
**Der Einfluss emotionaler Landmarken auf die
räumliche Wissensaneignung während der Navigation
in unvertrauten Gebäuden**

GEO 511 Masterarbeit

29.09.2017

Eingereicht durch

Thomas Ingold

thomas.ingold@uzh.ch

12-712-436

Betreut durch

Prof. Dr. Sara I. Fabrikant (Fakultätsmitglied)

Sascha Credé

Geographisches Institut Universität Zürich

Geographische Informationsvisualisierung und -analyse (GIVA)

ZUSAMMENFASSUNG

Den Grossteil ihres Alltags verbringen Menschen in einer ihnen bekannten Umgebungen, in welchen die Navigation zu grossen Teilen unbewusst abläuft. Es gibt jedoch auch Situationen, in denen eine erfolgreiche Navigation in einer unbekanntem Umgebung notwendig ist. Während im Outdoor-Bereich der Einsatz mobiler Navigationsgeräte bereits weit verbreitet ist, konnten sich entsprechende Lösungen in Indoor-Umgebungen noch nicht durchsetzen. Eine erfolgreiche Indoor-Navigation stellt somit eine spezielle Herausforderung dar. Nebst den angesprochenen technischen Hilfsmitteln stehen noch weitere Möglichkeiten zur Verfügung, um eine erfolgreiche Navigation zu begünstigen. Ein solches Hilfsmittel sind Landmarken, die als Referenzpunkt dienen und beim Verständnis räumlicher Strukturen und bei der Orientierung unterstützend mitwirken. Damit ein Objekt jedoch als Landmarke funktionieren kann, muss es sich von seiner Umgebung abheben. Die vorliegende Arbeit beschäftigt sich mit der Frage, inwiefern der Einsatz emotionaler Landmarken den räumlichen Wissensaufbau verbessern kann. Die Hypothese lautet dabei, dass Bilder, welche emotionale Reaktionen auslösen, sich positiv auf die Gedächtnisleistung auswirken und zu einer Verbindung der Emotionalität mit dem räumlichen Wissen führen. Um dies zu überprüfen wurde eine Navigationsstudie mit 32 weiblichen Studentinnen durchgeführt. Der Versuchsaufbau forderte dabei zwei Gruppen: Die erste Gruppe wurde emotionalen (negativen wie auch positiven) Bildern ausgesetzt. Die zweite Gruppe, in diesem Falle die Kontrollgruppe, bekam nur neutrale Bilder zu sehen. Im Anschluss an die Routenführung fanden Wissenstests statt, um den Aufbau von Landmarken-, Routen- und Überblickswissen zu überprüfen.

Lediglich in Bezug auf das Landmarkenwissen konnte eine signifikante Verbesserung durch den Einsatz von emotionalen Landmarken festgestellt werden. Das Routenwissen wurde tendenziell sogar verschlechtert, während das Überblickswissen nicht beeinflusst wurde. Die Verschlechterung beim Routenwissen scheint durch die Fokussierung der Aufmerksamkeit auf die emotionalen Stimuli entstanden zu sein. Dadurch wurde die Umgebung weniger beachtet, woraus ein verminderter Wissensaufbau resultierte. Dieser Effekt ist selbst bei Studentinnen mit sehr guten Navigationsfähigkeiten zu erkennen. Somit scheinen emotionale Landmarken zwar besser in Erinnerung zu bleiben, jedoch ohne dass dabei eine Verbindung mit dem Raum stattfindet.

Schlagwörter

Navigation, räumliches Wissen, Indoor-Navigation, räumliche Wahrnehmung, Landmarke, Emotion, Affekt, emotionale Landmarke

DANKSAGUNG

An dieser Stelle möchte ich mich herzlich bei allen Personen bedanken, die mich auf dem Weg dieser Masterarbeit begleitet und unterstützt haben. Als erstes geht der Dank an meine Betreuungspersonen Prof. Dr. Sara I. Fabrikant und Sascha Credé. Sie haben mich von Beginn an mit wertvollen Tipps und anregenden Diskussionen begleitet. Zudem stand ihre Tür stets offen, falls neue Ideen oder Probleme aufkamen.

Ich möchte mich vor allem auch bei allen Studentinnen bedanken, welche trotz Prüfungsphase an meiner Studie teilgenommen und die Arbeit dadurch erst ermöglicht haben. An dieser Stelle sei auch Urs Kilchenmann und dem Spital Bülach für das Ausdrucken der Landmarken gedankt.

Ein weiteres Dankeschön geht an Reto Spielhofer und Corin Meier für ihre Hilfe in Bezug auf die Emotionsmessung und die spannenden Diskussionen. Ebenfalls geht der Dank an Christoph Schönenberger, Nadia Huber, Tabea Bühler, Annina Ruder, Tobias Frey und Patrice Frei, welche bei den Pilottests mitgewirkt, mich mit wertvollen Anregungen und Gesprächen unterstützt und Zeit für das Korrekturlesen aufgewendet haben.

Besonders bedanken möchte ich mich bei meiner Familie Heidi, Marcel und Stefanie Ingold, welche während dem gesamten Studium für mich da waren und über Höhen und Tiefen begleitet haben. Durch ihre Unterstützung wurde mir das Studium überhaupt erst ermöglicht und sie gaben mir einen sicheren Halt, um dieses erfolgreich abschliessen zu können.

Schliesslich danke ich meiner Partnerin Myriam Braun von Herzen. Sie hatte in jeder Situation ein offenes Ohr, konnte mich stets aufs Neue motivieren, half mir zwischendurch Abstand von meiner Arbeit zu gewinnen und wurde meinen Problemen nie überdrüssig.

INHALTSVERZEICHNIS

ZUSAMMENFASSUNG.....	II
DANKSAGUNG.....	IV
INHALTSVERZEICHNIS.....	VI
ABBILDUNGSVERZEICHNIS	IX
TABELLENVERZEICHNIS	XI
ABKÜRZUNGEN.....	XII
1 EINLEITUNG.....	1
1.1 Motivation und Problemstellung	1
1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen.....	2
2 THEORETISCHER HINTERGRUND.....	4
2.1 Navigation	4
2.2 Der Aufbau räumlichen Wissens.....	5
2.2.1 Idee der kognitiven Karte	5
2.2.2 Dreistufenmodell von Siegel und White (1975).....	7
2.2.3 Kritik am Dreistufenmodell.....	8
2.2.4 Der Einfluss des Menschen auf die Navigation und die räumliche Wissensaneignung	10
2.3 Indoor-Navigation	12
2.3.1 Einflussfaktoren der Indoor-Navigation.....	13
2.3.2 Landmarken.....	16
2.4 Emotionen und Navigation.....	18
2.4.1 Was sind Emotionen?.....	19
2.4.2 Gedächtnis und Emotionen.....	20
2.4.3 Der Einfluss von Affekt auf die Navigation	22
2.5 Eingliederung der Arbeit	24
3 METHODIK.....	26
3.1 Hypothesen.....	26
3.2 Stichprobe.....	27
3.3 Studienaufbau	28

3.4 Vortests.....	29
3.4.1 Materialien der Vortests	29
3.4.2 Ablauf der Vortests.....	31
3.5 Hauptstudie.....	32
3.5.1 Variablen	32
3.5.2 Standort- und Routenwahl.....	33
3.5.3 Materialien der Hauptstudie	35
3.5.4 Ablauf der Hauptstudie.....	44
3.5.5 Aufbereitung der Daten aus der Emotionsmessung	47
4 RESULTATE.....	50
4.1 Vortests.....	50
4.1.1 Stichprobe.....	50
4.1.2 Fragebogen zu den räumlichen Strategien.....	51
4.1.3 Test zur Merkfähigkeit	52
4.1.4 Test für die räumliche Orientierung	52
4.1.5 Gruppeneinteilung	53
4.2 Hauptstudie.....	54
4.2.1 Gesamtvergleich über alle Tests.....	54
4.2.2 PANAS.....	55
4.2.3 Landmarkentest	55
4.2.4 Richtungsschätzung	57
4.2.5 Distanzschätzung	60
4.2.6 Rekonstruktion der mentalen Karte.....	62
4.2.7 Route zurücklaufen.....	64
4.2.8 Fragebogen zur Studie	66
4.2.9 Emotionale Reaktion	70
4.2.10 Vergleich der Resultate der Studie mit den <i>Spatial Abilities</i>	75
5 DISKUSSION	78
5.1 Emotionale Reaktion: Vergleich der Methoden der Emotionsmessung.....	78
5.2 Einfluss emotionaler Landmarken auf das Landmarken- und Routenwissen	80

5.3 Einfluss emotionaler Landmarken auf das Überblickswissen	83
5.4 Einfluss emotionaler Landmarken auf die <i>Spatial Abilities</i>	86
5.5 Kritische Beurteilung der Studie	88
6 FAZIT	91
6.1 Ausblick	93
7 LITERATUR	95
ANHANG	104
A Fragebogen zu den räumlichen Strategien	104
B Test zur Merkfähigkeit	106
C Test zur räumlichen Orientierung	111
D Einwilligungsf formular	125
E PANAS	127
F Szenario	128
G Landmarkentest	129
H Richtungs- und Distanzschätzung	130
I Fragebogen zur Studie	132
EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG	134

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 1: Phasen der Navigation.....	5
Abbildung 2: Vergleich des <i>Dominant Framework</i> mit dem <i>Continuous Framework</i>	9
Abbildung 3: Einflussfaktoren der Indoor-Navigation.....	14
Abbildung 4: Positionspräferenz für Landmarken an Entscheidungspunkten	18
Abbildung 5: Circumplex Model of Affect.....	19
Abbildung 6: Grober Aufbau der Studie	29
Abbildung 7: Beispiel der zu lernenden Karte (links), sowie Antwortkarte (rechts)	30
Abbildung 8: Beispielaufgabe des Tests für die räumliche Orientierung.....	31
Abbildung 9: Route der Hauptstudie mit den Positionen der Landmarken.....	34
Abbildung 10: Valenz- (oben) und Arousalbewertung (unten) des <i>Self-Assessment Manikin</i>	36
Abbildung 11: Bewertung der IAPS Inhalte im affektiven Raum nach Geschlechtern	37
Abbildung 12: Unklare Angabe des weiteren Routenverlaufs aufgrund der Landmarkenposition.....	39
Abbildung 13: Beispiel der Richtungs- und Distanzschätzungsaufgabe.....	40
Abbildung 14: Hydrogel-Elektrode.....	42
Abbildung 15: Setup der EMG-Messung.....	42
Abbildung 16: Setup der EDA-Messung.....	43
Abbildung 17: Ablauf der Hauptstudie	45
Abbildung 18: Studentin während der Landmarkenbewertung.....	46
Abbildung 19: Studentin beim Test zur Richtungsbestimmung.....	46
Abbildung 20: Beispiel eines EDA-Signals in AcqKnowledge 4.4	48
Abbildung 21: Beispiel eines EMG-Signals in AcqKnowledge 4.4	49
Abbildung 22: Auswertung des Fragebogens zu den räumlichen Strategien.....	51
Abbildung 23: Resultate des Tests zur Merkfähigkeit	52
Abbildung 24: Resultate des Tests für die räumliche Orientierung	53
Abbildung 25: Auswertung des Landmarkentests aufgeteilt nach Gruppen	55
Abbildung 26: Auswertung des Landmarkentests aufgeteilt in positive und negative Bilder.....	57
Abbildung 27: Winkelschätzfehler zu allen Standorten	57
Abbildung 28: Winkelschätzfehler pro Standort.....	58
Abbildung 29: Profildiagramme der mehrfaktoriellen Varianzanalyse der Richtungsschätzung	59
Abbildung 30: Distanzschätzfehler zu allen Standorten.....	60
Abbildung 31: Distanzschätzfehler pro Standort	61
Abbildung 32: R^2 -Bestimmtheitsmass der rekonstruierten mentalen Karte.....	62
Abbildung 33: Skalierungsfaktor in X- und Y-Richtung der rekonstruierten mentalen Karte.....	63
Abbildung 34: Drehrichtung und Betrag des Rotationswinkels der rekonstruierten mentalen Karte ...	63
Abbildung 35: Übersicht der Fehler beim Zurücklaufen der Route.....	65
Abbildung 36: Standorte der Fehler beim Zurücklaufen der Route	66

Abbildung 37: Bewertung der Komplexität der Route und des ETH Hauptgebäudes 67

Abbildung 38: Bewertung der Schwierigkeit der einzelnen Aufgaben zum räumlichen Wissen 67

Abbildung 39: Bekanntheitsgrad des ETH Hauptgebäudes aufgeteilt nach Gruppen..... 68

Abbildung 40: Vergleich der Valenzbewertungen der Studentinnen mit den Werten des IAPS 70

Abbildung 41: Vergleich der Arousalbewertungen der Studentinnen mit den Werten des IAPS 71

Abbildung 42: Durch EMG gemessene Valenz der einzelnen Bilder 72

Abbildung 43: Durch EMG gemessene Valenz der Bildergruppen (positiv, negativ, neutral) 72

Abbildung 44: Durch EDA gemessenes Arousal der einzelnen Bilder 73

Abbildung 45: Anzahl Fehler beim Zurücklaufen der Route aufgeteilt nach hohen und tiefen SA..... 77

TABELLENVERZEICHNIS

Tabelle 1: Für die Hauptstudie verwendete Bilder der IAPS Datenbank.....	38
Tabelle 2: Zusammengefasste Ränge aller Tests.....	54
Tabelle 3: Distanzschätzung: Anzahl Über-/Unterschätzungen durch die Studentinnen.....	60
Tabelle 4: Auswertung des Tests «Route zurücklaufen»	64
Tabelle 5: Korrelation zwischen dem Bekanntheitsgrad und der Richtungs-/Distanzschätzung	69
Tabelle 6: Korrelation zwischen dem Bekanntheitsgrad und dem Landmarkentest	69
Tabelle 7: Korrelation zwischen dem Bekanntheitsgrad und der Rekonstruktion der mentalen Karte.	69
Tabelle 8: Korrelation zwischen dem Bekanntheitsgrad und dem Zurücklaufen der Route	69
Tabelle 9: Korrelation zwischen SAM und den physiologischen Messungen (alle Bilder).....	74
Tabelle 10: Korrelation zwischen SAM und den physiologischen Messungen (emotionale Bilder)....	74
Tabelle 11: Korrelation zwischen SAM und den physiologischen Messungen (neutrale Bilder).....	74
Tabelle 12: Korrelation zwischen der Anzahl richtig genannter Bilder und den <i>Spatial Abilities</i>	75
Tabelle 13: Korrelation zwischen dem R^2 -Bestimmtheitsmass und den <i>Spatial Abilities</i>	76
Tabelle 14: Korrelation zwischen den Fehlern (Zurücklaufen der Route) und den <i>Spatial Abilities</i>	76

ABKÜRZUNGEN

EDA	Elektrodermale Aktivität
EMG	Elektromyographie
FRS	Fragebogen zu den räumlichen Strategien
IAPS	<i>International Affective Picture System</i>
PANAS	<i>Positive and Negative Affect Schedule</i>
SAM	<i>Self-Assessment Manikin</i>
SBSOD	<i>Santa Barbara Sense of Direction Scale</i>
SCL	<i>Skin Conductance Level</i>
SCR	<i>Skin Conductance Response</i>
TRO	Test für die räumliche Orientierung

1 EINLEITUNG

1.1 Motivation und Problemstellung

Wir navigieren täglich durch unsere Umgebung und besuchen bekannte oder weniger bekannte Gebiete. Kennen wir einen Weg relativ gut, wie dies beispielsweise beim Arbeitsweg der Fall ist, ist die Navigationsaufgabe sehr einfach und läuft nahezu unterbewusst ab (Bigler et al., 2014). In einer uns unbekanntem Umgebung fällt uns die Navigation jedoch schwerer, was zu Problemen führen kann (Baskaya et al., 2004). Je öfter man in einer Umgebung unterwegs war, desto grösser ist das Wissen über diese Umgebung und anfängliche Orientierungsschwierigkeiten können überwunden werden (Weisman, 1981; Montello, 1998).

Vielfach kommt es aber vor, dass wir nicht mehrfach in einer Umgebung unterwegs sind oder wir bereits beim ersten Besuch erfolgreich navigieren müssen. In einem solchen Fall können wir nicht auf bereits erlerntes Wissen zurückgreifen, wodurch wir Informationen aus einer anderen Quelle beziehen müssen. Eine Möglichkeit bieten hier externe Navigationshilfen, wie sie in Outdoor-Umgebungen bereits seit längerem etabliert sind (z.B. GPS Systeme). Für den Indoor-Raum werden jedoch andere Positionierungstechnologien benötigt. Huang und Gartner (2010) geben eine Übersicht über den aktuellen Stand der Forschung im Bereich dieser mobilen Indoor-Navigationssystemen. Externe Navigationshilfen müssen aber nicht technischer Natur sein. Beispielsweise können auch Karten, Lageskizzen oder Wegbeschreibungen als effiziente Unterstützung während der Navigation verwendet werden (z.B. Richardson et al., 1999; Hund & Padgitt, 2010; Münzer & Stahl, 2011; Bigler et al., 2014). Es muss jedoch angemerkt werden, dass externe Navigationshilfen keine Garantie für eine erfolgreiche Navigation darstellen. Missverständnisse bei der Interpretation solcher Hilfsmittel können zu Fehlern beim Ablaufen einer Route führen (Montello, 2009; Bigler et al., 2014). Im Falle der mobilen Navigationssysteme können technische Ausfälle oder Fehlfunktionen auftreten. Die Nutzenden wären in solchen Fällen auf ihr eigenes Wissen über den Raum angewiesen, um sich nicht zu verirren (Münzer et al., 2006). Hamburger et al. (2012, S. 173) fügen zudem an, dass solche Systeme *«uns nicht das Denken bzw. Navigieren komplett abnehmen, sondern es nur auf bestimmte Weise ergänzen»*. Überlässt man das Navigieren jedoch komplett den Navigationssystemen, so kann man mit der Zeit die Fähigkeit des Navigierens verlieren (Montello, 2009). Daher gibt es auch Navigierende, welche bewusst darauf verzichten und aktiv versuchen, Wissen über die Umgebung aufzubauen (Münzer et al., 2006).

Fehlt aus einem der eben genannten Gründe der Zugang zu externen Navigationshilfen, ist man auf Allgemeinwissen über Gebäudestrukturen, bereits gemachte Erfahrungen in ähnlichen Gebäuden und auf direkte Informationen während der Fortbewegung durch eine Umgebung angewiesen (Baskaya et al., 2004; Hölscher et al., 2007). Dabei müssen für die Navigation entscheidende Informationen, wie beispielsweise Landmarken, im Langzeitgedächtnis gespeichert und für den späteren Gebrauch im Arbeitsgedächtnis verfügbar gemacht werden (Balaban et al., 2017). Unter Landmarken können mar-

kante Objekte einer Umgebung verstanden werden, die sich von ihrer Umgebung abheben und so eine Hilfestellung während der Navigation darstellen (z.B. Frankenstein et al., 2012).

Problematisch wird es, wenn eine Person nicht in der Lage ist, genügend räumliches Wissen für die Navigation aufzubauen und zu speichern. Erschwert wird diese Aufgabe in Indoor-Umgebungen dadurch, dass Orientierungshilfen oft nur lokal zu sehen sind, Raum- und Gebäudenummer teils verwirrend sind und durch Etagenwechsel eine Desorientierung ausgelöst werden kann (Soeda et al., 1997; Baskaya et al., 2004; Giudice et al., 2010). Insbesondere in komplexen, unvertrauten Gebäuden können dadurch Probleme bei der Navigation entstehen (Hölscher et al., 2006), wodurch negative Folgen (z.B. Zeitverlust, Stress) auftreten können (Dogu & Erkip, 2000).

Landmarken bieten eine Möglichkeit, die Navigation zu erleichtern und dadurch diesen Problemen und Folgen entgegenzuwirken. Es konnte jedoch noch nicht gänzlich geklärt werden, welche Eigenschaften eine Landmarke besitzen muss, um einen grossen Nutzen für die Navigation darzustellen (Hamburger & Knauff, 2011). Vielfach wird jedoch die Wichtigkeit der Salienz von Landmarken hervorgehoben. Diese gibt an, ob sich ein Objekt von seiner Umgebung abheben und dadurch leichter in Erinnerung bleiben kann (Stankiewicz & Kalia, 2007; Caduff & Timpf, 2008). Sowohl Balaban et al. (2014) als auch Gartner (2012) gehen davon aus, dass Emotionen dabei eine entscheidende Rolle spielen können. Insbesondere Landmarken mit einem emotionalen Bezug können kognitive Prozesse bei der Navigation unterstützen und diese erleichtern. Zum jetzigen Zeitpunkt existieren jedoch nur wenige Studien in diesem Bereich (Gartner, 2012). Es stellt sich somit die Frage, wie gross der Einfluss emotionaler Landmarken auf die räumliche Wissensaneignung ist und wie stark die Navigation dadurch erleichtert werden kann.

1.2 Zielsetzung und Forschungsfragen

Basierend auf den dargelegten Problemen soll diese Arbeit einen Beitrag zur besseren Orientierung in unvertrauten Gebäuden leisten und so Ansätze zur Verminderung negativer Folgen liefern. Im Zentrum steht dabei der räumliche Wissensaufbau, damit sich Personen auch ohne externe Navigationshilfen zurechtfinden können. Dennoch soll mit dieser Arbeit ein besseres Verständnis der Probleme und Prozesse während der Navigation angestrebt werden, woraus Konsequenzen für die Weiterentwicklung von Navigationsassistenten entstehen sollen. Zudem wird in dieser Arbeit die Navigations- und Emotionsforschung mit dem Ziel kombiniert, neue Erkenntnisse für beide Forschungsbereiche zu gewinnen.

Um diese Ziele erreichen zu können, wird eine Navigationsstudie in einer für die Teilnehmenden unbekanntem Indoor-Umgebung durchgeführt. Der Einfluss emotionaler Landmarken soll dabei durch die Einteilung der Teilnehmenden in zwei Gruppen erreicht werden. Einerseits wird die emotionale Gruppe während der Navigationsaufgaben mit emotionalen Landmarken in Verbindung kommen, während

andererseits die neutrale Gruppe mit entsprechenden neutralen Landmarken konfrontiert wird. Im Zentrum dieser Arbeit steht somit folgende Hauptforschungsfrage:

Welchen Einfluss üben emotionale Landmarken auf die räumliche Wissensaneignung während der Navigation in unvertrauten Gebäuden aus?

Konkret soll diese Hauptforschungsfrage anhand von drei Unterforschungsfragen beantwortet werden, um den verschiedenen Aspekten der räumlichen Wissensaneignung gerecht zu werden. Da die Studie nur mit Studentinnen durchgeführt wurde (siehe Kapitel 3.2), wird in Bezug auf die Teilnehmenden der Studie nur noch die weibliche Form verwendet.

1) Unterscheiden sich Studentinnen aus der emotionalen Gruppe von denjenigen der neutralen Gruppe in Bezug auf das aufgebaute Landmarken- und Routenwissen?

2) Unterscheiden sich Studentinnen aus der emotionalen Gruppe von denjenigen der neutralen Gruppe in Bezug auf das aufgebaute Überblickswissen?

3) Welchen Einfluss haben emotionale Landmarken auf die *Spatial Abilities*?

Nebst den eben genannten Forschungsfragen sollen zusätzlich die emotionalen Reaktionen der Landmarken genauer untersucht werden. Diese werden einerseits durch subjektive Bewertungen und andererseits durch physiologische Messungen erhoben. Dadurch soll überprüft werden, ob in der Studie tatsächlich emotionale Reaktionen ausgelöst wurden. Zusätzlich können die beiden Methoden der Emotionsmessung verglichen werden, wodurch eine weitere Forschungsfrage in dieser Arbeit überprüft wird:

4) Korrelieren die subjektiven Bewertungen der Landmarken mit den physiologischen Messungen?

Die Hypothesen zu den einzelnen Forschungsfragen werden in Kapitel 3.1 aufgeführt und erläutert.

2 THEORETISCHER HINTERGRUND

Dieses Kapitel gibt einen Überblick über den Forschungskontext im Bereich der Navigations- und Emotionsforschung. Dazu werden zuerst Grundlagen der Navigation und der Aufbau räumlichen Wissens besprochen. Im Anschluss wird der Fokus auf die Indoor-Navigation gelegt, bevor im letzten Teil des Kapitels Emotionen und deren Einfluss auf die Navigation genauer vorgestellt werden.

2.1 Navigation

Navigation wird als koordinierte und zielgerichtete Bewegung durch den Raum verstanden (Montello & Sas, 2006). Um erfolgreich navigieren zu können, müssen psychische Fähigkeiten, wie die Aufmerksamkeit, die visuelle Wahrnehmung und das motorische Verhalten, auf die jeweilige physische und soziale Umwelt angewandt werden. Weiter werden so (Lern-)Prozesse in unserem Gedächtnis ausgelöst, die uns bei der Entscheidungs- und Richtungsfindung unterstützen (Montello & Sas, 2006; Hamburger et al., 2012). Grundsätzlich kann die Navigation in zwei Hauptkonzepte eingeteilt werden: die Wegfindung und die Lokomotion (Montello, 2005). Zu ersterem zählt die Planung von Aktionen (z.B. abbiegen, eine Strasse entlanglaufen, den Lift verwenden etc.), um ein zuvor festgelegtes Ziel erreichen zu können. Dabei werden verfügbare Informationen verarbeitet, um Entscheidungen zu treffen und auszuführen. Die verwendeten Informationen stammen nicht nur aus der direkt wahrnehmbaren und erfassbaren Umwelt, sondern können auch aus internen (gespeichertes Wissen über den Raum oder Abruf bereits gemachter Erfahrungen) oder externen (z.B. Karten oder Beschreibungen von Mitmenschen) Quellen stammen (Passini, 1984; Montello & Sas, 2006). Steht der Plan, muss dieser in die Tat umgesetzt werden, indem der Körper durch den Raum bewegt wird. Diese Fortbewegung bezeichnet man als Lokomotion (Hamburger et al., 2012). Wichtig dabei ist, dass die Koordination auf den Raum angepasst wird und Hindernisse umgangen werden, um erfolgreich und ohne Verletzungen die gewünschte Richtung einhalten zu können. In den meisten Fällen kommen die Wegfindung und Lokomotion gemeinsam vor. Es gibt allerdings auch Situationen, in denen beispielsweise eine Route geplant, diese aber nicht in Angriff genommen wird (Montello & Sas, 2006).

Damit eine solche Routenplanung überhaupt erst möglich ist, muss man seine Position in Relation zum Zielort kennen und auch andere wichtige Entscheidungspunkte und Objekte im Raum verorten können. Man muss sich im Raum orientieren können (Montello & Sas, 2006). Dabei können zwei verschiedene Ansätze der Orientierung unterschieden werden. Auf der einen Seite kann die Orientierung als soziales Konstrukt verstanden werden, in welchem durch Interaktion Wissen über die Umgebung aufgebaut wird. Beispielsweise kann man als Gruppe gemeinsam navigieren oder andere Personen nach dem Weg fragen. Auf der anderen Seite kann Orientierung aber auch eine individuelle Aufgabe sein, in der man sich ohne fremde Hilfe zurechtfinden muss (Thierbach & Lorenz, 2014). Da sich diese Arbeit mit der Navigation in unvertrauten Gebäuden befasst, in denen man sich oft in leeren

Gängen wiederfindet oder sich generell auch ohne Hilfe auskennen möchte, wird der Fokus auf den zweiten Orientierungsansatz gelegt, welcher die Orientierung als individuelle Aufgabe betrachtet.

Möchte man als Individuum erfolgreich navigieren, so müssen gemäss Ishikawa et al. (2008) drei Phasen durchgeführt werden, welche in Abbildung 1 ersichtlich sind: Als erstes muss man sich im Raum orientieren, indem man den eigenen Standort und die Blickrichtung bestimmt. Danach kann aufgrund dieser Informationen und dem Wissen über den gewünschten Zielort eine Route geplant werden. Abschliessend wird dieser Plan ausgeführt und im Erfolgsfall das Ziel erreicht.

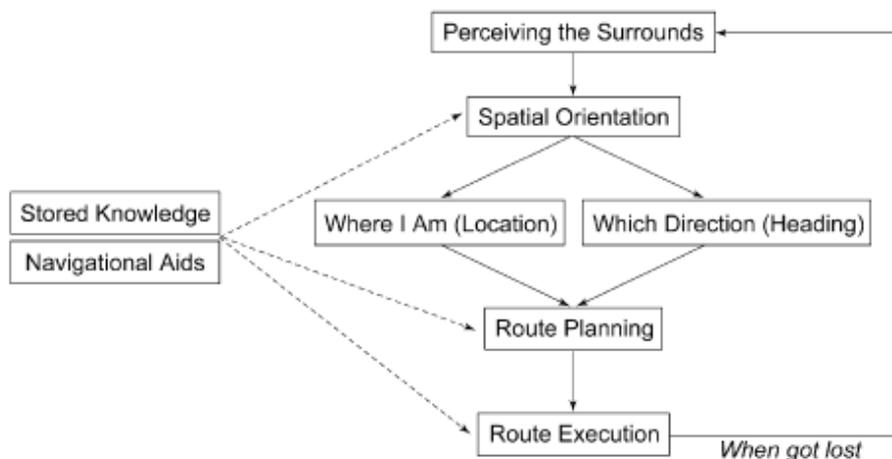


Abbildung 1: Phasen der Navigation (Ishikawa et al., 2008, S. 75)

2.2 Der Aufbau räumlichen Wissens

Im letzten Kapitel wurde der Orientierungsprozess und damit auch die Navigation als individuelle Aufgabe vorgestellt. Als nächstes werden in diesem Kapitel die kognitiven Prozesse eines Individuums erläutert, welche während der Navigation von Bedeutung sind. Dadurch soll klarer werden, wie wir räumliches Wissen über unsere Umgebung aufbauen und welche Faktoren einen Einfluss darauf ausüben.

2.2.1 Idee der kognitiven Karte

Für eine erfolgreiche Navigation ist es wichtig zu wissen, was sich wo im Raum befindet. Dieses räumliche Wissen muss zudem stetig mit der Umgebung verglichen und auf Richtigkeit überprüft werden. Um diese Prozesse erklären zu können, wird oft die Idee der «kognitiven Karte» verwendet (Montello & Sas, 2006; Thierbach & Lorenz, 2014). Darunter versteht man den Erwerb, die Speicherung und das Abrufen von Informationen über die Umgebung, woraus eine umfassende mentale Repräsentation – eine kognitive Karte – dieser Umgebung entsteht (Downs & Stea, 1973). Diese mentale

Repräsentation umfasst gemäss Carbon und Hesslinger (2013a) räumliche Informationen über Landmarken, deren relative Positionen und die Distanzen zwischen ihnen.

Erstmals geprägt wurde der Begriff von Tolman (1948) in einem Experiment mit Ratten. Diese lernten in einem Labyrinth den Weg zu einer Futterstation und bauten so routenähnliches Wissen auf. Nachdem der bereits bekannte Weg blockiert wurde, wählten die Ratten aus verschiedenen alternativen Wegen am häufigsten denjenigen aus, der direkt in Richtung der Futterstation verlief. Daraus schloss Tolman (1948), dass die Ratten eine kartenähnliche Repräsentation über das Labyrinth aufgebaut hatten, welche über eine gelernte Reiz-Reaktion Verbindung hinausgeht.

Um die involvierten Prozesse bei der Navigation besser verstehen zu können, wurden unter anderem auch Gehirnaktivitäten untersucht. Dabei scheint vor allem der Hippocampus entscheidend zu sein, da man davon ausgeht, dass dessen Zellen für die Erstellung der kognitiven Karte verantwortlich sind (Dalton et al., 2015). Dieser Befund geht ebenfalls auf ein Experiment mit Ratten zurück. O'Keefe und Dostrovsky (1971) fanden heraus, dass Ratten mit einem beschädigten Hippocampus Schwierigkeiten beim Erfüllen räumlicher Aufgaben aufwiesen. Dies unterstützte die Idee, dass der Hippocampus für die Erstellung der kognitiven Karte verantwortlich ist. Basierend auf diesen Experimenten schloss man, dass die Idee der kognitiven Karte auch auf den Menschen übertragen werden kann. Daraus entstanden verschiedene Untersuchungen über den Einfluss des Hippocampus im menschlichen Gehirn wie beispielsweise diejenige von Maguire et al. (2006) mit Taxi- und Busfahrern in London oder die Analyse verschiedener neurowissenschaftlicher Studien von Burgess et al. (2002).

Zusammengefasst spielt die Erstellung der kognitiven Karte eine zentrale Rolle für die menschliche Navigation. Wichtig dabei ist, dass diese Erstellung einem Entwicklungsprozess gleicht und die Karte nicht einfach in unserem Kopf erscheint (Downs & Stea, 1973). Zudem ist dieser Prozess sehr dynamisch, damit neue Informationen miteinbezogen werden können und so eine wirksame Orientierung und Navigation gewährleistet ist (Kitchin, 1994; Carbon & Hesslinger, 2013a).

Auch wenn die Idee der kognitiven Karte weit verbreitet ist, gibt es auch einige kritische Stimmen. Beispielsweise hat der Ausdruck «Karte» zu Verwirrung und Missverständnissen geführt. Je nach Situation wurde die kognitive Karte explizit als kartographische Karte, analog einer kartographischen Karte oder als Metapher einer kartographischen Karte verwendet (Kitchin, 1994). Eine kognitive Karte unterscheidet sich je nach Individuum und kann unvollständig, verzerrt oder schematisiert sein (Downs & Stea, 1973). Daher schlägt Kitchin (1994) vor, die kognitive Karte als hypothetisches Konstrukt zu bezeichnen, wodurch der Vergleich zur kartographischen Karte vermindert wird und der Fokus auf der praktischen Beschreibung räumlicher Produkte liegt.

Die Kritik von Tversky (1993) zielt in eine ähnliche Richtung, da seiner Meinung nach der Term «kognitive Karte» die Komplexität und Vielfalt des Wissens über unsere Umwelt nicht widerspiegelt. Ausserdem wird dieses Wissen oft stückweise aus unterschiedlichen Quellen (z.B. direkte Erfahrung, Erinnerungsbruchstücke von Kartenbetrachtungen oder Beschreibungen des Raumes) aufgebaut. So-

mit gleicht dieses Wissen nicht einer kohärenten, kartenähnlichen kognitiven Struktur. Er schlägt daher die Verwendung der Begriffe *Cognitive Collage* und *Spatial Mental Models*¹ vor. Ersteres kann dabei vor allem auf unbekannte Gebiete angewandt werden, da Informationen darüber unvollständig und fehlerbehaftet sein können. In solchen Fällen wird versucht, dieses Wissen zusammensetzen, um eine kognitive Collage über die Umgebung aufzubauen. Der zweite Begriff kann gemäss Tversky (1993) für bekannte Gebiete verwendet werden. Selbst wenn wir eine Umgebung sehr gut kennen, kann das metrische Wissen darüber verzerrt sein. Unser Wissen einer solchen Umgebung besteht viel eher aus groben räumlichen Beziehungen zwischen Landmarken, welche zwar nicht metrischer Natur sind, jedoch verschiedene Perspektiven des Raumes und Schlussfolgerungen über den Standort von Objekten zulassen.

Ein weiterer Kritikpunkt besteht gemäss Ingold (2000) darin, dass das Konzept einer kognitiven Karte nicht mit der menschlichen Wahrnehmung der Welt übereinstimmt. Wir bauen unser Wissen auf, indem wir uns durch den Raum bewegen und darin handeln. Eine kartenähnliche Ansicht aus der Vogelperspektive hingegen sei ein Produkt kartografischer Prozesse.

Dennoch soll in dieser Arbeit der Begriff der kognitiven Karte verwendet werden, um individuelle Verarbeitungsprozesse beschreiben zu können, die zu einem beliebigen Zeitpunkt während der Navigation im Raum eine Rolle spielen und so das Verhalten einer Person beeinflussen (Downs & Stea, 1973).

2.2.2 Dreistufenmodell von Siegel und White (1975)

Im vorherigen Kapitel wurde aufgezeigt, dass kognitive Karten bei der Verarbeitung räumlicher Informationen entscheidend sind. Visuelle Anhaltspunkte werden dabei für die Entwicklung der kognitiven Karte verwendet und als mentale Referenz gespeichert, welche zu einem späteren Zeitpunkt erneut verwendet werden kann (Stankiewicz & Kalia, 2007). Wichtig ist in diesem Zusammenhang auch, wie dieses räumliche Wissen erlernt und organisiert wird. Eine der ersten Theorien, die sich mit dieser Frage auseinandergesetzt hat, ist diejenige von Siegel und White (1975). Basierend auf diesem Modell wird räumliches Wissen in drei sequentiellen Stufen aufgebaut:

- 1) *Landmarkenwissen*: In diesem Schritt werden markante Objekte (z.B. ein auffälliges Gebäude oder ein Hügel) in der Umgebung wahrgenommen und im Gedächtnis gespeichert (McNamara et al., 2008). Diese Landmarken können zwar als grobe Richtungsangaben verwendet werden, jedoch fehlen Informationen über räumliche Relationen beispielsweise zu anderen Landmarken (Montello, 1998). Das Landmarkenwissen wird als erstes aufgebaut und stellt den Grundbaustein für die weiteren Stufen dar (Siegel & White, 1975).

¹ Nebst den von Tversky (1993) vorgeschlagenen Begriffe existiert eine Vielzahl weiterer Alternativen. Eine Liste dieser Begriffe wurde von Kitchin (1994, S. 5) zusammengestellt.

- 2) *Routenwissen*: Diese Stufe besteht aus Wissen über die sequentielle Abfolge von Landmarken und den dazugehörigen Entscheidungen oder Aktionen, die bei diesen Landmarken ausgeführt werden müssen (McNamara et al., 2008). Typischerweise wird solches Wissen aus der direkten Erfahrung während der Navigation abgeleitet, wodurch der Raum zwischen einem Start- und einem Zielpunkt mit Informationen gefüllt werden kann (Thorndyke & Hayes-Roth, 1982). Auf dieser Stufe weiss man beispielsweise, dass man von der Busstation (Start) in Richtung Bank (Landmarke) gehen muss, bei dieser danach rechts abbiegt (Aktion), damit man schliesslich zur Kirche (Ziel) gelangt. Wenn man zu Beginn einer Reise bereits eine geordnete Abfolge der vorkommenden Landmarken im Kopf hat, so kann man dies gemäss Siegel und White (1975) als Route bezeichnen. Wichtig ist jedoch, dass auf dieser Stufe, zumindest in der Anfangsphase, keine Informationen über metrische Distanzen und Richtungen vorhanden sind (Montello, 1998). Dieses metrische Wissen wird sukzessive durch Erfahrung in der entsprechenden Umgebung aufgebaut (Siegel & White, 1975).
- 3) *Überblickswissen*: Unter der letzten Stufe versteht man Wissen über die topografischen Eigenschaften einer Umgebung (Thorndyke & Hayes-Roth, 1982). Dieses Wissen ist eine kartenähnliche (oder zumindest strukturmässige) Darstellung der metrischen Beziehung zwischen Landmarken und Routen einer Umgebung, welche in ein gemeinsames Bezugssystem eingeordnet werden können. Durch die Integration und Kombination unterschiedlicher Routen in ein komplexes Netzwerk, können räumliche Relationen zwischen Orten abgeleitet werden, die man noch nie zuvor besucht hat (Montello, 1998). Als Folge dessen kann man effiziente Routen planen (dies beinhaltet auch die Verwendung von Abkürzungen), die Richtung zu nicht sichtbaren Orten angeben und euklidische Distanzen abschätzen (McNamara et al., 2008). Gemäss Siegel und White (1975) stellt das Überblickswissen die komplexeste und damit letzte Stufe des räumlichen Wissensaufbaus dar.

2.2.3 Kritik am Dreistufenmodell

Heutzutage wird die Theorie von Siegel und White (1975) nicht mehr so oft zitiert, wie dies früher der Fall war. Da die Theorie jedoch bisher nicht durch ein neues Modell ersetzt wurde, kann es nach wie vor als dominantes Framework bezeichnet werden (Ishikawa & Montello, 2006). Ausserdem haben einige Autoren zwar neue Bezeichnungen für ihre Theorie eingeführt, jedoch basieren diese nach wie vor auf dem Kerngedanken der Theorie von Siegel und White (1975). Dies ist beispielsweise beim prozeduralen Wissen von Golledge (1992) der Fall, das sich auf die geordnete Verknüpfung von nicht metrischen Informationen bezieht und somit dem Routenwissen von Siegel und White (1975) entspricht. Daneben gibt es auch zahlreiche Autoren, die das Dreistufenmodell kritisch betrachten. Kelsey (2009) beispielsweise vertritt die Auffassung, dass das Landmarkenwissen in einem frühen Stadium des räumlichen Wissensaufbaus vollständiger sein kann, aber nicht zwingendermassen vor dem Rou-

ten- und Überblickswissen aufgebaut wird. Ein anderer Kritikpunkt bezieht sich auf die allgemeine Beschreibung der Theorie, welche keine Aussage darüber macht, wie viel Zeit und Aufwand nötig ist, um von der einen Stufe auf die nächste aufsteigen zu können (Kelsey, 2009).

Um den Kritikpunkten Rechnung zu tragen schlägt Montello (1998) ein verändertes Modell vor, welches von Ishikawa und Montello (2006) als *Continuous Framework* bezeichnet wird. Es beinhaltet folgende Grundsätze (Montello, 1998):

- 1) Es existiert während dem Wissensaufbau keine Stufe, in der man kein metrisches Wissen über Distanzen und Richtungen besitzt. Der Aufbau dieses Wissens beginnt unmittelbar, wenn man sich in einer neuen Umgebung befindet. Abbildung 2 zeigt schematisch, dass die Menge metrischen Wissens bei Montello (1998) bereits zu Beginn höher ist, als dies mit einer Zufallswahrscheinlichkeit der Fall wäre. Beim Modell von Siegel und White (1975) hingegen steigt dieses Wissen erst bei der dritten Stufe (Überblickswissen) an.

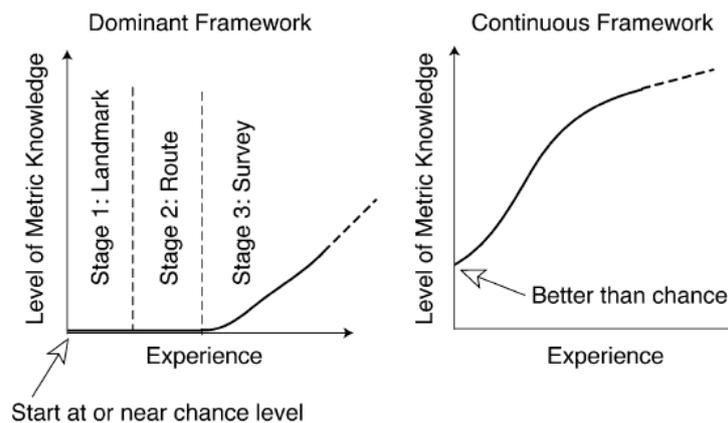


Abbildung 2: Vergleich des *Dominant Framework* von Siegel und White (1975) mit dem *Continuous Framework* von Montello (1998), in Bezug auf den Aufbau metrischen Wissens (Ishikawa & Montello, 2006)

- 2) Mit zunehmender Vertrautheit eines Ortes nimmt das räumliche Wissen darüber relativ kontinuierlich zu, wodurch es vollständiger und genauer wird.
- 3) Da das Wissen, wie im zweiten Grundsatz beschrieben, kontinuierlich ansteigt, kommt es nicht wie bei Siegel und White zu einzelnen Stufen, welche qualitative Sprünge im Erwerb von räumlichen Wissen darstellen. Im Modell von Montello (1998) ist ein qualitativer Sprung nur dann denkbar, wenn Wissen über separat erlernte Orte zu einem grösseren Ganzen zusammengefügt werden. Dadurch entstehen komplexe, hierarchisch organisierte Wissensstrukturen.
- 4) Selbst wenn sich zwei Personen gleich lang in einer Umgebung aufgehalten haben, wird sich die Genauigkeit und Reichweite ihres räumlichen Wissens unterscheiden.
- 5) Wissen über topologische Beziehungen von Objekten im Raum, beziehungsweise nicht-metrisches Wissen generell, existiert als Zusatz zum metrischen Wissen und soll nicht als dessen Vorläufer betrachtet werden.

Nebst den beiden vorgestellten Modellen existieren weitere Versuche, den räumlichen Wissensaufbau zu erklären. Golledge's (1978) *Anchor Point* Theorie legt einen stärkeren Fokus auf Landmarken, indem er in ihnen die Basis für räumliche Repräsentationen einer Umgebung sieht. Auch die *View Graph* Theorie kann genannt werden, in welcher Abfolgen von Momentaufnahmen der Umgebung gespeichert und mit einer spezifischen Aktion, sowie einem Ziel verknüpft werden. Dadurch erübrigt sich eine Überblicksdarstellung des Raumes, da bei der Bewegung durch eine Umgebung die jeweilige Momentaufnahme konsultiert werden kann, um entsprechende Aktionen ableiten zu können (Stankiewicz & Kalia, 2007).

Aus der Gegenüberstellung verschiedener Theorien in Bezug auf den räumlichen Wissensaufbau wird klar, dass dieser Prozess (momentan) nicht abschliessend erklärt werden kann. Es ist auch nicht Ziel dieser Arbeit, diesen Diskurs voranzutreiben. Viel wichtiger ist, dass die von Siegel und White (1975) vorgeschlagenen Kategorien räumlichen Wissens (Landmarken-, Routen- und Überblickswissen) in der vorliegenden Arbeit verwendet werden können, um zwischen unterschiedlichen Wissensebenen zu differenzieren. Ebenso werden die Grundsätze von Montello (1998) verwendet, um wichtige Einflussfaktoren beim Wissensaufbau zu berücksichtigen (z.B. die Vertrautheit einer Umgebung). In Bezug auf die Navigation muss noch erwähnt werden, dass ein erfolgreiches Zurechtfinden in einer Umgebung nicht zwingend ein voll ausgebildetes Überblickswissen benötigt. In einer Studie von Soeda et al. (1997) konnte gezeigt werden, dass sich gewisse Personen eine Route ohne Probleme merken und diese auch erfolgreich ablaufen konnten, selbst wenn sie nicht imstande waren, eine korrekte Skizze der Umgebung anzufertigen. In anderen Worten ausgedrückt kann es für eine Navigationsaufgabe (z.B. einen spezifischen Raum in einem Gebäude finden) ausreichen, lediglich Routenwissen der entsprechenden Umgebung aufzubauen. Dennoch zielt diese Arbeit darauf ab, alle Stufen des räumlichen Wissens zu untersuchen, um eine ganzheitliche Sicht des Wissenserwerbs während der Navigation zu gewährleisten.

2.2.4 Der Einfluss des Menschen auf die Navigation und die räumliche Wissensaneignung

Die vorherigen Kapitel haben gezeigt, dass individuelle Verarbeitungsprozesse bei der Erstellung einer kognitiven Karte entscheidend sind, wodurch sich diese je nach Individuum unterscheiden (Downs & Stea, 1973). Auch die Genauigkeit und Reichweite räumlichen Wissens unterscheidet sich, selbst wenn sich zwei Personen gleich lang in einer Umgebung aufgehalten haben (Montello, 1998). Es stellt sich somit die Frage, welche Eigenschaften einer Person für diese individuellen Unterschiede verantwortlich sind.

Ein erster Einflussfaktor stellen *Spatial Abilities* dar. Darunter versteht man die Fähigkeiten, sensorische Inputs in räumliche Informationen umzuwandeln, eine kognitive Karte aufzubauen und aufrecht zu erhalten, sowie neue räumliche Informationen aus bestehendem Wissen ableiten zu können. *Spatial Abilities* wirken sich somit auf die Fähigkeit aus, kognitive Aufgaben lösen zu können (Hegarty &

Waller, 2005; Hegarty et al., 2006). Golledge et al. (1995) sehen in der Visualisierung, der Orientierung und den räumlichen Beziehungen die drei Hauptdimensionen der *Spatial Abilities*. Die Visualisierung beschreibt das Vermögen, Objekte mental drehen und manipulieren zu können (McGee, 1979). Unter Orientierung fallen die Fähigkeiten, sich selbst im Raum verorten zu können, räumliche Muster aus verschiedenen Standpunkten begreifen zu können, sowie sich nicht verwirren zu lassen, falls eine räumliche Konfiguration nicht in der gewohnten Perspektive präsentiert wird (z.B. wenn eine Karte nicht nach Norden ausgerichtet ist²) (McGee, 1979). Die letzte Dimension umfasst unter anderem das Können, Distanzen, Winkel und Verknüpfungen abzuschätzen, sich die Sequenz von Hinweisen auf einer Route zu merken, sowie Informationen in sinnvolle räumliche Einheiten zusammenzufassen (Golledge et al., 1995).

Um die *Spatial Abilities* einer Person bestimmen zu können, wurden verschiedene Methoden entwickelt. Eine Möglichkeit stellen Fragebögen dar, welche eine eigene Einschätzung der räumlichen Fähigkeiten einer Person abfragen. Der wohl bekannteste Test dieser Art ist der *Santa Barbara Sense of Direction Scale* (SBSOD) von Hegarty et al. (2002). Studien haben gezeigt, dass der SBSOD unterschiedlich starke Korrelationen in Bezug auf die Navigationsaufgabe und den räumlichen Wissensaufbau aufweist. So korreliert er stärker mit Orientierungsaufgaben, als mit Distanzschätzungen oder dem Erstellen von korrekten Lageskizzen. Zudem eignet er sich sehr gut für Situationen, in denen räumliches Wissen durch direktes Lernen in der Umgebung aufgebaut wird (Hegarty et al., 2002; Hund & Nazarczuk, 2009). Konkret konnten sowohl Korrelationen des SBSOD in Bezug auf die Erinnerung an Landmarken (Franke & Schweikart, 2016), als auch bei Richtungs- und Distanzschätzungen (Hegarty et al., 2002; Münzer & Hölscher, 2011) nachgewiesen werden. Nebst den Selbsteinschätzungen können auch schriftliche Tests durchgeführt werden. Problematisch bei diesen Tests ist jedoch, dass sie in den meisten Fällen nur geringe Zusammenhänge mit *Spatial Abilities* aufweisen, die in einer grossräumigen Umgebung benötigt werden (Allen et al., 1996; Hegarty et al., 2002; Kozhevnikov et al., 2006). Aus diesem Grund haben Hegarty und Waller (2004) einen Test für die räumliche Orientierung entwickelt, welcher eine überarbeitete Version des *Object Perspective Test* von Kozhevnikov und Hegarty (2001) darstellt. Die Ergebnisse dieses Tests stehen mit Navigationsaufgaben in Verbindung, welche eine Vorstellung der eigenen Person im Raum verlangen. Dies ist beispielsweise bei einer Routenbeschreibung oder einer Richtungsbestimmung der Fall (Hegarty & Waller, 2004).

Nebst den *Spatial Abilities* stellt das Geschlecht einen zweiten Einflussfaktor des Menschen auf die Navigation und räumliche Wissensaneignung dar. Es gibt zahlreiche Studien, welche unterschiedliche und teils auch gegensätzliche Ergebnisse in Bezug auf Geschlechterunterschiede vorweisen. Coluccia und Louse (2004) geben eine Übersicht über den Stand der Forschung während der Zeitspanne von 1983 bis 2003. Für diese Arbeit entscheidend sind vor allem folgende Befunde:

² Dieser sogenannte *Alignment Effect* wurde von Levine et al. (1984) untersucht und beschrieben. Der Effekt beschreibt Schwierigkeiten, welche Personen in Orientierungsaufgaben oder bei der Bestimmung von Richtungen aufweisen, nachdem sie Wissen über den Raum von einer anders ausgerichteten Karte erworben haben.

Frauen und Männer unterscheiden sich in Bezug auf *Spatial Abilities Tests*. Männer geben in einer Selbsteinschätzung normalerweise einen besseren Orientierungssinn an, als dies Frauen tun. Zudem schneiden sie in einigen Tests (z.B. im *Mental Rotation Test*) besser ab (Bryant, 1982; Hegarty et al., 2006). Ein weiterer Aspekt betrifft die verwendeten Strategien. Frauen scheinen während der Navigation eher eine routenbasierte Strategie zu verwenden und sich verstärkt anhand von Landmarken und den relativen Positionen derselben zu orientieren. Männer hingegen verwenden eine überblicksbasierte Strategie und orientieren sich eher anhand von Himmelsrichtungen und Distanzen. Dies wiederum kann einen Einfluss auf das Abschneiden in räumlichen Aufgaben haben (Miller & Santoni, 1986; Lawton, 1996; Montello et al., 1999). Daneben gibt es viele Situationen, in denen Männer manchmal besser abschneiden, manchmal aber auch nicht. So schneiden Männer beispielsweise in Aufgaben der Richtungsbestimmung eher besser ab als Frauen, während Frauen im Zeichnen von Lageskizzen mitunter besser abschneiden. Es wurden jedoch auch Studien vorgelegt, welche keinen solchen Unterschied finden konnten, oder sogar gegenteilige Ergebnisse lieferten (Coluccia & Louse, 2004).

Ein letzter Faktor, welcher für diese Arbeit zentral ist, betrifft das Alter. Barrash (1994) konnte zeigen, dass mit zunehmendem Alter die Schwierigkeiten bzw. Fehler beim Lernen einer Route grösser wurden. Jedoch scheinen auch hier Unterschiede je nach Aufgabenstellung und Navigationshilfe vorhanden zu sein. So unterscheiden sich junge und alte Männer beim Lernen einer Route vor allem dann, wenn keine Navigationshilfen vorhanden sind. Bei den Frauen hingegen erkennt man Unterschiede in Bezug auf das Alter, falls eine Karte verwendet wird und Landmarken als Hilfestellung vorhanden sind (Caplan & Lipman, 1995).

2.3 Indoor-Navigation

Die bisherigen Kapitel können allgemein auf Navigationsaufgaben angewandt werden und stellen somit die Grundlage dieser Arbeit dar. Der Fokus dieser Arbeit liegt jedoch auf der Indoor-Navigation, weshalb im folgenden Kapitel auf die Eigenheiten dieser Umgebung eingegangen wird. Studien im Bereich der Indoor-Umgebungen wurden beispielsweise in Flughäfen (Raubal et al., 1997), Einkaufszentren (Dogu & Erkip, 2000), Spitalern (Peponis et al., 1990) oder Universitäten (Münzer & Stahl, 2011) durchgeführt, da diese oft aus relativ komplexen Gebäuden bestehen. Je besser man ein solches Gebäude kennt, desto leichter ist eine erfolgreiche Navigation. So konnten Hölscher et al. (2006) in ihrer Studie zeigen, dass Teilnehmende mit einem hohen Bekanntheitsgrad eines Gebäudes sich weniger oft verirrt, schneller kürzere Routen gefunden und so effizienter das gewünschte Ziel erreicht haben. Ähnliche Ergebnisse fanden Tenbrink et al. (2011), welche Experten eines Gebäudes mit Novizen verglichen. Es hat sich gezeigt, dass sich Novizen eher an zentralen Punkten in einem Gebäude orientieren und so direktere Wege auslassen, da deren Wissen über die Umgebung beschränkt ist.

Unabhängig des Bekanntheitsgrades kommt es in komplexen Gebäuden oft vor, dass sich Personen nicht zurechtfinden und verlaufen (Carlson et al., 2010). Falls Navigierende nicht in der Lage sind,

solche Orientierungsprobleme zu lösen, können negative Folgen auftreten (Dogu & Erkip, 2000; Montello & Sas, 2006; Obeidat et al., 2011):

- Zeitverlust/Verspätungen
- Sicherheitsprobleme (z.B. bei Navigationsschwierigkeiten während einem Gebäudebrand)
- negative Gefühle
 - Stress
 - Unbehaglichkeit/Angst
 - Frust
 - Verloren sein

Die negativen Gefühle können dabei unterschiedliche Ausmasse annehmen. In einem weniger gravierenden Fall hat man beispielsweise lediglich die Sorge, den Bus zu verpassen, da man nicht rechtzeitig aus einem Gebäude herausfindet (Baskaya et al., 2004). Es sind jedoch auch extremere Reaktionen möglich: *«I ... left the building as soon as I could figure out how to get out, hoping I wouldn't have an anxiety attack first»* (Carlson et al., 2010, S. 288).

Um diesen Folgen entgegenwirken zu können, muss genauer analysiert werden, welche Einflussfaktoren in einer Indoor-Umgebung Schwierigkeiten verursachen können. Dieses Kapitel befasst sich daher mit der Komplexität der Indoor-Navigation und zeigt auf, welche Einflussfaktoren zentral sind. Zudem werden Landmarken vorgestellt, die der Komplexität entgegenwirken und damit Hilfestellungen für Navigierende darstellen sollen.

2.3.1 Einflussfaktoren der Indoor-Navigation

Gemäss Carlson et al. (2010) können drei Hauptbereiche für die Beeinflussung der Indoor-Navigation unterschieden werden. Die wichtigsten Aspekte dieser drei Bereiche werden im Folgenden kurz beschrieben und in Abbildung 3 graphisch dargestellt:

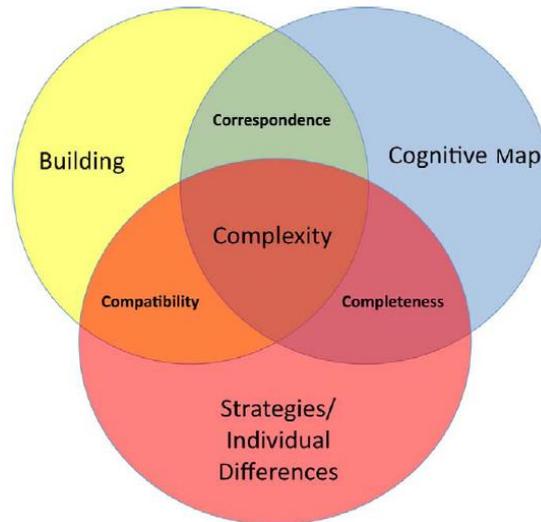


Abbildung 3: Einflussfaktoren der Indoor-Navigation (Carlson et al., 2010)

Kognitive Karte: In Kapitel 2.2.1 wurde die kognitive Karte als mentale Repräsentation des Raumes vorgestellt und kritisch betrachtet. Diese Repräsentation ist jedoch oft unvollständig oder verzerrt (Downs & Stea, 1973). Dies geschieht, weil wir während der Navigation nicht alle Informationen und Objekte aus unserer Umgebung aufnehmen können. Es findet eine Priorisierung statt, in welcher wir nur eine Auswahl von Landmarken als Hilfsobjekte abspeichern. Der Raum wird dadurch vereinfacht, was einen Einfluss auf Distanzen, Winkel und Raumstrukturen innerhalb und zwischen einzelnen Etagen zur Folge hat (Carlson et al., 2010). Zudem erschwert die Dreidimensionalität der Indoor-Navigation den Aufbau einer kognitiven Karte. Muss während der Navigation die Etage gewechselt werden, kann dies zu einer Desorientierung führen und die räumliche Wahrnehmung stören. Verstärkt wird diese Problematik vielfach durch die Annahme der Navigierenden, dass sich unterschiedliche Etagen in ihrem Aufbau gleichen, was jedoch nicht zwangsläufig zutreffen muss (Soeda et al., 1997).

Strategien und individuelle Unterschiede: Wie bereits in Kapitel 2.2.4 gezeigt wurde, haben individuelle Unterschiede einen Einfluss auf die Navigationsfähigkeit und den räumlichen Wissensaufbau. Dies trifft auch auf die Indoor-Navigation zu: «*Some people are more prone to getting lost in a building than are others*» (Carlson et al., 2010, S. 286). Daraus lässt sich schliessen, dass ein Gebäude von unterschiedlichen Personen als schwieriger oder einfacher, in Bezug auf die Navigation, eingestuft wird (Carlson et al., 2010).

Gebäude: In diesem Bereich spielen gemäss Weisman (1981) vor allem vier Kategorien eine zentrale Rolle:

- *Räumliches Layout eines Gebäudes:* Grundsätzlich kann gesagt werden, dass einfache, regelmässige Gebäudepläne die Orientierung erleichtern (Helvacioğlu & Olguntürk, 2010). Dieser Faktor war in der Studie von Weisman (1981) für 56% der Varianz im Bereich der Desorientierung verantwortlich, was seine Wichtigkeit verdeutlicht. Je komplexer somit ein Gebäudeplan ist, desto schwieriger ist die Navigation und desto mehr Fehler werden dabei gemacht

(Best, 1970; O'Neill, 1991). Oftmals besteht das räumliche Layout eines Gebäudes aus geraden Gängen und rechten Winkeln (Montello & Sas, 2006). Auch symmetrische Layouts kommen dadurch vor, welche gemäss O'Neill (1991) einfacher verständlich sind. Baskaya et al. (2004) kritisieren jedoch, dass Symmetrie auch zu monotonen Umgebungen mit redundanten Informationen führen kann, wodurch die Navigationsfähigkeit unter Umständen negativ beeinflusst wird. Weiter können Sackgassen problematisch sein, da die Aktualisierung der kognitiven Karte in einem solchen Fall sehr anspruchsvoll ist (Hölscher et al., 2006).

- *Visueller Zugang*: Zentral in diesem Bereich ist die Frage, wie viele Teile eines Gebäudes von verschiedenen Standorten aus sichtbar sind. Ein besserer visueller Zugang erleichtert die Orientierung (Montello & Sas, 2006). Ausserdem müssen sich Personen so weniger auf gespeichertes räumliches Wissen stützen und können die benötigten Informationen direkt aus dem Sichtfeld beziehen (Hölscher et al., 2006).
- *Räumliche Differenzierung*: Diese beschreibt, wie viele Bereiche eines Gebäudes gleich oder unterschiedlich aussehen. Unterschiede können dabei beispielsweise in Bezug auf die Farbe, Helligkeit, architektonische Formen oder Gestaltung des Raumes vorhanden sein (Montello & Sas, 2006; Hidayetoglu et al., 2012). Problematisch in Bezug auf die Navigation ist ein Gebäude vor allem dann, wenn die Gänge und die Räume optisch sehr ähnlich sind, wie dies in vielen modernen Gebäuden der Fall ist (Wright et al., 1993). Es ist daher sinnvoll, die räumliche Unterscheidbarkeit zu erhöhen. Dadurch ist es auch möglich, den Vorteil symmetrischer Layouts auszunutzen, da diese einfacher verständlich sind und durch die räumliche Differenzierung trotzdem unterscheidbar bleiben (Baskaya et al., 2004). Montello & Sas (2006) warnen jedoch vor einer zu starken Differenzierung, da diese ebenfalls desorientieren kann.
- *Beschilderung*: Schilder können einen starken Einfluss auf die Navigation haben. Hölscher et al. (2006) untersuchten den Einfluss von Schildern in Kombination und im Gegensatz zu Karten. Es stellte sich heraus, dass Schilder den stärksten Einfluss auf die Navigationsfähigkeit hatten und dabei weniger kognitiver Aufwand nötig war. Ausserdem biegen Personen weniger oft falsch ab, wenn Schilder in einer Umgebung vorhanden sind (O'Neill, 1991). Jedoch können Schilder auch desorientieren. Effektive Schilder müssen aus der Distanz lesbar, einfach und klar dargestellt, sowie am richtigen Ort (z.B. an Entscheidungspunkten) positioniert werden. Jedoch können selbst die besten Schilder Schwächen der anderen Faktoren, wie des Layouts eines Gebäudes, nicht vollständig kompensieren (Montello & Sas, 2006). Zudem kann eine Überkompensation eintreten, indem zu viele Schilder platziert werden und die Umgebung dadurch zu chaotisch wird (Baskaya et al., 2004).

All diese Aspekte beeinflussen die Komplexität einer Navigationsaufgabe in einer Indoor-Umgebung: *«Complexity represents the intersection of all three factors and corresponds to the difficulty of the wayfinding problem in a given structure for a given user using specific strategies and relying on a specific cognitive map»* (Carlson et al., 2010, S. 287).

2.3.2 Landmarken

Viele der eben gezeigten Einflussfaktoren der Indoor-Navigation können nur schwer angepasst und somit verbessert werden. Das Layout eines Gebäudes, sowie dessen visueller Zugang können bei bereits bestehenden Gebäuden kaum verändert werden. Auch individuelle Faktoren, wie die verwendeten Strategien oder die Fähigkeit eine kognitive Karte aufzubauen, können kaum generell verbessert werden. In solchen Fällen müsste man spezifisch mit einzelnen Personen arbeiten. Landmarken hingegen stellen eine Möglichkeit dar, die Navigation grundsätzlich zu erleichtern. Zahlreiche Studien konnten nachweisen, dass die Verfügbarkeit von Landmarken die Navigationsleistung und die kognitive Repräsentation des Raumes verbessern (z.B. Golledge, 1999; May et al., 2003; Denis et al., 2007; Newman et al., 2007; Tom & Denis, 2004; Lingwood et al., 2015).

In Kapitel 2.2.2 wurden Landmarken gemäss Siegel und White (1975) als markante Objekte der Umgebung vorgestellt. Auch Golledge (1978) verwendet in seiner *anchor point* Theorie den Begriff der Landmarken und sieht in ihnen Stützpunkte im Raum, welche den Aufbau einer kognitiven Karte erleichtern. Gemäss Lynch (1960) kann jedes Objekt in einer Umgebung als Landmarke bezeichnet werden, wenn es die Funktion eines Referenzpunktes erfüllt. Fasst man diese Punkte zusammen, können Landmarken wie folgt definiert werden: «[...] *objects used by wayfinders for orientation, to locate their own position, to retrace routes, or to find correct directions toward destinations are termed <landmarks>.*» (Frankenstein et al., 2012, S. 165).

Diese Definitionen können sowohl auf den Indoor-, wie auch auf den Outdoor-Bereich angewandt werden. Entscheidend in Bezug auf die Indoor-Navigation ist, dass physikalisch kleinere Objekte (z.B. ein Poster oder eine Pflanze) als Landmarken verwendet werden müssen. Diese sind oft nur lokal zu erkennen und können daher nicht die gleiche Hilfestellung bieten, wie dies grössere, globale Objekte in der Aussenwelt (z.B. ein Berg oder ein Gebäude) vermögen (Giudice et al., 2010). Somit ist die Verfügbarkeit und Sichtbarkeit von Indoor-Landmarken stark eingeschränkt (Berry & Bell, 2014), wodurch eine höhere Dichte an Landmarken nötig wäre (Brunner-Friedrich & Radoczky, 2005).

Problematisch an all diesen Definitionen ist, dass nicht genau gesagt wird, welche Objekte der Umgebung während der Navigation wirklich nützlich sind und daher als «gute» Landmarken verwendet werden können (Stankiewicz & Kalia, 2007; Hamburger & Knauff, 2011). Um dies beantworten zu können, haben Ohm et al. (2014) in ihrer Eye-Tracking Studie getestet, welche Objekte in einer Umgebung als mögliche Landmarken in Frage kommen. Basierend auf den Antworten, konnten vier Landmarkenkategorien unterschieden werden:

- Architektur (Säulen, Fassaden)
- Zweck (Türen, Treppen, Aufzüge)
- Information (Schilder, Poster)
- Einrichtung (Tische, Stühle, Automaten)

Eine andere Möglichkeit wäre die Zuteilung von Landmarken in Struktur- und Objektlandmarken. Strukturlandmarken beinhalten geometrische Eigenschaften des Gebäudelayouts (z.B. Sackgassen), während Objektlandmarken visuelle Objekte enthalten, die unabhängig von der Gebäudestruktur bestehen (z.B. Wasserspender) (Stankiewicz & Kalia, 2007). Durch diese beiden Kategorisierungen wird zwar klarer, welche Objekte als potentielle Landmarken in Frage kommen, jedoch bleibt offen, weshalb gewisse Objekte besser als Landmarken geeignet sind. Gemäss Stankiewicz und Kalia (2007) müssen gute Landmarken drei wichtige Eigenschaften erfüllen: Als erstes müssen sie persistent sein. Dies bedeutet, dass sie über die Zeit hinweg beständig und somit bei einem späteren Besuch am selben Ort zu finden sein müssen. Als nächstes müssen sie informativ sein. Mit informativ ist hier gemeint, dass die Landmarke einen Hinweis bezüglich Standort der Navigierenden geben kann. Das heisst aber nicht, dass sie, ähnlich einer Karte, den genauen Standort darstellen muss. Es bedeutet viel eher, dass die Landmarke nicht mehrfach in der Umgebung vertreten ist (z.B. ein einmalig vorkommender Brunnen ist informativer als eine häufig vorkommende Bürotür). Als letztes müssen sie salient sein, also in der Umgebung auffallen und sich von anderen Objekten unterscheiden.

Diese Unterscheidbarkeit kann als wichtigste Eigenschaft einer Landmarke angesehen werden (Baltaretu et al., 2016). Doch auch hier stellt sich die Frage, wie eine solche Salienz zu Stande kommt. Ein bekannter Ansatz in diesem Zusammenhang ist derjenige von Sorrows & Hirtle (1999), welcher drei Aspekte der Salienz hervorhebt, die in Kombination eine gute Landmarke ausmachen:

- 1) visuelle Salienz: Solche Landmarken besitzen einprägsame visuelle Eigenschaften, welche den Kontrast mit der Umgebung hervorheben (z.B. spezielle Färbung).
- 2) kognitive Salienz: Bei diesem Aspekt sind kulturelle, historische oder persönliche Bedeutungen zentral (z.B. der eigene Arbeitsplatz in einem Gebäude). Diese kann auch als semantische Salienz bezeichnet werden (Raubal & Winter, 2002).
- 3) strukturelle Salienz: Spielt die Landmarke eine entscheidende Rolle in der Raumstruktur, oder zeichnet sich durch einen prominenten Standort aus, so besitzt sie eine hohe strukturelle Salienz (z.B. eine grosse Eingangshalle als zentraler Standort eines Gebäudes).

Diese drei Aspekte zeigen, dass die Salienz einer Landmarke nicht nur auf eigene Attribute zurückzuführen ist, sondern dass der Vergleich mit den Attributen von anderen Objekten zentral ist. Die Bestimmung einer Landmarke ist somit relativ (Raubal & Winter, 2002). Caduff und Timpf (2008) verstärken diese Aussage, indem sie die Salienz nicht als eine von Natur aus bestehende Eigenschaft eines spezifischen räumlichen Objektes definieren. Viel eher handelt es sich dabei um ein Zusammenwirken der dreiseitigen Beziehung zwischen Objekt, Umwelt und Beobachter. Damit all diese Definitionen nicht nur qualitativer Natur sind, gibt es verschiedene formale Modelle, welche die Salienz zu einer messbaren Grösse umwandeln. Raubal und Winter (2002) haben die Theorie von Sorrows und Hirtle (1999) mathematisch umgesetzt, indem sie für jede Kategorie verschiedene messbare Grössen definiert und gewichtet haben (z.B. Sichtbarkeit oder Anzahl Gänge, welche sich in einen Knotenpunkt

schneiden). Um etwas stärker von dieser objektorientierten Sicht wegzukommen, haben Caduff und Timpf (2008) ein eigenes Modell entworfen, welches die Salienz als dreiwertigen Vektor definiert (wahrnehmende, kognitive und kontextuelle Salienz).

Ein letzter wichtiger Punkt bezieht sich auf die Positionierung von Landmarken im Raum. Landmarken an Entscheidungspunkten tragen direkt zu einer erfolgreichen Navigation bei, während Landmarken entlang der Route eher der Bestätigung dienen, dass wir noch auf dem richtigen Weg sind (Hamid et al., 2010; Hamburger & Knauff, 2011). Karimpur et al. (2016) haben dies noch verfeinert und untersucht, wo genau eine Landmarke an einem Entscheidungspunkt im Idealfall positioniert wird. Abbildung 4 zeigt, dass in allen untersuchten Fällen (egozentrische oder allozentrische Sicht, sowie Ausgangsroute oder Rückroute) Position D optimal ist. Dies ist diejenige Position, welche vor dem Entscheidungspunkt in die abzubiegende Richtung zeigt. Unter allozentrisch verstehen die Autoren eine kartenähnliche Perspektive (Überblickswissen), während egozentrisch die Sicht während der direkten Navigation in einer Umgebung meint.

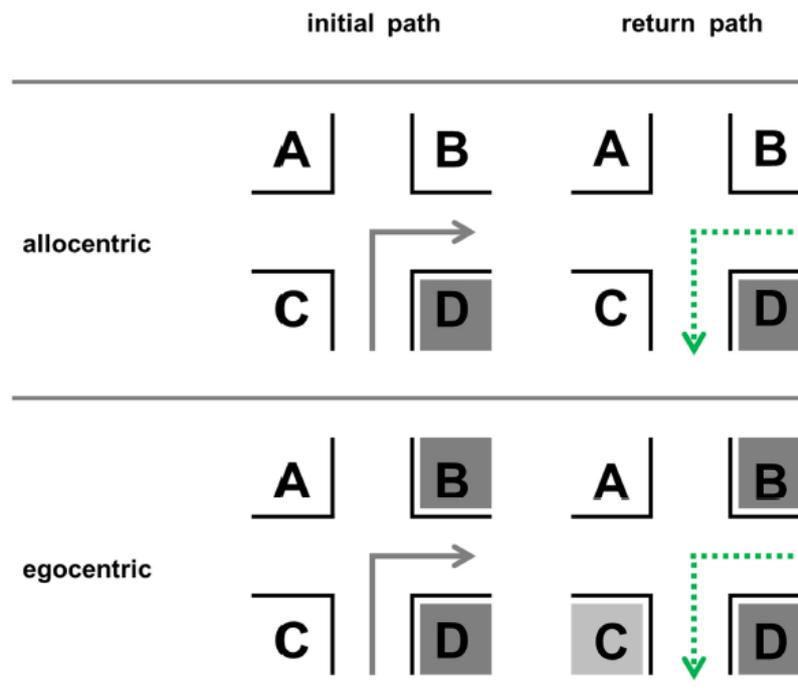


Abbildung 4: Positionspräferenz für Landmarken an Entscheidungspunkten: Die grau markierten Positionen werden als optimal für die Platzierung von Landmarken angesehen. Gesamthaft stellt Position D die ideale Platzierung dar (Karimpur et al., 2016)

2.4 Emotionen und Navigation

Im letzten Kapitel wurde unter anderem auf die Salienz von Landmarken eingegangen und gezeigt, dass nicht nur visuelle und strukturelle Aspekte von Bedeutung sind, sondern auch kulturelle, historische und persönliche Einflüsse wichtig sind (Raubal & Winter, 2002). Zentral dabei sind gemäss Ba-

laban et al. (2017) Emotionen, die wir mit dem Raum oder einer spezifischen Landmarke verbinden. Als Beispiel wird eine Säule erwähnt, welche sowohl strukturell, wie auch visuell salient ist und somit als Landmarke verwendet werden kann. Wenn diese Säule nun auch eine emotionale Bedeutung für die navigierende Person hat (z.B. aufgrund des ersten Kusses an diesem Ort), wird die semantische Salienz verstärkt. Dies könnte zu einer Vereinfachung der Navigation führen (Balaban et al., 2017). In diesem Kapitel wird daher genauer auf den Aspekt der Emotionen eingegangen und gezeigt, inwiefern diese unsere Gedächtnisleistung beeinflussen können und welches Potential sich dadurch auf die Navigation ergibt.

2.4.1 Was sind Emotionen?

Bevor genauer auf den Einfluss von Emotionen eingegangen werden kann, muss zuerst definiert werden, was Emotionen genau sind. In der Literatur herrscht wenig Einigkeit in Bezug auf diese Frage, weshalb verschiedene Theorien und Erklärungsansätze existieren (Russell, 2003; Posner et al., 2005). Die vorliegende Arbeit verwendet als Grundlage das *Circumplex Model of Affect* (Russell, 1980), um Missverständnisse zu vermeiden. Das Modell geht davon aus, dass alle affektiven Zustände (z.B. glücklich oder gelangweilt sein) in einem zweidimensionalen Raum vorkommen, ohne dass dabei trennscharfe Grenzen vorhanden sind (Russell, 1980). Die beiden grundlegenden neurophysiologischen Dimensionen beziehen sich auf die Valenz (Wertigkeit) und das Arousal (Erregung). Ersteres beschreibt wie angenehm/erfreulich oder unangenehm/traurig man etwas findet, während letzteres Zustände im Bereich ruhig/unberührt bis hin zu aufgeregt/erregt darstellt (Russell, 1980; Posner et al., 2005). Abbildung 5 stellt das *Circumplex Model of Affect* graphisch dar.

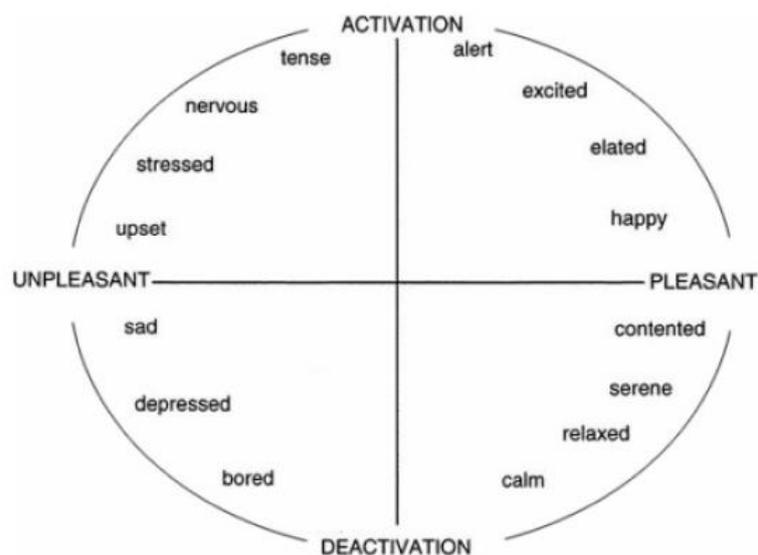


Abbildung 5: Circumplex Model of Affect: Die horizontale Achse beschreibt die Valenz, während die vertikale Achse das Arousal darstellt (Posner et al., 2005)

Um nun basierend auf diesem Modell eine Definition für Emotionen zu erhalten, schlägt Russell (2003) vor, eine Ebene tiefer zu gehen. Im Zentrum der Emotionen, sowie allen emotional geladenen Events und der Stimmung, liegen Zustände, welche als *Core Affect* bezeichnet werden können. Ein solcher *Core Affect* kann wie folgt definiert werden: «*A neurophysiological state that is consciously accessible as a simple, nonreflective feeling that is an integral blend of hedonic (pleasure–displeasure) and arousal (sleepy–activated) values*» (Russell, 2003, S. 147). Dieser Zustand wird im Folgenden zur Vereinfachung als Affekt bezeichnet. Zu diesem Affekt haben wir keinen direkten Zugang. Jedoch kann sich der Affekt durch einen Einfluss von aussen verändern. Einen solchen Effekt haben emotionale Reize (Kensinger & Schacter, 2008). Sie führen zu einer kurzzeitigen Änderung des Affekts und sind klar einer Ursache zuzuordnen (Schwarz, 1990). Solch eine Veränderung wird in der vorliegenden Arbeit als Emotion definiert. Im Gegensatz dazu kann ein affektiver Zustand aber auch über eine längere Zeitspanne aktiv sein. Dies kann als Stimmung bezeichnet werden. Nebst der Dauer grenzt sich die Stimmung zusätzlich von einer Emotion ab, indem die Ursache nicht klar erkennbar ist. Beispielsweise können eine Reihe schwach positiver oder negativer Ereignisse oder Reize in der Gesamtheit zu einer Stimmung führen, ohne dabei explizit Emotionen hervorzurufen (Schwarz, 1990). Russell (2003) fügt jedoch an, dass das Konzept der Stimmung etwas unscharf ist, da die Unterschiede bezüglich der Dauer nicht klar definiert sind.

Veränderungen im Affekt werden nicht von jeder Person gleich aufgenommen. Einerseits unterscheidet sich jede Person darin, was sie erregend und angenehm findet. Eine Schlange löst beispielsweise nicht bei allen Personen hohe Arousal- und tiefe Valenzwerte aus (Bradley & Lang, 2007). Andererseits existieren auch in diesem Bereich Unterschiede in Bezug auf das Geschlecht (z.B. Bradley et al., 2001). Frauen und Männer scheinen gemäss Lithari et al. (2010) emotionale Reize unterschiedlich wahrzunehmen, zu verarbeiten, sowie darauf zu reagieren. Etwas konkreter bedeutet dies, dass während einem emotionalen Reiz je nach Geschlecht unterschiedliche Nervenverbindungen beteiligt sind (Canli et al., 2002; Wrase et al., 2003). Zudem unterscheiden sich Frauen und Männer in Bezug auf die Gesichtsregungen. Frauen runzeln im Vergleich mit Männern bei einem unangenehmen Reiz eher die Stirn, während sie bei angenehmen Reizen vermehrt lächeln (Greenwald et al., 1989; Bradley et al., 2001).

2.4.2 Gedächtnis und Emotionen

Als nächstes stellt sich die Frage, welchen Einfluss Emotionen auf unsere Gedächtnisleistung haben können. Grundsätzlich kann gesagt werden, dass emotionale Reize (sowohl positive, also auch negative) und damit verbundene Informationen besser in Erinnerung bleiben, als dies bei neutralen Reizen der Fall ist (z.B. Buchanan & Adolfs, 2002). Dieser Befund trifft auf verschiedene emotionale Reize zu:

Christianson und Loftus (1987) untersuchten den Einfluss traumatischer Events auf das Erinnerungsvermögen. Dazu teilten sie die Teilnehmenden in eine neutrale und eine «traumatische» Gruppe ein. Die Aufgabe bestand darin, sich 15 Szenenbilder aus einem Tagesablauf einer Frau und ihrem Kind anzuschauen und sich jeweils ein charakteristisches Merkmal zu notieren. Die Bilder der «traumatischen» Gruppe unterschieden sich dadurch, dass einige Bilder einen Autounfall des Kindes darstellten. Im Anschluss mussten sie sowohl die niedergeschriebenen Wörter erneut aus der Erinnerung aufschreiben (*Free Recall Test*), als auch gesehene Szenenbilder aus einer Reihe von Alternativbildern auswählen. Dadurch konnte gezeigt werden, dass die zentralen Merkmale in der «traumatischen» Gruppe besser in Erinnerung blieben. Jedoch waren sie bei der Wiedererkennung der Szenenbilder schlechter (Christianson & Loftus, 1987). Anders ausgedrückt werden emotionale Reize ins Zentrum der Aufmerksamkeit verschoben, während periphere Informationen weniger aufgenommen werden (Levine & Edelstein, 2009; Gardony et al., 2011).

Ähnliche Studien wurden auch mit emotionalen Wörtern durchgeführt. Sowohl Buchanan et al. (2006), wie auch Kensinger et al. (2002) konnten in ihren Studien zeigen, dass in Erinnerungs-, und Wiedererkennungsaufgaben emotionale Wörter zu besseren Resultaten führten. Wichtig in Bezug auf die Studie von Buchanan et al. (2006) ist, dass vor allem unterschiedliche Arousal-Werte, sowie semantische Beziehungen für die Resultate verantwortlich waren. Eine weitere Studie von Kensinger und Corkin (2003) konnte zeigen, dass die emotionalen Wörter nicht nur quantitativ besser in Erinnerung blieben, sondern dass diese Erinnerungen auch in Bezug auf die Qualität lebhafter waren. Diese Befunde trafen sowohl auf die Valenz, wie auch auf die Arousal Dimension zu, wenn auch der Effekt des Arousals stärker war.

Ein letzter emotionaler Reiz, welcher hier vorgestellt wird, stellen Bilder dar. Ochsner (2000) untersuchte in seiner Studie, ob emotionale Bilder lediglich wiedererkannt werden, oder ob man sich detailliert daran erinnern kann. Zusätzlich wurden Valenz- und Arousaleinflüsse miteinbezogen. Dafür mussten die Teilnehmenden in einem ersten Schritt emotionale Bilder bewerten, ohne zu wissen, dass sie sich später daran erinnern müssen. Nach zwei Wochen wurden sie erneut eingeladen und mussten aus einer Reihe von Bildern angeben, ob das Bild neu ist oder ob es im Bewertungsteil bereits vorgekommen ist. Falls letzteres zutraf sollten sie noch unterscheiden, ob sie das Bild lediglich kennen oder ob sie sich an spezifische Details während der Bewertung erinnern. Die Resultate zeigten, dass sich die Teilnehmenden bei negativen Bildern eher an spezifische Details erinnern konnten, während positive Bilder besser wiedererkannt wurden. Der Erinnerungseffekt wurde zusätzlich durch hohe Arousalwerte verbessert (Ochsner, 2000). Bradley et al. (1992) haben ähnliche Experimente durchgeführt, jedoch mit einem anderen Zeitintervall. Sie untersuchten den Einfluss emotionaler Bilder mit einer unmittelbaren und verzögerten (nach einem Jahr) Wissensabfrage, in welcher die Teilnehmenden aufschreiben mussten, an welche Bilder sie sich erinnern können. In beiden Fällen haben vor allem hohe Arousalwerte zu einer Verbesserung in der Erinnerungsfähigkeit beigetragen. Die Valenz hatte darauf lediglich im unmittelbaren Test einen kleinen Einfluss (Bradley et al., 1992).

Zusammenfassend zeigen die Studien, dass emotionale Reize einen positiven Einfluss auf die Wiedererkennung und Erinnerung haben. Dafür verantwortlich sind vorwiegend hohe Arousalwerte, jedoch kann auch die Valenz einen positiven Einfluss haben. Zudem zeigen die Studien Unterschiede in Bezug auf positive und negative Reize, auf Erkennungs- und Erinnerungsaufgaben, sowie auf den Zeitpunkt des Testes. Je nach Situation ist der Einfluss emotionaler Reize unterschiedlich stark.

2.4.3 Der Einfluss von Affekt auf die Navigation

Das vorherige Kapitel hat gezeigt, dass emotionale Reize und damit Affekt die Gedächtnisleistung verbessern können. Nun soll genauer analysiert werden, inwiefern dies einen Einfluss auf die Navigation haben kann. Im Gegensatz zum vorherigen Kapitel wird auch der Einfluss der Stimmung betrachtet und somit der Einfluss des Affekts generell angeschaut. Zum jetzigen Zeitpunkt existieren jedoch nur wenige Studien, welche die Rolle des Affekts auf die Vereinfachung der Navigation untersuchen (Gartner, 2012). Auch das Potential im Bereich der räumlichen Wahrnehmung, welche einen Einfluss auf den Aufbau räumlichen Wissens hat, ist relativ unerforscht (Brunyé et al., 2009). Montello (2009) hebt allerdings hervor, dass psychologische Faktoren, wie Müdigkeit oder Angst einen Einfluss auf die Aufmerksamkeit haben. Führen solche Faktoren zu einer Aufmerksamkeitsminderung, so werden wir von den relevanten Informationen abgelenkt, was die Chance erhöht uns zu verirren. Dies ist auch dann der Fall, wenn zu viele Reize auf die navigierende Person einwirken. Ist es in einem Gebäude beispielsweise sehr laut oder befinden sich zu viele Personen darin, kann die kognitive Aufnahmefähigkeit überlastet werden. Selbst wenn wir dann relevante Informationen betrachten, können sie unter Umständen nicht aufgenommen werden (Dogu & Erkip, 2000).

Im Folgenden werden Studien und Konzepte vorgestellt, welche einen Beitrag in diesem eher unerforschten Gebiet liefern und somit zentral für die vorliegende Arbeit sind:

Eine der ersten Studien, welche emotionale Einflüsse auf die räumliche Wahrnehmung untersucht hat, ist diejenige von Brunyé et al. (2009). Die Teilnehmenden wurden in eine von fünf Gruppen eingeteilt (alle Kombinationen von hohen und tiefen Valenz-, bzw. Arousalwerten, sowie eine Kontrollgruppe) und durch die Betrachtung affektiver Bilder in eine bestimmte Stimmung versetzt. Danach mussten sie sich alle Informationen einer Übersichtskarte eines Universitätscampus einprägen. Im Anschluss fanden ein *Free Recall* Test und eine Abfrage räumlicher Aussagen statt (z.B. befindet sich Gebäude A nördlich von Gebäude B). Die Resultate haben gezeigt, dass die Stimmung keinen Einfluss auf die Quantität der erinnerten Informationen im *Free Recall* Test hatte. Jedoch fanden sie heraus, dass hohe Arousalwerte vor allem zu korrekten Aussagen bezüglich weit entfernten Landmarken führten. Es fand somit eine Verschiebung zu einem breiteren Aufmerksamkeitsfokus statt, wodurch eine globalere Konfiguration des Raumes in der kognitiven Karte aufgebaut wurde. Dies jedoch auf Kosten lokalen Wissens. All diese Befunde traten unabhängig vom Valenzwert auf (Brunyé et al., 2009).

Die Einflüsse affektiver Zustände können auch untersucht werden, wenn räumliches Wissen nicht durch Kartenlernen, sondern durch direktes Lernen in der Umgebung aufgebaut wird. In der Studie von Gardony et al. (2011) wurde der Einfluss von Affekt auf die Verwendung von globalen und lokalen Landmarken in einer virtuellen Umgebung untersucht. Dabei konnte gezeigt werden, dass eine erhöhte Erregung die Verwendung von globalen Landmarken reduziert. Zudem scheint eine tiefe Erregung die Verwendung von globalen Landmarken zu begünstigen. Diese Effekte traten vor allem zu Beginn des Kennenlernens einer neuen Umgebung auf. Einflüsse der Valenz, auf die Verwendung von Landmarken, konnten nicht gefunden werden.

Ein etwas anderer Ansatz wird von Gartner (2012) vorgeschlagen. Er untersucht nicht den Einfluss der Stimmung auf die Navigation, sondern betrachtet subjektive Bewertungen und Emotionen über den Raum und legt den Fokus dabei insbesondere auf Landmarken. Er geht davon aus, dass Landmarken, die mit Emotionen in Verbindung gebracht werden, den Aufbau einer kognitiven Karte beeinflussen. Dabei hat die Person selbst keinen bewussten Einfluss auf die emotionale Wirkung der Landmarken. Durch die Eingliederung emotionaler Landmarken in Navigationstechnologien könnte gemäss Gartner (2012) die Navigation erleichtert, sowie das Erlebnis dabei aufgewertet werden. Um diesen Ansatz in der Realität umsetzen und genauer analysieren zu können, wurden im «EmoMap»-Projekt der technischen Universität Wien Personen befragt, welche Orte und Landmarken in einer Umgebung eine affektive Reaktion auslösen. Die anschliessende Umsetzung der Resultate in einer Applikation für die Routenplanung hat gezeigt, dass affektive Routen im Gegensatz zur schnellsten Route bevorzugt wurden (Huang et al., 2014).

Das «EmoMap»-Projekt wurde für eine Outdoor-Umgebung entwickelt, könnte so aber auch für eine Indoor-Umgebung verwendet werden. Es muss jedoch kritisch angemerkt werden, dass das Projekt zwar die Zufriedenheit während der Navigation erhöht, jedoch keine Aussage über die Navigationsleistung und den Aufbau räumlichen Wissens macht. Zudem bleibt offen, wie man darauf reagieren würde, wenn beispielsweise ein ganzes Gebiet (im Falle der Indoor-Navigation ein ganzes Gebäude) negativ oder monoton bewertet wird. Eine Möglichkeit dies zu umgehen, und zusätzlich die Navigationsleistung zu verbessern, liefern Balaban et al. (2014; 2017). Sie haben in ihren Studien, wie von Gartner (2012) vorgeschlagen, emotionale Landmarken verwendet. Im Gegensatz zum «EmoMap»-Projekt waren diese Landmarken jedoch nicht von Beginn an Teil der Umgebung. Sie wurden nachträglich, durch die Positionierung emotionaler Bilder an den Entscheidungspunkten, in die Umgebung eingefügt.

In einem ersten Experiment wurden diese emotionalen Landmarken verwendet, um eine Stimmungsänderung herbeizuführen. Dazu schauten die Teilnehmenden ein Video eines virtuellen Labyrinths, in welchem an jedem Entscheidungspunkt emotionale Bilder vorhanden waren. Je nachdem in welcher Stimmungsgruppe die Teilnehmenden waren, sahen sie nur positive, negative oder neutrale Bilder. Die Aufgabe lautete, sich den Weg mit den Landmarken zu merken. Im ersten Test mussten sie dann aus

einer Reihe von Bildern diejenigen auswählen, die im Video vorgekommen sind. Im Anschluss daran schauten sie das Video erneut und mussten bei jeder Kreuzung angeben, in welche Richtung sie vorher abgebogen sind. Der Test wurde eine Woche später erneut durchgeführt, um zu evaluieren, wie viel Wissen noch vorhanden war. Die Resultate konnten jedoch keinen Einfluss der Stimmung auf das Wiedererkennen der Bilder oder die Navigationsleistung nachweisen. Über alle Gruppen hinweg wurden emotionale Bilder jedoch besser wiedererkannt als neutrale Bilder.

In einer weiterführenden Studie von Balaban et al. (2017) wurde der bisherige Experimentaufbau dahingehend verändert, dass eine Kontrollgruppe die virtuelle Route nur mit neutralen Landmarken sah, während bei der anderen Gruppe positive und negative Landmarken vorhanden waren. Somit sollte der Fokus stärker auf die emotionalen Landmarken gelegt werden und weniger auf eine Veränderung der Stimmung. Auch hier wurden die emotionalen Landmarken besser wiedererkannt, als die neutralen Landmarken. In Bezug auf die Navigationsaufgabe waren die Teilnehmenden der emotionalen Gruppe bei der erstmaligen Überprüfung zwar leicht besser, jedoch waren die Unterschiede nicht signifikant. Nach einer Woche konnten auch diese Unterschiede nicht mehr erkannt werden.

Im letzten Versuchsaufbau wurden positive, negative und neutrale Landmarken im selben virtuellen Labyrinth präsentiert. Dies sollte zu einer verstärkten Differenzierung beitragen und die Valenzeffekte stärker hervorheben. Die sonstigen Tests blieben gleich. In diesem Experiment konnten beim ersten Testzeitpunkt positive Landmarken am besten wiedererkannt werden. Dies verschob sich nach einer Woche dahingehend, dass nun negative Landmarken besser wiedererkannt wurden. Negative Landmarken können somit auf lange Sicht besser im Gedächtnis gespeichert werden. In Bezug auf die Navigation konnte erstmalig ein signifikanter Unterschied nachgewiesen werden. Die Verwendung von negativen Landmarken hat zu deutlich besseren Ergebnissen geführt, als dies bei positiven oder neutralen Landmarken der Fall war. Die Befunde aus den drei Experimenten erweitern das Verständnis der Salienz von Landmarken, indem sie das Konzept um emotionale Komponenten erweitern. Zudem stellt der Einfluss emotionaler Landmarken während der Navigation ein grosses Potential für deren Verwendung in Navigationsassistenten dar (Balaban et al., 2017).

2.5 Eingliederung der Arbeit

Die bisherigen Kapitel haben aufgezeigt, dass der Aufbau räumlichen Wissens für die Navigation entscheidend ist (siehe Kapitel 2.2). Dabei gibt es zahlreiche Faktoren, welche einen Einfluss auf diesen Aufbau ausüben (siehe Kapitel 2.2.4/2.3.1/2.4.3). Wird nicht genügend Wissen aufgebaut, können Orientierungsprobleme oder andere negative Folgen (z.B. Zeitverlust, negative Gefühle) auftreten (siehe Kapitel 2.3). Navigationssysteme stellen eine Hilfestellung dar, um erfolgreich navigieren zu können. Jedoch fehlen zur Zeit praktikable Indoor-Navigationssysteme: *«[...] there is still a lack of scalable and practicable solutions for navigation systems in large-scale indoor environments.»* (Ohm

et al., 2014, S. 47). Eine andere Möglichkeit, die Navigation zu erleichtern, bieten Landmarken (siehe Kapitel 2.3.2). Jedoch konnte noch nicht gänzlich geklärt werden, welche Eigenschaften eines Objektes dafür verantwortlich sind, ob das Objekt als «nützliche» oder «gute» Landmarke betrachtet wird (Hamburger & Knauff, 2011, S. 139). Daher haben Balaban et al. (2014; 2017) die Nützlichkeit von emotionalen Landmarken in einer virtuellen Umgebung untersucht. Dabei konnte ein positiver Einfluss auf die Navigationsleistung nachgewiesen werden. Es ist jedoch unklar, ob diese Resultate auch auf eine reale Situation übertragen werden können, da weitere Einflussfaktoren hinzukommen (z.B. Atmosphäre im Gebäude, schwierigere Gebäudelayouts, komplexere Entscheidungspunkte). Zudem wurde in den Studien von Balaban et al. (2014; 2017) lediglich der Einfluss emotionaler Landmarken auf das Landmarken- und Routenwissen überprüft.

Diese Arbeit überträgt somit den Ansatz der emotionalen Landmarken auf eine reale Situation und untersucht zusätzlich deren Einfluss auf das Überblickswissen. Dadurch soll ein Beitrag in der Verbindung der Emotions- und Navigationsforschung geleistet werden, da dieser Bereich noch relativ unerforscht ist (siehe Kapitel 2.4.3). In Bezug auf die emotionalen Landmarken muss noch angefügt werden, dass damit lediglich kurzzeitige Änderungen des Affekts untersucht werden. Diese Änderungen werden in der vorliegenden Arbeit als Emotion bezeichnet (siehe Kapitel 2.4.1). Einflüsse der Stimmung werden nicht untersucht.

3 METHODIK

Im Rahmen dieser Arbeit wurde eine Benutzerstudie im Hauptgebäude der ETH Zürich durchgeführt. Dieses Kapitel beschreibt diese Studie genauer, wobei zuerst die Hypothesen zu den Forschungsfragen (siehe Kapitel 1.2) formuliert und erläutert werden. Danach wird auf die untersuchte Stichprobe eingegangen, bevor der Studienaufbau vorgestellt wird. Zuletzt wird auf die beiden wichtigsten Teile der Studie, die Vortests und die Hauptstudie, eingegangen, indem die verwendeten Materialien und der Ablauf beschrieben werden.

3.1 Hypothesen

Basierend auf dem theoretischen Hintergrund werden nun Hypothesen zu den in Kapitel 1.2 formulierten Forschungsfragen aufgestellt. Die erste Forschungsfrage untersucht den Einfluss emotionaler Landmarken auf den Aufbau von Landmarken- und Routenwissen. Viele Studien der Emotionsforschung konnten einen positiven Einfluss von Emotionen auf die Gedächtnisleistung nachweisen (z.B. Bradley et al., 1992; Ochsner, 2000; Kensinger et al., 2002; Buchanan et al., 2006). Es wird davon ausgegangen, dass diese Effekte auch während der Navigation von Vorteil sind, wie dies in den Studien von Balaban et al. (2014; 2017) angedeutet wird. Die erste Hypothese lautet daher wie folgt:

***Hypothese 1:** Studentinnen aus der emotionalen Gruppe bauen mehr Landmarken- und Routenwissen auf, als diejenigen der neutralen Gruppe.*

Im Unterschied zur ersten Forschungsfrage wird bei der zweiten Forschungsfrage der Einfluss emotionaler Landmarken auf das Überblickswissen untersucht. Dieser Einfluss ist weniger erforscht, als dies beim Landmarken- und Routenwissen der Fall war³. Einerseits wird erwartet, dass die eben genannten Gedächtnisvorteile der Emotionen auch einen positiven Einfluss auf das Überblickswissen haben. Andererseits können emotionale Reize zu einer Verschiebung der Aufmerksamkeit führen, wodurch periphere Informationen weniger beachtet werden. Dadurch würde der Fokus auf den emotionalen Landmarken liegen und räumliche Beziehungen weniger beachtet werden. Die zweite Forschungsfrage wird somit eher explorativ untersucht, wobei die zugrundeliegende Arbeitshypothese folgende ist:

***Hypothese 2:** Studentinnen aus der emotionalen Gruppe bauen mehr Überblickswissen auf, als diejenigen der neutralen Gruppe.*

Bei der dritten Forschungsfrage stehen *Spatial Abilities* im Zentrum. Dabei wird grundsätzlich erwartet, dass diese mit den Resultaten der Tests zum Aufbau räumlichen Wissens korrelieren, wie dies in vergleichbaren Studien der Fall war (z.B. Hegarty et al., 2002; Hegarty & Waller, 2004; Münzer &

³ Zum Zeitpunkt der Verfassung dieser Arbeit konnte keine vergleichbare Studie gefunden werden.

Hölscher, 2011; Franke & Schweikart, 2016). Aufgrund der ersten beiden Hypothesen wird jedoch davon ausgegangen, dass die gesamte emotionale Gruppe in den Tests besser abschneiden wird. Da Studentinnen mit tiefen *Spatial Abilities* ein grösseres Verbesserungspotential aufweisen, wird erwartet, dass sich diese stärker verbessern als diejenigen mit hohen *Spatial Abilities*. Dadurch würden sich die Unterschiede innerhalb der emotionalen Gruppe verringern und Korrelationen ausbleiben.

Hypothese 3: *Die emotionalen Landmarken verbessern insbesondere den räumlichen Wissensaufbau bei Studentinnen mit tiefen Spatial Abilities, wodurch Korrelationen bei der emotionalen Gruppe ausbleiben.*

Die letzte Fragestellung vergleicht die subjektiven Bewertungen der Landmarken mit den physiologischen Messungen. Aufgrund der Befunde von Lang et al. (1993) wird auch in dieser Arbeit davon ausgegangen, dass sowohl in der Valenz-, wie auch in der Arousaldimension Korrelationen vorhanden sind:

Hypothese 4: *Es besteht sowohl bei der Valenz, als auch beim Arousal eine Korrelation zwischen den subjektiven Bewertungen und den physiologischen Messungen.*

3.2 Stichprobe

In Kapitel 2.2.4 wurde gezeigt, dass *Spatial Abilities*, das Alter, sowie das Geschlecht einen Einfluss auf die Navigation und den räumlichen Wissensaufbau haben. Da sich die Hauptforschungsfrage dieser Arbeit auf den Einfluss emotionaler Landmarken bezieht, müssen diese Einflussfaktoren kontrolliert werden, um die Resultate nicht zu verfälschen. Daher wurden Teilnehmende gesucht, welche alle ungefähr im gleichen Alter waren (siehe Kapitel 4.1.1). In Bezug auf das Geschlecht wurde entschieden, die Studie nur mit einem Geschlecht durchzuführen. Der Hauptgrund lag dabei in der Vielzahl möglicher Unterschiede zwischen den Geschlechtern. Diese beziehen sich unter anderem auf die *Spatial Abilities* (siehe Kapitel 2.2.4) oder auf die Reaktion beziehungsweise Verarbeitung von emotionalen Reizen (siehe Kapitel 2.4.1). Es wäre daher sehr schwierig geworden, all diese Faktoren zu kontrollieren und nur den Effekt der emotionalen Landmarken herauszufiltern. Für die Studie wurden schliesslich Frauen ausgewählt, da diese mit stärkeren Gesichtsregungen auf emotionale Reize reagieren (Bradley et al., 2001). Das Studiendesign hätte jedoch auch mit Männern durchgeführt werden können. Im Falle der *Spatial Abilities* wurden Vortests durchgeführt, mit welchen diese Fähigkeiten erhoben wurden. Basierend auf den Ergebnissen dieser Tests konnten die Studentinnen in homogene Gruppen bezüglich ihrer *Spatial Abilities* eingeteilt werden. Die Gruppeneinteilung wird in Kapitel 4.1.5 genauer beschrieben. Eine zusätzliche Bedingung bei der Suche von Studentinnen war, dass diese das ETH Hauptgebäude noch nicht kannten. Falls eine Studentin lediglich ein paar Mal in der

Haupthalle oder im Fitnesscenter des ETH Hauptgebäudes war, durfte sie dennoch an der Studie teilnehmen (siehe Kapitel 4.2.8). Um Studentinnen für die Studie zu finden, wurde in verschiedenen Vorlesungen kurz das Thema dieser Masterarbeit, sowie die Bedingungen für eine Studienteilnahme vorgestellt. Im Endeffekt konnten so 32 Studentinnen gefunden werden, welche schliesslich an der Studie teilgenommen haben.

3.3 Studienaufbau

Die Studie bestand aus drei Teilen: den Vortests, der Pilotstudie und der Hauptstudie. Die Vortests wurden vom 12.–21. Dezember 2016 am Irchel Campus der Universität Zürich durchgeführt. Als erstes wurden die Personalien der Studentinnen erhoben, bevor in einem zweiten Schritt Tests zu den *Spatial Abilities* durchgeführt wurden. Problematisch war jedoch, dass es sehr viele verschiedene Tests dazu gibt und diese nicht für jede Situation gleich gut geeignet sind (siehe Kapitel 2.2.4). Aus diesem Grund wurde eine Auswahl von drei Tests verwendet, um ein möglichst umfassendes Bild von den Fähigkeiten der Studentinnen zu erhalten. Die Auswahl fiel dabei auf den Fragebogen zu den räumlichen Strategien (Münzer & Hölscher, 2011), den Test zur Merkfähigkeit (Ekstrom et al., 1976) und den Test für die räumliche Orientierung (Hegarty & Waller, 2004).

Die Vortests waren wichtig für die Gruppeneinteilung der Studentinnen während der Hauptstudie. Für diese wurde ein *Between Subject Design* (Harris, 2008) gewählt, um den Einfluss von emotionalen Landmarken mit einer Kontrollgruppe (neutrale Landmarken) zu vergleichen. Da in einem *Between Subject Design* vor allem individuelle Unterschiede problematisch sein können (Harris, 2008), wurden die Studentinnen, wie dies auch Frei (2015) getan hat, anhand der Ergebnisse aus den Vortests in zwei homogene Gruppen eingeteilt. Dadurch sollten die Voraussetzungen bezüglich den *Spatial Abilities* in beiden Gruppen gleich sein.

Zwischen den Vortests und der Hauptstudie wurde eine Pilotstudie durchgeführt, um den Ablauf der Hauptstudie zu testen, sowie mögliche Probleme und Missverständnisse im Voraus zu erkennen (Harris, 2008). Dadurch ergaben sich einige Anpassungen, welche in Bezug auf die Hauptstudie noch vorgenommen wurden. Die Hauptstudie selbst fand vom 12.–19. Januar 2017 am Hauptgebäude der ETH Zürich statt. Die Studentinnen wurden dabei vom Versuchsleiter auf einer Route durch das Gebäude geführt. Der Weg verlief an sechs Landmarken vorbei, welche je nach Gruppe neutral oder emotional waren. Im Anschluss an die Routenführung fanden Tests zur Überprüfung des räumlichen Wissens statt. Dieser grobe Aufbau der Studie ist in Abbildung 6 dargestellt. Im Folgenden wird spezifischer auf die Vortests und die Hauptstudie eingegangen. Insbesondere die verwendeten Materialien und der genaue Ablauf werden beschrieben.

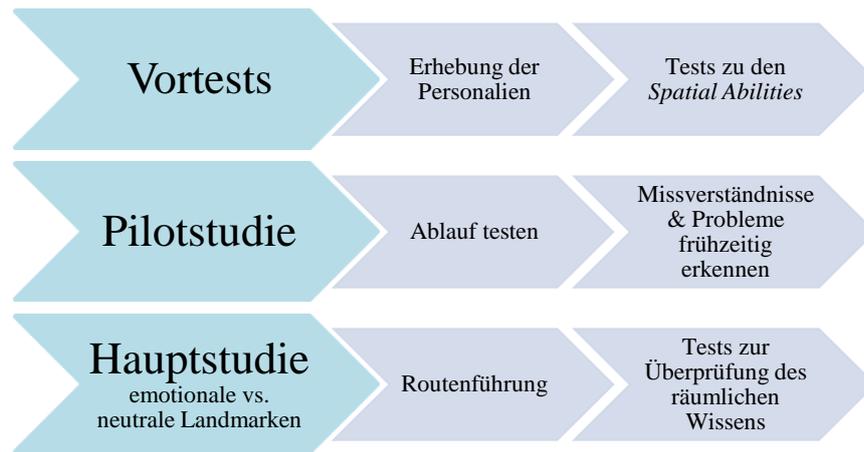


Abbildung 6: Grober Aufbau der Studie

3.4 Vortests

Dieses Kapitel beschreibt die verwendeten Tests zu den *Spatial Abilities* und den genauen Ablauf der Vortests. Die Vortests wurden in kleineren Gruppen durchgeführt, damit die Studentinnen während der Semesterendphase einen für sie passenden Termin aussuchen konnten.

3.4.1 Materialien der Vortests

Fragebogen zu den räumlichen Strategien

Der Fragebogen von Münzer und Hölscher (2011) erhebt Selbstauskünfte in Bezug auf räumliche Strategien, durch welche auf die Orientierungsfähigkeit in realen Umgebungen geschlossen werden kann. Der Fragebogen stellt eine Neuentwicklung des *Santa Barbara Sense of Direction Scale* (SBSOD) von Hegarty et al. (2002) dar, welcher auf den deutschen Sprachraum anwendbar ist. Der Fragebogen setzt sich aus 19 Äusserungen zusammen, welche anhand einer Skala von 1–7 bewertet werden (1 = stimme stark zu, 7 = lehne stark ab). Frei (2015) schlägt eine Umkehrung der Skala vor, da Teilnehmende in der Schweiz eine stärkere Zustimmung eher mit höheren Werten assoziieren. Zusätzlich können die Äusserungen in drei Kategorien eingeteilt werden (Münzer & Hölscher, 2011):

- 1) Orientierung (global/egozentrisch): Diese Kategorie enthält zehn Äusserungen in Bezug auf Strategien, welche der egozentrischen Perspektive zugeordnet werden können. Diese stehen mit der Zuversicht, sich erfolgreich orientieren zu können, in Verbindung.
- 2) Überblick: In diese Kategorie fallen sieben Äusserungen zu allozentrischen Strategien, welche zur Bildung einer mentalen Karte beitragen.
- 3) Himmelsrichtungen: Die letzten zwei Äusserungen beziehen sich auf die Nutzung und Kenntnisse der Himmelsrichtungen während der Navigation.

Der komplette Fragebogen ist in Anhang A zu finden.

Test zur Merkfähigkeit

Mit dem Test zur Merkfähigkeit oder auch *Building Memory Test* von Ekstrom et al. (1976) wird die Fähigkeit geprüft, sich Positionen von Objekten auf einer Strassenkarte zu merken. Konkret müssen zwei Karten gelernt werden, auf denen jeweils zwölf Gebäude, sowie Strassen und andere Strukturen, abgebildet sind. Abbildung 7 stellt auf der linken Seite beispielhaft die zu lernende Karte dar. Für die Einprägung haben die Teilnehmenden vier Minuten Zeit, bevor sie auf der nächsten Seite die genaue Position der Gebäude angeben müssen. Zu diesem Zweck wurden die Gebäude aus der Karte entfernt und auf der Seite aufgelistet. Zusätzlich wurden in die freien Räume des Strassennetzes Buchstaben von A bis E eingesetzt. Die Teilnehmenden haben nun erneut vier Minuten Zeit anhand einer Buchstabenleiste unterhalb der Gebäude deren genaue Position anzugeben (Abbildung 7 rechts). Danach wird der Vorgang mit einer zweiten Karte wiederholt. Der vollständige Test ist in Anhang B zu finden.

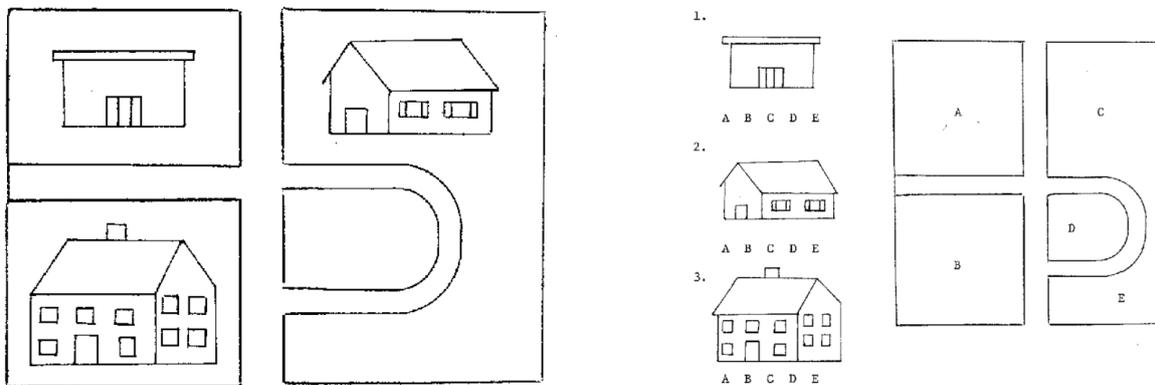


Abbildung 7: Beispiel der zu lernenden Karte (links), sowie Antwortkarte (rechts) (Ekstrom et al., 1976)

Test für die räumliche Orientierung

Der Test für die räumliche Orientierung oder *Perspective Taking Test* von Hegarty und Waller (2004) verlangt, sich etwas aus einem anderen Blickwinkel vorzustellen und prüft so die Fähigkeit, sich im Raum zu orientieren. Dazu wird den Teilnehmenden ein Bild vorgelegt, auf welchem sieben Objekte mehr oder weniger kreisförmig angeordnet sind. Die Aufgabe besteht darin, sich vorzustellen, bei einem dieser Objekte zu stehen und auf ein anderes zu blicken. Anschliessend muss, durch Einzeichnen einer Linie im Kreis (unterhalb der Frage), die Richtung zu einem dritten Objekt angegeben werden. Ein Beispiel ist in Abbildung 8 dargestellt, wobei die korrekte Lösung bereits im Kreis eingezeichnet ist (gestrichelte Linie).



Beispiel: Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **Blume** stehen und in Richtung des **Baumes** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher die **Katze** ist.

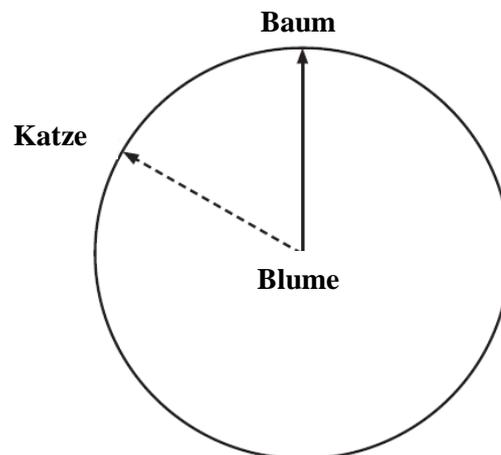


Abbildung 8: Beispielaufgabe des Tests für die räumliche Orientierung (Hegarty & Waller, 2004)

Es ist während dem Test nicht erlaubt, das Blatt zu drehen oder Markierungen auf dem Aufgabenblatt vorzunehmen. Die Aufgaben sollen nur durch eigene Vorstellungen gelöst werden. Der gesamte Test besteht aus zwölf Aufgaben, die innerhalb von fünf Minuten bearbeitet werden müssen (siehe Anhang C).

3.4.2 Ablauf der Vortests

Die Studentinnen absolvierten die Vortests in separaten Kleingruppen. Nach einer kurzen Begrüßung wurden die Studentinnen gebeten, ein Einwilligungsförmular für die Vortests und die Hauptstudie durchzulesen und zu unterschreiben, falls sie mit den Bedingungen einverstanden sind (siehe Anhang D). Danach wurden die Testunterlagen als Broschüre verteilt und darauf hingewiesen, erst bei der entsprechenden Aufforderung umzublättern. Auf der ersten Seite der Broschüre gaben die Studentinnen ihre Personalien (Vorname, Name, Alter, Studienrichtung und Semester) an. Diese Angaben wur-

den durch die Vergabe einer Identifikationsnummer (ID) anonymisiert. Die Vergabe der ID geschah gemäss der Reihenfolge ihrer Teilnahme an der Hauptstudie und wurde für dieselbe beibehalten. Danach wurde vom Studienleiter kurz der Fragebogen zu den räumlichen Strategien (Münzer & Hölscher, 2011) erklärt und allfällige Fragen beantwortet. Für das Ausfüllen dieses Fragebogens gab es noch keine Zeitbegrenzung.

Nachdem alle Studentinnen den Fragebogen ausgefüllt hatten, wurde der Test zur Merkfähigkeit (Ekstrom et al., 1976) anhand eines Beispiels erklärt und erneut Fragen beantwortet. Als diese geklärt waren, durften die Studentinnen umblättern und sich die dargestellte Karte während vier Minuten einprägen. Die Zeit wurde dabei vom Studienleiter gestoppt. Im Anschluss hatten sie erneut vier Minuten Zeit, um die Standorte der Gebäude anzugeben, bevor der Vorgang mit einer zweiten Karte wiederholt wurde.

Der Test für die räumliche Orientierung (Hegarty & Waller, 2004) wurde als letztes erklärt. Dazu wurde wiederum ein Beispiel vorgelöst, um mögliche Missverständnisse zu vermeiden. Da die Zeitbegrenzung im vorherigen Test relativ grosszügig war und viele Studentinnen bereits vor Ablauf der vier Minuten fertig waren, wurde bei diesem Test explizit darauf hingewiesen, dass für die Bearbeitung der zwölf Aufgaben nur fünf Minuten zur Verfügung stehen. Dadurch sollten sie nach der ersten Aufgabe ungefähr abschätzen können, wie schnell sie fortfahren müssen. Auch hier wurde die Zeit vom Studienleiter gestoppt und den Studentinnen mitgeteilt, sobald die Hälfte der verfügbaren Zeit vorüber war.

Im Anschluss wurden die Broschüren eingesammelt und die wichtigsten Informationen bezüglich Hauptstudie mitgeteilt. Insbesondere das pünktliche Erscheinen, sowie das Meiden des ETH Hauptgebäudes bis zur Teilnahme an der Hauptstudie wurden nochmals hervorgehoben.

3.5 Hauptstudie

Das folgende Kapitel beschreibt die Hauptstudie genauer. Dazu werden als erstes die abhängigen und unabhängigen Variablen vorgestellt, bevor auf die Standort- und Routenwahl eingegangen wird. Im Anschluss werden die verwendeten Materialien beschrieben. Letztlich wird der genaue Ablauf der Hauptstudie aufgezeigt.

3.5.1 Variablen

Um die Forschungsfragen beantworten zu können, wurden verschiedene Variablen untersucht. Als erstes stellt die Emotionalität der Landmarken die unabhängige Variable dar. Diese werden aufgrund des *Between Subject Design* (Harris, 2008) auf die beiden Gruppen verteilt, wodurch jede Gruppe eine andere Ausprägung der unabhängigen Variable zugewiesen bekommt. Somit wurde die Hauptstudie einerseits mit einer «emotionalen» und andererseits mit einer «neutralen» Gruppe durchgeführt. Der

Einfluss dieser unabhängigen Variable wurde mit verschiedenen Tests überprüft (Landmarkentest, Richtungs-/Distanzschätzung, Rekonstruktion der mentalen Karte und Route zurücklaufen). Diese Tests sollen das räumliche Wissen, welches die abhängige Variable darstellt, möglichst ganzheitlich abbilden.

Weiter wurden verschiedene Variablen kontrolliert, damit sich diese während der Studie nicht verändern konnten (Martin, 2008). Dazu gehörte die vorgegebene Route (siehe Kapitel 4.4.2) und die Einteilung der Studentinnen in möglichst homogene Gruppen, um den individuellen Einfluss zu minimieren (siehe Kapitel 4.1.5).

Da jedoch nicht alle möglichen Variablen in der Studie kontrolliert werden konnten, existieren weitere Variablen, die einen Einfluss auf das Ergebnis haben können (Martin, 2008). Darunter fallen unter anderem das physische und psychische Befinden der Studentinnen, die Tageszeit oder die Navigationserfahrung in vergleichbaren Gebäuden.

3.5.2 Standort- und Routenwahl

Für die Standortwahl kamen verschiedene komplexe Gebäude in Frage (z.B. Universitätsspital Zürich, Campusgebäude der ETH oder Universität Zürich). Wichtig war jedoch, dass das Gebäude in Bezug auf die Einflussfaktoren (siehe Kapitel 2.3.1) eine gewisse Komplexität aufweist und für die Navigationsaufgaben genügend anspruchsvoll ist. Somit sollten die Ergebnisse dieser Arbeit auch auf andere, ähnlich komplexe Gebäude anwendbar sein. Je nachdem ergeben sich aber andere Implementierungsschwierigkeiten beispielsweise beim Befestigen der Bilder.

Die Wahl fiel schliesslich auf das Hauptgebäude der ETH Zürich. Einerseits war die Komplexität dieses Gebäudes bekannt und andererseits konnten so Mitstudentinnen angefragt werden, welche noch nie am Hauptgebäude der ETH Zürich waren. Zudem konnte die Studie während den Semesterferien durchgeführt werden, wodurch wenige Personen in den Gängen unterwegs waren und für alle Studentinnen ruhige Bedingungen herrschten. Ein weiterer Vorteil lag in der Vielfalt möglicher Routen für die Navigationsaufgabe.

Für die Hauptstudie wurde eine Route ausgewählt, welche nicht zu komplex war und möglichst nah an einer realen Situation blieb. Daher wurde die Route auch nicht auf eine spezifische Etage beschränkt, wie dies in vielen Studien der Fall ist (Hölscher et al., 2006), sondern auf zwei Etagen verteilt. Nebst den Etagenwechseln existieren im ETH Hauptgebäude auch innerhalb einer Etage viele Zwischenebenen, wodurch zusätzliche vertikale Bewegungen hinzukommen. Abbildung 9 zeigt den Stockwerkplan des ETH Hauptgebäudes mit der eingezeichneten Route und den Standorten der Landmarken. Die Route war 360 Meter lang und beinhaltete sechs Landmarken. Diese wurden so platziert, dass sie bei der Routenführung und dem Zurücklaufen der Route gut erkannt werden konnten. Die Pilotstudie hat jedoch gezeigt, dass so die Aufgabe mit dem Zurücklaufen der Route relativ einfach ist. Die Teilneh-

menden der Pilotstudie konnten einfach den Bildern folgen, da diese bereits aus grosser Entfernung zu sehen waren. Sie mussten somit nicht gross auf ihr eigenes Wissen zurückgreifen. Für eine reale Situation wäre dies ein grosser Vorteil. Da in dieser Arbeit aber der Einfluss emotionaler Landmarken auf das räumliche Wissen zentral ist und Dacheffekte vermieden werden sollten (Harris, 2008), wurde die Position der Landmarken leicht angepasst, damit diese beim Zurücklaufen der Route nicht gleich erkannt wurden.

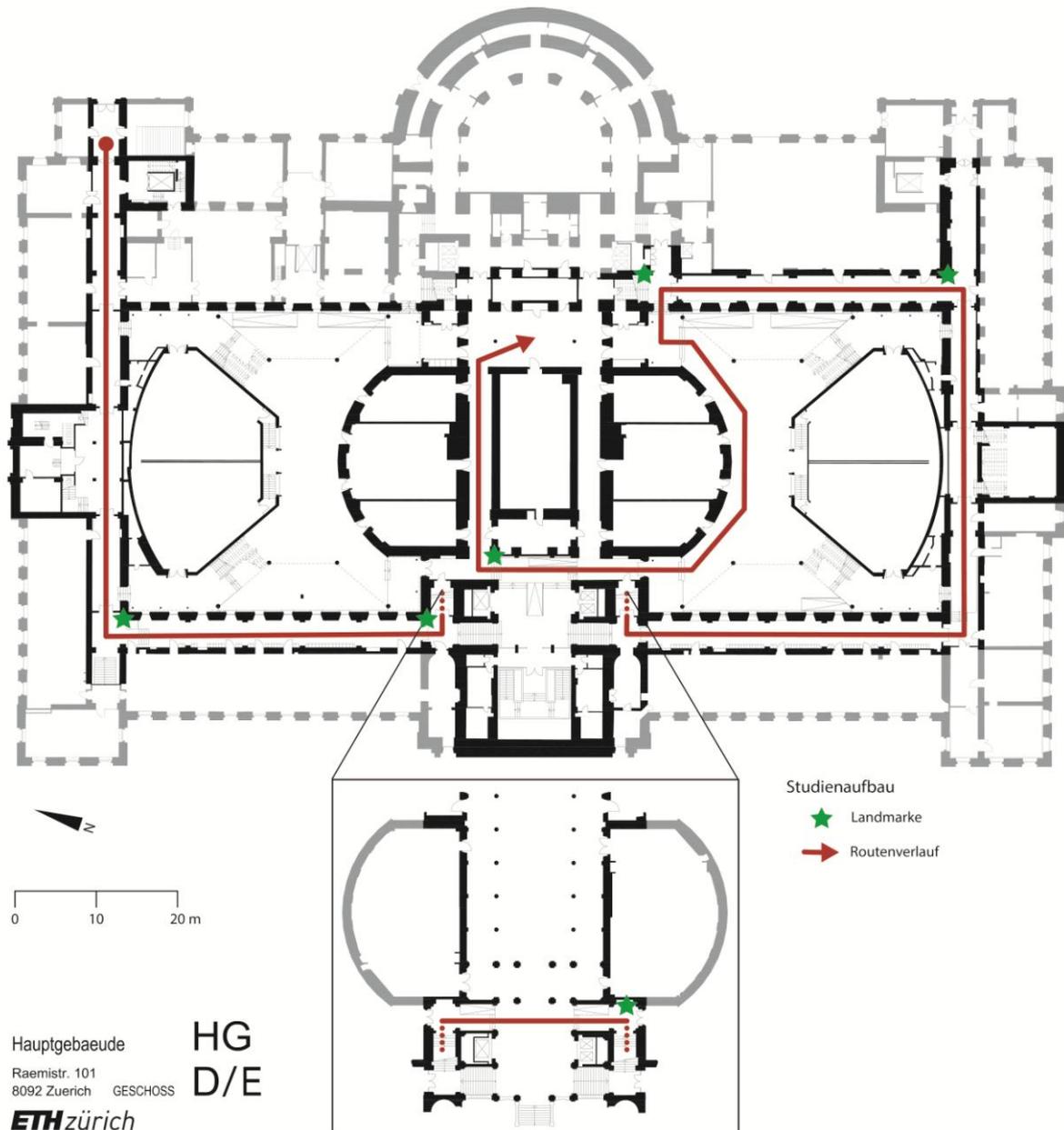


Abbildung 9: Route der Hauptstudie mit den Positionen der Landmarken

3.5.3 Materialien der Hauptstudie

Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)

Dabei handelt es sich um einen Fragebogen von Watson et al. (1988), welcher anhand von 20 Adjektiven das emotionale Befinden einer Person abfragen kann (Breyer & Bluemke, 2016). Dazu gehört der positive Affekt, welcher das Ausmass an Enthusiasmus, Aktivität und Aufmerksamkeit beschreibt, sowie der negative Affekt, durch welchen das Ausmass negativen Angespanntseins angegeben wird (Watson et al., 1988). Für die Hauptstudie wurde die deutsche Version verwendet (Breyer & Bluemke, 2016), um die Stimmung der Studentinnen vor und nach der Studie zu erheben. Dieses Vorgehen wurde auch von Balaban et al. (2014; 2017) angewandt, um festzustellen, ob bei den Studentinnen eine Stimmungsänderung zu beobachten ist. Da der Fokus dieser Arbeit auf dem Einfluss emotionaler Landmarken liegt, sollte keine Stimmungsänderung auftreten, sondern lediglich kurzfristige Emotionen ausgelöst werden. Der Fragebogen ist in Anhang E zu finden.

Szenario

Damit alle Studentinnen vor der Routenführung denselben Wissenstand über die kommenden Schritte aufwiesen, wurde ein schriftliches Szenario vorbereitet (siehe Anhang F). Entscheidend war dabei, ob sich die Studentinnen bewusst auf die Aneignung räumlichen Wissens konzentrieren sollten, oder ob dies eher nebensächlich geschehen soll (van Asselen et al., 2006). Die Entscheidung fiel schliesslich auf einen Zwischenweg, um möglichst nahe an der realen Situation bleiben zu können. Dazu wurde den Studentinnen mitgeteilt, dass sie an einer Führung teilnehmen, um sich im ETH Hauptgebäude schneller zurecht zu finden. Zudem wussten sie, dass die Indoor-Navigation das Thema dieser Arbeit darstellt. Es wurde aber nicht erwähnt, dass sie sich die emotionalen Landmarken merken sollten, oder die Route nochmals ablaufen müssen. Somit gleicht das Szenario der realen Situation, wenn man ein Gebäude zum ersten Mal besucht und sich längerfristig darin auskennen möchte.

Self-Assessment Manikin (SAM)

SAM ist ein bildhaftes Bewertungsinstrument, um die Dimensionen Vergnügen/Valenz, Arousal und Dominanz einer affektiven Reaktion zu messen (Bradley & Lang, 1994). Die beiden ersten Dimensionen wurden bereits in Bezug auf das *Circumplex Model of Affect* von Russell (1980) erläutert, welches in dieser Arbeit als Grundlage für das Verständnis von Emotionen verwendet wird (siehe Kapitel 2.4.1). Die Dominanz bezieht sich auf das Gefühl, eine Situation kontrollieren zu können. Diese Dimension ist für die weitere Arbeit nicht von Bedeutung, da der Fokus auf den beiden Dimensionen des *Circumplex Model of Affect* liegt. Auf einer Skala von 1–9 (1 = unglücklich, ruhig; 9 = glücklich, erregt) kann die Stärke dieser Dimensionen subjektiv bewertet werden (Abbildung 10).

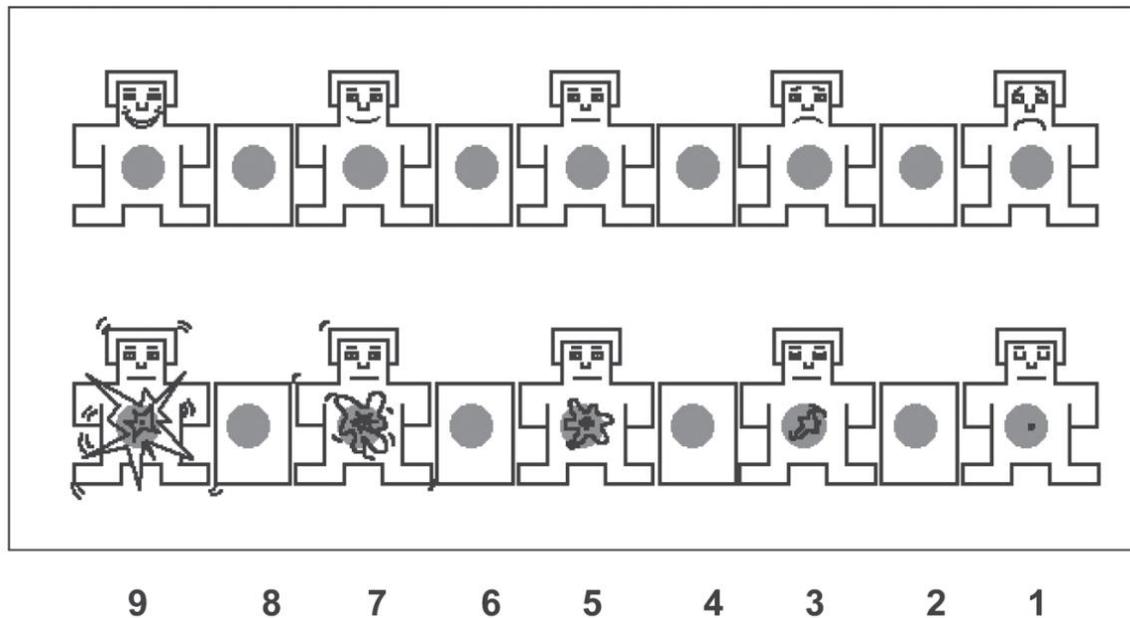


Abbildung 10: Valenz- (oben) und Arousalbewertung (unten) des Self-Assessment Manikin (Bradley & Lang, 2007)

In der Hauptstudie wurde SAM während der Routenführung verwendet, um die emotionalen Landmarken zu bewerten. Auf der einen Seite konnte so die Bewertung der Studentinnen mit den Werten aus dem *International Affective Picture System* (IAPS) verglichen werden (siehe Kapitel 5.1). Auf der anderen Seite wurde gewährleistet, dass die Bilder genügend lange angeschaut wurden, um eine Reaktion auszulösen. In vergleichbaren Studien wurden die Bilder während 6 Sekunden gezeigt (z.B. Greenwald et al., 1989; Bradley & Lang, 1994; Brunyé et al., 2009).

Bildauswahl

In dieser Arbeit wurden Bilder als emotionale Landmarken eingesetzt und auf die zwei Gruppen (neutral und emotional) aufgeteilt. Da in der emotionalen Gruppe sowohl positive, wie auch negative Bilder vorkommen, können Effekte in Bezug auf die Reihenfolge auftreten (Harris, 2008). Um diese zu vermeiden, wurden die Bilder für jede Studentin zufällig auf die Standorte verteilt. Da auch bei den neutralen Bildern Unterschiede möglich sind, wurde auch bei dieser Gruppe die Bildposition randomisiert. Zusätzlich musste bei der Bildauswahl darauf geachtet werden, dass diese emotional stimulierend wirken. Daher wurden Bilder des IAPS als emotionale Stimuli verwendet, wie dies in anderen Studien ebenfalls der Fall war (z.B. Bradley et al., 1992; Brunyé et al., 2009; Lithari et al., 2010; Balaban et al., 2014). Es handelt sich dabei um eine Datenbank farbiger Bilder, welche emotional bewegend sind und von vielen Personen in Bezug auf die Valenz und das Arousal bewertet wurden (Bradley & Lang, 2007). Abbildung 11 stellt den affektiven Raum der IAPS Inhalte, gemäss den Valenz- und Arousalbewertungen der Geschlechter, dar.

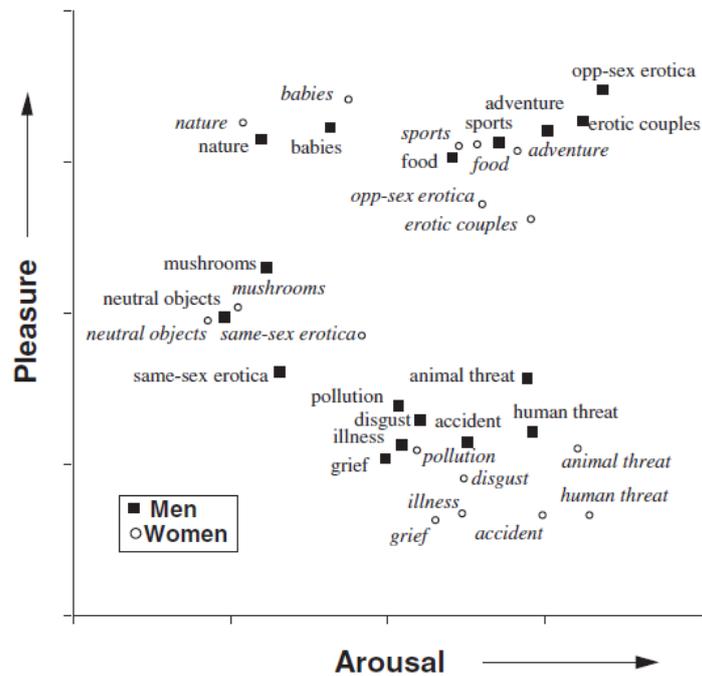
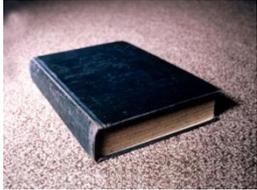


Abbildung 11: Bewertung der IAPS Inhalte im affektiven Raum nach Geschlechtern (Bradley & Lang, 2007)

Entscheidend für die Verwendung von Bildern als emotionale Landmarken war, dass diese einfach in eine existierende Umgebung eingegliedert werden können. Zudem fallen sie im Hauptgebäude der ETH Zürich stark auf, da dort wenig Dekoration an den Wänden vorhanden ist. Somit können die Bilder die Funktion von Landmarken übernehmen (siehe Kapitel 2.3.2). Ein weiterer Grund bezieht sich auf das emotionale Potential der IAPS Bilder. Es konnte gezeigt werden, dass diese Bilder ähnliche emotionale Reaktionen hervorrufen (z.B. Gesichtsregungen oder psychophysische Veränderungen), wie sie auch in realen Situationen auftreten (Cuthbert et al., 1996; Bradley & Lang, 2007). Es muss noch angemerkt werden, dass die IAPS Datenbank zwar für den amerikanischen Kontext entwickelt wurde, jedoch auch im westlichen Raum konsistent ist (Bradley & Lang, 2007).

Dennoch wurde bei der Bildauswahl darauf geachtet, keine typisch amerikanischen Bilder auszuwählen. Weiter mussten die Bilder den Richtlinien der ETH Zürich entsprechen (z.B. kein Blut oder Bilder mit erotischem Inhalt), auch wenn sie gemäss Bradley und Lang (2007) mit Bildern aus dem Fernsehen oder aus Zeitungen vergleichbar sind. Ein letztes Kriterium für die Auswahl waren die Valenz- und Arousalwerte. Wie in Kapitel 2.4 gezeigt wurde, können diese einen Einfluss auf das Gedächtnis und die Navigation haben. Beim Arousal wurde daher darauf geachtet, dass sowohl hohe, als auch tiefe Werte vorkommen und diese zwischen der emotionalen und neutralen Gruppe in etwa übereinstimmen. Bei den Valenzwerten war durch das Studiendesign bereits vorgegeben, dass diese den gesamten Bereich abdecken müssen (positive, negative und neutrale Bilder). Es wurde jedoch geschaut, dass Bilder mit extremen Werten ausgewählt wurden (z.B. sehr hohe Valenzwerte für die positiven Bilder). Tabelle 1 gibt eine Übersicht der verwendeten Bilder. Die Valenz- und Arousalwerte beziehen sich auf die Bildeinschätzung von Frauen anhand des SAM-Bewertungsinstrumentes (Skala von 1–9).

Tabelle 1: Für die Hauptstudie verwendete Bilder der IAPS Datenbank (Lang et al., 2008)

Emotionale Bilder			Neutrale Bilder		
Bild (IAPS ID)	Valenz	Arousal	Bild (IAPS ID)	Valenz	Arousal
 (1710)	8.59	5.31	 (7090)	5.44	2.92
 (2070)	8.50	4.84	 (7100)	5.2	2.73
 (5621)	7.80	7.00	 (7130)	4.75	3.20
 (2301)	2.68	4.75	 (7211)	4.69	4.54
 (9600)	1.90	6.70	 (7500)	5.23	3.08
 (9925)	2.66	5.45	 (7640)	4.69	5.86

Landmarkentest

Ziel dieses Tests war die Überprüfung des aufgebauten Landmarken- und Routenwissen. Für das Landmarkenwissen wurde ein *Free Recall* Test durchgeführt, in welchem die Studentinnen alle gesehenen Bilder aufschreiben sollten (Bradley et al., 1992; Christianson & Loftus, 1987; Brunyé et al., 2009). Für das Routenwissen, welches gemäss McNamara et al. (2008) die sequentielle Abfolge der Landmarken und die zugehörigen Entscheidungen oder Aktionen bei den Landmarken beinhaltet, mussten die Studentinnen die Bilder in die richtige Reihenfolge bringen und den weiteren Routenverlauf angeben. Dazu mussten sie eine der drei Möglichkeiten (links, rechts und geradeaus) ankreuzen (siehe Anhang G). Um Missverständnisse zu vermeiden wurde am Testort ein konkretes Beispiel aufgezeigt, um zu erklären, was genau unter dem weiteren Routenverlauf verstanden wird.

Aufgrund dieses Tests musste die Position einzelner Landmarken angepasst werden, da eine eindeutige Korrektur sonst nicht möglich gewesen wäre. Abbildung 12 stellt eine solche Situation dar. Wäre die Landmarke am alten Standort platziert worden, hätte im Landmarkentest sowohl die Antwort «geradeaus», wie auch «links» als korrekt bewertet werden müssen. Im ersten Fall wäre die Argumentation möglich, dass man direkt nach der Landmarke ein kurzes Stück geradeaus gehen musste, bevor man links abgebogen ist. Im zweiten Fall hingegen wäre dieses kleine Stück zugunsten der Richtungsänderung vernachlässigt worden.

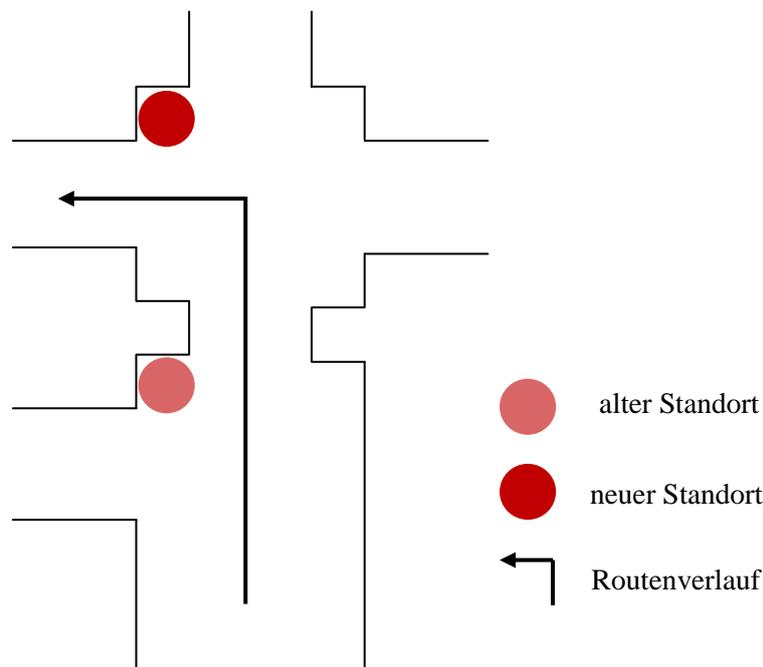


Abbildung 12: Unklare Angabe des weiteren Routenverlaufs aufgrund der Landmarkenposition

Dieses Problem war unter anderem auch dafür verantwortlich, dass die Landmarken nicht in jedem Fall an der von Karimpur et al. (2016) vorgeschlagenen optimalen Position platziert wurden (siehe Kapitel 2.3.2). Zudem liessen die Platzverhältnisse im ETH Hauptgebäude dies auch nicht immer zu.

Richtungs- und Distanzschätzung

Ein weiterer Test wurde für die Überprüfung des Überblickswissens verwendet. Im ersten Teil des Tests wurde eine Richtungsschätzung durchgeführt, welche gemäss Münzer und Hölscher (2011) ein gutes Mass für die Qualität der mentalen Karte darstellt. Zudem wurde der Test in vielen Studien der Indoor-Navigation als Indikator für das Überblickswissen eingesetzt (z.B. Lawton, 1996; Richardson, 1999; Hegarty et al., 2002; Hölscher et al., 2006; Hund & Nazarczuk, 2009; Berry & Bell, 2014; Labatte et al., 2014). Dazu mussten die Studentinnen am Ende der Routenführung die Richtung zu den sechs Landmarken und zum Startpunkt in einem Kreis einzeichnen. Um alle Studentinnen miteinander vergleichen zu können, wurde der Test immer am selben Standort durchgeführt und die Blickrichtung vorgegeben. Im zweiten Teil des Tests wurde eine Distanzschätzung durchgeführt, da dies gemäss Siegel und White (1975) ebenfalls Teil des Überblickswissen ist. Ein Beispiel des Tests ist in Abbildung 13 dargestellt.

Bestimmen Sie die Richtung zu folgenden Orten
und geben Sie die Distanz (Luftlinie) in Metern an:

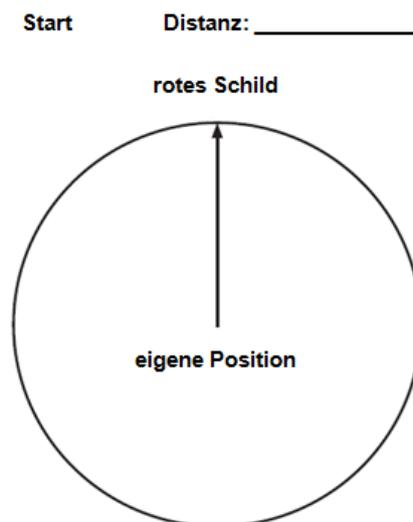


Abbildung 13: Beispiel der Richtungs- und Distanzschätzungsaufgabe

Wichtig in diesem Zusammenhang war jedoch, wie die Dreidimensionalität des Gebäudes im Test berücksichtigt wird. Sowohl bei der Richtungs-, wie auch bei der Distanzbestimmung müsste die vertikale Dimension berücksichtigt werden, wenn die exakte Situation abgebildet werden soll. Viele Studien lösen dies, indem sie sich nur auf eine spezifische Etage beschränken (Hölscher et al., 2006). Die für diese Studie ausgewählte Route befindet sich jedoch auf zwei Etagen und führt über mehrere Treppen, damit eine möglichst reale Navigationsaufgabe nachgestellt werden konnte (siehe Kapitel 4.4.2). Um dieses Problem zu lösen, wurde das Vorgehen von Richardson (1999) übernommen. Er teilte den Teilnehmenden mit, dass sie während den Tests die vertikale Dimension ignorieren und sich vorstellen sollten, dass alle Landmarken auf derselben Ebene zu finden seien. Der komplette Fragebogen befindet sich in Anhang H.

Rekonstruktion der mentalen Karte

Durch die Überprüfung des Überblickswissens anhand des mittleren Winkel- und Distanzschätzfehlers kann die Genauigkeit der Schätzungen der Studentinnen analysiert werden. Problematisch ist jedoch, dass dadurch räumliche Verhältnisse nicht berücksichtigt werden. Bei der Richtungsschätzung könnte eine Studentin beispielsweise die räumlichen Beziehungen unter den Standorten sehr gut in Erinnerung haben. Durch einen Fehler bei der Schätzung des Startpunktes, würde sich jedoch ein systematischer Fehler einschleichen. Daraus resultiert eine rekonstruierte mentale Karte, welche grundsätzlich die korrekten räumlichen Verhältnisse der Standorte abbildet, jedoch im Vergleich zur realen Karte eine Rotation aufweist. Ein ähnliches Problem kann auch bei der Distanzschätzung auftauchen, falls alle Standorte um denselben Faktor über- oder unterschätzt werden. In beiden Fällen wären die mittleren Winkel- oder Distanzschätzfehler relativ schlecht, obwohl die räumlichen Verhältnisse sehr gut gespeichert wurden.

Daher wurde für die Hauptstudie zusätzlich die mentale Karte rekonstruiert, um solche Probleme zu vermeiden. Im Gegensatz zu den bisher vorgestellten Tests konnte diese abhängige Variable nicht direkt gemessen werden. Sie setzt sich jedoch aus der Richtungs- und der Distanzschätzungsaufgabe zusammen (Frei, 2015). Anhand dieser beiden Schätzungen wurde für jeden geschätzten Standort (Start, sowie die sechs Landmarken) eine Koordinate berechnet. Da die Hauptstudie in einer Indoor-Umgebung durchgeführt wurde, musste in diesem Fall ein lokales Koordinatensystem definiert werden. Als Nullpunkt diente der Standort, an welchem die Richtungs- und Distanzschätzungsaufgabe durchgeführt wurde. Die berechneten Koordinaten konnten dann durch eine bidimensionale Regression mit den tatsächlichen Standorten verglichen werden, wodurch Aussagen über die Genauigkeit der mentalen Karte gemacht werden konnten. Für den Vergleich wurde das R-Skript der bidimensionalen Regression von Carbon (2013b) verwendet.

Route zurücklaufen

Für den letzten Test des räumlichen Wissens wurden die Studentinnen aufgefordert, die Route nochmals in umgekehrter Richtung zurückzulaufen. Dies stellt gemäss Karimpur et al. (2016) ein schwieriges Problem dar, welches immer dann auftritt, wenn wir nach erfolgreichem Erreichen eines Ziels wieder zum Ausgangspunkt zurückfinden müssen (z.B. nachdem der korrekte Hörsaal in einem Gebäude gefunden wurde, muss man nach der Vorlesung das Gebäude wieder verlassen können). Zudem kann so nochmals die Funktionalität der emotionalen Landmarken überprüft werden. Die Leistung in diesem Test wurde anhand von drei Indikatoren gemessen: Wie oft hat die Studentin beim Zurücklaufen gezögert (deutliches Verlangsamten der Geschwindigkeit)? Wie viele Stopps wurden eingelegt? Wie häufig wurde eine falsche Abzweigung genommen?

Emotionsmessung

In der Hauptstudie wurden emotionalen Landmarken verwendet, um in den Studentinnen eine emotionale Reaktion auszulösen. Damit überprüft werden konnte, ob die Emotionsinduktion erfolgreich war, wurden die ausgelösten Emotionen gemessen. Mauss und Robinson (2009) haben in ihrer Arbeit verschiedene Möglichkeiten zusammengetragen, um den Affekt, welcher den Emotionen zugrunde liegt, zu messen. Davon wurden in dieser Arbeit die Elektromyographie (EMG), die elektrodermale Aktivität (EDA), sowie Selbsteinschätzungen (in diesem Fall anhand von SAM) verwendet. Letzteres wurde in diesem Kapitel bereits genauer erläutert, weshalb im Folgenden nur auf die EMG- und EDA-Messung eingegangen wird.

EMG untersucht das elektrische Potential der Gesichtsmuskeln, um die Valenz messen zu können. Dazu werden vor allem die Muskelgruppen des *Corrugator Supercilii* («Stirnrunzler») und des *Zygomatikus major* («Lachmuskel») untersucht. Die Muskelaktivität des *Corrugators* nimmt bei der Betrachtung von unangenehmen Bildern im Vergleich zu neutralen Bildern zu, während sie im Falle von angenehmen Bildern abnimmt. Solche Veränderungen können auch mit dem *Zygomatikus* nachgewiesen werden, wenn auch die Unterschiede geringer sind (Bradley & Lang, 2007; Mauss & Robinson, 2009). Für die Messung wurde die Haut der Studentin zuerst mit einem Alkoholpad gereinigt, bevor die Elektroden auf der Haut platziert werden konnten. Dazu wurden bipolare Ag/AgCl Hydrogel-Elektroden verwendet (Abbildung 14). Diese besitzen einen Durchmesser von 24 mm und sind selbsthaftend. Die Elektroden wurden aufgrund stärkerer Reaktionen auf der linken Gesichtshälfte angebracht (Dimberg & Peterson, 2000), wobei für die genaue Platzierung die Vorgaben von Fridlund und Cacioppo (1986) beachtet wurden. Danach mussten die Kabel des Messgerätes, welches mit einem Stirnband am Kopf befestigt wurde, mit den Elektroden verbunden werden. Abbildung 15 zeigt das genaue Setup für die EMG-Messung.



Abbildung 14: Hydrogel-Elektrode
(<https://shop.neurospec.com/adhesive-electrodes-arbo>, Zugriff: 31.08.2017)



Abbildung 15: Setup der EMG-Messung

Als zweites wurde das EDA-Signal gemessen. Darunter versteht man die autonomen Änderungen in den elektrischen Eigenschaften der Haut. Um diese zu messen, werden zwei Elektroden auf der Haut platziert und der elektrische Fluss zwischen diesen beiden Punkten betrachtet. Durch diese Messung kann einerseits das Niveau der Hautleitfähigkeit (*Skin Conductance Level: SCL*) bestimmt werden. Es handelt sich dabei um das tonische Niveau der EDA, welches die Hautleitfähigkeit über ein längeres Zeitintervall (typischerweise mehrere Minuten) beschreibt. Dieses verändert sich kontinuierlich und kann sich je nach Individuum deutlich unterscheiden. Andererseits können im EDA-Signal auch kurze Ausschläge erkannt werden, welche als Reaktion der Hautleitfähigkeit (*Skin Conductance Response: SCR*) bezeichnet werden. Sie stellen die phasischen Veränderungen in der EDA dar, welche im Gegensatz zum SCL in den meisten Fällen einem Stimulus zuzuordnen sind (Figner & Murphy, 2011; Braithwaite et al., 2013). Somit wird das SCR-Signal in dieser Arbeit für den Nachweis einer Veränderung des Arousals verwendet, da bei der Betrachtung emotionaler Bilder im Vergleich zu neutralen Bildern die Hautleitfähigkeit erhöht ist (Bradley & Lang, 2007).

Um dieses Signal messen zu können werden wiederum Elektroden platziert, in diesem Fall jedoch auf der Handfläche. Gemäss Dawson et al. (2007) können diese an drei verschiedenen Positionen angebracht werden: auf den Handballen, den Fingerspitzen des Zeige- und Mittelfingers oder dem mittleren Fingersegment des Zeige- und Mittelfingers. Für die Hauptstudie wurde die letzte Variante verwendet, da so ein Klemmbrett gehalten werden konnte, ohne die Elektroden zu berühren. Zudem wurde darauf geachtet, die Elektroden nicht auf der Schreibhand zu platzieren. Kurz vor dem Anbringen der Elektroden wurde die Haut mit Nuprep⁴ Gel eingerieben und anschliessend getrocknet, damit die Elektroden besser haften konnten und ein möglichst gutes Signal resultierte. Auch hier wurden danach die Kabel des Messgerätes mit den Elektroden verbunden (Abbildung 16).



Abbildung 16: Setup der EDA-Messung

⁴ <https://shop.neurospec.com/nuprep-abrasive-paste>, Zugriff: 31.08.2017

Für die Messungen während der Hauptstudie wurden Geräte der Firma BIOPAC Systems Inc.⁵ verwendet. Da sich die Studentinnen während der Hauptstudie bewegen mussten, wurde für die Aufnahme der Daten der Bionomadix Logger⁶ verwendet. Dieser kann drahtlos physiologische Daten von bis zu drei Transmittern aufzeichnen. In diesem Fall wurde sowohl für die EMG-Messung, als auch für die EDA-Messung je ein Transmitter verwendet. Der EMG-Transmitter ermöglichte die Verwendung von zwei verschiedenen Signalen, wodurch der erste Eingang (EMG A) für die Muskelaktivität des *Corrugators* und der zweite Eingang (EMG B) für die Muskelaktivität des *Zygomaticus* verwendet wurde. Die Aufnahmezeit betrug sowohl bei der EDA-, wie auch bei der EMG-Messung 2000 Hertz (Hz).

Fragebogen zur Studie

Am Ende der Hauptstudie wurde den Studentinnen ein Fragebogen bezüglich der Studie ausgeteilt. Dadurch wurde unter anderem der Schwierigkeitsgrad der gestellten Aufgaben, sowie die Komplexität der Route und des ETH Hauptgebäudes generell abgefragt. Ein weiterer Aspekt bezog sich auf die Nützlichkeit von Bildern an Entscheidungspunkten für die räumliche Orientierung. Zusätzlich wurde abgeklärt, wie die Studentinnen ihre eigene Leistung einschätzen, ob sie sich durch die Emotionsmessgeräte beeinträchtigt gefühlt haben und wie oft sie bereits im ETH Hauptgebäude waren. Am Ende des Fragebogens konnten die Studentinnen sonstige Bemerkungen anbringen. Der komplette Fragebogen ist in Anhang I ersichtlich.

3.5.4 Ablauf der Hauptstudie

Der Ablauf der Hauptstudie ist in Abbildung 17 graphisch dargestellt und wird im Folgenden genauer beschrieben:

Der erste Durchgang der Hauptstudie fand jeweils um 08:00 Uhr statt. Danach wurde im Studentakt bis um 18:00 Uhr fortgefahren, damit die Studie in möglichst wenigen Tagen durchgeführt werden konnte. Der Zeitraum der Studie wurde aufgrund der Semesterferien bewusst auf den Januar gelegt, damit im Hauptgebäude nicht zu viel los war und der Betrieb der ETH nicht gestört wurde. Die Stative mit den Bildern konnten während der gesamten Studie vor Ort gelassen werden. Lediglich die Bilder mussten jeweils auf- beziehungsweise abgehängt werden.

⁵ BIOPAC Systems Inc.: <https://www.biopac.com/>, Zugriff: 31.08.2017

⁶ BIOPAC Systems Inc.: <https://www.biopac.com/product/bionomadix-wireless-wearable-physiology-logger/>, Zugriff: 31.08.2017

Die Studentinnen trafen jeweils pünktlich am vereinbarten Treffpunkt (Seiteneingang des ETH Hauptgebäudes) ein und wurden dort empfangen. Darauf folgte die Befestigung und Überprüfung der Emotionsgeräte. Durch kurze Tests (tiefes Ein-/Ausatmen, Lächeln und Stirnrunzeln) konnte sichergestellt werden, dass die Geräte richtig befestigt wurden. Zusätzlich fand eine Baseline Messung statt, in welcher sich die Studentinnen während zwei Minuten entspannen sollten. Dazu setzten sie sich auf einen Stuhl, schlossen die Augen und atmeten ruhig weiter. Dadurch konnte auf der einen Seite eine emotionale Grundmessung vorgenommen werden, welche sich je nach Person unterscheidet (Braithwaite et al., 2013), und auf der anderen Seite die Studentin abgeholt und beruhigt werden. Ebenso wurden diese Testmessungen in der Aufbereitung der Daten gebraucht (siehe Kapitel 4.4.5). Danach wurde der PANAS Fragebogen ein erstes Mal ausgefüllt, um die Stimmung der Studentinnen zu erheben.

Nach diesem Vorbereitungsblock wurde zum Startpunkt der Route verschoben und der Studentin mitgeteilt, dass die Studie erst dort beginnen wird. Am Startpunkt angekommen, wurde das Szenario ausgeteilt und die Messgeräte ein zweites Mal kontrolliert. Zudem wurden Fragen in Bezug auf das Szenario beantwortet, ohne dabei gewisse Studentinnen zu bevorzugen und mit mehr Informationen auszustatten.

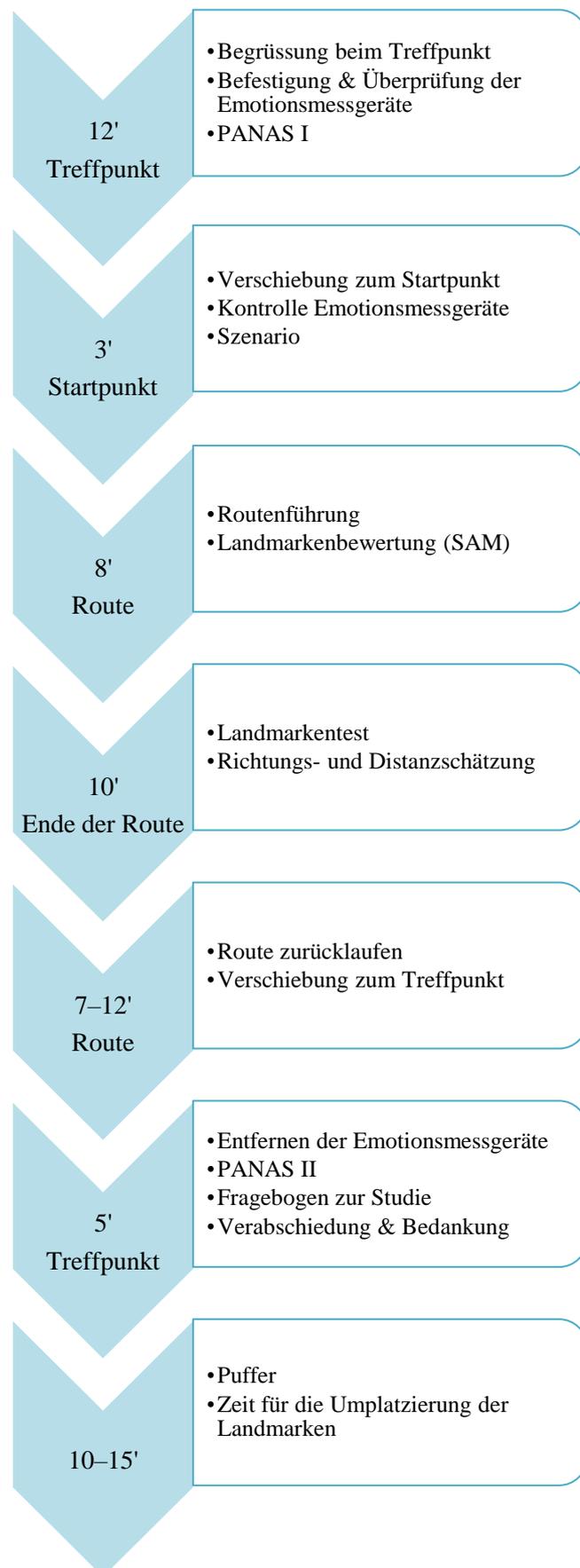


Abbildung 17: Ablauf der Hauptstudie mit Angaben zur benötigten Zeit und dem Durchführungsort

Im Anschluss an die Fragen begann die Routenführung, wobei versucht wurde, in allen Durchgängen in etwa dasselbe Lauftempo vorzugeben. Bei jeder emotionalen Landmarke wurde gestoppt, damit die Studentinnen die Bilder anschauen und anhand des SAM bewerten konnten (Abbildung 18).



Abbildung 18: Studentin während der Landmarkenbewertung

Am Ende der Route wurden die Emotionsgeräte ausgeschaltet, damit die Studentinnen beim Ausfüllen der Tests nicht auf die Kabel achten mussten. Darauf folgte die Erklärung des Landmarkentests anhand eines konkreten Beispiels, um mögliche Missverständnisse bei der Angabe des weiteren Routenverlaufs zu vermeiden. Die Studentinnen konnten danach den Test in ihrem Tempo bearbeiten, bevor der Richtungs- und Distanzschätzungstest bearbeitet wurde. Dazu mussten sich die Studentinnen auf einen vorgegebenen Punkt stellen und in die Richtung eines roten Schildes an der Wand blicken (Abbildung 19). Wiederum wurde der Test erklärt und verlangt, das erste Beispiel zu lösen und die Antwort zu nennen. Dadurch konnte sichergestellt werden, dass die Aufgabe verstanden wurde. Zusätzlich wurde den Studentinnen eine sichtbare Distanz angegeben, um die Distanzschätzung und die Grössenverhältnisse des Gebäudes etwas zu erleichtern. Auch in diesem Test gab es keine Zeitbegrenzung.



Abbildung 19: Studentin beim Test zur Richtungsbestimmung

Als letzte Aufgabe mussten die Studentinnen den abgelaufenen Weg alleine zurückgehen. Der Studienleiter folgte der Studentin in ca. 10 Metern Abstand, um sie in ihren Entscheidungen nicht zu beeinflussen. Während dem Zurücklaufen der Route wurde auf einem Stockwerkplan der Ort markiert, an welchem die Studentin gezögert (deutliches Verlangsamen der Geschwindigkeit) oder gestoppt hat. Falls sie eine falsche Abzweigung genommen hat, wurde sie nach ungefähr fünf Metern zurückgerufen und der Fehler ebenfalls eingetragen. Die Studentin musste dann erneut entscheiden, aus welcher Richtung sie gekommen ist, wodurch unter Umständen zwei Fehler am selben Entscheidungspunkt möglich waren. Sobald der Startpunkt erreicht wurde, übernahm der Studienleiter erneut die Führung und begleitete die Studentin zum Treffpunkt zurück.

An diesem wurden die Emotionsgeräte entfernt und der PANAS Fragebogen erneut ausgefüllt. Währenddessen konnten die Unterlagen für die nächste Studentin vorbereitet werden. Zuletzt wurden die Studentinnen gebeten, einen Fragebogen über die Studie auszufüllen und als Dank wurde ein kleines Geschenk überreicht. Nach der Verabschiedung wurden die Bilder für den nächsten Durchgang neu platziert.

3.5.5 Aufbereitung der Daten aus der Emotionsmessung

Die Rohdaten aus den Emotionsmessungen wurden aufbereitet, um die Analyse zu vereinfachen, ein Vergleich unter den Studentinnen zu ermöglichen und die Daten statistisch analysieren zu können. Dazu wurde die Software AcqKnowledge 4.4⁷ verwendet.

EDA

In einem ersten Schritt wurden Artefakte in den Daten entfernt. Diese traten beispielsweise auf, wenn die Elektroden durch die Studentinnen berührt wurden und so das EDA-Signal stark verändert wurde. In den Daten dieser Studie waren jedoch weniger Berührungen ein Problem, sondern viel eher Datenausfälle, in welchen das EDA-Signal auf 0 Mikrosiemens gefallen ist (typische Werte befinden sich zwischen 2 und 20 Mikrosiemens (Dawson et al., 2007)). Diese traten vermutlich dann auf, wenn der Abstand zwischen dem Logger und den Transmittern zu gross wurde. Im Optimalfall sollte der Logger möglichst nahe an den Transmittern platziert werden. Dies war jedoch nicht möglich, da der Studienleiter während der Routenführung manuell Zeitmarker auf dem Logger aktivieren musste (jeweils ein Marker bei jeder Landmarke). Die Studentinnen wurden zwar angeleitet, in der Nähe des Studienleiters zu bleiben, aber je nach Situation (z.B. beim Ausweichen von anderen Personen) vergrösserte sich der Abstand trotzdem. Um diese Artefakte bereinigen zu können, wurde ein *Median Value Smoothing* angewandt. Abbildung 20 zeigt ein typisches EDA-Signal mit den eben erwähnten Artefakten.

⁷ <https://www.biopac.com/product/acqknowledge-software/>, Zugriff: 31.08.2017

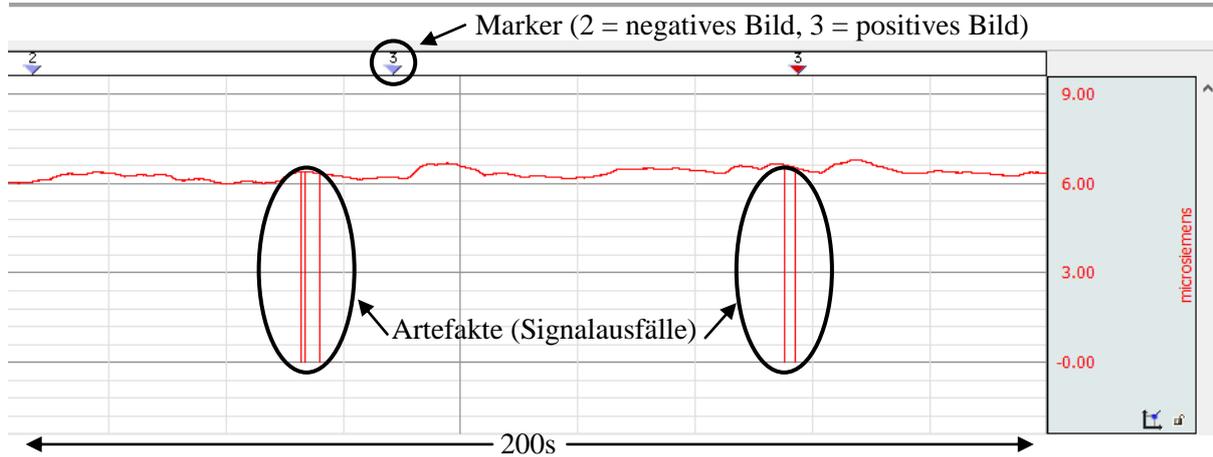


Abbildung 20: Beispiel eines EDA-Signals mit den gesetzten Markern und den zu korrigierenden Artefakten in AcqKnowledge 4.4

Wie bereits in Kapitel 4.4.3 erwähnt wurde, ist für diese Arbeit das SCR-Signal entscheidend. Dieses phasische Signal musste daher vom tonischen Signal (SCL) getrennt werden, bevor weitere Bearbeitungsschritte möglich waren. AcqKnowledge erlaubt diese Trennung durch die Funktion *Derive Phasic EDA from Tonic*. Als nächstes wurde das phasische Signal standardisiert, so dass nur noch Werte zwischen 0 und 1 möglich waren und die Resultate somit unter den Studentinnen vergleichbar wurden. Folgende Formel wurde dafür verwendet:

$$\frac{SCR - SCR_{MAX}}{SCR_{MIN} - SCR_{MAX}}$$

SCR: Gesamtes SCR-Signal

SCR_{MAX}: maximaler Wert des SCR-Signals

SCR_{MIN}: minimaler Wert des SCR-Signals

Eindeutige Ausreisser am Anfang oder Schluss der Messung (z.B. Anpassen der Kabelposition für ein besseres Signal) wurden nicht berücksichtigt. Als letzter wichtiger Schritt wurde die *Area Under Curve* (AUC) berechnet, von welcher auf das Arousal der Studentinnen geschlossen werden kann. Dazu wurde die Formel von Antonenko et al. (2010) verwendet, welche die prozentuale Veränderung des SCR-Signals gegenüber der Baseline berechnet:

$$\frac{AUC_{BASE} - AUC_{STIMULUS}}{AUC_{BASE}} * 100$$

AUC_{BASE}: Fläche unter der Baselinekurve

AUC_{STIMULUS}: Fläche unter der Kurve beim Stimulus (emotionale Landmarken)

Für die korrekte Berechnung der Formel müssen sowohl für die AUC_{BASE}, wie auch für die AUC_{STIMULUS} gleich lange Zeitabschnitte gewählt werden, da die Flächen zeitabhängig sind. Dafür wurde bei jedem Stimulus zuerst 2 Sekunden (s) gewartet, um die Latenz abzuwarten (Braithwaite et al., 2013), bevor während 6s der Stimulus gemessen wurde (Bradley et al., 1992). Bei der Baseline Messung wurde ein Fenster von 30s gewählt, damit ein robustes Signal gemessen wurde. Damit die Zeitfenster jedoch gleich lang waren, wurde nur ein Fünftel dieser AUC genommen.

Resultiert aus der Formel ein positiver Wert, so ist der SCR-Wert im Vergleich zur Baseline gesunken, was einer Abnahme des Arousal entspricht. Bei einem negativen Wert hingegen stieg der SCR-Wert im Vergleich zur Baseline. Das Arousal hat folglich zugenommen.

EMG

Ein Beispiel des Rohsignals der EMG-Messungen (*Corrugator* und *Zygomaticus* Muskelaktivitäten) ist in Abbildung 21 dargestellt.

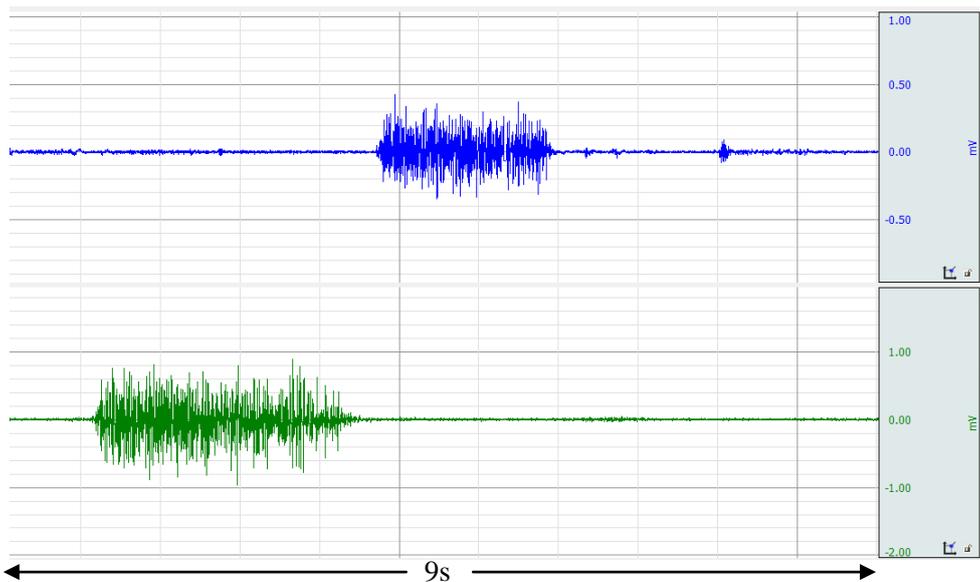


Abbildung 21: Beispiel eines EMG-Signals des *Corrugators* (oben) und des *Zygomaticus* (unten) in AcqKnowledge 4.4

Bei der Aufbereitung dieser EMG-Signale wurde das gesamte Signal in einem ersten Schritt durch einen Band-Pass Filter von 10Hz bis 500Hz gefiltert. Danach wurde anhand des gefilterten Signals der *Root Mean Square* (RMS) berechnet. Die daraus resultierende Kurve wurde verwendet, um eine *Maximum Voluntary Contraction* (MVC) Normalisierung durchzuführen:

$$MVC_{\text{CORRUGATOR}} = \frac{RMS_{\text{CORRUGATOR}}}{RMS_{\text{MAX CORRUGATOR}}} \quad MVC_{\text{ZYGOMATICUS}} = \frac{RMS_{\text{ZYGOMATICUS}}}{RMS_{\text{MAX ZYGOMATICUS}}}$$

Diese Formel berechnet für jeden Wert auf der RMS-Kurve den Anteil an der maximalen Muskelaktivität (RMS_{MAX}). Dieser maximale Wert trat in den meisten Fällen während der Testmessung auf, da die Studentinnen aufgefordert wurden, die Stirn zu runzeln und zu lachen. Diese normalisierte Kurve wurde dann verwendet, um für jeden Stimulus sowohl die maximale Muskelaktivität, als auch den Mittelwert des gesamten Zeitfensters herauszulesen. Dazu wurden die gleichen Zeitintervalle wie bei der Aufbereitung des EDA-Signals verwendet. Zusätzlich kann die effektive Valenz berechnet werden, indem die MVC-Kurve des *Corrugators* von der MVC-Kurve des *Zygomaticus* subtrahiert wird. Die Resultate der Emotionsmessungen sind in Kapitel 4.2.9 zu finden.

4 RESULTATE

Dieses Kapitel folgt in seinem Aufbau dem Ablauf der Studie. Somit werden vorausgehend die Vortests besprochen, bevor genauer auf die Tests der Hauptstudie eingegangen wird. Die statistischen Analysen der Ergebnisse wurden mit *IBM SPSS Statistics 21*⁸ und *RStudio 1.0.136*⁹ durchgeführt. Für die Überprüfung der Signifikanz wurde das 95% Konfidenzintervall verwendet. In einem solchen Fall ist die Signifikanz in den entsprechenden Grafiken und Tabellen mit einem Stern (*) gekennzeichnet. Um den Einfluss der Emotionalität auf die verschiedenen abhängigen Variablen zu überprüfen, wurden T-Tests für unabhängige Stichproben durchgeführt. Da jedoch nur die beiden abhängigen Variablen «Zögern» und «Stopps» des Zurücklaufens der Route, sowie die «Skalierung in Y-Richtung» bei der Rekonstruktion der mentalen Karte normalverteilt waren, wurde in den übrigen Fällen auf den Mann-Whitney-U-Test beziehungsweise im Falle von mehreren unabhängigen Stichproben auf den Kruskal-Wallis-Test zurückgegriffen. Um weitere Einflussfaktoren erkennen zu können, wurde für die Richtungs- und Distanzschätzung zusätzlich eine mehrfaktorielle Varianzanalyse angewandt. Für die Erkennung von Zusammenhängen wurde die Rangkorrelation nach Spearman verwendet und für die Überprüfung der Stimmungsänderung ein Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben. Bei der Datenbeschreibung werden neben dem Mittelwert (M) und der Standardabweichung (SD) der Signifikanzwert (p), sowie die Testspezifischen Werte (T-Wert (T), U-Wert (U), F-Wert (F), Z-Wert (z), Chi-Quadrat (χ^2), partielles Eta-Quadrat (η^2), Korrelationskoeffizient (r_s)) angegeben. Da bei der Überprüfung der Signifikanz das 95% Konfidenzniveau verwendet wurde, gelten p-Werte $<0,05$ als statistisch signifikant. Zusätzlich wurde bei signifikanten Unterschieden die Effektstärke (f beziehungsweise r) nach Cohen (1988; 1992) berechnet und interpretiert.

4.1 Vortests

Hauptziel der Vortests war es, die *Spatial Abilities* der Studentinnen zu erheben, um sie in zwei homogene Gruppen (neutral und emotional) für die Hauptstudie einteilen zu können. Um ein möglichst umfassendes Bild dieser Fähigkeiten zu erhalten, wurden deshalb mehrere Tests durchgeführt. Im Folgenden werden die Ergebnisse dieser Tests aufgezeigt und die Gruppeneinteilung beschrieben. Zudem wird auf die Charakteristiken der Stichprobe eingegangen.

4.1.1 Stichprobe

Insgesamt haben 32 Studentinnen im Alter zwischen 19 und 28 Jahren (M = 22 Jahre, SD = 2.47 Jahre) sowohl an den Vortests, wie auch an der Hauptstudie teilgenommen. Es sind alles Studentinnen der

⁸ IBM (2017): <https://www.ibm.com/analytics/us/en/technology/spss/>, Zugriff: 31.08.2017

⁹ RStudio (2017): <https://www.rstudio.com/products/rstudio/>, Zugriff: 31.08.2017

Universität Zürich oder Pädagogischen Hochschule Zürich. Von den 32 Studentinnen haben sich 17 für die Studienrichtung Geographie eingeschrieben, wobei 12 von ihnen erst ein Semester absolviert haben. Des Weiteren wurden die Vorgaben (siehe Kapitel 3.2) durch diese Stichprobe eingehalten, wenn auch der Bekanntheitsgrad des ETH Hauptgebäudes nicht bei allen Studentinnen gleich tief war. Die Resultate der Studie wurden dadurch jedoch nicht beeinträchtigt (siehe Kapitel 4.2.8). Als nächstes wird detailliert auf die einzelnen Bestandteile der Vortests eingegangen.

4.1.2 Fragebogen zu den räumlichen Strategien

Der Fragebogen zu den räumlichen Strategien von Münzer und Hölscher (2011) kann in die drei Kategorien Orientierung (global/egozentrisch), Überblick und Himmelsrichtungen eingeteilt werden. Die Studentinnen mussten Aussagen anhand einer Skala von 1–7 bewerten (1 = lehne stark ab, 7 = stimme stark zu). Daraus konnte der Mittelwert für jede Kategorie berechnet werden:

- Orientierung (global/egozentrisch): 4.25 (SD = 1)
- Überblick: 3.8 (SD = 1.1)
- Himmelsrichtung: 2.7 (SD = 1.4)

Je höher dieser Mittelwert ist, desto besser schätzen die Studentinnen ihre Fähigkeiten in Bezug auf die Kategorien ein. Zusätzlich kann der gesamte Mittelwert über alle Kategorien berechnet werden, welcher in Abbildung 22 dargestellt ist. Der Mittelwert aller Studentinnen lag bei 3.9 (SD = 0.9) und setzte sich aus Werten von 2 bis 5.5 zusammen. Somit schätzten die Studentinnen ihre Navigations- und Orientierungsfähigkeiten eher als mittelmässig ein.

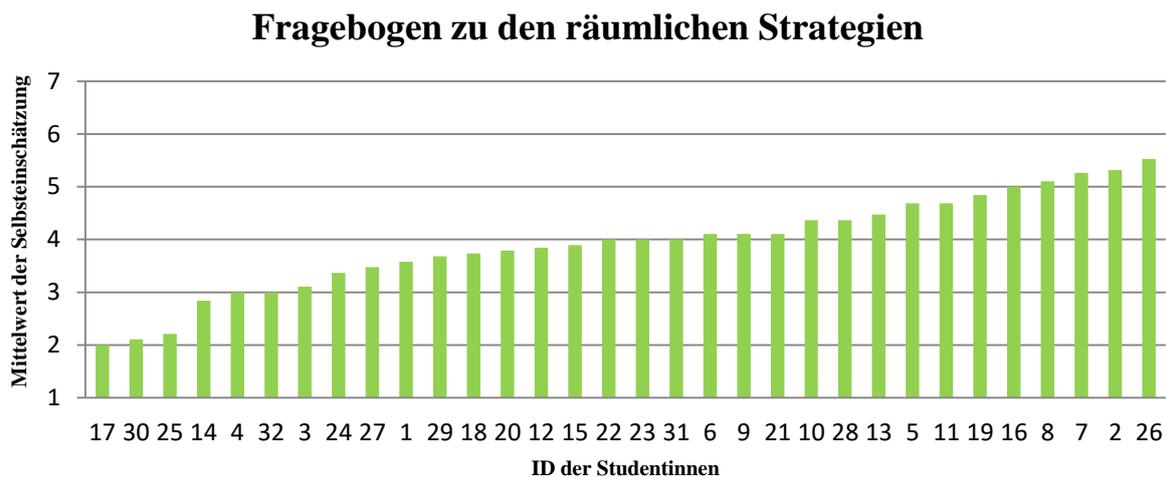


Abbildung 22: Auswertung des Fragebogens zu den räumlichen Strategien

4.1.3 Test zur Merkfähigkeit

Beim Test zur Merkfähigkeit von Ekstrom et al. (1976) müssen auf zwei Karten jeweils zwölf Objekte richtig platziert werden. Die Auswertung dieses Tests basiert somit auf der Anzahl richtig platzierter Objekte, wobei das Punktemaximum mit 24 korrekten Objekten erreicht wird. Das Abschneiden der Studentinnen ist in Abbildung 23 in aufsteigender Reihenfolge dargestellt. Die schlechteste Punktzahl lag bei 13 Punkten, während neun Studentinnen die maximale Punktzahl erreicht haben. Dadurch ergab sich die sehr hohe durchschnittliche Punktzahl von 21.5 richtig platzierten Objekten ($SD = 2.8$). Dies erkennt man auch in Abbildung 23, da die Steigung sehr gering ist und über die Hälfte aller Studentinnen weniger als zwei Fehler gemacht haben.

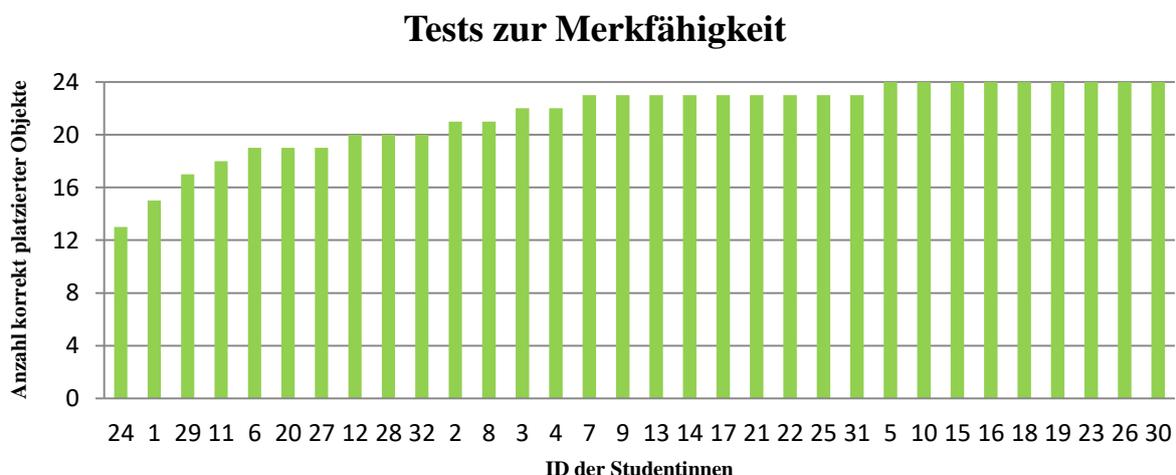


Abbildung 23: Resultate des Tests zur Merkfähigkeit

4.1.4 Test für die räumliche Orientierung

Um den Test für die räumliche Orientierung von Hegarty und Waller (2004) auswerten zu können, wurden die Vorgaben von Kozhevnikov und Hegarty (2001) verwendet. Für jede der zwölf Aufgaben wurde daher der Winkelschätzfehler zwischen der eingezeichneten Richtung und der tatsächlichen Richtung gemessen. Diese Schätzfehler wurden zudem so umgerechnet, dass nur eine Abweichung von maximal 180° möglich ist. Im Falle einer leer gelassenen Aufgabe wurde ein fixer Fehler von 90° eingesetzt. Dieser Wert entspricht dem Fehler, welcher bei zufälligem Ausfüllen erwartet wird. Schliesslich konnte der mittlere Winkelschätzfehler aller zwölf Aufgaben pro Studentin berechnet werden (Abbildung 24). Je tiefer dieser Wert, desto besser das Abschneiden im Test.

Alle Studentinnen waren im Schnitt besser als der Erwartungswert eines zufälligen Ausfüllens des Testes. Der mittlere Winkelschätzfehler aller Studentinnen betrug 27.8° ($SD = 13.5$), wobei die mittleren Winkelschätzfehler zwischen 6.6° und 54.8° lagen. Da die Zeit für das Ausfüllen des Tests relativ knapp war, musste bei der Hälfte der Studentinnen der fixe Fehler von 90° in mindestens einer Aufgabe eingesetzt werden.

Test für die räumliche Orientierung

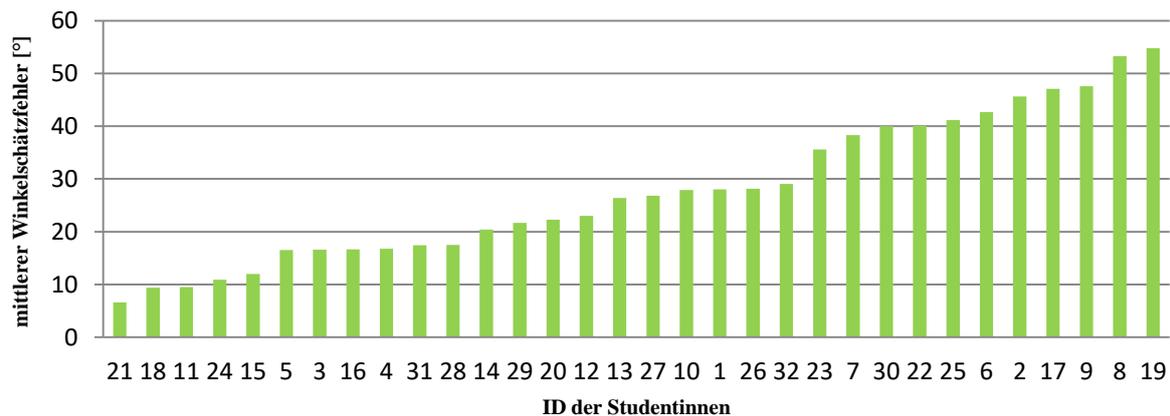


Abbildung 24: Resultate des Tests für die räumliche Orientierung

4.1.5 Gruppeneinteilung

Aufgrund der Testresultate wurde darauf verzichtet, den Test zur Merkfähigkeit und den Fragebogen zu den räumlichen Strategien für die Gruppeneinteilung zu verwenden. Der Grund lag bei Ersterem darin, dass ein Grossteil der Studentinnen ein ähnliches Ergebnis aufwies. Dies würde bedeuten, dass die Studentinnen vergleichbare *Spatial Abilities* besitzen und sich somit auch in den Resultaten der Hauptstudie kaum unterscheiden. Dies ist allerdings eher unwahrscheinlich, da die beiden anderen Tests grössere Unterschiede aufgezeigt haben. Beim Fragebogen zu den räumlichen Strategien handelt es sich um eine Selbsteinschätzung der Studentinnen. Auch wenn diese, wie beispielsweise von Hegarty et al. (2002) gezeigt, starke Korrelationen mit der Navigationsfähigkeit und dem räumlichen Wissensaufbau aufweisen kann, so bleibt sie doch subjektiv. Je nach Situation (z.B. vorsichtige Selbsteinschätzung, da die Studentinnen die Tests der Hauptstudie nicht kennen) kann daraus eine Über- oder Unterschätzung der eigenen Fähigkeiten resultieren. Daher wird in der vorliegenden Arbeit der Test für die räumliche Orientierung verwendet, um die Studentinnen in zwei homogene Gruppen einzuteilen. Zudem ist die Erhebung des Überblickswissen in der Hauptstudie für die vorliegende Arbeit zentral, weshalb dieser Test besonders gut geeignet ist.

Die Studentinnen wurden gemäss ihren Resultaten im Test für die räumliche Orientierung (Abbildung 24) in einer Rangliste geordnet. Diese Ränge wurden dann gleichmässig auf die beiden Gruppen verteilt, wie dies Frei (2015) in seiner Arbeit getan hat. Dazu wurde der erste und letzte Rang in die neutrale Gruppe eingeteilt, während der zweite und zweitletzte Rang zur emotionalen Gruppe hinzugefügt wurde. Dieser Vorgang wurde wiederholt, bis alle Ränge einer Gruppe zugeteilt waren. Dadurch konnte gewährleistet werden, dass die Mittelwerte der beiden Gruppen sehr ähnlich sind (neutrale Gruppe: 27.78°; emotionale Gruppe: 27.83°) und sich nicht signifikant voneinander unterscheiden ($T = -0.012$, $p = 0.991$).

4.2 Hauptstudie

Bevor die Resultate der einzelnen Tests der Hauptstudie dargelegt und statistisch analysiert werden, wird eine Gesamtübersicht über alle Tests gegeben. Zusätzlich werden die Resultate der Emotionsmessungen präsentiert und die Tests zur räumlichen Wissensaneignung mit den Vortests verglichen.

4.2.1 Gesamtvergleich über alle Tests

Um die Resultate der einzelnen Tests in einer Gesamtübersicht präsentieren zu können, wurde für jeden Test eine separate Rangliste erstellt. Jede Studentin erhielt dabei einen Rang entsprechend ihrer Leistung im jeweiligen Test¹⁰. Diese einzelnen Ränge wurden danach summiert, um basierend auf den Summen die endgültigen Ränge zuzuteilen. Diese sind in Tabelle 2 ersichtlich.

Tabelle 2: Zusammengefasste Ränge aller Tests

Rang	Gruppe	Rang	Gruppe
1	Neutral	17	Emotional
2	Emotional	18	Neutral
3	Neutral	19	Emotional
4	Neutral	20	Emotional
4	Emotional	20	Emotional
6	Neutral	22	Neutral
7	Neutral	23	Emotional
8	Neutral	23	Emotional
9	Emotional	25	Neutral
10	Neutral	26	Neutral
11	Neutral	27	Emotional
11	Emotional	28	Emotional
11	Emotional	28	Emotional
14	Emotional	28	Emotional
15	Neutral	31	Neutral
16	Neutral	32	Neutral

¹⁰ Beim Landmarkentest wurde nur die Anzahl richtig genannter Bilder und Richtungen für die Vergabe der Ränge verwendet, da die restlichen Indikatoren stark von der Anzahl richtig genannter Bilder abhängen (siehe Kapitel 4.2.3). Bei der Richtungs- und Distanzschätzung wurde der mittlere Schätzfehler und bei der Rekonstruktion der mentalen Karte das Bestimmtheitsmass verwendet. Für die Bildung der Ränge beim Zurücklaufen der Route wurden lediglich die Fehler berücksichtigt, da diese für eine erfolgreiche Navigation entscheidend sind.

Es ist zu erkennen, dass 10 der ersten 16 Ränge durch Studentinnen aus der neutralen Gruppe belegt sind. Diese scheinen somit generell mehr räumliches Wissen aufgebaut zu haben, als die Studentinnen der emotionalen Gruppe. Um jedoch genauere Aussagen treffen zu können werden nun die Resultate der einzelnen Tests genauer untersucht und statistisch analysiert.

4.2.2 PANAS

Eine wichtige Voraussetzung dieser Studie war, dass die Stimmung keinen Einfluss auf die Resultate hat und diese somit über die Studie konstant war. Daher wurde der PANAS Fragebogen von Watson et al. (1988) von jeder Studentin zweimal ausgefüllt. Der Wilcoxon-Test für abhängige Stichproben hat weder für den positiven Affekt ($z = -0.4$, $p = 0.689$) noch für den negativen Affekt ($z = -1.065$, $p = 0.287$) einen signifikanten Unterschied angegeben. Somit unterscheiden sich die zentralen Tendenzen der beiden Messzeitpunkte nicht voneinander, wodurch keine Stimmungsänderung stattgefunden hat.

4.2.3 Landmarkentest

Beim Landmarkentest mussten die Studentinnen zuerst angeben, welche sechs Bilder auf der Route vorgekommen sind, diese danach in die richtige Reihenfolge bringen und zuletzt die Richtung des weiteren Routenverlaufs (links, geradeaus, rechts) ankreuzen. Für die Auswertung des Landmarkentests wurde zusätzlich noch eine vierte Grösse berechnet (Abbildung 25). Es handelt sich dabei um die Anzahl richtiger Verbindungen zwischen den genannten Bildern und der angegebenen Richtung. Im Gegensatz zur Angabe des weiteren Routenverlaufs, bei welchem auch korrekte Antworten möglich sind, sofern der Standort und nicht das Bild erinnert wird, muss in diesem Fall zwingend die Kombination von Landmarke und Richtung eingepreßt werden.

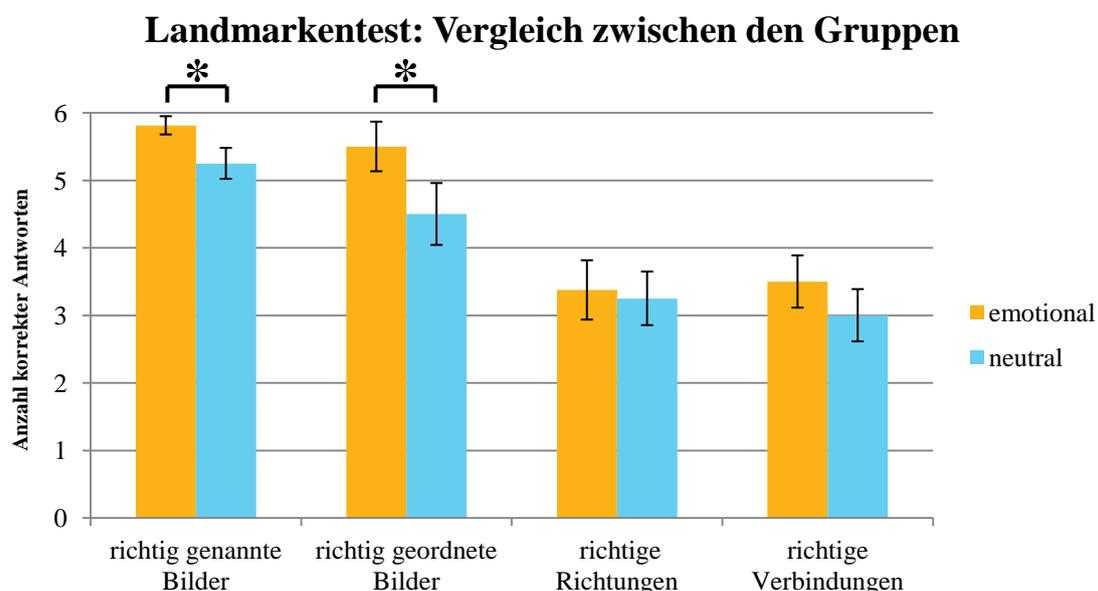


Abbildung 25: Auswertung des Landmarkentests aufgeteilt nach Gruppen (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Im Schnitt konnte sich die emotionale Gruppe an 5.81 von 6 Bildern erinnern ($SD = 0.39$). Im Gegensatz dazu lag der Durchschnitt der neutralen Gruppe mit 5.25 ($SD = 0.66$) deutlich tiefer. Dieser Unterschied ist statistisch gesehen signifikant ($U = 69$, $z = -2.567$, $p = 0.01$) und die Effektstärke entspricht mit einem Korrelationskoeffizienten r von 0.454 einem mittleren bis starken Effekt.

Auch beim Ordnen der Bilder war die emotionale Gruppe ($M = 5.5$, $SD = 1.06$) deutlich besser als die neutrale Gruppe ($M = 4.5$, $SD = 1.32$). Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Resultate dieses Tests stark mit der Anzahl richtig genannter Bilder zusammenhängen. Die neutrale Gruppe wäre somit auch bei einer fehlerfreien Ordnung der Bilder im Schnitt nicht besser gewesen, als die emotionale Gruppe. Dennoch werden hier die absoluten Werte angeschaut, da diese für eine Wegbeschreibung entscheidend wären. Die emotionale Gruppe war somit in der Lage, mehr Bilder in der korrekten Reihenfolge anzugeben. Auch dieser Unterschied ist statistisch gesehen signifikant ($U = 69.5$, $z = -2.404$, $p = 0.016$).

Vergleicht man die beiden Gruppen in Bezug auf die korrekte Angabe des weiteren Routenverlaufs, so sind die Unterschiede kleiner, falls die Richtungsangaben unabhängig von den genannten Bildern angeschaut werden (emotional: $M = 3.38$, $SD = 1.27$; neutral: $M = 3.25$, $SD = 1.15$), als wenn die korrekten Verbindungen betrachtet werden (emotional: $M = 3.5$, $SD = 1.12$; neutral: $M = 3$, $SD = 1.12$). Dies hängt, wie bereits erwähnt, damit zusammen, dass man auch eine korrekte Richtung angeben kann, falls die Landmarke nicht mehr präsent ist. Dies zeigt sich in der neutralen Gruppe. In 5 von 12 Fällen, in denen das Bild nicht in Erinnerung blieb, konnte die korrekte Richtung trotzdem angegeben werden. Im Gegensatz dazu gelang dies der emotionalen Gruppe in keinem von 3 Fällen.

Bei den korrekten Verbindungen ist ersichtlich, dass sich die emotionale Gruppe verbessert hat, während die Leistung der neutralen Gruppe schlechter wurde. Da diese Analyse jedoch stark mit der Anzahl der richtig genannten Bilder zusammenhängt, sollte dies zusätzlich noch berücksichtigt werden. Dazu kann das Verhältnis der Anzahl korrekter Verbindungen an den richtig genannten Bildern betrachtet werden. Die neutrale Gruppe konnte so in 57% der Fälle die korrekte Richtung angeben, während die emotionale Gruppe auf 60% kommt. Die emotionale Gruppe ist so zwar immer noch besser, aber die Unterschiede sind nicht mehr so deutlich. Zudem unterscheiden sich die beiden Gruppen aus statistischer Sicht weder in der Angabe der richtigen Richtung ($U = 122.5$, $z = -0.217$, $p = 0.828$), noch bei den richtigen Verbindungen ($U = 100.5$, $z = -1.08$, $p = 0.28$).

Landmarkentest: Vergleich positive und negative Bilder

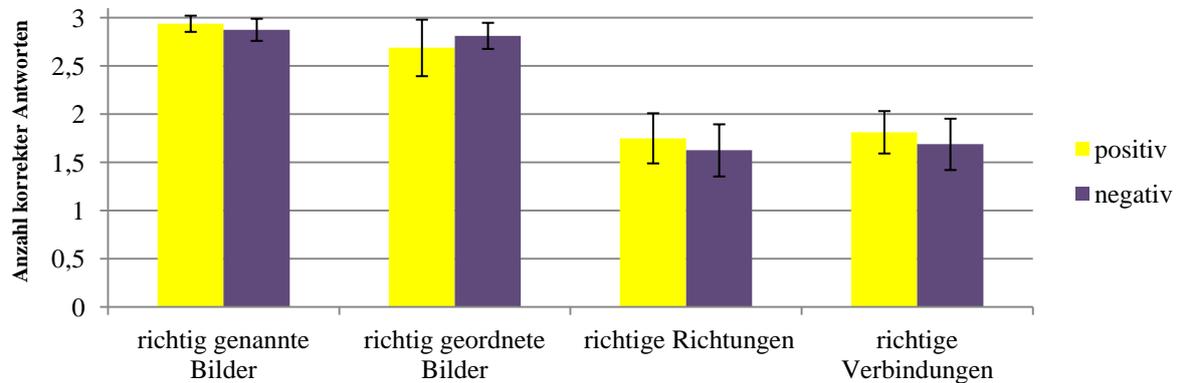


Abbildung 26: Auswertung des Landmarkentests aufgeteilt in positive und negative Bilder (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Beim Landmarkentest ist es zudem interessant, die emotionalen Bilder in positive und negative Bilder zu unterteilen (Abbildung 26). Die Unterschiede sind jedoch über alle vier Messungen hinweg relativ klein, wobei die negativen Bilder nur beim Ordnen einen höheren Wert als die positiven Bilder erzielten. Statistische Analysen zeigen bei keiner der vier Messungen einen signifikanten Unterschied (Nennung: $U = 120$, $z = -0.597$, $p = 0.551$; Ordnung: $U = 123$, $z = -0.298$, $p = 0.765$; Richtungen: $U = 115$, $z = -0.534$, $p = 0.594$; Verbindungen: $U = 118.5$, $z = -0.396$, $p = 0.692$).

4.2.4 Richtungsschätzung

Um das Überblickswissen abzufragen, wurden die Studentinnen in einem ersten Schritt gebeten, die Richtung zum Startpunkt und zu jeder Landmarke anzugeben. Für die Auswertung wurde der Winkelschätzfehler jeder einzelnen Schätzung verwendet. Diese Winkelschätzfehler sind in Abbildung 27 für die emotionale und neutrale Gruppe aggregiert.

mittlerer Winkelschätzfehler zu allen Standorten

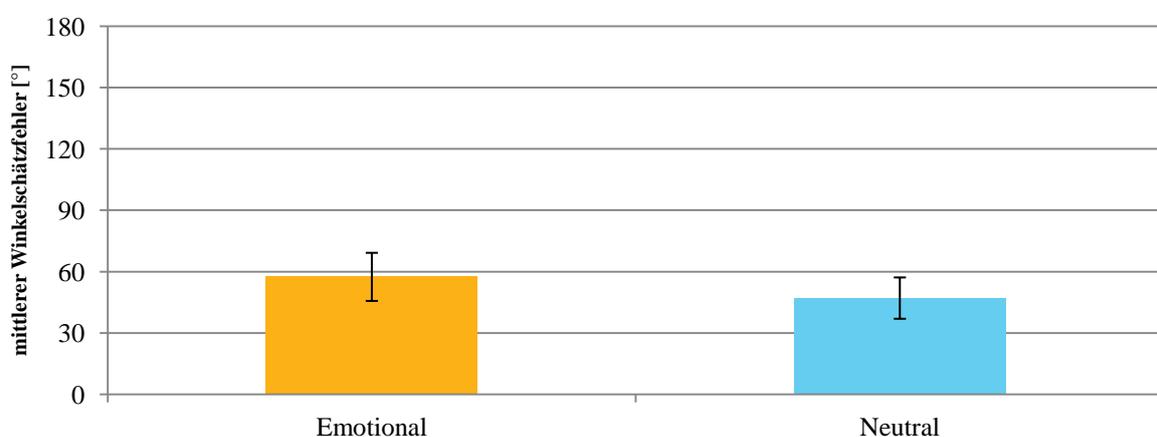


Abbildung 27: Winkelschätzfehler zu allen Standorten (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Der mittlere Winkelschätzfehler zu allen Standorten lag gesamthaft gesehen bei 52.31° ($SD = 32.06^\circ$). Betrachtet man jedoch die beiden Gruppen einzeln, so fällt auf, dass die neutrale Gruppe mit einem mittleren Winkelschätzfehler von 47.12° ($SD = 29.14^\circ$) besser als die emotionale Gruppe abgeschnitten hat. Diese lagen im Schnitt 57.5° ($SD = 33.96^\circ$) neben der tatsächlichen Richtung. Die Unterschiede sind jedoch nicht signifikant ($U = 5574$, $z = -1.439$, $p = 0.15$).

Wie diese Ergebnisse zeigen, konnten in Bezug auf die Emotionalität der Landmarken keine signifikanten Unterschiede im Überblickswissen festgestellt werden. Es stellt sich somit die Frage, welche Faktoren massgeblich zur Variabilität in den Daten beigetragen haben. Daher wurde mit einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse der Einfluss der Emotionalität, des Standortes, der *Spatial Abilities*¹¹ und der Studienrichtung (Geographie oder Andere) überprüft.

Als erstes ist erkennbar, dass das Gesamtmodell signifikant ist ($F(55,168) = 1.645$, $p = 0.009$, angepasstes $R^2 = 0.137$, $n = 224$). Weiter zeigt sich, dass wie bereits vermutet die Emotionalität alleine keinen signifikanten Zusammenhang mit der Höhe des Winkelschätzfehlers aufweist ($F(1,168) = 2.934$, $p = 0.098$). Ebenso verhält es sich bei den *Spatial Abilities* ($F(1,168) = 0.007$, $p = .933$) und der Studienrichtung ($F(1,168) = 1.756$, $p = 0.187$). Jedoch unterscheidet sich der Winkelschätzfehler je nach Standort ($F(6,168) = 8.66$, $p = 0.000$, $\eta^2 = 0.236$). Zur Veranschaulichung dieses Ergebnisses wurden die mittleren Winkelschätzfehler pro Standort in Abbildung 28 graphisch dargestellt.

mittlerer Winkelschätzfehler pro Standort

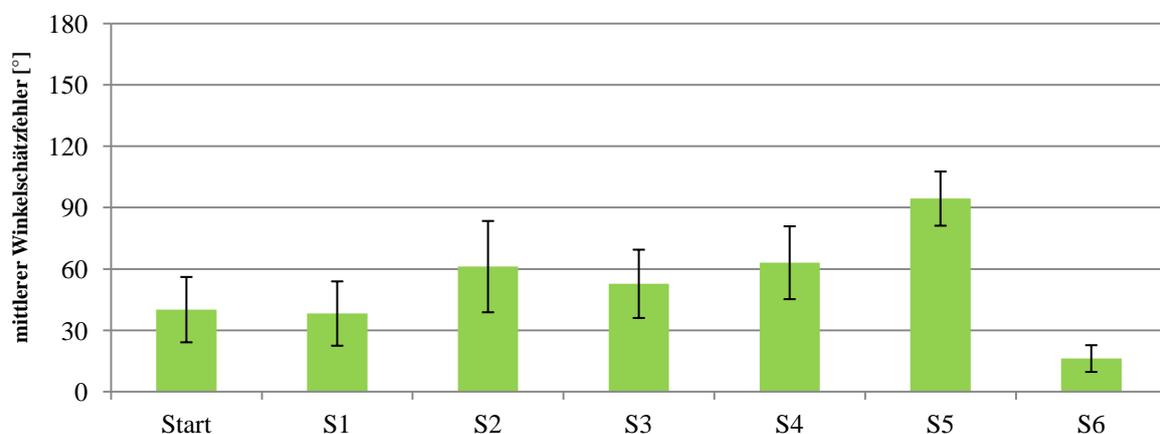


Abbildung 28: Winkelschätzfehler pro Standort (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)¹²

¹¹ Da die *Spatial Abilities* für die mehrfaktorielle Varianzanalyse einen Faktor darstellen müssen, wurden die Resultate des Tests zur räumlichen Orientierung verwendet und die Studentinnen per Mediansplit in eine Gruppe mit hohen und tiefen *Spatial Abilities* eingeteilt. Dieses Vorgehen wurde so unter anderem von Frei (2015) verwendet, um Personen mit hohen und tiefen *Spatial Abilities* zu vergleichen. Weitere Untersuchungen in diesem Zusammenhang sind in Kapitel 4.2.10 zu finden.

¹² Auf das Kennzeichnen der Signifikanzen mit einem Stern (*) wurde in dieser Grafik verzichtet, um die Lesbarkeit zu gewährleisten.

Bereits aus Abbildung 28 lässt sich erkennen, dass die Richtung zu Standort 6 mit Abstand am besten bestimmt wurde, während Standort 5 im Vergleich mit dem Rest eher schwieriger einzuschätzen war.

Bonferroni-korrigierte Post-hoc-Tests bestätigen diese Einschätzung. Standort 5 ($M = 94.44^\circ$, $SD = 38.23^\circ$) unterscheidet sich von allen Standorten (Start: $M = 40.16^\circ$, $SD = 46.09^\circ$; S1: $M = 38.25^\circ$, $SD = 45.39^\circ$; S3: $M = 52.78^\circ$, $SD = 48.17^\circ$; S6: $M = 16.25^\circ$, $SD = 18.84^\circ$) ausser Standort 2 ($M = 61.19^\circ$, $SD = 64.42^\circ$) und Standort 4 ($M = 63.09^\circ$, $SD = 51.42^\circ$), während Standort 6 sich von allen Standorten ausser dem Start und Standort 1 unterscheidet.

Weiter können durch die mehrfaktorielle Varianzanalyse zwei signifikante Interaktionen zwischen den untersuchten Faktoren gefunden werden. Als erstes ist auf der linken Seite von Abbildung 29 die Interaktion der *Spatial Abilities* und der Emotionalität auf den Winkelschätzfehler zu erkennen ($F(1,168) = 4.819$, $p = 0.03$, partielles $\eta^2 = 0.028$). Während bei den Studentinnen mit hohen *Spatial Abilities* die Winkelschätzfehler unabhängig der Emotionalität sehr ähnlich sind, erkennt man bei den Studentinnen mit tiefen *Spatial Abilities*, dass diejenigen der neutralen Gruppe die Richtung deutlich besser geschätzt haben (emotional: $M = 64.79^\circ$, $SD = 58.44^\circ$; neutral: $M = 38.84^\circ$, $SD = 44.27^\circ$). Die zweite Interaktion ist auf der rechten Seite von Abbildung 29 zu sehen. Sie stellt die Wechselwirkung zwischen der Studienrichtung und der Emotionalität auf den Winkelschätzfehler dar ($F(1,168) = 7.558$, $p = 0.007$, partielles $\eta^2 = 0.043$). Während die Studienrichtung bei der neutralen Gruppe kaum einen Einfluss auf den Winkelschätzfehler hat, ist dies bei der emotionalen Gruppe anders: Der Winkelschätzfehler bei den Geographiestudentinnen ($M = 45.25^\circ$, $SD = 46.12^\circ$) ist deutlich tiefer, als derjenige bei Studentinnen aus einer anderen Studienrichtung ($M = 73.24^\circ$, $SD = 58.82^\circ$).

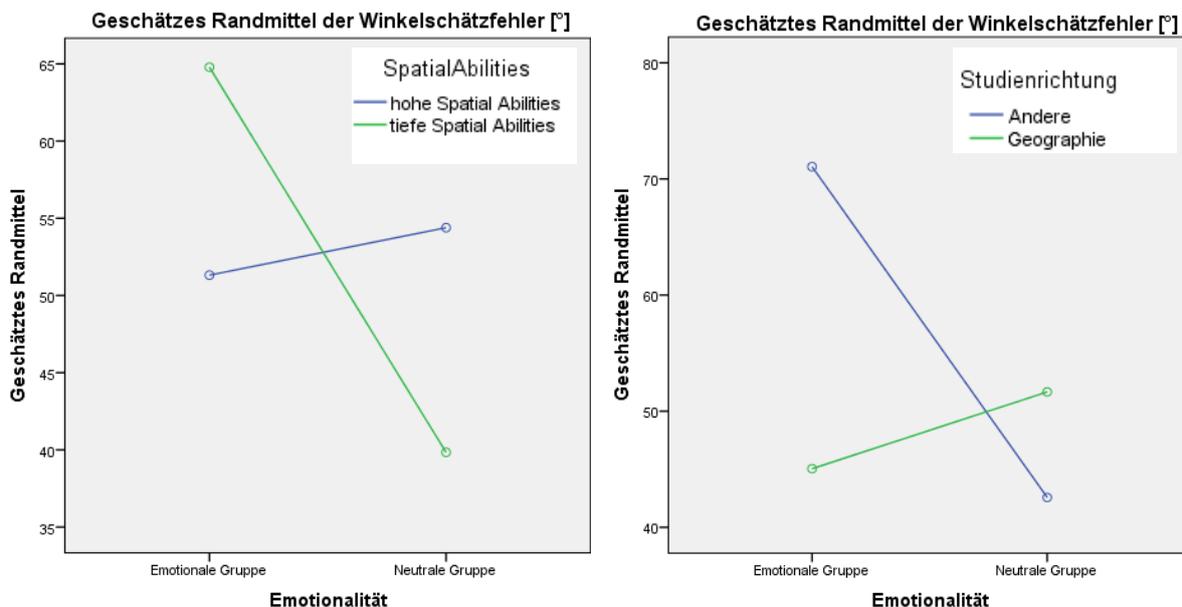


Abbildung 29: Profildiagramme der mehrfaktoriellen Varianzanalyse der Richtungsschätzung

Die Effektstärke des Standorts ($f = 0.56$) kann als stark eingestuft werden, während die beiden Interaktionen (Emotionalität und *Spatial Abilities*: $f = 0.17$; Emotionalität und Studienrichtung: $f = 0.21$) lediglich einem schwachen Effekt entsprechen.

4.2.5 Distanzschätzung

Nebst der Richtungsschätzung mussten die Studentinnen auch die Distanz in Metern zu jedem Standort schätzen (Luftlinie ohne Berücksichtigung der Wände oder der Dreidimensionalität). Sowohl in der emotionalen, wie auch in der neutralen Gruppe wurde die Distanz dabei hauptsächlich überschätzt (Tabelle 3).

Tabelle 3: Distanzschätzung: Anzahl Über-/Unterschätzungen durch die Studentinnen

	Gesamt	Neutral	Emotional
Überschätzungen	183	94	89
Unterschätzungen	41	18	23

Ausserdem gab es eine grosse Spannweite zwischen den Schätzungen der einzelnen Studentinnen. Beispielsweise wurde die Distanz zu Standort 3 (diese betrug 31 Meter) von einer Studentin (ID 28) auf 30 Meter geschätzt, während eine andere Studentin (ID 18) eine Schätzung von 360 Metern angab. Beim direkten Vergleich zwischen der emotionalen und neutralen Gruppe zeigt sich ein ähnliches Bild wie bei der Richtungsschätzung (Abbildung 30).

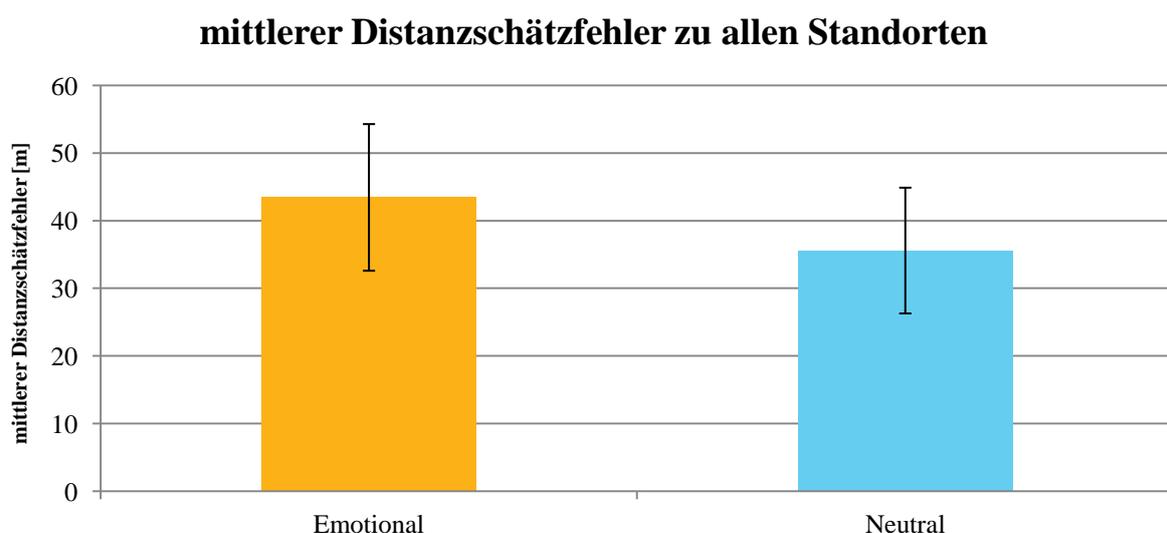


Abbildung 30: Distanzschätzfehler zu allen Standorten (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Der mittlere Distanzschätzfehler der neutralen Gruppe belief sich auf 35.6m (SD = 26.82m), während derjenige der emotionalen Gruppe mit 43.46m (SD = 31.29m) erneut höher war. Gesamthaft ergibt dies einen mittleren Distanzschätzfehler von 39.53m (SD = 29.4m). Die Distanzschätzfehler unterscheiden sich jedoch nicht signifikant voneinander ($U = 5793.5$, $z = -0.987$, $p = 0.323$).

Auch hier wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt, um dieselben Einflussfaktoren wie bei der Richtungsschätzung zu analysieren (siehe Kapitel 4.2.4). In diesem Fall ist das Gesamtmodell jedoch nicht signifikant ($F(55,168) = 0.963$, $p = 0.554$, $n = 224$), weshalb das Modell nicht weiter analysiert werden soll. Da der Standort aber einen starken Effekt auf die Richtungsschätzung ausgeübt hat, soll dieser auch in Bezug auf die Distanzschätzung separat betrachtet werden. Dazu wurde ein Kruskal-Wallis-Test durchgeführt. Dieser bestätigt, dass der Standort einen signifikanten Einfluss auf die Distanzschätzung hat ($\chi^2 = 46.753$, $p = 0.000$). Anschliessend durchgeführte Dunn-Bonferroni Post-Hoc-Tests spezifizieren die Unterschiede bei den Standorten. Einerseits unterscheidet sich Standort 6 (M = 10.03m, SD = 8.96m) von allen Standorten (Start: M = 37.34m, SD = 39.04m; S1: M = 39.4m, SD = 35.25m; S2: M = 52.81m, SD = 56.24m; S3: M = 61.63m, SD = 65.81m; S5: M = 45.09m, SD = 30.24m) ausser Standort 4 (M = 30.38m, SD = 35.37m). Andererseits unterscheidet sich Standort 3 signifikant von Standort 4. Die Distanzschätzungen der einzelnen Standorte sind in Abbildung 31 dargestellt.

mittlerer Distanzschätzfehler pro Standort

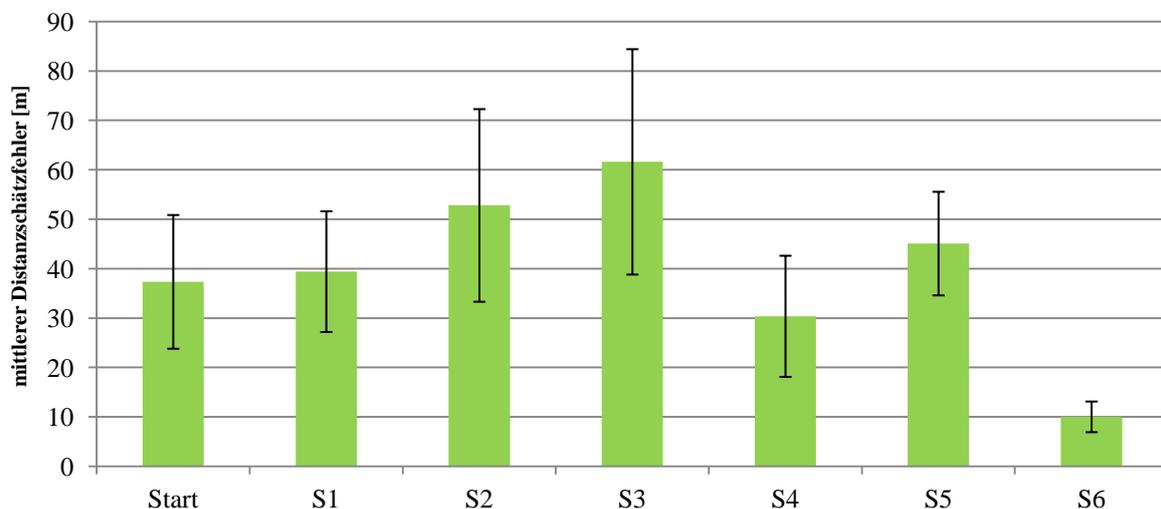


Abbildung 31: Distanzschätzfehler pro Standort (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall¹³)

¹³ Auch hier wurde in Anbetracht der Lesbarkeit auf das Kennzeichen der Signifikanzen mit einem Stern (*) verzichtet.

4.2.6 Rekonstruktion der mentalen Karte

Als letzter Faktor des Überblickswissens wurde die mentale Karte anhand der Richtungs- und Distanzschätzungen rekonstruiert. Dadurch erhielt jeder Standort eine eigene Koordinate und konnte durch eine bidimensionale Regression nach Carbon (2013b) mit den tatsächlichen Koordinaten verglichen werden. Dabei wurde das R^2 -Bestimmtheitsmass, der Skalierungsfaktor (in X- und Y-Richtung), sowie der Rotationswinkel genauer betrachtet. Skalierungsfaktoren >1 bedeuten, dass die mentale Karte ausgedehnt werden muss, während Werte <1 eine Schrumpfung verlangen. Der Rotationswinkel kann entweder positiv (Drehung der mentalen Karte im Uhrzeigersinn) oder negativ (Drehung im Gegen- uhrzeigersinn) sein.

Die bidimensionale Regression kann diese Variablen sowohl in der euklidischen, als auch in der affinen Geometrie berechnen und vergleicht die beiden Lösungen zusätzlich untereinander (Carbon, 2013b). Da die affine Lösung bei drei Studentinnen besser war, wurde diese für die Analyse verwendet¹⁴.

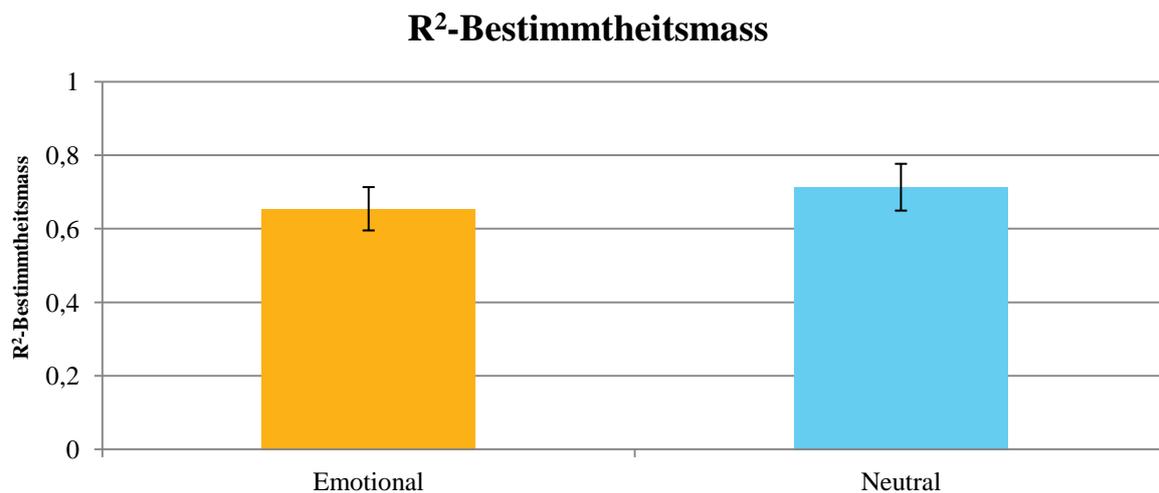


Abbildung 32: R^2 -Bestimmtheitsmass der rekonstruierten mentalen Karte (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Das R^2 -Bestimmtheitsmass (Abbildung 32) gibt den Anteil der erklärten Varianz eines Modells an. Betrachtet man alle Studentinnen zusammen, ergibt sich im Durchschnitt ein R^2 von 0,684 (SD = 0,18). Im direkten Vergleich zwischen der emotionalen und neutralen Gruppe hat letztere besser abgeschnitten. Im Schnitt beträgt das R^2 der neutralen Gruppe 0,713 (SD = 0,18) während die emotionale Gruppe lediglich auf einen Wert von 0,654 (SD = 0,17) kommt. Diese Unterschiede sind aus statistischer Sicht jedoch nicht signifikant ($U = 96,5$, $z = -1,187$, $p = 0,235$).

¹⁴ Bei den restlichen Studentinnen unterschieden sich die beiden Lösungen nicht.

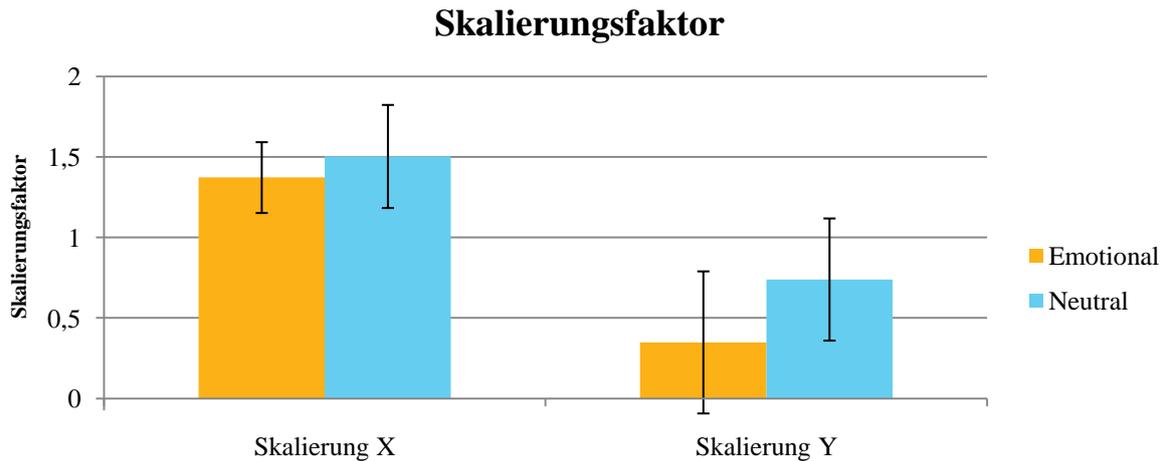


Abbildung 33: Skalierungsfaktor in X- und Y-Richtung der rekonstruierten mentalen Karte (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Als nächstes kann der Skalierungsfaktor betrachtet werden (Abbildung 33). Als erstes fällt auf, dass bei beiden Gruppen die mentale Karte im Vergleich zur realen Karte in X-Richtung ausgedehnt (Skalierungsfaktor >1) und in Y-Richtung geschrumpft (Skalierungsfaktor <1) werden müsste. Der Unterschied bei der X-Richtung ist zwischen den beiden Gruppen relativ gering (neutral: $M = 1.5$, $SD = 0.92$; emotional: $M = 1.37$, $SD = 0.63$), wobei die emotionale Gruppe eine etwas kleinere Ausdehnung benötigen würde. In Y-Richtung sind die Unterschiede zwischen den Gruppen grösser. Die emotionale Gruppe besitzt einen Skalierungsfaktor von 0.35 ($SD = 1.27$), während die neutrale Gruppe mit einem Skalierungsfaktor von 0.74 ($SD = 1.09$) deutlich näher am Ausgangswert von 1 (dies entspricht keiner Skalierung) liegt. Somit müssen die mentalen Karten der emotionalen Gruppe stärker geschrumpft werden, um der realen Konstellation zu entsprechen. Die Unterschiede sind aber weder in X-Richtung, noch in Y-Richtung signifikant (X: $U = 94.5$, $z = -1.263$, $p = 0.207$; Y: $t(30) = 0.286$, $p = 0.777$).

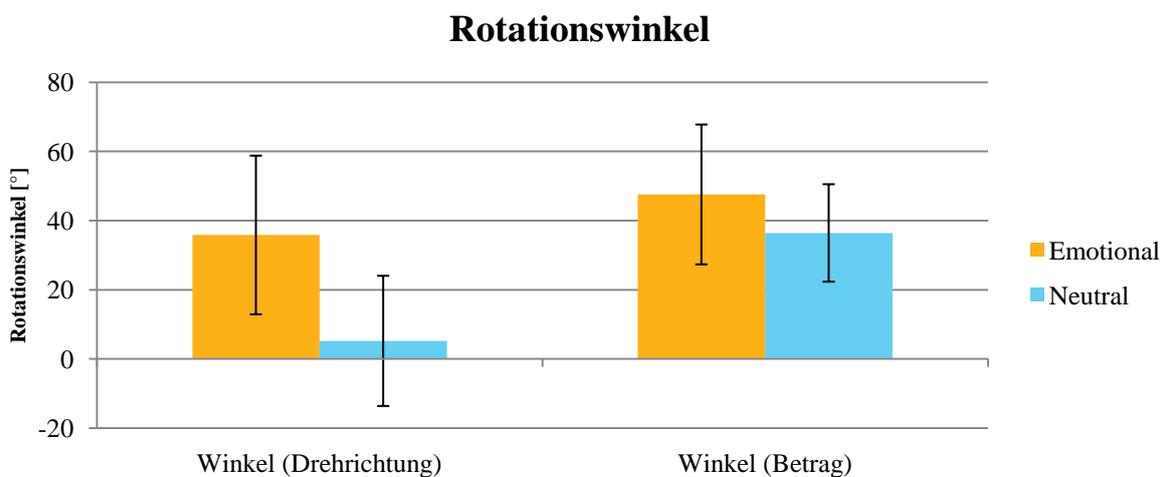


Abbildung 34: Drehrichtung und Betrag des Rotationswinkels der rekonstruierten mentalen Karte (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Als letztes kann der Rotationswinkel betrachtet werden. Auf der linken Seite von Abbildung 34 ist der Rotationswinkel inklusive Drehrichtung abgebildet. Dies bedeutet, dass bei beiden Gruppen der mittlere Rotationswinkel grösser als 0 ist, weshalb die mentalen Karten im Uhrzeigersinn gedreht werden müssten. Der Rotationswinkel der neutralen Gruppe ist mit einem Wert von 5.22° ($SD = 54.35^\circ$) jedoch sehr nahe bei 0, weshalb hier die Drehrichtung nicht so offensichtlich ist, wie dies bei der emotionalen Gruppe ($M = 35.84^\circ$, $SD = 66.21^\circ$) der Fall ist. Die Berechnung des Mittelwertes verzerrt in diesem Fall jedoch die tatsächlichen Rotationswinkel der einzelnen Studentinnen. Bei der emotionalen Gruppe müssten jeweils acht mentale Karten im Uhrzeiger- und acht im Gegenuhrzeigersinn gedreht werden. Die Höhe der Rotationswinkel ist in den Fällen der Uhrzeigersinndrehung jedoch grösser, weshalb der Mittelwert aller Schätzungen deutlich grösser als 0 ist. Ein ähnliches Bild zeigt die Verteilung der neutralen Gruppe. Dort müssten sogar zehn mentale Karten im Gegenuhrzeigersinn gedreht werden und lediglich sechs im Uhrzeigersinn. Zudem sind die Unterschiede nicht signifikant ($U = 103$, $z = -0.942$, $p = 0.346$).

Daher wurde zusätzlich noch der absolute Betrag des Rotationswinkels für die beiden Gruppen berechnet (Abbildung 34 rechts). Im Durchschnitt besitzt die emotionale Gruppe einen Rotationswinkel von 47.56° ($SD = 58.37^\circ$) und die neutrale Gruppe denjenigen von 36.43° ($SD = 40.66^\circ$). Es zeigt sich somit auch hier, dass die mentalen Karten der emotionalen Gruppe stärker gedreht werden müssten, um der realen Konstellation zu entsprechen. Dieser Unterschied ist jedoch nicht signifikant ($U = 124$, $z = -0.151$, $p = 0.88$).

4.2.7 Route zurücklaufen

Bei dieser Aufgabe kann als erstes unterschieden werden, ob die Studentinnen den Weg ohne Fehler zurücklaufen konnten oder nicht. Von den 32 Studentinnen blieben insgesamt 11 ohne Fehler. Betrachtet man zusätzlich die Gruppenzugehörigkeit dieser 11 Studentinnen, so gehörten 9 zur neutralen und nur 2 zur emotionalen Gruppe. Für die drei gemessenen Indikatoren (Zögern, Stopps, Fehler) ergibt sich dadurch folgendes Bild:

Tabelle 4: Auswertung des Tests «Route zurücklaufen»

	Zögern		Fehler		Stopps	
	M	SD	M	SD	M	SD
neutral	1.88	1.22	1	1.32	3.75	2.05
emotional	2.19	0.88	1.75	0.83	4.25	2.22

Die emotionale Gruppe war in jedem der drei Fälle schlechter als die neutrale Gruppe. Die Unterschiede beim Zögern und den Stopps sind nicht signifikant (Zögern: $t(30) = -0.805$, $p = 0.427$; Stopps: $t(30) = -0.641$, $p = 0.526$). Auf dem gewählten Signifikanzniveau von 0.05 ist auch der Unterschied der Fehler nicht signifikant ($U = 79$, $z = -1.943$, $p = 0.052$). Da der p-Wert jedoch sehr nahe am Signifikanzniveau liegt, wurde zusätzlich die Effektstärke berechnet. Diese entspricht mit einem Korrelationskoeffizienten r_s von 0.343 einem mittleren Effekt.

Abbildung 35 stellt eine Übersicht über die Standorte dar, an welchen Fehler aufgetreten sind. Es fällt auf, dass bei den Entscheidungspunkten mit einer Landmarke gesamthaft nur 15 Fehler gemacht wurden. Auf dem Rest der Route wurden hingegen 29 Fehler gemacht. In beiden Fällen ist zudem erkennbar, dass die emotionale Gruppe schlechter war, als die neutrale Gruppe.



Abbildung 35: Übersicht der Fehler beim Zurücklaufen der Route

Die genauen Standorte der Fehler sind in Abbildung 36 visualisiert. Es ist zu erkennen, dass bei einigen Standorten zwar die korrekte Richtung gewählt wurde, die Studentin aber zu früh abgelenkt ist. Dies war beispielsweise bei Standort 2 oder 10 der Fall. Interessant ist auch der Fehler bei Standort 5, da diese Abzweigung erneut zum Startpunkt des Zurücklaufens der Route geführt hat. Als letztes können die Fehler bei Standort 6, 11 und 14 hervorgehoben werden. Diese Fehler beinhalten einen Etagewechsel. Während man bei Standort 6 und 14 auf derselben Etage hätte bleiben müssen, wurde bei Standort 11 die Treppe nach unten genommen, anstatt diejenige, welche zur oberen Etage geführt hätte.

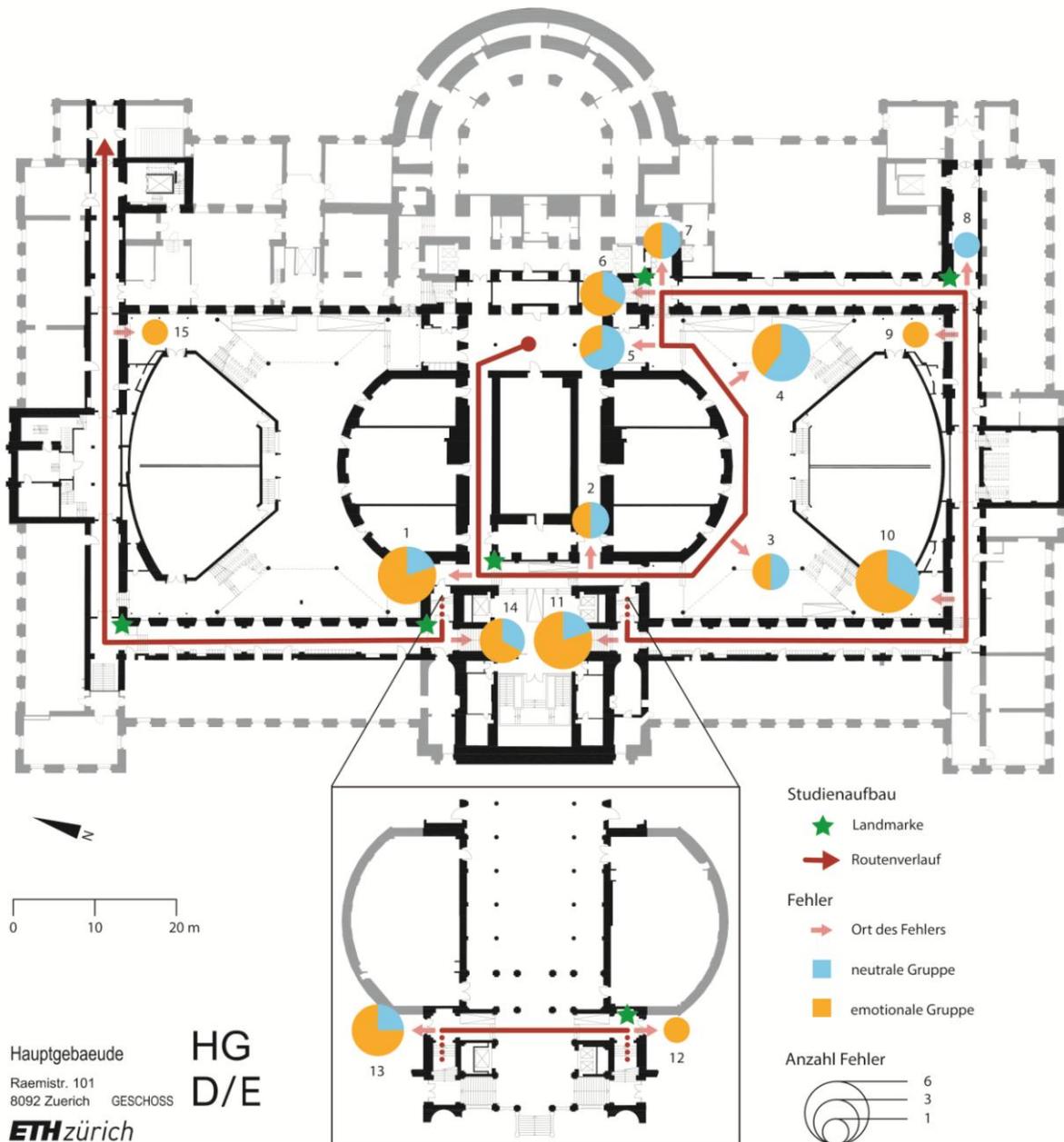


Abbildung 36: Standorte der Fehler beim Zurücklaufen der Route

4.2.8 Fragebogen zur Studie

Durch den Schlussfragebogen konnten neben den gemessenen Resultaten auch die subjektiven Bewertungen der Studentinnen analysiert werden. Die ersten beiden Fragen bezogen sich auf die Komplexität der abgelaufenen Route und des ETH Hauptgebäudes (Abbildung 37).

Schlussfragebogen Frage 1 & 2: Komplexität

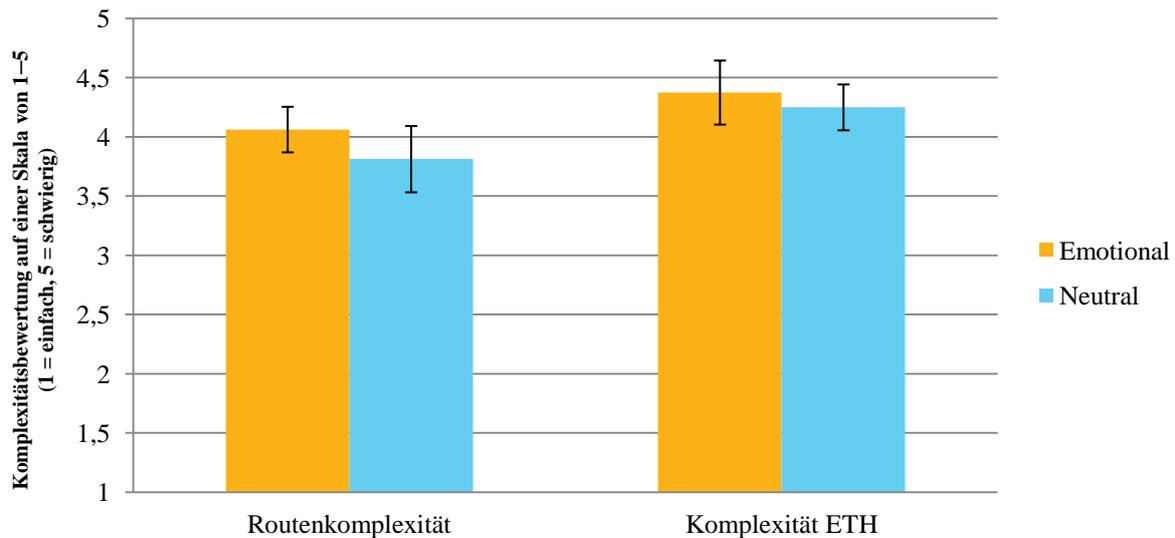


Abbildung 37: Bewertung der Komplexität der Route und des ETH Hauptgebäudes (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Es ist zu erkennen, dass sowohl die Routenkomplexität (emotional: $M = 4.06$, $SD = 0.56$; neutral: $M = 3.82$, $SD = 0.8$) als auch die Komplexität des ETH Hauptgebäudes (emotional: $M = 4.38$, $SD = 0.78$; neutral: $M = 4.25$, $SD = 0.56$) von der emotionalen Gruppe höher eingestuft wurde, als von der neutralen Gruppe.

Bei der Frage zur Beeinträchtigung durch die Geräte der Emotionsmessung gaben alle Studentinnen an, dass sie nicht beeinträchtigt wurden. Danach folgten Fragen in Bezug auf die empfundene Schwierigkeit der gestellten Aufgaben (Abbildung 38).

Schlussfragebogen Frage 4–8: Schwierigkeit der Aufgaben

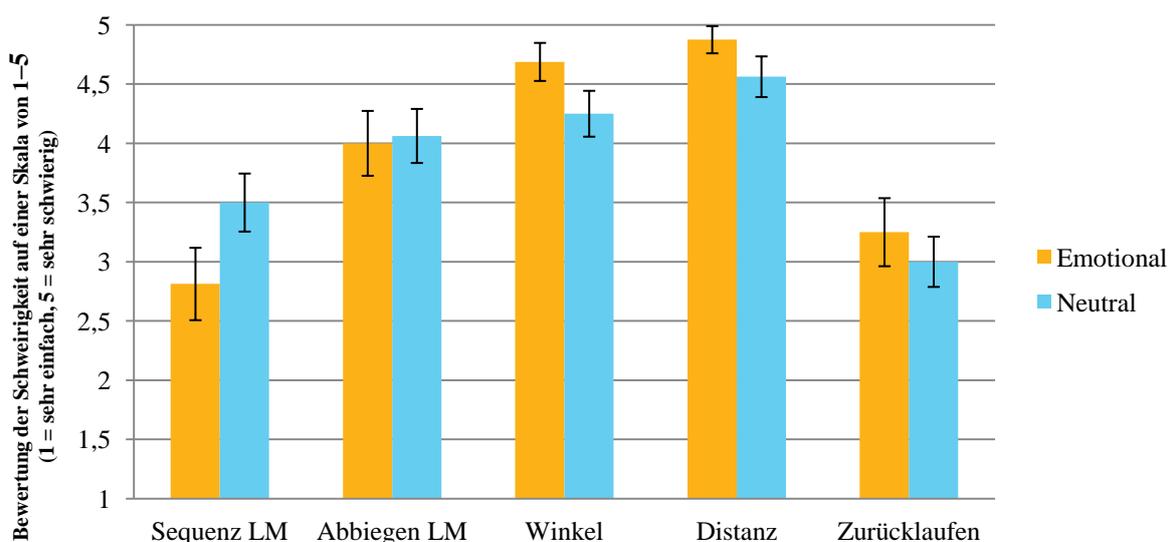


Abbildung 38: Bewertung der Schwierigkeit der einzelnen Aufgaben zum räumlichen Wissen (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Von den fünf Aufgaben wurde die Nennung und Ordnung der Landmarken (emotional: $M = 2.81$, $SD = 0.88$; neutral: $M = 3.5$, $SD = 0.7$), sowie die Angabe des weiteren Routenverlaufs (emotional: $M = 4$, $SD = 0.79$; neutral: $M = 4.06$, $SD = 0.66$) von der emotionalen Gruppe als einfacher eingestuft. Bei den restlichen Aufgaben war genau das Gegenteil der Fall (Winkel: emotional: $M = 4.69$, $SD = 0.46$; neutral: $M = 4.25$, $SD = 0.56$; Distanz: emotional: $M = 4.88$, $SD = 0.33$; neutral: $M = 4.56$, $SD = 0.5$; Zurücklaufen: emotional: $M = 3.25$, $SD = 0.83$; neutral: $M = 3$, $SD = 0.61$). Zu erkennen ist ausserdem, dass der erste Teil des Landmarkentests und das Zurücklaufen der Route im Gegensatz zu den übrigen Tests als einfacher eingestuft wurden.

Bei den nächsten Fragen ging es um die Verwendung von Bildern als Landmarken. Von der emotionalen Gruppe gaben 88% der Studentinnen an, dass Bilder an Entscheidungspunkten die räumliche Orientierung erleichtern können. Auch bei der neutralen Gruppe war die Zustimmung dieser Aussage mit 75% sehr hoch. In der Anschlussfrage, welche nur von denjenigen ausgefüllt wurde, die bei der vorherigen Frage «Nein» angekreuzt hatten, gaben zwei Studentinnen der neutralen Gruppe an, dass andere Bilder nützlicher gewesen wären. Insbesondere spannendere, farbigere und grössere Bilder wären gewünscht worden. Die restlichen Studentinnen (je zwei aus der neutralen und zwei aus der emotionalen Gruppe) verneinten diese Frage, da das Gebäude zu komplex war, die Bilder eher eine Ablenkung darstellten und andere im Gebäude existierende Landmarken als Hilfestellung verwendet wurden.

Bei der Suche von Studentinnen wurde darauf geachtet, dass diese das ETH Hauptgebäude noch nicht kannten. Viele der Studentinnen gaben jedoch an, bereits im Fitnesszentrum oder in der Haupthalle gewesen zu sein. Da diese Orte in der abgelaufenen Route nicht vorkamen, wurde diese Verletzung der Studienvorgabe toleriert. Um nachträglich überprüfen zu können, ob der Bekanntheitsgrad des ETH Hauptgebäudes wirklich keinen Einfluss hatte, wurde dieser im Schlussfragebogen abgefragt.

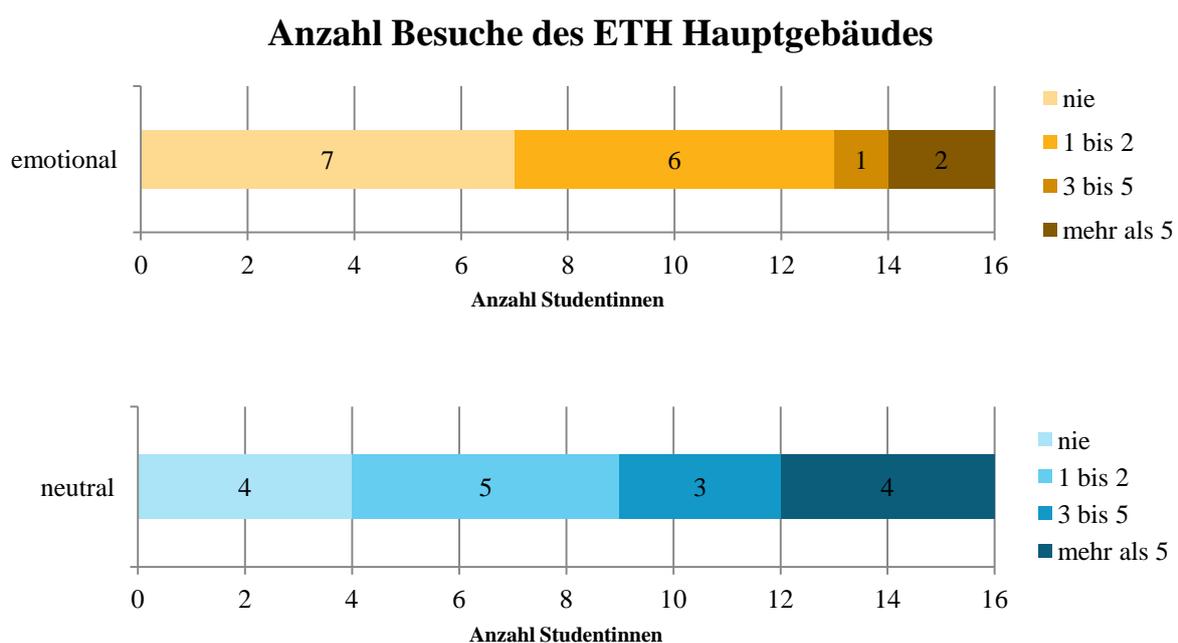


Abbildung 39: Bekanntheitsgrad des ETH Hauptgebäudes aufgeteilt nach Gruppen

In der Auswertung (Abbildung 39) fällt auf, dass der Bekanntheitsgrad des ETH Hauptgebäudes in der emotionalen Gruppe kleiner ist, als in der neutralen Gruppe. Um zu überprüfen, ob die neutrale Gruppe in den einzelnen Tests dadurch besser war, wurde eine Rangkorrelation nach Spearman durchgeführt (Tabelle 5–8). Lediglich beim Zurücklaufen der Route konnte eine signifikante Korrelation zwischen dem Bekanntheitsgrad und dem Zögern festgestellt werden. Es handelt sich dabei um eine positive Korrelation («je grösser der Bekanntheitsgrad, desto grösser die Anzahl an zögerlichem Verhalten»), deren Effektstärke einem mittleren Effekt entspricht.

Tabelle 5: Korrelation zwischen dem Bekanntheitsgrad und der Richtungs-/Distanzschätzung

	Richtungsschätzung	Distanzschätzung
r_s	0.117	-0.047
p	0.525	0.797

Tabelle 6: Korrelation zwischen dem Bekanntheitsgrad und dem Landmarkentest

	Nennung	Ordnung	Richtungen	Verbindungen
r_s	-0.087	0.092	0.001	-0.073
p	0.635	0.617	0.994	0.691

Tabelle 7: Korrelation zwischen dem Bekanntheitsgrad und der Rekonstruktion der mentalen Karte

	R²	Skalierung X	Skalierung Y	Winkel (Betrag)
r_s	-0.057	-0.133	-0.006	-0.048
p	0.757	0.468	0.975	0.793

Tabelle 8: Korrelation zwischen dem Bekanntheitsgrad und dem Zurücklaufen der Route

	Zögern	Fehler	Stopps
r_s	0.388	-0.193	-0.031
p	0.028*	0.291	0.864

Als letztes wurde noch gefragt, wie die Studentinnen ihre Leistung bei den gelösten Tests einschätzen. Die neutrale Gruppe gab einen leicht besseren Wert an ($M = 2.44$, $SD = 0.73$), als dies die emotionale Gruppe getan hat ($M = 2.19$, $SD = 0.83$). Beide Gruppen schätzten ihre Leistung jedoch als eher schlecht ein.

4.2.9 Emotionale Reaktion

Im Folgenden soll gezeigt werden, welche emotionale Reaktion durch die Landmarken ausgelöst wurde. Dazu wurden einerseits subjektive Bewertungen mit SAM erhoben und andererseits physiologische Messungen (EMG und EDA) durchgeführt.

SAM

Die Studentinnen wurden bei jeder Landmarke aufgefordert, die Bilder anhand des SAM-Bewertungsinstrumentes zu beurteilen. Dieses fragt auf einer Skala von 1–9 (1 = unglücklich, ruhig; 9 = glücklich, erregt) die beiden Dimensionen Valenz und Arousal ab. Die Bilder stammen aus der IAPS Datenbank, welche für den amerikanischen Kontext erstellt wurde. Daher soll in einem ersten Schritt verglichen werden, ob sich die Bewertungen der Studentinnen stark von den Bewertungen der IAPS Datenbank unterscheiden und ob die Bilder entsprechend ihrer vorgegebenen Emotionalität bewertet wurden (positiv: Werte von 7–9, negativ: Werte von 1–3, neutral: Werte von 4–6). Als erstes werden in Abbildung 40 die Bewertungen der Valenz aller Bilder dargestellt.

Valenzbewertung

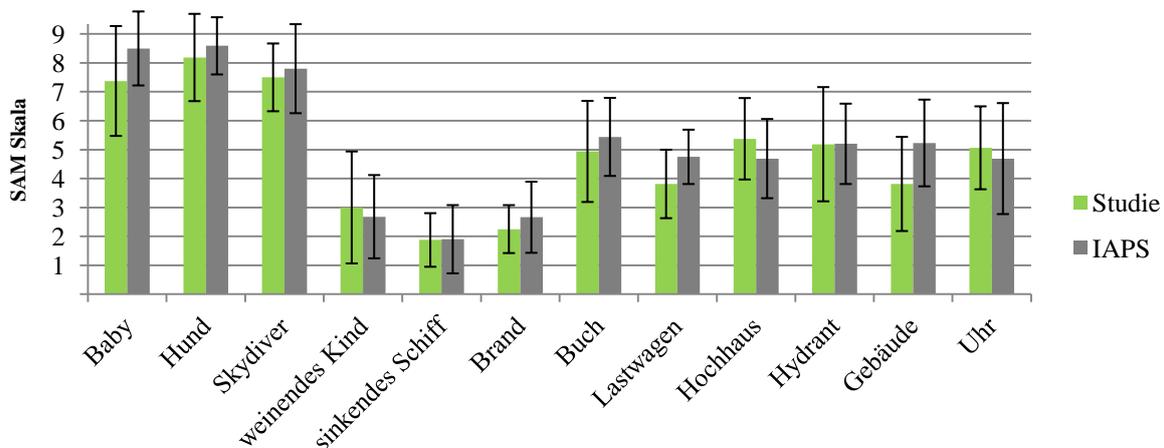


Abbildung 40: Vergleich der Valenzbewertungen der Studentinnen aus der Hauptstudie mit den Werten des IAPS (Lang et al., 2008) (Mittelwerte \pm Standardabweichung)

Es ist zu erkennen, dass alle Bilder von den Studentinnen entsprechend der erwarteten Emotionalität bewertet wurden. Die neutralen Bilder wurden eher etwas negativer eingeschätzt, insbesondere das Bild des Lastwagens und des Gebäudes. Jedoch sind die Bilder nach wie vor eher neutral als negativ eingeschätzt worden. Vergleicht man die Bewertungen der Studentinnen mit denjenigen aus der IAPS Datenbank so wird ersichtlich, dass vor allem bei den positiven und neutralen Bildern Unterschiede erkennbar sind. Diese sind aber nicht so gross, als dass die Emotionalität gewechselt hätte.

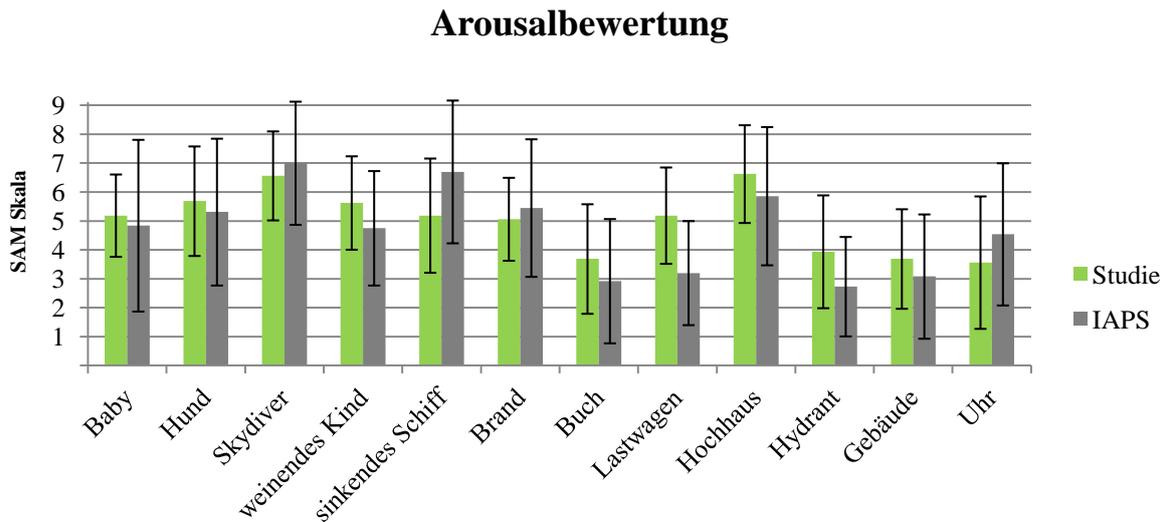


Abbildung 41: Vergleich der Arousalbewertungen der Studentinnen aus der Hauptstudie mit den Werten des IAPS (Lang et al., 2008) (Mittelwerte \pm Standardabweichung)

Abbildung 41 zeigt die Unterschiede in den Arousalbewertungen. Die emotionalen Bilder ($M = 5.55$, $SD = 1.74$) wurden leicht höher bewertet, als die neutralen Bilder ($M = 4.45$, $SD = 2.19$). Diese Unterschiede sind aber nicht so ausgeprägt wie bei der IAPS Datenbank (emotionale Bilder: $M = 5.68$, $SD = 3.72$; neutrale Bilder: $M = 3.72$, $SD = 2.11$). Vergleicht man die Bewertungen der einzelnen Bilder zwischen den Studentinnen der Hauptstudie und der IAPS Datenbank, so sind vor allem Unterschiede bei den neutralen Bildern und beim Bild des sinkenden Schiffes zu erkennen. Auch hier sind die Unterschiede jedoch nicht bedeutend, da das Ziel der Bilder vor allem darin lag, eine genügend hohe Erregung auszulösen.

Die Resultate der subjektiven Bewertung haben gezeigt, dass sowohl in der Valenz-, wie auch in der Arousaldimension Veränderungen durch die Landmarken hervorgerufen wurden. Ob dies jedoch auch zu einer tatsächlichen Reaktion geführt hat, wird nun anhand der physiologischen Messungen überprüft.

EMG

Zuerst wird die gemessene Valenz anhand der Muskelaktivitäten des *Zygomaticus* und *Corrugators* untersucht. Das genaue Vorgehen zur Berechnung der Valenz aus den Rohdaten ist in Kapitel 3.5.5 zu finden. Die Daten einer Studentin (ID12) aus der neutralen Gruppe wurden nicht beachtet, da die Signalübermittlung nicht funktioniert hat.

Valenz (Zygomaticus–Corrugator)

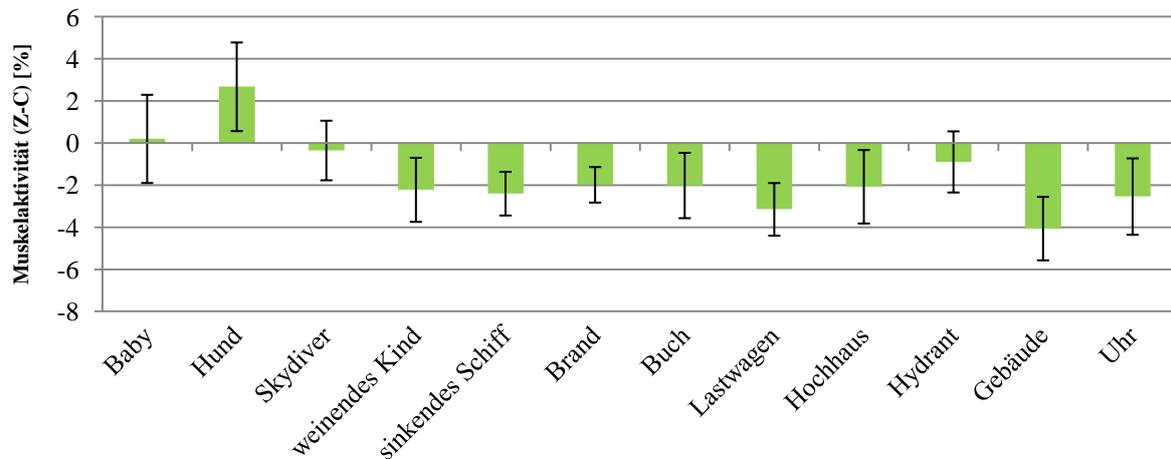


Abbildung 42: Durch EMG gemessene Valenz der einzelnen Bilder (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Aus Abbildung 42 ist ersichtlich, dass fast alle Bilder zu leicht negativen Reaktionen geführt haben. Lediglich das Bild des Babys und der Hunde befinden sich im positiven Valenzbereich. Dies bedeutet, dass die *Corrugator* Muskelaktivität bei fast allen Bildern höher war und die Studentinnen somit vermehrt die Stirn gerunzelt haben. Zudem kann noch angefügt werden, dass die Spannweite der gemessenen Werte bei den emotionalen Bildern (*Corrugator*: 4.6% bis 5.8%, *Zygomaticus*: 2.6% bis 7.5%) beim *Zygomaticus* grösser waren, während bei den neutralen Bildern (*Corrugator*: 5.2% bis 7.6%, *Zygomaticus*: 3.1% bis 4.9%) das Gegenteil der Fall war. Fasst man die Bilder entsprechend ihrer Emotionalität zusammen, ergibt sich folgendes Bild:

Valenz (Zygomaticus–Corrugator)

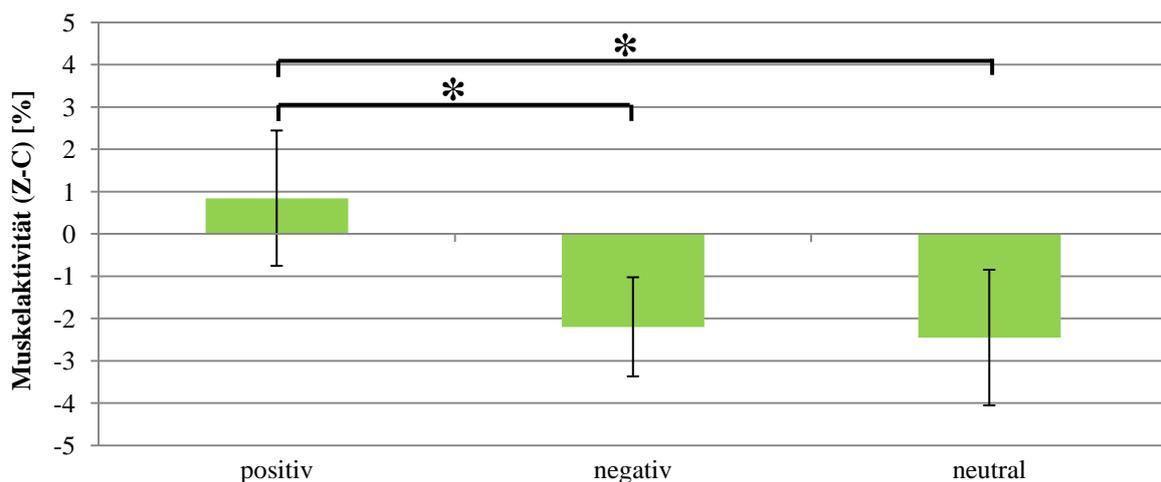


Abbildung 43: Durch EMG gemessene Valenz der Bildergruppen (positiv, negativ, neutral) (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Es ist zu erkennen, dass positive und negative Bilder durch die gemessene Valenz korrekt abgebildet werden. Die Werte sind jedoch sehr nahe bei 0 und die gemessene Valenz somit eher klein. Gemäss dem Kruskal-Wallis Test unterscheiden sich die drei Gruppen voneinander ($\chi^2 = 13.638$, $p = 0.001$).

Der Dunn-Bonferroni Post-hoc-Test präzisiert diese Unterschiede und zeigt, dass sich nur die positiven Bilder signifikant von den negativen ($z = 2.711$, $p = 0.02$) und von den neutralen Bildern ($z = 3.607$, $p = 0.001$) unterscheiden. Die neutralen Bilder waren in Bezug auf die gemessene Valenz den negativen Bildern somit sehr ähnlich.

EDA

Für die Arousalberechnung wurde die Veränderung der Hautleitfähigkeit gegenüber der Baseline betrachtet (siehe Kapitel 3.5.5). Auch hier mussten aufgrund von Signalausfällen die Daten zweier Studentinnen (ID12: neutrale Gruppe, und ID22: emotionale Gruppe) aus der Analyse entfernt werden. Abbildung 44 fasst die Auswertung der EDA Daten zusammen, wobei zu beachten ist, dass negative Werte eine Zunahme der Erregung bedeuten.

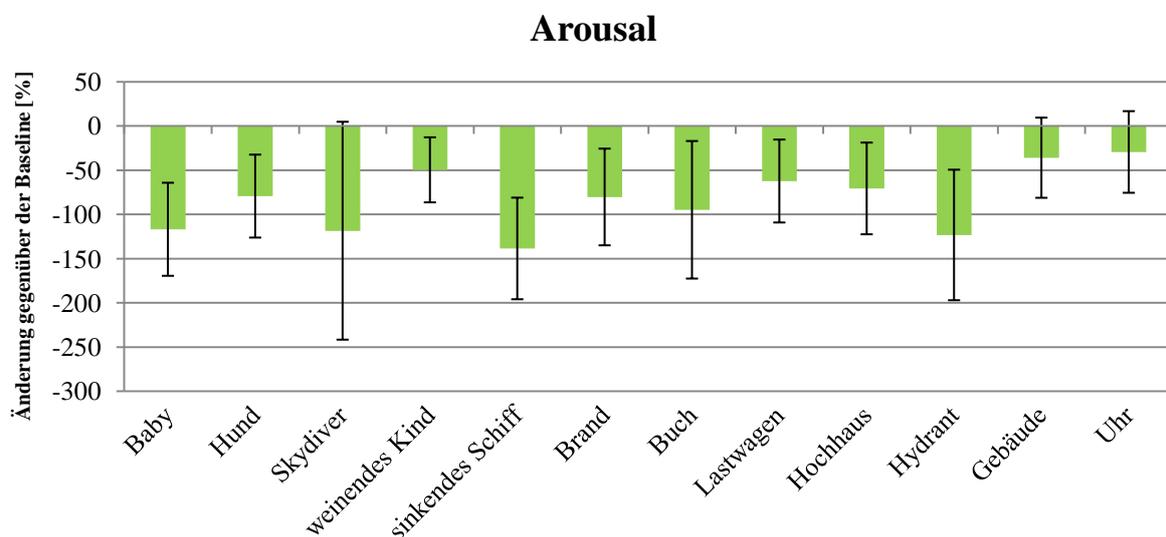


Abbildung 44: Durch EDA gemessenes Arousal der einzelnen Bilder (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

Es fällt deutlich auf, dass alle Bilder eine Steigerung der Erregung im Vergleich zur Baselinemessung ausgelöst haben. Im Schnitt war die Steigerung der Erregung durch emotionale Bilder höher ($M = -97.25\%$, $SD = 192.53\%$) als durch neutrale Bilder ($M = -69.45\%$, $SD = 166.82\%$). Der Unterschied ist jedoch nicht signifikant ($U = 3531$, $z = -1.485$, $p = 0.138$).

Vergleich der physiologischen Messung und SAM

Als nächstes werden die Resultate der subjektiven Bewertung (SAM) mit denjenigen der physiologischen Messungen (EMG, EDA) verglichen. Da bei der Auswertung der EMG- und EDA-Daten Studentinnen aufgrund von Signalausfällen aus der Analyse ausgeschlossen werden mussten, wurden die SAM Bewertungen dieser Studentinnen auch in diesem Fall entfernt. Für den Vergleich wurde eine Rangkorrelation nach Spearman durchgeführt (Tabelle 9–11).

Alle Bilder

Tabelle 9: Korrelation zwischen SAM und den physiologischen Messungen (alle Bilder)

	Valenz	<i>Corrugator</i>	<i>Zygomaticus</i>	Arousal
r_s	0.269	-0.174	0.252	0.08
p	<0.001*	0.019*	<0.001*	0.29

Emotionale Bilder

Tabelle 10: Korrelation zwischen SAM und den physiologischen Messungen (emotionale Bilder)

	Valenz	<i>Corrugator</i>	<i>Zygomaticus</i>	Arousal
r_s	0.349	-0.143	0.378	0.289
p	<0.001*	0.18	<0.001*	0.006*

Neutrale Bilder

Tabelle 11: Korrelation zwischen SAM und den physiologischen Messungen (neutrale Bilder)

	Valenz	<i>Corrugator</i>	<i>Zygomaticus</i>	Arousal
r_s	0.229	-0.245	0.106	-0.056
p	0.03*	0.02*	0.32	0.599

Untersucht man den Zusammenhang mit allen Bildern, so korrelieren die drei Valenzmessungen signifikant mit den SAM-Bewertungen und weisen einen schwachen Effekt auf. Zu beachten gilt, dass beim *Corrugator* ein negativer Zusammenhang besteht (eine tiefe SAM Bewertung entspricht einer hohen Muskelaktivität des *Corrugators*). Beim Arousal konnte keine signifikante Korrelation gefunden werden. Um die Korrelation aller Bilder genauer nachvollziehen zu können, werden die Bildkategorien zusätzlich separat betrachtet. Bei den emotionalen Bildern korrelieren die subjektiven Bewertungen sowohl signifikant mit der gemessenen Valenz (mittlerer Effekt), als auch mit dem gemessenen Arousal (schwacher Effekt). Bei der Valenz wurde zusätzlich die Korrelation mit den beiden untersuchten Gesichtsmuskeln angeschaut. Diese zeigt eine signifikante Korrelation mit dem *Zygomaticus* (mittlerer Effekt). Bei den neutralen Bildern können lediglich bei der gesamten Valenz und beim *Corrugator* signifikante Zusammenhänge mit einem mittleren Effekt gefunden werden.

4.2.10 Vergleich der Resultate der Studie mit den *Spatial Abilities*

In den Vortests wurden drei verschiedene *Spatial Abilities* Tests durchgeführt (siehe Kapitel 3.4). Daher können die Resultate der Hauptstudie auch mit diesen drei Tests verglichen werden. Da beim Test zur Merkfähigkeit jedoch ein Dacheffekt aufgetreten ist (siehe Kapitel 4.1.3), wird dieser für den Vergleich nicht berücksichtigt. Der Hauptfokus liegt daher auf dem Test zur räumlichen Orientierung (TRO) und dem Fragebogen zu den räumlichen Strategien (FRS). Um die Resultate vergleichen zu können, wurden Korrelationen berechnet. Für gewisse Tests wurden die Studentinnen, um detailliertere Informationen erhalten zu können, zusätzlich anhand ihrer Ergebnisse in den Vortests per Mediansplit in eine Gruppe mit hohen und tiefen *Spatial Abilities* eingeteilt (hier abgekürzt in «hohe SA» und «tiefe SA»).

Landmarkentest

Beim Landmarkentest kann lediglich bei der Angabe der gesehenen Bilder und bei deren Ordnung eine signifikante Korrelation gefunden werden. Bei der Richtungsangabe des weiteren Routenverlaufes und der korrekten Verknüpfung von Richtung und Bild ist dies nicht der Fall. Weiter wurde bereits in Kapitel 4.2.3 angedeutet, dass die Ordnung der Bilder stark mit der Nennung der Bilder verknüpft ist. Dies kann auch hier bestätigt werden, da die Korrelationen in beiden Fällen gleich sind. Daher ist in Tabelle 12 nur die Korrelationsanalyse nach Spearman zwischen den korrekten Nennungen der Bilder und den *Spatial Abilities* abgebildet. Signifikante Korrelationen bestehen lediglich beim TRO-Gesamtvergleich und bei der neutralen Gruppe. Beide Korrelationen sind positiv («je mehr Bilder korrekt genannt werden konnten, desto grösser ist der Winkelschätzfehler im TRO»). Erstere entspricht einem mittleren Effekt und letztere einem starken Effekt.

Tabelle 12: Korrelation zwischen der Anzahl richtig genannter Bilder und den *Spatial Abilities* (TRO und FRS)

	Gesamtvergleich		Emotionale Gruppe		Neutrale Gruppe	
	TRO	FRS	TRO	FRS	TRO	FRS
r_s	0.361	0.164	0.191	0.313	0.538	0.219
p	0.042*	0.368	0.478	0.238	0.032*	0.415

Richtungs- und Distanzschätzung

Sowohl bei der Richtungs-, wie auch bei der Distanzschätzungsaufgabe kann keine signifikante Korrelation gefunden werden. Dies ist auch bei der getrennten Betrachtung der einzelnen Gruppen der Fall. Jedoch wurde bereits in Kapitel 4.2.4 ein Interaktionseffekt zwischen der Emotionalität und den *Spatial Abilities* beschrieben. Dabei konnte gezeigt werden, dass bei Personen mit tiefen SA die Winkelschätzfehler in der neutralen Gruppe deutlich tiefer waren, als in der emotionalen Gruppe.

Rekonstruktion der mentalen Karte

Die mentale Karte der Studentinnen konnte anhand der Richtungs- und Distanzschätzung rekonstruiert werden. Bei den dabei entstandenen Outputs (R^2 -Bestimmtheitsmass, Skalierungsfaktor und Rotationswinkel) können lediglich beim R^2 -Bestimmtheitsmass signifikante Korrelationen mit den *Spatial Abilities* gefunden werden (Tabelle 13). Beim TRO korreliert das R^2 -Bestimmtheitsmass sowohl beim Gesamtvergleich (mittlerer Effekt), als auch bei der isolierten Betrachtung der emotionalen Gruppe (starker Effekt) signifikant mit den *Spatial Abilities*. Je grösser das R^2 -Bestimmtheitsmass, desto kleiner war der Winkelschätzfehler im TRO. Bei der neutralen Gruppe ist dies nicht der Fall. Wird jedoch der FRS als Basis für die Gruppeneinteilung verwendet, ist in allen drei Vergleichen das Gegenteil der Fall. Somit kann lediglich bei der neutralen Gruppe eine signifikante Korrelation nachgewiesen werden (starker Effekt). Es gilt jedoch zu beachten, dass auch diese Korrelation negativ ist. Somit entspricht ein hoher R^2 -Wert einem tiefen FRS-Wert bzw. tiefen SA.

Tabelle 13: Korrelation zwischen dem R^2 -Bestimmtheitsmass und den *Spatial Abilities* (TRO und FRS)

	Gesamtvergleich		Emotionale Gruppe		Neutrale Gruppe	
	TRO	FRS	TRO	FRS	TRO	FRS
r_s	-0.453	-0.132	-0.624	0.299	-0.282	-0.563
p	0.009*	0.471	0.01*	0.261	0.289	0.023*

Route zurücklaufen

Beim Zurücklaufen der Route wurden nebst den gemachten Fehlern, die Anzahl Stopps und zögerliches Verhalten notiert. Beim Zögern und den Stopps kann keine signifikante Korrelation gefunden werden (alle $p > 0.05$). Der Vergleich zwischen den Anzahl Fehlern beim Zurücklaufen der Route und den *Spatial Abilities* (Tabelle 14) zeigt hingegen ein ähnliches Bild, wie dies bereits bei der Richtungsschätzung der Fall war. Sowohl beim Gesamtvergleich, wie auch bei der separaten Betrachtung der neutralen Gruppe korrelieren die Fehler signifikant mit den FRS-Werten. In beiden Fällen ist die Korrelation negativ, wodurch ein hoher FRS-Wert einer geringen Anzahl Fehler beim Zurücklaufen der Route entspricht. Beim Gesamtvergleich handelt es sich um einen mittleren Effekt und bei der neutralen Gruppe um einen starken Effekt.

Tabelle 14: Korrelation zwischen den Fehlern beim Zurücklaufen der Route und den *Spatial Abilities* (TRO und FRS)

	Gesamtvergleich		Emotionale Gruppe		Neutrale Gruppe	
	TRO	FRS	TRO	FRS	TRO	FRS
r_s	0.101	-0.36	0.041	-0.183	0.14	-0.627
p	0.581	0.043*	0.881	0.497	0.606	0.009*

In Abbildung 45 ist der Vergleich zwischen den Studentinnen mit hohen und tiefen SA dargestellt. Es ist zu erkennen, dass die Studentinnen mit tiefen SA unabhängig der Emotionalität eine relativ ähnliche Fehleranzahl aufweisen und diese stark streuen. Bei den Studentinnen mit hohen SA fällt jedoch auf, dass diejenigen der neutralen Gruppe deutlich besser sind. Diese Unterschiede sind sowohl beim TRO ($U = 13.5$, $z = -2.1$, $p = 0.036$), wie auch beim FRS ($U = 5$, $z = -3.105$, $p = 0.002$) signifikant und entsprechen einem starken Effekt (TRO: $r_s = 0.525$; FRS: $r_s = 0.776$).

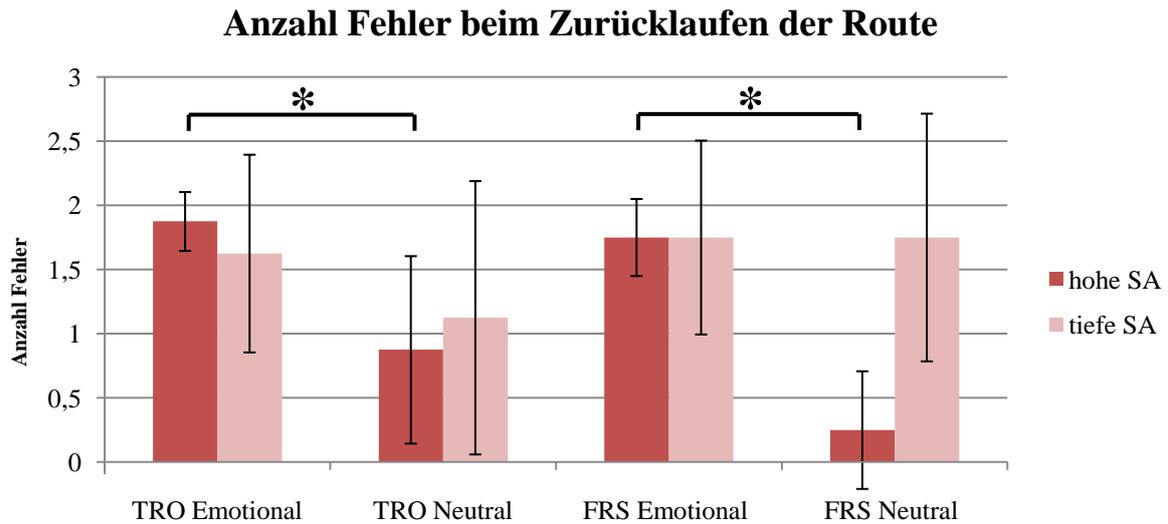


Abbildung 45: Anzahl Fehler beim Zurücklaufen der Route aufgeteilt nach hohen und tiefen SA (TRO und FRS) (Mittelwert + 95% Konfidenzintervall)

5 DISKUSSION

In diesem Kapitel werden die Resultate in Bezug auf die Forschungsfragen (siehe Kapitel 1.2) und die aufgestellten Hypothesen (siehe Kapitel 3.1) diskutiert und mit dem theoretischen Hintergrund (siehe Kapitel 2) in Verbindung gebracht. Es wird zunächst auf die Emotionsinduktion und die emotionale Reaktion der Studentinnen eingegangen, da dies die Grundlage der Hauptforschungsfrage darstellt. In diesem Zusammenhang werden zudem die beiden Methoden der Emotionsmessung verglichen. Danach werden die drei Unterforschungsfragen beantwortet und die Studie kritisch beurteilt.

5.1 Emotionale Reaktion: Vergleich der Methoden der Emotionsmessung

Bevor die Frage diskutiert wird, ob die subjektiven Bewertungen der Landmarken mit den physiologischen Messungen in den beiden Gruppen korrelieren, macht es Sinn, in einem ersten Schritt die Emotionsinduktion zu überprüfen. Dadurch soll sichergestellt werden, dass die Landmarken auch tatsächlich eine emotionale Reaktion ausgelöst haben. Dazu mussten die Studentinnen während der Hauptstudie bei jeder Landmarke eine SAM-Bewertung ausfüllen. Die Auswertung der Valenzbewertungen zeigt, dass die Landmarken entsprechend ihrer Emotionalität bewertet wurden und den vorgegebenen Vergleichswerten der IAPS Datenbank (Lang et al., 2008) in den meisten Fällen relativ gut entsprechen. Gewisse Unterschiede könnten auf das Studiendesign (*Between Subject*) zurückgeführt werden. Da die Studentinnen entweder in der emotionalen oder neutralen Gruppe waren, sahen sie nur einen Teil der Bilder. Bei der neutralen Gruppe fehlte dadurch beispielsweise der Vergleich zu den sehr positiven und negativen Bildern. Das Bild des Gebäudes und des Lastwagens wurden vermutlich aus diesem Grund eher negativer bewertet, als dies bei der IAPS Datenbank der Fall war.

Auch die Bewertungen des Arousals stimmen im Grossen und Ganzen mit den Vergleichswerten der IAPS Datenbank überein, wenn auch die Unterschiede etwas grösser sind. Einerseits könnte auch hier die mangelnde Vergleichbarkeit eine Rolle gespielt haben. Andererseits könnte die Einschätzung der Erregung schwieriger gewesen sein, da man sich eine solche Bewertung nicht gewöhnt ist. Grundsätzlich kann anhand der subjektiven Bewertung jedoch darauf geschlossen werden, dass eine emotionale Reaktion bei den Studentinnen ausgelöst wurde, wie dies in früheren Studien auch gemacht wurde (z.B. Bradley et al., 1992; Brunyé et al., 2009; Balaban et al., 2014).

Als zweiter Nachweis der Emotionsinduktion wurden physiologische Messungen durchgeführt (EDA und EMG). Die Betrachtung der gemessenen Valenz zeigt, dass bei den positiven Bildern die Muskelaktivität des *Zygomaticus* grösser war, als die des *Corrugators*, wodurch im Schnitt eine leicht positive Valenz zu erkennen ist. Diese unterscheidet sich signifikant von den negativen und neutralen Bildern, welche eine negative Valenz aufweisen. Die Valenz der neutralen Bilder ist somit tiefer, als dies gemäss den SAM Bewertungen zu erwarten war. Betrachtet man jedes Bild einzeln, kann zudem erkannt werden, dass nur das Bild der Hunde eine deutlich positive Valenz aufweist. Dies ist doch eher überra-

schend, da aufgrund der Befunde von Bradley und Lang (2007) davon ausgegangen wurde, dass beispielsweise vor allem das Bild des Babys eine sehr starke Aktivität des *Zygomaticus* und dadurch hohe Valenz auslösen sollte. Aus der Beobachtung der Studentinnen während der Hauptstudie kann darauf geschlossen werden, dass der Hauptgrund dieser Unterschiede in der Bewertungsaufgabe selbst lag. Viele der Studentinnen haben die Bilder sehr kritisch betrachtet, da sie sich bereits bei der Betrachtung mit der anschließenden SAM-Bewertung auseinandergesetzt haben. Zudem kann es sein, dass die Studentinnen in der Testsituation möglichst gut abschneiden wollten und sich deshalb möglichst nicht ablenken lassen wollten. Als Folge dessen haben sie vermehrt die Muskeln des *Corrugators* angespannt. Die gemessenen Arousalwerte liegen bei jedem Bild im negativen Bereich, was einem Anstieg der Erregung im Vergleich zur Baseline entspricht.

Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass die Landmarken eine entsprechende emotionale Reaktion ausgelöst haben und die Emotionsinduktion grundsätzlich funktioniert hat. Als nächstes wird nun diskutiert, wie die subjektiven Bewertungen mit den physiologischen Messungen zusammenhängen.

Gesamthaft ist lediglich bei den Messungen der Valenz eine signifikante Korrelation zu finden. Werden die Bildkategorien jedoch separat betrachtet, konnte bei den emotionalen Bildern sowohl bei der Valenz, wie auch beim Arousal eine signifikante positive Korrelation gefunden werden. Bei den neutralen Bildern war nur der Zusammenhang in Bezug auf die Valenz signifikant. Diese weisen einen schwachen oder mittleren Effekt auf und sind zum Teil auch erkennbar, wenn der *Corrugator* und *Zygomaticus* getrennt analysiert werden. Die fehlende Korrelation beim *Corrugator* der emotionalen Bilder könnte auf die Tatsache zurückzuführen sein, dass viele Studentinnen unabhängig des Bildes sehr konzentriert waren und die Werte des *Corrugators* somit eher ausgeglichen waren. Ein möglicher Grund für die fehlende Korrelation beim Arousal könnte erneut auf den Mangel differenzierter Bilder zurückzuführen sein. Zusätzlich war die Definition der Zeitabschnitte der einzelnen Stimuli problematisch. Dazu wurden während der Routenführung bei der Betrachtung der Bilder Marker gesetzt, um bei der nachträglichen Datenauswertung die einzelnen Stimuli analysieren zu können. Im ETH Hauptgebäude (und vermutlich auch in anderen realen Umgebungen) kam es jedoch oft vor, dass eine Landmarke bereits früh erkannt werden konnte. Es war somit schwierig, den genauen Startzeitpunkt des Stimulus zu bestimmen (siehe Kapitel 5.5).

Im Vergleich zu den gefundenen Korrelationen von Lang et al. (1993) (Arousal: $r = 0.81$, *Corrugator*: $r = -0.9$, *Zygomaticus*: 0.9) und Greenwald et al. (1989) (Arousal: $r = 0.25$, Valenz: $r = 0.78$, *Corrugator*: $r = -0.88$, *Zygomaticus*: 0.89), sind die Korrelationskoeffizienten dieser Studie deutlich tiefer oder in Bezug auf das Arousal nicht nachweisbar. Ein erster möglicher Grund dafür könnte erneut die problematische Festlegung der Marker sein. Je nach Festlegung könnten andere Arousalwerte resultieren, welche wiederum einen Einfluss auf mögliche Korrelationen hätten. Weiter muss auch die Bildauswahl kritisch betrachtet werden. Bradley und Lang (2007) fanden heraus, dass nur geringe Unterschie-

de in der Hautleitfähigkeit zu erwarten sind, falls keine Bilder mit sehr hohen Arousalwerten (z.B. erotische Bilder) im Experiment verwendet werden. Daher könnte das Fehlen solcher Bilder die Korrelationen entscheidend beeinflussen. Zuletzt könnte auch die reale Situation für die Unterschiede verantwortlich sein. Im Vergleich zu einer Laborsituation ist man in einer realen Umgebung sehr vielen Einflüssen ausgesetzt und die Bilder werden stärker in den Kontext der Umgebung gesetzt. Eine Studentin hat beispielsweise erwähnt, dass das Bild des Hydranten überhaupt nicht in die Umgebung passte, weshalb sie im ersten Moment der Bildbetrachtung lachen musste.

Werden diese Erkenntnisse in Bezug auf die Fragestellung zusammengefasst, kann die zu Beginn aufgestellte Hypothese (*«Es besteht sowohl bei der Valenz, als auch beim Arousal eine Korrelation zwischen den subjektiven Bewertungen und den physiologischen Messungen.»*) nur zum Teil angenommen werden.

Antwort auf die 4. Forschungsfrage:

In Bezug auf die Valenz konnte sowohl bei der Gesamtbetrachtung aller Bilder, wie auch bei der separaten Untersuchung der beiden Bildkategorien (emotionale und neutrale Bilder) eine Korrelation zwischen den subjektiven Bewertungen und den physiologischen Messungen nachgewiesen werden. Im Gegensatz dazu konnte für das Arousal lediglich bei der isolierten Betrachtung der emotionalen Bilder eine signifikante Korrelation gefunden werden.

5.2 Einfluss emotionaler Landmarken auf das Landmarken- und Routenwissen

Für die Beantwortung der ersten Forschungsfrage (*«Unterscheiden sich Studentinnen aus der emotionalen Gruppe von denjenigen der neutralen Gruppe in Bezug auf das aufgebaute Landmarken- und Routenwissen?»*) wurde eine Erinnerungsaufgabe in Bezug auf die Landmarken durchgeführt und zusätzlich das Zurücklaufen der Route bewertet. Dabei erwies sich vor allem der Landmarkentest als schwierig, da es lediglich einer Studentin der emotionalen Gruppe gelungen ist, ohne Fehler zu bleiben. Die Aufgabe des Zurücklaufens der Route konnte hingegen von 11 Studentinnen fehlerfrei gelöst werden.

Als erstes soll das aufgebaute Landmarkenwissen diskutiert werden. Die zugehörige Aufgabe des Landmarkentests war die Aufzählung der gesehenen Bilder (*Free Recall Test*). Vom gesamten Landmarkentest war dies die Aufgabe mit den besten Testergebnissen. Die emotionale Gruppe konnte in 97% aller Fälle die gesehenen Bilder aus der Erinnerung abrufen, während die neutrale Gruppe lediglich auf 88% kam. Im Vergleich dazu konnten die Teilnehmenden der Studie von Balaban et al. (2017) 91% der emotionalen und 75% der neutralen Bilder wiedererkannt werden. Ein direkter Vergleich mit der Studie von Balaban et al. (2017) bietet sich an, da das Studiendesign sehr ähnlich ist und auch die Forschungsfragen in dieselbe Richtung zielen. Jedoch muss dieser Vergleich aus zwei Gründen mit

Vorbehalt gemacht werden. Auf der einen Seite mussten die Bilder in der Studie von Balaban et al. (2017) lediglich wiedererkannt und nicht aus der Erinnerung aufgezählt werden. Auch wenn in beiden Fällen emotionale Stimuli im Vergleich zu neutralen Stimuli besser abschneiden (z.B. Kensinger et al., 2002; Buchanan et al., 2006), können sich die Ergebnisse in ihrer Grösse deutlich unterscheiden. Beispielsweise waren in der Studie von Buchanan et al. (2006) die Ergebnisse beim Wiedererkennungstest höher, als beim *Free Recall* Test. Auf der anderen Seite muss die Anzahl der Bilder beachtet werden. Je mehr Bilder gemerkt werden müssen, desto schwieriger ist die Erinnerungsaufgabe (z.B. Bradley et al. (1992): 60 Bilder, 55% emotionale Bilder und 42% neutrale Bilder korrekt genannt; Kensinger et al. (2002): 45 Bilder, 60–70% emotionale Bilder und ca. 40% neutrale Bilder korrekt genannt). In der vorliegenden Studie konnte ein signifikanter Unterschied zwischen der emotionalen und der neutralen Gruppe gefunden werden, obwohl nur sechs Landmarken vorgekommen sind. Dieser Unterschied ist auch im Schlussfragebogen ersichtlich, bei welchem die Studentinnen der emotionalen Gruppe diese Aufgabe als deutlich leichter eingeschätzt haben.

Zudem kann bei den emotionalen Bildern die Unterscheidung in positive und negative Bilder gemacht werden. Ochsner (2000) konnte in diesem Zusammenhang zeigen, dass positive Bilder besser wiedererkannt werden, während die negativen Bilder detaillierter in Erinnerung blieben. Dieser Effekt wurde jedoch nicht bei einer unmittelbaren Wissensüberprüfung festgestellt, sondern nach einer Verzögerung von zwei Wochen. Einen ähnlichen Effekt konnten Balaban et al. (2017) nachweisen, wobei nebst diesem Verzögerungseffekt auch ein unmittelbarer Effekt entdeckt wurde. Die positiven Bilder wurden im Vergleich zu den negativen Bildern signifikant besser wiedererkannt. Aufgrund dieser Befunde wurden auch in dieser Studie die emotionalen Bilder weiter unterteilt. Jedoch konnte kein signifikanter Unterschied im Landmarkentest gefunden werden.

In Bezug auf die Forschungsfrage wird als zweites das Routenwissen angeschaut. Dieses besteht aus dem Wissen über die sequentielle Abfolge von Landmarken und den zugehörigen Entscheidungen oder Aktionen, die bei diesen Landmarken ausgeführt werden müssen (McNamara et al., 2008). In Bezug auf die Abfolge der Landmarken war die emotionale Gruppe signifikant besser als die neutrale Gruppe. Somit wären gute Voraussetzungen gegeben, um beispielsweise bei einer Routenbeschreibung korrekte Angaben machen zu können. Problematisch wird es jedoch, wenn man die angegebenen Richtungen des weiteren Routenverlaufs anschaut. Die emotionale Gruppe gab lediglich bei 56% der Landmarken eine korrekte Richtung an und die neutrale Gruppe bei 54%. Betrachtet man die Verknüpfung von Landmarke und Richtung steigert sich die emotionale Gruppe leicht (58%) während die neutrale Gruppe sich verschlechtert (50%). Die Unterschiede sind jedoch wie bei Balaban et al. (2017) nicht signifikant. Zudem war die Leistung der Teilnehmenden generell eher schlecht und würde für eine korrekte Wegbeschreibung nicht ausreichen.

Da beide Gruppen eine vergleichbare Leistung gezeigt haben, können die tiefen Ergebnisse nicht auf die emotionalen Landmarken zurückzuführen sein. Es wäre jedoch denkbar, dass auch bei dieser Auf-

gabe die SAM-Bewertung einen Einfluss gehabt hat (siehe Kapitel 5.1). Bei jeder Landmarke wurde gestoppt, wodurch der Routenverlauf nicht flüssig war. Zudem stand bei diesem Stopp die Bewertung der Landmarke im Zentrum der Aufmerksamkeit und nicht der weitere Routenverlauf. In diesem Zusammenhang könnte auch die Position der Landmarke eine Rolle gespielt haben. Wie bereits in Kapitel 3.5.3 erklärt wurde, konnten die Landmarken nicht immer an der von Karimpur et al. (2016) vorgeschlagenen «Optimalposition» platziert werden. Dies führte dazu, dass sich die Studentinnen unter Umständen für die Bildbetrachtung und -bewertung zum Bild hindrehen mussten (bis 180°). Da die Routenführung danach fortgeführt wurde, mussten sich die Studentinnen erneut drehen. Als Folge dessen könnten die Studentinnen verwirrt worden sein, da sie die Ausrichtung mehrfach ändern mussten¹⁵. Ein ähnliches Phänomen (*Alignment Effect*) wurde von Levine et al. (1984) beschrieben, bei welchem Personen Orientierungsschwierigkeiten aufwiesen, nachdem sie Wissen über den Raum von einer anders ausgerichteten Karte erworben haben.

Die Erkenntnisse aus dem Landmarkentest zeigen, dass das aufgebaute Routenwissen nicht für eine korrekte Wegbeschreibung ausreichen würde. In der Studie von Soeda et al. (1997) deuten die Resultate jedoch darauf hin, dass man nicht zwingend ein vollständiges Wissen im Voraus haben muss, um sich in der realen Umgebung zurecht zu finden. Man könne den richtigen Weg finden, indem während dem Ablaufen der Route Informationen aus der direkten Umgebung aufgenommen werden. Diese Erkenntnis kann mit den Resultaten aus dem Zurücklaufen der Route bestätigt werden. Die emotionale Gruppe hat im Schnitt 1.75 Fehler gemacht, während die neutrale Gruppe durchschnittlich nur noch einen Fehler machte. Zudem konnte keine Korrelation zwischen den Richtungen im Landmarkentest und den Anzahl Fehlern beim Zurücklaufen der Route gefunden werden. Beide Gruppen sind deutlich besser beim Zurücklaufen der Route. Dies ist auch zu erkennen, wenn nur die Fehler an den Entscheidungspunkten betrachtet werden. Die emotionale Gruppe konnte in 90% der Fälle die korrekte Richtung wählen und die neutrale Gruppe in 95% der Fälle. Bei der Betrachtung der übrigen Fehler, welche nicht an einem Entscheidungspunkt auftraten, zeigt sich, dass die neutrale Gruppe erneut klar besser war, als die emotionale Gruppe. Es könnte sein, dass die emotionalen Landmarken nicht nur unmittelbar beim Entscheidungspunkt eine (negative) Wirkung auf die Navigation haben, sondern diese etwas länger anhält. Andererseits könnten diese Ergebnisse auch darauf hinweisen, dass die beiden Gruppen bezüglich ihrer *Spatial Abilities* nicht homogen waren (siehe Kapitel 5.5). Ebenfalls deutlich zu erkennen ist, dass mehr Fehler an Orten ohne Landmarken gemacht wurden, wie dies in zahlreichen Studien der Fall war (z.B. Golledge, 1999; May et al., 2003; Tom & Denis, 2004; Denis et al., 2007; Newman et al., 2007; Lingwood et al., 2015).

¹⁵ Es wurde den Studentinnen vor der Bearbeitung des Landmarkentests nochmals verdeutlicht, wie die Richtung des weiteren Routenverlaufs anzugeben ist und dass auf Ausrichtungsänderungen geachtet werden sollte (siehe Kapitel 3.5.4). Nichtsdestotrotz wurde die Aufgabe durch diese Drehung erschwert.

In Anbetracht der Forschungsfrage ist jedoch vor allem der Unterschied zwischen den beiden Gruppen interessant. Aus statistischer Sicht ist dieser Unterschied jedoch knapp nicht signifikant. Dennoch schnitt die neutrale Gruppe deutlich besser ab, was sich auch in der Bewertung der Routenkomplexität und der Angabe der Schwierigkeit des Zurücklaufens der Route im Schlussfragebogen widerspiegelt. Ein möglicher Grund dafür könnte die Verengung der Aufmerksamkeit bei der Betrachtung emotionaler Bilder darstellen (Gardony et al., 2011). Wie in der Studie von Christianson und Loftus (1987) beschrieben, bleiben dabei Details von emotionalen Stimuli besser in Erinnerung als die Szene an sich. In Bezug auf die Bilder bedeutet dies, dass die emotionalen Bilder ins Zentrum der Aufmerksamkeit verschoben und periphere Informationen (z.B. der weitere Routenverlauf oder die Umgebung an sich) weniger aufgenommen werden (Levine & Edelstein, 2009; Gardony et al., 2011). Eine Studentin hat auch erwähnt, dass das Bild der Hunde in ihr eine Erinnerung geweckt hat. Dadurch hat sie sich nicht mehr auf die Umgebung konzentriert und gab an, dass dieser Gebäudeabschnitt ein schwarzer Fleck in ihrer Vorstellung sei.

Abschliessend haben die Resultate dieser Studie gezeigt, dass die aufgestellte Hypothese (*«Studentinnen aus der emotionalen Gruppe bauen mehr Landmarken- und Routenwissen auf, als diejenigen der neutralen Gruppe.»*) nur für das Landmarkenwissen vollständig angenommen werden kann. In Bezug auf das Routenwissen war die emotionale Gruppe lediglich bei der Sequenz der Landmarken besser, wodurch die Hypothese verworfen werden muss.

Antwort auf die 1. Forschungsfrage:

Studentinnen aus der emotionalen Gruppe sind signifikant besser als Studentinnen der neutralen Gruppe, wenn nur das aufgebaute Landmarkenwissen betrachtet wird. Dies trifft auch auf das Ordnen der Landmarken zu, welches bereits zum Routenwissen gezählt werden kann. Bei den restlichen Tests zum Routenwissen konnten keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden, wobei die neutrale Gruppe beim Zurücklaufen der Route tendenziell besser war.

5.3 Einfluss emotionaler Landmarken auf das Überblickswissen

Anhand der zweiten Forschungsfrage sollte untersucht werden, ob sich Studentinnen der emotionalen Gruppe von denjenigen der neutralen Gruppe in Bezug auf das aufgebaute Überblickswissen unterscheiden. Dazu wurde die These aufgestellt, dass Studentinnen aus der emotionalen Gruppe mehr Überblickswissen aufbauen, als diejenigen der neutralen Gruppe. Um den Wissensaufbau zu überprüfen, wurde eine Richtungs- und Distanzschätzung zu den einzelnen Landmarken durchgeführt. Zusätzlich konnten die Messungen verwendet werden, um die mentalen Karten der Studentinnen zu rekonstruieren.

Als erstes haben die Resultate der Richtungsschätzung gezeigt, dass über alle Studentinnen hinweg der mittlere Winkelschätzfehler bei 52.31° ($SD = 32.06^\circ$) lag. Ein Vergleich dieses Wertes mit anderen Studien muss mit Vorsicht gemacht werden, da diese meist andere Voraussetzungen aufwiesen (z.B. Anzahl Landmarken und Richtungsschätzungen). Dennoch scheint der Wert in einem Bereich zu liegen, der für Navigationsstudien in Indoor-Umgebungen zu erwarten ist (z.B. Richardson (1999): $41,6^\circ$; Lawton (1996): 62.12° ; Münzer & Hölscher (2011): 42.06° ; Labate et al. (2014): 45.82°). Dieses Ergebnis unterstützt zudem das *Continuous Framework* von Montello (1998) und damit die Kritik am Dreistufenmodell von Siegel und White (1975), da bereits nach kurzer Zeit in einer neuen Umgebung mehr Überblickswissen aufgebaut wurde, als dies mit einer Zufallswahrscheinlichkeit der Fall wäre. Im Vergleich zwischen der neutralen und der emotionalen Gruppe schnitt die neutrale Gruppe besser ab, wenn auch der Unterschied nicht signifikant war.

In Bezug auf die Distanzschätzung konnte gezeigt werden, dass in ungefähr 80% der Fälle die Distanz überschätzt wurde. Dieses Phänomen ist unabhängig der Gruppen zu beobachten und scheint in Indoor-Umgebungen öfters aufzutreten, da auch Richardson (1999) eine deutliche Überschätzung der Distanzen nachweisen konnte. Betrachtet man den mittleren Distanzschätzfehler im direkten Vergleich zwischen den Gruppen, so ist auch in diesem Fall die neutrale Gruppe besser. Dieser Unterschied ist allerdings wiederum nicht signifikant.

Da die Berechnung des mittleren Richtungs- und Distanzschätzfehlers systematische Fehler nicht berücksichtigt (z.B. konstante Überschätzung der Distanzen bei korrekten räumlichen Beziehungen) wurde zusätzlich die mentale Karte rekonstruiert. Es konnten aber auch hier keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen entdeckt werden. Die Resultate zeigen jedoch auch hier die Tendenz, dass die neutrale Gruppe mehr Überblickswissen aufgebaut hat. Sowohl beim Bestimmtheitsmass, wie auch bei der Skalierung in Y-Richtung und dem Rotationswinkel (Drehrichtung und Betrag) war die neutrale Gruppe besser. Lediglich bei der Skalierung in X-Richtung müsste die mentale Karte der emotionalen Gruppe leicht weniger ausgedehnt werden, als dies bei der neutralen Gruppe der Fall war. Da die Schrumpfung in Y-Richtung im Vergleich zur neutralen Gruppe jedoch deutlich stärker ausfallen müsste, kann bei der gesamten Skalierung nicht von einer besseren Leistung der emotionalen Gruppe ausgegangen werden. Interessant ist jedoch die genauere Betrachtung der Drehrichtung des Rotationswinkels. Auf den ersten Blick scheinen die Resultate darauf hinzuweisen, dass die emotionalen Landmarken zu einer einheitlichen Drehrichtung (im Uhrzeigersinn) führen. Von den 16 Studentinnen der emotionalen Gruppe weist aber die Hälfte eine Drehrichtung im Gegenuhrzeigersinn auf. Somit kann nicht von einer einheitlichen Drehrichtung ausgegangen werden.

Zusammenfassend war die neutrale Gruppe in allen Tests besser, auch wenn in keinem der Tests signifikante Unterschiede gefunden werden konnten. Diesen Trend erkennt man auch im Schlussfragebogen, da die emotionale Gruppe sowohl die Richtungs-, wie auch die Distanzschätzung als schwieriger eingestuft hat. Somit scheinen emotionale Landmarken den Aufbau von Überblickswissen eher zu

erschweren. Ein möglicher Grund für diese Unterschiede kann erneut in der Fokussierung auf die emotionalen Bilder liegen. Der Aufbau von Überblickswissen stellt gemäss Siegel und White (1975) die höchste und komplexeste Stufe des räumlichen Wissens dar. Somit ist dieser Aufbau sehr herausfordernd, insbesondere wenn mehrere Etagen involviert sind. So haben Hölscher et al. (2006) gezeigt, dass sogar Personen, denen das Gebäude bekannt ist, Mühe bei der Integration von Überblickswissen haben. Da die emotionalen Landmarken zu einer Aufmerksamkeitsminderung in Bezug auf periphere Informationen führen können (Levine & Edelstein, 2009; Gardony et al., 2011), wird der Aufbau des komplexen Überblickswissens zusätzlich erschwert. Auch die von einer Studentin erwähnten schwarzen Flecken, aufgrund der Ablenkung durch emotionale Erinnerungen, verhindern oder beeinträchtigen die Verbindung räumlicher Informationen zu einer kompletten mentalen Karte. Zudem scheinen gemäss den Studien von Brunyé et al. (2009) und Gardony et al. (2011) vor allem Arousalunterschiede einen Einfluss auf das Überblickswissen beziehungsweise auf die globale Konfiguration des Raumes zu haben. In der vorliegenden Studie unterscheiden sich die emotionalen und neutralen Landmarken bezüglich Arousal jedoch nicht signifikant voneinander.

Als weiterführenden Schritt wurde eine mehrfaktorielle Varianzanalyse durchgeführt, um den Einfluss anderer Faktoren (Standort, *Spatial Abilities* und Studienrichtung) zu überprüfen. Dabei stellte sich der Standort, sowohl bei der Richtungs-, wie auch bei der Distanzschätzung, als massgebliche Grösse heraus. Diese Erkenntnis deckt sich mit den Befunden von Weisman (1981). Für ihn waren die entscheidenden Einflussfaktoren der Indoor-Navigation das räumliche Layout eines Gebäudes, der visuelle Zugang, die räumliche Differenzierung und die Beschilderung. Die ersten drei dieser Faktoren beziehen sich unter anderem auch auf einzelne Standorte, welche somit einen entscheidenden Einfluss auf den Aufbau von räumlichen Wissen haben. Es gilt jedoch anzumerken, dass das Gesamtmodell der mehrfaktoriellen Varianzanalyse im Falle der Richtungsschätzung lediglich 13.7% der Gesamtvarianz erklärt und bei der Distanzschätzung nicht signifikant war. Somit scheinen andere Faktoren massgeblich am Aufbau von Überblickswissen beteiligt gewesen zu sein. Beispielsweise spielen die individuellen Fähigkeiten der Studentinnen beim Aufbau von Überblickswissen eine grosse Rolle, insbesondere falls das Wissen durch Navigieren in der Umgebung (ohne Betrachtung einer Karte) aufgebaut werden muss (Labate et al., 2014). Es ist fraglich, ob diese individuellen Unterschiede durch die Vortests und die anschliessende Aufteilung in möglichst homogene Gruppen ausreichend erfasst werden konnten (siehe Kapitel 5.5).

In der mehrfaktoriellen Varianzanalyse konnten zudem zwei Interaktionseffekte festgestellt werden. Auf denjenigen bezüglich *Spatial Abilities* wird in Kapitel 5.4 verstärkt eingegangen. Als zweiten Effekt konnte gezeigt werden, dass bei der emotionalen Gruppe die Studienrichtung einen Einfluss auf den Winkelschätzfehler hatte. Dabei war dieser bei den Geographiestudierenden deutlich tiefer, als bei Studentinnen aus einer anderen Studienrichtung. Dies impliziert, dass Geographiestudierende in der Lage waren, die emotionalen Landmarken als Hilfestellung beim Aufbau räumlichen Wissens zu verwenden. Für Studentinnen einer anderen Studienrichtung stellten sie jedoch eher ein Hindernis dar.

Der Effekt ist jedoch lediglich als schwach einzustufen. Eine Bestätigung der Hypothese («*Studentinnen aus der emotionalen Gruppe bauen mehr Überblickswissen auf, als diejenigen der neutralen Gruppe.*») ist somit nicht möglich.

Antwort auf die 2. Forschungsfrage:

Studentinnen aus der emotionalen Gruppe unterscheiden sich nicht signifikant von denjenigen der neutralen Gruppe in Bezug auf das aufgebaute Überblickswissen.

5.4 Einfluss emotionaler Landmarken auf die *Spatial Abilities*

In Kapitel 4.2.10 wurde für jede Aufgabe der Hauptstudie eine Korrelationsanalyse mit den verschiedenen Tests der *Spatial Abilities* durchgeführt. Zuerst wurde die Gruppeneinteilung ignoriert, um den generellen Zusammenhang zwischen dem Aufbau räumlichen Wissens und den *Spatial Abilities* zu analysieren. Danach wurden die Gruppen getrennt betrachtet, um mögliche Einflüsse der emotionalen Landmarken aufzudecken, wobei die neutrale Gruppe als Kontrollgruppe diente. Die Resultate werden in der Reihenfolge der Durchführung während der Hauptstudie diskutiert. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Anzahl Studentinnen für eine Korrelationsanalyse eher gering war. Dies trifft insbesondere auf die separate Betrachtung der beiden Gruppen zu, da dann lediglich 16 Studentinnen miteinander verglichen werden.

Franke (2016) konnte in seiner Studie zeigen, dass die Anzahl erinnerter Landmarken stark mit den Ergebnissen des SBSOD korrelierten. Die Resultate des Landmarkentests können dies nicht bestätigen, da beim Vergleich mit dem FRS, welcher die deutsche Version des SBSOD darstellt, keine signifikanten Korrelationen gefunden wurden. Ein möglicher Grund dafür könnte die geringe Anzahl Landmarken darstellen. Das Merken von sechs Landmarken ist relativ einfach, wodurch die Streuung in den Testresultaten eher gering ist und auch Studentinnen mit tieferen *Spatial Abilities* in diesem Test gut abschneiden konnten. Dieser Effekt wird bei der emotionalen Gruppe noch verstärkt, da emotionale Stimuli im Vergleich zu neutralen Stimuli besser in Erinnerung bleiben (z.B. Kensinger et al., 2002; Buchanan et al., 2006). Als Folge dessen konnten in der emotionalen Gruppe in 97% der Fälle die gesehenen Landmarken aufgezählt werden. Dadurch entstand ein Dacheffekt, welcher eine mögliche Korrelation mit den *Spatial Abilities* verhinderte. In Bezug auf den TRO konnte sowohl für den Gesamtvergleich, wie auch für die neutrale Gruppe, eine signifikante Korrelation mit einem mittleren bis starken Effekt gefunden werden. Problematisch ist allerdings, dass diese eine andere Richtung aufweisen («je mehr Bilder korrekt genannt werden konnten, desto grösser ist der Winkelschätzfehler im TRO»). Dies ist jedoch nicht überraschend, da der TRO gemäss Hegarty und Waller (2004) vor allem für das Einnehmen verschiedener Blickwinkel entscheidend ist. Somit scheint der TRO nicht für einen Vergleich mit den Resultaten des Landmarkentests geeignet zu sein.

Im Falle der Richtungs- und Distanzschätzung konnte für keinen der Vortests eine signifikante Korrelation gefunden werden, obwohl dies in ähnlichen Studien zumindest für Tests in Bezug auf den Orientierungssinn der Fall war (Bryant, 1982; Hegarty et al., 2002; Münzer & Hölscher, 2011). Die relativ grosse Streuung in den Daten könnte ein Grund dafür sein. Zusätzlich waren auch Hölscher et al. (2006) nicht in der Lage, eine solche Korrelation zu finden. Sie gehen davon aus, dass vor allem die kleine Anzahl von Teilnehmenden dafür verantwortlich sein könnte. Auch wenn keine signifikante Korrelation gefunden werden konnte, scheint es einen Zusammenhang zwischen der Emotionalität und den *Spatial Abilities* zu geben. Bei Studentinnen mit tiefen SA waren die Winkelschätzfehler in der neutralen Gruppe deutlich tiefer, als in der emotionalen Gruppe (siehe Kapitel 4.2.4). Der Zusammenhang scheint jedoch nicht allzu stark zu sein, da die Effektstärke nach Cohen (1992) lediglich einem schwachen Effekt entspricht.

Im Gegensatz zur Richtungs- und Distanzschätzung konnten für die Rekonstruktion der mentalen Karte signifikante Korrelationen gefunden werden. Der Gesamtvergleich zeigt beim TRO eine signifikante negative Korrelation («je tiefer der Winkelschätzfehler im TRO, desto höher das R^2 -Bestimmtheitsmass»). Da eine solche Korrelation auch bei der emotionalen Gruppe nachgewiesen werden konnte, scheinen die *Spatial Abilities* in Bezug auf das Überblickswissen einen stärkeren Einfluss zu haben, als dies durch die Emotionalität der Landmarken der Fall ist. Problematisch ist allerdings, dass bei der neutralen Gruppe für den TRO keine signifikante Korrelation gefunden wurde. Desweiteren konnte eine Korrelation in Bezug auf den FRS nachgewiesen werden, deren Richtung eher fragwürdig ist («je tiefer der FRS-Wert ist, desto höher ist das R^2 -Bestimmtheitsmass»). Dieser Sachverhalt müsste genauer und mit einer genügend grossen Stichprobe analysiert werden, um definitive Schlüsse in Bezug auf die Emotionalität der Landmarken ziehen zu können.

Als letztes kann das Zurücklaufen der Route betrachtet werden. Da lediglich für den Gesamtvergleich und die neutrale Gruppe eine signifikante Korrelation mit dem FRS-Wert gefunden werden konnte, scheinen die emotionalen Landmarken einen Einfluss auf die *Spatial Abilities* auszuüben. Die genauere Analyse hat gezeigt, dass bei den Studentinnen mit hohen *Spatial Abilities* diejenigen der neutralen Gruppe signifikant besser waren. Emotionale Landmarken scheinen somit die Navigationsaufgabe zu erschweren und die Studentinnen abzulenken. Diese Resultate unterstützen die Aussage, dass emotionale Bilder zu einer Verengung der Aufmerksamkeit führen und so periphere Informationen der Umgebung weniger wahrgenommen werden (Levine & Edelstein, 2009; Gardony et al., 2011). Dies wurde auch in Kapitel 5.2 als möglichen Grund für das schlechtere Abschneiden der emotionalen Gruppe angebracht. Somit scheinen auch die *Spatial Abilities* nicht in der Lage zu sein, diese Ablenkung zu überwinden. Die fehlenden Korrelationen beim TRO scheinen, ähnlich den Erkenntnissen des Landmarkentests, darauf hinzuweisen, dass je nach Test des räumlichen Wissensaufbaus andere *Spatial Abilities* Tests nötig sind.

Zusammenfassend konnte festgestellt werden, dass sich die beiden Vortests (TRO und FRS) nicht gleich verhalten, da sie andere Bereiche der *Spatial Abilities* abdecken. Daher wurden jeweils beide Tests für die Korrelationsanalysen verwendet, um mögliche Zusammenhänge zu finden. Es konnten jedoch viele der erwarteten Korrelationen nicht gefunden werden, was sicherlich auch auf die eher geringe Anzahl an Studentinnen zurückzuführen ist. Aufgrund dieser Umstände ist die Beantwortung der Forschungsfrage schwierig, weshalb sie in weiterführenden Studien erneut untersucht werden sollte.

Antwort auf die 3. Forschungsfrage:

Beim Landmarkenwissen wurde in der emotionalen Gruppe insbesondere die Leistung von Studentinnen mit tiefen *Spatial Abilities* verbessert. Das Gegenteil war beim Routenwissen der Fall. Die emotionalen Landmarken waren eine Ablenkung, wodurch Studentinnen mit hohen *Spatial Abilities* deutlich schlechtere Leistungen zeigten. In den übrigen Fällen kann keine abschliessende Antwort gegeben werden, da die Resultate mit Unsicherheiten verbunden sind.

5.5 Kritische Beurteilung der Studie

Bei der kritischen Betrachtung der Studie können vor allem drei Bereiche aufgezählt werden, welche mit Unsicherheiten behaftet sind und so bei der Interpretation der Resultate berücksichtigt werden müssen: das Studiendesign, die Studentinnen und die Emotionsinduktion.

Studiendesign

In dieser Arbeit wurde ein *Between Subject Design* gewählt, um die emotionale mit der neutralen Gruppe zu vergleichen. Problematisch an einem *Between Subject Design* sind vor allem individuelle Unterschiede, da nicht jede Person die Studie mit allen Ausprägungen der unabhängigen Variable durchführt (Harris, 2008). In dieser Studie wurde versucht, dieses Problem mit Hilfe von Vortests zu lösen, durch welche zwei möglichst homogene Gruppen in Bezug auf die *Spatial Abilities* gebildet wurden. Es ist jedoch fraglich, ob individuelle Unterschiede ausreichend durch den Test für die räumliche Orientierung von Hegarty und Waller (2004) abgebildet wurden. Insbesondere bei der Diskussion zum Einfluss emotionaler Landmarken auf die *Spatial Abilities* ist aufgefallen, dass je nach Situation andere Vortests signifikante Korrelationen aufweisen. In weiterführenden Studien müsste somit noch genauer auf die Einteilung der Studentinnen in homogene Gruppen geachtet werden.

Ein weiterer Einflussfaktor war die Tageszeit, an welcher die Vortests und die Hauptstudie durchgeführt wurden. In beiden Fällen konnte nicht gewährleistet werden, dass die Durchführung der Tests zur selben Zeit stattfand. Dies könnte einen Einfluss auf die Müdigkeit, Aufmerksamkeit und Konzentri-

onsfähigkeit der Studentinnen gehabt haben. Da für die Durchführung der Studie am ETH Hauptgebäude jedoch eine Bewilligung benötigt wurde, musste die Studie in relativ kurzer Zeit durchgeführt werden. Daher konnte der Einfluss der Tageszeit in dieser Studie nicht kontrolliert werden.

Ein Ziel dieser Arbeit war, dass eine möglichst reale Situation nachgestellt wird, wodurch die Befunde dieser Studie auf andere Situationen und Gebäude übertragen werden können. Grundsätzlich sollte dies mit dem hier präsentierten Studiendesign möglich sein. Jedoch wären auch gewisse Anpassungen denkbar. Beispielsweise könnte das Ablaufen der Route nicht durch eine Führung des Versuchsleiters stattfinden, sondern durch die navigierende Person selbst. Dadurch würde man unter Umständen auch nicht direkt auf die Landmarken verweisen, und so einen verstärkten Fokus auf die Salienz emotionaler Landmarken legen. Dies wiederum hätte einen Einfluss auf den räumlichen Wissensaufbau (van Asselen, 2006). Auch die Aufgabe mit dem Zurücklaufen der Route ist relativ spezifisch und könnte durch eine Aufgabe mit mehr Freiheiten (z.B. schnellsten Weg zurückfinden) ersetzt werden. Die Studentinnen wurden zudem zurückgerufen, nachdem sie ungefähr fünf Meter in eine falsche Richtung liefen. Dabei kam es jedoch einige Male vor, dass die Grundrichtung korrekt war, aber eine Abzweigung zu früh genommen wurde. In einer realen Situation wäre es in einer solchen Situation spannend, die Reaktion der Studentinnen zu betrachten.

Die Testumgebung und die Schwierigkeit der Aufgaben muss ebenfalls kritisch betrachtet werden. Gemäss Harris (2008) sollten Dacheffekte wenn möglich vermieden werden. Somit müssen die Testumgebung und die Schwierigkeit der Aufgaben genügend anspruchsvoll sein. Aufgrund der Pilotstudie konnten einige Anpassungen in diesem Bereich gemacht werden. Jedoch war die Anzahl der verwendeten Landmarken eher gering, wodurch insbesondere beim Landmarkentest ein Dacheffekt zu beobachten war. Die restlichen Aufgaben und die ausgewählte Route scheinen jedoch genügend anspruchsvoll gewesen zu sein.

Studentinnen

Nebst den individuellen Unterschieden in Bezug auf die *Spatial Abilities*, unterscheiden sich Personen auch in anderen Bereichen. Faktoren wie Motivation oder Ehrlichkeit beim Ausfüllen der Fragebögen, sowie das psychische und physische Befinden konnten in der vorliegenden Studie nicht kontrolliert werden. Es wird jedoch davon ausgegangen, dass diese die Resultate nicht entscheidend verändert haben. Etwas kritischer muss jedoch der Einfluss des Bekanntheitsgrades des ETH Hauptgebäudes betrachtet werden. Wie in Kapitel 4.2.8 gezeigt wurde, konnte keine Korrelation zwischen den Testresultaten und dem Bekanntheitsgrad gefunden werden. Dennoch sollte in zukünftigen Studien genauer auf einheitliche Ausgangsbedingungen geschaut werden.

Zudem war die Anzahl Studentinnen eher gering. Im direkten Vergleich zwischen der emotionalen und neutralen Gruppe konnten immerhin jeweils 16 Studentinnen miteinander verglichen werden. Bei

der separaten Betrachtung der Gruppen, wie dies beispielsweise bei den *Spatial Abilities* der Fall war, waren es nur noch jeweils 8 Studentinnen. Eine erneute Durchführung mit mehr Studentinnen könnte somit neue Erkenntnisse liefern, welche in dieser Studie nicht ersichtlich waren.

Emotionsinduktion und -messung

Grundsätzlich kann nach Betrachtung der Resultate der emotionalen Reaktion (siehe Kapitel 4.2.9) davon ausgegangen werden, dass die Induktion funktioniert hat. Es muss jedoch angemerkt werden, dass die Signale nicht immer optimal waren und der Startzeitpunkt einer emotionalen Reaktion schwierig zu bestimmen war. Grund dafür war die Durchführung in einer realen Umgebung. Durch die stetige Bewegung durch den Raum und die limitierte Reichweite des Loggers hat die Qualität des Signals gelitten. Falls möglich sollte der Logger in zukünftigen Studien möglichst nahe bei den Messgeräten befestigt werden. Das Problem mit dem Startzeitpunkt kann hingegen nicht so leicht behoben werden. Das Gebäudelayout gibt mehrheitlich vor, ob eine Landmarke bereits früh gesehen werden kann. Eine Anpassung ist daher schwierig, wodurch auch die Unsicherheit in den Daten bleibt. Es bietet sich somit an, nicht nur physiologische Emotionsmessungen durchzuführen, sondern auch subjektive Bewertungen vorzunehmen.

In der vorliegenden Studie wurde die subjektive Bewertung der Landmarken während deren Betrachtung durchgeführt. So sollte sichergestellt werden, dass die Bilder auch tatsächlich betrachtet wurden. Dadurch scheinen jedoch Nebeneffekte ausgelöst worden zu sein. Einerseits wurde der Fokus von der Navigationsaufgabe auf die Betrachtung und Bewertung der Bilder gelegt. Einige Studentinnen gaben an, dass sie vor allem über die Bewertung der Bilder nachdachten und sich so weniger auf den Weg konzentrierten. Andererseits wurde die Emotionsmessung verändert, da sich die Studentinnen während der Betrachtung der Bilder stark auf deren Bewertung konzentrierten und vermehrt den *Corrugator* angespannt haben.

Ein letzter Kritikpunkt bezieht sich auf die Bildauswahl. In vielen Studien waren vor allem hohe Arousalwerte für einen positiven Effekt in Bezug auf die Gedächtnisleistung verantwortlich (z.B. Bradley et al., 1992; Ochsner, 2000; Buchanan et al. 2006). In der vorliegenden Studie haben sich die Arousalwerte der emotionalen und neutralen Gruppe jedoch nicht signifikant unterschieden. Dies war zwar grundsätzlich auch die Idee bei der Bildauswahl, da vor allem neutrale und emotionale Landmarken (also Valenzunterschiede) miteinander verglichen werden sollten. In weiterführenden Studien sollten jedoch zusätzlich verschiedene Arousalwerte untersucht werden.

6 FAZIT

Die erfolgreiche Navigation in einer komplexen, unbekanntem Indoor-Umgebung stellt eine schwierige Aufgabe dar und kann in manchen Fällen zu Problemen führen (Baskaya et al., 2004; Hölscher et al., 2006). Das übergeordnete Ziel dieser Arbeit war, diese Aufgabe durch den Einsatz emotionaler Landmarken zu erleichtern und so mögliche negative Folgen zu vermindern. Gartner (2012) geht davon aus, dass diese die Navigation erleichtern können. Da es jedoch noch nicht sehr viele Studien gibt, welche die Navigations- mit der Emotionsforschung verbinden, stellt diese Arbeit eine Vorreiterrolle dar, auf welcher zukünftige Forschung aufbauen kann. Somit widmete sich diese Arbeit der Frage, welchen Einfluss emotionale Landmarken auf die räumliche Wissensaneignung während der Navigation in unvertrauten Gebäuden ausüben.

Für die Beantwortung dieser Frage wurde mit 32 Studentinnen eine Navigationsstudie im ETH Hauptgebäude durchgeführt. Diese wurden in eine Gruppe mit emotionalen und in eine Gruppe mit neutralen Landmarken eingeteilt. Dabei sollten die emotionalen Landmarken, welche Bildern der IAPS Datenbank darstellen, eine emotionale Reaktion in den Studentinnen auslösen. Um sicherzustellen, dass diese Emotionsinduktion funktioniert hat, wurden die Landmarken mit dem SAM bewertet, wie dies bereits in vergleichbaren Studien gemacht wurde (z.B. Bradley et al., 1992; Brunyé et al., 2009; Balaban et al., 2014). Zusätzlich wurden physiologische Messungen (EMG und EDA) durchgeführt, um einerseits die Emotionsinduktion genauer überprüfen und andererseits die beiden Methoden der Emotionsmessung vergleichen zu können. Die Resultate haben gezeigt, dass die beiden Messungen nur bedingt miteinander korrelieren. Während bei der Valenz sowohl im Gesamtvergleich mit allen Bildern, wie auch bei der separaten Betrachtung der beiden Gruppen eine Korrelation gefunden werden konnte, korreliert das Arousal lediglich bei der emotionalen Gruppe. Diese Resultate stimmen somit nicht mit denjenigen aus anderen Studien überein, da bei diesen die Korrelationen vorhanden und die Effektstärke derselben deutlich höher waren (Greenwald et al., 1989; Lang et al., 1993). Diese Unterschiede sind vermutlich auf die Ablenkung in einer realen Umgebung und die speziellen Gegebenheiten der Testsituation zurückzuführen. Unabhängig der Korrelationen konnte jedoch bestätigt werden, dass die Emotionsinduktion funktioniert hat.

In Bezug auf die Hauptforschungsfrage mussten die Studentinnen nach einer Routenführung durch das ETH Hauptgebäude verschiedene Tests zum räumlichen Wissensaufbau absolvieren. Obwohl nur ein kleiner Teil des ETH Hauptgebäudes verwendet wurde, konnten bereits grosse Orientierungsschwierigkeiten festgestellt werden. Dies verdeutlicht die Schwierigkeit, sich im gesamten Gebäude zurechtzufinden. Aufgrund der verbesserten Merkfähigkeit emotionaler Stimuli (Bradley et al., 1992; Ochsner, 2000; Kensinger et al., 2002; Buchanan et al., 2006) wurde zu Beginn der Arbeit die Hypothese aufgestellt, dass dadurch auch der räumliche Wissensaufbau verbessert wird. Konkret wurde davon ausgegangen, dass die Erinnerung der emotionalen Stimuli mit den Informationen der Umgebung verbunden werden. Diese Hypothese konnte in den meisten Fällen nicht bestätigt werden.

Die Resultate der Tests zeigten, dass sich der Einfluss emotionaler Landmarken je nach Wissensstufe des Dreistufenmodell von Siegel und White (1975) unterscheidet. Ein positiver Effekt konnte beim Landmarkenwissen festgestellt werden, da sich die emotionale Gruppe deutlich besser an die vorgekommenen Landmarken erinnern konnte. Dies widerspiegelt sich auch beim Ordnen der Landmarken. Diese beiden Aufgaben können jedoch auch gut gelöst werden, ohne dass eine Verknüpfung zwischen der Landmarke und den dazugehörigen Informationen über den Raum und die Navigationsaufgabe stattfindet. Somit wäre vor allem ein positiver Effekt bei der Angabe des weiteren Routenverlaufes, beim Zurücklaufen der Route und bei den Aufgaben zum Überblickswissen wünschenswert gewesen. In keinem dieser Fälle konnte jedoch ein signifikanter Unterschied zwischen der neutralen und der emotionalen Gruppe festgestellt werden. Beim Zurücklaufen der Route ist sogar ein gegensätzlicher Trend zu erkennen: Die Studentinnen der emotionalen Gruppe scheinen tendenziell mehr Fehler zu machen. Es wird vermutet, dass der Grund dafür in der Fokussierung auf die emotionalen Landmarken liegt. Die emotionalen Bilder rücken so ins Zentrum der Aufmerksamkeit, wodurch die Umgebung weniger beachtet wird und Lücken im räumlichen Wissen entstehen können (Levine & Edelstein, 2009; Gardony et al., 2011). Der fehlende Einfluss emotionaler Landmarken auf das Überblickswissen könnte mit den Arousalwerten zusammenhängen. Diese unterschieden sich nicht signifikant von denjenigen der neutralen Landmarken. Studien haben jedoch gezeigt, dass beispielsweise die Verwendung globaler Landmarken durch hohe Arousalwerte reduziert wird (Gardony et al., 2011) oder dass dadurch korrektere Aussagen bezüglich weit entfernten Landmarken möglich sind (Brunyé et al., 2009). Es ist jedoch fraglich, ob ähnliche Ergebnisse auch in einer Indoor-Umgebung auftreten würden, da der Raum sehr beschränkt ist und globale Landmarken kaum vorkommen.

Beim Überblickswissen ist zudem aufgefallen, dass vor allem der Standort einen entscheidenden Einfluss auf die Richtungsschätzung hat. Ein direkter Einfluss der Faktoren Emotionalität, Studienrichtung und *Spatial Abilities* konnte nicht bestätigt werden. Daneben konnten jedoch zwei Interaktionseffekte mit einem schwachen Effekt entdeckt werden: Einerseits ist zu erkennen, dass in der emotionalen Gruppe Geographiestudentinnen einen deutlich tieferen Winkelschätzfehler aufweisen, als Studentinnen einer anderen Studienrichtung. Da dies bei der neutralen Gruppe nicht der Fall ist, scheint die Studienrichtung Geographie dabei zu helfen, emotionale Landmarken als Hilfestellung zu verwenden. Im Rahmen dieser Arbeit und der zugehörigen Forschungsfragen wurde nicht spezifischer auf diesen Umstand eingegangen.

Andererseits kann bei den *Spatial Abilities* beobachtet werden, dass Studentinnen mit tiefen Fähigkeiten bei der Richtungsschätzung deutlich besser abgeschnitten haben, falls sie zur neutralen Gruppe gehörten. Dieser Interaktionseffekt wurde in der dritten Forschungsfrage genauer untersucht. Dabei fällt auf, dass sich die Resultate mehrheitlich mit den Erkenntnissen aus den ersten beiden Forschungsfragen decken. Während beim Landmarkentest vor allem Studentinnen mit tiefen *Spatial Abilities* durch emotionale Landmarken profitieren konnten, verschlechterten sich Studentinnen mit hohen *Spatial Abilities* beim Routenwissen. In den übrigen Fällen konnte kein Zusammenhang entdeckt werden.

Zusammenfassend halfen emotionale Landmarken somit lediglich bei Gedächtnisaufgaben, während anspruchsvollere Navigationsaufgaben nicht beeinflusst, oder sogar verschlechtert wurden. Es gilt jedoch zu beachten, dass die Anzahl Studentinnen relativ gering war und individuelle Unterschiede nicht gänzlich kontrolliert werden konnten. Es wäre daher möglich, dass gewisse Einflüsse in der vorliegenden Studie unerkannt blieben. Viele Studentinnen der emotionalen Gruppe gaben im Schlussfragebogen an, dass sie sich durch die emotionalen Bilder besser an die Entscheidungspunkte erinnern konnten und den Raum vor sich sahen. Somit scheint zumindest die Überzeugung da zu sein, dass emotionale Landmarken einen positiven Einfluss auf die Navigation haben können, auch wenn diese Aussagen nicht mit den Resultaten der Studie übereinstimmen.

6.1 Ausblick

Diese Arbeit stellt einen Ausgangspunkt für weitere Forschung im interdisziplinären Feld der Emotions- und Navigationsforschung dar. Es ergeben sich viele Möglichkeiten für weitere Studien, durch welche das von Gartner (2012) und Balaban et al. (2014; 2017) aufgezeigte Potential in diesem Bereich ausgeschöpft und direkte Verbesserungsmöglichkeiten im realen Leben (z.B. bei der Gestaltung und Weiterentwicklung von Navigationsassistenten) realisiert werden sollen.

Aus der kritischen Beurteilung dieser Studie wird klar, dass verschiedene Aspekte verbessert werden können, welche mögliche Einflüsse emotionaler Landmarken überdeckt haben. Die erneute Durchführung der Studie mit einer erhöhten Anzahl Studentinnen und unter Berücksichtigung der kritischen Punkte wäre daher sinnvoll. Weiter kann die Grundidee der Studie auf andere Situationen angewandt werden. So wurde in dieser Studie bewusst darauf geachtet, dass nur Studentinnen im gleichen Altersbereich teilnahmen. Man könnte die Studie jedoch auch mit Studenten durchführen oder in Anlehnung an Kensinger et al. (2002) bewusst auf das Zusammenspiel von Alter und Emotionalität eingehen. Zudem heben Bigler et al. (2014) hervor, dass sich Universitätsgebäude durch ihre Korridorstruktur von anderen Gebäudetypen unterscheiden. Es müsste daher zusätzlich geprüft werden, ob Effekte emotionaler Landmarken beispielsweise auch in Indoor-Umgebungen mit einer offeneren Umgebung (z.B. Bahnhofsgebäude, Museen, Messezentren) zu finden sind.

Interessant wäre zudem die Überprüfung des Einflusses emotionaler Landmarken in verschiedenen Zeitintervallen. Sowohl Bradley et al. (1992), als auch Balaban et al. (2017) haben den Einfluss emotionaler Stimuli mit einer unmittelbaren und verzögerten Wissensabfrage überprüft. Dies wäre in Verbindung mit der Navigation in unvertrauten Gebäuden spannend, falls das Gebäude mehrfach zu verschiedenen Zeitpunkten besucht wird. Balaban et al. (2017) fanden so heraus, dass nach einer Woche vor allem negative Landmarken in Erinnerung geblieben sind. Die Frage des Zeitintervalls ist eng mit der Frage verbunden, was das Ziel der Verwendung emotionaler Landmarken ist. In der vorliegenden Arbeit wurde versucht, den Studentinnen schnellstmöglich eine Hilfestellung in einer neuen Umge-

bung anzubieten. Dies ist vergleichbar mit Beginn eines Studiums an einer unbekanntem Universität. Es wäre aber auch interessant, falls man in regelmässigen Abständen ein Gebäude besuchen muss (z.B. monatlich oder jährlich). Es wäre möglich, dass sich der Vorteil der Merkfähigkeit emotionaler Landmarken erst nach mehreren Besuchen (oder im Falle dieser Studie mehrmaligem Ablaufen der Route) abzeichnet.

Eine weitere Möglichkeit für zukünftige Studien wäre die Anpassung des Szenarios (siehe Anhang F). Die Studentinnen wurden angeleitet, während dem Rundgang auf die Umgebung zu achten, da sie sich im Gebäude zurechtfinden möchten. Zudem sollten sie bei den Landmarken anhalten, diese anschauen und anschliessend bewerten. Somit wurde explizit auf die Landmarken hingewiesen. Es wäre in einer weiterführenden Studie daher spannend, keine Anweisung zu geben. Dadurch könnten Salienz Aspekte genauer untersucht werden. In diesen Zusammenhang könnte man auch auf eine Routenführung verzichten und die aktive Navigation der Studentinnen untersuchen. Dies würde die reale Situation vermutlich noch besser nachstellen, da man nicht immer eine Führung in einem unbekanntem Gebäude erhält.

In Bezug auf den Realitätsaspekt könnte man auch andere Navigationshilfen anstelle der Führung genauer untersuchen. Unterstützen emotionale Landmarken als Darstellung auf einer Karte die Navigation? Können durch die Verwendung emotionaler Landmarken Wegbeschreibungen verbessert werden? Wäre ein Einsatz in Navigationsgeräten hilfreich? Bei der Beantwortung solcher Fragen sollte jedoch darauf geachtet werden, ob man lediglich ein Ziel im Gebäude erreichen möchte (z.B. ein bestimmtes Zimmer), oder ob man sich möglichst viel räumliches Wissen über die Umgebung aneignen möchte. Vielleicht können diese beiden Aspekte auch kombiniert werden, indem beispielsweise durch den Einsatz emotionaler Landmarken in einem Etagenplan nicht nur das Ziel effizienter erreicht, sondern auch das angeeignete Wissen vergrössert werden kann.

Zuletzt wäre es erstrebenswert, in weiterführenden Studien auch die Umsetzbarkeit zu beachten. Beispielsweise könnten emotionale Landmarken vermutlich nicht im gesamten Gebäude platziert werden, da die Umgebung zu chaotisch werden würde und man den Überblick über die Landmarken verlieren würde. Ein ähnliches Problem kann bei Schildern beobachtet werden (Baskaya et al., 2004). Man sollte somit auch untersuchen, wie viele Landmarken sinnvoll sind. Eine andere Möglichkeit wäre, dass man verschiedene Ideen miteinander kombiniert. So könnte eine Etage eines Gebäudes mit emotionalen Landmarken gestaltet werden, während in einer anderen Etage andere Hilfsmittel zur Verfügung stehen (z.B. andere Landmarkentypen, Verwendung von Farben, Einsatz von Karten). Weiterführende Studien sollten sich somit darauf konzentrieren, die Verbindung der Emotions- und Navigationsforschung zu optimieren, um Lösungen für konkrete Situationen zu liefern.

7 LITERATUR

- Allen, G. L., Kirasic, K. C., Dobson, S. H., Long, R. G. & Beck, S. (1996): Predicting environmental learning from spatial abilities: an indirect route. In: *Intelligence*, 22(3), S. 327–355.
- Antonenko, P., Paas, F., Grabner, R. & Van Gog, T. (2010): Using electroencephalography to measure cognitive load. In: *Educational Psychology Review*, 22(4), S. 425–438.
- Balaban, C. Z., Röser, F. & Hamburger, K. (2014): The effect of emotions and emotionally laden landmarks on wayfinding. In: *Proceedings of the 36rd Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Quebec City, Canada, S. 1880–1885.
- Balaban, C. Z., Karimpur, H., Röser, F. & Hamburger, K. (2017): Turn left where you felt unhappy: how affect influences landmark-based wayfinding. In: *Cognitive Processing*, S. 1–10.
- Baltaretu, A., Krahmer, E. & Maes, A. (2016): Landmarks on the move: Producing and understanding references to moving landmarks. In: *Spatial Cognition & Computation*, S. 1–23.
- Barrash, J. (1994): Age-related decline in route learning ability. In: *Developmental Neuropsychology*, 10(3), S. 189–201.
- Baskaya, A., Wilson, C. & Özcan, Y. Z. (2004): Wayfinding in an unfamiliar environment different spatial settings of two polyclinics. In: *Environment and Behavior*, 36(6), S. 839–867.
- Berry, P. L. & Bell, S. (2014): Pointing accuracy: Does individual pointing accuracy differ for indoor vs. outdoor locations?. In: *Journal of Environmental Psychology*, 38, S. 175–185.
- Best, G. (1970): Direction-finding in large buildings. In: D. Canter: *Architectural Psychology*. London: RIBA Publications, S. 72–75.
- Bigler, S., Brügger, A., Utzinger, F. & Richter, K. F. (2014): Up, down, turn around: Assisted wayfinding involving level changes. In: *Proceedings of the International Conference on Spatial Cognition*, September 2014, Bremen, Deutschland, S. 176–189.
- Bradley, M. M., Greenwald, M. K., Petry, M. C. & Lang, P. J. (1992): Remembering pictures: Pleasure and arousal in memory. In: *Journal of experimental psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 18(2), S. 379–390.
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (1994): Measuring emotion: the self-assessment manikin and the semantic differential. In: *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*, 25(1), S. 49–59.
- Bradley, M. M., Codispoti, M., Sabatinelli, D. & Lang, P. J. (2001): Emotion and motivation II: sex differences in picture processing. In: *Emotion*, 1(3), S. 300–319.
- Bradley, M. M. & Lang, P. J. (2007): The International Affective Picture System (IAPS) in the study of emotion and attention. In: J. A. Coan and J. J. B. Allen (Eds.), *Handbook of Emotion Elicitation and Assessment*. Oxford University Press. S. 29–46.
- Braithwaite, J. J., Watson, D. G., Jones, R. & Rowe, M. (2013): A guide for analysing electrodermal activity (EDA) & skin conductance responses (SCRs) for psychological experiments. In: *Psychophysiology*, 49, S. 1017–1034.

-
- Breyer, B. & Bluemke, M. (2016): Deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule PANAS (GESIS Panel). In: *Zusammenstellung sozialwissenschaftlicher Items und Skalen*.
- Brunner-Friedrich, B., & Radoczky, V. (2006): Active landmarks in indoor environments. In: *Visual Information and Information Systems*. Springer, S. 203–215.
- Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Augustyn, J. S., & Taylor, H. A. (2009): Emotional state and local versus global spatial memory. In: *Acta psychologica*, 130(2), S. 138–146.
- Bryant, K. J. (1982): Personality correlates of sense of direction and geographical orientation. In: *Journal of Personality and Social Psychology*, 43, S. 1318–1324.
- Buchanan, T. W. & Adolphs, R. (2002): The role of the human amygdala in emotional modulation of long-term declarative memory. *Advances in Consciousness Research*, 44, S. 9–34.
- Buchanan, T. W., Etzel, J. A., Adolphs, R. & Tranel, D. (2006): The influence of autonomic arousal and semantic relatedness on memory for emotional words. In: *International journal of psychophysiology*, 61(1), S. 26–33.
- Burgess, N., Maguire, E. A. & O'Keefe, J. (2002): The human hippocampus and spatial and episodic memory. In: *Neuron*, 35(4), S. 625–641.
- Caduff, D. & Timpf, S. (2008): On the assessment of landmark salience for human navigation. In: *Cognitive processing*, 9(4), S. 249–267.
- Canli, T., Desmond, J. E., Zhao, Z. & Gabrieli, J. D. (2002): Sex differences in the neural basis of emotional memories. In: *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 99(16), S. 10789–10794.
- Caplan, L. J. & Lipman, P. D. (1995): Age and gender differences in the effectiveness of map-like learning aids in memory for routes. In: *The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences*, 50(3), S. 126–133.
- Carbon, C. C. & Hesslinger, V. M. (2013a): Attitudes and cognitive distances: On the non-unitary and flexible nature of cognitive maps. In: *Advances in cognitive psychology*, 9(3), S. 121–129.
- Carbon, C. C. (2013b): BiDimRegression: Bidimensional regression modeling using R. In: *Journal of Statistical Software, Code Snippets*, 52(1), S. 1–11.
- Carlson, L. A., Hölscher, C., Shipley, T. F. & Dalton, R. C. (2010): Getting lost in buildings. In: *Current Directions in Psychological Science*, 19(5), S. 284–289.
- Christianson, S. Å. & Loftus, E. F. (1987): Memory for traumatic events. In: *Applied cognitive psychology*, 1(4), S. 225–239.
- Cohen, J. (1988): *Statistical power analysis for the behavioural sciences*. 2nd edition. New York: Academic Press.
- Cohen, J. (1992): A power primer. In: *Psychological Bulletin*, 122(1), S. 155–159.
- Coluccia, E. & Louse, G. (2004): Gender differences in spatial orientation: A review. In: *Journal of environmental psychology*, 24(3), S.329–340.
-

-
- Cuthbert, B. N., Bradley, M. M. & Lang, P. J. (1996): Probing picture perception: Activation and emotion. In: *Psychophysiology*, 33(2), S. 103–111.
- Dalton, R. C., Hoelscher, C. & Spiers, H. J. (2015): Navigating complex buildings: cognition, neuroscience and architectural design. In: *Studying visual and spatial reasoning for design creativity*. Springer, Niederlande, S. 3–22.
- Dawson, M. E., Schell, A. M. & Filion, D. L. (2007): The electrodermal system. In: *Handbook of psychophysiology*, 2, S. 200–223.
- Denis, M., Michon, P. E. & Tom, A. (2007): Assisting pedestrian wayfinding in urban settings: Why references to landmarks are crucial in direction-giving. In: *Applied spatial cognition: From research to cognitive technology*, S. 25–51.
- Dimberg, U. & Petterson, M. (2000): Facial reactions to happy and angry facial expressions: Evidence for right hemisphere dominance. In: *Psychophysiology*, 37(5), S. 693–696.
- Dogu, U. & Erkip, F. (2000): Spatial factors affecting wayfinding and orientation: A case study in a shopping mall. In: *Environment and behavior*, 32(6), S. 731–755.
- Downs, R. M. & Stea, D. (1973): Cognitive maps and spatial behavior: Process and products. In: Downs, R.M., Stea D. (Hrsg.): *Image and Environment: Cognitive Mapping and Spatial Behavior*. Aldine Press. Chicago, S. 8–26.
- Ekstrom, R. B., French, J. W., Harman, H. H. & Dermen, D. (1976): Manual for kit of factor referenced cognitive tests. Educational Testing Service, Princeton, New Jersey.
- Figner, B. & Murphy, R. O. (2011): Using skin conductance in judgment and decision making research. In: *A handbook of process tracing methods for decision research*, S. 163–184.
- Franke, C. & Schweikart, J. (2016): Mental representation of landmarks on maps: Investigating cartographic visualization methods with eye tracking technology. In: *Spatial Cognition & Computation*, 17(1–2), S. 20–38.
- Frankenstein, J., Brüßow, S., Ruzzoli, F. & Hölscher, C. (2012): The language of landmarks: the role of background knowledge in indoor wayfinding. In: *Cognitive processing*, 13(1), S. 165–170.
- Frei, P. (2015): Der Einfluss von Stress während der Navigation auf die involvierten kognitiven Prozesse und den Gebrauch der mobilen Karten. Masterarbeit. Geographisches Institut der Universität Zurich, Zurich.
- Fridlund, A. J. & Cacioppo, J. T. (1986): Guidelines for human electromyographic research. In: *Psychophysiology*, 23(5), S. 567–589.
- Gardony, A., Brunyé, T. T., Mahoney, C. R. & Taylor, H. A. (2011): Affective states influence spatial cue utilization during navigation. In: *Presence: Teleoperators and Virtual Environments*, 20(3), S. 223–240.
- Gartner, G. (2012): Openemotionmap. org—Emotional response to space as an additional concept in cartography. In: *Int Arch Photogramm Remote Sens Spat Inf Sci (ISPRS)*, 39(B4), S. 473–476.
- Giudice, N. A., Walton, L. A. & Worboys, M. (2010): The informatics of indoor and outdoor space: a research agenda. In: *Proceedings of the 2nd ACM SIGSPATIAL International Workshop on Indoor Spatial Awareness*, November 2010, San Jose, USA, S. 47–53).
-

-
- Golledge, R. G. & Spector, A. N. (1978): Comprehending the urban environment: Theory and practice. In: *Geographical Analysis*, 10, S. 403–426.
- Golledge, R. G. (1992): Place recognition and wayfinding: Making sense of space. In: *Geoforum*, 23(2), S. 199–214.
- Golledge, R. G., Dougherty, V. & Bell, S. (1995): Acquiring spatial knowledge: Survey versus route-based knowledge in unfamiliar environments. *Annals of the association of American geographers*, 85(1), S. 134–158.
- Golledge, R. G. (1999): Wayfinding behavior. Cognitive mapping and other spatial processes. Baltimore, MD: Johns Hopkins University Press.
- Greenwald, M. K., Cook, E. W. & Lang, P. J. (1989): Affective judgment and psychophysiological response: Dimensional covariation in the evaluation of pictorial stimuli. In: *Journal of psychophysiology*, 3(1), S. 51–64.
- Hamburger, K. & Knauff, M. (2011): SQUARELAND: A virtual environment for investigating cognitive processes in human wayfinding. In: *PsychNology Journal*, 9(2), S. 137–163.
- Hamburger, K., Röser, F., Bukow, G. C. & Knauff, M. (2012): Der Weg als Ziel Virtuelle Umgebungen und räumlicher Wissenserwerb. In: *Raum, Zeit, Medienbildung*. VS Verlag für Sozialwissenschaften., S. 173–193.
- Hamid, S. N., Stankiewicz, B. & Hayhoe, M. (2010): Gaze patterns in navigation: Encoding information in large-scale environments. In: *Journal of vision*, 10(12), S. 1–11.
- Harris, P. (2008): *Designing and Reporting Experiments in Psychology*. Open University Press.
- Hegarty, M., Richardson, A. E., Montello, D. R., Lovelace, K. & Subbiah, I. (2002): Development of a self-report measure of environmental spatial ability. In: *Intelligence*, 30(5), S. 425–447.
- Hegarty, M. & Waller, D. (2004): A dissociation between mental rotation and perspective-taking spatial abilities. In: *Intelligence*, 32, S. 175–191.
- Hegarty, M. & Waller, D. (2005): Individual differences in spatial abilities. In: *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*, S. 121–169.
- Hegarty, M., Montello, D. R., Richardson, A. E., Ishikawa, T. & Lovelace, K. (2006): Spatial abilities at different scales: Individual differences in aptitude-test performance and spatial-layout learning. In: *Intelligence*, 34, S. 151–176.
- Helvacioğlu, E. & Olguntürk, N. (2010): Colour and wayfinding. In: Zennaro, P. (Hrsg.): *Proceedings of Colour and Light in Architecture*, Knemesi, Verona, S. 464–468.
- Hidayetoglu, M. L., Yildirim, K. & Akalin, A. (2012): The effects of color and light on indoor wayfinding and the evaluation of the perceived environment. In: *Journal of environmental psychology*, 32(1), S. 50–58.
- Hölscher, C., Meilinger, T., Vrachliotis, G., Brösamle, M. & Knauff, M. (2006): Up the down staircase: Wayfinding strategies in multi-level buildings. In: *Journal of Environmental Psychology*, 26(4), S. 284–299.
-

-
- Hölscher, C., Buchner, S. J., Brosamle, M., Meilinger, T. & Strube, G. (2007): Signs and maps – cognitive economy in the use of external aids for indoor navigation. In: *Proceedings of the Cognitive Science Society*, 29, S. 377–382.
- Huang, H. & Gartner, G. (2010): A survey of mobile indoor navigation systems. In: Gartner, G. & Orttag, F. (Hrsg.): *Cartography in Central and Eastern Europe*, Springer, Berlin Heidelberg, S. 305–319.
- Huang, H., Klettner, S., Schmidt, M., Gartner, G., Leitinger, S., Wagner, A. & Steinmann, R. (2014): Affect Route-considering people's affective responses to environments for enhancing route-planning services. In: *International Journal of Geographical Information Science*, 28(12), S. 2456–2473.
- Hund, A. M. & Nazarczuk, S. N. (2009): The effects of sense of direction and training experience on wayfinding efficiency. In: *Journal of Environmental Psychology*, 29(1), S. 151–159.
- Hund, A. M. & Padgitt, A. J. (2010): Direction giving and following in the service of wayfinding in a complex indoor environment. In: *Journal of Environmental Psychology*, 30(4), S. 553–564.
- Ingold, T. (2000): *The Perception of the Environment. Essays on Livelihood, Dwelling & Skill*. Routledge, London, New York.
- Ishikawa, T. & Montello, D. R. (2006): Spatial knowledge acquisition from direct experience in the environment: Individual differences in the development of metric knowledge and the integration of separately learned places. In: *Cognitive psychology*, 52(2), S. 93–129.
- Ishikawa, T., Fujiwara, H., Imai, O. & Okabe, A. (2008): Wayfinding with a GPS-based mobile navigation system: A comparison with maps and direct experience. In: *Journal of Environmental Psychology*, 28(1), S. 74–82.
- Karimpur, H., Röser, F. & Hamburger, K. (2016): Finding the return path: Landmark position effects and the influence of perspective. In: *Frontiers in Psychology*, 7, S. 1–16.
- Kelsey, S. R. (2009): *The "what" and "where" of Landmarks: Impact on Wayfinding and Spatial Knowledge*. Doctoral dissertation, Carleton University.
- Kensinger, E. A., Brierley, B., Medford, N., Growdon, J. H. & Corkin, S. (2002): Effects of normal aging and Alzheimer's disease on emotional memory. In: *Emotion*, 2(2), S. 118–134.
- Kensinger, E. A. & Corkin, S. (2003): Memory enhancement for emotional words: Are emotional words more vividly remembered than neutral words?. In: *Memory & cognition*, 31(8), S. 1169–1180.
- Kensinger, E. A. & Schacter, D. L. (2008): Memory and emotion. In: Lewis, M., Haviland-Jones, J. M., & Barrett, L. F. (Hrsg.): *Handbook of emotions*. Guilford Press. S. 601–617.
- Kitchin, R. M. (1994): Cognitive maps: What are they and why study them? In: *Journal of environmental psychology*, 14, S. 1–19.
- Kozhevnikov, M. & Hegarty, M. (2001): A dissociation between object-manipulation and perspective-taking spatial abilities. In: *Memory & Cognition*, 29, S. 745–756.
-

-
- Kozhevnikov, M., Motes, M. A., Rasch, B. & Blajenkova, O. (2006): Perspective-taking vs. mental rotation transformations and how they predict spatial navigation performance. In: *Applied Cognitive Psychology*, 20(3), S. 397–417.
- Labate, E., Pazzaglia, F. & Hegarty, M. (2014): What working memory subcomponents are needed in the acquisition of survey knowledge? Evidence from direction estimation and shortcut tasks. In: *Journal of Environmental Psychology*, 37, S. 73–79.
- Lang, P. J., Greenwald, M. K., Bradley, M. M. & Hamm, A. O. (1993): Looking at pictures: Affective, facial, visceral, and behavioral reactions. In: *Psychophysiology*, 30(3), S. 261–273.
- Lang, P.J., Bradley, M.M. & Cuthbert, B.N. (2008): International affective picture system (IAPS): Affective ratings of pictures and instruction manual. Technical Report A-8. University of Florida, Gainesville, Florida.
- Lawton, C. A., Charleston, S. I. & Zieles, A. S. (1996): Individual- and gender-related differences in indoor wayfinding. In: *Environment and Behavior*, 28, S. 204–219.
- Levine, M., Marchon, I. & Hanley, G. (1984): The placement and misplacement of you-are-here maps. *Environment and Behavior*, 16(2), S. 139–157.
- Levine, L. J. & Edelman, R. S. (2009): Emotion and memory narrowing: A review and goal-relevance approach. In: *Cognition and Emotion*, 23(5), S. 833–875.
- Lingwood, J., Blades, M., Farran, E. K., Courbois, Y. & Matthews, D. (2015): The development of wayfinding abilities in children: learning routes with and without landmarks. In: *Journal of environmental psychology*, 41, S. 74–80.
- Lithari, C., Frantzidis, C. A., Papadelis, C., Vivas, A. B., Klados, M. A., Kourtidou-Papadeli, C., Pappas, C., Ioannides, A. A. & Bamidis, P. D. (2010): Are females more responsive to emotional stimuli? A neurophysiological study across arousal and valence dimensions. In: *Brain topography*, 23(1), S. 27–40.
- Lynch, K. (1960): *The image of the city*, Vol. 11, MIT press.
- Maguire, E. A., Woollett, K. & Spiers, H. J. (2006): London taxi drivers and bus drivers: a structural MRI and neuropsychological analysis. In: *Hippocampus*, 16(12), S. 1091–1101.
- Martin, D. W. (2008): *Doing Psychology Experiments*. 7. Edition, Cengage Learning.
- Mauss, I. B. & Robinson, M. D. (2009): Measures of emotion: A review. In: *Cognition and emotion*, 23(2), S. 209–237.
- May, A. J., Ross, T., Bayer, S. H., & Tarkiainen, M. J. (2003): Pedestrian navigation aids: information requirements and design implications. In: *Personal and Ubiquitous Computing*, 7(6), S. 331–338.
- McGee, M. G. (1979): Human spatial abilities: Psychometric studies and environmental, genetic, hormonal, and neurological influences. In: *Psychological bulletin*, 86(5), S. 889–918.
- McNamara, T. P., Sluzenski, J. & Rump, B. (2008): Human Spatial Memory and Navigation. In: Roediger III, Henry L. (Hrsg.): *Learning and Memory. A Comprehensive Reference*, Elsevier, Oxford, S. 157–178.
-

-
- Miller, L. K. & Santoni, V. (1986): Sex differences in spatial abilities: Strategic and experiential correlates. In: *Acta Psychologica*, 62(3), S. 225–235.
- Montello, D. R. (1998): A new framework for understanding the acquisition of spatial knowledge in large-scale environments. In: Egenhofer M.J., Golledge, R.G. (Hrsg.): *Spatial and temporal reasoning in geographic information systems*. Oxford University Press, New York, S. 143–154.
- Montello, D. R., Lovelace, K. L., Golledge, R. G. & Self, C. M. (1999): Sex related differences and similarities in geographic and environmental spatial abilities. In: *Annals of the Association of American Geographers*, 89, S 515–534.
- Montello, D. R. (2005): Navigation. In: Miyake, A., & Shah, P. (Hrsg.): *The Cambridge Handbook of Visuospatial Thinking*. Cambridge University Press, Cambridge, S. 257–294.
- Montello, D. R. & Sas, C. (2006): Human factors of wayfinding in navigation. In: Karwowski W. (Hrsg.): *International encyclopedia of ergonomics and human factors*. 2nd ed, CRC Press/Taylor & Francis Ltd., London, S. 2003–2008.
- Montello, D. R. (2009): Geographic orientation and disorientation: getting lost and getting found in real and information spaces. In: *User Experience*, 8(1), S. 24–26.
- Münzer, S., Zimmer, H. D., Schwalm, M., Baus, J. & Aslan, I. (2006): Computer-assisted navigation and the acquisition of route and survey knowledge. In: *Journal of environmental psychology*, 26(4), S. 300–308.
- Münzer, S. & Hölscher, C. (2011): Entwicklung und Validierung eines Fragebogens zu räumlichen Strategien. In: *Diagnostica*, 57(3), S. 111–125.
- Münzer, S. & Stahl, C. (2011): Learning routes from visualizations for indoor wayfinding: Presentation modes and individual differences. In: *Spatial Cognition & Computation*, 11(4), S. 281–312.
- Newman, E. L., Caplan, J. B., Kirschen, M. P., Korolev, I. O., Sekuler, R. & Kahana, M. J. (2007): Learning your way around town: How virtual taxicab drivers learn to use both layout and landmark information. In: *Cognition*, 104(2), S. 231–253.
- Obeidat, I., Obeidat, S. & Amor, C. (2011): Wayfinding by color guide people to find their way in the built environment. In: *Proceedings of Arts and Humanities Graduate Student Research Conference*, S. 271–291.
- Ochsner, K. N. (2000): Are affective events richly recollected or simply familiar? The experience and process of recognizing feelings past. In: *Journal of Experimental Psychology: General*, 129(2), S. 242–261.
- Ohm, C., Müller, M., Ludwig, B. & Bienk, S. (2014): Where is the Landmark? Eye Tracking Studies in Large-Scale Indoor Environments. In: *Proceedings of the 2nd International Workshop on Eye Tracking for Spatial Research*, September 2014, Wien, Österreich, S. 47–51.
- O'Keefe, J. & Dostrovsky, J. (1971): The hippocampus as a spatial map. Preliminary evidence from unit activity in the freely-moving rat. In: *Brain research*, 34(1), S. 171–175.
- O'Neill, M. J. (1991): Effects of signage and floor plan configuration on wayfinding accuracy. In: *Environment and Behavior*, 23(5), S. 553–574.
-

-
- Passini, R. (1984): Spatial representations, a wayfinding perspective. In: *Journal of environmental psychology*, 4(2), S. 153–164.
- Peponis, J., Zimring, C. & Choi, Y. K. (1990): Finding the building in wayfinding. In: *Environment and behavior*, 22(5), S. 555–590.
- Posner, J., Russell, J. A. & Peterson, B. S. (2005): The circumplex model of affect: An integrative approach to affective neuroscience, cognitive development, and psychopathology. In: *Development and psychopathology*, 17(03), S. 715–734.
- Raubal, M., Egenhofer, M. J., Pfoser, D. & Tryfona, N. (1997): Structuring space with image schemata: Wayfinding in airports as a case study. In: *International Conference on Spatial Information Theory*. Springer, Berlin Heidelberg. S. 85–102.
- Raubal, M. & Winter, S. (2002): Enriching wayfinding instructions with local landmarks. In: *International Conference on Geographic Information Science*. Springer, Berlin Heidelberg. S. 243–259.
- Richardson, A. E., Montello, D. R. & Hegarty, M. (1999): Spatial knowledge acquisition from maps and from navigation in real and virtual environments. In: *Memory & cognition*, 27(4), S. 741–750.
- Russell, J. A. (1980): A Circumplex Model of Affect. In: *Journal of Personality and Social Psychology*, 39(6), S. 1161–1178.
- Russell, J. A. (2003): Core affect and the psychological construction of emotion. In: *Psychological review*, 110(1), S. 145–172.
- Schwarz, N. (1990): Feelings as information: Informational and motivational functions of affective states. In: Higgins, E. T., Sorrentino, R. M. (Hrsg): *Handbook of motivation and cognition*. Guilford Press, New York. S. 527–561.
- Siegel, A. W. & White, S. H. (1975): The development of spatial representations of large-scale environments. In: Reese, H.W.(Hrsg): *Advances in child development and behavior*, 10, Academic Press, New York, S. 9–55.
- Soeda, M., Kushiyama, N. & Ohno, R. (1997): Wayfinding in cases with vertical motion. In: *Proceedings of MERA*, 97, S. 559–564.
- Sorrows, M. E. & Hirtle, S. C. (1999): The nature of landmarks for real and electronic spaces. In: *International Conference on Spatial Information Theory*. Springer, Berlin Heidelberg. S. 37–50.
- Stankiewicz, B. J. & Kalia, A. A. (2007): Acquisition of structural versus object landmark knowledge. In: *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 33(2), S. 378–390.
- Tenbrink, T., Bergmann, E. & Konieczny, L. (2011): Wayfinding and description strategies in an unfamiliar complex building. In: *Proceedings of the 33rd Annual Conference of the Cognitive Science Society*, Austin, USA, S. 1262 – 1267.
- Thierbach, C. & Lorenz, A. (2014): *Exploring the Orientation in Space. Mixing Focus Ethnography and Surveys in Social Experiment*. In: *Historical Social Research*, 39(2), S. 137–166.
-

- Thorndyke, P. W. & Hayes-Roth, B. (1982): Difference in Spatial Knowledge Acquired from Maps and Navigation. In: *Cognitive Psychology*, 14(4), S. 560–589.
- Tolman, E. C. (1948): Cognitive maps in rats and men. In: *Psychological review*, 55(4), S. 189–208.
- Tom, A. & Denis, M. (2004): Language and spatial cognition: Comparing the roles of landmarks and street names in route instructions. In: *Applied cognitive psychology*, 18(9), S. 1213–1230.
- Tversky, B. (1993): Cognitive maps, cognitive collages, and spatial mental models. In: Frank, A.U., Campari, I. (Hrsg.): *Spatial Information Theory A Theoretical Basis for GIS*, Springer, Berlin Heidelberg, S. 14–24.
- van Asselen, M., Fritschy, E. & Postma, A. (2006): The influence of intentional and incidental learning on acquiring spatial knowledge during navigation. In: *Psychological Research*, 70(2), S. 151–156.
- Watson, D., Clark, L. A. & Tellegen, A. (1988): Development and validation of brief measures of positive and negative affect: The PANAS scales. In: *Journal of Personality and Social Psychology*, 54(6), S. 1063–1070.
- Weisman, J. (1981): Evaluating architectural legibility way-finding in the built environment. In: *Environment and behavior*, 13(2), S. 189–204.
- Wrase, J., Klein, S., Gruesser, S. M., Hermann, D., Flor, H., Mann, K., Braus, D. F. & Heinz, A. (2003): Gender differences in the processing of standardized emotional visual stimuli in humans: a functional magnetic resonance imaging study. In: *Neuroscience letters*, 348(1), S. 41–45.
- Wright, P., Hull, A. J. & Lickorish, A. (1993): Navigating in a hospital outpatients' department: The merits of maps and wall signs. In: *Journal of Architectural and Planning research*, 10, S. 76–89.

ANHANG
A Fragebogen zu den räumlichen Strategien

Der folgende Fragebogen testet, wie Sie sich in realen Umgebungen orientieren und welche Strategien Sie dabei verfolgen. Dies wird anhand Ihrer eigenen Einschätzung zu folgenden Sätzen ermittelt. Bitte geben Sie bei jedem der hier aufgelisteten Sätze an, wie gut dieser auf einer Skala von 1–7 auf Sie zu trifft.

1 = lehne ich stark ab ←↔ = stimme ich stark zu

- | | | | | | | | |
|--|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|-----------------------|
| 1. Wenn ich durch eine unbekannte Stadt laufe, dann weiß ich, aus welcher Richtung ich gekommen bin und in welche Richtung ich mich bewege. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="radio"/> |
| 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. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="radio"/> |
| 3. Wenn ich mich durch ein großes Gebäude bewege, dann stelle ich mir dabei eine Art Plan oder Grundriss (Überblicksansicht) vor. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="radio"/> |
| 4. Ich bin sehr gut darin, von meinem gegenwärtigen Standort aus Richtungen zu anderen Orten anzugeben. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="radio"/> |
| 5. In der freien Natur (z. B. Wald, Gebirge) kann ich mich an einen Weg sehr gut erinnern, wenn ich ihn einmal gegangen bin. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="radio"/> |
| 6. Ich kann spontan zeigen, wo Norden, Süden, Osten und Westen liegt. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="radio"/> |
| 7. Ich stelle mir die Umgebung stets wie auf einer „mentalen Karte“ (Überblicksansicht) vor. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="radio"/> |
| 8. Ich finde stets ohne Probleme zu meinem Ziel. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="radio"/> |
| 9. In der freien Natur versuche ich, die räumlichen Gegebenheiten aus der Vogelperspektive zu verstehen. | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| | <input type="radio"/> |

10. In einer unbekanntenen Umgebung finde ich mich gut zurecht.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>
11. Wenn ich in meiner Stadt unterwegs bin, dann kann ich mir meine Position wie einen Punkt auf meiner „mentalen Karte“ vorstellen.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>
12. Ich bin sehr gut darin, mir Wege zu merken und finde auch ohne Mühe den Rückweg.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>
13. In einem großen Gebäude habe ich keine Schwierigkeiten, einen Weg nochmals zu gehen, wenn ich den Weg einmal gegangen bin.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>
14. Mein Orientierungssinn ist sehr gut.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>
15. In meiner Stadt kann ich von einem beliebigen Punkt aus spontan angeben, in welchen Richtungen markante Gebäude oder Bezugspunkte liegen.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>
16. Ich verfüge über eine sehr gute Vorstellung von meiner Stadt, wie auf einer Karte.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>
17. In der freien Natur kann ich spontan zeigen, wo Norden, Süden, Osten und Westen liegt.(30 H, P18)	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>
18. In einem großen Gebäude weiß ich spontan, in welcher Richtung der Eingang liegt.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>
19. Wenn ich mich in einer unbekanntenen Stadt bewege, dann bilde ich in meiner Vorstellung eine Art „mentale Karte“.	1 <input type="radio"/>	2 <input type="radio"/>	3 <input type="radio"/>	4 <input type="radio"/>	5 <input type="radio"/>	6 <input type="radio"/>	7 <input type="radio"/>

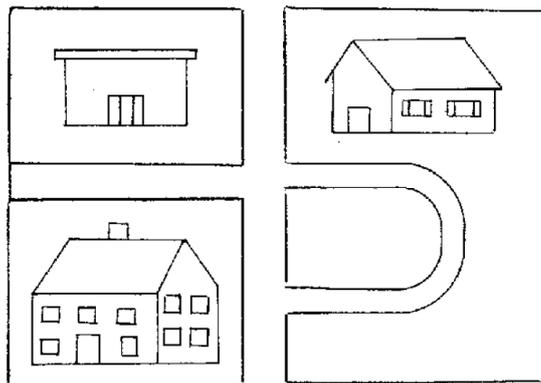
B Test zur Merkfähigkeit

Mit diesem Test wird ihre Fähigkeit geprüft, sich Positionen von Objekten auf einer Strassenkarte zu merken.

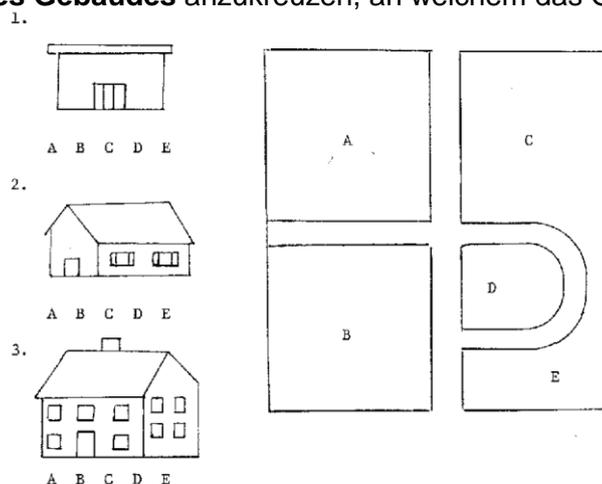
Sie werden eine Karte mit Strassen, Gebäuden und anderen Strukturen bekommen. Sie haben **4 Minuten** Zeit sich diese Karte zu merken. Nach diesen **4 Minuten** blättern Sie zur Testseite. Auf diesem Blatt ist das Strassennetz der vorhin betrachteten Karte abgebildet und die freien Räume dazwischen sind mit Buchstaben versehen. Links neben der Karte befinden sich die Gebäude, welche zuvor auf der Karte positioniert waren. Kreuzen Sie jeweils **unterhalb des Gebäudes** den entsprechenden Buchstaben an, bei welchem sich das Gebäude korrekterweise befinden würde. Wiederrum haben Sie **4 Minuten** Zeit.

Hier ein einfaches Beispiel:

- **Karte** → 4 Minuten Zeit sich dies zu merken:



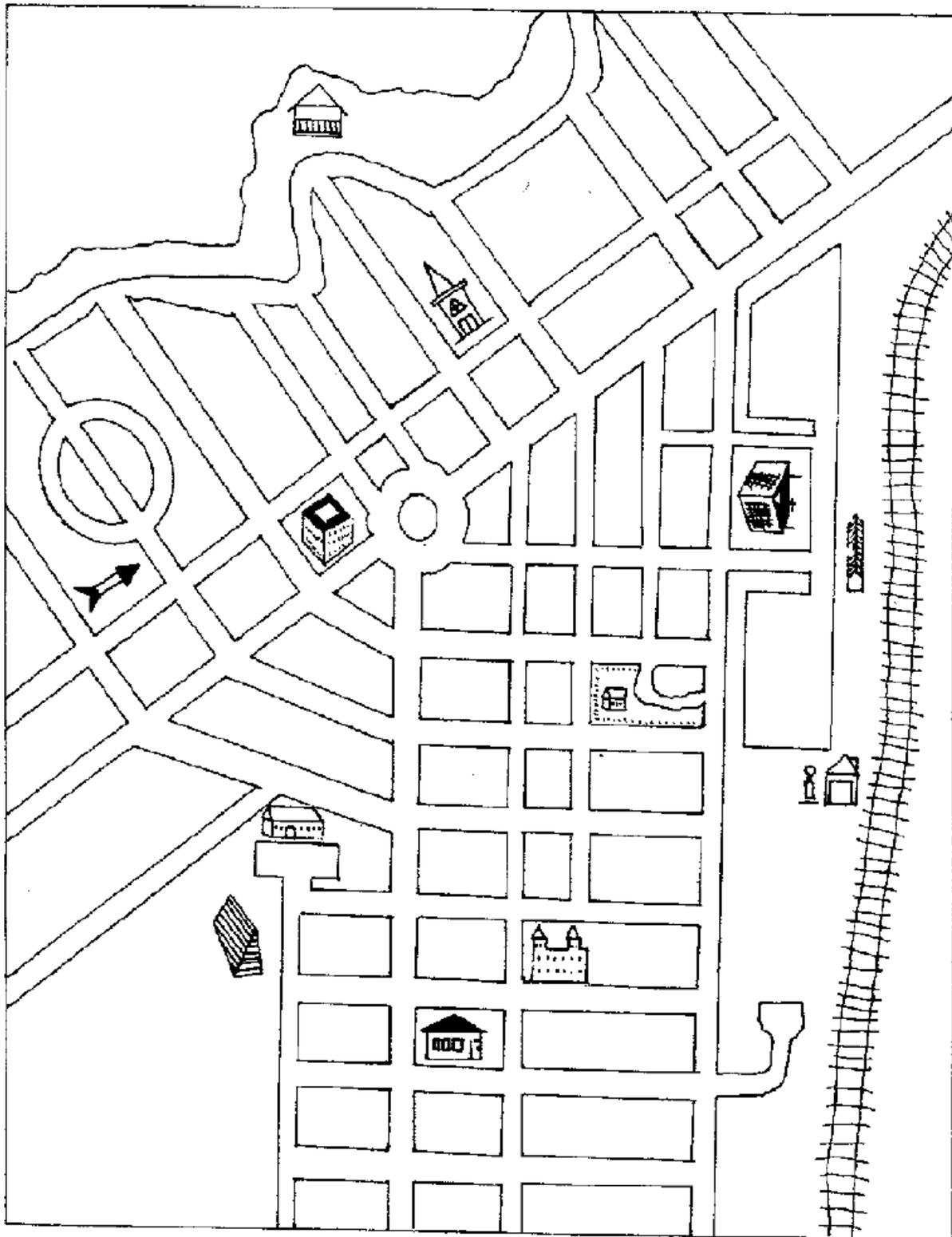
- **Testseite** → 4 Minuten Zeit die richtigen Buchstaben A, B, C, D oder E **unterhalb des Gebäudes** anzukreuzen, an welchem das Gebäude sich befindet.



Auf der nächsten Seite befindet sich die erste von zwei Karten. **Warten Sie mit umblättern, bis Sie dazu aufgefordert werden!**

Karte 1:

Sie haben **4 Minuten** Zeit sich die Gebäudeposition zu merken.



ACHTUNG: Gehen Sie erst zur nächsten Seite, wenn Sie dazu aufgefordert werden!

Testseite zu Karte 1:

Sie haben **4 Minuten**, die richtigen Buchstaben unterhalb der Objekte anzukreuzen.

1. 

A B C D E
2. 

A B C D E
3. 

A B C D E
4. 

A B C D E
5. 

A B C D E
6. 

A B C D E
7. 

A B C D E
8. 

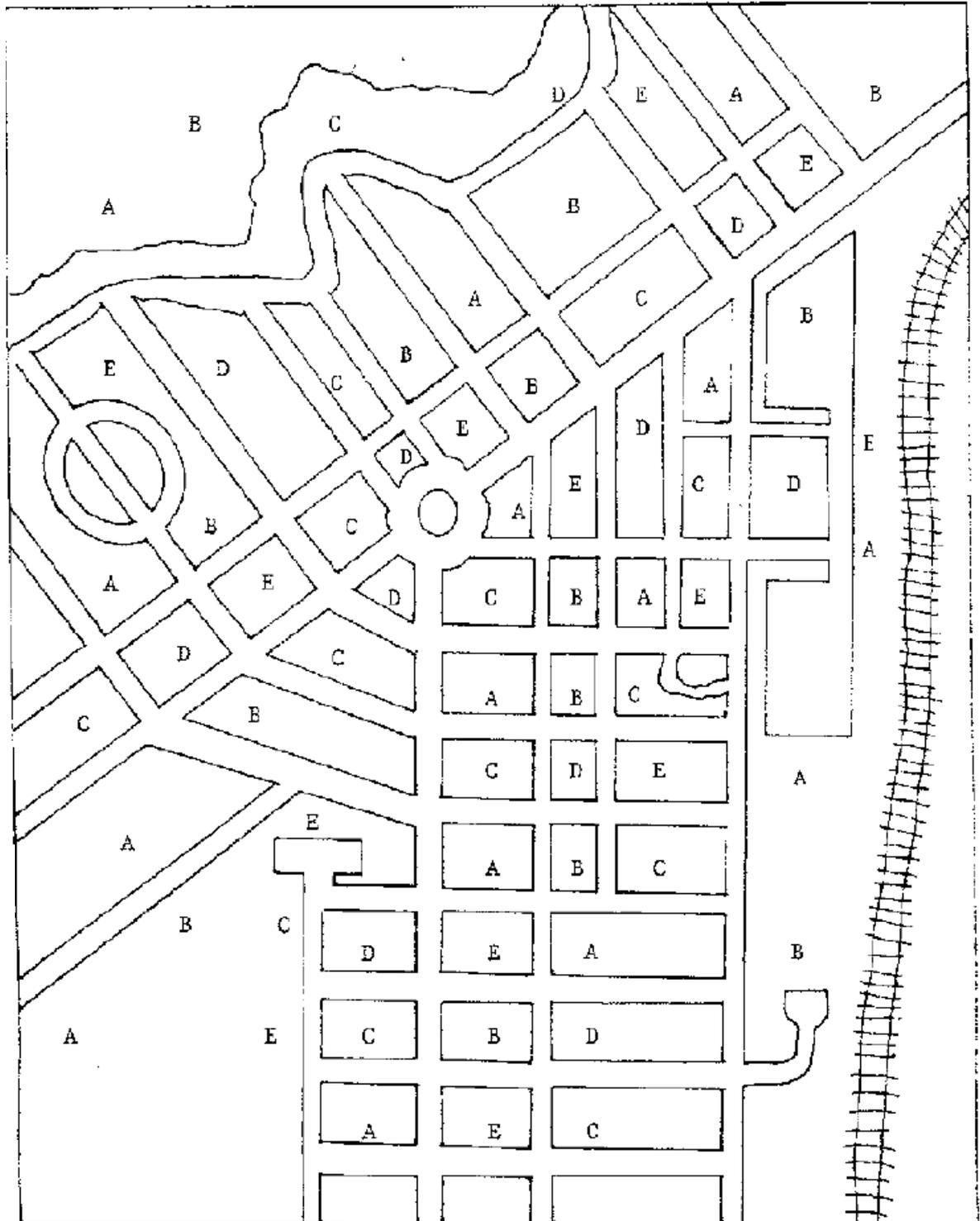
A B C D E
9. 

A B C D E
10. 

A B C D E
11. 

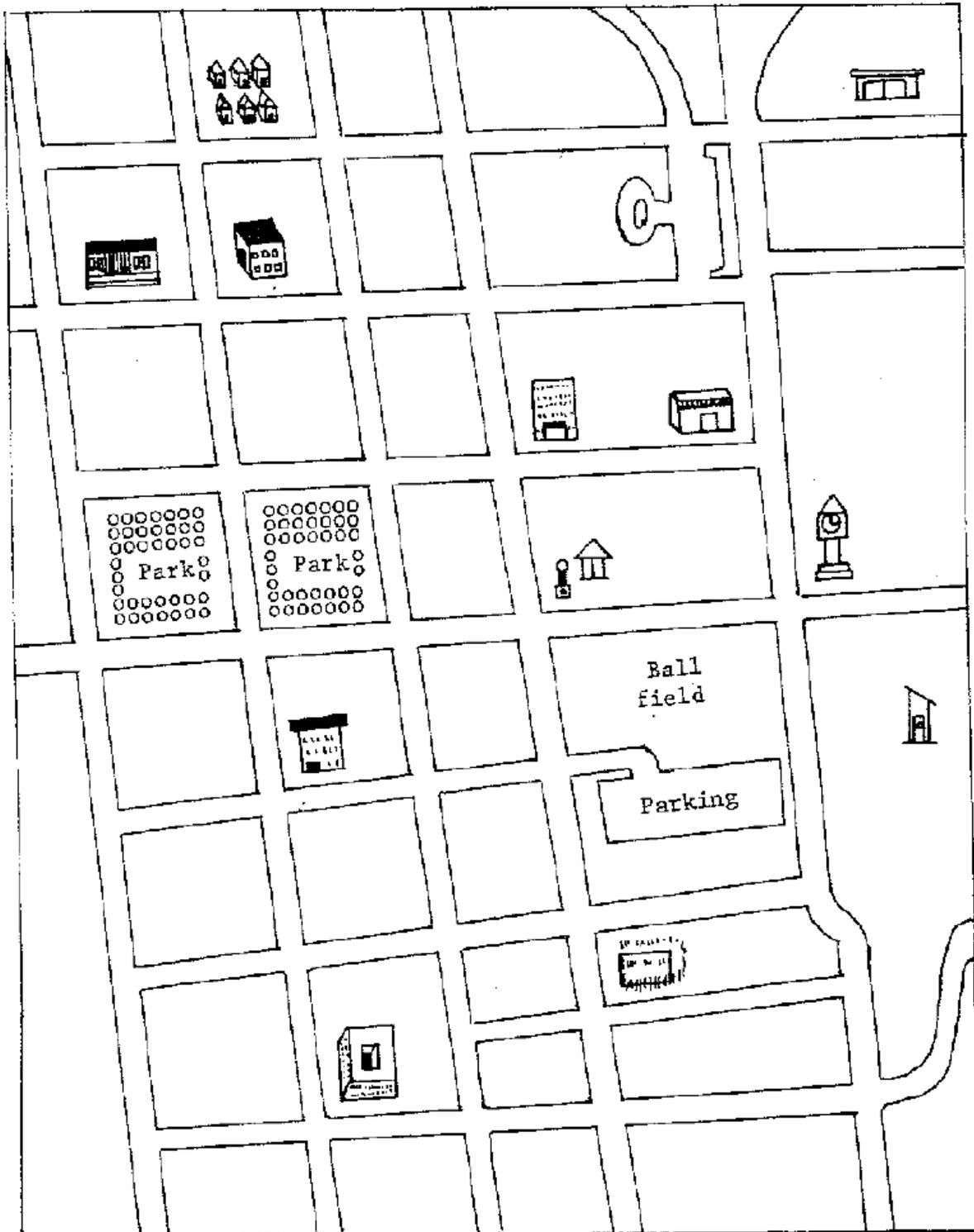
A B C D E
12. 

A B C D E



Karte 2:

Sie haben **4 Minuten** Zeit sich die Gebäudeposition zu merken.

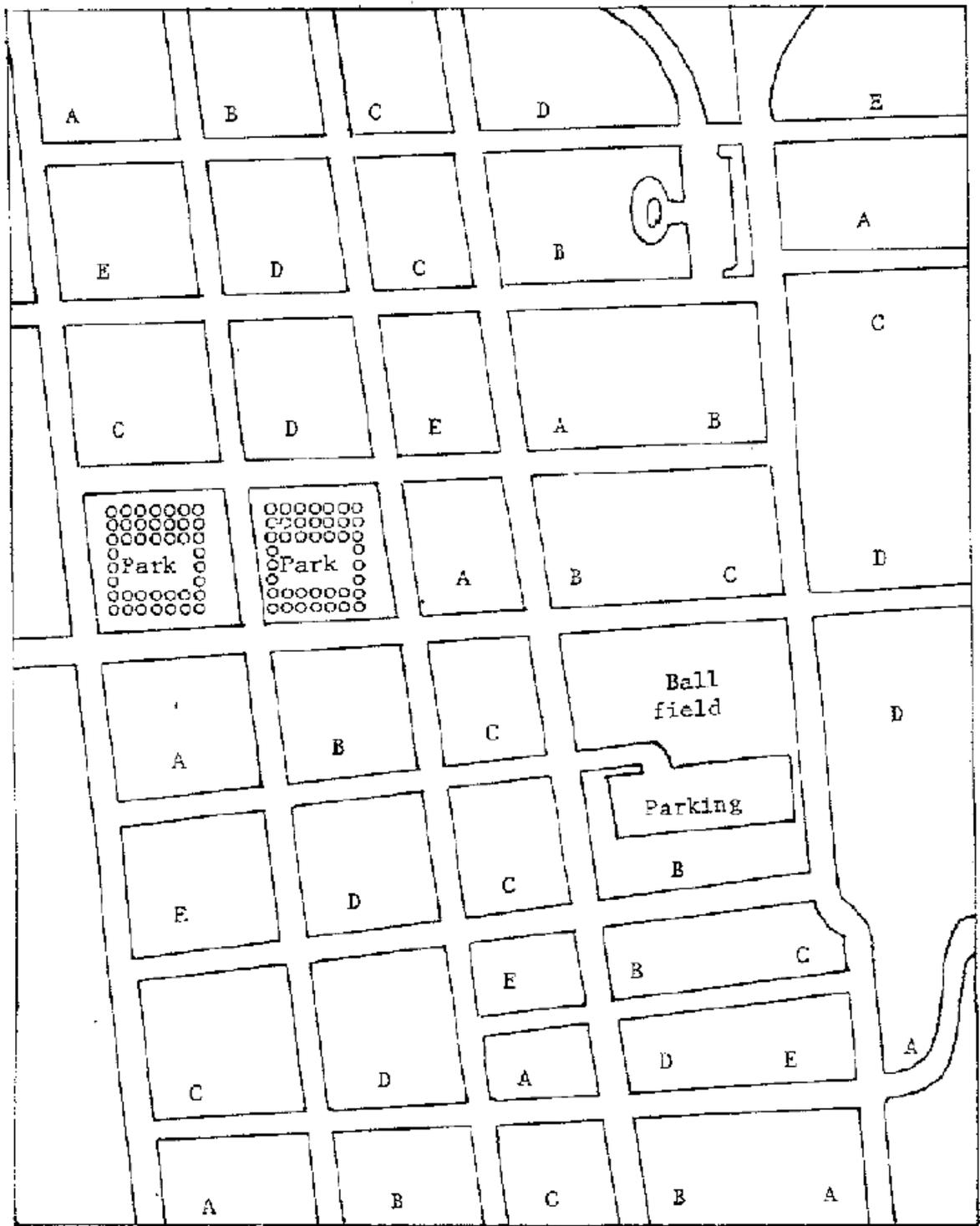


ACHTUNG: Gehen Sie erst zur nächsten Seite, wenn Sie dazu aufgefordert werden!

Testseite zu Karte 2:

Sie haben **4 Minuten**, die richtigen Buchstaben unterhalb der Objekte anzukreuzen.

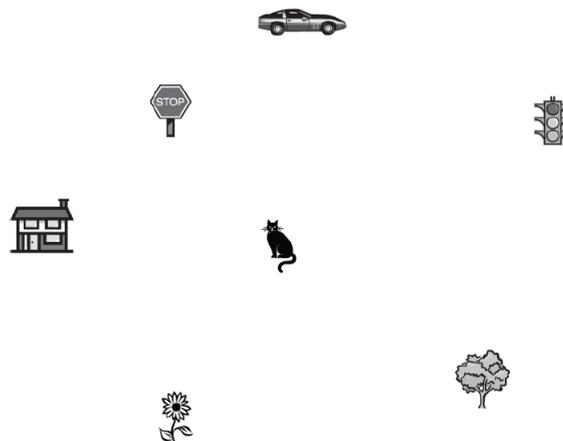
- 13. 
A B C D E
- 14. 
A B C D E
- 15. 
A B C D E
- 16. 
A B C D E
- 17. 
A B C D E
- 18. 
A B C D E
- 19. 
A B C D E
- 20. 
A B C D E
- 21. 
A B C D E
- 22. 
A B C D E
- 23. 
A B C D E
- 24. 
A B C D E



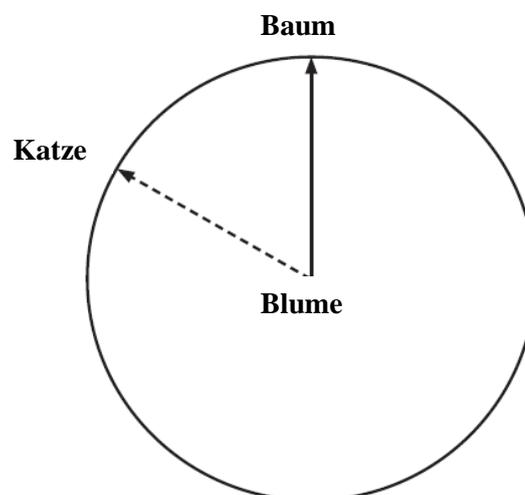
C Test zur räumlichen Orientierung

Mit diesem Test wird ihre Fähigkeit sich zu orientieren und sich etwas aus einem anderen Blickwinkel vorzustellen ermittelt. Auf jeder der folgenden Seiten werden sie ein Bild mit verschiedenen Objekten sehen. Unterhalb des Bildes steht eine Frage. Sie werden jeweils gebeten, sich vorzustellen, bei einem dieser Objekte zu stehen und auf ein anderes zu blicken. Anschliessend sollen Sie durch Einzeichnen einer Linie im Kreis (unterhalb der Frage) angeben, in welcher Richtung das genannte dritte Objekt liegt.

Schauen Sie sich das Beispiel hier an. Sie müssen sich hierbei vorstellen, dass sie bei der Blume stehen (welche in der Mitte des unten abgebildeten Kreises steht) und in die Richtung des Baumes schauen, welcher ebenfalls im Kreis eingezeichnet ist. Ihre Aufgabe ist es nun eine Linie / ein Pfeil zu zeichnen, welcher in die Richtung zeigt, in welcher die Katze aus dieser Sicht steht.



Beispiel: Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **Blume** stehen und in Richtung des **Baumes** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher die **Katze** ist.



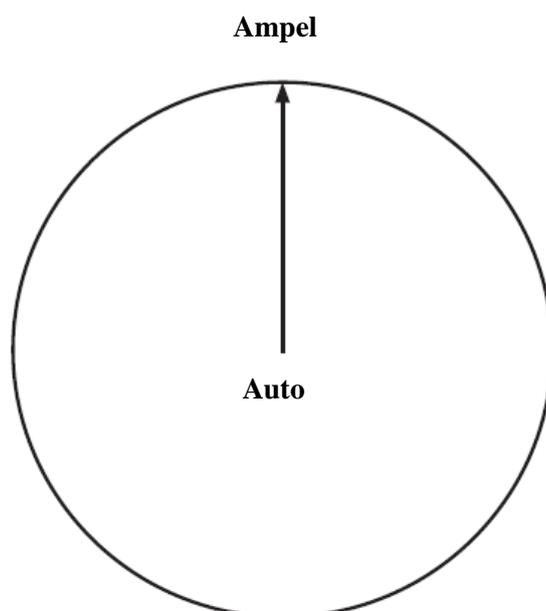
Im Beispiel ist dieser Pfeil schon eingezeichnet, damit Sie sich vorstellen können, wie es zu verstehen ist. Gesamthaft sind es **12 Fragen**. Dafür haben sie 5 Minuten Zeit. Sie dürfen also nicht zu lange für eine Frage brauchen.

Wichtig:

- Sie dürfen das Blatt **nicht drehen!**
- Sie dürfen auch **keine Markierungen in das Bild mit den Objekte** machen → Sie dürfen **nur den geforderten Pfeil im Kreis** unten einzeichnen!
- Falls Sie den Pfeil korrigieren möchten, streichen Sie in so klar durch, damit deutlich erkennbar wird welcher Pfeil Ihre Antwort ist
- Die Genauigkeit der Antwort ist **sehr wichtig**. Zeichnen Sie den Pfeil so genau wie möglich ein!

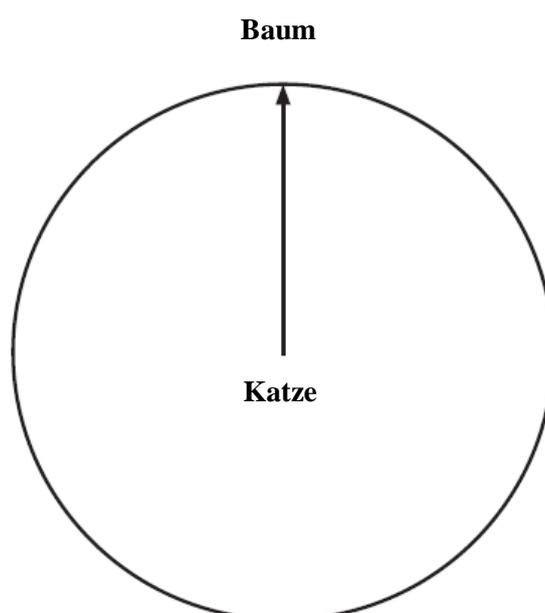


1. Stellen Sie sich vor, dass Sie beim **Auto** stehen und in Richtung der **Ampel** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher die **STOP-Tafel** ist.



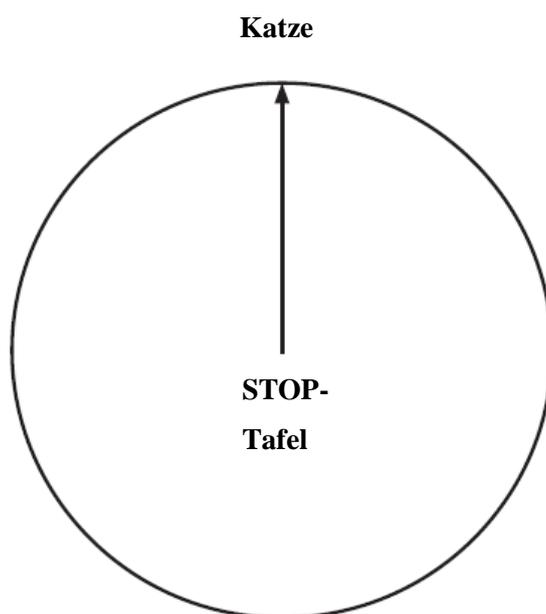


2. Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **Katze** stehen und in Richtung des **Baumes** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher das **Auto** ist.



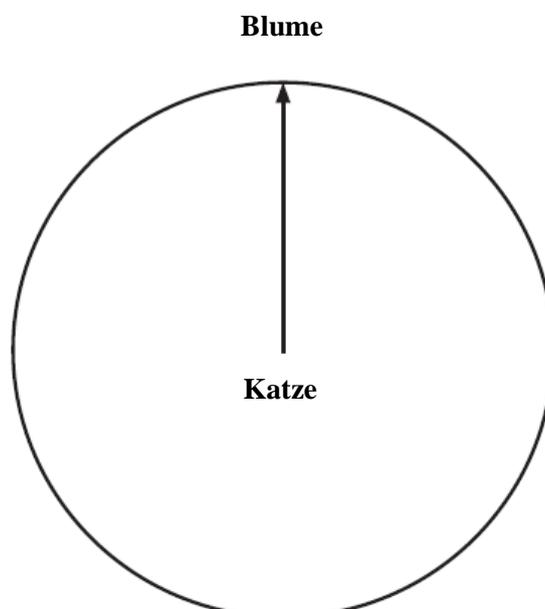


3. Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **STOP-Tafel** stehen und in Richtung der **Katze** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher das **Haus** ist.



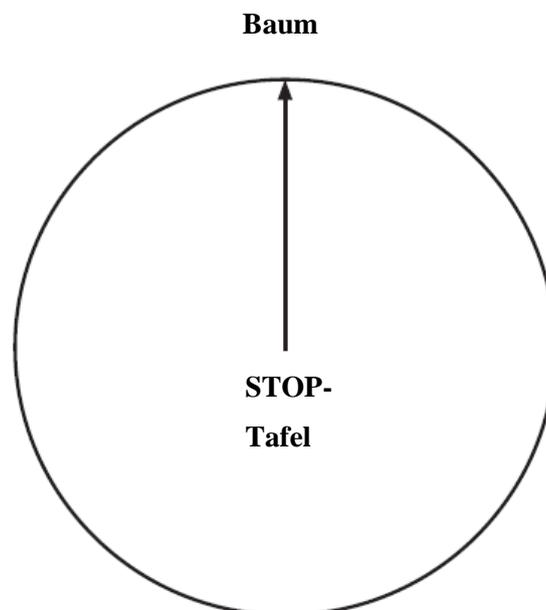


4. Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **Katze** stehen und in Richtung der **Blume** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher das **Auto** ist.



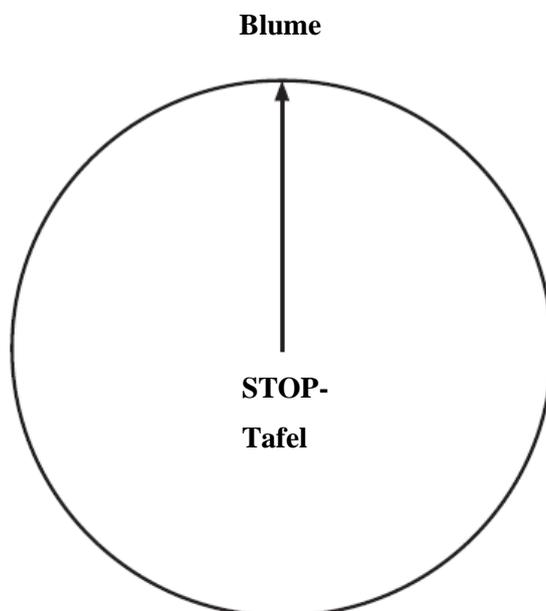


5. Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **STOP-Tafel** stehen und in Richtung des **Baumes** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher die **Ampel** ist.



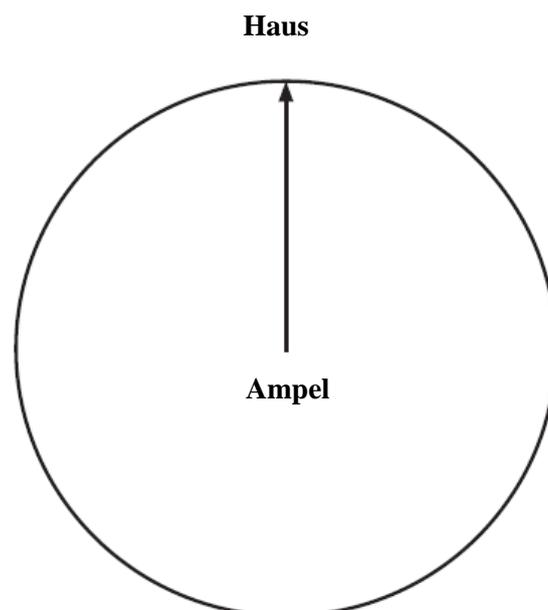


6. Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **STOP-Tafel** stehen und in Richtung der **Blume** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher das **Auto** ist.



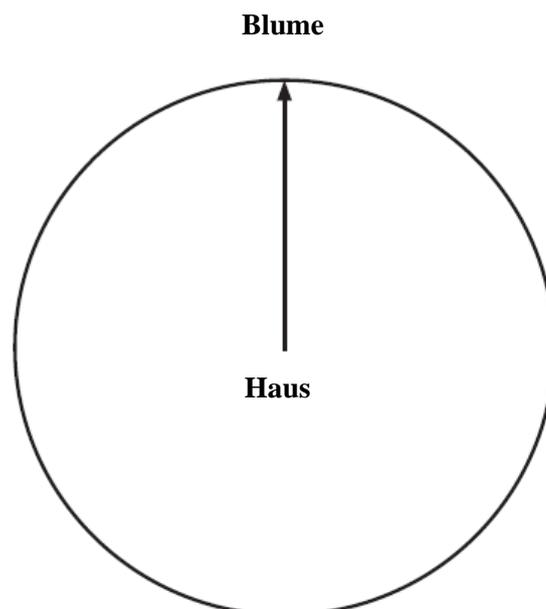


7. Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **Ampel** stehen und in Richtung des **Hauses** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher das **Blume** ist.



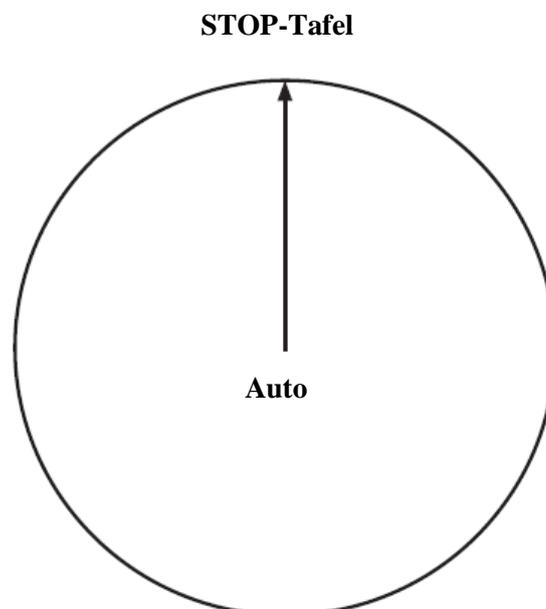


8. Stellen Sie sich vor, dass Sie beim **Haus** stehen und in Richtung der **Blume** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher die **STOP-Tafel** ist.



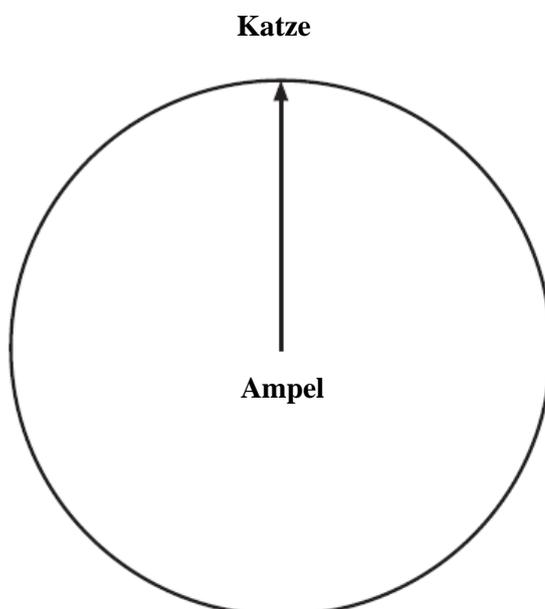


9. Stellen Sie sich vor, dass Sie beim **Auto** stehen und in Richtung der **STOP-Tafel** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher der **Baum** ist.



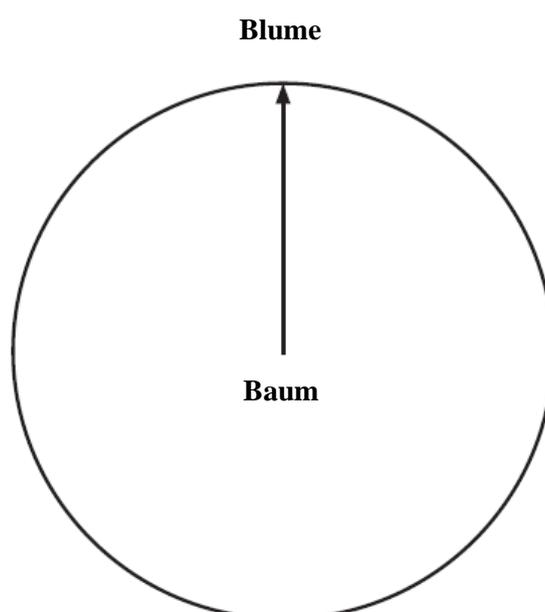


10. Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **Ampel** stehen und in Richtung der **Katze** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher das **Auto** ist.



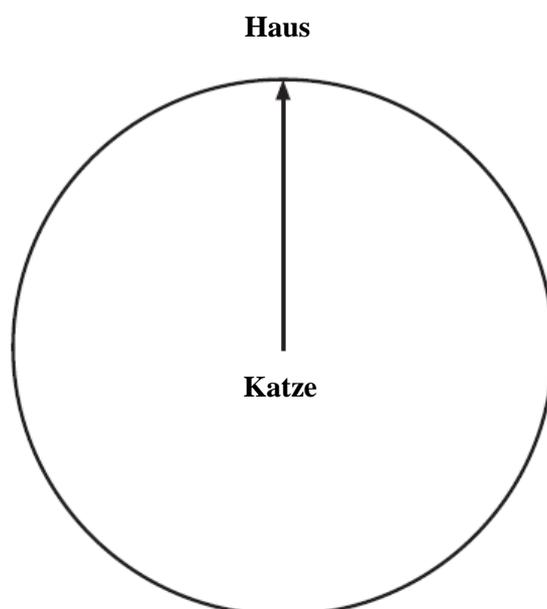


11. Stellen Sie sich vor, dass Sie beim **Baum** stehen und in Richtung der **Blume** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher das **Haus** ist.





12. Stellen Sie sich vor, dass Sie bei der **Katze** stehen und in Richtung des **Hauses** schauen. Nun zeichnen Sie unten im Kreis eine Linie/Pfeil in jene Richtung ein, in welcher die **Ampel** ist.



D Einwilligungsf formular

Studie zum Thema Indoor-Navigation an der ETH Zürich

Vortests: Ende Dezember 2016

Hauptstudie: 12. Januar – 20. Januar 2017

ID: _____

Zweck der Studie

Sie sind eingeladen, an einer Studie im Bereich Indoor-Navigation teilzunehmen, welche im Rahmen der Masterarbeit von Thomas Ingold am Geographischen Institut der Universität Zürich durchgeführt wird. Das Projekt wird von Prof. Dr. Sara Fabrikant vom Geographischen Institut der Universität Zürich geleitet.

Ablauf der Studie

Während der gesamten Studie werden Muskelbewegungen im Gesicht, sowie Messungen der Hautleitfähigkeit erhoben. Dies ist für Sie völlig schmerzfrei und ungefährlich. Dazu werden zu Beginn der Studie verschiedene Elektroden auf Ihrer Haut befestigt und mit den entsprechenden Geräten verbunden. Bitte versuchen Sie diese nicht zu berühren oder zu verrutschen und bleiben Sie während der gesamten Studie in meiner Nähe, da die Geräte eine maximale Reichweite besitzen. Als nächstes füllen Sie einen Fragebogen zu Ihrer aktuellen Stimmung aus, bevor ich Sie auf einem Rundgang durch das Gebäude begleite. Auf dem Rundgang werden wir mehrfach einen Halt einlegen, um verschiedene Bilder zu betrachten und diese anhand eines Schemas zu bewerten. Anschliessend werden ein paar Fragen gestellt und ein Fragebogen bezüglich der Studie ausgefüllt. Die Studie dauert ca. 45 Minuten und beinhaltet keinerlei Risiken für Sie.

Vertraulichkeit der Daten

Jegliche Informationen, die während der Studie mit Ihnen in Verbindung gebracht werden können, werden vertraulich behandelt und nur mit Ihrer ausdrücklichen Erlaubnis an Dritte weitergegeben. Mit Ihrer Unterschrift erlauben Sie uns, die anonymisierten Ergebnisse der Studie mehrmals zu publizieren. Dabei werden keinerlei Informationen veröffentlicht, die es ermöglichen, Sie zu identifizieren.

Bekanntgabe der Ergebnisse

Wenn Sie über die Ergebnisse der Studie auf dem Laufenden gehalten werden möchten, bitten wir Sie, dem Studienleiter Ihre Anschrift zu hinterlassen. Eine Kopie von zukünftigen Publikationen wird Ihnen daraufhin zugestellt.

Einwilligung

Ihre Entscheidung, an den Vortests und der Hauptstudie teilzunehmen oder nicht, wird zukünftige Beziehungen mit der Universität Zürich nicht beeinträchtigen. Entscheiden Sie sich dafür, an der Vorstudie teilzunehmen, steht es Ihnen jederzeit frei, die Teilnahme ohne Begründung abzubrechen. Sollten Sie Fragen haben, zögern Sie bitte nicht, diese zu stellen. Sollten zu einem späteren Zeitpunkt Fragen aufkommen, wird Thomas Ingold (thomas.ingold@uzh.ch) diese gerne beantworten. Sie erhalten eine Kopie dieses Dokuments, falls Sie dies wünschen.

Mit Ihrer Unterschrift bestätigen Sie, oben stehende Informationen gelesen und verstanden zu haben und willigen ein, unter den dort beschriebenen Bedingungen an der Vorstudie teilzunehmen.

Unterschrift Studentin

Unterschrift Studienleiter

Vor- und Nachname in Blockschrift

Vor- und Nachname in Blockschrift

Ort/Datum: _____

-----Hier unten leer lassen-----

Widerruf der Einwilligung

Hiermit möchte ich meine Einwilligung, an der oben beschriebenen Studie teilzunehmen, widerrufen.

Unterschrift Studentin

Vor- und Nachname in Blockschrift

Ort/Datum: _____

Mit dem Widerruf der Einwilligung beeinträchtigen Sie in keiner Weise Ihre Beziehungen 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, Geographisches Institut, Universität Zürich, Winterthurerstrasse 190, 8057 Zürich* senden.

E PANAS

Deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule PANAS

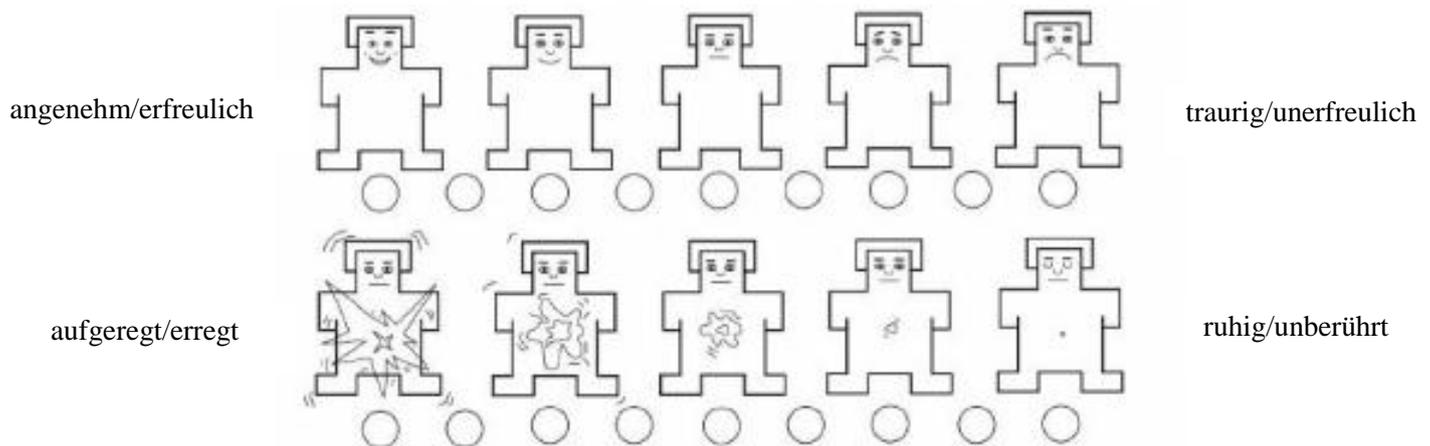
Nun möchten wir gerne von Ihnen wissen, wie Sie sich fühlen. Die folgenden Wörter beschreiben unterschiedliche Gefühle und Empfindungen. Lesen Sie jedes Wort und tragen Sie dann in die Skala neben jedem Wort die Intensität ein. Sie haben die Möglichkeit, zwischen fünf Abstufungen zu wählen. Geben Sie bitte an, wie Sie sich momentan fühlen.

	gar nicht	ein bisschen	einigermassen	erheblich	äusserst
aktiv	1	2	3	4	5
bekümmert	1	2	3	4	5
interessiert	1	2	3	4	5
freudig erregt	1	2	3	4	5
verärgert	1	2	3	4	5
stark	1	2	3	4	5
schuldig	1	2	3	4	5
erschrocken	1	2	3	4	5
feindselig	1	2	3	4	5
angeregt	1	2	3	4	5
stolz	1	2	3	4	5
gereizt	1	2	3	4	5
begeistert	1	2	3	4	5
beschämt	1	2	3	4	5
wach	1	2	3	4	5
nervös	1	2	3	4	5
entschlossen	1	2	3	4	5
aufmerksam	1	2	3	4	5
durcheinander	1	2	3	4	5
ängstlich	1	2	3	4	5

F Szenario

Stellen Sie sich vor, dass heute ihr erster Tag an der ETH Zürich ist. Um sich im Hauptgebäude schneller zurecht zu finden, nehmen Sie an einem Rundgang durch das Gebäude teil. Achten Sie während dem Rundgang auf ihre Umgebung.

Auf dem Rundgang werden wir an verschiedenen Orten anhalten, um aufgehängte Bilder zu betrachten und zu bewerten. Es ist wichtig, dass Sie sich genügend Zeit für die Betrachtung nehmen. Schauen Sie sich das Bild daher ca. 10 Sekunden an, bevor Sie zur Bewertung übergehen. Dafür ist folgendes Schema vorgesehen:



Geben Sie dann an, wie angenehm Sie das entsprechende Bild finden und wie stark es Sie aktiviert. Danach wird der Rundgang fortgesetzt. Am Ende werden Ihnen noch ein paar Fragen zu diesem neuen Ort gestellt.

Bitte beachten:

Bleiben Sie während dem Rundgang in unmittelbarer Nähe des Studienleiters. Die Geräte funktionieren nur über eine gewisse Reichweite.

Versuchen Sie die Elektroden nicht zu berühren oder zu verschieben.

Lassen Sie sich nicht von anderen Personen ablenken, die Sie auf dem Rundgang antreffen könnten.

G Landmarkentest

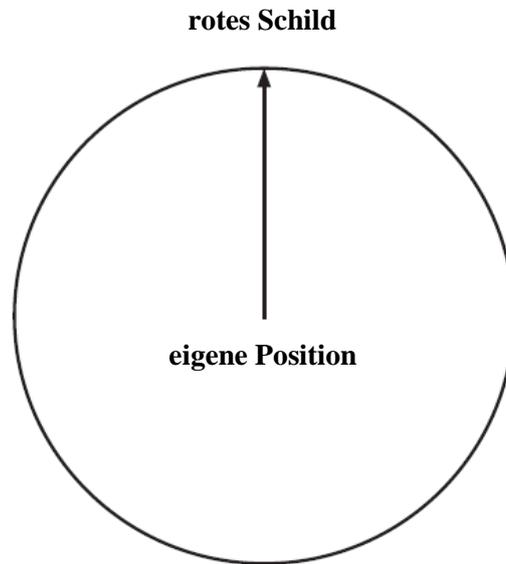
Nennen Sie die auf dem Rundgang vorgekommenen Bilder in der gesehenen Reihenfolge und geben Sie an, in welche Richtung wir bei den einzelnen Bildern abgebogen sind.

1. Bild	In welche Richtung sind wir beim Bild abgebogen?		
<hr/>	Links <input type="checkbox"/>	Geradeaus <input type="checkbox"/>	Rechts <input type="checkbox"/>
2. Bild	In welche Richtung sind wir beim Bild abgebogen?		
<hr/>	Links <input type="checkbox"/>	Geradeaus <input type="checkbox"/>	Rechts <input type="checkbox"/>
3. Bild	In welche Richtung sind wir beim Bild abgebogen?		
<hr/>	Links <input type="checkbox"/>	Geradeaus <input type="checkbox"/>	Rechts <input type="checkbox"/>
4. Bild	In welche Richtung sind wir beim Bild abgebogen?		
<hr/>	Links <input type="checkbox"/>	Geradeaus <input type="checkbox"/>	Rechts <input type="checkbox"/>
5. Bild	In welche Richtung sind wir beim Bild abgebogen?		
<hr/>	Links <input type="checkbox"/>	Geradeaus <input type="checkbox"/>	Rechts <input type="checkbox"/>
6. Bild	In welche Richtung sind wir beim Bild abgebogen?		
<hr/>	Links <input type="checkbox"/>	Geradeaus <input type="checkbox"/>	Rechts <input type="checkbox"/>

H Richtungs- und Distanzschätzung

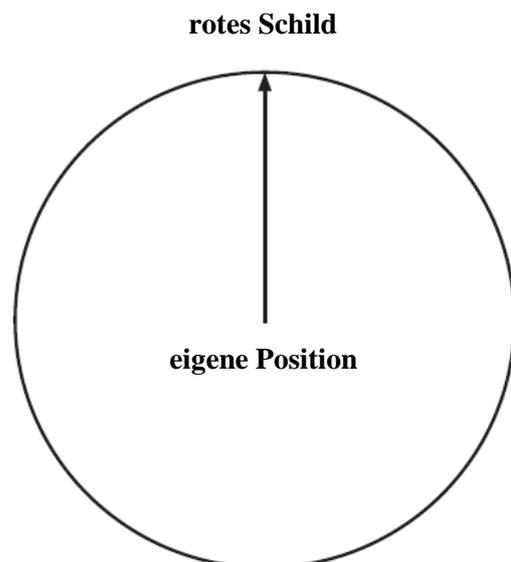
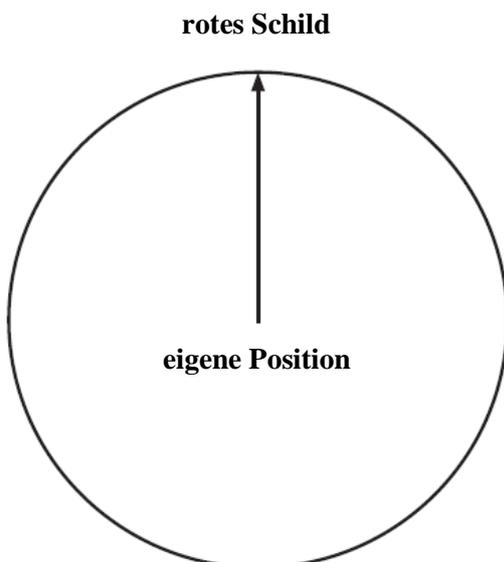
Bestimmen Sie die Richtung zu folgenden Orten und geben Sie die Distanz (Luftlinie) in Metern an:

Start Distanz: _____

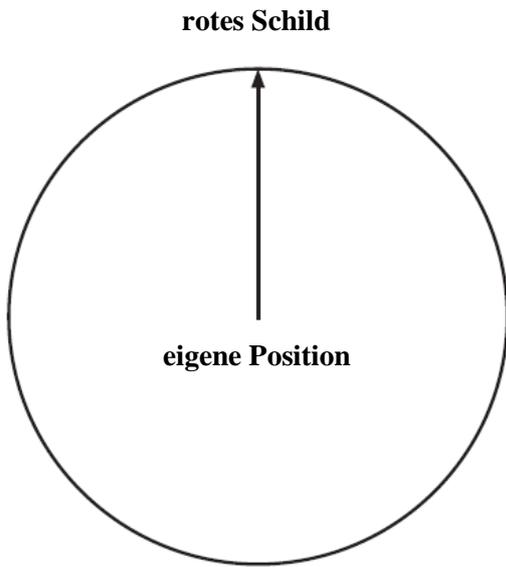


erstes Bild Distanz: _____

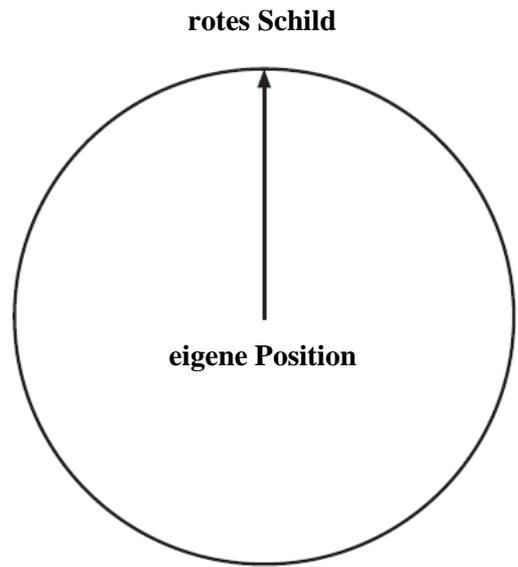
zweites Bild Distanz: _____



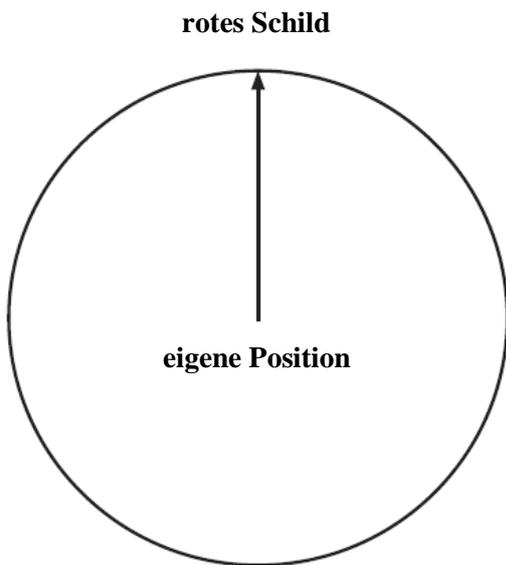
drittes Bild Distanz: _____



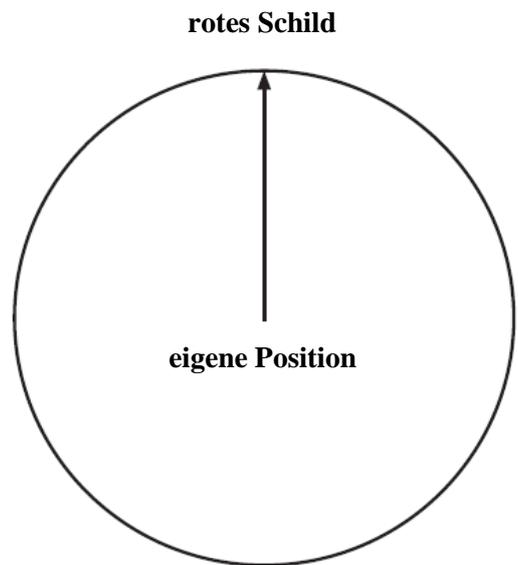
viertes Bild Distanz: _____



fünftes Bild Distanz: _____



sechstes Bild Distanz: _____



I Fragebogen zur Studie

Wie komplex fanden Sie die abgelaufene Route?

(1) = einfach

(2) = wenig komplex

(3) = normal

(4) = eher komplex

(5) = schwierig

Wie komplex finden Sie das ETH Gebäude generell?

(1) = einfach

(2) = wenig komplex

(3) = normal

(4) = eher komplex

(5) = schwierig

Wurden Sie in irgendeiner Weise durch die Geräte der Emotionsmessung beeinträchtigt?

 Ja Nein

Falls ja inwiefern?

Wie schwierig fanden Sie die Aufgabe des Nennens der gesehenen Bilder in der richtigen Reihenfolge?

(1) = sehr einfach

(2) = einfach

(3) = normal

(4) = schwierig

(5) = sehr schwierig

Wie schwierig fanden Sie die Aufgabe, in welcher Sie die abgebogene Richtung angeben mussten?

(1) = sehr einfach

(2) = einfach

(3) = normal

(4) = schwierig

(5) = sehr schwierig

Wie schwierig fanden Sie die Aufgabe der Richtungsbestimmung zu den einzelnen Bildern?

(1) = sehr einfach

(2) = einfach

(3) = normal

(4) = schwierig

(5) = sehr schwierig

Wie schwierig fanden Sie die Distanzschätzung zu den einzelnen Bildern?

(1) = sehr einfach

(2) = einfach

(3) = normal

(4) = schwierig

(5) = sehr schwierig

Wie schwierig fanden Sie das Zurücklaufen der Route?

(1) = sehr einfach

(2) = einfach

(3) = normal

(4) = schwierig

(5) = sehr schwierig

Haben Sie das Gefühl, dass Bilder an den Entscheidungspunkten die räumliche Orientierung erleichtern können?

Ja

Nein

Falls ja: Inwiefern waren die Bilder hilfreich?

Falls nein: Wären andere Bilder nützlicher gewesen? (Falls Ja: Was für Bilder?, falls Nein: Was hätte Ihnen bei der räumlichen Orientierung geholfen?)

Ja

Nein

Begründung:

Wie oft waren Sie bereits im ETH Hauptgebäude?

(1) = nie

(2) = 1–2

(3) = 3–5

(4) = mehr als 5

Falls Sie bereits einmal im ETH Gebäude waren, hatten Sie das Gefühl, dass die Aufgaben dadurch erleichtert wurden?

Ja

Nein

Wie schätzen Sie Ihre Leistung bei den gelösten Tests ein?

(1) = sehr schlecht

(2) = eher schlecht

(3) = mässig

(4) = gut

(5) = sehr gut

sonstige Bemerkungen:

Vielen herzlichen Dank für die Teilnahme an meiner Studie!!!

EIGENSTÄNDIGKEITSERKLÄRUNG

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.»

Ort, Datum

Unterschrift