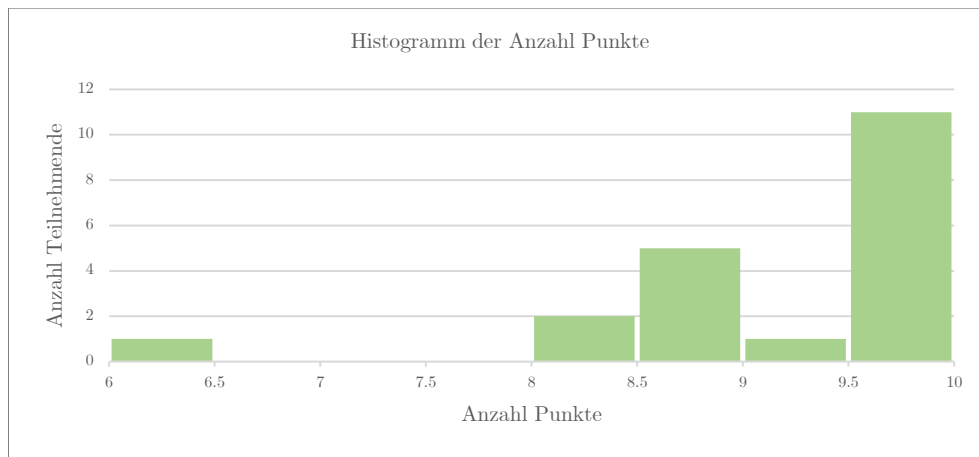


Abbildung 75: Histogramm der Anzahl Punkte

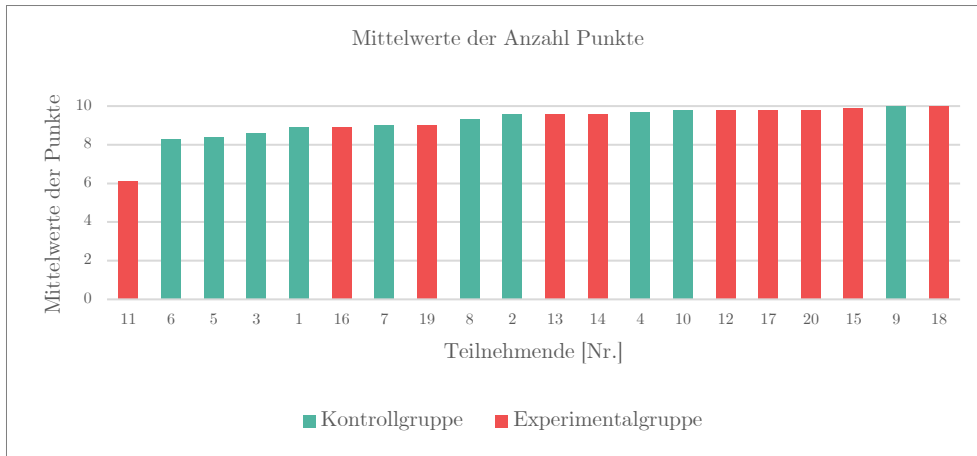


Abbildung 76: Mittelwerte der Anzahl Punkte

In der Tabelle 28 sind die Mittelwerte der erreichten Punkte für alle Teilnehmenden aufgeführt. Die Werte sind ebenfalls in der Abbildung 76 abgebildet. Bei diesen Werten handelt es sich um Punktzahlen, die manuell aufbereitet wurden. Es wurden in einem ersten Schritt alle korrekten Antworten für alle Teilnehmenden erörtert. Danach wurden für die nicht vollständig korrekten Antworten die Punkteabzüge gemäss obenstehender Kriterien vorgenommen. Schlussendlich wurde für alle Teilnehmende der Mittelwert der erreichten Punkte berechnet.

Kontrollgruppe		Experimentalgruppe	
Nummer	Mittelwert der Anzahl Punkte	Nummer	Mittelwert der Anzahl Punkte
1	8.9	11	6.1
2	9.6	12	9.8
3	8.6	13	9.6
4	9.7	14	9.6
5	8.4	15	9.9
6	8.3	16	8.9
7	9.0	17	9.8
8	9.3	18	10.0
9	10.0	19	9.0
10	9.8	20	9.8

Tabelle 28: Mittelwerte der Anzahl Punkte

5.3.2 Deskriptive Statistik

Wie aus der Abbildung 76 ersichtlich ist, liegt der Verdacht nahe, dass es sich bei der Person mit der Nummer elf um einen Ausreisser handelt. Da die Person sonst, also in Bezug auf die Voraussetzungen oder in Bezug auf die Effizienz, jedoch nicht als Ausreisser betrachtet werden kann, wurden die Resultate bei der Analyse mitberücksichtigt. Zusätzlich wurde untersucht, ob die Dauer zur Lösung der Aufgaben in einem Zusammenhang mit der erreichten Punktzahl steht. Die Annahme, dass Beispielsweise der hier genannte Ausreisser aufgrund seiner tiefen Punktzahl die Aufgaben viel schneller hat lösen können, kann nicht gestützt werden. Es liegt die Vermutung nahe, dass die tiefe Punktzahl auf die von der Person angewandte Strategie zurückzuführen ist. Sprich, wenn sie eine Aufgabe nicht «zügig», wie das in der Instruktion verlangt wurde, lösen konnte, so wurde die nächste Aufgabe in Angriff genommen. So ist diese Person denn auch die einzige, welche bei zwei Aufgaben die minimale Punktzahl von null erhielt, da sie keine Antwort aufschrieb. Alle anderen Teilnehmenden haben höchstens eine Aufgabe nicht oder falsch gelöst.

In der Tabelle 29 und in der Abbildung 77 sind die statistischen Kennwerte aufgeführt. Der Mittelwert der Punktzahl beträgt bei der Kontrollgruppe 9.16, bei der Experimentalgruppe 9.25, die Standardabweichung 0.61 bzw. 1.17. Der tiefste Wert der Kontrollgruppe liegt bei 8.3, derjenige der Experimentalgruppe bei 6.1. Der höchste Wert liegt sowohl bei der Kontroll- als auch bei der Experimentalgruppe bei 10.

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe
Anzahl	10	10
Mittelwert	9.16	9.25
Median	9.15	9.70
Varianz	0.37	1.36
Standardabweichung	0.61	1.17
Standardfehler	0.19	0.37

Tabelle 29: Kennwerte Anzahl Punkte

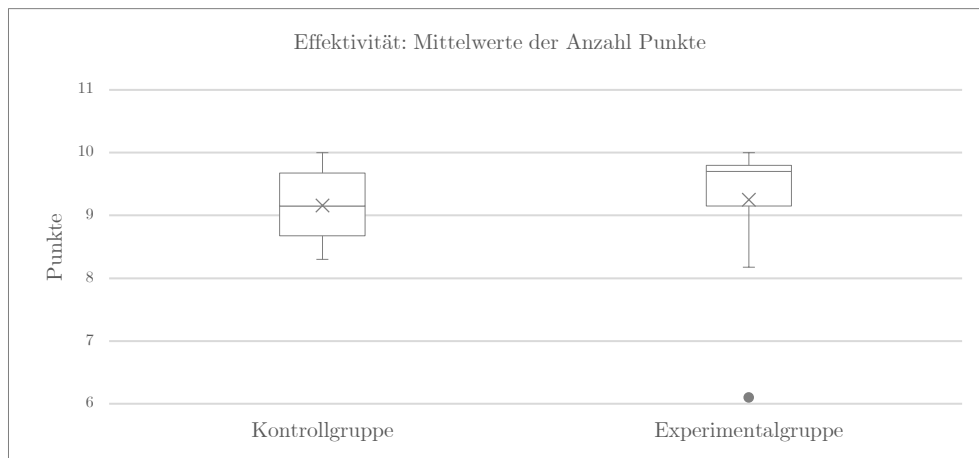


Abbildung 77: Boxplot Mittelwerte der Anzahl Punkte

5.3.3 Hypothesentest

Um die Hypothese zu testen, dass Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zur Verfügung haben, Kartenaufgaben effektiver lösen, wurden mittels Mann-Whitney-U-Test die Ränge der zwei Gruppen verglichen.

Im Folgenden werden nochmals die Forschungsfrage, die Arbeits- und die Nullhypothese aufgeführt.

Forschungsfrage C

- Führt die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung bei älteren Personen zu einer höheren Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben?

Arbeitshypothese (H_1) C

- Ältere Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zur Verfügung haben, lösen Kartenaufgaben effektiver, sie erreichen eine höhere Punktzahl bezüglich der Korrektheit ihrer Antworten als ältere Personen, denen die Funktion nicht zur Verfügung steht.

Nullhypothese (H_0) C

- Ältere Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zur Verfügung haben, lösen die Kartenaufgaben nicht effektiver, sie erreichen nicht eine höhere Punktzahl bezüglich der Korrektheit ihrer Antworten als Personen, denen die Funktion nicht zur Verfügung steht.

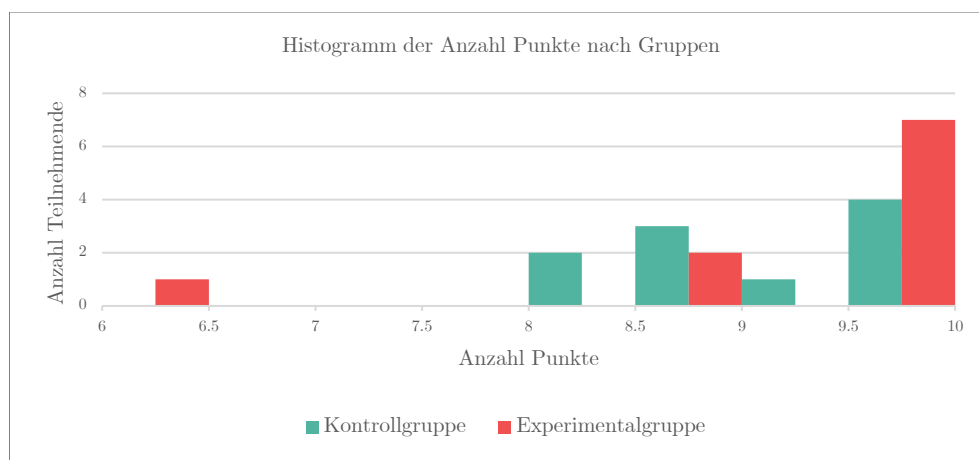


Abbildung 78: Histogramm der Anzahl Punkte nach Gruppen

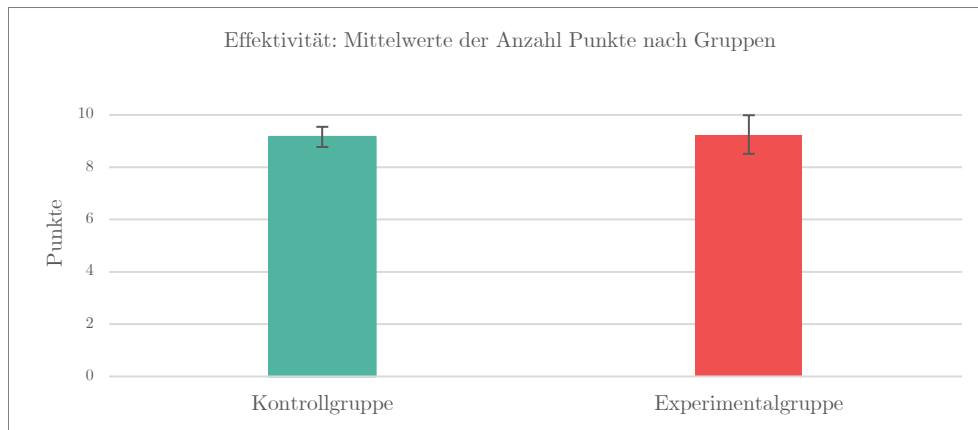


Abbildung 79: Mittelwerte der Anzahl Punkte nach Gruppen

In der Abbildung 78 ist das Histogramm der Anzahl Punkte nach Gruppen ersichtlich. In der Abbildung 79 sind die Mittelwerte der durchschnittlichen Anzahl Punkte für Kontroll- und die Experimentalgruppe aufgeführt. In der Tabelle 30 sind die Resultate des Levene-Tests der Varianzgleichheit aufgeführt. Der Signifikanz-Wert des Levene-Tests liegt mit 0.429 über 0.05. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Varianzen gleich sind.

	F	Signifikanz
Varianzen sind gleich	.656	.429

Tabelle 30: Levene-Test Anzahl Punkte nach Gruppen

In den Tabellen 30 und 31 sind die Resultate des Mann-Whitney-U-Tests aufgeführt. Der Signifikanz-Wert des Mann-Whitney-U-Tests (zweiseitig) liegt mit 0.280 über 0.05, womit die Nullhypothese nicht verworfen werden kann. Es liegt also kein Hinweis auf einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich der erreichten Anzahl Punkte vor.

Auch wenn die Experimentalgruppe einen leicht höheren Mittelwert der Anzahl Punkte aufweist als die Kontrollgruppe, kann nicht davon ausgegangen werden, dass Personen, welche die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung zur Verfügung haben, Kartenaufgaben effektiver lösen (exakter Signifikanz-Wert (einseitig) = 0.140).

Gruppe		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Anzahl Punkte (Effektivität)	Experimental- gruppe	10	12	120
	Kontrollgruppe	10	9	90
	Gesamt	20		

Abbildung 80: Ränge Anzahl Punkte nach Gruppen

Anzahl Punkte (Effektivität)	
Mann-Whitney-U	35
Wilcoxon-W	90
Z	-1.141
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.254
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	.280

Abbildung 81: Mann-Whitney-U-Test Anzahl Punkte nach Gruppen

5.4 Effizienz

Um die Effizienz bei der Lösung der Aufgaben zu ermitteln, wurde die Dauer zur Lösung der Aufgabe aufgezeichnet. Es wurde für alle Teilnehmende der Mittelwert der Dauer zur Lösung der Aufgaben berechnet. Dies dient als Grundlage zur Prüfung, ob es einen Unterschied zwischen den zwei Gruppen bezüglich Effizienz gibt.

5.4.1 Daten

In der Tabelle 31 sind die während des Experimentes erhobenen Zeitdauern dargestellt. Für alle Teilnehmenden wurde der Mittelwert für die Dauer der Beantwortung der Aufgaben berechnet.

Kontrollgruppe		Experimentalgruppe	
Nummer	Mittelwert der Dauer [Sek.]	Nummer	Mittelwert der Dauer [Sek.]
1	143.3	11	84.5
2	94.4	12	112.9
3	112.6	13	146.4
4	114.1	14	88.5
5	113.2	15	102.3
6	95.4	16	108.8
7	84.0	17	149.9
8	126.2	18	121.1
9	81.1	19	168.7
10	109.1	20	80.0

Tabelle 31: Mittelwerte der Dauern

Das Diagramm 82 zeigt für alle Teilnehmenden die mittlere Dauer zur Beantwortung der Aufgaben.

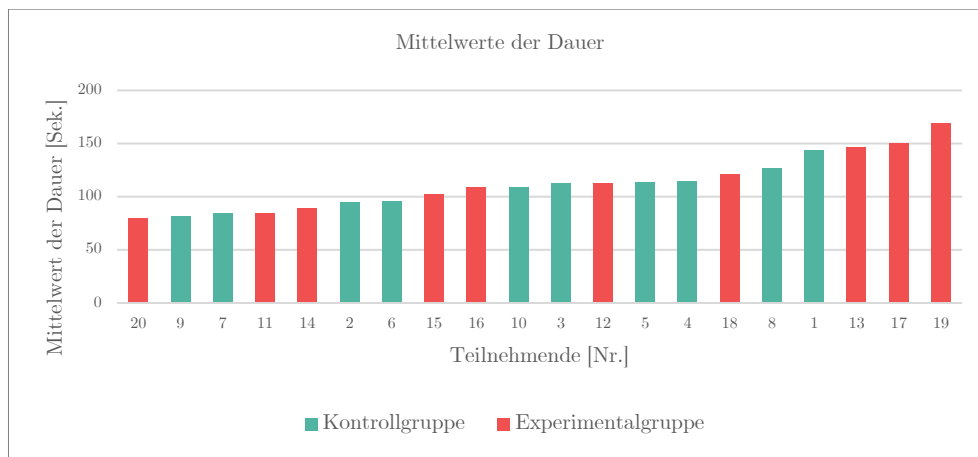


Abbildung 82: Mittelwerte der Dauer

In der Abbildung 83 ist das Histogramm der Mittelwerte der Dauern zur Lösung der Aufgaben abgebildet. Aufgrund des Histogramms könnte man annehmen, dass die Werte normalverteilt

sind. Der Wert für die asymptotische Signifikanz (zweiseitig) des Kolmogorov-Smirnov-Tests beträgt jedoch 0.024, womit dieser kleiner als 0.05 ist. Somit muss die Nullhypothese, die besagt, dass die Verteilung normal ist, verworfen werden.

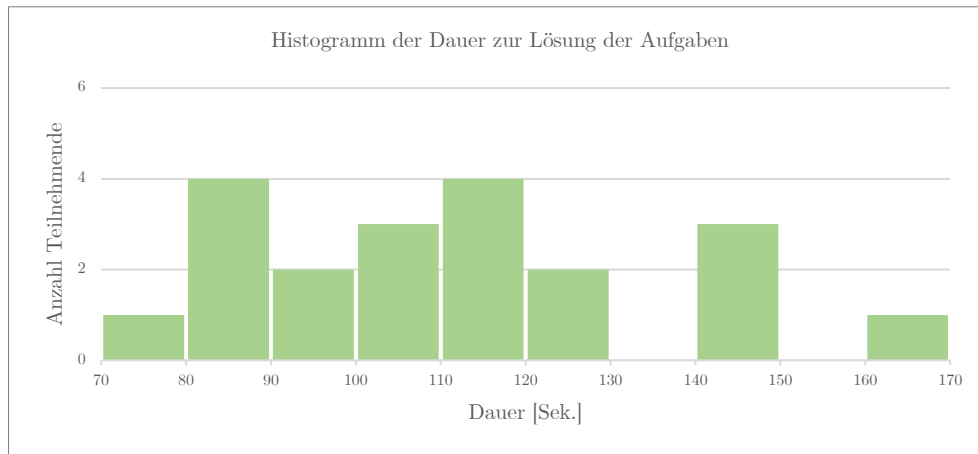


Abbildung 83: Histogramm der Dauer zur Lösung der Aufgaben

5.4.2 Deskriptive Statistik

Die Tabelle 32 zeigt die deskriptiven statistischen Werte für die Mittelwerte der Zeitdauern pro Gruppe. Der tiefste Wert der Experimentalgruppe liegt bei 80 Sekunden, derjenige der Kontrollgruppe bei 81.1 Sekunden. Der höchste Wert der Experimentalgruppe beträgt 168.7 Sekunden, derjenige der Kontrollgruppe 143.3 Sekunden. Der Mittelwert der Kontrollgruppe beträgt 107.3, derjenige der Experimentalgruppe 116.3 Sekunden. In der Abbildung 84 sind die beiden Boxplots der Gruppen für die Mittelwerte der jeweiligen Dauer abgebildet. Hier ist ersichtlich, dass die Werte der Experimentalgruppe einen grösseren Wertebereich abdecken und eine stärkere Streuung (Standardabweichung Kontrollgruppe: 19.16, Standardabweichung Experimentalgruppe: 30.1) aufweisen.

	Kontrollgruppe	Experimentalgruppe
Anzahl	10	10
Mittelwert	107.34	116.31
Median	110.85	110.85
Varianz	366.99	907.71
Standardabweichung	19.16	30.13
Standardfehler	6.06	9.53

Tabelle 32: Kennwerte der Zeitdauern

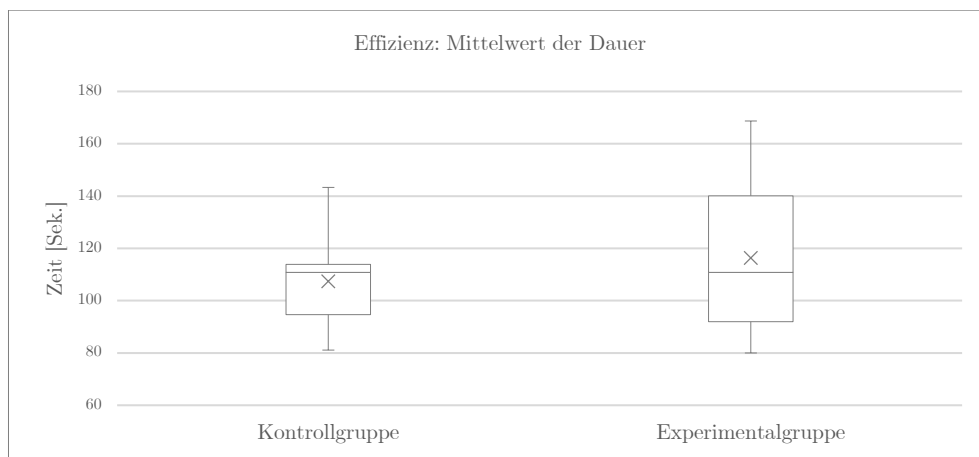


Abbildung 84: Boxplot Mittelwert der Dauer nach Gruppen

5.4.3 Hypothesentest

Um die Hypothese zu testen, dass Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zur Verfügung haben, Kartenaufgaben effizienter lösen, wurden mittels Mann-Whitney-U-Test die Ränge der zwei Gruppen verglichen.

Im Folgenden werden nochmals die Forschungsfrage, die Arbeits- und die Nullhypothese aufgeführt.

Forschungsfrage D

- Führt die Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung bei älteren Personen zu einer höheren Effizienz beim Lösen von Kartenaufgaben?

Arbeitshypothese (H₁) D

- Ältere Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zur Verfügung haben, lösen Kartenaufgaben effizienter, sie benötigen weniger Zeit als ältere Personen, denen die Funktion nicht zur Verfügung steht.

Nullhypothese (H₀) D

- Ältere Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße zur Verfügung haben, lösen Kartenaufgaben nicht effizienter, sie benötigen nicht weniger Zeit als ältere Personen, denen die Funktion nicht zur Verfügung steht.

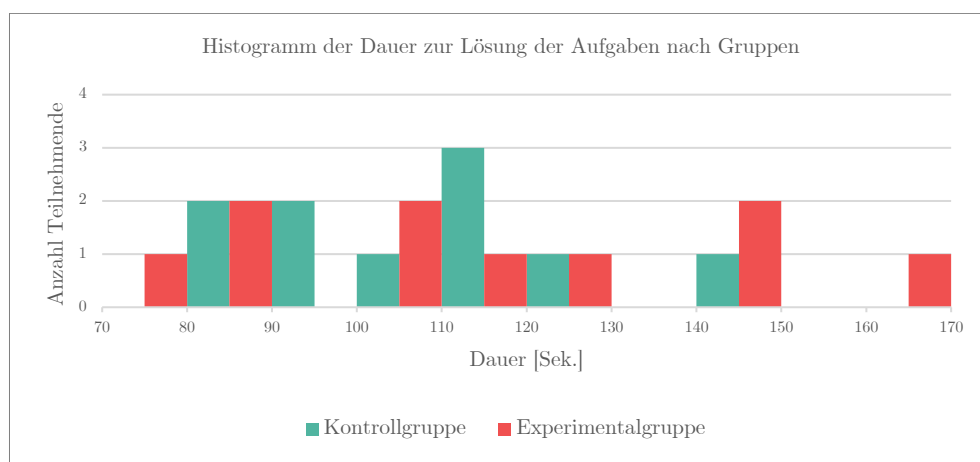


Abbildung 85: Histogramm der Dauer zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen

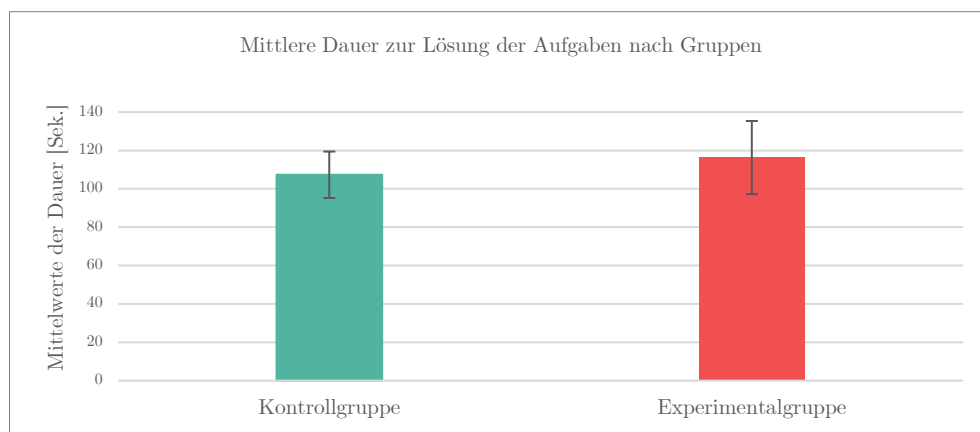


Abbildung 86: Mittlere Dauer zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen

Die Abbildung 85 zeigt das Histogramm der Dauer zur Lösung der Aufgaben je Gruppe. In der Abbildung 86 sind die Mittelwerte der durchschnittlichen Dauer zur Lösung der Aufgaben

für die Kontroll- und die Experimentalgruppe aufgeführt. Die Mittelwerte (Kontrollgruppe: 107.3, Experimentalgruppe: 116.3) liegen offensichtlich nahe beieinander.

In der Tabelle 33 sind die Resultate des Levene-Tests der Varianzgleichheit aufgeführt. Der Signifikanz-Wert des Levene-Tests liegt mit 0.149 über 0.05. Somit kann davon ausgegangen werden, dass die Varianzen gleich sind.

Levene-Test der Varianzgleichheit		
	F	Signifikanz
Varianzen sind gleich	2.272	.149

Tabelle 33: Levene-Test Dauer zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen

In den Tabellen 34 und 35 sind die Resultate des Mann-Whitney-U-Tests aufgeführt. Der exakte Signifikanz-Wert des Mann-Whitney-U-Tests (zweiseitig) liegt mit 0.468 über 0.05, womit die Nullhypothese nicht verworfen werden kann. Es liegt also kein Hinweis auf einen signifikanten Unterschied zwischen den beiden Gruppen bezüglich der benötigten Zeit vor. Der exakte einseitige Signifikanz-Wert beträgt 0.234, was ebenfalls grösser als 0.05 ist. Es liegt demzufolge auch kein Hinweis darauf vor, dass Personen, welche die Funktion zur Schriftgrößenanpassung zur Verfügung haben, Kartenaufgaben schneller lösen könnten als solche, welche die Funktion nicht zur Verfügung haben.

Gruppe		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Anzahl Punkte (Effektivität)	Experimentalgruppe	10	12	132
	Kontrollgruppe	10	9.9	99
	Gesamt	20		

Tabelle 34: Ränge der Dauern zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen

Anzahl Punkte (Effektivität)	
Mann-Whitney-U	44
Wilcoxon-W	99
Z	-.775
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.439
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	.468

Tabelle 35: Mann-Whitney-U-Test der Dauern zur Lösung der Aufgaben nach Gruppen

5.5 Vergleich von Effizienz und Effektivität

Wie bereits erwähnt, soll hier geprüft werden, ob Teilnehmende, welche effizient waren, also die Aufgaben schnell gelöst haben, weniger effektiv waren, also weniger korrekte Antworten gegeben haben. Hier sind grundsätzlich zwei Hypothesen denkbar. Einerseits: Je schneller jemand war, umso leichter fiel der Person die Bearbeitung der Aufgaben, sprich umso effektiver – also schneller – war sie demzufolge auch. Andererseits wäre es auch denkbar, dass je schneller eine Person die gestellten Aufgaben gelöst hat, umso weniger korrekt waren die Antworten. In Bezug auf die Nullhypothese spielt es keine Rolle, von welchem Zusammenhang ausgegangen wird. Die Nullhypothese lautet, dass es keinen Zusammenhang zwischen der Effektivität und der Effizienz gibt.

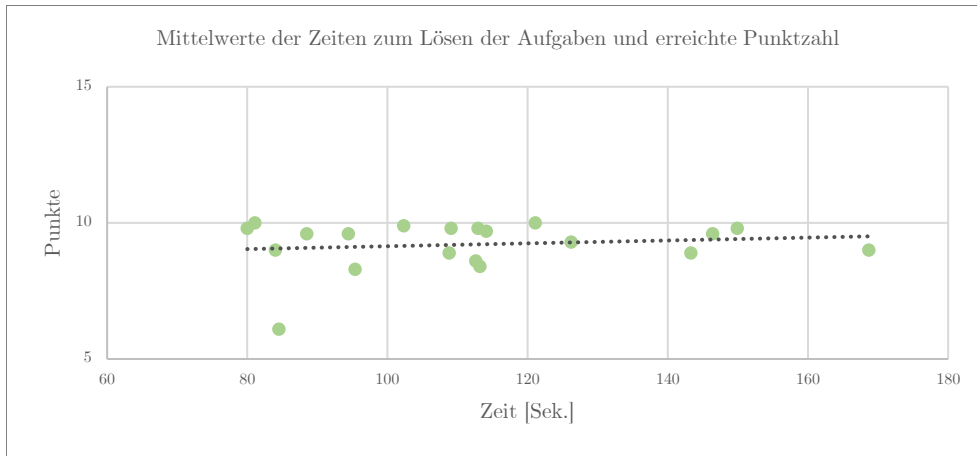


Abbildung 87: Streudiagramm Dauer und Punktzahl

In der Abbildung 87 sind die Dauern zur Lösung der Aufgaben und die erreichte Punktzahl für alle Teilnehmenden abgebildet. Hier kann die Person mit der Nummer 11, welche die tiefste Punktzahl erreichte, ausgemacht werden. Diese Person hat die Aufgaben zudem relativ schnell gelöst. Dieses Wertepaar beeinflusst hier denn auch die Richtung der Trendlinie. Trotzdem ist aus der Grafik ersichtlich, dass ob mit oder ohne diesem Wert wohl nicht auf einen Zusammenhang zwischen Effektivität und Effizienz geschlossen werden kann. Die Tabelle 36 zeigt die Resultate der Korrelationsanalyse nach Spearman auf. Der Signifikanz-Wert (zweiseitig) liegt mit 0.914 über 0.05. Somit kann die Nullhypothese nicht verworfen werden. Es liegt also kein Hinweis vor, dass es einen Zusammenhang zwischen der Effektivität und der Effizienz gibt.

		Dauer (Effizienz)
Anzahl Punkte (Effektivität)	Korrelationskoeffizient	-.0.26
	Signifikanz (2-seitig)	.914
	N	20

Tabelle 36: Korrelationsanalyse Dauer und Punktzahl

5.6 Einflüsse auf die Ergebnisse

Die folgenden Analysen sollen aufzeigen, ob die Fähigkeit zum räumlichen Denken, der Orientierungssinn oder die Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten einen Einfluss auf die Ergebnisse des Experimentes haben, sprich ob Zusammenhänge zwischen den verschiedenen Messwerten

bestehen. Im Falle, dass signifikante Unterschiede bezüglich der Effizienz oder der Effektivität zwischen Experimental- und der Kontrollgruppe hätten ausgemacht werden können, wäre es wichtig gewesen, diese Unterschiede zu erklären. Die räumlichen Denkfähigkeiten, der Orientierungssinn oder die Nutzung digitaler Karten hätten die Unterschiede allenfalls erklären können. In diesem Fall hätte berücksichtigt werden müssen, dass die Unterschiede zwischen den beiden Gruppen allenfalls nicht alleine durch die Verfügbarkeit der Funktion zur individuellen Schriftgrößenanpassung hätte erklärt werden können, sondern dass andere Einflüsse allenfalls grösser gewesen wären. Da jedoch keine Hinweise auf Unterschiede bezüglich der Effizienz und Effektivität zwischen den beiden Gruppen ausgemacht werden konnten, dienen die folgenden Auswertungen in erster Linie der Prüfung, ob die Einteilung basierend auf dem Paper Folding Test sinnvoll war oder nicht. Weiter sollen die Auswertungen dabei helfen, zu verstehen, welche Faktoren einen Einfluss auf die Effektivität und die Effizienz beim Lösen von Kartenaufgaben haben könnten. Im Folgenden kann jedoch kein Hinweis darauf gefunden werden, dass die Fähigkeit zum räumlichen Denken, der Orientierungssinn oder die Nutzung digitaler Karten mit der Effektivität oder der Effizienz eine signifikante Korrelation aufweisen.

5.6.1 Räumliches Denken

In diesem Abschnitt wird geprüft, ob die Fähigkeit zum räumlichen Denken, also die Ergebnisse im Paper Folding Test, einen signifikanten Zusammenhang mit den Messwerten des Experimentes aufweisen. Hier wird also die Hypothese überprüft, dass das räumliche Denken einen Zusammenhang mit der Effektivität und der Effizienz hat. Dieser Test soll unter anderem Hinweise darauf geben, ob eine Einteilung der Teilnehmenden basierend auf den Ergebnissen im Paper Folding Test sinnvoll war oder nicht.

Die Nullhypothese bezüglich der Effektivität lautet: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Score im Paper Folding Test und der erreichten Punktzahl im Experiment. In der Tabelle 37 sind die Resultate der Korrelationsanalyse nach Spearman aufgeführt. Es ist ersichtlich, dass der Signifikanz-Wert (zweiseitig) 0.567 beträgt, womit dieser höher als 0.05 ist. Somit kann die Nullhypothese nicht verworfen werden und ein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Effektivität und dem räumlichen Denken kann nicht ausgemacht werden.

		Anzahl Punkte (Effektivität)
Score Paper Folding Test	Korrelationskoeffizient	-.136
	Signifikanz (2-seitig)	.567
	N	20

Tabelle 37: Korrelationsanalyse Anzahl Punkte und Score Paper Folding Test

Die Nullhypothese bezüglich der Effizienz lautet: Es besteht kein Zusammenhang zwischen dem Score im Paper Folding Test und der Dauer zur Lösung der Aufgaben im Experiment. In der Tabelle 38 sind die Resultate der Korrelationsanalyse nach Spearman aufgeführt. Es ist ersichtlich, dass der Signifikanz-Wert (zweiseitig) 0.859 beträgt, womit dieser höher als 0.05 ist. Somit kann die Nullhypothese nicht verworfen und kein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Effizienz und dem räumlichen Denken ausgemacht werden.

		Dauer (Effizienz)
Score Paper Folding Test	Korrelationskoeffizient	.042
	Signifikanz (2-seitig)	.859
	N	20

Tabelle 38: Korrelationsanalyse Dauer und Score Paper Folding Test

5.6.2 Orientierungssinn

Da im Anschluss an die Kartenaufgaben und die Fragen bezüglich der Zufriedenheit mit der Funktion zur Schriftgrößenanpassung der SBSOD-Test durchgeführt wurde, liegen neben den Daten zum räumlichen Denken basierend auf dem Paper Folding Test auch Daten zum Orientierungssinn der Teilnehmenden vor. Dies erlaubt eine Analyse, ob Personen mit einem überdurchschnittlichen Orientierungssinn, sprich einem hohen Wert bezüglich der Fragen zur räumlichen Strategie, auch die Aufgaben des Experimentes effektiver oder effizienter gelöst haben.

Die Nullhypothese bezüglich der Effektivität lautet: Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Punktzahl bezüglich räumlicher Strategie und der erreichten Punktzahl im Experiment. In der Tabelle 39 sind die Resultate der Korrelationsanalyse nach Spearman aufgeführt. Es ist ersichtlich, dass der Signifikanz-Wert (zweiseitig) 0.857 beträgt, womit dieser höher als 0.05 ist. Somit kann die Nullhypothese nicht verworfen und kein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Effektivität und dem Orientierungssinn ausgemacht werden.

		Anzahl Punkte (Effektivität)
Punkte räumliche Strategie (SBSOD)	Korrelationskoeffizient	-.043
	Signifikanz (2-seitig)	.857
	N	20

Tabelle 39: Korrelationsanalyse Anzahl Punkte und SBSOD

Die Nullhypothese bezüglich der Effizienz lautet: Es besteht kein Zusammenhang zwischen der Punktzahl bezüglich räumlicher Strategie und der Dauer zur Lösung der Aufgaben im Experiment. In der Tabelle 40 sind die Resultate der Korrelationsanalyse nach Spearman aufgeführt. Es ist ersichtlich, dass der Signifikanz-Wert (zweiseitig) 0.605 beträgt, womit dieser höher als 0.05 ist. Somit kann die Nullhypothese nicht verworfen und kein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Effizienz und dem Orientierungssinn ausgemacht werden.

		Dauer (Effizienz)
Punkte räumliche Strategie (SBSOD)	Korrelationskoeffizient	-.123
	Signifikanz (2-seitig)	.605
	N	20

Tabelle 40: Korrelationsanalyse Dauer und SBSOD

5.6.3 Nutzung digitaler Karten

In diesem Abschnitt wird untersucht, ob die Häufigkeit der Nutzung mobiler Karten einen signifikanten Zusammenhang mit den Resultaten des Experimentes aufweist.

Effektivität

Bezüglich der Effektivität lautet die Nullhypothese wie folgt: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten und der Höhe der Punktzahl beim Lösen von Kartenaufgaben. In der Tabelle 41 sind die Resultate der Korrelationsanalyse nach Spearman aufgeführt. Es ist ersichtlich, dass der Signifikanz-Wert (zweiseitig) 0.983 beträgt, womit dieser höher als 0.05 ist. Somit kann die Nullhypothese nicht verworfen und kein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben und der Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten ausgemacht werden.

		Anzahl Punkte (Effektivität)
Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten	Korrelationskoeffizient	-.005
	Signifikanz (2-seitig)	.983
	N	20

Tabelle 41: Korrelationsanalyse Anzahl Punkte und Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten

Effizienz

Bezüglich der Effizienz lautet die Nullhypothese wie folgt: Es gibt keinen Zusammenhang zwischen der Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten und der Zeitdauer zum Lösen von Kartenaufgaben. In der Tabelle 42 sind die Resultate der Korrelationsanalyse nach Spearman aufgeführt. Es ist ersichtlich, dass der Signifikanz-Wert (zweiseitig) 0.149 beträgt, womit dieser höher als 0.05 ist. Somit kann die Nullhypothese nicht verworfen und kein Hinweis auf einen Zusammenhang zwischen der Effizienz beim Lösen von Kartenaufgaben und der Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten ausgemacht werden.

		Dauer (Effizienz)
Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten	Korrelationskoeffizient	-.335
	Signifikanz (2-seitig)	.149
	N	20

Tabelle 42: Korrelationsanalyse Dauer und Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten

Unterschied zwischen den Gruppen

Im Folgenden soll untersucht werden, ob es zwischen der Experimental- und der Kontrollgruppe einen Unterschied bezüglich der Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten gibt. Obwohl es keinen Hinweis darauf gibt, dass die Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten einen Einfluss auf die Effizienz oder die Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben hat, ist es von Interesse, zu prüfen, ob die beiden Gruppen diesbezüglich einen Unterschied aufweisen. Die Nullhypothese lautet, dass es keinen Unterschied zwischen den zwei Gruppen bezüglich der Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten gibt.

Levene-Test der Varianzgleichheit		
	F	Signifikanz
Varianzen sind gleich	.000	1.000

Tabelle 43: Levene-Test Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten zwischen den Gruppen

In den Tabellen 43 sind die Resultate des Levene-Tests der Varianzgleichheit ersichtlich. Da der Signifikanz-Wert für den Test der Varianzgleichheit grösser als 0.05 ist, kann davon ausgegangen werden, dass die Varianzen gleich sind.

Gruppe		N	Mittlerer Rang	Rangsumme
Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten	Experimentalgruppe	10	11.5	115
	Kontrollgruppe	10	9.5	95
	Gesamt	20		

Tabelle 44: Ränge Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten zwischen den Gruppen

Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten	
Mann-Whitney-U	40
Wilcoxon-W	95
Z	-.805
Asymptotische Signifikanz (2-seitig)	.421
Exakte Signifikanz [2*(1-seitige Sig.)]	.481

Tabelle 45: Mann-Whitney-U-Test Häufigkeit der Nutzung digitaler Karten zwischen den Gruppen

In den Tabellen 44 und 45 sind die Resultate des Mann-Whitney-U-Tests abgebildet. Der Signifikanz-Wert (zweiseitig) des Mann-Whitney-U-Tests beträgt 0.481 und ist somit grösser als 0.05. Deshalb kann die Nullhypothese nicht verworfen werden. Es liegt kein Hinweis vor, dass ein Unterschied bezüglich der Nutzung digitaler Karten zwischen den beiden Gruppen besteht. Dies ist nebenbei ein weiterer Hinweis darauf, dass die Gruppeneinteilung nicht zu einer Verfälschung der Resultate führt.

6 Diskussion

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Applikation entwickelt, die es den Anwenderinnen und Anwendern erlaubt, die Schriftgrösse in Basiskarten auf mobilen Geräten individuell anzupassen. Ziel war es, zu evaluieren, ob damit ein Beitrag für barrierefrei zugängliche Web-Inhalte geliefert werden kann. Da von nicht-barrierefreien Web-Inhalten u. a. ältere Personen betroffen sind, wurde eine Usability-Studie mit 21 Personen durchgeführt, um herauszufinden, ob Personen, denen eine Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse in Basiskarten zur Verfügung steht, diese nutzen, ob sie beim Lösen von Kartenaufgaben effizienter und effektiver sind und ob sie mit der Funktion zufrieden sind. In diesem Kapitel sollen die Resultate der Studie zusammengefasst und die Forschungsfragen beantwortet werden. Weiter sollen die Resultate beurteilt und in den Forschungskontext eingeordnet werden. Zudem sollen allfällige Schwächen der Studie aufgezeigt werden.

6.1 Zusammenfassung der Resultate

In diesem Abschnitt werden die Resultate der Studie basierend auf den Ausführungen der vorangehenden Kapitel zusammengefasst.

Nutzung

Im Rahmen einer qualitativen Auswertung der Nutzung der Funktion zur Schriftgrössenanpassung konnte gezeigt werden, dass es unterschiedliche Muster der Nutzung gibt, die in verschiedene Kategorien eingeteilt werden können. Das am weitesten verbreitete Muster zeigt eine einmalige Anpassung der Schriftgrösse. Die nächste Kategorie bilden Personen, welche die Schriftgrösse ebenfalls einmal angepasst haben und dann über weite Teile des Experimentes so belassen haben. Bei diesem Muster ist jedoch irgendwann während des Experimentes eine weitere Interaktion mit der Schriftgrössenanpassung ersichtlich. Oft kehren diese Personen später wieder zu einer Schriftgrösse zurück, die sie vorher offenbar als angemessen empfunden haben. Die dritte Kategorie bilden Teilnehmende, die eine rege Interaktion mit der Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse aufweisen. Dieses Muster konnte jedoch nur bei zwei Teilnehmenden beobachtet werden. Die vierte und letzte Kategorie bilden diejenigen, die keinerlei Interaktion mit der Funktion aufweisen. In dieser Kategorie befindet sich nur eine Person.

Es konnte zudem gezeigt werden, dass 19 von 20 Teilnehmenden die Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse nutzten. Dies zeigt, dass statisch signifikant mehr als die Hälfte der Personen die Funktion nutzen würde, wenn sie zur Verfügung stünde.

Zufriedenheit

Mit einem SUS-Score von 88.63 konnte gezeigt werden, dass die Zufriedenheit mit der Funktion überdurchschnittlich hoch ist. Mit einer Wahrscheinlichkeit von 95 Prozent liegt der Mittelwert des SUS-Scores in der Grundgesamtheit zwischen 83.7 und 93.6 (88.63 ± 4.93). Es konnte also dargelegt werden, dass die Anwenderinnen und Anwender mit der Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse zufrieden sind.

Effektivität

Die Teilnehmenden der Kontrollgruppe erreichten im Durchschnitt eine Punktzahl von 9.16 bezüglich der Korrektheit der Antworten, die Teilnehmenden der Experimentalgruppe eine Punktzahl von 9.25. Damit erreichten die Teilnehmenden der Experimentalgruppe zwar einen höheren Durchschnittswert bei der Messung der Effektivität der Funktion, dieser Unterschied ist jedoch statistisch nicht signifikant.

Effizienz

Die Teilnehmenden der Kontrollgruppe benötigten im Durchschnitt gut 107 Sekunden zur Beantwortung einer Aufgabenstellung. Die Teilnehmenden der Experimentalgruppe benötigten im Durchschnitt gut 116 Sekunden. Damit benötigten die Teilnehmenden der Kontrollgruppe im Durchschnitt zwar weniger Zeit zum Lösen der Aufgaben, jedoch ist auch dieser Unterschied statistisch nicht signifikant.

6.2 Beantwortung der Forschungsfragen

In diesem Abschnitt werden die vier untergeordneten Forschungsfragen basierend auf den Resultaten des Experiments beantwortet. Zudem wird eine zusammenfassende Antwort auf die Forschungsfrage gegeben.

Beantwortung der Forschungsfrage A

Wird die Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung von älteren Personen genutzt, wenn sie zur Verfügung steht?

Mit einem einseitigen statistischen Signifikanz-Wert von 0.00002 kann gezeigt werden, dass mehr als die Hälfte der Personen der Grundgesamtheit die Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse nutzen würde, wenn diese zur Verfügung stehen würde. Damit kann die Frage, ob die

Funktion genutzt wird, wenn sie zur Verfügung steht, bejaht werden: Es konnte gezeigt werden, dass die Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung von signifikant mehr als der Hälfte der Anwenderinnen und Anwender genutzt wird, wenn diese zur Verfügung steht.

Beantwortung der Forschungsfrage B

Sind ältere Personen mit der Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung zufrieden?

Der SUS-Score von 88.63 liegt deutlich über dem Durchschnittswert von Sauro (2011), der 68 beträgt. Zudem liegt der Wert auch deutlich über 80.3. Damit kann gemäss Sauro (2011) davon ausgegangen werden, dass der Wert höher liegt, als 90 Prozent aller von ihm analysierten Werte. Basierend auf diesen Analysen kann die Frage, ob ältere Personen mit der Funktion zur individuellen Anpassung von Schriftgrössen in Basiskarten auf mobilen Geräten zufrieden sind, bejaht werden.

Beantwortung der Forschungsfrage C

Führt die Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung bei älteren Personen zu einer höheren Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben?

Basierend auf den Resultaten des Experiments kann nicht darauf geschlossen werden, dass Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse zur Verfügung haben, Kartenaufgaben effektiver oder weniger effektiv lösen. Die Frage C kann daher basierend auf der durchgeführten Studie nicht beantwortet werden.

Beantwortung der Forschungsfrage D

Führt die Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung bei älteren Personen zu einer höheren Effizienz beim Lösen von Kartenaufgaben?

Auch die Frage, ob ältere Personen, welche die Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse zu Verfügung haben, Kartenaufgaben effizienter lösen, kann basierend auf den Resultaten der Studie nicht beantwortet werden. Die gewonnenen Daten lassen keinen Schluss darüber zu, ob Personen mit oder ohne Funktion die Kartenaufgaben effizienter lösen.

Beantwortung der Forschungsfrage

Nutzen ältere Personen die Funktion zur individuellen Schriftgrössenanpassung in Basiskarten auf mobilen Geräten, wenn diese zur Verfügung steht, steigert sie die Effizienz und die Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben und sind ältere Personen mit der Funktion zufrieden?

Zusammenfassend kann die Forschungsfrage dahingehend beantwortet werden, dass ältere Personen die Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse in Basiskarten auf mobilen Geräten nutzen und dass sie damit zufrieden sind. Ob sie Kartenaufgaben effizienter oder effektiver lösen können, kann aufgrund der durchgeführten Studie nicht festgestellt werden.

6.3 Einordnung in den Forschungskontext

In diesem Abschnitt soll versucht werden, die Resultate dieser Arbeit in den Forschungskontext einzugliedern, sie mit anderen Erkenntnissen zu vergleichen und aufzuzeigen, welchen Beitrag sie für die Forschung leisten können.

Das Bedürfnis nach Teilhabe der älteren Generation an digitalen Medien ist unbestritten. Die Barrieren, die durch digitale Technologien jedoch entstehen können, stehen diesem Bedürfnis bisweilen im Weg. Das kann einer der Gründe für die digitale Spaltung sein. Mit dieser Arbeit konnte jedoch aufgezeigt werden, dass im Sinne der Schweizerischen Stiftung zur behindertengerechten Technologienutzung dank des Einsatzes moderner digitaler Technologien der Zugang zu neuen Medien auch erleichtert werden kann. Hennig et al. (2012) schreiben, dass weitere Forschung nötig ist, um barrierefreie grafische und kartografische Informationen, wie z. B. Karten im Web, für Menschen mit Sehschwächen zugänglich zu machen. Mit der vorliegenden Arbeit wurde ein Schritt in diese Richtung gemacht.

Weiter wurde mit der Entwicklung der Applikation der Nachweis erbracht, dass das Bedürfnis nach individuellen Anpassungen von Beschriftungen in digitalen Karten auf mobilen Geräten, wie es u. a. Neuschmid et al. (2012) formulieren, technisch realisiert werden kann. Die Technologie des Vector Tiling liefert dabei eine wichtige Grundlage, um dieses Ziel effizient zu erreichen. Die Forderung von Kovanen et al. (2012), digitale Web-basierte Karten auf die Bedürfnisse älterer Menschen anzupassen, ist unbestritten. Wenn Kovanen et al. (2012) jedoch schreiben, dass dank der Verbreitung des Internets und dank der breiten Verfügbarkeit von Infrastrukturen zur Bereitstellung von digitalen Karten aus technologischer Sicht nichts gegen die Verbreitung von barrierefrei gestalteten Web-Karten spricht, so stimmt dies nur zum Teil. Wenn die enormen Datenmengen und Rechenzeiten zur Erstellung von Raster-basierten Karten in Betracht gezogen werden, so scheint es kaum denkbar, dass sich altersgerechte Karten damit weit verbreiten lassen. Zudem erfüllt der Ansatz von Kovanen et al. (2012) nicht alle Ansprüche an die Barrierefreiheit. Erstens würden nach diesem Modell Karten erstellt, welche explizit auf die Bedürfnisse von Menschen mit Beeinträchtigungen zugeschnitten sind, was im Extremfall zu einer Stigmatisierung und in Folge gar zu einer damit verbundenen Nicht-

Nutzung führen könnte (Darvisky et al. 2016). Weiter wird mit solchen Karten das Bedürfnis nach individueller Anpassung der Schriftgrößen nicht erfüllt. Da Raster-basierte Karten für die Darstellung im Web vorgerechnet werden müssen, ist damit eine individuelle Anpassung kaum möglich. Bei Vector-Tiles wird das Kartenbild jedoch erst auf dem Gerät der Anwenderin oder des Anwenders gerendert, es findet also gewissermassen ein On-Demand-Rendering statt. Dies hat u. a. den Vorteil, dass nur gerade das Bild, welches für die Darstellung der Karte benötigt wird, tatsächlich gerendert wird und ermöglicht zweitens eine individuelle Anpassung der Symbologie. Die individuelle Anpassung der Symbologie ist dabei nicht nur auf die Schriftgrösse beschränkt, sie ist nicht einmal nur auf die Anpassung von Beschriftungen beschränkt, was eine Vielzahl an neuen Möglichkeiten eröffnet. Wenn Neuschmid et al. (2012) schreiben, dass die grossflächige und barrierefreie Gestaltung von nicht-textlichen, sondern grafischen Elementen, zu denen auch Karten zählen, im Internet nach wie vor eine Herausforderung darstellt, so kann dies mit der vorliegenden Arbeit, zumindest in Bezug auf die technische Machbarkeit, relativiert werden. Die Aussage von Harrower (2004), dass die Web-Kartografie völlig neue Wege in Bezug auf On-Demand-Karten eröffnet hat, kann dagegen gestützt werden. Und wenn Plewe (2007) sagt, dass sich u. a. dieser Aspekt in den vergangenen Jahren nochmals akzentuiert hat, so kann diese Aussage auch auf die Jahre seit dem Erscheinen seiner Studie bis heute ausgeweitet werden.

Nutzung

Die Tatsache, dass die Teilnehmenden die Funktion genutzt haben, stützt die These, dass ein Bedürfnis nach individueller Anpassung der Schriftgrößen in Basiskarten besteht. Sie liefert zudem einen Anhaltspunkt, dass die Standard-Schriftgrößen für die meisten älteren Leute zu klein sein könnten, was die Feststellung von Vrenko und Petrovič (2015) stützt. Hennig et al. (2012) schreiben, dass der Zugang zu heute bestehenden Web-Karten-Produkten zum Teil schwierig bis unmöglich ist. Die Resultate der vorliegenden Studie stützen diese Aussage jedoch nur zum Teil. Es konnte bekanntlich nicht gezeigt werden, dass die Funktion zu einer höheren Effizienz und einer höheren Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben führt. Daher wäre es – basierend auf den hier vorliegenden Resultaten – auch denkbar, dass eine individuelle Anpassung lediglich einem subjektiven Bedürfnis entspricht.

Zufriedenheit

Der altersbedingte digitale Graben führt gemäss Niehaves und Plattfaut (2014) dazu, dass viele ältere Menschen digitale Technologien nicht dazu nutzen, ihre Lebensqualität zu verbessern. Mit der im Rahmen dieser Arbeit entwickelten Applikation könnte ein Beitrag dazu geleistet werden, diesen Effekt abzuschwächen. Die Ergebnisse zur Messung der Zufriedenheit

zeigen nämlich, dass die Funktion zu einer hohen Zufriedenheit führt. Meyer et al. (2012) schreiben zudem, dass Applikationen, die unter Berücksichtigung der individuellen Bedürfnisse von Menschen mit Sehschwächen entwickelt wurden, eine hohe Akzeptanz und Beliebtheit aufweisen. Diese Erkenntnis kann basierend auf den dargelegten Untersuchungen betreffend der Zufriedenheit gestützt werden.

Mehrwert

Caldwell et al. (2008) und Kristin (2009) schreiben, dass Verbesserungen in Bezug auf Barrierefreiheit nicht nur für von Einschränkungen betroffene Menschen einen Mehrwert bieten, sondern für alle Anwenderinnen und Anwender. Dieser Aspekt wurde im Rahmen dieser Arbeit nicht genauer untersucht. Trotzdem wird vermutet, dass diese Erkenntnis auch auf die hier dargelegte Funktion zutrifft. Denn von Sehschwächen sind erstens nicht nur ältere Personen betroffen, visuelle Einschränkungen sind durch alle Alterskategorien hindurch vertreten. Zweitens ist es denkbar, dass Menschen ohne Sehschwächen unter bestimmten Bedingungen eine Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse nutzen würden.

Schulte (2005) schreibt, dass die barrierefreie Gestaltung von Internet-Anwendungen nur gelingen kann, wenn von dem Versuch der Klassifizierung des typischen Nutzers oder der typischen Nutzerin, mit oder ohne Einschränkungen, Abschied genommen wird. Sie spricht dabei neben einer allfälligen Stigmatisierung auch den Mehrwert für Menschen ohne Einschränkungen an. Die im Rahmen dieser Arbeit entwickelte und getestete Applikation könnte einen Beitrag zur Erreichung beider dieser Anforderungen leisten. Mit der präsentierten Applikation findet keine Stigmatisierung statt, da die Anpassung der Schriftgrösse lediglich eine Zusatzfunktion zu einer Standard-Karten-Applikation darstellt und zudem jede Nutzerin und jeder Nutzer – ob mit oder ohne Sehschwäche – selber entscheiden kann, ob er oder sie die Funktion nutzen will oder nicht.

Effizienz und Effektivität

Hegarty et al. (2009) schreiben, dass die Präferenzen von Nutzerinnen und Nutzer kein guter Indikator für die Effektivität von Karten darstellen. In dieser Studie konnte kein Hinweis darauf gefunden werden, dass eine Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse in Basiskarten dazu führt, dass ältere Menschen Kartenaufgaben schneller oder besser lösen. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die Personen mit der Funktion zufrieden sind. Mit diesen Ergebnissen kann die Feststellung von Hegarty et al. (2009) teilweise gestützt werden. Obwohl nicht gezeigt werden konnte, dass die entwickelte Funktion zu weniger Effektivität oder weniger Effizienz beim Lösen von Kartenaufgaben führt, so konnte auch das Gegenteil nicht nachgewiesen werden. Dennoch sind die Personen mit der Funktion zufrieden.

6.4 Kritische Betrachtung der Studie

In diesem Abschnitt werden die Resultate und Methoden kritisch hinterfragt. Es sollen u. a. das Verbesserungspotenzial sowie die Stärken und Schwächen der Studie aufgezeigt werden.

6.4.1 Sinnhaftigkeit der Hypothesen

Die Hypothese, dass Personen die bereitgestellte Funktion überhaupt nutzen, hat im Rahmen dieser Arbeit explorativen Charakter. Das Ziel war, herauszufinden, ob überhaupt ein Bedarf nach einer solchen Funktion besteht. Zudem liefert die Überprüfung dieser Hypothese einen Anhaltspunkt, ob die Standardschriftgrösse in der verwendeten Basiskarte ausreichend ist.

Gemäss der Literatur können individuelle Anpassungen der Schriftgrösse in Basiskarten dazu führen, Web-Karten barrierefrei zu gestalten resp. eine der wichtigen Hürden zu minimieren (Neuschmid et al., 2012). Deshalb scheint es einleuchtend, dass eine Funktion, welche diese Anpassung ermöglicht, auch zur Steigerung der Effizienz und Effektivität beim Lösen von Karenaufgaben führt. Im Rahmen des Usability-Testing wird verlangt, die Nutzerfreundlichkeit im jeweiligen Kontext einer allfälligen tatsächlichen Nutzung zu prüfen. Dabei kann je nach Kontext eine unterschiedliche Gewichtung von Effizienz, Effektivität und Zufriedenheit relevant sein. In dieser Studie wurde keine solche Gewichtung vorgenommen. Zudem wurden die Aspekte Effizienz und Effektivität jeweils isoliert betrachtet. Dies spiegelt sich auch in den Hypothesen wieder. Unter Umständen ergibt es jedoch Sinn, die verschiedenen Aspekte der Usability nicht isoliert, sondern kombiniert zu betrachten. Je nach Ziel, das eine Nutzerin oder ein Nutzer verfolgt, und je nach Nutzungskontext werden die Aspekte individuell unterschiedlich gewichtet. Zudem könnte eine kombinierte Betrachtung von Effektivität und Effizienz in einigen Fällen relevant sein. Denn in den meisten Fällen nützt es nichts, wenn eine Aufgabe zwar schnell, dafür aber falsch gelöst wird. Ebenso bringt es meist nicht viel, wenn eine Aufgabe zwar gelöst werden kann, wenn die benötigte Zeit dafür aber unverhältnismässig lang ist. Um die Usability der Funktion zur Anpassung der Schriftgrösse in einem ersten Schritt zu analysieren, ist es sicher zulässig, die Effektivität und die Effizienz isoliert zu betrachten. Bei einer vertiefenden Studie müsste man aber die Hypothesen, die Analysen und die Versuchsanordnung dahingehend anpassen, dass die individuelle Gewichtung der unterschiedlichen Faktoren mitberücksichtigt wird und dass eine kombinierte Analyse der Effektivität und der Effizienz möglich ist.

Bei der Fragestellung, ob Personen, welche die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse zur Verfügung haben, damit zufrieden sind, stellt sich in erster Linie eine Frage methodischer Natur: Ob es zulässig ist, die Zufriedenheit als absolute Grösse und nicht im Vergleich mit anderen Applikationen, welche keine solche Funktion zur Verfügung stellen, zu prüfen. Eine weitere Studie müsste Aufschluss darüber geben, ob die Zufriedenheit mit der Funktion im Vergleich mit Applikationen ohne die Funktion höher oder tiefer ist.

6.4.2 Methodenkritik

Eine erste Kritik betrifft die Aussagekraft der Studie. Es ist anzunehmen, dass die relativ kleine Anzahl von 21 Teilnehmenden mitunter dazu führte, dass bezüglich der Effizienz und der Effektivität keine Aussage gemacht werden kann. Bei einer grösseren Anzahl an Teilnehmenden hätten allenfalls statisch signifikante Unterschiede zwischen den beiden Gruppen ausgemacht werden können. Zudem hätte mit einem Within-Subject-Design der Effekt der kleinen Anzahl Teilnehmender abgeschwächt werden können. Da die Studie so aufgebaut war, dass in einem ersten Schritt ein Between-Subject-Design zur Anwendung kam, dass aber alle Teilnehmenden im Anschluss zusätzlich der jeweils anderen Ausprägung der unabhängigen Variable ausgesetzt wurden, könnten in einem weiteren Schritt diese Daten zusätzlich ausgewertet werden. Damit könnte die Studie zudem plausibilisiert werden.

Bezüglich der Frage, ob die Teilnehmenden die zur Verfügung gestellte Funktion genutzt haben oder nicht, lässt sich festhalten, dass u. a. der Aufbau des Experimentes die Resultate beeinflusst haben könnte. Die Funktion zur Schriftgrössenanpassung wurde in der Applikation einerseits prominent platziert und zudem wurden die Teilnehmenden betreffend die Verwendung der Funktion instruiert. Den Teilnehmenden könnte deshalb bewusst gewesen sein, dass in der Studie die Nutzung der Funktion analysiert werden würde. Zudem hat die Tatsache, dass es sich bei der Funktion um eine Neuerung handelt, wohl bei den einen oder anderen Teilnehmenden eine gewisse Neugierde geweckt, die zu einer Nutzung geführt hat. Es wäre wünschenswert, diesen Aspekt unter anderen Bedingungen zu analysieren, um allenfalls verlässlichere Resultate zu erhalten. Zudem ist die Art und Weise der Nutzung in diesem Zusammenhang wahrscheinlich ein aussagekräftigeres Indiz.

Wie oben erwähnt stellt sich zudem die Frage, ob es zulässig war, die Zufriedenheit mit der Funktion wie dargelegt zu messen. Neben der Tatsache, dass die Zufriedenheit damit nicht verglichen werden kann, könnte es zudem sein, dass die Beziehung zu den Teilnehmenden

einen Einfluss auf die Ergebnisse gehabt hat. Es ist anzunehmen, dass die persönliche Beziehung zu fast allen Teilnehmenden dazu beigetragen hat, dass die Zufriedenheit mit der Funktion relativ hoch bewertet wurde. Diese Annahme wird auch von den subjektiven Erfahrungen bei der Durchführung der Experimente gestützt. So teilte z. B. ein Teilnehmer mit, dass er sich während des Lösen der Aufgaben dauernd gefragt habe, ob er die Schrift vergrössern solle, damit eine möglichst hohe Nutzung der Funktion nachgewiesen werden könne. Im Wissen darum, dass damit niemandem gedient gewesen wäre, hat er gemäss eigener Aussage jedoch darauf verzichtet.

Eine weitere methodische Kritik betrifft die Einteilung der Teilnehmenden auf Basis der Ergebnisse des Paper Folding Test. Es konnte nämlich gezeigt werden, dass die Resultate des Experiments keine signifikante Korrelation mit den Ergebnissen des Tests aufweisen. Somit konnte nicht gezeigt werden, dass Personen, welche einen hohen Wert im Paper Folding Test erreichen auch beim Lösen der Kartenaufgaben effektiver und effizienter sind. Falls das Experiment ergeben hätte, dass die Experimentalgruppe die Kartenaufgaben effektiver und effizienter hätte lösen können, hätte es sein können, dass diese Resultate aufgrund einer ungleichen Verteilung der Fähigkeit, Karten zu lesen, zwischen den Gruppen zustande gekommen wäre.

Als letzte Kritik wird angefügt, dass allenfalls die Bewertung der Antworten nicht aussagekräftig ist. Im Rahmen einer Sensitivitätsanalyse könnte geprüft werden, ob Abweichungen bei den Kriterien zur Beurteilung der Korrektheit der Antworten zu anderen Ergebnissen führen würden, was durchaus denkbar ist.

7 Ausblick und Fazit

In diesem Kapitel soll zuerst ein Ausblick gegeben werden. Es soll aufgezeigt werden, welche Fragen in künftigen Studien untersucht werden könnten. Zudem wird ein Fazit gezogen.

7.1 Ausblick

Um zu prüfen, ob individuelle Anpassungen der Schriftgrösse in Basiskarten auf mobilen Geräten zu einer höheren Effizienz und Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben führen und ob damit ein Beitrag zur barrierefreien Nutzung von Karten auf mobilen Geräten geleistet werden kann, müssten zusätzliche Studien durchgeführt werden; insbesondere Studien, welche statistisch signifikante Ergebnisse liefern. Dazu müsste sicher die Anzahl Teilnehmende erhöht werden.

Ein weiterer Aspekt betrifft den Algorithmus zur Anpassung der Schriftgrösse. Dieser könnte in weiteren Forschungsprojekten auf jeden Fall verbessert werden. Hier wären insbesondere Kontextabhängige Anpassungen von Interesse. Wie dargelegt könnten zum Beispiel Beschriftungen für unterschiedliche Kategorien von Kartenobjekten unterschiedlich stark angepasst werden.

Die vorliegende Studie befasst sich ausschliesslich mit topografischen Karten. Es wäre wünschenswert, zu erfahren, ob Anpassungen von Schriftgrössen auch in thematischen Karten realisiert werden können und ob damit die Effektivität und die Effizienz gesteigert werden könnte.

Zudem wurde in dieser Arbeit nur der Aspekt der Schriftgrösse betrachtet. Ob eine individuelle Anpassung weiterer typografischer Aspekte wie Schriftarten oder Schriftfarben sinnvoll ist, könnte ebenfalls untersucht werden. Zudem erlaubt es die Technologie des Vector-Tiling nicht nur, Schriften individuell anzupassen, sondern alle Kartenelemente. Dies eröffnet ungeahnte Möglichkeiten bei der Entwicklung neuer Funktionen. So könnten Web-Karten erstellt werden, welche es Nutzerinnen und Nutzern erlauben, die Farbschemata der Karte zu verändern. Im Rahmen der Entwicklung barrierefreier Webkarten könnten so beispielsweise auch Bedürfnisse farbfahlsichtiger Menschen berücksichtigt werden. Dies im Rahmen von wissenschaftlichen Studien zu untersuchen, wäre sicher spannend.

7.2 Fazit

In dieser Arbeit konnte gezeigt werden, dass dank neuer Technologien, namentlich des Vector Tiling, neue Wege im Bereich der barrierefreien Entwicklung von Web-Karten beschrrieben werden können. Die demografische Alterung und die Verbreitung des Internets und die damit verbundene digitale Spaltung der Gesellschaft bergen grosse Herausforderungen. Der Feststellung, dass individuelle Anpassungen von Schriftgrössen im Internet auch in grafischen Medien wie Karten und auch auf mobilen Geräten mit kleinen Displays möglich ist, könnte weitreichende Folgen haben.

Leider ist es im Rahmen dieser Arbeit nicht gelungen, nachzuweisen, dass die oft geforderte Möglichkeit zur individuellen Anpassung der Schriftgrösse bei älteren Menschen zu einer Steigerung der Effizienz und der Effektivität beim Lösen von Kartenaufgaben führt. Es konnte jedoch gezeigt werden, dass die Anwenderinnen und Anwender die Funktion nutzen, wenn diese zur Verfügung steht, und dass sie damit zufrieden sind.

8 Literatur

- Alesheikh, A. A., Helali, H., Behroz, H. A., 2002. Web GIS: technologies and its applications. In Symposium on geospatial theory, processing and applications (Vol. 15).
- Bangor, A., Kortum, P. T., Miller, J. T., 2008. An empirical evaluation of the system usability scale. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 24(6), pp. 574-594.
- Been, K., Daiches, E., Yap, C., 2006. Dynamic map labeling. *IEEE Transactions on visualization and computer graphics*, 12(5), pp. 773-780.
- Been, K., Nöllenburg, M., Poon, S. H., Wolff, A., 2008, June. Optimizing active ranges for consistent dynamic map labeling. In *Proceedings of the twenty-fourth annual symposium on Computational geometry*, pp. 10-19. ACM.
- Bortz, J., 2006. *Statistik: Für Human-und Sozialwissenschaftler*. Springer-Verlag.
- Brandtzæg, P. B., Heim, J., Karahasanović, A., 2011. Understanding the new digital divide – A typology of Internet users in Europe. *International journal of human-computer studies*, 69(3), pp. 123-138.
- Broadbent, E., Stafford, R., MacDonald, B., 2009. Acceptance of healthcare robots for the older population: review and future directions. *International Journal of Social Robotics*, 1(4), pp. 319-330.
- Brooke, J., 1996. SUS – A quick and dirty usability scale. *Usability evaluation in industry*, 189(194), pp. 4-7.
- Brown, B., Laurier, E., 2005. Designing electronic maps: an ethnographic approach. In *Map-based Mobile Services: Theories, Methods and Implementations*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 241-257.
- Bundesamt für Statistik [BFS], 2015. *Internetzugang der Haushalte und Internetnutzung der Bevölkerung in der Schweiz*, 823-1400, Neuchâtel.
- Bundesamt für Statistik [BFS], 2016. *Die Bevölkerung der Schweiz 2015*, 348-1500, Neuchâtel.
- Bundesamt für Statistik [BFS], 2017a. *Bevölkerung, Panorama*, Neuchâtel.

- Bundesamt für Statistik [BFS], 2017b. Ständige und nichtständige Wohnbevölkerung nach Kanton, Anwesenheitsbewilligung, Geburtsort, Geschlecht und Alter. <<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/bevoelkerung.assetdetail.3262126.html>> (Zugriff: 29.09.2017).
- Bundesamt für Statistik [BFS], o.J. Mobile Internetnutzung. <<https://www.bfs.admin.ch/bfs/de/home/statistiken/kultur-medien-informationsgesellschaft-sport/informationsgesellschaft/indikatoren/mobile-internetnutzung.html>>(Zugriff: 29.09.2017).
- Caldwell, B., Cooper, M., Reid, L.G., Vanderheiden, G., 2008. Web content accessibility guidelines (WCAG) 2.0. WWW Consortium (W3C).
- Cartwright, W., Peterson, M. P., 2007. Multimedia cartography. In *Multimedia cartography*, pp. 1-10. Springer Berlin Heidelberg.
- Darvishy, A., Hutter, H-P., Seifert, A., 2016. Altersgerechte mobile Applikationen. Winterthur, ZHAW.
- Darvishy, A., Seifert, A., 2013. Altersgerechte Webseitengestaltung: Grundlagen und Empfehlungen. Zürich, ZHAW.
- Diezmann, T., 2002. Navigation und usability. In *Usability*, pp. 97-116. Springer Berlin Heidelberg.
- Doerschler, J. S., Freeman, H., 1989. An expert system for dense-map name placement. In *Proc. Auto-Carto*, (9), pp. 215-224.
- Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H., Dermen, D., 1976. Manual for kit of factor-referenced cognitive tests. Princeton, NJ: Educational testing service.
- Eriksson, O., Rydkvist, E., 2015. An in-depth analysis of dynamically rendered vector-based maps with WebGL using Mapbox GL JS.
- Esri (o.J.). Vektorkachel-Layer. <<http://pro.arcgis.com/de/pro-app/help/sharing/overview/vector-tile-layer.htm>> (Zugriff: 29.09.2017).
- Europäische Kommission, 2015. Demography Report, Short Analytical Web Note 3/2015, Luxemburg.
- Faulkner, L., 2003. Beyond the five-user assumption: Benefits of increased sample sizes in usability testing. *Behavior Research Methods*, 35(3), pp. 379-383.

- Felici, J., 2011. The complete manual of typography: a guide to setting perfect type. Adobe Press.
- Folstein, M., Folstein S., McHugh P., 1975. Mini-Mental State Examination: a practical method for grading the cognitive state of patients for the clinician. *J Psychiat Res*; 12, pp. 189-98.
- Freeman, H., 2005. Automated cartographic text placement. *Pattern Recognition Letters*, 26(3), pp. 287-297.
- Friedrich, M., Gündogdu, R., Kunze, C., 2017. Usability-Aspekte bei der Gestaltung mobiler Nutzeroberflächen für technikdistanzierte ältere Nutzer.
- Gaffuri, J., 2012. Toward web mapping with vector data. *Geographic information science*, pp. 87-101.
- Gemsa, A., Niedermann, B., Nöllenburg, M., 2013. Trajectory-based dynamic map labeling. In *International Symposium on Algorithms and Computation*, pp. 413-423. Springer, Berlin, Heidelberg.
- Goldin, S. E., Thorndyke, P. W., 1981. Spatial Learning and Reasoning Skill (No. RAND/R-2805-ARMY). RAND CORP SANTA MONICA CA.
- Hanson, V. L., Fairweather, P. G., Arditi, A., Brown, F., Crayne, S., Detweiler, S., 2001. Making the web accessible for seniors. In *Proceedings of the International Conference on Aging*, Toronto, Canada. ICTA, pp. 54-59.
- Harrower, M., 2004. A look at the history and future of animated maps. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 39(3), pp. 33-42.
- Hegarty, M., Richardson, A. E., Montello, D. R., Lovelace, K., Subbiah, I., 2002. Development of a self-report measure of environmental spatial ability. *Intelligence*, 30(5), pp. 425-447.
- Hegarty, M., Smallman, H. S., Stull, A. T., Canham, M. S., 2009. Naïve cartography: How intuitions about display configuration can hurt performance. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 44(3), pp. 171-186.
- Hennig, S., Osberger, A., Neuschmid, J., Schrenk, M., Wasserburger, W., Zobl, F., 2012. Providing Web Maps for Everyone. *Understanding Users and their Requirements*.

- Hennig, S., Zobl, F., 2012. Making web-based maps accessible for elderly people: Development of an improved information source for recreational visits in natural areas.
- Hung, E., 2001. Blind and Low Vision Users. <http://www.co-bw.com/DMS_Web_universal_usability_in_practice_blind_and_%20low_vision__users.htm> (Zugriff: 29.09.2017).
- Imhof, E., 1950. Gelände und Karte.
- Imhof, E., 1977. Tasks and methods of theoretical cartography. *Cartographica: The International Journal for Geographic Information and Geovisualization*, 14(1), pp. 26-37.
- International Organization for Standardization [ISO], 1998. Ergonomic requirements for office work with visual display terminals (VDTs) – Part 11: Guidance on usability.
- International Telecommunications Union [ITU], 2016. Measuring the Information Society Report 2016, Genf.
- Iturriaga-Velazquez, C. C., 1999. Map labeling problems.
- Klaus, H., Balasch, M. C., Nedopil, C., Glende, S., Gerneth, M., 2012. Die mobile «Generation plus» – Anforderungen und Potenziale. In *Smart Mobile Apps* (pp. 545-558). Springer Berlin Heidelberg.
- Köbler, F., Hoekrich, M., Koene, P., Menschner, P., Prinz, A., Leimeister, J.M., Krcmar, H., 2011. Benutzerfreundlichkeit von mobilen Applikationen zur Nutzung von virtuellen Netzgemeinschaften für die Generation 50+.
- Kovanen, J., Oksanen, J., Sarjakoski, L., Sarjakoski, T., 2012. Simple Maps – A Concept of Plain Cartography within a Mobile Context for Elderly Users. In *Proceedings of the GIS Research UK 20th Annual Conference*.
- Kraak, J. M. and Brown, A. eds., 2003. *Web cartography*. CRC Press.
- Kristin, G., 2009. *Das Web 2.0 unter dem Aspekt der Barrierefreiheit*. Diplomica Verlag.
- Likert, R., 1932. A technique for the measurement of attitudes. *Archives of psychology*.
- Latzer, M., Büchi, M., Just, N., 2015. *Internetverbreitung und digitale Bruchlinien in der Schweiz 2015*. Zürich: Universität Zürich.
- Lutz, W., Sanderson, W., Scherbov, S., 2008. The coming acceleration of global population ageing. *Nature*, 451(7179), p.716.

- MacEachren, A. M., 1998. Cartography, GIS and the world wide web. *Progress in Human Geography*, 22(4), pp. 575-585.
- Martin, D. W., 2007. *Doing psychology experiments*. Cengage Learning.
- Martin, M., Kliegel, M., 2014. *Psychologische Grundlagen der Gerontologie*. Kohlhammer Verlag.
- Meng, L., 2005. Ego centres of mobile users and egocentric map design. In *Map-based Mobile Services: Theories, Methods and Implementations*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 87-105
- Meng, L., Reichenbacher, T., 2005. Map-based mobile services. In *Map-based Mobile Services: Theories, Methods and Implementations*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 107-123.
- Meng, L., Zipf, A., Reichenbacher, T. (Eds.), 2005. *Map-based Mobile Services: Theories, Methods and Implementations*. Springer Berlin Heidelberg.
- Meyer, C. H., Stanzel, B.V., Moqaddem, S., Brohlburg, D., 2012. Apps für Smartphones im Gesundheitsbereich. *Der Ophthalmologe*, 109(1), pp. 21-29.
- Münzer, S., Hölscher, C., 2011. Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zu räumlichen Strategien. *Diagnostica*, 57(3), pp. 111-125.
- Neuschmid, J., Hennig, S., Schrenk, M., Wasserburger, W., Zobl, R., 2012. Barrierefreiheit von online Stadtplänen—das Beispiel AccessibleMap.
- Niehaves, B., Plattfaut, R., 2014. Internet adoption by the elderly: employing IS technology acceptance theories for understanding the age-related digital divide. *European Journal of Information Systems*, 23(6), pp. 708-726.
- Nielsen, J., 2000. Why you only need to test with 5 users.
- Nielsen, J., Landauer, T. K., 1993, May. A mathematical model of the finding of usability problems. In *Proceedings of the INTERACT'93 and CHI'93 conference on Human factors in computing systems*, pp. 206-213.
- Oksanen, J., Schwarzbach, F., Tiina Sarjakoski, L., Sarjakoski, T., 2011. Map design for a multi-publishing framework—case menomaps in Nuuksio National Park. *The Cartographic Journal*, 48(2), pp. 116-123.
- Oulasvirta, A., Nivala, A. M., Tikka, V., Liikkanen, L., Nurminen, A., 2005. Understanding users' strategies with mobile maps. *Mobile Maps*.

- Plewe, B., 2007. Web cartography in the United States. *Cartography and Geographic Information Science*, 34(2), pp. 133-136.
- Reichenbacher, T., 2004. Mobile cartography: adaptive visualisation of geographic information on mobile devices. München: Verlag Dr. Hut, pp. 36-42.
- Richter, M., Flückiger, M. D., 2013. *Usability Engineering kompakt: benutzbare Produkte gezielt entwickeln*. Springer-Verlag.
- Robinson, A. H., 1958. *Elements of cartography*. John Wiley And Sons, Inc; New York.
- Sarjakoski, L. T., Nivala, A. M., 2005. Adaptation to context – a way to improve the usability of mobile maps. In *Map-based Mobile Services: Theories, Methods and Implementations*. Springer Berlin Heidelberg, pp. 107-123.
- Sauro, J., 2011. Measuring usability with the system usability scale (SUS).
- Schelling, H. R., Seifert, A. (2010). Internet-Nutzung im Alter: Gründe der (Nicht-) Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) durch Menschen ab 65 Jahren in der Schweiz. Zürich: Universität Zürich, Zentrum für Gerontologie.
- Schweizerische Stiftung zur behindertengerechten Technologienutzung, o.J. Barrierefreiheit (Accessibility). <<http://www.access-for-all.ch/ch/barrierefreiheit.html>>(Zugriff: 29.09.2017).
- Seifert, A., Schelling, H. R., 2015. *Digitale Senioren. Nutzung von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) durch Menschen ab 65 Jahren in der Schweiz im Jahr 2015*. Zürich: Pro Senectute Schweiz.
- Seifert, A., Schelling, H. R., 2016. Digitale Rentner/-innen? Internetnutzung ab 65 Jahren in der Schweiz. *Angewandte GERONTOLOGIE Appliquée*, 1(1), pp. 18-19.
- Seifert, A., 2016. Technikakzeptanz älterer Menschen im Internetzeitalter.
- Stoessel, S., 2002. Methoden des Testings im Usability Engineering. *Usability*, pp. 75-96.
- United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division (2015). *World Population Ageing 2015 (ST/ESA/SER.A/390)*.
- Von Gizycki, V., 2002. Usability – Nutzerfreundliches web-design. In *Usability* (pp. 1-17). Springer Berlin Heidelberg.
- Vrenko, D. Z. and Petrovič, D., 2015. Effective online mapping and map viewer design for the senior population. *The Cartographic Journal*, 52(1), pp. 73-87.

- Woolrych, A., Cockton, G., 2001. Why and when five test users aren't enough. In Proceedings of IHM-HCI 2001 conference (Vol. 2, pp. 105-108). Toulouse, France: Cépadèus.
- Xie, B., 2003. Older adults, computers, and the Internet: Future directions. *Gerontechnology*, 2(4), pp. 289-305.
- Zhang, D., Adipat, B., 2005. Challenges, methodologies, and issues in the usability testing of mobile applications. *International journal of human-computer interaction*, 18(3), pp. 293-308.
- Zhang, Q. N., Harrie, L., 2006. Real-time map labelling for mobile applications. *Computers, environment and urban systems*, 30(6), pp. 773-783.

Anhang

A Einwilligungsformular

Zu Beginn des Experimentes mussten alle Teilnehmenden ein Einwilligungsformular ausfüllen. Alle Teilnehmenden erhielten eine unterschriebene Kopie dieses Formulars. Auf den nächsten zwei Seiten sind die Vorder- und Rückseite des zweiseitigen Formulars abgebildet.

Einwilligung



Zweck der Studie

Sie wurden eingeladen, an einer Studie zu altersgerechten Karten auf mobilen Geräten teilzunehmen. Ziel der Studie ist es, herauszufinden, ob individuelle Schriftgrößenanpassungen in mobilen Karten bei Personen, welche über 65 Jahre alt sind, einen Einfluss auf die Orientierung in der Karte haben.

Die Studie wird von Till Aders im Rahmen seiner Masterarbeit an der Universität Zürich durchgeführt. Die Masterarbeit ist Bestandteil des Geographiestudiums und ist für die Erlangung des Abschlusses notwendig. Betreut wird die Arbeit von Prof. Dr. Sara Fabrikant und Prof. Dr. Robert Weibel.

Ablauf der Studie

Die Studie ist in zwei Teile gegliedert. Im ersten Teil werden Sie gebeten, selbständig einen Online-Fragebogen auszufüllen, welcher Fragen zu Ihrer Person, Fragen zur Nutzung mobiler Geräte und zur Nutzung von Karten und einen Test zu Ihren räumlichen Fähigkeiten beinhaltet. Im zweiten Teil werden Sie unter Aufsicht zuerst einen Test zu Ihren kognitiven Fähigkeiten durchführen und danach verschiedene Karten-bezogene Aufgaben mittels Karten-Applikation auf einem Smartphone lösen. Danach beantworten Sie Fragen zur Nutzung der Karten-Applikation. Die Aufgabenstellungen und die Fragen werden mittels digitalem Formular an einem Computer beantwortet. Der zweite Teil der Studie dauert etwa 60 Minuten.

Datenerfassung

Während der Studie werden folgende Daten erfasst: Antworten auf die Fragen zu den Kognitiven-Fähigkeiten, Antworten zu den gestellten Karten-Aufgaben, Zeitdauer zur Beantwortung der Karten-Aufgaben, Interaktion mit dem Smartphone, Antworten auf die Fragen zur Nutzung der Applikation.

Vertraulichkeit der Daten

Sämtliche persönlichen Daten werden streng vertraulich behandelt und unter keinen Umständen an Dritte weitergegeben. Mit Ihrer Unterschrift willigen Sie ein, die Ergebnisse in anonymisierter Form zu publizieren. Es werden keinerlei Informationen veröffentlicht, welche es ermöglichen, Sie zu identifizieren oder Rückschlüsse auf Ihre Person zu ziehen.

Bekanntgabe der Ergebnisse

Gerne informiere ich Sie über die Ergebnisse der Studie. Sofern Sie eine digitale oder eine gedruckte Kopie der fertigen Arbeit erhalten möchten, merken Sie dies bitte unten an. Falls Sie über Ihre persönlichen Daten und Ergebnisse informiert werden möchten, so merken Sie dies ebenfalls an.

Einwilligung

Mit Ihrer Unterschrift bestätigen Sie, obenstehende Informationen gelesen und verstanden zu haben und willigen ein, unter den beschriebenen Bedingungen am Experiment teilzunehmen. Die Teilnahme an der Studie kann jederzeit ohne die Angabe von Gründen widerrufen werden. Sie erhalten eine Kopie dieses Dokumentes. Bei Fragen stehen Till Aders (079 779 03 52, till.aders@uzh.ch) und Prof. Dr. Sara Fabrikant (044 635 51 50, sara.fabrikant@geo.uzh.ch) zur Verfügung.

Teilnehmer/-in

Name

Vorname

Ort

Datum

Unterschrift

Experimentleiter

Name

Vorname

Ort

Datum

Unterschrift

- Bitte stellen Sie mir eine digitale Kopie der fertigen Arbeit zu.
- Bitte stellen Sie mir eine gedruckte Kopie der fertigen Arbeit zu.
- Bitte informieren Sie mich über meine persönlichen Ergebnisse.

Nur im Falle eines Widerrufs auszufüllen

Widerruf der Einwilligung

Hiermit widerrufe ich meine Einwilligung, an oben genannter Studie teilzunehmen.

Name

Vorname

Ort

Datum

Unterschrift

Mit dem Widerruf der Einwilligung beeinträchtigen Sie in keiner Weise Ihre Beziehung mit der Universität Zürich. Der Widerruf kann jederzeit und ohne Angabe von Gründen beantragt werden. Den Widerruf der Einwilligung bitte an *Prof. Dr. Sara I. Fabrikant, Geographische Informationsvisualisierung und Analyse, Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich* senden.

B Fragebogen

Nachfolgend sind die verschiedenen Fragebogen, welche die Teilnehmenden auszufüllen hatten, abgebildet. In diesem Zusammenhang ist wichtig zu erwähnen, dass die Teilnehmenden die Fragebogen vorwiegend in digitaler Form ausgefüllt haben. Eine Ausnahme bilden zwei Teilnehmende, welche die Fragen zum Vortest nicht digital, sondern analog ausfüllen wollten. Dies wurde den Teilnehmenden so angeboten. Weiter wurde der Fragebogen zu den kognitiven Fähigkeiten nicht durch die Teilnehmenden selber, sondern durch den Experimentleiter ausgefüllt.

Die Fragebogen, welche digital ausgefüllt wurden, wurden zwecks Dokumentation an dieser Stelle in ein analoges Format konvertiert. Das Layout entspricht daher nicht der Form, in der die Teilnehmenden die Fragebogen erhalten haben. Zudem ermöglichen digitale Formulare die Verwendung zusätzlicher Funktionen, wie das Einbauen von Verzweigungen in Abhängigkeit von zuvor gegebenen Antworten. Dies wurde bei der Konvertierung so gut wie möglich abgebildet.

Beim MMSE-Test kamen bei den letzten drei Fragen zusätzliche Dokumente zum Einsatz. Einmal mussten die Teilnehmenden eine Anweisung, welche auf einem Blatt Papier geschrieben stand, befolgen, einmal mussten die Teilnehmenden einen vollständigen Satz auf ein Blatt Papier mit drei leeren Linien schreiben und zum Schluss mussten die Teilnehmenden ein Bild abzeichnen. Diese drei Dokumente finden sich ebenfalls im Anhang.

Fragebogen Masterarbeit

Im Rahmen meiner Masterarbeit befasse ich mich mit Schriftgrößen in Karten auf mobilen Geräten. Sie haben sich bereit erklärt, an einem Experiment zur Evaluation einer Karte für mobile Geräte teilzunehmen. Vielen Dank.

Im Folgenden werden Sie einen Fragebogen ausfüllen, welcher Teil der Vorstudie ist. Das Ausfüllen des Fragebogens dauert etwa zwischen 20 und 30 Minuten.

Die Teilnahme an der Vorstudie verpflichtet Sie nicht zur Teilnahme am Experiment. Sie können Ihre Angaben und die Teilnahme jederzeit widerrufen.

Nach dem Ausfüllen des Fragebogens werde ich Sie bezüglich eines Termins für die Durchführung des Experiments kontaktieren.

Bei Fragen können Sie per Mail an till.aders@uzh.ch an mich gelangen.

Im ersten Abschnitt werden Sie Fragen zu Ihrer Person beantworten.

Wichtig

Die Antworten der gesamten Studie werden streng vertraulich behandelt. In der Arbeit werden keine Informationen publiziert, welche einen Rückschluss auf Ihre Person zulassen.

Die Angaben werden unter keinen Umständen an Dritte weitergegeben. Sie können Ihre Teilnahme jederzeit widerrufen. Im Falle eines Widerrufs werden sämtliche Daten, welche im Zusammenhang mit Ihrer Person erhoben wurden, gelöscht.

Kontaktangaben

Anrede	<input type="text"/>	PLZ und Ort	<input type="text"/>
Vorname	<input type="text"/>	E-Mail	<input type="text"/>
Nachname	<input type="text"/>	Telefon	<input type="text"/>
Strasse / Nr.	<input type="text"/>		

Persönliche Angaben

Alter	<input type="text"/>	Muttersprache	<input type="text"/>
Geschlecht	<input type="text"/>	Zivilstand	<input type="text"/>
Nationalität	<input type="text"/>		

Ausbildung

Höchster Abschluss Sind Sie zurzeit berufstätig?

Beruf

Bemerkungen

Kinder

Haben Sie Kinder? Falls ja, wie viele?

Sehchwäche

Wurde bei Ihnen von einer Fachperson (Optiker oder Augenarzt) eine Sehchwäche diagnostiziert?

Ja Nein

Verfügen Sie über eine Sehhilfe (Brille, Kontaktlinsen etc.)?

Ja Nein

Falls Sie über eine Sehhilfe verfügen, welcher Art ist diese?

Brille Kontaktlinsen

Lupe Sonstiges

Mobile Geräte

Vielen Dank für die Beantwortung der Fragen zu Ihrer Person.

Im nächsten Abschnitt werden Ihnen Fragen zum Besitz und zur Nutzung mobiler Geräte, wie Mobiltelefone, Smartphones (iPhone, Samsung Galaxy etc.) und Tablet Computern (iPad etc.) gestellt.

Zudem werden Ihnen Fragen zur Nutzung von Landkarten sowohl in digitaler wie auch gedruckter Form gestellt.

Welche Arten von mobilen Geräten besitzen Sie?

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Smartphone (iPhone, Samsung Galaxy etc.) | <input type="checkbox"/> GPS-Navigationsgerät |
| <input type="checkbox"/> Tablet Computer (iPad etc.) | <input type="checkbox"/> Herkömmliches Mobiltelefon |
| <input type="checkbox"/> Ich besitze kein mobiles Gerät | |

Falls Sie ein Smartphone besitzen, welches Betriebssystem ist auf dem Gerät installiert?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Android (z.B. Samsung-Geräte, HTC etc.) | <input type="checkbox"/> Ich weiss es nicht |
| <input type="checkbox"/> iOS (Apple iPhone) | <input type="checkbox"/> Ich besitze kein Smartphone |
| <input type="checkbox"/> Windows (z.B. Microsoft Lumia) | |

Falls Sie einen Tablet Computer besitzen, welches Betriebssystem ist auf dem Gerät installiert?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Android (z.B. Samsung-Geräte, HTC etc.) | <input type="checkbox"/> Ich weiss es nicht |
| <input type="checkbox"/> iOS (Apple iPhone) | <input type="checkbox"/> Ich besitze kein Smartphone |
| <input type="checkbox"/> Windows (z.B. Microsoft Lumia) | |

Wie oft verwenden Sie mobile Geräte?

- | | |
|---|--|
| <input type="checkbox"/> Nie | <input type="checkbox"/> Häufig (drei bis viermal pro Woche) |
| <input type="checkbox"/> Selten (weniger als einmal pro Woche) | <input type="checkbox"/> Sehr häufig (mindestens einmal täglich) |
| <input type="checkbox"/> Gelegentlich (ein bis zweimal pro Woche) | |

Für welche Zwecke verwenden Sie Ihr mobiles Gerät?

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> E-Mail | <input type="checkbox"/> Navigation |
| <input type="checkbox"/> Informationssuche | <input type="checkbox"/> Zeitung |
| <input type="checkbox"/> Fahrpläne | <input type="checkbox"/> Einkaufen |
| <input type="checkbox"/> Internet-Banking | <input type="checkbox"/> Radio und Fernsehen |
| <input type="checkbox"/> SMS und Chat | <input type="checkbox"/> Musik hören |
| <input type="checkbox"/> Telefonie | <input type="checkbox"/> Soziale Netzwerke (Facebook etc.) |

Digitale Karten

Haben Sie schon digitale Karten (z.B. Google Maps) genutzt?

- Ja Nein

Auf welchen Geräten nutzen Sie digitale Karten? (nur falls Sie digitale Karten nutzen)

- | | |
|-------------------------------------|--|
| <input type="checkbox"/> Computer | <input type="checkbox"/> Tablet Computer |
| <input type="checkbox"/> Smartphone | <input type="checkbox"/> GPS-Gerät |

Wie oft nutzen Sie digitale Karten? (nur falls Sie digitale Karten nutzen)

- | | |
|---|---|
| <input type="checkbox"/> Selten (mindestens einmal pro Jahr) | <input type="checkbox"/> Häufig (mindestens einmal pro Woche) |
| <input type="checkbox"/> Gelegentlich (mindestens einmal pro Monat) | <input type="checkbox"/> Sehr häufig (mehrmals pro Woche) |

Welche digitalen Karten nutzen Sie? (nur falls Sie digitale Karten nutzen)

- | | |
|--|--|
| <input type="checkbox"/> Google Maps | <input type="checkbox"/> OpenStreetMap |
| <input type="checkbox"/> Bing Maps | <input type="checkbox"/> map.geo.admin |
| <input type="checkbox"/> Bing Maps | <input type="checkbox"/> Schweiz Mobil |
| <input type="checkbox"/> Sonstige: _____ | |

Zu welchem Zweck nutzen Sie digitale Karten?

- Reiseplanung Orientierung in einer Stadt
 Wandern Navigation mit dem Auto
 Sonstige: _____

Analoge Karten

Nutzen Sie gedruckte Landkarten?

- Ja Nein

Wie oft nutzen Sie gedruckte Landkarten? (nur falls Sie gedruckte Landkarten nutzen)

- Selten (mindestens einmal pro Jahr) Häufig (mindestens einmal pro Woche)
 Gelegentlich (mindestens einmal pro Monat) Sehr häufig (mehrmals pro Woche)

Zu welchem Zweck nutzen Sie gedruckte Landkarten?

- Reiseplanung Orientierung in einer Stadt
 Wandern Navigation mit dem Auto
 Sonstige: _____

Vielen Dank für die Beantwortung der Fragen zur Nutzung mobiler Geräte und zur Nutzung von Landkarten.

Auf den folgenden drei Seiten erfolgt ein Test, der Aufschluss über Ihre räumlichen Fähigkeiten geben soll. Bitte beachten Sie, dass es nicht das Ziel des Testes ist, Ihre Intelligenz zu testen oder Ihre räumlichen Fähigkeiten mit den Fähigkeiten anderer Teilnehmenden zu vergleichen.

Dieser Test dient lediglich dazu, die Teilnehmenden in zwei Gruppen (eine Experimental- und eine Test-Gruppe) einzuteilen. Damit die Gruppen bezüglich der räumlichen Fähigkeiten und bezüglich der Erfahrungen in der Nutzung von Landkarten in etwa ausgewogen sind, ist es wichtig, dass Sie sich an die Zeitvorgaben halten und keine Hilfe beziehen.

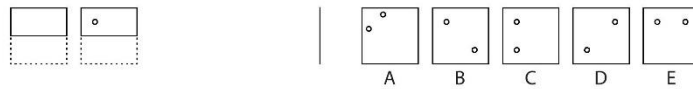
Räumliche Fähigkeiten

Der folgende Fragebogen soll Aufschluss über Ihre räumlichen Fähigkeiten geben.

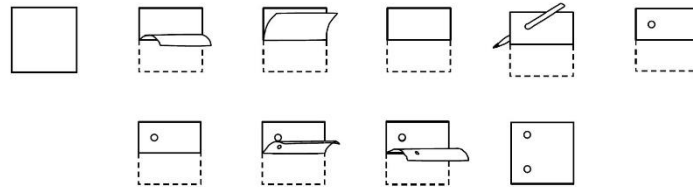
Im bevorstehenden Test müssen sie sich vorstellen, wie Papierblätter gefaltet wurden. Bei jeder Frage des Tests werden links einer vertikalen Linie, Figuren abgebildet sein. Diese Figuren repräsentieren ein quadratisches Blatt Papier, welches gefaltet und danach gelocht wurde. Die jeweils letzte Figur der Reihe enthält einen kleinen schwarzen Kreis, welcher zeigt, wo das Blatt gelocht wurde. Jedes dieser Löcher wurde durch alle Seiten des gefalteten Blattes gestanzt.

Rechts der vertikalen Linie werden jeweils fünf Figuren gezeigt, welche das aufgefaltete Papierblatt repräsentieren. Eine dieser fünf Figuren zeigt, wo die Löcher zu liegen kommen, wenn das Blatt wieder aufgefaltet wurde. Sie müssen herausfinden, welche dieser Figuren dem gefalteten und gelochten Blatt links der vertikalen Linie entspricht.

Unten ist eine Beispiel-Fragestellung abgebildet. Versuchen Sie diese zu lösen.



Die korrekte Antwort in obigem Beispiel lautet "C". Die untenstehende Abbildung zeigt, wie das Papier gefaltet wurde und weshalb "C" die korrekte Antwort ist.



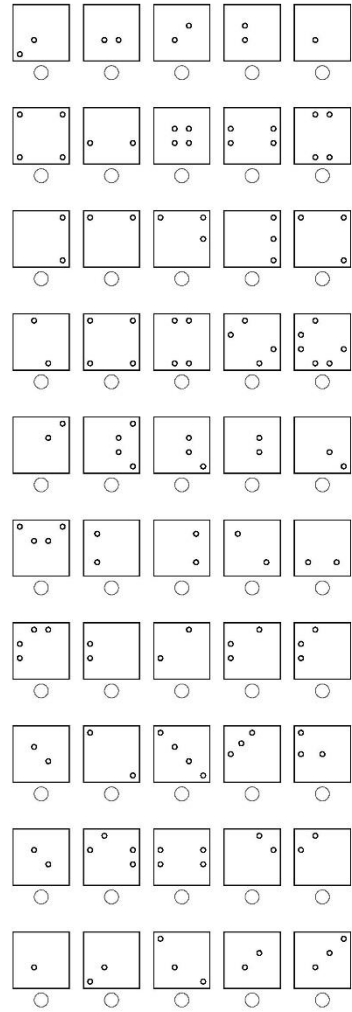
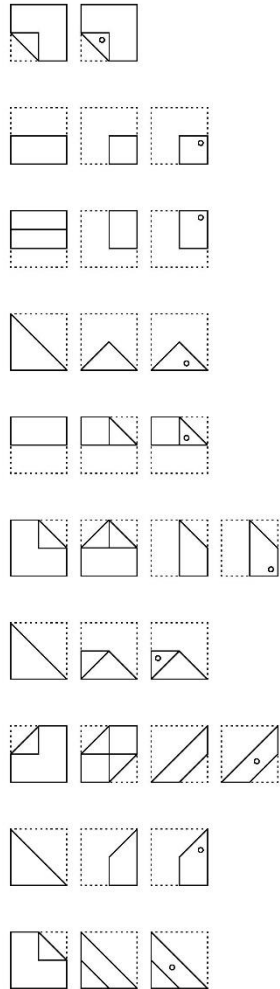
Bei den nachfolgenden Fragen wird jeder Falt, der gemacht wurde, in den Abbildungen links der vertikalen Linie abgebildet. Das Papier wird dabei weder gedreht noch verschoben. Zur Erinnerung: Die korrekte Antwort ist jeweils die Figur, welche die Position der Löcher zeigt, wenn das Papier komplett aufgefaltet wurde.

Die folgenden Aufgaben unterscheiden sich zum Teil stark bezüglich Schwierigkeitsgrad. Wenn es Ihnen nicht möglich ist, eines der Probleme zu lösen, können Sie zur nächsten Frage weitergehen, da die Zeit für die zehn Fragen auf drei Minuten begrenzt ist.

Wenn Sie mit den ersten zehn Fragen durch sind, oder wenn drei Minuten verstrichen sind, so können Sie mit den nächsten zehn Aufgaben starten. Für diese stehen wiederum drei Minuten zur Verfügung.

Teil I

3 Minuten

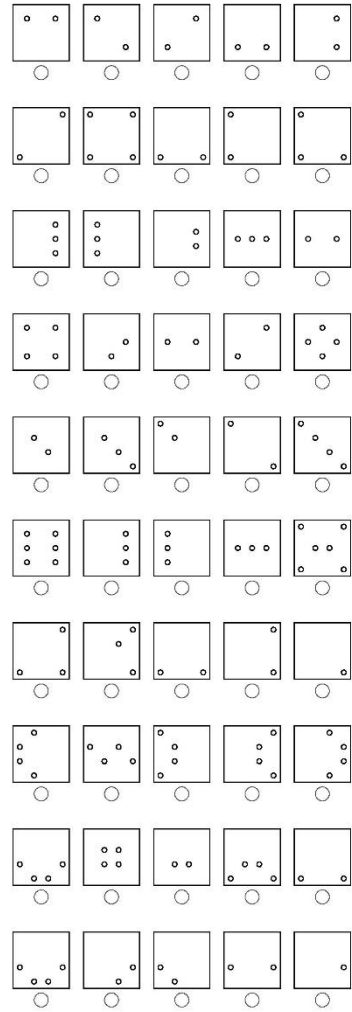
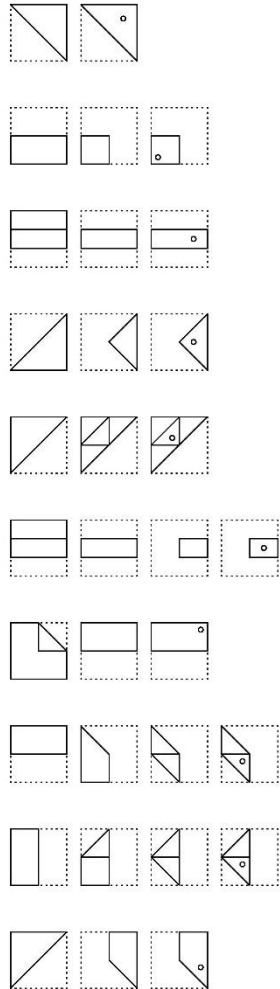


Stop

Bitte erst auf die nächste Seite wechseln, wenn drei Minuten verstrichen sind
oder wenn Sie alle Aufgaben gelöst haben

Teil II

3 Minuten



Wenn drei Minuten verstrichen sind oder wenn Sie alle Aufgaben gelöst haben,
ist der Test fertig.

Gehen Sie nicht zum Teil I zurück

Vielen Dank für Ihre Teilnahme

Mit Ihrer Teilnahme an diesem Experiment leisten Sie einen wichtigen Beitrag zu meiner Masterarbeit. In den nächsten Tagen werde ich Sie bezüglich eines Termins für die Durchführung des Experiments kontaktieren.

Bitte senden Sie den ausgefüllten Fragebogen zurück an:

Till Aders



Bei Fragen stehe ich unter till.aders@uzh.ch jederzeit gerne zur Verfügung.

Herzlichen Dank

Till Aders

Kognitive Fähigkeiten

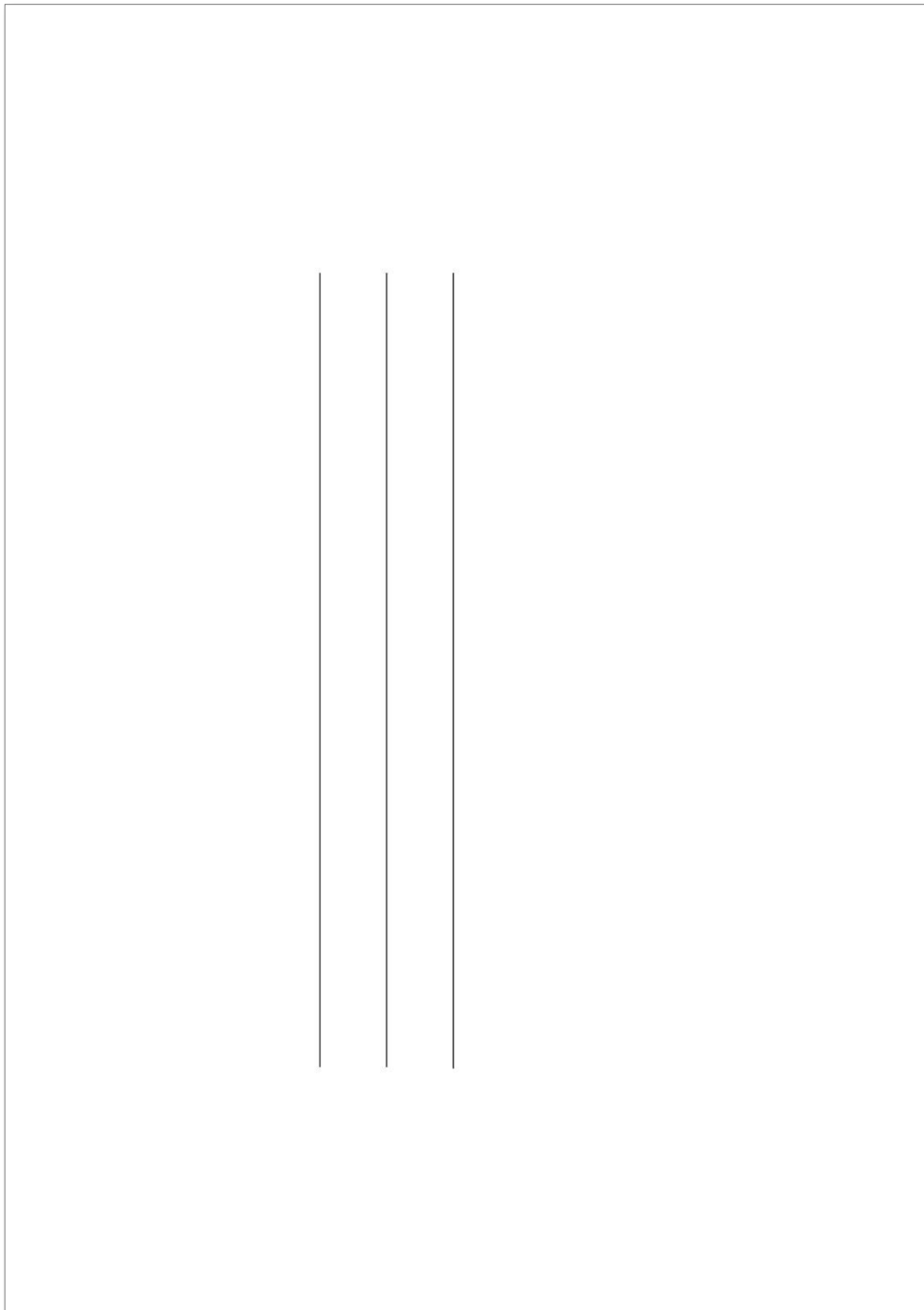
Nr.:

Frage	Maximale Punktzahl	Erreichte Punktzahl
Welches Jahr haben wir?	1	
Welche Jahreszeit haben wir?	1	
Welches Datum ist heute?	1	
Welcher Wochentag ist heute?	1	
Welcher Monat ist heute?	1	
Wo sind wir im Moment?	1	
In welchem Kanton sind wir?	1	
In welcher Gemeinde sind wir?	1	
In was für einem Gebäude befinden wir uns?	1	
Auf welchem Stock sind wir?	1	
Nennen Sie die folgenden drei Wörter in derselben Reihenfolge: Tür, Baum, See	3	
Buchstabieren Sie das Wort «GLOBUS» rückwärts.	5	
Vorhin mussten Sie drei Wörter aufzählen. Bitte zählen Sie diese erneut auf. (Tür, Baum, See)	3	
Wie heissen diese zwei Gegenstände?	2	
Wiederholen Sie den Satz «Ohne Wenn und Aber»	1	
Nehmen Sie das Papier in die rechte Hand, falten Sie es und legen Sie es auf den Tisch	3	
Lesen Sie die Anweisung und befolgen Sie diese	1	
Schreiben Sie irgendeinen vollständigen Satz	1	
Skizzieren Sie dieses Bild	1	

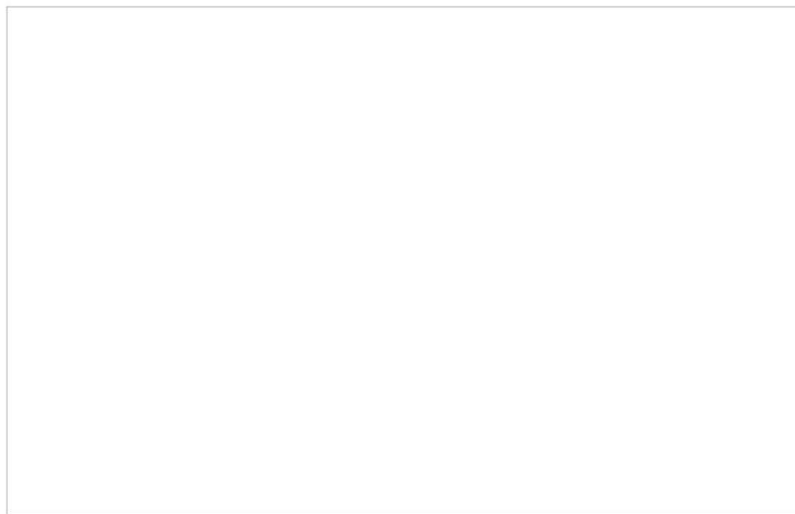
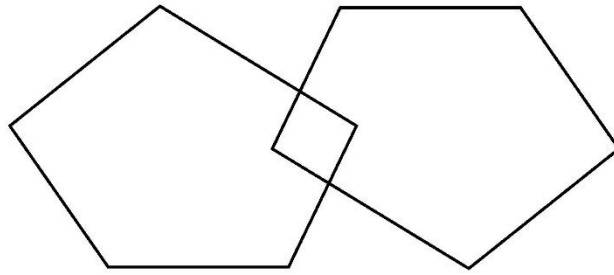
MMSE: Anweisung (drittletzte Frage)

Schliessen Sie die Augen!

MMSE: liniertes Blatt (zweitletzte Frage)



MMSE: Skizze (letzte Frage)



Willkommen zum Experiment

Altersgerechte Landkarten für mobile Geräte

Im Rahmen meiner Masterarbeit befasse ich mich mit altersgerechten Karten auf mobilen Geräten. Sie haben sich bereit erklärt, an einem Experiment zur Evaluation einer Karte für mobile Geräte teilzunehmen. Vielen Dank.

Wichtig: Sie können Ihre Angaben und die Teilnahme jederzeit und ohne Angabe von Gründen widerrufen.

Bei Fragen, Anmerkungen oder Problemen können Sie sich per Mail an till.aders@uzh.ch wenden.

Probandennummer

Bitte geben Sie Ihre Probandennummer an. Diese wird Ihnen vom Instruktor bekannt gegeben.

Sehhilfe

Tragen Sie im Moment eine Sehhilfe (Brille, Kontaktlinsen etc.)?

Ja Nein Keine Angabe Bemerkung

Geografische Region

Wie gut kennen Sie das Land Wales?

sehr gut sehr schlecht

Einleitung

Im folgenden Fragebogen werden Sie in einem ersten Teil geografische Fragen zur Region Nordwales beantworten. Zum Finden der korrekten Antworten auf die Fragen steht Ihnen ein Smartphone mit einer Kartenapplikation zur Verfügung.

Wichtig

Die Antworten werden streng vertraulich behandelt. In der Arbeit werden keine Informationen publiziert, welche einen Rückschluss auf Ihre Person zulassen. Ziel dieses Experimentes ist es nicht, Ihre Fähigkeiten zu messen, sondern die Funktionalität der Kartenapplikation zu testen.

Im Anschluss an die geografischen Fragen werden Ihnen Fragen zur Nützlichkeit der verwendeten Applikation und der Karte gestellt. Danach folgen Fragen zu den von Ihnen angewandten Strategien bei der Orientierung im Gelände.

Bei Fragen können Sie sich jederzeit an den Instruktor wenden.

Geografische Aufgaben

Nachfolgend werden Sie zweimal zehn geografische Fragen zur Region Nordwales beantworten. Zuerst erscheint eine Übungsfrage, um Sie mit der Art der Fragen und der Infrastruktur vertraut zu machen. Danach folgen die ersten zehn Fragen, welche Sie selbständig mithilfe des Smartphones beantworten werden. Danach werden Sie aufgefordert, sich an den Instruktor zu wenden, bevor die nächsten zehn Fragen folgen.

Wichtig: versuchen Sie die Fragen möglichst präzise und einigermaßen zügig zu beantworten. Für die Beantwortung gibt es jedoch keine Zeitlimite.

Hinweis

Sobald Sie auf «Weiter» klicken erscheint die erste Frage. Bei dieser Frage handelt es sich um eine Übung. Diese Frage fließt nicht in das Experiment ein. Sie dient lediglich dazu, Sie mit der Art der Fragen und der Infrastruktur vertraut zu machen.

Übungsfrage

Im Süden von Wales befindet sich ein National Park namens «Brecon Beacons National Park». Im Nordwesten des Parks befindet sich ein grosser See. Wie heisst dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der See befindet.

Name des Sees:

Gleich geht es los

In der Übungsfrage von vorhin war die korrekte Antwort «Usk Reservoir».

Alle nachfolgenden Fragen beziehen sich auf die Region Nordwales, im Gegensatz zur Übungsfrage, welche sich auf eine Region im Süden des Landes bezogen hat.

Sobald Sie auf «Weiter» klicken beginnt der Fragebogen. Viel Erfolg.

Frage 1

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Die Insel ist über zwei Brücken mit dem Rest von Wales verbunden. Die eine dieser Brücken führt zur Ortschaft «Menai Bridge» auf der Insel. Nordöstlich der Ortschaft «Menai Bridge» befindet sich die Ortschaft «Gallows Point». Zwischen «Gallows Point» und «Menai Bridge» gibt es eine weitere Ortschaft. Wie heisst diese? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich die Ortschaft befindet.

Name der Ortschaft:

Frage 2

Im Norden von Wales gibt es auf einer Landzunge eine Ortschaft namens «Great Ormes Head». Südlich dieser Ortschaft befindet sich ein Park. Wie heisst dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der Park befindet.

Name des Parks:

Frage 3

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Landzunge. Am Ende dieser Landzunge befindet sich eine Ortschaft namens «Uwch Mynydd». Westlich von dieser Ortschaft befindet sich ein Berg. Wie hoch ist dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der Berg befindet.

Höhe des Berges:

Frage 4

Im Nordwesten von Wales gibt es einen Nationalpark namens «Snowdonia National Park». In der Mitte dieses Parks befindet sich ein grosser See. Wie heisst dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der See befindet.

Name des Sees:

Frage 5

Im Nordwesten von Wales gibt es einen Nationalpark namens «Snowdonia National Park». In der Mitte dieses Parks befindet sich ein grosser See. An diesem See gibt es eine Ortschaft namens «Trawsfynydd». In dieser Ortschaft gibt es eine Strasse namens «Cae Madog». Diese Strasse mündet in eine weitere Strasse. Wie heisst diese? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich die Strasse befindet.

Name der Strasse:

Frage 6

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Im Norden dieser Insel gibt es eine Ortschaft namens «Bull Bay». In dieser Ortschaft gibt es eine Strasse namens «Glan Y Don Parc», welche zwei Seitenstrassen hat. Die eine heisst «Parys Uchaf». Wie heisst die andere Seitenstrasse? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich die Strasse befindet.

Name der Strasse:

Frage 7

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Im Norden dieser Insel gibt es einen grossen See. Wie heisst dieser See? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der See befindet.

Name des Sees:

Frage 8

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Westlich dieser Insel gibt es eine weitere Insel mit einer Ortschaft namens «Holyhead». Im Nordwesten dieser Insel gibt es einen Berg. Wie hoch ist dieser Berg? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der Berg befindet.

Höhe des Berges:

Frage 9

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Im Nordwesten dieser Insel gibt es eine Ortschaft namens «Llanfaethlu». Nordwestlich davon befindet sich ein Park. Wie heisst dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der Park befindet.

Name des Parks:

Frage 10

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Die Insel ist über zwei Brücken mit dem Rest von Wales verbunden. Die eine dieser Brücken führt zur Ortschaft «Menai Bridge» auf der Insel. Wie heisst die Ortschaft auf der Insel, welche bei der anderen Brücke liegt? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich die Ortschaft befindet.

Name der Ortschaft:

Teil II

Die ersten zehn Fragen sind hiermit abgeschlossen.

Vielen Dank.

Wenden Sie sich jetzt bitte an den Instruktor, bevor Sie mit dem zweiten Teil beginnen.

Teil II

Sobald Sie auf «Weiter» klicken, werden Ihnen erneut zehn Fragen zur Region Nordwales angezeigt. Lösen Sie auch diese indem Sie die Antworten mittels Karten-Applikation auf dem Smartphone herausfinden.

Frage 11

Im Nordwesten von Wales gibt es an der Küste eine Ortschaft namens «Llanfairfechan». Südwestlich an diese Ortschaft angrenzend befindet sich ein Park. Wie heisst dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der Park befindet.

Name des Parks:

Frage 12

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Im Norden dieser Insel gibt es eine Ortschaft namens «Bull Bay». In dieser Ortschaft gibt es eine Strasse namens «Glan Y Don Parc», welche zwei Seitenstrassen hat. Die eine heisst «Parys Uchaf». Wie heisst die andere Seitenstrasse? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich die Strasse befindet.

Name der Strasse:

Frage 13

Im Nordwesten von Wales liegt eine Ortschaft namens «Talysarn». Östlich davon liegt ein See namens «Llyn Cwellyn». Zwischen diesem See und der Ortschaft liegt ein weiterer See. Wie heisst dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der See befindet.

Name des Sees:

Frage 14

Im Nordwesten von Wales gibt es einen Nationalpark namens «Snowdonia National Park». In der Mitte dieses Parks befindet sich ein grosser See. Wie heisst dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der See befindet.

Name des Sees:

Frage 15

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Im Nordosten dieser Insel gibt es eine Ortschaft namens «Moelfre». In dieser Ortschaft gibt es eine Strasse namens «Ffordd Eleth». Diese Strasse mündet in eine weitere Strasse. Wie heisst diese? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich die Strasse befindet.

Name der Strasse:

Frage 16

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Westlich dieser Insel gibt es eine weitere Insel mit einer Ortschaft namens «Holyhead». Im Nordwesten dieser Insel gibt es einen Berg. Wie hoch ist dieser Berg? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der Berg befindet.

Höhe des Berges:

Frage 17

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Im Nordwesten dieser Insel gibt es eine Ortschaft namens «Llanfairynghornwy». Südwestlich davon befindet sich ein Berg. Wie hoch ist dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der Berg befindet.

Höhe des Berges:

Frage 18

Im Norden von Wales gibt es auf einer Landzunge eine Ortschaft namens «Great Ormes Head». Südlich dieser Ortschaft befindet sich ein Park. Wie heisst dieser? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich der Park befindet.

Name des Parks:

Frage 19

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Im Nordosten dieser Insel gibt es an der Küste einen Ort namens «Moelfre». Südlich davon befindet sich eine Ortschaft namens «Llanbedrgoch». Zwischen diesen zwei Orten gibt es eine weitere Ortschaft. Wie heisst diese? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich die Ortschaft befindet.

Name der Ortschaft:

Frage 20

Im Nordwesten von Wales gibt es eine Insel. Die Insel heisst «Isle of Anglesey». Die Insel ist über zwei Brücken mit dem Rest von Wales verbunden. Die eine dieser Brücken führt zur Ortschaft «Menai Bridge» auf der Insel. Wie heisst die Ortschaft auf der Insel, welche bei der anderen Brücke liegt? Der rote Punkt in der obenstehenden Karte gibt an, wo sich die Ortschaft befindet.

Name der Ortschaft:

Nutzerfreundlichkeit

Vielen Dank für das Lösen der Aufgaben.

Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Nutzerfreundlichkeit der Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße in mobilen Karten. Dies wird anhand Ihrer eigenen Einschätzung zu den nachfolgenden Sätzen ermittelt. Bitte geben Sie bei jedem der Sätze auf einer Skala von eins bis fünf an, ob sie der Aussage voll oder überhaupt nicht zustimmen.

Alle Aussagen beziehen sich auf die vorhin verwendeten Applikationen.

Frage 1

Ich denke, dass ich die Funktion zur individuellen Anpassung der Schriftgröße gerne häufig benutzen würde.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 2

Ich fand die individuelle Anpassung der Schriftgröße unnötig komplex.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 3

Ich fand es einfach, die Schriftgröße in den Basiskarten anzupassen.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 4

Ich glaube, ich würde die Hilfe einer technisch versierten Person benötigen, um die individuelle Anpassung der Schriftgröße benutzen zu können.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 5

Ich fand, die individuelle Anpassung der Schriftgröße war gut umgesetzt.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 6

Ich denke, die individuelle Anpassung der Schriftgröße enthielt zu viele Inkonsistenzen.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 7

Ich kann mir vorstellen, dass die meisten Menschen den Umgang mit diesem System sehr schnell lernen.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 8

Ich fand die individuelle Anpassung der Schriftgröße sehr umständlich.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 9

Ich fühlte mich bei der individuellen Anpassung der Schriftgröße sehr sicher.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 10

Ich musste eine Menge lernen, bevor ich anfangen konnte die Schriftgröße individuell anzupassen.

trifft nicht zu trifft voll zu

Frage 11

Welche der beiden Applikationen fanden Sie nützlicher?

- Die Applikation mit der Möglichkeit zur individuellen Schriftgrößenanpassung
- Die Applikation ohne die Möglichkeit zur individuellen Schriftgrößenanpassung
- Keine Präferenz

Bemerkung

Frage 12

Haben Sie Gebrauch gemacht von der Schriftgrößenanpassung?

Ja Nein Keine Angabe Bemerkung

Frage 13

Falls Sie von der Schriftgrößenanpassung Gebrauch gemacht haben, hat sich die Applikation so verhalten, wie Sie das erwartet haben?

Ja Nein Keine Angabe Bemerkung

Frage 14

Hatten Sie Mühe, die Kartenbeschriftungen zu lesen, wenn Sie die Schriftgröße nicht anpassen konnten?

Ja Nein Keine Angabe Bemerkung

Fragen zur räumlichen Strategie

Vielen Dank für das Beantworten der Fragen zur Nutzerfreundlichkeit.

Der folgende Fragebogen soll Aufschluss darüber geben, wie Sie sich in realen Umgebungen orientieren und welche Strategien Sie dabei verfolgen. Dies wird anhand Ihrer eigenen Einschätzung zu den nachfolgenden Sätzen ermittelt. Bitte geben Sie bei jeder der 19 Aussage an, wie gut diese auf einer Skala von eins bis sieben auf Sie zutrifft.

Aussage 1

Wenn ich durch eine unbekannte Stadt laufe, dann weiss ich, aus welcher Richtung ich gekommen bin und in welche Richtung ich mich bewege.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 2

Wenn mich jemand in meiner Stadt nach dem Weg fragt, dann stelle ich mir meine Stadt wie auf einer Karte vor und ermittle daraus den Weg.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 3

Wenn ich mich durch ein grosses Gebäude bewege, dann stelle ich mir dabei eine Art Plan oder Grundriss (Überblicksansicht) vor.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 4

Ich bin sehr gut darin, von meinem gegenwärtigen Standort aus Richtungen zu anderen Orten anzugeben.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 5

In der freien Natur (z. B. Wald, Gebirge) kann ich mich an einen Weg sehr gut erinnern, wenn ich ihn einmal gegangen bin.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 6

Ich kann spontan zeigen, wo Norden, Süden, Osten und Westen liegt.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 7

Ich stelle mir die Umgebung stets wie auf einer «mentalen Karte» (Überblicksansicht) vor.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 8

Ich finde stets ohne Probleme zu meinem Ziel.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 9

In der freien Natur versuche ich, die räumlichen Gegebenheiten aus der Vogelperspektive zu verstehen.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 10

In einer unbekanntem Umgebung finde ich mich gut zurecht.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 11

Wenn ich in meiner Stadt unterwegs bin, dann kann ich mir meine Position wie einen Punkt auf meiner «mentalen Karte» vorstellen.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 12

Ich bin sehr gut darin, mir Wege zu merken und finde auch ohne Mühe den Rückweg.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 13

In einem grossen Gebäude habe ich keine Schwierigkeiten, einen Weg nochmals zu gehen, wenn ich den Weg einmal gegangen bin.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 14

Mein Orientierungssinn ist sehr gut.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 15

In meiner Stadt kann ich von einem beliebigen Punkt aus spontan angeben, in welchen Richtungen markante Gebäude oder Bezugspunkte liegen.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 16

Ich verfüge über eine sehr gute Vorstellung von meiner Stadt, wie auf einer Karte.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 17

In der freien Natur kann ich spontan zeigen, wo Norden, Süden, Osten und Westen liegt.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 18

In einem grossen Gebäude weiss ich spontan, in welcher Richtung der Eingang liegt.

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Aussage 19

Wenn ich mich in einer unbekanntem Stadt bewege, dann bilde ich in meiner Vorstellung eine Art «mentale Karte».

lehne ich stark ab stimme ich stark zu

Vielen Dank für Ihre Teilnahme

Mit Ihrer Teilnahme an diesem Experiment leisten Sie einen wichtigen Beitrag zu meiner Masterarbeit.

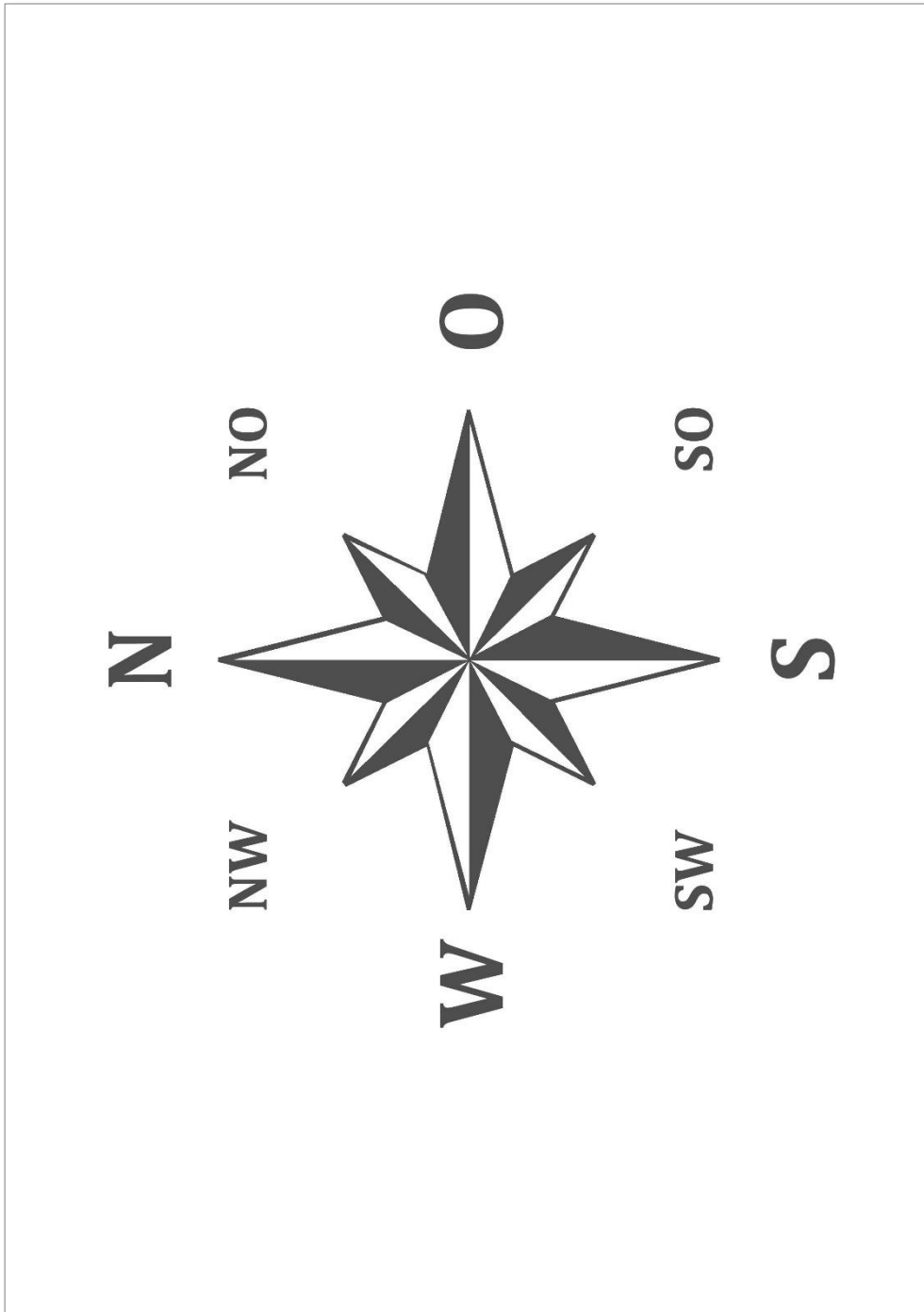
Das Experiment ist hiermit beendet.

Bei Fragen stehe ich jederzeit gerne zur Verfügung.

Herzlichen Dank

C Beiblatt Windrose

Das Beiblatt mit der Windrose wurde während des Experimentes auf dem Tisch aufgelegt.



D Source Code

JavaScript-Applikation (app.js)

```
var map;

var textIncreaseRatio = 1.25;

require(["esri/map", "esri/dijit/HomeButton", "esri/layers/VectorTileLayer", "dojo/domReady!"], function(Map, HomeButton, VectorTileLayer) {
    map = new Map("map", {
        center: [-4.150121, 53.86901],
        zoom: 4,
    });
    var vtlayer = new VectorTileLayer("http://www.arcgis.com/sharing/rest/content/items/86d5ed4b6dc741de9dad5f0fbe09ae95/resources/styles/root.json");
    map.addLayer(vtlayer);

    var home = new HomeButton({
        map: map
    }, "HomeButton");
    home.startup();

    var fontUp = document.getElementById("fontUp");
    var fontDown = document.getElementById("fontDown");

    fontUp.onclick = function() {
        increaseFont(textIncreaseRatio);
    }

    fontDown.onclick = function() {
        increaseFont(1/textIncreaseRatio);
    }

    function increaseFont(ratio) {
        var style = vtlayer.styleRepository.styleJSON;

        for(var j = 0; j < style.layers.length; j++) {
            var obj = style.layers[j].layout;
            if(obj) {

                var tSize = obj["text-size"];
                if(tSize) {

                    if(typeof tSize === "number")
                        obj["text-size"] *= ratio;

                    else if(typeof tSize === "object") {
```

```

        for(var i = 0; i <
tSize.stops.length; i++){
            tSize.stops[i][1] *=
ratio;
        }
    }
}
vtlayer.setStyle(style);
}
});

```

HTML-Dokument (*index.html*)

```

<!DOCTYPE HTML>
<html>

<head>
  <meta charset="utf-8">
  <meta name="viewport" content=
    "initial-scale=1, maximum-scale=1,user-scalable=no">

  <title>O D B M</title>

  <link rel="stylesheet" href=
    "https://js.arcgis.com/3.18/esri/css/esri.css">
  <link rel="stylesheet" href="style.css">

  <script src="https://js.arcgis.com/3.18/"></script>
  <script src="app.js"></script>
</head>

<body>
  <div id="map" class="map">

    <button id="fontUp" type="button" class="font_button_gro-
esser">A<sup style="font-size:15px;">+</sup></button>
    <button id="fontDown" type="button" class="font_but-
ton_kleiner">A<sup style="font-size:15px;">-</sup></button>
    <div id="HomeButton"></div>
  </div>
</body>

</html>

```

CSS-Dokument (*style.css*)

```

html, body,
#map {
  padding: 0;

```

```

    margin: 0;
    height: 100%;
    width: 100%;
}

:focus {
    outline-color: transparent;
    outline-style: none;
}

.font_button_groesser:hover{
    background-color: #3a6d9b;
}

.font_button_kleiner:hover{
    background-color: #3a6d9b;
}

.font_button_groesser {
    position: absolute;
    z-index: 100;
    left: 10px;
    top: 180px;
    background-color: #3a6d9b;
    padding: 0px;
    width: 50px;
    height: 50px;
    background-color: #204b72;
    -webkit-border-radius: 0px;
    -moz-border-radius: 0px;
    -o-border-radius: 0px;
    border-radius: 0px;
    cursor: pointer;
    border-width: 0px;
    border-style: none;
    border-color: none;
    border-image: none;
    color: #fff;
    font-size: 22px;
    font-family: verdana, helvetica;
}

.font_button_kleiner {
    position: absolute;
    z-index: 100;
    left: 10px;
    top: 240px;

    padding: 0px;
    width: 50px;
    height: 50px;
    background-color: #204b72;
    -webkit-border-radius: 0px;
    -moz-border-radius: 0px;
}

```

```

    -o-border-radius: 0px;
    border-radius: 0px;
    cursor: pointer;
    border-width: 0px;
    border-style: none;
    border-color: none;
    border-image: none;
    color: #fff;
    font-size: 18px;
    font-family: verdana,helvetica;
}

#HomeButton {
    position: absolute;
    top: 120px;
    left: 10px;
    z-index: 100;
}

.esriSimpleSliderDecrementButton:hover, .esriSimpleSliderIn-
crementButton:hover {
    background-color: #3a6d9b;
}

.esriSimpleSlider div {
    width: 50px;
    height: 50px;
    font-size: 30px;
    font-family: verdana,helvetica;
    line-height: 50px;
}

.esriSimpleSlider {
    background-color: #204b72;
    border: 0px solid #57585A;
    color: #fff;
    -webkit-border-radius: 0px;
    border-radius: 0px;
}

.esriSimpleSliderTL {
    top: 10px;
    left: 10px;
}

.esriSimpleSliderVertical .esriSimpleSliderIncrementButton {
    border-bottom: 0px solid #57585A;
    -webkit-border-radius: 0px 0px 0 0;
    border-radius: 0px 0px 0 0;
}

.esriSimpleSliderVertical .esriSimpleSliderDecrementButton {
    -webkit-border-radius: 0 0 0px 0px;
    border-radius: 0 0 0px 0px;
}

```



```

}

.LocateButton .zoomLocateButton: hover {
    background-color: #3a6d9b;
}

.LocateButton .zoomLocateButton {
    padding: 0px;
    width: 50px;
    height: 50px;
    background-color: #204b72;
    -webkit-border-radius: 0px;
    -moz-border-radius: 0px;
    -o-border-radius: 0px;
    border-radius: 0px;
}

.esriAttribution {
    font-size: 10px;
    color: #000000;
    background: rgba(255,255,255,0.7);
    font-family: sans-serif;
}

.HomeButton .home: hover {
    background-color: #3a6d9b;
}

.HomeButton .home {
    padding: 0px;
    width: 50px;
    height: 50px;
    background-color: #204b72;
    -webkit-border-radius: 0px;
    -moz-border-radius: 0px;
    -o-border-radius: 0px;
    border-radius: 0px;
}

.esriSimpleSliderDisabledButton, .esriSimpleSliderDisab-
ledButton: active, .esriSimpleSliderDisabledButton: hover {
    cursor: default;
    background-color: #8c9baa;
    color: #fff;
}

```

E Daten

Antworten (Paper Folding Test)

Daten Paper Folding Test

Nummer	Page 1	Page 2	Page 3	Page 4	Page 5	Page 6	Page 7	Page 8	Page 9	Page 10	Page 11	Page 12	Page 13	Page 14	Page 15	Page 16	Page 17	Page 18	Page 19	Page 20
1	A	A	D	A	B	E	C	A	E	B	C	B	A	E	E	C	E			
2	A	A	D	A	A	E	C	A	E	B	C	D	B	E	E	E	B		B	D
3	A	A	B	D	B	E	A	C	D	D	C	B	A	E	A	A	E		A	D
4	A	A	B	D	B	E	B	C	E	E	C	B	A	E	B	A	B	D	E	D
5	A	A	B	D	B	E	C	C	E	E	C	B	A	E	B	A	E	A	D	B
6	A	A	E	D	B	E	A	C	E	E	C	B	A	E	E	A	E	C	A	B
7	A	A	A	D	B	E	A	C	E	E	C	B	A	E	B	A	E	E	D	B
8	A	A	E	D	B	E	E	D	B	E	C	B	D	A	E	E	A	D	A	
9	E	A	C	D	D	E	B	C	B	E	C	B	A	E	B	A	D	C	A	A
10	A	A	C	D	B	E	A	C	D	E	C	B	C	E	E	A	E	C	D	A
11	A	A									C	E	C	E	E	D				A
12	A	A	B	D	B	E	A	C	D	D	C	B	A	E	A	A	E	D	D	D
13	A	A	B	D	B	E	A	C	D	E	C	B	A	E	A	E	C	D	C	
14	A	A	B	D	B	E	A	C	C	D	C	B	C	E	A	E	C	D	D	
15	A	A	B	D	B	E	A	C	D	E	C	B	A	E	B	A	D	C	D	D
16	A	A	B	D	B	E	A	C	D	E	C	B	A	E	E	A	D	D	D	A
17	A	A	E	A	A	E	B	C		D	C	B	A	E	A	A	E	C	B	D
18	A	A		A	D	E		C		E	C	B	A	E	E	A	E	E		
19	A	A	B	D	B	E			D		C	B	A	E	B	A			D	
20	A	E	A	D	E	E	E	C	B	D	C	B	A	E	B	A	E	D	D	A

Antworten (MMSE)

Daten Test kognitive Fähigkeiten

Nummer	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9	Frage 10	Frage 11	Frage 12	Frage 13	Frage 14	Frage 15	Frage 16	Frage 17	Frage 18	Frage 19	Total	Bemerkung	
1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	1	2	1	3	1	1	1	1	28	nur eins von drei Wörtern
2	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	2	2	1	3	1	1	1	1	29	nur zwei von drei Wörtern
3	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
4	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	2	2	1	3	1	1	1	1	29	nur zwei von drei Wörtern
5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
6	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
8	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	2	2	1	3	1	1	1	1	29	nur zwei von drei Wörtern
10	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
11	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
12	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
13	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
14	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
15	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
16	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	2	2	1	3	1	1	1	1	29	nur zwei von drei Wörtern
17	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
19	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	3	2	1	3	1	1	1	1	30	
20	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	3	5	2	2	1	3	1	1	1	1	29	nur zwei von drei Wörtern

Zeitdauern (Sekunden) Hauptexperiment

Zeitdauern Hauptexperiment

Nummer	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9	Frage 10	Frage 11	Frage 12	Frage 13	Frage 14	Frage 15	Frage 16	Frage 17	Frage 18	Frage 19	Frage 20
1	451	97	87	106	8	187	100	67	106	224	112	107	218	147	123	240	69	94	99	121
2	123	104	62	71	137	131	40	42	86	148	121	76	165	48	141	47	62	58	87	57
3	81	89	47	89	157	178	42	56	99	288	97	146	154	72	109	113	82	65	78	161
4	118	121	89	108	267	135	75	44	76	108	166	126	254	103	149	99	53	85	101	98
5	134	84	71	136	290	138	54	38	102	85	192	203	142	78	140	69	57	81	67	169
6	125	81	60	85	150	99	52	60	115	127	150	78	126	67	77	50	55	72	142	83
7	87	64	109	60	99	93	48	83	105	92	128	74	96	68	132	47	50	72	57	66
8	134	81	84	150	218	182	94	51	92	173	232	105	89	46	136	34	64	107	102	73
9	131	41	49	70	98	97	51	48	89	137	133	89	122	54	64	27	33	57	55	59
10	101	88	83	121	287	117	87	45	69	93	130	101	138	47	135	37	94	65	104	61
11	148	72	60	45	119	144	45	73	65	74	217	98	155	72	89	44	46	123	98	73
12	99	81	64	123	282	147	71	43	106	113	87	86	248	77	85	137	57	95	88	83
13	129	72	147	139	311	198	127	49	115	177	69	153	333	74	129	67	104	75	106	106
14	139	76	72	77	169	114	41	47	71	79	119	127	90	71	103	41	93	99	80	89
15	138	68	60	80	174	129	69	65	109	131	97	89	131	71	126	50	33	67	67	66
16	226	14	105	142	108	155	98	53	64	123	67	116	200	75	155	21	43	87	154	76
17	161	88	161	195	250	184	64	50	112	234	74	148	110	75	97	51	126	68	214	95
18	161	73	264	65	139	127	86	60	88	148	86	89	145	56	129	39	139	62	61	49
19	227	106	262	70	184	265	82	48	320	123	171	90	277	59	100	37	72	65	173	130
20	172	52	47	46	54	127	40	38	128	96	67	119	147	87	99	43	44	51	78	59

Punkte Hauptexperiment

Punkte Hauptexperiment

Nummer	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9	Frage 10	Frage 11	Frage 12	Frage 13	Frage 14	Frage 15	Frage 16	Frage 17	Frage 18	Frage 19	Frage 20
1	1	0.6	1	1	0	1	1	1	1	1	1	0.6	0.9	1	1	1	1	1	1	1
2	0.9	1	1	0.9	1	1	0.8	1	1	1	1	1	0.8	0.9	1	1	1	0.9	1	0.9
3	1	1	0	1	0.8	1	0.9	1	1	0.9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0.5
4	1	1	1	1	0.7	1	1	1	1	1	1	1	0.9	1	0.9	1	1	1	1	1
5	0.9	0.9	1	0.9	0.9	1	0.9	1	0.9	0	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
6	0.9	0	1	0.9	0.9	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	0.9	0.9	0.9
7	0.9	0.9	1	0.9	0.9	0.9	0.8	1	0.9	0.8	0.9	0.9	0.9	0.9	0.9	1	1	0.9	0.9	1
8	0.9	0.9	1	0.9	1	1	0.7	1	1	0.9	0.9	1	0.9	1	0.7	1	1	1	1	0.9
9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9
10	0.9	1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
11	0.9	0.3	0	0.6	0	0.9	0.9	1	0.9	0.6	0.6	0.9	0.8	0.9	0	1	1	0.8	0.9	1
12	1	1	1	1	1	0.9	0.9	1	1	1	0	1	0.9	1	1	1	1	1	0.9	1
13	1	0.7	1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0	0.9	0.8	0.9
14	1	1	1	0.7	1	1	0.9	1	1	1	0	1	0.9	1	1	1	1	1	1	0.9
15	1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	1	1
16	1	0	1	0.9	1	1	1	1	1	1	0.7	1	0.8	1	1	0	1	1	0.9	1
17	0.9	1	1	1	1	1	0.9	1	1	1	0	0.7	0.9	0.7	1	1	1	1	1	1
18	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0.8	1	0.9	1	1	1	1	1	0.9	1
19	1	1	1	1	0	1	1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	1	1	1	1	1
20	1	1	1	1	1	0.9	1	1	0.9	1	1	1	1	0.9	1	1	1	1	1	0.9

Antworten Hauptexperiment (Fragen 1-10)

Antworten (1-10) Hauptexperiment

Nummer	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9	Frage 10
1	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
2	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
3	Llandegfan	Great Orme Country Park	167	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
4	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
5	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Menai Bridge
6	glynarth	national park	160	llyn trawsfynydd	fronwynion street	trecastell park	llyn alaw	220	carraglywyd	llanfairpwllgwyngyll
7	llandegfan	great orme country park	160	llyn trawsfynydd	fronwynion street	trecastell park	llyn alaw	220	carraglywyd	llanfairpwllgwyngyll
8	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
9	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
10	Llandegfan	Great Orme country park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Parys Uchaf, Trecastell park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
11	llandegfan	country park	167	llyn tras		trecastell park	llyn alaw	220	carraglywyd	llanfair etc
12	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
13	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
14	Glynarth	Country Park	160	Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
15	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
16	Llandegfan, Glynarth		160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
17	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
18	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
19	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll
20	Llandegfan	Great Orme Country Park	160	Llyn Trawsfynydd	Fronwynion Street	Trecastell Park	Llyn Alaw	220	Carraglywyd	Llanfairpwllgwyngyll

Antworten Hauptexperiment (Fragen 11-20)

Antworten (11-20) Hauptexperiment

Nummer	Frage 11	Frage 12	Frage 13	Frage 14	Frage 15	Frage 16	Frage 17	Frage 18	Frage 19	Frage 20
1	Bryn-Y-Neuadd	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
2	Bryn-Y-Neuadd	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
3	Abergwyngregyn	Trecastell Park and Parys Uchaf	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
4	Bryn-Y-Neuadd	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
5	Bryn-Y-Neuadd	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
6	bryn-y-neuadd	trecastell park	llyn nantlle uchaf	llyn trawsfynydd	maes hyfryd	220	170	great-orme country park	marionglas und tyn-y-gongl	llanfairpwllgwyngyll
7	bryn-y-neuadd	trecastell park	llyn nantlle uchaf	llyn trawsfynydd	maes hyfryd	220	170	great-orme country park	tyn-y-gongl	llanfairpwllgwyngyll
8	Bryn-Y-Neuadd	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
9	Abergwyngregyn	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Marionglas	Llanfairpwllgwyngyll
10	Bryn-Y-Neuadd	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
11	bryn	trecastell park	llyn nantlle uchaf	llyn trawsfynydd	trigfa	220	170	great-orme country park	tyn-y-gongl	llanfairpwllgwyngyll
12	Abergwyngregyn	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
13	Snwdonia National Park	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	220	Great Orme Country Park	Tyn Y Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
14	Abergwyngregyn	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
15	Snwdonia National Park	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
16	Snwdonia Nat.Park	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	160	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl Benllech	Llanfairpwllgwyngyll
17	Abergwyngregyn	Trecastell	Llyn Nantlle Uchaf	Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Benllech	Llanfairpwllgwyngyll
18	Bryn Y Neuadd	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
19	Bryn-Y-Neuadd	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll
20	Snwdonia National Park	Trecastell Park	Llyn Nantlle Uchaf	Llyn Trawsfynydd	Maes Hyfryd	220	170	Great Orme Country Park	Tyn-Y-Gongl	Llanfairpwllgwyngyll

Antworten (SUS-Test)

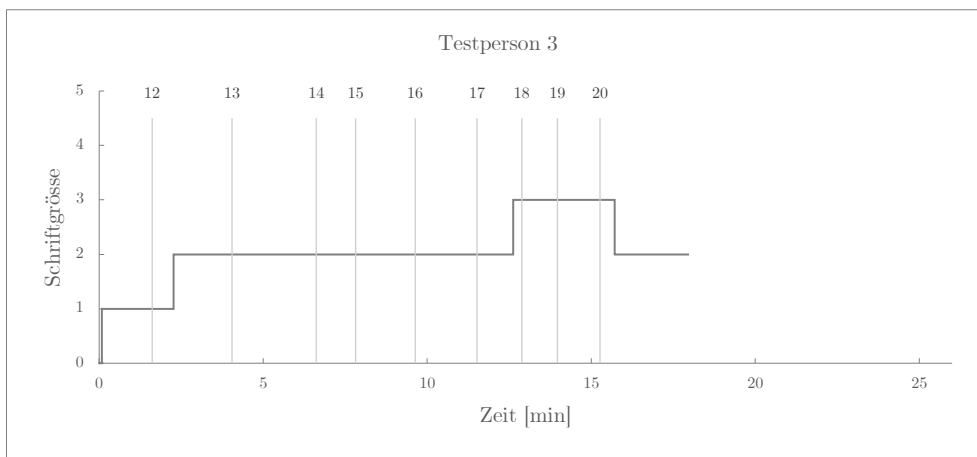
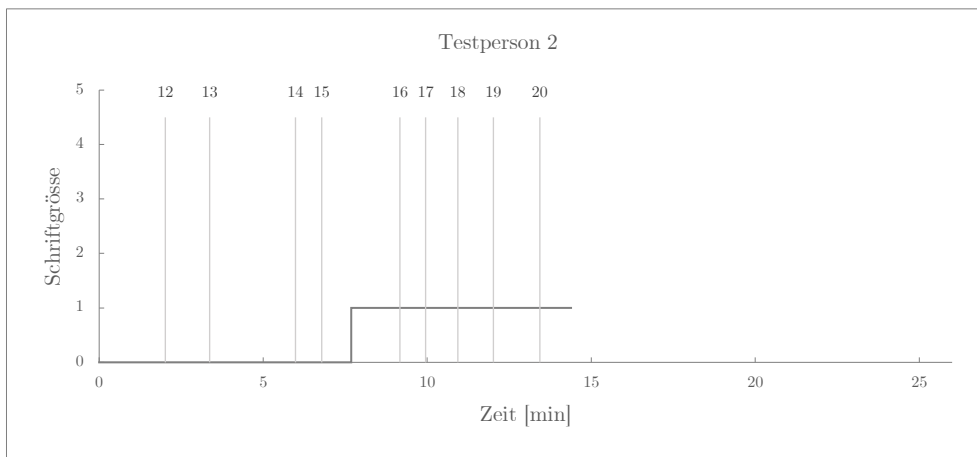
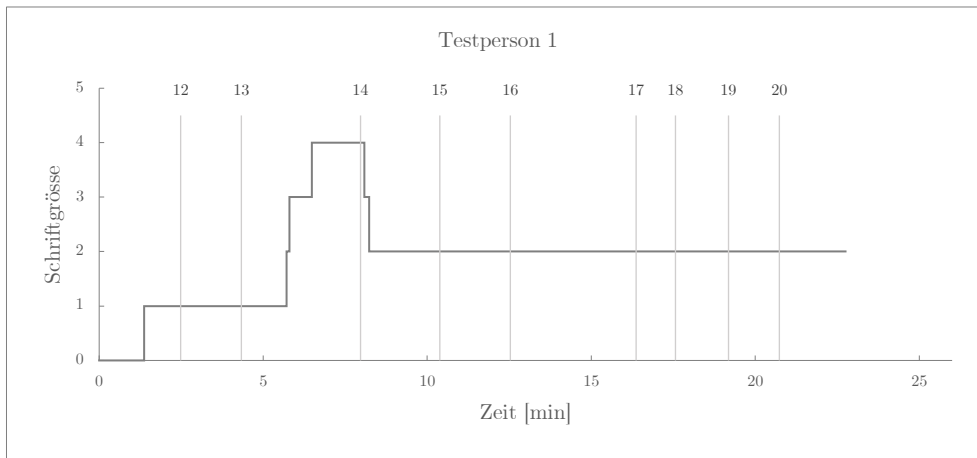
Daten SUS-Test

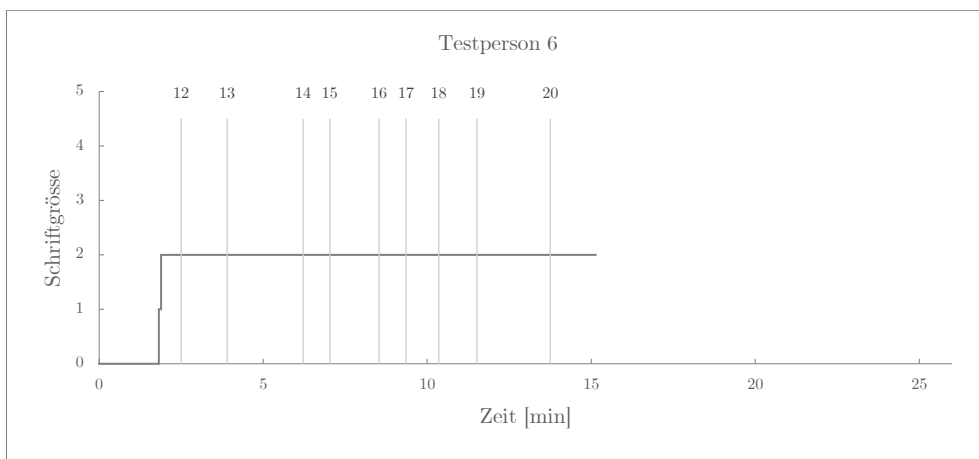
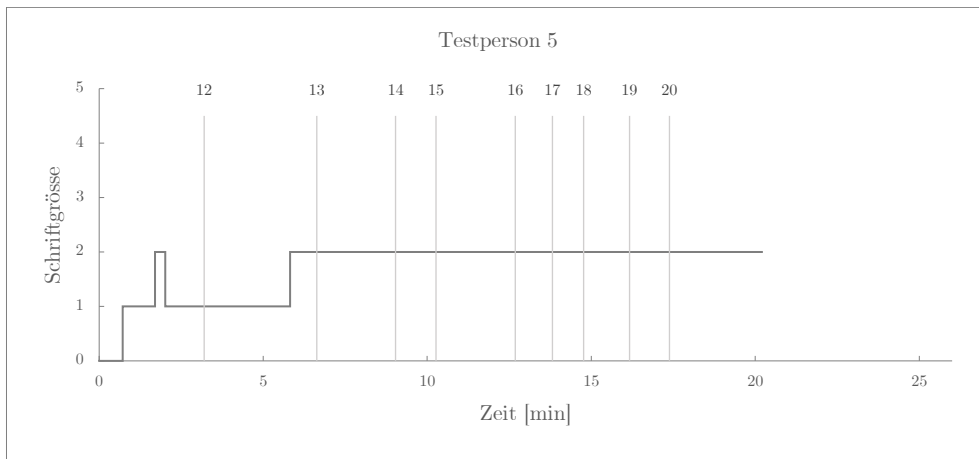
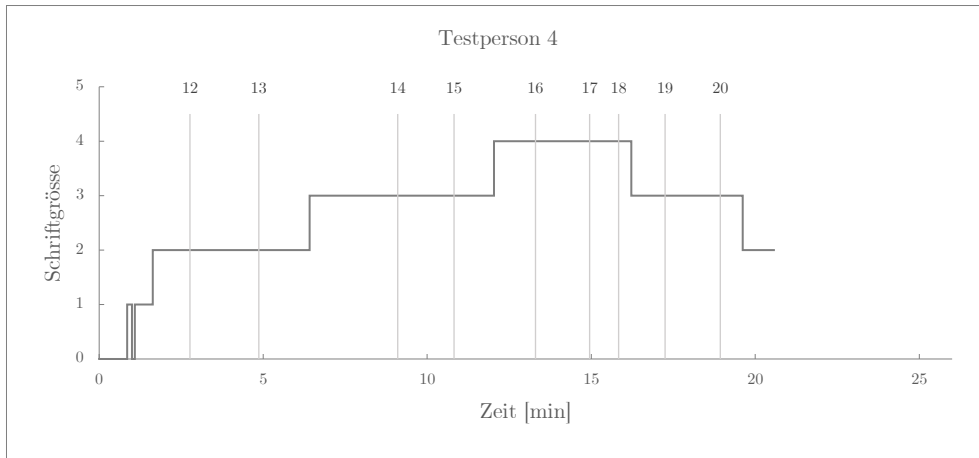
Nummer	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9	Frage 10
1	3	1	5	1	4	1	5	1	4	2
2	3	1	5	1	4	1	5	1	5	1
3	5	1	4	1	4	3	4	1	5	1
4	5	1	5	1	5	3	5	1	5	1
5	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
6	3	1	5	1	5	1	4	1	4	1
7	4	1	5	1	5	1	5	1	5	1
8	3	1	5	1	5	1	5	1	5	1
9	3	4	4	1	5	1	5	2	4	1
10	5	1	5	1	5	1	4	1	5	1
11	3	1	5	1	5	1	5	1	4	1
12	3	4	2	1	4	3	5	1	4	1
13	2	2	2	4	3	3	5	3	2	1
14	4	1	5	1	5	1	5	2	4	1
15	5	1	3	1	5	1	3	1	3	1
16	5	1	4	1	5	1	5	1	5	1
17	5	1	1	1	5	1	5	1	5	1
18	5	1	5	1	5	1	5	1	5	1
19	4	1	5	1	5	3	3	1	5	1
20	2	1	3	1	3	1	5	1	5	1

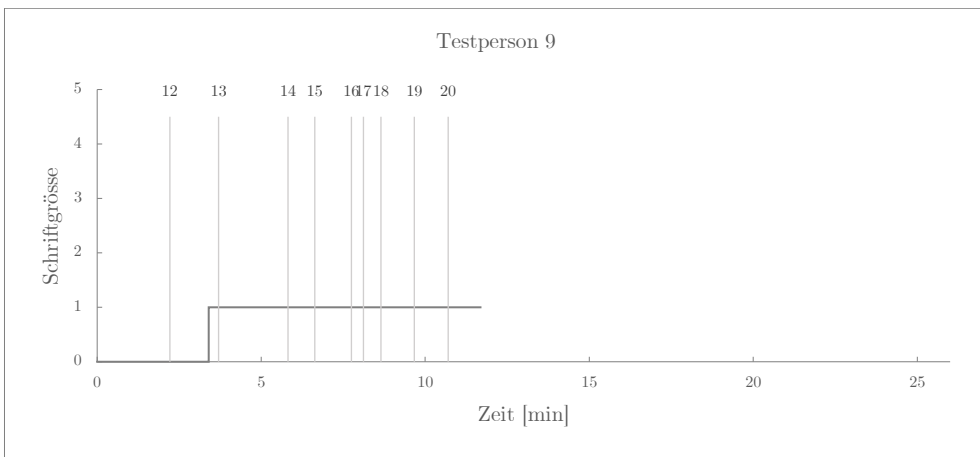
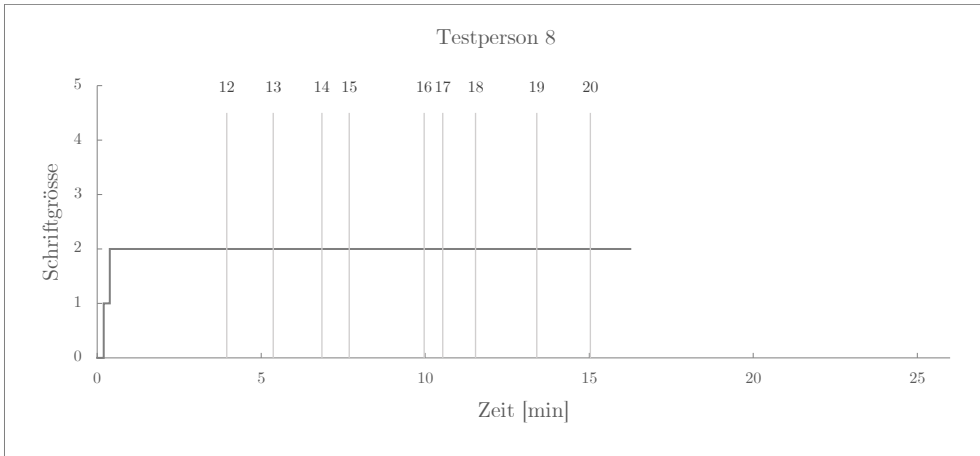
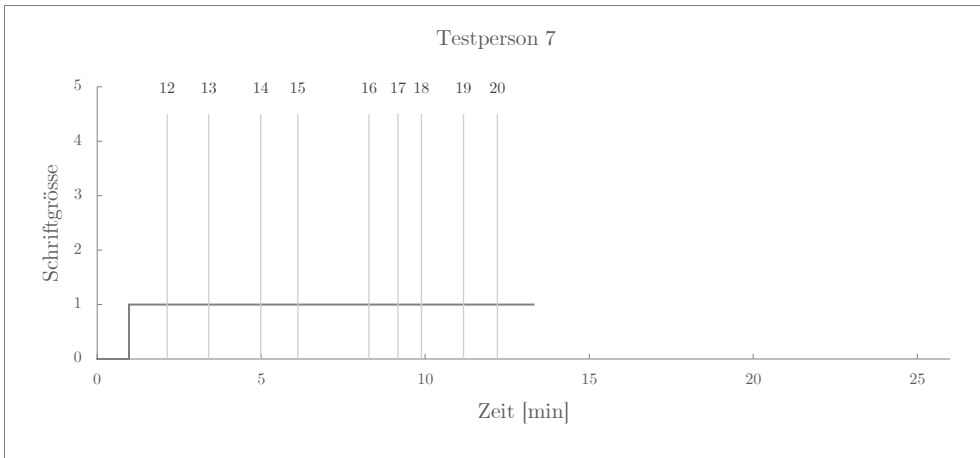
Daten SBSOD-Test

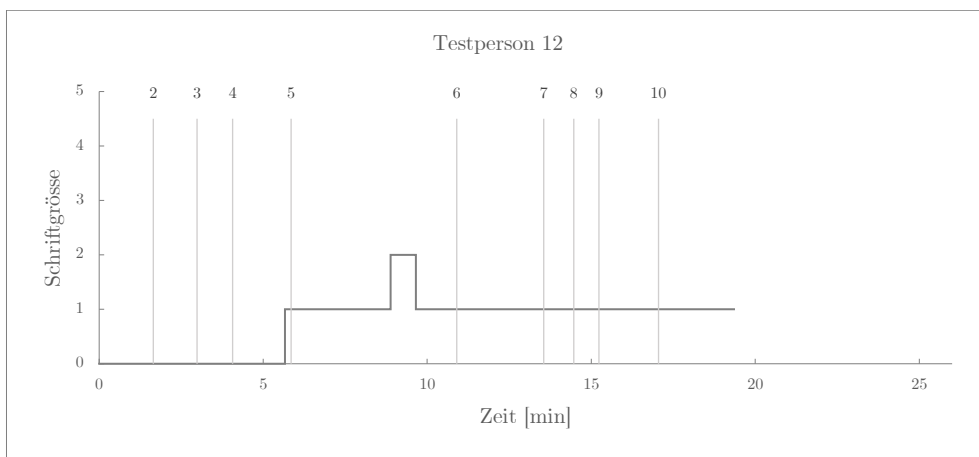
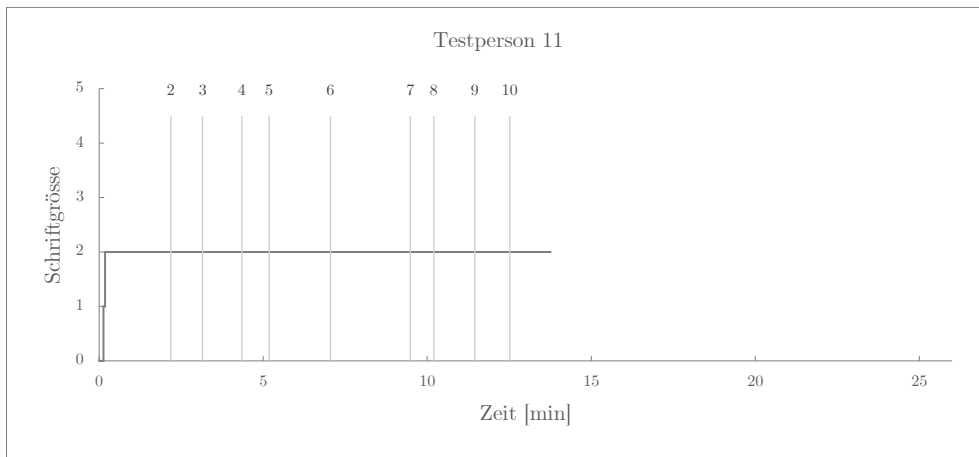
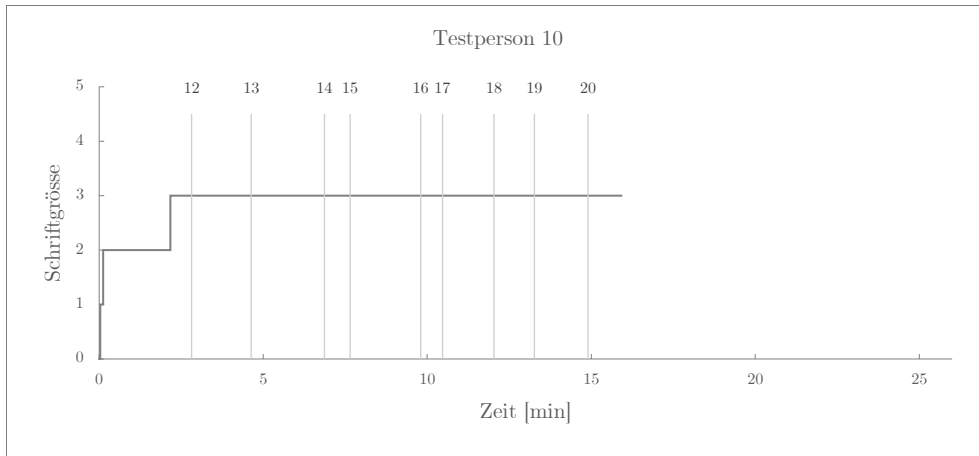
Nummer	Frage 1	Frage 2	Frage 3	Frage 4	Frage 5	Frage 6	Frage 7	Frage 8	Frage 9	Frage 10	Frage 11	Frage 12	Frage 13	Frage 14	Frage 15	Frage 16	Frage 17	Frage 18	Frage 19
1	3	2	2	5	6	4	2	6	3	5	4	5	5	6	6	6	6	3	5
2	3	5	3	3	2	4	5	7	3	7	7	2	2	2	2	5	6	2	4
3	6	6	7	5	4	6	6	6	3	5	6	5	5	5	6	6	6	5	6
4	5	3	5	5	6	4	5	5	7	5	7	6	5	7	6	7	5	6	4
5	7	7	6	6	6	5	6	6	6	5	6	6	5	6	7	7	5	5	6
6	6	2	2	5	4	5	2	6	3	6	5	6	6	5	6	5	5	5	6
7	6	4	5	6	6	6	4	5	2	6	7	6	6	7	6	6	6	6	6
8	4	6	4	5	3	5	3	3	2	3	6	3	2	2	6	6	5	2	5
9	2	6	5	1	1	2	2	2	2	2	2	1	2	1	6	4	2	1	1
10	5	6	3	6	6	6	5	4	6	5	6	4	4	5	6	5	5	3	3
11	5	5	5	6	6	5	6	6	6	6	6	6	6	6	6	5	6	5	5
12	7	5	6	7	7	7	7	7	7	7	7	7	5	7	7	7	7	6	7
13	3	6	1	7	7	4	7	6	4	7	6	7	7	5	7	7	4	3	6
14	6	4	3	6	4	7	5	3	4	3	3	3	2	3	2	4	7	4	6
15	7	6	7	6	7	7	5	7	7	4	7	7	7	7	7	7	7	5	7
16	7	5	7	7	7	7	6	6	2	6	6	6	6	6	7	7	7	6	6
17	6	6	6	6	4	6	6	6	6	5	7	6	5	6	6	6	6	4	6
18	7	1	2	6	6	4	2	4	1	5	2	6	6	6	7	6	4	4	3
19	1	1	2	1	4	1	1	3	1	2	3	3	3	1	3	3	1	2	2
20	6	7	6	7	5	7	5	6	1	4	7	6	6	5	7	7	7	6	6

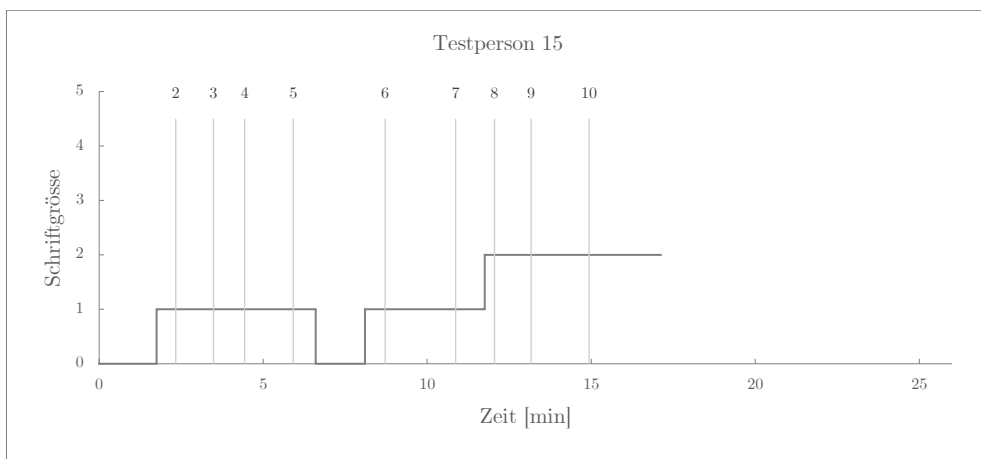
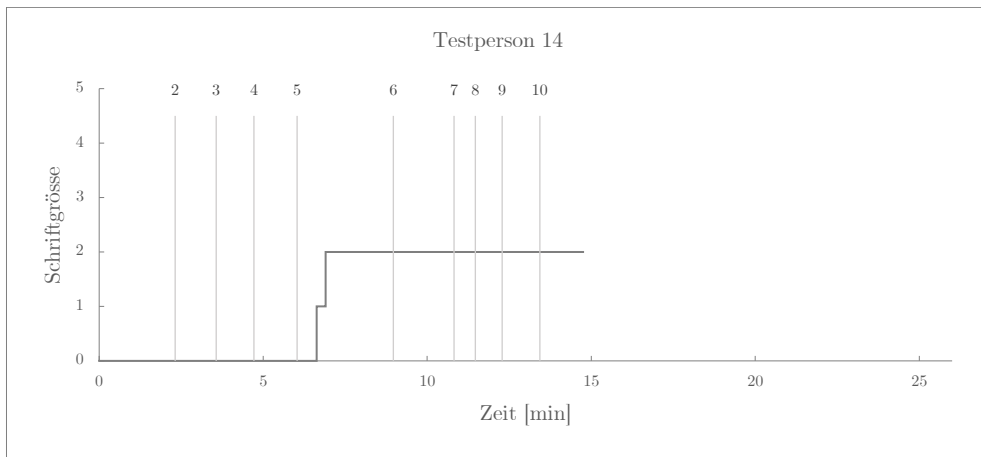
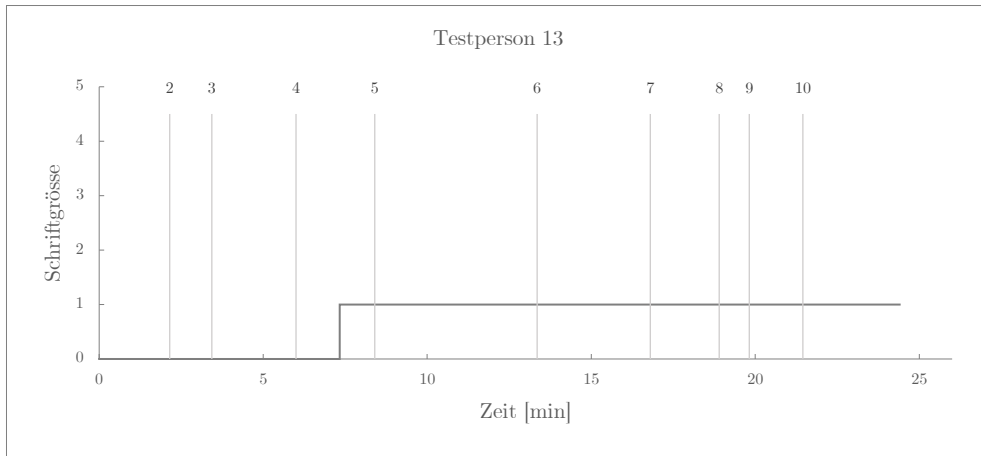
Auswertungen der Interaktion mit der Schriftgrößenanpassung

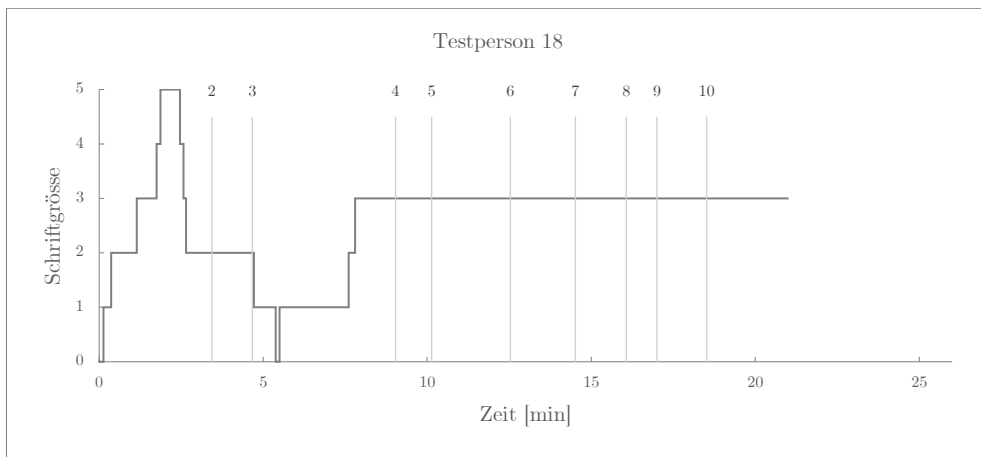
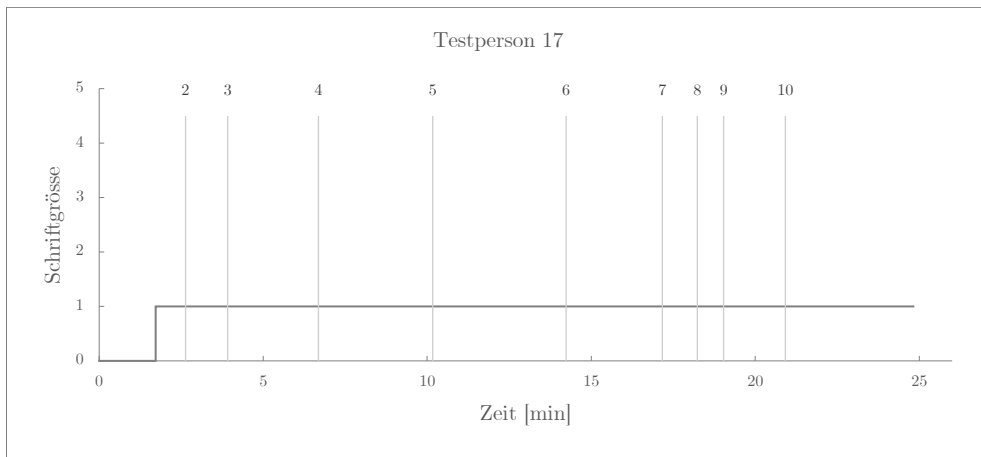
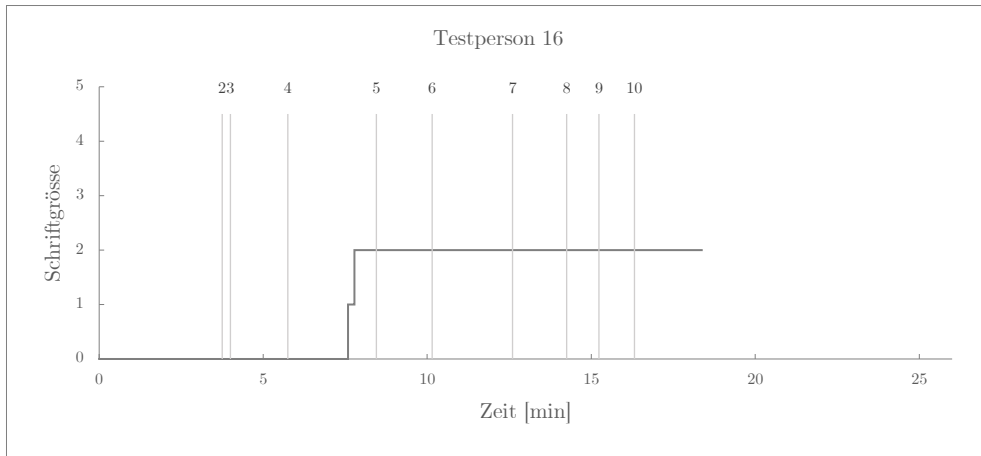


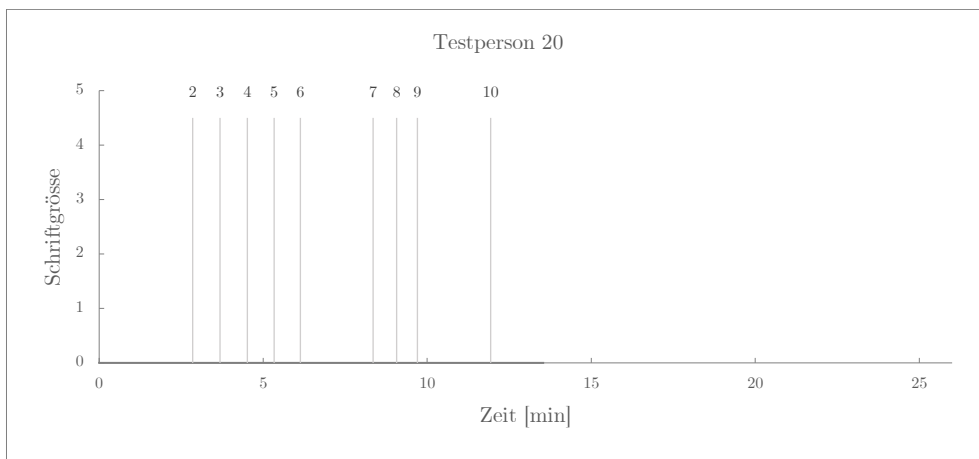
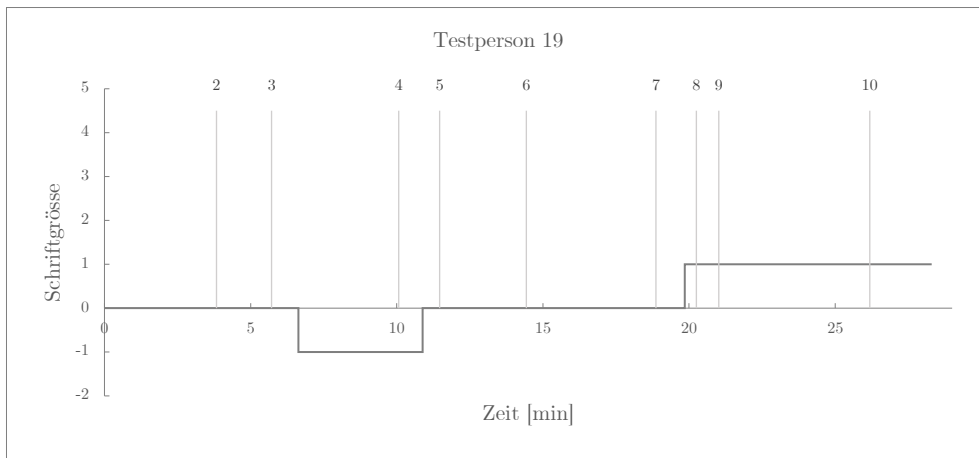












F Digitale Inhalte

Auf der beigelegten CD sind folgende Inhalte in digitaler Form:

- Adobe-PDF-Datei der Arbeit
- Microsoft-Word-Datei der Arbeit
- Microsoft-RTF-Datei der Arbeit
- Verwendete Schriften
- Quellcode der Applikation



Persönliche Erklärung

Ich erkläre hiermit, dass ich die vorliegende Arbeit selbständig verfasst und die den verwendeten Quellen wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen als solche kenntlich gemacht habe.

Zürich, 29. September 2017
