



**TECHNISCHE
UNIVERSITÄT
WIEN**
Vienna University of Technology

D I P L O M A R B E I T

Ein Vergleich der Effektivität verschiedener Auswertungsmethoden in der Beurteilung räumlichen Wissenserwerb

Ausgeführt am Institut für

Geoinformation und Kartographie

der Technischen Universität Wien

unter der Anleitung von

Univ. Prof. Mag. Dr. Georg Gartner und Dr. Haosheng Huang

durch

Gabriele Kula

Hellwagstraße 14/2/3,

1200 Wien

E664/ 0226007

gabi@kula.at

Wien, im März 2015

Kurzfassung

In dieser Arbeit werden einige beliebte Methoden in der Raumkognitionswissenschaft zum Nachweis von räumlichem Wissen verwendet. Diese sind Distanz- und Richtungsschätzung, Zeichnen einer Skizze (*sketch map*) und Landmarken-Foto Aufgabe. Es wird davon ausgegangen, dass Personen, je vertrauter sie mit einer Umgebung sind, desto mehr räumliches Wissen besitzen sie. Das Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit mit einer Umgebung, unterschiedliche Leistungen in den Aufgaben haben. Und wenn ja, welche Methoden am effektivsten sind, Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit differenzieren zu können. Dazu werden in einem Feldversuch mit 36 Teilnehmern drei Gruppen mit unterschiedlicher Ortskenntnis definiert ("nicht vertraute", "etwas vertraute" und "sehr vertraute" Personen), bei denen nach Erkundung in einer realen Umwelt, ihr räumliches Wissen mit den für diese Arbeit ausgewählten Auswertemethoden überprüft wird. Ein weiterer Aspekt, der ausgewertet werden soll, ist der Vergleich der Leistungen von Männern und Frauen bei den Aufgaben.

Abstract

In this work some popular methods in spatial cognitive science for detecting spatial knowledge are used. These are distance and direction estimation, sketch map and landmark photo-task. It is assumed that people the more familiar they are with an environment, the more spatial knowledge they have. The aim of this work is to find out, if subjects with different familiarities of the environment perform differently. And if so, which methods are most effective to differentiate subjects with different familiarities. For that, three groups of 36 participants are defined with varying degrees of familiarity ('unfamiliar', 'little familiar' and 'very familiar'), where after exploring a real environment, their spatial knowledge is checked with the selected methods in this work. Another aspect what will be evaluated is the performance of males and females in the tasks, the handling of them and the comparison of self-evaluated spatial knowledge.

1 Einführung

1.1 Begriff der kognitiven Karte

1.2 Aufgabenstellung

1.3 Hypothesen

1.3.1 Vertrautheit mit der Umgebung

1.3.2 Geschlecht

1.3.3 Santa Barbara Sense-of-Direction Scale

1.4 Aufbau der Arbeit

2 Raumkognition

2.1 Einführung

2.1.1 Egozentrische Repräsentation

2.1.2 Allozentrische Repräsentation

2.2 Begriff Raum

2.3 Räumliches Wissen

2.3.1 Erwerb räumlichen Wissens

2.3.2 Entwicklung räumlichen Wissens

2.4 Kognitive Karten

2.4.1 Einführung

2.4.2 Merkmale kognitiver Karten

2.4.3 Elemente kognitiver Karten (nach Lynch)

2.5 Räumliche Vertrautheit

2.6 Kognitive Geschlechtsunterschiede

3 Methoden zur Erfassung kognitiver Karten

3.1 Überblick

3.1.1 Distanzschätzung

3.1.2 Richtungsschätzung

3.1.3 Sketch Map

3.1.4 Fotostrecke von Landmarken

4 Empirischer Versuch

4.1 Allgemeine Überlegungen und Ziel des Versuchs

4.2 Versuchsaufbau

4.2.1 Testgebiet und -routen

4.2.2 Testpersonen

4.3 Versuchsablauf

4.4 Hilfsmitteln und Auswertung

5 Ergebnisse

5.1 Auswertung der Daten

5.1.1 Eignung der verwendeten Methoden zum Nachweis von räumlichen Wissen in Bezug auf die räumliche Vertrautheit

5.1.1.1 Distanz- und Richtungsschätzung

5.1.1.2 Sketch Mapping

5.1.1.3 Foto-Aufgabe

5.1.1.4 Zusammenfassung

5.1.2 Räumlicher Wissenserwerb in Bezug auf das Geschlecht

5.1.2.1 Distanz- und Richtungsschätzung

5.1.2.2 Sketch Mapping

5.1.2.3 Foto-Aufgabe

5.1.2.4 Zusammenfassung

5.1.3 Selbsteinschätzung der räumlichen Fähigkeiten (Santa Barbara Sense-of-Direction Skala)

5.1.4 Abschlussbefragung und Handhabung der Aufgaben (NASA Task Load Index)

5.2 Diskussion und Zusammenfassung der Ergebnisse

5.2.1 Räumliche Vertrautheit

5.2.2 Geschlecht

5.2.3 Santa Barbara Sense-of-Direction Skala (SBSOD)

5.2.4 Abschlussbefragung und NASA Task Load Index

6 Schlussfolgerungen hinsichtlich der aufgestellten Hypothesen

7 Selbstkritik und Ausblick

Literaturverzeichnis

Abbildungsverzeichnis

A Anhang

1 Einführung

1.1 Begriff der kognitiven Karte

Die Kognition der Umwelt eines Menschen, die sogenannte Raumkognition, ist wichtiger Gegenstand verschiedener Forschungsbereiche wie Psychologie, Geographie, Architektur (Stadtplanung), Anthropologie und auch der Künstlichen Intelligenz (Freksa & Habel, 1990). Im Mittelpunkt dieser Forschungen steht die kognitive Karte. In dieser kognitiven Karte (im deutschen Sprachgebrauch auch mentale Landkarte genannt) wird die Umwelt mental vereinfacht im Gehirn abgebildet. Das heißt, sie entspricht nicht einer herkömmlichen Karte aus Papier, da sie Verzerrungen unterliegt und nur subjektiv festgehaltene Details aus der realen Umwelt enthält. Sie bildet sich beim Agieren durch den Raum, wobei unterschiedliche Informationen über die räumliche Umwelt über den Seh- und den Gleichgewichtssinn aufgenommen werden. Diese Eindrücke werden im Gehirn verarbeitet und abgespeichert und es bildet sich eine kognitive Karte. Sie ist somit eine Repräsentation räumlicher Information im Gedächtnis (Freksa & Habel, 1990). Die Fähigkeit, diese Informationen zu sammeln, zu ordnen, zu speichern, abzurufen und zu verarbeiten, nennt man kognitives Kartieren (Downs & Stea, 1982). Die Untersuchung des mentalen Bildes von der Umwelt ist schwierig, da jedes Individuum eine unterschiedliche kognitive Karte von ein und demselben Umweltausschnitt aufweist. Diese Unterschiede entstehen aufgrund von Faktoren wie z.B. Herkunft, geistige Verfassung und Bildungsstand.

Wozu benötigen wir nun eine kognitive Karte? Für ein Individuum ist sie notwendig, damit es sich in der Umwelt zurechtfindet und darin navigieren kann. Beispielsweise ist es für uns wichtig, wenn wir in die Arbeit gehen, auch wieder nach Hause zurückzufinden. Dazu merken wir uns markante Objekte und Plätze, sogenanntes Landmarkenwissen, und wir verinnerlichen uns die Route, sogenanntes Routenwissen. Wenn wir dann eine Umgebung bereits mehrmals besucht oder erkundet haben, sind wir fähig eine detailreiche innere Karte abzurufen, die es uns auch ermöglicht, Wege als Abkürzung zu wählen, obwohl wir diese nie zuvor begangen haben. Dieses Wissen wird Überblickswissen genannt.

Für die Forscher ist es relevant, Fragen der Bildung, Organisation und Benutzung von Wissen über den Raum von Individuen zu untersuchen. Dazu sollen die Untersuchungen diese Arbeit beitragen.

1.2 Aufgabenstellung

Im Vordergrund dieser Arbeit stehen einige ausgewählte und in der Kognitionsforschung oft verwendete Methoden (Distanz- und Richtungsschätzung, sketch map¹ und Landmarken-Foto-Aufgabe) mit denen der räumliche Wissenserwerb bzw. die kognitive Karte erfasst werden kann.

Viele Studien haben bereits bestätigt, dass je vertrauter man mit einer Umgebung ist, desto genauer und detailreicher ist die kognitive Karte. Beispielsweise haben Huang et al. (2012) mit diesen Methoden einen Feldversuch durchgeführt, wo vertraute und nicht vertraute Personen teilnahmen. Sie konnten bestätigen, dass Personen eine bessere Performance in den Aufgaben aufweisen, welche vertrauter mit der Umgebung sind. An diese Arbeit soll nun angeknüpft werden. Gleichzeitig sollen dabei die Anforderungen an die Methoden in dieser Arbeit erhöht werden, indem eine dritte Gruppe in den Versuch eingebunden wird: die Gruppe der „etwas Vertrauten“. Somit soll getestet werden, ob diese Methoden auch Differenzen bei weniger großen Unterschieden in der Vertrautheit, wie zwischen „gut vertraut“ und „etwas vertraut“ sowie zwischen „etwas vertraut“ und „nicht vertraut“, aufdecken zu können. In dieser Arbeit wird angenommen, dass sich diese Unterschiede bei den drei Vertrautheitsgruppen auf die Performance der Aufgaben auswirken.

Die Methoden wurden so gewählt, dass alle drei Arten von Wissen abgefragt werden (Landmarken,- Routen- und Überblickswissen) (vgl. Schlender & Peters, 2002). Dazu wird in dieser Arbeit vom Stufenmodell von Siegel und White (1975) ausgegangen, wonach sich das räumliche Wissen in den folgenden drei Stufen aufeinander aufbaut:

¹ sketch map= Zeichnen einer Kartenskizze

1. Landmarkenwissen (entspricht dem Wissen, welches Personen aufbauen, wenn sie nicht vertraut mit einer Umgebung sind. Dies entspricht der Gruppe der „nicht Vertrauten“) -> Wird abgefragt mit den Methoden sketch map und Landmarken-Foto.
2. Routenwissen (entspricht dem Wissen, welches Personen aufbauen, wenn sie etwas vertraut mit einer Umgebung sind Dies entspricht der Gruppe der „etwas Vertrauten“) -> Wird abgefragt mit den Methoden sketch map und Landmarken-Foto-Aufgabe.
3. Überblickswissen (entspricht dem Wissen, welches Personen aufbauen, wenn sie sehr vertraut mit einer Umgebung sind. Dies entspricht der Gruppe der „sehr Vertrauten“) -> Wird abgefragt mit den Methoden Distanz- und Richtungsschätzung, sketch map und Landmarken-Foto-Aufgabe.

Die Untersuchungen in dieser Arbeit können für die Forschung interessant sein, da diese oft eingesetzten Methoden zu einem besseren Verständnis für den Aufbau von räumlichem Wissen beitragen. Beispielsweise bei der Navigation von Personen, vor allem bei der Fußgängernavigation. Wenn man untersucht, wie Menschen eine Umgebung wahrnehmen und dabei räumliches Wissen aufbauen, kann man die Navigationstechnologien besser an die Anforderungen der Nutzer anpassen.

Für den Feldversuch werden die Probanden also in drei Gruppen unterteilt: Personen mit hoher Vertrautheit, Personen mit geringer Vertrautheit und Personen mit keinerlei Vertrautheit mit der Testumgebung (siehe Kapitel 4.2.2). Hierbei wurde auch darauf geachtet, dass in etwa gleichviele Frauen wie Männer an diesem Feldversuch teilnahmen, um auch hier Ergebnisse eventueller geschlechterbedingter Unterschiede zu erhalten.

Desweiteren kommen in dieser Arbeit auch der Santa Barbara Sense of Direction (SBSOD) und der NASA Task Load Index (NASA TLX) zum Einsatz. Es handelt sich bei beiden um Standardverfahren. Ersteres wird in der Kognitionsforschung verwendet, um die Selbsteinschätzung räumlicher Fähigkeiten bei Probanden zu erfassen, während das

zweite Verfahren oftmals im Flugwesen Anwendung findet, um die Beanspruchung am Arbeitsplatz festzustellen (z.B. bei Piloten).

Mit dem NASA Load Index soll eine subjektive Einschätzung der Probanden über die einzelnen Methoden gegeben werden, wie hoch jeweils die geistigen, zeitlichen und körperlichen Beanspruchungen sind, sowie eine Aussage gegeben werden über Leistung, Anstrengung und Frustration der Probanden beim Lösen der Aufgaben.

Mit dem SBSOD-Test wird die Selbsteinschätzung der räumlichen Fähigkeiten der Teilnehmer vor der Begehung erfasst. Danach sind die Aufgaben zu lösen, um anschließend eine eventuelle Korrelation zwischen Selbsteinschätzung und Performance bei den Aufgaben feststellen zu können.

1.3 Hypothesen

Bei den aufgestellten Hypothesen sollen zwei Aspekte berücksichtigt werden: die Vertrautheit mit der Umgebung und das Geschlecht der Probanden, wobei der Fokus auf dem ersten Aspekt liegt.

1. Es soll untersucht werden, ob die gewählte Methode dazu geeignet ist, Probanden mit unterschiedlicher räumlicher Vertrautheit mit der Umgebung, differenzieren zu können.
2. Es sollen eventuell auftretende geschlechtsspezifische Unterschiede bei Frauen und Männern untersucht werden.

Die Probanden wurden eingeteilt in "sehr vertraut", "etwas vertraut" und "nicht vertraut mit der Umgebung". Als allgemeine Annahme gilt:

Wenn eine Methode geeignet ist, sollten Personen, die vertrauter mit der Umgebung sind, eine bessere Leistung beim Lösen der Aufgaben erbringen.

1.3.1 Vertrautheit mit der Umgebung

Hypothese 1.

- a) Die Methode **Distanzschätzung** und
- b) Die Methode **Richtungsschätzung** sind geeignet, um Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit mit der Umgebung differenzieren zu können.
- Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, haben Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, eine geringere Abweichung und sind somit besser bei der Distanz- und Richtungsschätzung.
 - Verglichen zu Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, haben Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, eine geringere Abweichung und sind somit besser bei der Distanz- und Richtungsschätzung.
 - Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, haben Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, eine geringere Abweichung und sind somit besser bei der Distanz- und Richtungsschätzung.

Argumentation: Orientierungsfähigkeiten können verbessert werden durch wiederholtes Begehen der Umwelt. Demnach werden zuerst Landmarkenwissen, dann Routenwissen und schließlich Überblickswissen aufgebaut.

- c) Die Methode *Sketch Map* ist geeignet, um Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit mit der Umgebung, differenzieren zu können.
- Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, zeichnen Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, mehr Details in ihre *Sketch Maps*, welches sich in mehr skizzierten Landmarken und weniger Fehler bei Abbiegungen widerspiegelt.
 - Verglichen zu Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, zeichnen Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, mehr Details in ihre *Sketch Maps*, welches sich in mehr skizzierten Landmarken und weniger Fehler bei Abbiegungen widerspiegelt.
 - Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, zeichnen Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, mehr Details in ihre *Sketch Maps*, welches sich in mehr skizzierten Landmarken und weniger Fehler bei Abbiegungen widerspiegelt.

Argumentation: Je vertrauter die Personen mit einer Umgebung sind, desto mehr Details werden in die *Sketch Map* eingezeichnet.

- d) Die Methode **Landmarken Erkennung** (*landmark recognition task*) ist geeignet, um Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit mit der Umgebung, differenzieren zu können.
- Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler bei der Landmarken Erkennung auf.
 - Verglichen zu Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler bei der Landmarken Erkennung auf.
 - Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler bei der Landmarken Erkennung auf.
- e) Die Methode **Routenabfolge** (*route sequencing task*) ist geeignet, um Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit mit der Umgebung, differenzieren zu können.
- Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler bei der Routenabfolge auf.
 - Verglichen zu Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler bei der Routenabfolge auf.
 - Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler bei der Routenabfolge auf.

- f) Die Methode **Routenverlauf** (*route direction task*) ist geeignet, um Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit mit der Umgebung, differenzieren zu können.
- Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler beim Routenverlauf auf.
 - Verglichen zu Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler beim Routenverlauf auf.
 - Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler beim Routenverlauf auf.
- g) Die Methode **Landmarken Platzierung** (*landmark placement task*) ist geeignet, um Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit mit der Umgebung, differenzieren zu können.
- Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die sehr vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler bei der Landmarken Platzierung auf.
 - Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler bei der Landmarken Platzierung auf.
 - Verglichen zu Personen, die nicht vertraut mit der Umgebung sind, weisen Personen, die etwas vertraut mit der Umgebung sind, weniger Fehler bei der Landmarken Platzierung auf.

1.3.2 Geschlecht

Hypothese 2.

Es gibt Unterschiede in räumlichen Fähigkeiten zwischen männlichen und weiblichen Individuen.

- a) Es wird vermutet, dass Männer bei der Distanz- und Richtungsschätzung eine bessere Leistung erzielen als Frauen.
- b) Es wird vermutet, dass Frauen bei den Methoden Landmarken Erkennung und Routenverlauf eine bessere Leistung erzielen als Männer.

Argumentation: Männer sind besser bei der Lösung von Orientierungsaufgaben (Distanz- und Richtungsschätzung) als Frauen, da sie euklidische Strategien bevorzugen. Frauen hingegen orientieren sich in der Umwelt mehr mit Hilfe von Landmarken (Galea & Kimura, 1993; Montello et al., 1999; Lawton, 2001).

1.3.3 Santa Barbara Sense of Direction Test (SBSOD)

Hypothese 3.

Es besteht eine positive Korrelation zwischen den Ergebnissen des SBSOD-Tests, der die Selbsteinschätzung der räumlichen Fähigkeiten testet, und der Performance bei den Aufgaben (Distanz- und Richtungsschätzung, *Sketch map*, Landmarken Foto Aufgabe).

1.4 Aufbau der Arbeit

Nach der Einführung und der Darlegung der Hypothesen wird zu den theoretischen Grundlagen übergegangen. Diese beschäftigen sich mit dem Erwerb, dem Aufbau und der Entwicklung von räumlichem Wissen, welche im Kapitel "Raumkognition", zusammengefasst sind. Auf den wesentlichen Begriff aus der Literatur, der "kognitiven Karte", die vorwiegend durch die Raumkognition gebildet wird, wurde bereits oben in Kapitel 1.1 eingegangen und wird desweiteren genauer in Kapitel 2.4 ausgeführt. Da die Art der kognitiven Karte stark abhängig ist von individuellen Eigenschaften wie räumliche Vertrautheit und Geschlecht, werden diese erläutert. Desweiteren werden die in dieser

Arbeit verwendeten Methoden genauer diskutiert, wobei die Vor- und Nachteile erwähnt werden. Im Anschluss an den theoretischen Teil folgt der praktische Teil mit dem Feldversuch. Nach dessen Auswertung werden mit den Ergebnissen die eingangs erwähnten Hypothesen überprüft, um eine Aussage über die verwendeten Methoden machen zu können. Schließlich werden dann die Ergebnisse zusammengefasst und diskutiert und es wird ein Ausblick für zukünftige Arbeiten gegeben.

2 Raumkognition

2.1 Einführung

Die Kognition (von lateinisch *cognoscere* ‚erkennen‘, ‚erfahren‘, ‚kennenlernen‘)² ist ein hochkomplexer Prozess, bei der Reize der Umgebung über unsere Sinnesorgane zunächst in den sensorischen Speicher bzw. Ultrakurzspeicher kommen. Dieser Speicher verfügt über eine große Aufnahmefähigkeit, jedoch nur über eine sehr kurze Dauer (in etwa weniger als 1 Sekunde). Finden diese Informationen keine Aufmerksamkeit, gehen sie verloren. Informationen, denen Aufmerksamkeit zuteilwird, werden in den Kurzzeitspeicher weitergeleitet. Dieses Gedächtnis wird auch Arbeitsgedächtnis genannt und verfügt über eine begrenzte Aufnahmekapazität. Informationen können hier nicht ewig behalten werden, da ständig neue Information nachkommt und verarbeitet werden muss, es sei denn sie wird wiederholt. Die aufgenommenen Reize werden im Arbeitsgedächtnis entschlüsselt und zu einander in Beziehung gesetzt (Memorieren). Hierbei wird versucht, Verbindungen zwischen Kurz- und Langzeitgedächtnis herzustellen. Somit können diese Reize mit bereits vorhandenem räumlichem Wissen verknüpft und gegebenenfalls modifiziert werden, um sie schließlich im Langzeitgedächtnis abzuspeichern. Das Langzeitgedächtnis hat theoretisch eine unbegrenzte Kapazität und aus ihm können Informationen jederzeit abgerufen werden. Siehe Abb.1.

² Aus Wikipedia (besucht am 1.1.2015)

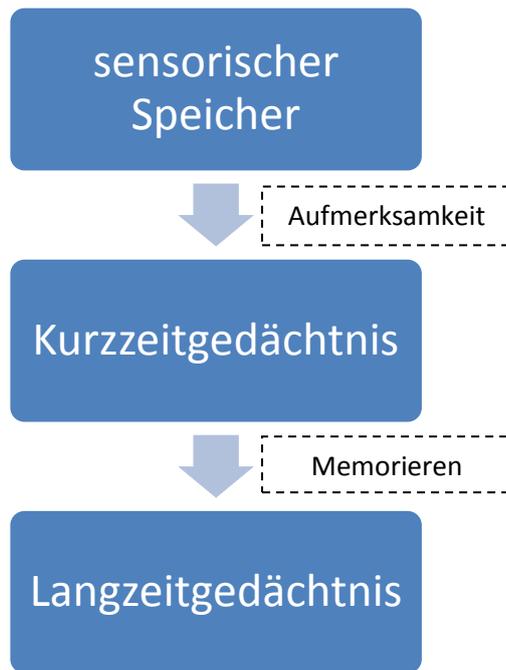


Abbildung 1. Gedächtnissysteme nach Anderson (2007)

In Zusammenhang mit kognitiven Karten unterscheiden einige Forscher zwischen episodischem und semantischem Gedächtnis (z.B. Anderson, 2007).

- Semantisches Gedächtnis bezeichnet das Wissen, welches unabhängig von einer bestimmten Erfahrungssituation gespeichert wird.
- Episodisches Wissen ist untrennbar mit einer bestimmten Person, einem Ort oder einer Zeit verbunden (Freksa & Habel; 1990). Dies sind beispielsweise Erinnerungen an persönliche Erlebnisse.

Hermann & Schweizer (1998) beschreiben die Raumkognition als "...die Orientierung und das Navigieren in Räumen bzw. in Objektanordnungen und die damit einhergehenden raumbezogenen Operationen des Wahrnehmens, Auffassens, Erkennens, Vorstellens, Erinnerens, Denkens, Schließens und ähnliche Operationen." (S.13).

Joan Stiles (2007) definiert den Begriff *räumliche Kognition* folgendermaßen:

"Der Begriff "räumliche Kognition" bezieht sich auf eine Vielzahl sehr unterschiedlicher Fähigkeiten und Fertigkeiten wie Blickfolgebewegungen ("visual tracking") auf sich

bewegende Objekte, das Lokalisieren von Objekten und die Aufmerksamkeitszuwendung auf ein Objekt oder Ereignis in einer räumlichen Anordnung, sowie das Verstehen, wie sich Objektteile oder Objektmerkmale zu einem organisierten Ganzen vereinen."(S.245)

Wenn wir uns nun durch eine Umgebung bewegen, werden wir von Reizen der Umwelt überflutet und wir wären folgedessen überfordert, wenn wir uns all diesen Reizen annehmen würden, um sie zu verarbeiten. Das heißt wir müssen für uns wichtige Informationen aus der Umwelt selektieren, um uns in der Welt zurechtfinden zu können. Bei der Selektion beschränken wir uns vorwiegend auf für uns auffällige und für die Navigation bzw. Orientierung bedeutsame Objekte, sogenannte Landmarken. Diese können einerseits Objekte sein, die unser Interesse wecken, weil sie beispielsweise eine auffällige Form oder Farbe haben oder aber auch solche, welche eine Entscheidungsfunktion besitzen. Letztere werden auch Knotenpunkte genannt, bei denen man sich entscheiden muss, ob man sie links oder rechts passiert. Diese Knotenpunkte sind sozusagen neuralgische Punkte entlang einer Route, da wir uns die Route durch sie besser merken können. Wir können somit Links-Rechts Beschreibungen abgeben.

Es gibt zwei Möglichkeiten, um sich an eine gegangenen Route zu erinnern: bei der einen geht man die Route geistig nochmals so ab, wie man sie zuvor begangen hat und bei der anderen betrachtet man die Route imaginär aus der Vogelperspektive. Bei der ersten Variante handelt es sich um eine sogenannte egozentrische Perspektive, die Routenwissen voraussetzt, während bei der zweiten Variante Überblickswissen vorausgesetzt wird, die sogenannte allozentrische Repräsentation.

2.1.1 Egozentrische Repräsentation

Bei einer egozentrischen Sichtweise nimmt der Beobachter die Szenerie aus seinem Blickwinkel wahr und gibt diese wider, indem er beispielsweise eine Route mental abgeht und Links- Rechts Beschreibungen abgibt. Hier wird sogenanntes Routenwissen vorausgesetzt. Alle Beschreibungen beziehen sich auf den Beobachter, der das Zentrum des räumlichen Referenzsystems darstellt. Während sich der Mensch durch die Umwelt bewegt, aktualisiert er ständig Informationen wie Distanz und Richtung zu den umliegenden Objekten. Deshalb handelt es sich hier um eine

orientierungsabhängige Repräsentation. Wenn sich der Beobachter von einem Objekt wegdreht, ändert sich auch die Orientierung zu diesem Objekt. Es ist die Repräsentation des "Raumes, wie wir ihn sehen" (Anderson, 2007).

Die Position in einer egozentrischen Repräsentation wird mit einem Polarkoordinatensystem bestimmt, indem der Ursprung dem Beobachter gleichzusetzen ist. Ein Punkt P hat die Koordinaten (d_e, μ) , wobei d_e die egozentrische Distanz und μ die egozentrische Richtung bedeutet (Klatzky, 1998). Diese Grundformen sind in Abb.2. dargestellt.

2.1.2 Allozentrische Repräsentation

Bei einer allozentrischen (auch: geozentrischen) Sichtweise gibt der Beobachter eine Szenerie aus der Draufsicht (Vogelperspektive) der Umgebung wider. Dies setzt Überblickswissen von der Umgebung voraus. Diese Repräsentation bezieht sich auf die Relation von einem Objekt zu einem anderen Objekt und ist ein festes Referenzsystem. Somit ist sie von der Position des Beobachters unabhängig und eine Bewegung im Raum hat keine Transformation des Referenzsystems zur Folge.

Hier werden zur Positionsbestimmung kartesische oder polare Koordinaten verwendet. Ein Punkt P in einer allozentrischen Repräsentation hat die Koordinaten (d_o, β) , wobei d_o die Distanz vom Ursprung und β die Richtung vom Ursprung bedeutet (Klatzky, 1998). Siehe Abb.2.

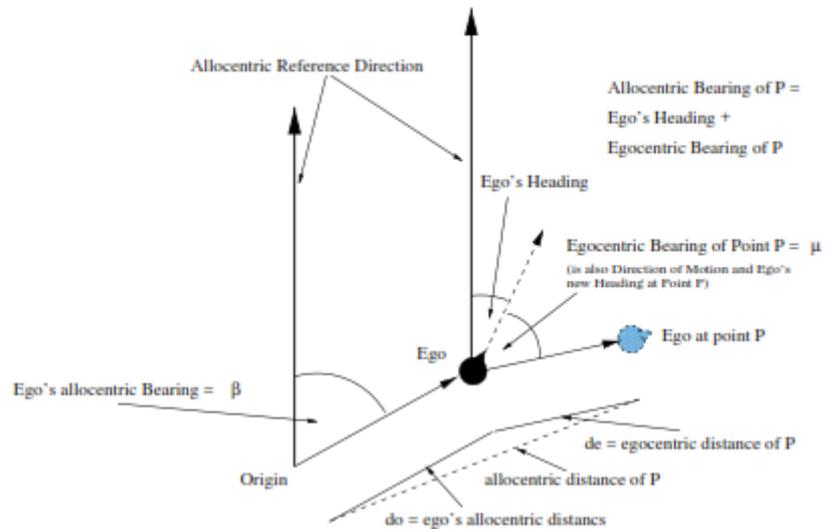


Abbildung 2. Grundformen egozentrischer und allozentrischer Repräsentationen (nach Klatzky, 1998; aus Musto, 1999)

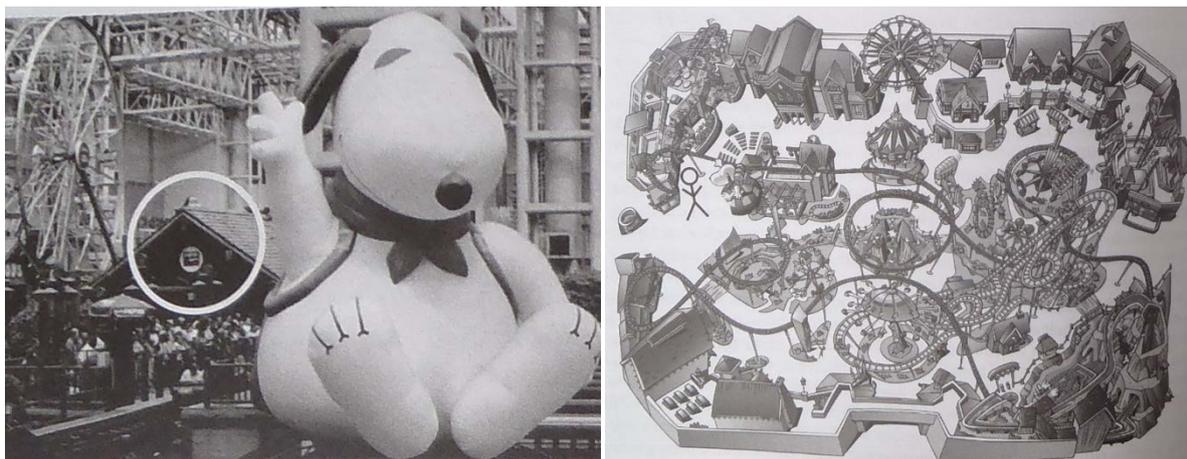


Abbildung 3. Egozentrische Repräsentation (links) und allozentrische Repräsentation (rechts) von Camp Snoopy in der Mall of America (© Bob Cole) (aus Anderson, 2007)

Räumliche Kognition setzt somit eine Interaktion mit der Umwelt bzw. dem Raum voraus.

2.2 Begriff Raum

Freksa & Habel (1990) beschreiben den Raum allgemein als eine Struktur, die aus beliebigen Elementen aufgebaut ist. Sie unterscheiden den geometrischen Raum, den physikalischen Raum, den psychologischen Raum und den metaphorischen Raum.

Der in dieser Arbeit relevante Raum ist der psychologische, da dies der vom Menschen wahrgenommene physikalische Raum ist (Jansen-Osmann, 1998, S. 12).

Montello (1993) unterscheidet folgende vier Größen von psychologischen Räumen in Relation zum menschlichen Körper:

- Ein figuraler Raum ist projektiv kleiner als der menschliche Körper, dessen Eigenschaften direkt und ohne Bewegung erfasst werden können. Desweiteren wird der figurale Raum unterteilt in pictorialen (das sind kleine Flächen wie z.B. Bilder oder Karten) und in Objekträume, wie z.B. kleine 3D-Modelle
- Ein Vista-Raum ist projektiv so gut wie gleichgroß oder größer als der Körper und kann ebenfalls wie der figurale Raum von einem Standpunkt aus erfasst werden. Beispiele des Autors sind einzelne Zimmern, Stadtplätze, kleine Täler und Horizonte.
- Ein Umgebungsraum ist projektiv größer als der Mensch und umgibt ihn. Er kann nur mittels Bewegung durch den Raum und über mehrere Zeitperioden erfasst werden. Diese Räume können Gebäude, Nachbarschaften oder Städte sein.
- Ein geographischer Raum ist projektiv sehr viel größer als der menschliche Körper und kann nicht durch Eigenbewegung erfasst werden. Diese Räume können nur durch Reduzierung zu einem figuralen bzw. pictorialen Raum, in Form von z.B. Landkarten oder Modellen, gelernt werden. Beispiele für geographische Räume wären Staaten, Länder oder das Sonnensystem.

Im Wesentlichen kann man den Raum grob in zwei Kategorien unterteilen: „small space“ und "large scale" – Umgebungen (Acredolo, 1981; Kuipers, 1982). Letzteres wird in der Literatur auch als "environmental space" bezeichnet. Bei beiden Begrifflichkeiten wird Bezug auf die relative Größe des Raumes genommen und wie dieser Raum erkundet wird.

Kuipers (1977) beschreibt diesen Unterschied folgendermaßen: „*A drawing is a large-scale space when viewed through a small movable hole, while a city can be small-scale when viewed from an airplane*“ (S.5).

In dieser Arbeit wird ein Feldversuch in einer "large-scale" -Umgebung durchgeführt. Dies entspricht dem Umgebungsraum bei Montello (1993).

2.3 Erwerb räumlichen Wissens

Den Hauptteil des Erwerbs von räumlichem Wissen erhalten wir über unsere Augen, also durch die visuelle Wahrnehmung, desweiteren über den Bewegungsapparat unseres Körpers sowie über Gehör und Gleichgewichtssinn.

Wenn wir uns Wissen über den Raum aneignen, nehmen wir ständig Informationen über die Umwelt auf. Es ist dies ein dynamischer Prozess, bei dem unser Wissen ständig erneuert, ergänzt und neu zugeordnet wird (Golledge, 1999). Wir erhalten somit über die Erfahrung mehr Wissen über den Raum.

Es gibt nun unterschiedliche Strategien, um sich räumliches Wissen über eine Umgebung anzueignen. Unterschieden wird grundsätzlich zwischen direkten (primären) und indirekten (sekundären) Erwerb von räumlichem Wissen. Die Informationsquelle für direkten Erwerb räumlichen Wissens ist die direkte Erfahrung der Umwelt, wobei diese die Hauptquelle räumlicher Information darstellt (Hartl, 1990; Freksa & Habel, 1990). Das Lernen einer Umgebung gelingt besser in der realen Welt als durch sekundäre Medien wie Filme und andere limitierte Umgebungen, da die Realität Informationen über Fernblicke und Landmarken, sowie Perspektivenwechsel durch die Bewegung durch den Raum beinhaltet (Kitchin & Blades, 2002).

Zum indirekten Erwerb räumlichen Wissens zählen sekundäre Medien wie z.B. Landkarten, Stadtpläne oder auch verbale (Weg-) Beschreibungen. Kitchin und Blades (2002) zählen solche Quellen sekundärer Informationsbeschaffung nach ihrer Wichtigkeit auf. Dies sind Fernsehen, Bücher, Zeitungen, Atlanten, Magazine, Filme, Gespräche mit anderen, Spiele und Hobbies. Eine weitere Möglichkeit wäre eine Simulation einer Umgebung, welche repräsentiert sein kann auf einer Folie, einer Videopräsentation oder aber auch in einer

virtuellen Umgebung (Richardson et al., 1999). Mit diesen indirekten Informationsquellen ist es möglich, eine kognitive Karte zu konstruieren, ohne diese durch Eigenbewegung zu erkunden. Es ist somit eine hilfreiche Unterstützung zur direkten Erfahrung und es ist die einzige Art von Informationsquelle, womit Umgebungen mit einer Größenordnung erfasst werden können, die durch direkte Erkundung der Umwelt nicht erfassbar sind (z.B. Länder und Kontinente). Auf diese Weise lässt sich schnell Überblickswissen aufbauen, welches durch direkte Erkundung erst nach längerer Zeit bzw. durch mehrmaliges Begehen erreicht wird.

2.3.1 Entwicklung räumlichen Wissens

Wenn wir uns durch eine unbekannte Umgebung bewegen, können wir uns danach an einige Punkte wie auffällige Gebäude oder andere Objekte, erinnern. Gleichzeitig speichern wir die Standpunkte dieser Objekte in Bezug zu unserem Körper in unserem Gehirn ab (z.B. das Haus rechts neben mir). Jedoch tun wir uns schwer, den gegangenen Weg zurückzugehen. Zu diesem Zeitpunkt verfügen wir über **Landmarkenwissen**. Die wesentlichen Elemente beim Landmarkenwissen (auch Knotenpunktwissen oder Wegmarkenwissen) sind die Landmarken, welche markante Punkte wie z.B. Denkmäler, Kreuzungen, auffällige Gebäude etc. sein können. Eine weitere wichtige Eigenschaft ist, dass diese Punkte Entscheidungen verlangen können (Entscheidungspunkte) oder aber eine Richtungsänderung bedeuten oder aber auch als Bestätigung bisheriger Erfahrungen genommen werden können. Herrmann & Schweizer (1998) bezeichnen das Wegmarkenwissen (*Knotenpunkt- oder Landmarkenwissen*) als eine Vorform von Routenwissen (*Streckenwissen*), welches in der Regel einige nicht geordnete Wegmarken (*Knotenpunkte oder Landmarken*) enthält.

Sind wir nun eine Route bereits mehrmals gegangen, tun wir uns leichter, diese wieder zurückzuverfolgen oder erneut zu gehen, da durch das wiederholte Begehen dieser Route, wir beginnen, Landmarken zu Routenabschnitten und mit Abbiegeentscheidungen zu verknüpfen. Es bezeichnet somit das Wissen um bestimmte Abfolgen von Szenen und Entscheidungspunkten auf einer bestimmten Strecke. Im Gehirn werden die Bilder in der Routenabfolge abgespeichert, und zwar aus der Perspektive, wie wir sie während der Begehung wahrgenommen haben, angefangen vom Startpunkt, über nachfolgende

Landmarken bis hin zum Endpunkt (Freksa & Habel, 1990). Dieses Wissen wird **Routenwissen** genannt.

Sowohl bei Landmarkenwissen als auch bei Routenwissen verfügen wir über egozentrisch repräsentiertes räumliches Wissen. Dies ist das Wissen, welches wir in Bezug zu unserem Körper wahrnehmen.

Durch die Kombination bzw. Integration des Wissens von Knotenpunkten und Strecken aufgrund von Eigenbewegung entlang weiterer Routen entwickelt sich daraus **Überblickswissen**. Wir können somit die räumlichen Relationen von den Gebäuden und Objekten unabhängig von unserer Position erfassen. Darüber hinaus ist es uns möglich neue Wege zu finden, im Besonderen Abkürzungen zu nehmen, obwohl man diese zuvor noch nie beschritten hat. Wir können dann Routen aus der Vogelperspektive abrufen, welches einer allozentrischen Repräsentation entspricht. Hermann & Schweizer (1998) sprechen hier auch von der Verfügung über eine „mentale Karte“. Überblickswissen liefert somit einen Überblick über den Startpunkt, das Ziel der Destination und die potentiellen Wege zwischen Start- und Zielpunkt (Golledge & Stimson, 1997).

Um Überblickswissen über ein Gebiet zu erhalten, ohne es begehen zu müssen, kann man sich einerseits einer herkömmlichen Papierkarte oder andererseits eines digitalen Mediums (z. B. Online-Abfrage einer digitalen Karte) bedienen, wobei hier der Begriff Kartenwissen korrekter ist. Bei Verwendung eines digitalen Mediums sollte jedoch berücksichtigt werden, dass die Größe der Darstellungsfläche des Präsentationsmediums eine Einschränkung auf den räumlichen Wissenserwerb haben kann (Hiller, 2008). Denn mit einer kleinen Darstellungsfläche, wie z.B. der eines Handys, ist kaum oder nur sehr schwer ein Erwerb von Überblickswissen bzw. Kartenwissen möglich.

Die eben beschriebene Entwicklung entspricht dem angenommenen Stufenmodell von Siegel und White (1975), bei denen sie das räumliche Wissen in Landmarken, Routen und Konfigurationen, also Überblickswissen, unterscheiden. Das räumliche Wissen wird in diesen

drei Stufen und streng aufeinander aufbauend entwickelt (in May, 1992). Diese drei Arten von räumlichem Wissen sind in Abb. 4 dargestellt.

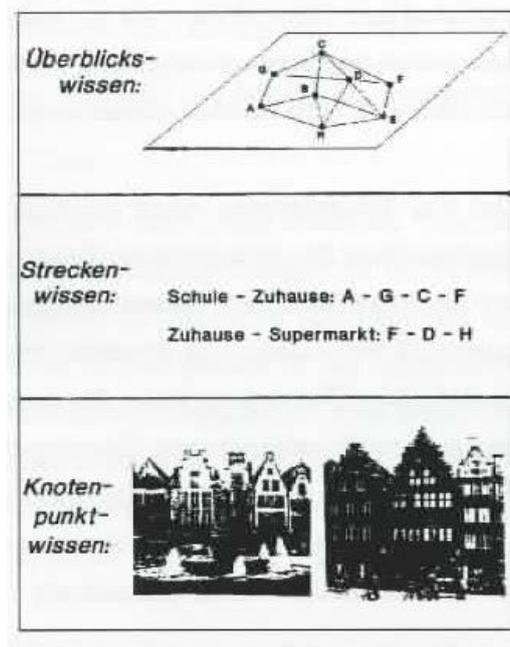


Abbildung 4. Darstellung von Landmarken bzw. Knotenpunktwissen, Routen- bzw. Streckenwissen und Überblickswissen (in May, 1992).

Durch die Interaktion und der Erfahrung mit dem Raum entwickelt sich also unsere kognitive Karte. Der Psychologe Anderson bezeichnet eine kognitive Landkarte als die bildlichen Repräsentationen der Welt um einen herum (Anderson, 2007). Er schließt sich der Meinung von Hart und Moore (1973) an, die belegen, dass in der Entwicklung bei Kindern als wie auch bei Erwachsenen die kognitiven Landkarten mit zunehmender Erfahrung aus kognitiven Routenkarten kognitive Übersichtskarten entstehen. Es wird hier also zwischen zwei Arten von kognitiven Karten unterschieden.

Bei Routenkarten handelt es sich um eine Art Pfad, an dem wir uns zwischen markanten Punkten wie Kreuzungen, mental bewegen. Diese Punkte speichern wir ab und können uns anhand dieser Route auf und ab bewegen, jedoch ist es uns nicht möglich, abseits dieser Route zu navigieren. Wenn wir aber das Gebiet um diese Route über die Zeit mehrmals erkunden, ist es uns möglich, aus den Routenkarten, dreidimensionale Übersichtskarten zu bilden, die wie ein „räumliches Abbild der Umgebung“ sind (Anderson, 2007, S. 148). Diese

Übersichtskarten enthalten Konfigurationswissen, d.h. Wissen über den Umriss eines Terrains, ein schematisches Portrait (z. B. das Streckennetz einer U-Bahn) und figurative Metaphern (z.B. der italienische Stiefel) (Freksa & Habel, 1990).

Im Kindesalter können ausschließlich Routenkarten mental abgebildet werden. Erst mit dem Erwachsenwerden und durch zunehmende Erfahrung können wir Übersichtskarten speichern und auch abrufen. Diese Entwicklung besteht auch beim Erkunden und Lernen einer neuen Umgebung.

Nach Freksa & Habel (1990) gibt es zwei Theorien über den Entwicklungs- und Lernaspekt beim Kennenlernen einer Umgebung:

- In der ersten Theorie werden Umweltreize, wie Landmarken, als die fundamentalen Bausteine und Rahmenbedingungen des Wissens gesehen, auf die nachfolgende Informationen, wie Pfade, hinzugefügt werden.
- Die zweite Theorie stellt die Hypothese auf, dass Pfad-basierte Informationen den anfänglichen Rahmen des Wissens bilden, und dass Landmarken und andere Informationen dann in Bezug zu diesen gesetzt werden. Diese Theorie wird auch durch Hart und Moore (1973) geteilt.

Kitchin & Blades (2002) erweitern diese Thesen um eine weitere Theorie, wie man eine Umgebung durch die direkte Interaktion mit der Umwelt kennenlernt. Diese

- dritte Theorie betont, dass die Wegfindung abhängig sein kann vom Speichern von einer Reihe von Perspektiven. Mit anderen Worten, kann eine kognitive Karte von geordneten Ansichten oder Szenen eher aufgebaut werden als von Landmarken und Pfaden.

Weiter haben Ishikawa und Montello (2006) in Studien herausgefunden, dass es Probanden gibt, die nach einer einzigen Begehung einer neuen Umgebung, Überblickswissen gebildet haben, während andere Probanden selbst nach mehrmaligen Begehen nur ein schwaches Überblickswissen aufgebaut haben.

2.4 Kognitive Karten

2.4.1 Einführung

Mit dem Begriff der *kognitiven Karte* bezeichnet man die Repräsentation räumlicher Information im Gedächtnis (Freksa & Habel, 1990).

Tolman (1948) verwendete zuerst den Begriff der *kognitiven Karte*. Er machte ein Experiment mit Ratten, die motiviert durch Futter, diese Futterstelle aufsuchen sollten, wobei jedoch die Wege zu dieser Futterstelle in weiteren Durchgängen manipuliert wurden. Aufgrund räumlicher Erfahrungen hatten sich mentale Repräsentationen bei den Ratten entwickelt, und sie fanden in jedem Durchgang zum Ziel. Daher vermutete Tolman eine Art Karte in den Köpfen der Ratten, eben eine kognitive Karte.

Wenn der Mensch sich nun durch die Umwelt bewegt, filtert er Informationen aus der Umgebung, speichert und verarbeitet sie im Gehirn. Diese stehen nun zu einem Abruf bereit. Die Fähigkeit, diese Informationen zu sammeln, zu ordnen, zu speichern, abzurufen und zu verarbeiten, nennt man kognitives Kartieren (Downs & Stea, 1982). Das Zusammenfassen dieser Informationen, also das Produkt dieses Vorgangs, nennt man kognitive Karte (Hartl, 1990; Freksa & Habel, 1990; Golledge & Stimson, 1997).

Downs & Stea (1982) beschreiben drei Haupteigenschaften beim kognitiven Kartieren: "*es ist interaktiver, selektiver und strukturierender Prozeß.*" (Downs & Stea, 1982; S.105). Dabei meint Kognitives Kartieren als *interaktiver* Prozess eine ständige Interaktion mit der räumlichen Umwelt, die kartiert wird. Hier handelt es sich um das Prinzip *Lernen durch Handeln*. Hier reicht es oftmals nicht aus z.B. nur visuelle Eindrücke von der Umwelt zu erhalten, um diese begreifen zu können. Bei der *Selektivität* geht es darum, Informationen aus der Umwelt zu selektieren, wobei es zwei wichtige Kriterien gibt. Zum einen die funktionale Bedeutung und zum anderen die Unterscheidbarkeit oder Vorstellbarkeit. Die Kernaussage beim Kognitiven Kartieren als *strukturierender* Prozess "*ist der Versuch, mit Hilfe der Vergangenheit in der Gegenwart Zukunftsprobleme zu lösen.*" (Downs & Stea, 1982; S.117). Es muss schließlich nicht nur eine Selektion der Informationen stattfinden, sondern diese Informationen müssen nach dem Was, Wo und Wann gesammelt, geordnet und in einen Zusammenhang gebracht werden.

Downs und Stea (1982) beschreiben eine kognitive Karte als Produkt, als eine Abbildung von einem Teil der räumlichen Umwelt, wobei sie die Welt so spiegelt "(...) *wie ein Mensch glaubt, daß sie ist, sie muß nicht korrekt sein. Tatsächlich sind Verzerrungen sehr wahrscheinlich*" (S.24).

Hartl (1990) bezeichnet eine kognitive Karte als Repräsentation räumlicher Information im Gedächtnis. Er hält weiter fest, dass wenn man ein Bild der kognitiven Karte eines Individuums bekommen möchte, dieses Bild bzw. das dahinterstehende räumliche Wissen *unvollständig, partiell und unzusammenhängend ist* (Hartl, 1990; S.42).

Wir halten also fest, dass es sich bei einer kognitiven Karte keineswegs um eine metrische Karte handelt, wie es bei einer herkömmlichen Karte üblich ist. In der Literatur wird der Begriff daher oft als metaphorisch betrachtet. Auch existieren bereits etliche andere Bezeichnungen für diese mentale Repräsentation, da für viele der Begriff "Karte" missverständlich sein kann. Lynch (1960) nennt diese inneren Repräsentationen *environmental images*, Gould & White (1974) *mental maps*, etc. (Überblick bei Kitchin & Blades, 2002, S.1-2). Tversky, (1993) schlägt zum Beispiel den Begriff *cognitive collage* vor. Sie begründet diese Beschreibung durch die thematischen multimedialen Überlagerungen von unterschiedlichen Perspektiven, die von verschiedensten Faktoren beeinflusst werden. Obwohl das räumliche Wissen zunächst widersprüchlich und unvollständig in unseren Köpfen repräsentiert ist, kann man durch zunehmende Erfahrung der Umgebung zu einer korrekten, widerspruchsfreien und perspektivenfreien mentalen Repräsentation gelangen. (Barkowsky, 1997).

Eine kognitive Karte ist aber auch etwas sehr persönliches und individuelles, da sie aufgrund der Interessen und der Art wie eine Person ist und wie sie sich in der Umwelt zurechtfindet aufgebaut wird. Wie korrekt eine kognitive Karte aufgebaut ist, hängt vor allem auch von den räumlichen Fähigkeiten eines Individuums ab, wie beispielweise dem Orientierungssinn. Unabhängig von persönlichen Einflüssen und räumlichen Fähigkeiten kann es uns aber auch passieren, dass wir Objekte auf falschen Positionen vermuten, da wir kognitive Karten erzeugen und dabei bereits besuchte Umgebungen als Abgleich verwenden. Sind wir im ländlichen Bereich aufgewachsen, wo die Kirche im Ortsmittelpunkt steht, nehmen wir an, dass es in anderen ländlichen Bereichen auch üblich ist, dass die Kirche sich im Zentrum der

Örtlichkeit befindet. Genauso gut kann es sein, dass wir zwei oder mehrere Umgebungen miteinander vermischen, genauer gesagt, dass wir zwei oder mehrere Umgebungen zu einer neuen Umgebung zusammensetzen und diese nun in unserem Kopf mental repräsentiert und abgespeichert wird.

2.4.2 Merkmale kognitiver Karten

Wie bereits im vorigen Abschnitt erwähnt, sind kognitive Karten mentale Repräsentationen, die unvollständig und mit Verzerrungen behaftet sind. Es gibt jedoch noch weitere Merkmale, die im Folgenden behandelt werden sollen.

Bell et al. (2001) erwähnt drei Arten von Fehlern in kognitiven Karten: Unvollständigkeit, Verzerrungen und Augmentation (Hinzufügen nicht vorhandener Details). Somit werden unwichtige Details weggelassen und wichtige überbetont und erwartungsgerechte Gebäude hinzugefügt.

Lynch (1960) fand durch empirische Arbeiten heraus, dass das mentale Abbild von der Umgebung eines jeden Menschen

- Mehr oder weniger verzerrt ist
- Vereinfachungen gegenüber der Realität aufweist
- Klare Nord-Süd-Ost-West-Ausrichtung der Landschaft hat
- Ankerpunkte hat
- Gruppenspezifisch ist

Bei der *Verzerrung* werden bekannte Gebiete oder Objekte größer und detaillierter abgebildet als weniger bekannte Gebiete. Wie diese Verzerrungen zustande kommen ist schwierig festzustellen, also ob sie eine Folge der Speicherung beim Wissenserwerb sind oder eine Folge der Verarbeitung beim Abruf des Wissens. Gärling et al. (1995) stellen die Hypothese auf, dass der Planungsprozess während der Wegfindung das Kurzzeitgedächtnis stark beansprucht; damit könnten Verzerrungen die Folge der temporären Repräsentation von Informationen aus dem Langzeitgedächtnis sein. Distanzen werden über- oder unterschätzt, indem die Länge einer Straße mit Kurven gegenüber einer geraden Straße und

andererseits die Länge von Straßen in Stadtzentren gegenüber Außenbezirken überschätzt werden (Byrne, 1979). Vereinfachungen bzw. Generalisierung meint das Zusammenfassen und Vereinfachen räumlicher Attribute. So werden beispielsweise Straßenkreuzungen meistens rechtwinkelig eingeschätzt, solange die tatsächlichen Winkel nicht weniger als 30° und nicht mehr als 90° abweichen. Ebenso werden Abstände zwischen Richtungswechseln auf einem Weg als äquidistant vereinfacht (Byrne, 1979). Desweiteren werden Landschaftsmerkmale mit Kurven wie Flüsse und Straßen in der geistigen Vorstellung begradigt und gleichzeitig nach den Haupthimmelsrichtungen ausgerichtet (Tversky, 1981). Schließlich verwenden wir für unsere Orientierung bestimmte Landschaftsmerkmale oder Gebäude als Markierungspunkte (Ankerpunkte).

Gruppenspezifisch bedeutet hier, dass mehrere Individuen gleicher Gruppen, durchaus eine ähnliche kognitive Karte besitzen können, beispielsweise Personen die in einer Stadt mit ähnlichen architektonischen Strukturen und kulturellem Hintergrund aufgewachsen sind.

Sind verschiedene Interpretationen einer Situation möglich, glaubt der Mensch am ehesten an die Interpretation, die zu seinem vorhanden Erwartungsmuster passt.



Abbildung 5. Karikatur von der subjektiven Sicht auf die Welt. Links: The Economist (März, 2009) (The Economist, 2009). Rechts: The New Yorker (März, 1976) (Wikipedia, 2015).

2.4.3 Elemente der kognitiven Karte

Eine Pionierarbeit zu kognitiven Karten entstand bestimmt durch die Arbeiten von Lynch (1960). Der US-amerikanische Stadtplaner und Architekt Kevin Lynch hatte Personen, die in den Großstädten Los Angeles, Boston und Jersey City wohnen, untersucht, wie sie sich in ihren Heimatstädten orientieren. Dazu mussten die Probanden eine Skizze ihrer Heimatstadt zeichnen, ihre Stadt beschreiben und an einem ausführlichen Interview teilnehmen. Indem er die Personen Skizzen ihrer Städte anfertigen ließ, entstand daraus die Methodik "cognitive mapping" (kognitives Kartieren). Nach Auswertung der Daten der Stadtbilder von Lynch ergab sich eine Unterscheidung folgender fünf Komponenten, die sich auf gegenständliche Formen beziehen und die heute als die Hauptelemente einer Kognitiven Karte aufgefasst werden: Wege (*paths*), Grenzlinien (*boundaries*), Bereiche (*districts*), Brennpunkte (*nodes*) und Merk- oder Wahrzeichen (*landmarks*) (Abb.6).

Wege

sind Kanäle wie beispielsweise Straßen, Spazierwege, Verbindungswege, Wasserstraßen oder Eisenbahnen.

Grenzlinien

können Grenzen zwischen zwei Gebieten, Küsten, Eisenbahnstrecken oder Mauern sein. Sie werden i.d.R. nicht als Wege benutzt.

Bereiche

sind mittlere bis große Abschnitte einer Stadt.

Brennpunkte

sind die strategischen Punkte einer Stadt. Dies können wichtige Knotenpunkte wie Straßenkreuzungen oder Plätze sein.

Merk- oder Wahrzeichen

stellen eine Art "optischen Bezugspunkt" dar. Meist sind dies Gebäude, Schilder oder Geschäfte (lokale Landmarken) aber auch Merkzeichen wie Kirchen, Anhöhen oder andere

aus der Ferne gut sichtbare Objekte, die gut zur Orientierung verwendet werden können (globale Landmarken).

Hierbei kann man zwischen lokalen und globalen Landmarken unterscheiden. Lokale Landmarken befinden sich am Anfang, Ende oder entlang der Route, während globale Landmarken nur aus der Ferne sichtbar sind. Sie dienen vorwiegend zur Orientierung.

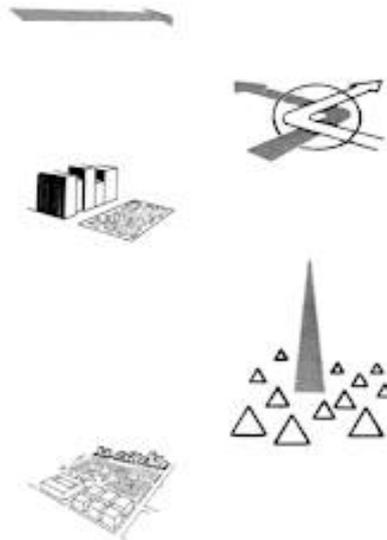


Abbildung 6. Elemente einer kognitiven Karte; v.o. n. u.: Wege, Brennpunkte (Knotenpunkte), Grenzlinien, Merkzeichen (Landmarken) und Bereiche (aus Lynch, 1960).

2.5 Räumliche Vertrautheit

Die Ortskenntnis einer Umgebung ist in den Wissenschaften kein genau definierter Term, sie wird allgemein als "wie gut ein Ort bekannt ist" interpretiert (Chalmers & Knight, 1985). Sie ist schwierig zu definieren und zu messen, weil sie auf räumliche und nicht-räumliche Komponenten verweist. Gale et al. (1990: zitiert in Kitchin & Blades, 2002) bezeichnet Vertrautheit mit einer Umgebung als ein multidimensionales Konzept und unterscheidet zumindest vier Dimensionen von räumlicher Vertrautheit. Die erste Dimension (*name identification*) bedeutet, einen Ort zu identifizieren, wenn man den Namen von diesen kennt (z.B. das Wiener Riesenrad). Die zweite Dimension (*visual recognition*) bedeutet einen Ort zu kennen, indem lediglich Bilder erkannt werden (z.B. Bild vom Wiener Riesenrad). Eine dritte

Variante (*locational knowledge*) bezeichnet die Vertrautheit mit einer Umgebung, indem man weiß, wo sich diese befindet. Dieses Wissen kann absolut (z.B. Koordinaten sind bekannt) oder relativ sein (in Relation zu anderen bekannten Orten). Die letzte Dimension (*interaction frequency*) ist die Interaktionshäufigkeit, wodurch räumliches Wissen durch regelmäßigen Besuch eines Ortes erworben wird.

Kitchin (1994) erweitert um eine fünfte Dimension räumlicher Vertrautheit: „knowledge about place such as the history and current affairs ... acquired from secondary sources such as the media and education” (S. 44).

Räumliche Vertrautheit kann sich aber auch auf für uns vertraute Strukturen beziehen, wie beispielsweise Architektur und Straßenzüge. Wenn wir in einer Umgebung wohnen, wo die Straßen rechtwinkelig zueinander angeordnet sind, und wir diese Raumordnung in einer anderen Stadt ebenfalls vorfinden, können wir uns leichter damit auseinandersetzen als wenn wir in eine Stadt kommen, wo die Straßen total aus den Winkeln sind. Wir können damit leichter eine Orientierung aufbauen und wir fühlen uns hinsichtlich dieser bekannten Strukturen vertraut.

Wie schnell sich nun eine räumliche Vertrautheit aufbaut, hängt zu einem großen Teil von der Art der Interaktion mit dem Raum ab, das heißt, wie oft und wie intensiv man sich mit einer Umgebung auseinandersetzt (Evans, 1980).

Ein anderes Kriterium ist die Fortbewegung. Es gibt einen Unterschied wenn ich mit dem Auto durch eine Umgebung fahre (passives Verhalten), als wenn ich diese zu Fuß erkunde (aktive Bewegung). Dreessen (2001) untersuchte den Zusammenhang zwischen Aktivitätsgrad und Detailliertheit der kognitiven Karte bei Radfahrern und Straßenbahnfahrern als sich maximal im Aktivitätsgrad unterscheidende Personen. Hier konnte ein starker Zusammenhang festgestellt werden.

Es ist wohl sehr gut nachvollziehbar, dass Personen, je öfters und je aktiver sie sich in einer Umgebung aufhalten, vertrauter mit dieser sind als Personen, die noch nie oder nur wenige Male in dieser Umgebung waren. Wenn wir mit einer Umgebung vertrauter werden, steigert sich unsere Erfahrung durch die Menge der Informationen, die wir erhalten, aber auch durch die Differenzierung und Integration dieser Informationen (Golledge, 1992). Die Genauigkeit von Relationen von Orten steigt und die metrische Genauigkeit entwickelt sich aufgrund der

immer präziseren Positionierung von Landmarken (Freksa & Habel, 1990). Die räumliche Vertrautheit ist deshalb ein Schlüsselfaktor, wie wir in einer Umgebung navigieren und wie wir mit ihr interagieren (Savage et al., 2011). Oft wird sie gleichgesetzt mit der Häufigkeit, mit der ein Ort besucht wird und der Länge des Aufenthaltes (Appleyard, 1979).

Tatsächlich ist das Messen des Vertrautheitsgrades schwierig, da manche Menschen schneller eine Umgebung lernen als andere. Dies ist auf individuelle Differenzen wie räumliche Fähigkeiten sowie sozialem und kulturellem Hintergrund zurückzuführen (Ishikawa & Montello, 2006).

Meneses & Moreira (2006) definieren den Vertrautheitsgrad mit einer Umgebung über die Zeit, die man insgesamt an diesem Ort verbracht hat und die Zeit, die seit dem letzten Besuch dieses Ortes verstrichen ist. Um den Vertrautheitsgrad zu messen, beziehen sie sich ausschließlich auf die Anzahl der Besuche einer Umgebung.

Evans, Marrero und Butler (1981) fanden Hinweise darauf, dass bereits ab einer Wohndauer von sechs Monaten sich eine hohe Genauigkeit in den kognitiven Karten einstellte.

Andere Studien wiederum befragen die Testpersonen direkt nach Begehung einer Route, wie vertraut sie mit dieser sind (z.B. Huang et al., 2012).

2.6 Kognitive Geschlechtsunterschiede

Die geschlechterspezifischen Unterschiede werden in den meisten experimentellen Untersuchungen ausgewertet. Sie sind bereits ein ewig diskutiertes Thema in der Kognitionsforschung. In diesem Kapitel soll aber nur kurz darauf eingegangen werden.

In zahlreicher Literatur wurde mit empirischen Experimenten dargelegt, dass Männer und Frauen eine unterschiedliche Strategie verfolgen, wenn es um Orientierung und Navigation im Raum geht. Männer scheinen öfters eine Euklidische Strategie zu bevorzugen, während Frauen eher die topographische Strategie anwenden (Schmitz, 1999; Galea & Kimura, 1993). Das heißt, dass Männer sich mehr an den Hauptrichtungen (Osten, Süden, Westen, Norden) orientieren oder an der Position der Sonne. Frauen hingegen orientieren sich mehr an Landmarken, und in welcher Richtung sie diese passiert haben (links, rechts, gerade vorbei), um sich damit besser die Route einzuprägen (Lawton, 2001; Silverman et al., 2007).

Bei Coluccia & Louse (2004) wird ein Überblick über Geschlechterdifferenzen bezüglich räumlicher Orientierungsfähigkeiten gegeben, indem sie Arbeiten von verschiedenen Forschern in den Jahren von 1983 bis 2003 bewerteten. In 52.82% der Fälle waren Männer besser als Frauen, in den restlichen 41.18% gab es keinen nennenswerten Unterschied zwischen Männern und Frauen, jedoch waren Frauen bei keiner Aufgabe besser als Männer. Dies bezog sich ausschließlich auf Experimente in der realen Umgebung.

Auch wenn es um die Selbsteinschätzung der räumlichen Orientierungsfähigkeit geht, gibt es einen Unterschied. Männer schätzen ihre Fähigkeiten besser ein als Frauen, da sie selbstsicherer sind. Dies könnte auch erklären, warum Männer und Frauen in räumlichen Aufgaben ähnliche Leistungen zeigen, wenn ihnen eine Umgebung bekannt ist, während wenn sie in einer unbekanntem Umgebung agieren, es einen viel größeren Unterschied zwischen Männern und Frauen in der Performance gibt (Montello et al., 1999).

Die Fähigkeiten, in denen Frauen durchschnittlich bessere Ergebnisse liefern gegenüber Männern, sind manuelle Geschick und Wahrnehmungsgeschwindigkeit (Hausmann, 2007).

Interessant sind jedoch jene Studien, in denen biologische Faktoren wie geschlechtshormonelle Einflüsse Änderungen in den räumlichen kognitiven Prozessen bewirken (Bell & Saucier, 2004; Hausmann, 2007).

Bell & Saucier (2004) fanden in ihrer Untersuchung eine signifikante Beziehung zwischen Hormonkonzentration und räumlichen Fähigkeiten. Dazu testeten sie weibliche und männliche Probanden jeweils mit unterschiedlichem Testosteron Gehalt (hoher und niedriger Gehalt von Testosteron). Dabei mussten die Probanden am Ende jeder gegangenen Route zum Ausgangspunkt zeigen (*pointing task*). Dabei stellte sich heraus, dass weibliche Probanden mit hohem Testosteron Gehalt genauer zum Ursprung der Route zeigten, als Frauen mit niedrigem Testosteron Gehalt. Umgekehrt haben Männer mit niedrigerem Testosteron die Aufgabe genauer gelöst als die männlichen Probanden mit hohem Testosteron.

Im Alltag zeigen also Frauen während ihrer Menstruation bessere Leistungen bei räumlichen Aufgaben, da der Spiegel des männlichen Sexualhormons Testosteron besonders hoch liegt.

Es gibt aber noch weitere Einflussfaktoren bzw. Unterschiede, wie hirstrukturelle Unterschiede sowie kulturelle Unterschiede als auch soziale Faktoren wie Geschlechterrolle und Stereotype, die ebenfalls Änderungen in den räumlichen kognitiven Prozessen bewirken (siehe dazu Hausmann, 2007).

3 Methoden zur Erfassung kognitiver Karten

3.1 Überblick

In diesem Abschnitt soll nun ein Überblick über die Methoden gegeben werden, die in der Forschung zur Erfassung von räumlichen Repräsentationen, sogenannten kognitiven Karten, üblich sind. Die Techniken erstrecken sich dabei über quantitative Befragungen, qualitative Interviews und Abfragen der Erinnerung mit Gedächtnisstützen (z.B. durch gezeigte Fotos aus der Umgebung) bis hin zu Methoden ohne jegliche Hilfestellung (z.B. frei gezeichnete Skizzen von der Umgebung).

In May (1992) wird am Beispiel der Stadt Münster ein Experiment durchgeführt, welches mit unterschiedlichen Methoden versucht, das räumliche Alltagswissen von Personen, die längere Zeit in der Stadt Münster leben, zu untersuchen. May macht hier eine Unterteilung der wichtigsten Methoden zur Erfassung von räumlichen Wissen in drei Verfahrensgruppen: Einschätzungsverfahren, Rekonstruktionsverfahren und Chronometrische Verfahren. Die vorgestellten Methoden sind jene, womit Routen- und Überblickswissen untersucht wird, wie Distanz- und Winkeleinschätzungen, Zeichnungen, Modellrekonstruktion und Latenzzeit-Messungen. Methoden zur Diagnose von Streckenpunktwissen und Routenwissen werden ausgenommen, wie auch Methoden, welche einfache kategoriale Urteile wie "vorhanden" und "nicht vorhanden" oder jene, die sich auf bedeutungsvolle Raumelemente beziehen.

Rothkegel et al. (1998) unterscheiden zwischen direkten und indirekten Verfahren. Bei den direkten Methoden wird die Testperson aufgefordert, eine räumliche Eigenschaft zu beurteilen. Diese Eigenschaft ist die Variable, die analysiert wird. Es werden drei direkte Methoden verglichen: Distanzschätzung, Orientierungsschätzungen und Positionieren von Objekten. Im Gegensatz dazu wird bei den indirekten Methoden die Testperson ebenfalls über räumliche Relationen befragt, jedoch werden die Antworten nicht direkt analysiert. Stattdessen werden die Antwortzeiten geprüft. Ein Beispiel hierfür wäre die Methode *recognition priming*, wo ein erster Reiz (Prime) dargeboten wird und die Reaktionszeit auf den darauffolgenden zweiten Reiz (Target) gemessen wird.

Eine ausführliche Auflistung der unterschiedlichen Methoden zur Erfassung räumlichen Wissens beschreiben Kitchin und Blades (2002). Sie fassen die Methoden in folgende vier Übergruppen zusammen: Eindimensionale Datengenerierung (Unidimensional Data Generation), Zweidimensionale Datengenerierung (Two-dimensional Data Generation), Rekonstruktionsverfahren (Recognition Tasks) und Qualitative Methoden. Eindimensionale Techniken werden verwendet, um das Wissen einer Person über die räumliche Beziehung zwischen zwei Orten zu bestimmen. Hierzu zählen Distanz- und Richtungsaufgaben. Um das Wissen über die Konfiguration räumlicher Beziehungen mehrerer Standorte zu eruieren, werden zweidimensionalen Techniken verwendet. Dies sind grafische Aufgabenstellungen sowie Vervollständigungsaufgaben und Erkennungsaufgaben. Bei den Rekonstruktionsverfahren werden die Teilnehmer in der Regel aufgefordert, eine gelernte oder vertraute Konfiguration zu identifizieren. Hier gibt es eine Unterteilung in ikonische Aufgaben, Konfigurationsaufgaben und Rekonstruktionsaufgaben. Die qualitativen Methoden unterscheiden sich zu den bisher genannten quantitativen Methoden. Während bei den quantitativen Methoden die Teilnehmer aufgefordert werden, räumliche Urteile abzugeben wie z.B. Distanzschätzungen, wird bei der qualitativen Methode die Testperson aufgefordert, die Route oder die Umgebung verbal zu beschreiben.

Es gibt eine große Anzahl an Methoden, jedoch sollten die Methoden mit denen man den räumlichen Wissenserwerb erfasst, mit den Methoden zur Untersuchung von räumlichem Wissen zusammenpassen. Ein Beispiel wäre, wenn eine Testperson Landmarkenwissen trainiert, hierzu eine Methode zu verwenden, die sich auf Landmarken bezieht. Speziell die dominierenden Typen von räumlichen Wissen (Landmarken,- Routen- und Überblickswissen) sollten berücksichtigt werden (Kitchin & Blades, 2002), da unterschiedliche Methoden unterschiedliche Aspekte der mentalen Repräsentation aufdecken (May, 1992).

Da es eine Vielzahl an unterschiedlichen Methoden in der Forschung gibt, und eine Abhandlung dieser den Rahmen sprengen würde, werden im folgenden nur die in dieser Diplomarbeit verwendeten Methoden genauer erläutert, welche auch die gängigsten in der Analyse von kognitiven Karten sind.

3.1.1 Distanzschätzungen

Distanzschätzungen sind wohl einer der einfachsten Methoden zur Abfrage räumlichen Wissens, welche im Speziellen zur Abfrage von Überblickswissen dienen. Hierbei wird die Relation zwischen zwei Knotenpunkten abgefragt, wobei es unterschiedliche Möglichkeiten gibt, um Distanzen zu schätzen.

In May (1992) werden die Distanzschätzungen nach drei Urteilen untergliedert. Beim absoluten Urteil wird gefragt, wie weit ein Knotenpunkt von einem anderen entfernt ist. Bei einem relativen Urteil werden der Testperson zur Schätzung der Distanz eine Referenzstrecke und ein Referenzwinkel vorgegeben. Schließlich kann auch nach einem ordinalen Urteil verlangt werden. Dabei werden Distanzen durch Vergleiche in eine Rangordnung gebracht. Diese Methodik eignet sich besonders für Skalierungsversuche, während bei den ersten beiden Urteilen ein numerisches Ergebnis das Resultat ist.

Montello (1991) klassifizierte die Methoden zur Erfassung kognitiver Distanzen in psychologische Verhältnisskalierung, psychophysische Methoden (Intervall- und ordinale Skalierung), Rekonstruktion (Mapping), Reproduktion und Routenwahl.

Beim Schätzen von Distanzen werden jedoch auch einige Fehler gemacht, die von der Route und deren Umgebung abhängig sind, und somit nur schwer vermeidbar sind. Montello (1997) formulierte drei Hypothesen in Bezug auf die Anzahl von Umgebungsmerkmalen. Die erste Hypothese, der sogenannte Feature-Akkumulations-Effekt, beschreibt, dass mit ansteigender Anzahl erinnernder Landmarken (features) dies zu steigender Distanzschätzung führt. Die zweite Hypothese, der sogenannte Routen-Strukturierungs-Effekt, nimmt an, dass Routen, die durch bestimmte Merkmale segmentiert sind, länger geschätzt werden, als Routen, die nicht segmentiert sind. Als dritte Hypothese wird angenommen, dass längere Routensegmente relativ unterschätzt werden im Vergleich zu kürzeren Segmenten (Referenzpunkteffekt). Je weiter die zu schätzende Distanz objektiv vom Betrachter (Referenzpunkt) aus entfernt ist, desto kleiner wird die Distanz geschätzt. Somit werden weiter entfernt liegende Objekte zusammengedrängt.

Alle drei Hypothesen zeigen auf, dass Umweltmerkmale wie Abbiegungen oder Barrieren, einen Einfluss auf die Distanzschätzung haben. Berendt (1999) erweitert um zwei weitere Effekte bei subjektiven Distanzschätzungen:

1. strikte Konkavität: subjektive Distanzen wachsen mit objektiven Distanzen, aber mit abnehmender Zuwachsrate. Z.B. werden 10 Meter als 10 Meter geschätzt, 20 Meter als 20 Meter, aber 30 Meter nur als 25 Meter.

2. Abflachung: aus der Erinnerung abgerufene Distanzen wachsen langsamer an als direkt erinnerte Distanzen. Z. B. bei direkten Distanzen werden 10/20/30 Metern zu 10/20/25 Metern und bei inferierten Distanzen werden aus 10/20/30 Metern zu 10/18/21 Metern. Das bedeutet, dass direkt wahrgenommene objektive Distanzen nach der Beeinflussung von strikter Konkavität von im Gedächtnis vorhandener Information weiter adaptiert werden.

Montello (1997) erwähnt als Quellen zum Erwerb von Distanzwissen, die Anzahl von Landmarken, die Reisezeit und Anstrengung der Reise. Sie stellt fest, dass wenn der visuelle Zugang zur Umgebung zur Verfügung steht, und die durchlaufene Strecke nicht zu lang ist, es wahrscheinlich ist, dass wahrgenommene und erinnerte Merkmale die Hauptquelle für Informationen für die Distanz darstellen. Ist hingegen der visuelle Zugang beschränkt oder nicht vorhanden (Dunkelheit, Blindheit), dann tragen hauptsächlich Reisezeit und Anstrengung der Reise zur Distanzschätzung bei.

Popp und Platzer (TWK, 2003) haben bei ihrem Experiment untersucht, wie sich optische Reichhaltigkeit der zurückgelegten Strecke, die empfundene oder vorgestellte physische Anstrengung beim Bewältigen der Strecke und die dabei vergangene Zeit auf die Distanzwahrnehmung auswirkt. Hierzu gingen Probanden eine ihnen unbekannte Umgebung ab, teils in der realen Umgebung, teils in der Virtuellen Realität (VR). Während bei beiden Bedingungen das optische Wahrnehmen gleich ist, fällt in der VR die physische Komponente weg. Während die optische Reichhaltigkeit keinen Einfluss auf die reproduzierte Distanz hatte und sich hochsignifikante Unterschiede zwischen Realität und VR ergaben, konnte herausgefunden werden, dass die physische Komponente des Laufens einer Strecke, und nicht deren optische Reichhaltigkeit, die Distanzwahrnehmung bestimmt.

3.1.2 Richtungsschätzungen

Bei der Richtungsschätzung wird wie bei der Distanzschätzung das Überblickswissen der Probanden abgefragt. Diese Aufgabe erfordert aber zumeist schon Kenntnisse über die

Umgebung, vor allem wenn man eine etwas längere Route mit vielen Abbiegungen mit unterschiedlichen Winkeln beschriftet hat bzw. auch dann, wenn man keinen visuellen Zugang zu lokalen Landmarken (z.B. eine Kirche) hat, mit denen man sich zumindest grob orientieren könnte. Um sich generell orientieren zu können, benötigt man unter anderem auch die Fähigkeit räumlichen Denkens. Personen, die nach eigenen Angaben einen guten Orientierungssinn besitzen, können Richtungen anscheinend korrekter einschätzen (Kozlowski & Bryant, 1977).

Richtungsschätzungen kann man generell auf verschiedene Art und Weise erhalten, wobei man auf Objekte oder Orte zeigt, die vom jeweiligen Standpunkt des Schätzers nicht sichtbar sind. Entweder wird mit einem Zeiger oder der Hand des Probanden die Richtung gezeigt und diese mit einem Kompass gemessen oder die Richtung wird mittels Papier- und Bleistiftmethode ermittelt. Hier ist auf einem Blatt Papier ein Kreis eingezeichnet, wobei das Zentrum die Position des Probanden darstellt und ein Referenzpunkt auf dem Kreisrand eingezeichnet ist. Von diesem Referenzpunkt soll nun die Richtung zu einem weiteren Objekt bzw. Ort eingezeichnet werden. Hierbei wird also ein Winkel zwischen zwei Objekten bzw. Orten geschätzt. Haber et. al (1993) haben jedoch gezeigt, dass das einfache Zeigen mit einem Finger oder mit einem Zeiger (z.B. Stick) auf das Ziel, die genaueste Methode ist.

3.1.3 Sketch mapping

Diese Art, um kognitive Karten zu erhalten, wurde erstmals von Lynch (1960) angewendet. Beim Zeichnen der *sketch map* wird der Proband aufgefordert, seine Erinnerungen an eine besuchte Umgebung auf einem leeren Blatt Papier aufzuzeichnen. Werden keinerlei Instruktionen gegeben, bezeichnet dies eine *basic sketch map*, während bei einer *normal sketch map* spezifische Details wie z.B. Bezirke und deren Namen verlangt werden können (Kitchin & Blades, 2002). Desweiteren werden auch noch *cued sketch mapping*, *longitudinal sketch map* and *sketch map language* erwähnt.

Bei dieser Methode werden das Landmarken- und Routenwissen sowie das Überblickswissen abgefragt, indem u.a. die eingezeichneten Landmarken und Routen (Verlauf und Abbiegungen an der Route, relative Lage der Landmarken) analysiert werden, wenn man sketch maps nach topologischen Aspekten bewertet (vgl. Lynch, 1960).

Anders als bei den Wiedererkennungsaufgaben, wo es um das Erkennen von einer besuchten Umgebung geht (z.B. durch vorgelegte Fotos), wird beim Zeichnen der *sketch map* ein Abruf aus der Erinnerung erforderlich, ohne Unterstützung des Gedächtnisses durch z.B. Fotos. Dies heißt, dass die Person einen gewissen kognitiven Aufwand hat, da sie einerseits entscheiden muss, welche Details aus ihrer Erinnerung sie wiedergeben möchte und andererseits eine Transformation nötig ist, um die interne Repräsentation der dreidimensionalen Wirklichkeit auf ein zweidimensionales Medium, dem Papier, zu zeichnen. Abgesehen davon, dass während des Zeichnens sich die kognitive Karte im Kopf sich erst nach und nach entfaltet, jedoch die Zeichenfläche auf dem Papier begrenzt bleibt. Ein weiterer Nachteil beim Zeichnen einer *sketch map*, den man nicht unterschätzen sollte, ist die Zeichenfähigkeit der Probanden und dass diese nur das zeichnen, was sie zeichnen können und wollen, obwohl vielleicht mehr Details in der mentalen Repräsentation vorhanden sind. Beispielsweise werden Personen oft komplexe Sachverhalte vermeiden zu zeichnen oder versuchen sie sehr vereinfacht darzustellen.

Der Testleiter kann jedoch Einschränkungen geben, damit der zeitliche Aufwand in Grenzen gehalten wird und auch, damit eben nur das abgefragt wird, was für den Versuch wesentlich ist. Somit kann anschließend eine gute Vergleichsbasis erreicht werden. Wie im Feldexperiment in dieser Arbeit wurde beispielsweise der Proband instruiert, sich vorwiegend auf den Routenverlauf, Kreuzungen und Landmarken bei der Erstellung der Skizze zu konzentrieren. Man könnte nun meinen, dass es aber am Ergiebigsten wäre, wenn keine Instruktionen gegeben werden, damit die Person "frei" aus ihrem Kopf zeichnen kann und man dadurch ein möglichst gutes Abbild einer kognitiven Karte erhält. Dies ist wahrscheinlich korrekt und gut für manche Auswertungen, jedoch möchte man meistens mehrere Skizzen zueinander in Bezug setzen und somit würde hier eine Vergleichsbasis fehlen, da die Probanden einen unterschiedlichen Fokus auf die Umgebung haben.

Neben den ganzen Nachteilen, gibt es natürlich auch positive Aspekte. Beispielsweise spiegelt sich die Individualität eines Menschen in einer Skizze wider, da jeder Mensch die Umwelt anders wahrnimmt und sich auf verschiedene Objekte und Abläufe fokussiert. Dadurch eignet sich diese Methode für die unterschiedlichsten qualitativen und quantitativen Auswertungen, da man sehr viel "herauslesen" kann. Vor allem aber, wie ein

Mensch sich in der Umwelt zurechtfindet. Dies ist nicht nur für die Forschung in den Kognitionswissenschaften interessant, sondern auch für praktische Anwendungsgebiete, wie der Fußgängernavigation, da die *sketch map* verrät, worauf sich die Menschen in der Umwelt konzentrieren, um darin navigieren zu können. Desweiteren ist diese Technik eine verlässliche Methode, in dem Sinne, dass wenn eine Person eine *sketch map* mehrmals zeichnet, ohne dass zwischendurch die Umgebung ein weiteres Mal besucht wurde, man ein ähnliches Produkt erhalten würde (Kitchin & Blades, 2002). Im Großen und Ganzen ist es eine gängige und beliebte Methode in den Raumkognitionswissenschaften.

3.1.4 Fotostrecke von Landmarken

In erster Linie geht es hierbei um das Wiedererkennen, da den Probanden Fotos von Landmarken vorgelegt werden. Das heißt dem Gedächtnis wird eine Hilfestellung geboten, und es ist kognitiv nicht so aufwendig, wie wenn man räumliche Details aus dem Gedächtnis wiedergeben muss, sowie beispielsweise beim Zeichnen einer *sketch map*.

Wesentlich bei den vorgelegten und zu erkennenden Fotos ist die Perspektive der Aufnahme, da die Probanden während der Routenbegehung die Bilder der Objekte mental so abspeichern, wie sie sie gesehen haben. Schwierig wird es dann, wenn die Fotos aus einer anderen Perspektive, wie der der Probanden, aufgenommen sind, da hier sämtliche Zwischenstufen ihrer mentalen Repräsentationen durchlaufen werden müssen, bis die gewünschte Ausrichtung erreicht ist (mentale Rotation) (Anderson, 2007). Dies ist ein kognitiv hoher Aufwand, vor allem für Personen, die diese Umgebung das erste Mal besucht haben, da sie nur eine Perspektivenansicht mental gespeichert haben.

Im Folgenden werden kurz die in dieser Arbeit verwendeten Submethoden dargestellt.

Landmarken erkennen (*landmark recognition task*).

Hier wird das Landmarkenwissen der Probanden getestet. Dazu werden ihnen Fotos vorgelegt werden, aus denen diejenigen Fotos zu wählen sind, wo sie meinen, dass sich diese auf der gegangenen Route befunden haben. Hier spielt, wie oben erwähnt, die Perspektive der Aufnahme eine große Rolle. Um die Aufgabe anspruchsvoller zu gestalten bzw. willkürliches Raten zu unterbinden, kann man auch Fotos von Landmarken untermischen,

welche abseits der Route liegen bzw. sich überhaupt nicht in der Umgebung befunden haben. Eine Fehleranfälligkeit bei dieser Methode sind Objekte, die auch in anderen Umgebungen vorkommen, wie z.B. ein Supermarkt einer großen Handelskette. Ob Landmarken erkannt werden, hängt Größtenteils von Faktoren wie der Funktion der Landmarke und ihrer Auffälligkeit ab oder wenn diese sich an markanten Positionen befinden, beispielweise an Straßenkreuzungen.

Landmarken sortieren (*landmark sequencing task*)

Mit dieser Methode wird das Routenwissen der Probanden getestet. Dabei sollen die Probanden, die Fotos in der Reihenfolge wiedergeben, nach der sie die Route abgelaufen sind. Bei dieser Aufgabe gehen die Probanden die Route mental nochmals ab, was einen hohen kognitiven Aufwand entspricht.

Landmarken Routenverlauf (*route direction task*)

Hier soll bei Landmarken, welche Entscheidungen verlangen, die Angabe gemacht werden, wie diese Entscheidungspunkte passiert wurden (rechts oder links daran vorbei). Meist sind dies Objekte bei Kreuzungen. Mit diese Methode kann somit das Routenwissen getestet werden, da diese Entscheidungslandmarken die Richtungsänderungen der Route bestimmen.

Landmarken Platzierung (*landmark placement task*)

Bei dieser Aufgabe wird der Proband ersucht, die Fotos von Landmarken korrekt in einer stummen Karte einzutragen (beispielweise über die Nummer von dem Foto der Landmarke). Damit wird das Überblickswissen getestet, da die Umgebung im Geiste nun von oben betrachtet wird (Vogelperspektive).

4 Empirischer Versuch

4.1 Allgemeine Überlegungen und Ziel des Versuchs

In erster Linie sollen die aufgestellten Hypothesen aus Kapitel 1.3 überprüft werden. Diese beziehen sich einerseits auf die Ortskenntnis der Probanden wie auch auf deren Geschlecht. Da versucht werden soll, die kognitive Karte von Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit mit der Umgebung, zu erfassen, wurden verschiedene Methoden eingesetzt. Distanz- und Richtungsschätzung zum Messen von Überblickswissen, *Sketch map* zum Messen von Routen- und Landmarkenwissen und Foto-Aufgabe zum Messen von Landmarken-, Routen- und Überblickswissen. Dabei wurde darauf geachtet, dass es einerseits eine Gleichverteilung der Testpersonen bezüglich ihrer Ortskenntnis und ihres Geschlechts gibt und andererseits die beiden Testrouten vom Umgebungscharakter her ähnlich sind (Geschäfts- und Wohnviertel).

Damit mehr Daten vorhanden sind, um die Methoden auf ihre Verlässlichkeit zu testen, wurden alle Methoden auf beiden Routen von jedem einzelnen Probanden absolviert, wobei sich die Reihenfolge von den Methoden *Sketch map* und Foto-Aufgabe auf beiden Routen umkehrte. Dadurch sollte ein möglicher Einfluss, den einer der beiden Methoden auf die andere hat, ausgeglichen werden.

Um im Nachhinein eine eventuelle Korrelation zwischen Selbsteinschätzung und Performance bei den Aufgabenstellungen feststellen zu können, wurde vor Beginn des Experimentes die Selbsteinschätzung über die räumlichen Fähigkeiten mit dem Santa Barbara Sense of Direction Fragebogen (SBSOD) gemessen.

Desweiteren sollte der Umgang der Testpersonen mit den Methoden mit dem NASA Task Load Index Fragebogen untersucht werden. Mit diesem Fragebogen sollen geistige, körperliche und zeitliche Anforderungen sowie auch Leistung, Anstrengung und Frust während des Lösens der Aufgabenstellungen gemessen werden. Dieser Test wurde am Ende der gesamten Begehung durchgeführt.

4.2 Versuchsaufbau

4.2.1 Testgebiet und -routen

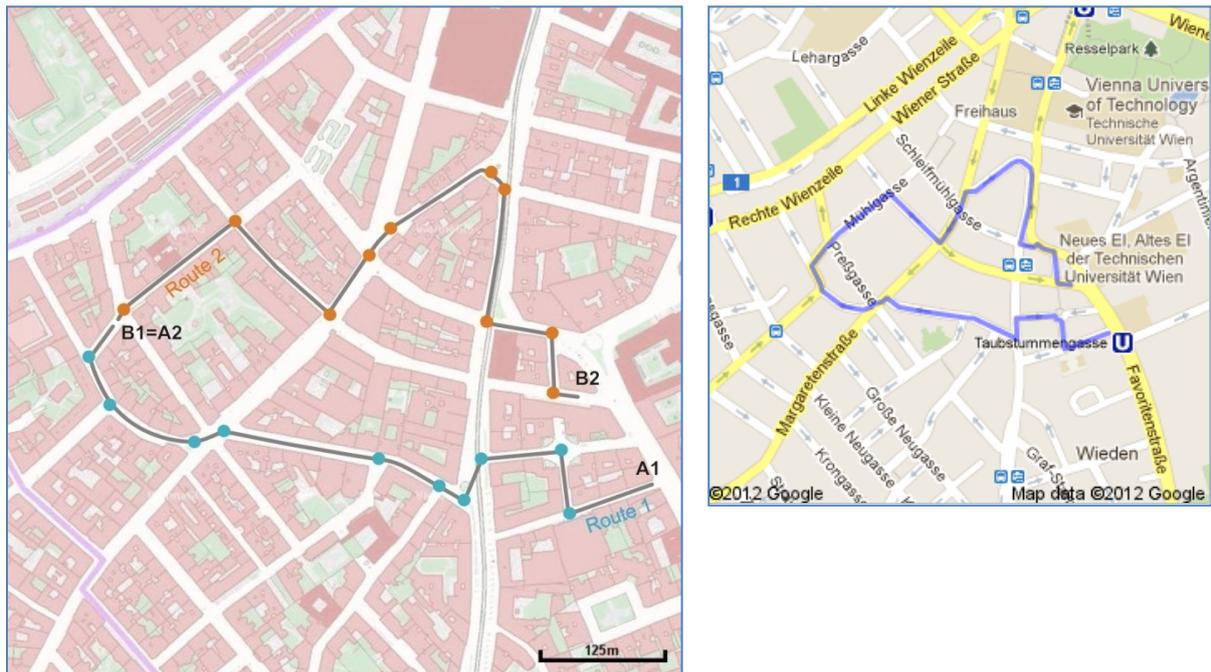


Abbildung 7. Stumme Karte mit Route 1 (A1 bis A2) und Route 2 (B1 bis B2) mit jeweiligen Entscheidungspunkten (Rechts: Testgebiet in Google Maps)

Es wurden zwei Routen im vierten Wiener Gemeindebezirk (Wohn- und Geschäftsviertel) gewählt mit einer Länge von 900 Metern auf Route 1 und 850 Metern auf Route 2 (siehe Abb.7; Route 1 von A-B; Route 2 von B-C). Das Ende der ersten Teilroute ist gleichzeitig der Anfang von der zweiten Teilroute. Die erste Route beginnt auf einer großen und vielbefahrenen Straße (Favoritenstraße) in der Nähe der U-Bahnstation Taubstummengasse, welcher auch der Treffpunkt mit den Testpersonen war. Die Umgebung und der Routenverlauf beider Routen ähneln sich, damit gleiche Voraussetzungen für einen Vergleich gegeben sind: bei beiden Routen verläuft die Begehung hauptsächlich durch kleinere Nebengassen und es werden jeweils zwei größere Fahrbahnen mit hohem Verkehrsaufkommen überquert (Wiedner Hauptstraße auf Route 1 und Margaretenstraße auf Route 2). Da auch das Landmarkenwissen abgefragt werden soll, wurden die Routen so gewählt, dass sich zumindest einige auffällige Objekte entlang der Routen befanden, obwohl dies bestimmt subjektiv ist. Auch auf Entscheidungspunkte (Punkte, welche eine

Richtungsänderung erzwingen) wurde geachtet. Es befinden sich jeweils zehn Entscheidungspunkte auf den beiden Routen.

4.2.2 Testpersonen

Die Anzahl der Testpersonen wurde auf 36 festgesetzt, da eine Untergrenze von 30 Personen in vielen statistischen Auswertungen üblich ist (Ortag, 2005). An dieser Studie nahmen 18 Frauen und 18 Männer teil. Das Alter der Testpersonen beträgt im Durchschnitt 30,5 (im Bereich von 20 bis 67 Jahren). Es gab keinen Ausschluss einer Testperson, alle absolvierten somit alle Aufgaben und Fragebögen vollständig.

Die Probanden wurden in drei Gruppen unterteilt, die folgendermaßen definiert sind:

- 1) Personen, die keinerlei Ortskenntnis über das Testgebiet haben. Dies sind Personen, die noch niemals zuvor diese Umgebung besucht haben.
- 2) Personen, die etwas bis gute Ortskenntnis über das Testgebiet haben. Das heißt, jene Personen, die das Gebiet bereits einige Male zuvor besucht haben, beispielsweise aufgrund eines regelmäßigen Arztbesuches, Besuch von Bekannten etc.
- 3) Personen, die eine sehr gute Ortskenntnis über das Testgebiet besitzen, da sie dort arbeiten oder wohnen (zumindest seit sechs Monaten).

Hierbei bedarf es einer wesentlichen Anmerkung: Es wurde bereits in der Akquisition der Probanden versucht zu eruieren, wie vertraut sie mit der Umgebung sind. Da diese Ortskenntnis im Vorhinein weder von der Diplomandin noch von den Probanden selbst (ohne zu viel über die Umgebung zu verraten) schwer einzuschätzen war, wurde nach der Begehung jeder Teilroute nach der Vertrautheit mit dem Testgebiet gefragt. Hierbei kam es bei vier Personen zu unterschiedlicher Vertrautheit auf beiden Routen. Beispielsweise gab eine Testperson (aus der Gruppe: Personen mit sehr guter Ortskenntnis) an, die Route 1 sehr gut zu kennen, jedoch gab diese nach Begehung der Route 2 an, dass diese kaum bekannt war. Diese Differenz bezog sich ausschließlich auf die Gruppen mit vorhandener Ortskenntnis, da es bei der Gruppe ohne Ortskenntnis einfach war, da alle Personen aus dieser Gruppe zuvor bereits sagen konnten, dass ihnen diese Testumgebung nicht vertraut ist. Dies war insofern leicht möglich, da es sich um ein eher kleines Testgebiet handelt (in etwa 0,60 x 0,40 km).

4.3 Versuchsablauf

Zu Beginn der Begehung sollen die Probanden den Santa Barbara Sense of Direction Test ausfüllen (siehe Anhang B), welcher die Selbsteinschätzung der räumlichen Fähigkeiten messen soll. Dieser Test wurde von Hegarty und ihren Kollegen entwickelt und korreliert besonders mit Messungen des räumlichen Wissens, welches durch direkte Erfahrung der Umgebung erworben wird, als durch Erwerb von Karten, Video oder Virtuellen Umgebungen (Hegarty et al., 2002).

Danach wird die Testperson gebeten, ihr Mobiltelefon oder andere Geräte abzuschalten, die die Aufmerksamkeit während der Begehung stören könnten. Es wird darauf hingewiesen, dass auch die Testleiterin (die Diplomandin), die den Probanden führt, sich still verhalten wird und vonseiten des Probanden keinerlei Kommunikation mit der Leiterin gestartet werden soll, damit auch hier keine Ablenkung der Aufmerksamkeit passiert.

Bevor die Begehung beginnen kann, gibt es eine einzige Instruktion an die Probanden: sie sollen auf die Umgebung (Kreuzungen, Gebäude und andere auffällige Objekte) und den Routenverlauf achten.

Danach kann die Routenbegehung starten. Hierfür wird die Testperson aufgefordert, sich von der Testleiterin durch die Umgebung führen zu lassen, indem sie ihr knapp dahinter folgt. Beide Routen werden von jeder Testperson einzeln mit der Testleiterin begangen. Am Ende jeder Teilroute wird die Testperson gefragt, wie gut ihre Ortskenntnis der zurückgelegten Strecke sei. Danach werden die Aufgaben gestellt, die es zu lösen gilt: zuerst wird die Testperson gebeten die gegangene Distanz von der Route in Metern zu schätzen (Distanzschätzung). Die Schätzung wird von der Testleiterin notiert. Dann soll sie zum Startpunkt der Route zeigen (Richtungsschätzung). Die Richtung wird mit einer Kompass Applikation auf einem Smartphone gemessen und ebenfalls notiert. Anschließend wird dem Probanden ein leeres Blatt Papier überreicht, um eine *sketch map* der Route zu zeichnen. Hier sollen die Richtungsänderungen und Landmarken eingezeichnet werden. Danach folgt die Foto-Aufgabe, wobei die Probanden jene Fotos von Landmarken auswählen sollen, wo sie meinen, dass sie sich auf der Route befunden haben (Landmarken-Erkennung). Anschließend sollen sie die ausgewählten Fotos in die richtige Routenabfolge bringen (Routenablauf). Diese werden dann gemeinsam mit der Testleiterin durchgesehen und bei

den Landmarken an Entscheidungspunkten wird gefragt, wie man diese passiert hat (links oder rechts) (Routenverlauf). Anschließend sollen alle erkannten Fotos aus Aufgabe 1 (Landmarken-Erkennung) mit der jeweiligen ID des Fotos auf einer stummen Karte eingetragen werden (Landmarken-Platzierung). Wie bereits erwähnt, kehrt sich die Reihenfolge der verwendeten Methoden *sketch map* und *Foto-Aufgabe* bei den beiden Teilrouten um. Das Experiment folgt einem within-subject Design³ und ist bezüglich der Reihenfolge der Aufgaben innerhalb der Gruppen gleich (siehe Tabelle 1).

	Teilroute 1	Teilroute 2
12 Personen "nicht vertraut", unterteilt in zwei Gruppen A und B	Gruppe A: Distanz- und Richtungsschätzung + Sketch map + Foto-Aufgabe	Gruppe A: Distanz- und Richtungsschätzung + Foto-Aufgabe +Sketch map
	Gruppe B: Distanz- und Richtungsschätzung + Foto-Aufgabe +Sketch map	Gruppe B: Distanz- und Richtungsschätzung + Sketch map + Foto-Aufgabe
12 Personen "sehr vertraut", unterteilt in zwei Gruppen C und D	Gruppe C: Distanz- und Richtungsschätzung + Sketch map + Foto-Aufgabe	Gruppe C: Distanz- und Richtungsschätzung + Foto-Aufgabe +Sketch map
	Gruppe D: Distanz- und Richtungsschätzung + Foto-Aufgabe +Sketch map	Gruppe D: Distanz- und Richtungsschätzung + Sketch map + Foto-Aufgabe
12 Personen "etwas vertraut", unterteilt in zwei Gruppen E und F	Gruppe E: Distanz- und Richtungsschätzung + Sketch map + Foto-Aufgabe	Gruppe E: Distanz- und Richtungsschätzung + Foto-Aufgabe +Sketch map
	Gruppe F: Distanz- und Richtungsschätzung + Foto-Aufgabe + Sketch map	Gruppe F: Distanz- und Richtungsschätzung + Sketch map + Foto-Aufgabe

³ within subject Design (hier)= jeder Probanden absolviert jede Methode

Tabelle 1. Einteilung der Probanden in Gruppen der Vertrautheit und ihren Aufgabenstellungen.

Nach Abschluss der Aufgaben der zweiten Teilroute (=Ende der Begehung), wird der Testperson der von der NASA entwickelte Task Load Index-Fragebogen ausgehändigt (Hart & Staveland, 1988; siehe Fragebogen B im Anhang), wobei die Anforderungen und die Handhabbarkeit der einzelnen Methoden anhand von Skalen zu bewerten sind. Danach wird noch nach der Bevorzugung der einzelnen Methoden gefragt, indem die meist bevorzugteste Methode mit "1", die nachfolgende mit "2" und schließlich die am wenigsten bevorzugteste Methode mit "3" bewertet werden soll. Auch wird darum gebeten, diese Bewertung zu begründen und gegebenenfalls Anmerkungen zu geben. Zum Schluss werden die Testpersonen ersucht, statistische Angaben zu ihrer Person wie Geschlecht, Alter und Ausbildung zu geben, mit dem deutlichen Hinweis, dass diese anonym und ausschließlich zu statistischen Auswertungen im Rahmen der Diplomarbeit verarbeitet werden.

4.4 Hilfsmitteln und Auswertung

Distanz- und Richtungsschätzung

Beide Methoden werden in den Kognitionswissenschaften zur Ermittlung von Überblickswissen verwendet (vgl. Schlender & Peters, 2002).

Bei der Distanzschätzung sind keine Hilfsmittel notwendig, da hier lediglich eine verbale Schätzung der gegangenen Route in Metern von dem Probanden abgegeben werden soll. Das Ergebnis der Schätzung wird dann im Fragebogen von der Testleiterin notiert. Bei der Auswertung wird schließlich die Abweichung der jeweiligen geschätzten Distanz der beiden Routen zur tatsächlichen Länge erfasst. Zur Ermittlung der tatsächlichen Länge wurde bei der Auswertung die Routenfunktion von Google Maps© verwendet.

Eine andere Möglichkeit der Distanzschätzung, wäre die euklidische Distanz (Luftlinie) von zwei Standorten zu schätzen. Jedoch kann die Distanzschätzung der gegangenen Route viel aufschlussreicher sein, da diese subjektiv ist. Das bedeutet, dass hier Faktoren, wie Anstrengung und Detailreichtum entlang der Strecke mit einfließen.

Die Richtungsschätzung ist ebenfalls nicht aufwendig, da hier lediglich die gezeigte Richtung des Probanden zum Startpunkt in Grad gemessen wird. Die Ermittlung der Zeigerichtung erfolgt durch die Anwendung *GPS Status* (siehe Screenshot Abb.9⁴) auf einem Android Smartphone Sony Ericsson Xperia, welche im Vorhinein mit einem analogen Kompass auf die Tauglichkeit überprüft wurde. Es konnte eine ausreichende Genauigkeit festgestellt werden. Bei der Auswertung wird die Abweichung der geschätzten zur tatsächlichen Richtung des Startpunktes in Grad erfasst.



Abbildung 8. Screenshot der Anwendung GPS Status- digitaler Kompass

Sketch Map

Bei dieser Methode wird der Testperson ein leeres Papier überreicht, mit der Instruktion die gegangene Route so genau und vollständig wie möglich aufzuzeichnen und hierbei Richtungsänderungen und auffällige Objekte (Landmarken) auf der Route zu berücksichtigen und einzuzichnen. Mit dieser Methode kann sowohl Landmarken-, wie Routen- als auch Überblickswissen überprüft werden (vgl. Schlender & Peters, 2002).

Die Auswertung der Skizze ist wohl die schwierigste, da hier unterschiedliche Zeichenfertigkeiten der Testpersonen miteinander verglichen werden sollen. In dieser Arbeit wurden sie nach ihrer Topographie und Vollständigkeit ausgewertet. Die Genauigkeit wurde nicht bewertet, da für eine effektive Navigation topologisches Wissen wichtiger ist als

⁴ <http://eclipsim.com/gpsstatus/>, besucht am 1.2.2014

metrisches Wissen (Billinghurst & Weghorst, 1995). Generell gibt es aber für die Auswertung keine allgemein akzeptierte Methode.

Von der Diplomandin wurde daher ein Punktesystem in Anlehnung an Skubic et al., (2004), Huang et al. (2012) entwickelt, welches nach folgenden Kriterien bestimmt wurde: Nachdem dem Proband vor der Begehung instruiert wird, dass er sich bei der Erkundung auf Landmarken und auf die Route konzentrieren soll, wurden auch nur diese bei der Auswertung der sketch maps analysiert:

1) Anzahl der skizzierten Landmarken:

Hierbei werden alle eingezeichneten und tatsächlich vorhandenen Landmarken in der *sketch map* gezählt, ohne hierbei die Korrektheit der Position zu berücksichtigen. Hierdurch soll herausgefunden werden, wie sehr sich die Testperson an Landmarken orientiert.

2) Fehlerrate der skizzierten Landmarken in %:

Hier werden von den skizzierten Landmarken jene gezählt, welche an falscher Position relativ zueinander eingezeichnet wurden. Wenn eine Landmarke weder zu einer Routenänderung oder zu anderen Landmarken zugeordnet werden kann, wird diese ebenfalls als falsch gewertet. Der Anteil der falsch gezeichneten LM wird dann berechnet (Fehlerrate in %)

3) Anzahl der falsch eingezeichneten Richtungsänderungen (z.B. Abbiegung nach rechts statt nach links eingezeichnet). und das Fehlen bedeutender Richtungsänderungen. Als bedeutende Richtungsänderung ist gemeint, eine Richtungsänderung zwischen längeren Routensegmenten, welche für eine Beschreibung des Routenverlaufes wesentlich ist.

5) Abschließend sollen dann von einer Gruppe von 3 Studierenden der Fachrichtung Kartographie (inklusive der Diplomandin) auch die Qualität der Skizzen bewertet werden.

Hierbei soll nach einem Notensystem folgende Frage beantwortet werden: Wie gut wird die reale Welt abgebildet? Hierzu werden drei Personen befragt (einschließlich der Diplomandin), welche die Skizzen unabhängig voneinander durchsehen und diese mit einer Note zwischen 1-5 bewerten sollen (siehe Tabelle 2). Die Begutachter sind alle Studierende

des Fachbereiches Kartographie. Beispiele für die Bewertungen 1-4 in Abb. 9 (Anmerkung: die Note 5 wurde bei den Auswertungen nicht vergeben).

Wie gut wird die reale Welt abgebildet?

	Bewertung	Beschreibung
Sehr gut	1	Korrekt gezeichnete Route und detailreich
Gut	2	Korrekt gezeichnete Route, aber nur wenige Details
Wenig gut	3	Nur teilweise korrekt gezeichnete Route und detailreich
nicht gut	4	Nicht nachvollziehbare bzw. zu allgemein gezeichnete Route und wenige Details
Gar nicht gut	5	Diese Note ist für total unzusammenhängende Skizzen zu vergeben

Tabelle 2. Bewertung sketch maps

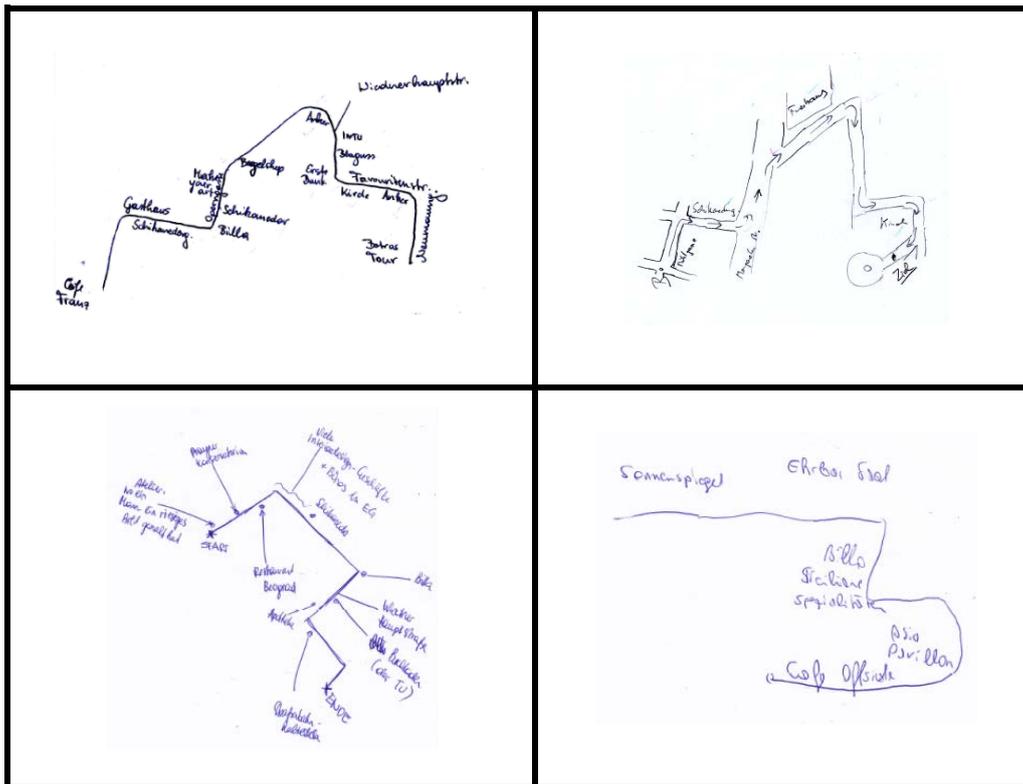


Abbildung 9. Beispiele für die Bewertung von Sketch maps Links oben: Note 1; Rechts oben: Note 2; Links unten: Note 3; Rechts unten: Note 4.

Foto-Aufgabe

Die Methode Foto-Aufgabe ist in vier Sub-Methoden unterteilt:

1. Landmarken erkennen
2. Landmarken in die richtige Reihenfolge bringen (Rutenabfolge)
3. Richtungsentscheidungen bei Landmarken (Rutenverlauf)
4. Landmarken auf Karte platzieren

Die Auswertung der Methoden Landmarken Erkennung, Rutenverlauf und Landmarken-Platzierung geschah in Anlehnung an Arbeiten von Huang et. al (2012).

Mit der Methode (1) kann Landmarkenwissen, mit den Methoden (2) und (3) das Rutenwissen, und mit der Methode (4) kann Überblickswissen abgefragt werden (vgl. Schlender & Peters, 2002).

Bei der Methode 1 (Landmarken erkennen) werden dem Probanden nach jeder Route zwölf Fotos von Landmarken gezeigt. Er wird dann gebeten, jene Fotos auszuwählen, die sich entlang der Route befunden haben. Unter den Fotos gibt es pro Route jeweils zwei Fotos von Landmarken, welche nicht auf der Route gelegen sind und somit auch nicht zu sehen waren. Jedes richtig erkannte Foto wird gezählt und mit einem Punkt gewertet. Minuspunkt gab es nur dafür, wenn der Proband ein Foto mit der nicht auf der Route liegenden Landmarke wählt (maximal vier Minuspunkte möglich). Die maximale zu erreichende Punktzahl liegt bei zehn Punkten.

Ergebnis: erreichte Punktzahl für richtig erkannte Fotos in % (berechnet auf Basis der maximal erreichbaren Punktzahl) in Bezug auf Vertrautheit und auf Geschlecht.

Bei dieser Methode wird dem Probanden durch Vorlegen der Fotos eine Hilfestellung für das Gedächtnis gegeben, da er lediglich die Fotos hinaus wählen soll, die er während der Erkundung wahrgenommen hat. Hier kann jedoch nicht überprüft werden, ob er hierbei rät oder er unbeabsichtigt Landmarken mit anderen Umgebungen verwechselt.

Bei der Routenabfolge

Bei der Methode 2 (Routenabfolge) wird überprüft, wie gut sich die Testpersonen an die vergangene Route erinnerten und ob sie in der Lage waren, die Route in der richtigen Reihenfolge widerzugeben. Die Testperson geht hierzu die Route geistig noch einmal ab, was einen hohen kognitiven Aufwand entspricht. Der Proband wird gebeten, die erkannten Fotos der Landmarken aus Methode 1 in der Reihenfolge der Routenbegehung zu sortieren. Hierfür wird für jeweils zwei richtig aufeinanderfolgende Fotos ein Punkt vergeben. Minuspunkte gibt es hier keine. Die maximal erreichte Punktzahl liegt hier bei neun Punkten, da es nur zehn Fotos von den tatsächlich auf der Route liegenden Landmarken gibt (1-2, 2-3, 3-4, 4-5, 5-6, 6-7, 7-8, 8-9, 9-10). Wird bei der Sortierung auf ein Foto "vergessen", z.B. 1-3, wird es trotzdem als korrekte Reihenfolge gewertet (=1 Punkt).

Ergebnis: erreichte Punktzahl in % (berechnet auf Basis der maximal erreichbaren Punktzahl) in Bezug auf Vertrautheit und auf Geschlecht.

Bei der Methode 3 (Routenverlauf) soll der Proband angeben, in welcher Richtung jene Landmarken passiert wurden, welche an Entscheidungspunkten lagen (links oder rechts) -

siehe Abb. 10. Für jede richtige Richtungsangabe wird ein Punkt vergeben, für eine falsche Angabe wird ein Minuspunkt von der Testleiterin vermerkt.

Ergebnis: Punktzahl in % (berechnet auf der Basis der maximal erreichbaren Punktzahl) in Bezug auf Vertrautheit und auf Geschlecht.

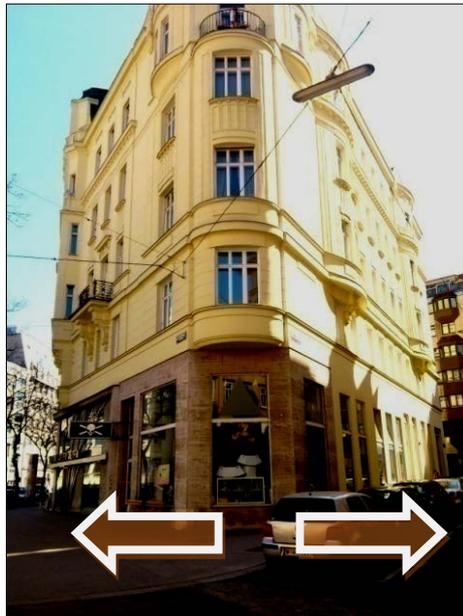


Abbildung 10. Beispiel Richtungsangabe bei Entscheidungspunkten (links oder rechts)

Bei der Methode 4 (Landmarken Platzierung) werden zwei Karten (pro Route eine Karte) ohne jeglicher Beschriftung von Straßennamen und Objekten dem Probanden vorgelegt, wobei lediglich der Start- und Endpunkt der jeweiligen Route mit A (Anfang der Sub-Route) und B (Ende der Sub-Route) eingezeichnet sind (siehe Abb. 13 bzw. Anhang B). Die Aufgabe des Probanden ist es nun, die ID der Fotostandpunkte der erkannten Landmarken so genau wie möglich in die Karte einzutragen.

Hier werden bei der Auswertung folgende zwei Abweichungen der platzierten Landmarken zu ihrer tatsächlichen Position ermittelt:

1. die Euklidische Distanz (Luftlinie zwischen platzierter Landmarke und eingetragener Landmarke) wird in Zentimetern gemessen und mithilfe des Maßstabes der Karte in Meter transformiert.

2. die Routendistanz (Distanz zwischen platzierter Landmarke und eingetragener Landmarke entlang der gegangenen Route) wird mithilfe von Google Maps© (Routenberechnung) gemessen, die in Metern angegeben wird.

Für beide Abweichungen gilt: für eine nicht eingetragene, aber erkannte Landmarke wurde die Abweichung auf die Länge der jeweiligen Route gesetzt.

Ergebnis: Abweichung in Meter (Euklidische Distanz und Routendistanz)



Abbildung 11. Karte ohne Straßen- und Objektnamen, für die Landmarken Platzierungs-Aufgabe (Beispiel Route 1)

5 ERGEBNISSE

5.1 AUSWERTUNG DER DATEN

5.1.1 EIGNUNG DER VERWENDETEN METHODEN ZUR ERFASSUNG RÄUMLICHEN WISSENS IN BEZUG AUF DIE RÄUMLICHE VERTRAUTHEIT

Distanz- und Richtungsschätzung wurden verwendet, um Überblickswissen zu erfassen. Die Skizze der kognitiven Karte, die *sketch map*, und die Foto Aufgabe sollten sowohl das Landmarken-, Routen- als auch das Überblickswissen erfassen.

Wie in früheren Studien oft erwähnt (e.g. Montello, 1991; Meilinger, 2008), wird davon ausgegangen, dass die Probanden, wenn sie mehr räumliches Wissen über die Umwelt haben, eine bessere Leistung in den Aufgaben erzielen. Das Ziel dieser Arbeit ist es, herauszufinden, ob diese Methoden Personen mit unterschiedlicher räumlicher Vertrautheit differenzieren können. Ein Vergleich zwischen Probanden, die "nicht vertraut" (N = 26), "etwas vertraut" (N = 24) und "sehr vertraut" (N = 22) mit der Umgebung sind, soll diese Frage beantworten.

5.1.2 DISTANZ- UND RICHTUNGSSCHÄTZUNG

Distanzschätzung

Bei der Distanzschätzung mussten die Teilnehmer die absolute Distanz (in Meter) der zurückgelegten Teilrouten schätzen. Dabei war die erste Teilroute 900 Meter und die zweite Route 850 Meter lang. Die Differenz zwischen der geschätzten und der tatsächlichen Distanz wurde berechnet. Das Mittel der Differenzen und die Standardabweichung σ stehen in Tabelle 3.

N	Vertrautheit	Mittel	Σ
26	Nicht vertraut	509,62	467,123
24	Etwas vertraut	250,00	153,226
22	Sehr vertraut	202,34	158,604

Tabelle 3. Mittel und Standardabweichungen der Distanzschätzung in Bezug auf die Vertrautheit..

Die Ergebnisse der Mittel von den Abweichungen der Distanzschätzungen sind Abb. 12 dargestellt. Um eine statistische Signifikanz feststellen zu können, wurde eine einfaktorielle ANOVA verwendet. Sie ergab eine signifikante Differenz zwischen den Gruppen mit unterschiedlicher Ortskenntnis ($F(2,69)=7.14$, $p=0.002$). Eine weitere Analyse mit dem T-Test und dem Signifikanzniveau von $\alpha=0,05$ ergab nur einen signifikanten Unterschied zwischen "sehr vertraut" und "nicht vertraut" ($p=0.002$). Eine zweifaktorielle ANOVA ergab keine Interaktion zwischen Vertrautheit mit der Umgebung und den beiden Sub-Routen ($F(2,54)=0.384$, $p=0.683$).

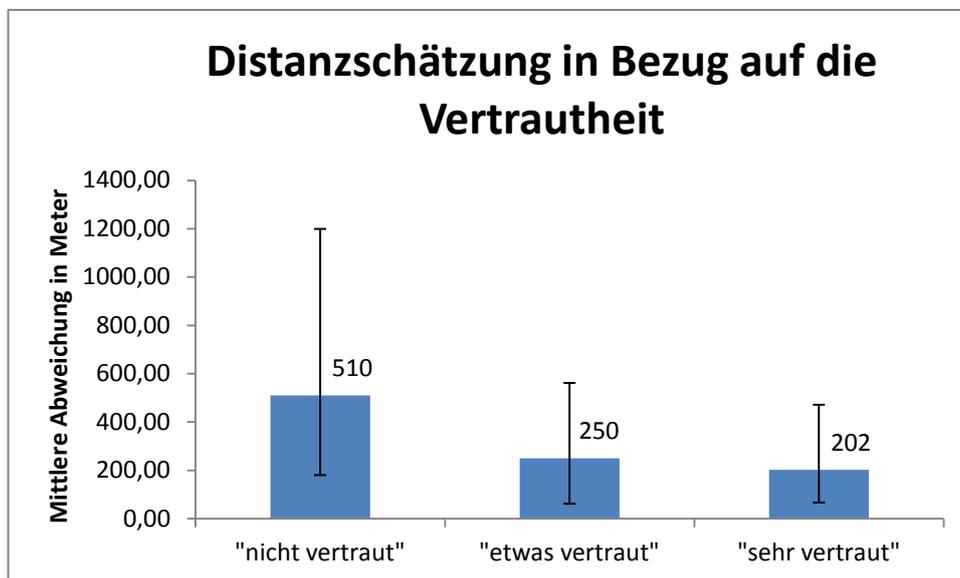


Abbildung 12. Distanzschätzung: Mittlere Abweichung in Meter in Bezug auf die Vertrautheit (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut"). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Bei der Richtungsschätzung wurden die Probanden gebeten zum Ausgangspunkt der jeweiligen Teilroute zu zeigen. Die Differenz zwischen der geschätzten und der tatsächlichen Distanz wurde berechnet. Das Mittel der Differenzen und die Standardabweichung σ stehen in Tabelle 2.

N	Vertrautheit	Mittel	σ

26	Nicht vertraut	32,81	28,976
24	Etwas vertraut	30,38	27,636
22	Sehr vertraut	26,45	19,255

Tabelle 1. Mittel und Standardabweichungen der Distanzschätzung in Bezug auf die Vertrautheit..

Eine einfaktorielle ANOVA zeigte keine signifikante Differenz zwischen den Gruppen unterschiedlicher Vertrautheit ($F(2,69)=0.36$, $p=0.7$). Mit einer anschließenden zweifaktoriellen ANOVA wurde keine Interaktion zwischen Vertrautheit der Umgebung und den Teilrouten gefunden ($F(2,54)=0.105$, $p=0.901$). Die Ergebnisse der Standardabweichungen sind in Abbildung 13 dargestellt.

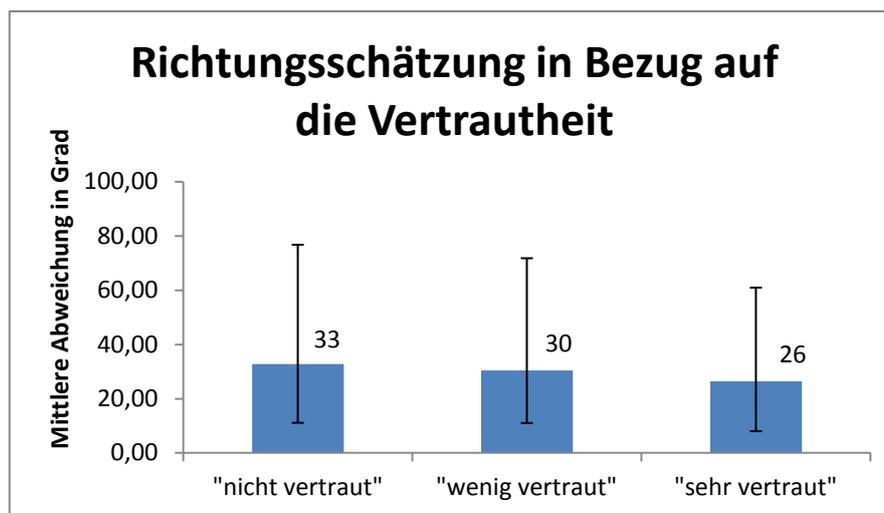


Abbildung 13. Richtungsschätzung: Mittlere Abweichung in Grad in Bezug auf die Vertrautheit (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut"). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Nach Hypothese (1a) wurde mit diesen Resultaten festgestellt, dass die Distanzschätzung nur zwischen jenen Personen differenzieren kann, die "sehr vertraut" und jene die "nicht vertraut" mit der Umgebung sind. Hingegen wurde bei der Richtungsschätzung festgestellt,

dass diese zur Differenzierung überhaupt nicht geeignet ist. Hier muss die Hypothese (1b) komplett abgelehnt werden.

5.1.3 SKETCH MAP

Nach jeder Teilroute wurde der Proband gebeten, eine möglichst genaue Skizze von der eben zuvor begangenen Route auf einem leeren Blatt zu zeichnen. Dabei wurde er aufgefordert, sich auf die Route und die Landmarken zu fokussieren.

Diese Skizzen wurden nach Ende des Experimentes nach topologischen Aspekten analysiert (Landmarken und Richtungsänderungen) sowie nach ihrer Qualität (wie gut die Skizzen die reale Welt repräsentieren):

- 1) Anzahl der skizzierten Landmarken und deren Anteil der falsch skizzierten Landmarken in %
- 2) Anzahl der falschen/fehlenden Richtungsänderungen entlang der Route und
- 3) Qualität der Skizzen.

Die Anzahl der skizzierten Landmarken (richtig und falsch skizzierte) in den sketch maps sind in Abbildung 14 dargestellt. Wie erwartet, haben Personen mit besserer Ortskenntnis mehr Landmarken gezeichnet. Jedoch ohne signifikanten Unterschied (einfaktorielle ANOVA: $p=0.292$, $\alpha=0.05$).

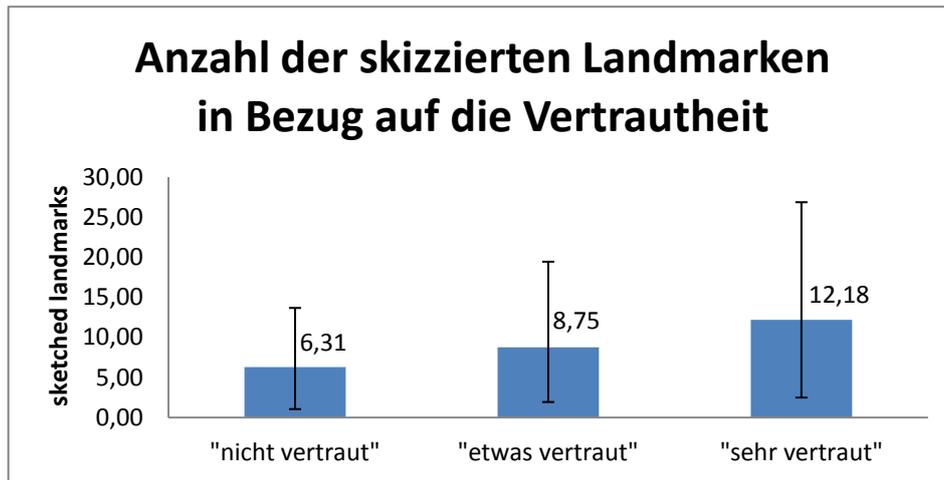


Abbildung 14. Anzahl aller skizzierten Landmarken in Bezug auf die Vertrautheit (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut"). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Die Fehlerrate dieser skizzierten Landmarken ist in Abbildung 15 dargestellt. Fehlerhaft wurden all jene Landmarken bezeichnet, die an falscher Stelle platziert wurden. Wie auch hier zu erwarten war, haben die Teilnehmer, die sehr vertraut sind, eine minimale Fehlerrate aufgezeigt. Es wurde ein hoch signifikanter Unterschied ($p < 0.001$) zwischen "sehr vertrauten" und "nicht vertrauten" Personen sowie ein signifikanter Unterschied ($p = 0.001$) zwischen "sehr vertrauten" und "etwas vertrauten" Personen festgestellt. "Etwas vertraute" Menschen waren mit einer Fehlerrate von 15.85% etwas besser als "nicht vertraute Personen" (Fehlerrate von 17.56%), jedoch ohne Signifikanz ($p = 0.397$).

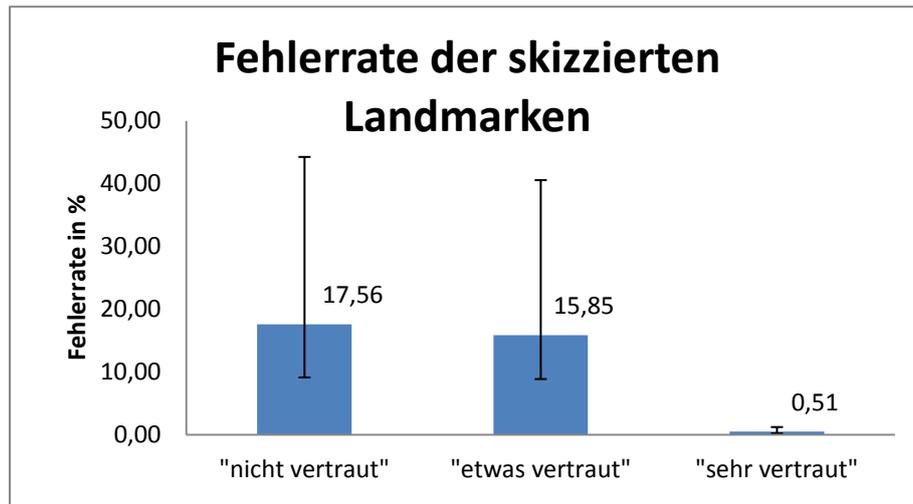


Abbildung 15. Fehlerrate der skizzierten Landmarken in % in Bezug auf die Vertrautheit (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut"). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

2) Die Anzahl der falsch gezeichneten/fehlenden Richtungsänderungen entlang der Route sind in Abbildung 16 dargestellt. Wie angenommen, haben Personen mit mehr Ortskenntnis weniger Fehler gemacht. Eine einfaktorielle ANOVA und ein T-Test ergaben einen sehr signifikanten Unterschied zwischen "sehr" und "nicht vertrauten" Personen ($p=0.002$) und einen signifikanten Unterschied zwischen "sehr" und "etwas vertrauten" Personen ($p=0.025$). Zwischen "etwas" und "nicht vertrauten" Personen wurde keine signifikante Differenz gefunden ($p=0.267$).

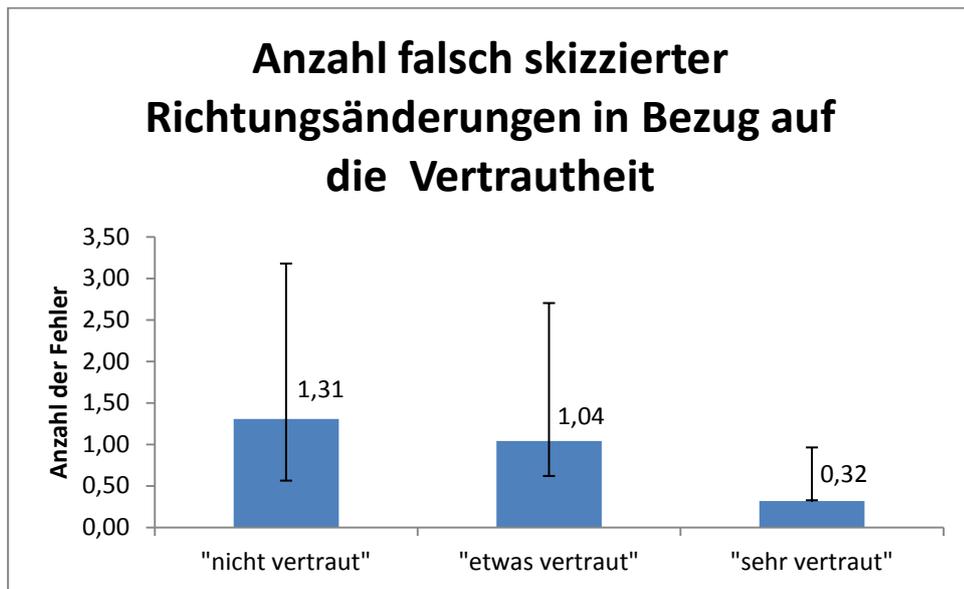


Abbildung 16. Anzahl der Fehler bei den skizzierten Richtungsänderungen in Bezug auf die Vertrautheit (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut"). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

3) Um die Qualität der *sketch maps* zu bewerten, wurden diese von drei Personen angesehen (inklusive der Diplomandin), welche mit dem Testgebiet vertraut sind und ebenfalls Kartographie studieren: Wie gut stimmen Skizze und Realität überein? Wie detailliert wird die Realität abgebildet?

Die durchschnittlichen Noten der Skizzen (1=beste, 5=schlechteste) haben gezeigt, dass die Probanden, welche mehr vertraut mit der Umgebung waren, "bessere" *sketch maps* gezeichnet haben. Die durchschnittliche Note der Skizzen der "nicht vertrauten" Personen beträgt 3,42 ($\sigma=0.902$), die der "etwas vertrauten" beträgt 2,75 ($\sigma=1.113$) und die besten Noten mit einem Durchschnitt von 1,82 ($\sigma=0.958$) erzielten die "sehr vertrauten" Testpersonen (siehe Abb. 17).

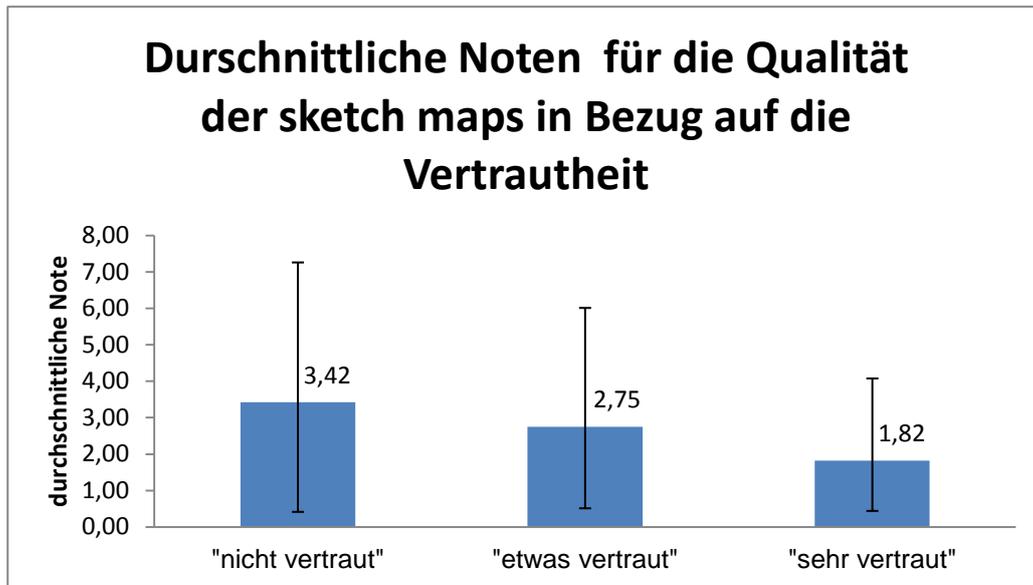


Abbildung 17. Durchschnittliche Noten für die Qualität in Bezug auf die Vertrautheit (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut"). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

5.1.4 FOTO-AUFGABE

Diese Aufgabe ist unterteilt in 4 Sub-Aufgaben: Landmarken-Erkennung (*landmark recognition task*), Routensequenz (*route sequencing task*), Routenverlauf (*route direction task*) und Landmarken-Platzierung (*landmark placement task*)

Bei der Aufgabe Landmarken-Erkennung (*landmark recognition task*) wurden den Teilnehmern Fotos von Landmarken präsentiert, welche sie identifizieren sollten, falls diese sich auf der Route befunden haben. Die Anzahl der korrekt gewählten Fotos wurde gezählt und im Verhältnis zur möglichen erreichten Anzahl in % berechnet. Die Ergebnisse sind in Abbildung 7 dargestellt. Mit einer einfaktoriellen ANOVA wurde ein signifikanter Unterschied zwischen den drei Gruppen berechnet ($F(2,69)=3.32$, $p=0.042$). Der T-Test mit einem Signifikanzniveau von $\alpha=0.05$ fand aber nur einen sehr signifikanten Unterschied zwischen "sehr vertraut" und "nicht vertraut" ($p=0.006$). Mit einer zweifaktoriellen ANOVA konnte keine Interaktion zwischen Vertrautheit und den Teilrouten festgestellt werden ($F(2,54)=0.136$, $p=0.873$). Das Mittel und die Standardabweichung σ sind in Tabelle 3 dargestellt.

N	Vertrautheit	Mittel	Σ
26	Nicht vertraut	63,18	16,791
24	Etwas vertraut	67,92	17,087
22	Sehr vertraut	75,37	14,407

Tabelle 2. Mittel und Standardabweichung der Punkte (in %) in Bezug auf die Vertrautheit.

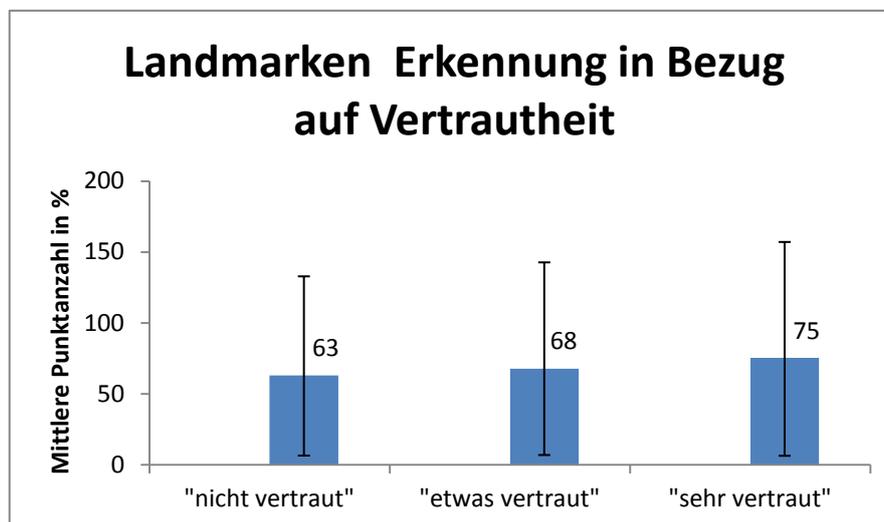


Abbildung 18. Landmarken Erkennung: Mittlere Punktzahl in % in Bezug auf die Vertrautheit (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut"). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Bei der Routenabfolge (*route sequencing task*) sollten die Probanden die identifizierten Fotos aus der vorigen Aufgabe in die Reihenfolge der Routenbegehung sortieren. Ein Punkt wurde jeweils für die richtige Sequenz zwei aufeinander folgender Fotos vergeben (für eine genauere Erklärung siehe Kapitel 4.4). Die Punkte wurden in % berechnet und sind in Abbildung 8 dargestellt. Eine einfache ANOVA und ein T-Test ergeben einen hoch signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen ($F(2,69)=7,94$, $p<0.001$). Dies resultiert von einem hoch signifikanten Unterschied zwischen "sehr vertraut" und "nicht vertraut" ($p<0.001$) und ebenfalls einen hoch signifikanten Unterschied zwischen "sehr vertraut" und

"etwas vertraut" ($p < 0.001$). Kein signifikanter Unterschied wurde zwischen den "etwas vertrauten" und den "nicht vertrauten" Probanden gefunden ($p = 0.382$).

Mit der zweifachen ANOVA wurde keine Interaktion zwischen Vertrautheit und den Teilrouten festgestellt ($F(2,54) = 0.578$ $p = 0.564$). Das Mittel und die Standardabweichung σ sind in Tabelle 4 dargestellt.

N	Vertrautheit	Mittel	σ
26	Nicht vertraut	53,83	34,092
24	Etwas vertraut	56,68	32,605
22	Sehr vertraut	86,55	24,559

Tabelle 3. Mittel und Standardabweichung der Punkte für die richtige Folge (in %) in Bezug auf die Vertrautheit.

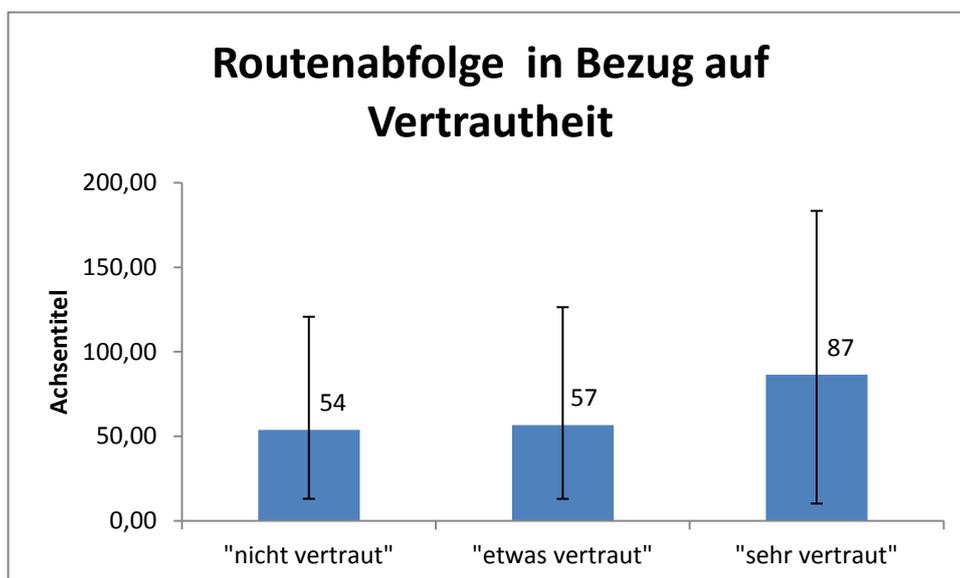


Abbildung 19. Routenabfolge: Mittlere Punktzahl für korrekte Routensequenz in Bezug auf die Vertrautheit in % (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut. Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

In der Aufgabe Routenverlauf (*route direction task*) wurde der Proband gebeten, aus den Fotos von den Landmarken jene auszuwählen, welche Entscheidungspunkte sind und dann die Richtung anzugeben, wie diese Landmarken passiert wurden (links oder rechts). Die Anzahl der korrekt angegebenen Richtungen werden gezählt und berechnet in %. Die mittlere Punktzahl ist in % in Abbildung 20 dargestellt. Das Mittel und die Standardabweichung σ stehen in Tabelle 5.

Eine einfaktorielle ANOVA ergab keine signifikante Differenz zwischen den Gruppen ($F(2,69)=2.99$, $p=0.057$). Der p-Wert liegt hier jedoch knapp bei der Grenze zur Signifikanz. Mit einem anschließenden T-Test wurde festgestellt, dass es einen signifikanten Unterschied zwischen "sehr vertrauten" und "nicht vertrauten" Personen ($p=0.011$) und zwischen "sehr" und "etwas vertrauten" Personen gibt ($P=0.054$).

Mit der zweifachen ANOVA wurde keine Interaktion zwischen Vertrautheit und den Teilrouten festgestellt ($F(2,54)=0.062$, $p=0.940$).

N	Vertrautheit	Mittel	σ
26	Nicht vertraut	86,97	16,361
24	Etwas vertraut	82,95	18,253
22	Sehr vertraut	95,08	17,186

Tabelle 4. Mittel und Standardabweichung der Punkte für die richtige Richtung (in %) in Bezug auf die Vertrautheit.

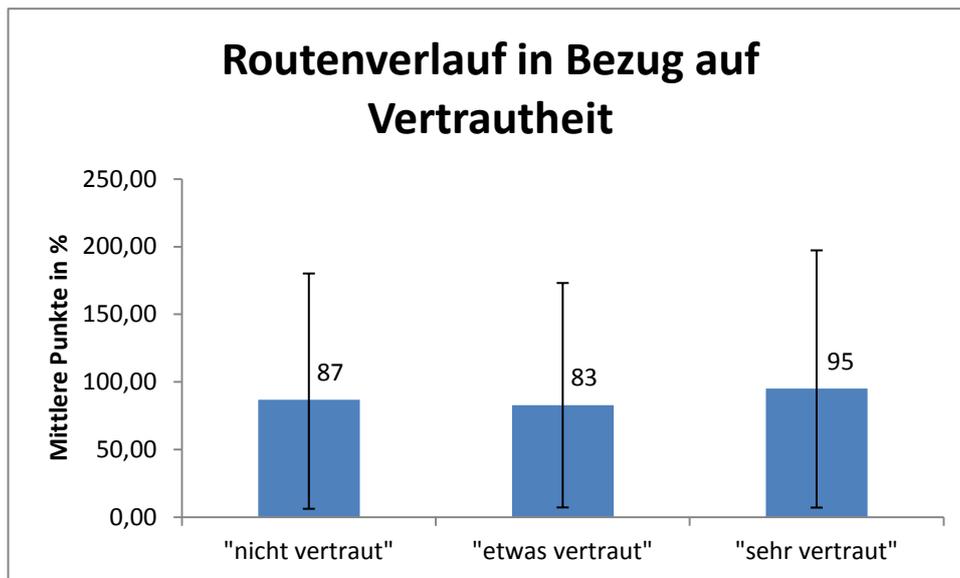


Abbildung 20. Aufgabe Routenverlauf: Mittlere Punktzahl für korrekte Richtungen in Bezug auf die Vertrautheit in % (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut. Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Bei der Landmarken-Platzierungsaufgabe (*landmark placement task*) wurde der Proband gebeten die ID der zuvor gewählten Fotos auf einer stummen Karte einzutragen. Diese enthält nur Umriss der Gebäude, Straßen und Plätze ohne Namen und Nummern. Die Abweichung zwischen platzierter und korrekter Positionen der IDs wurde gemessen. Und zwar einmal die Abweichung der euklidischen Distanz (Luftlinie) und einmal die Abweichung entlang der gegangenen Route (Routendistanz). Das Mittel und die Standardabweichung σ der Euklidischen Distanz und die der Routendistanz stehen in Tabelle 6 und 7.

N	Vertrautheit	Mittel	σ
26	Nicht vertraut	109,34	104,225
24	Etwas vertraut	84,61	105,365
22	Sehr vertraut	20,80	40,770

Tabelle 6. Mittel und Standardabweichung der Euklidischen Distanz in Meter in Bezug auf die Vertrautheit.

N	Vertrautheit	Mittel	σ
26	Nicht vertraut	140,21	120,500
24	Etwas vertraut	99,60	118,549
22	Sehr vertraut	23,29	43,615

Tabelle 7. Mittel und Standardabweichung der Routendistanz in Meter in Bezug auf die Vertrautheit.

Bezüglich der Abweichungen der Euklidischen Distanz und der Routendistanz wurde eine einfaktorielle ANOVA und ein t-Test durchgeführt. Dies ergab einen sehr signifikanten Unterschied zwischen den Gruppen und bei beiden Auswertemethoden (Euklidisch: $F(2,69)=6.00$, $p=0.004$; Route: $F(2,69)=7.89$, $p=0.001$). Dies resultiert von einem hoch signifikanten Unterschied zwischen "sehr vertraut" und "nicht vertraut" (beide: $p<0.001$). Bei beiden Auswertemethoden wurden keine signifikanten Unterschiede zwischen "etwas vertraut" und "nicht vertraut" gefunden (siehe Tabelle 8). Auch wurde mit einer zweifaktoriellen ANOVA keine Interaktion zwischen Vertrautheit und den Teilrouten festgestellt (Euklidisch: $F(2,54)=0.853$, $p=0.432$ und Route: $F(2,54)=0.591$, $p=0.558$). Die Ergebnisse sind Abbildung 21 und Abbildung 22 zu entnehmen.

P-Werte der Maßsysteme Euklidische vs. Routendistanz

* signifikant, **hoch signifikant

Vergleichsbedingung	Euklidische Distanz	Routendistanz
"sehr vertraut" <=> "nicht vertraut"	< 0.001**	< 0.0001**
"sehr vertraut" <=> "etwas vertraut"	0,005*	0.003*
"etwas vertraut" <=> "nicht vertraut"	0.204	0.118

Tabelle 5. P-werte der Maßsysteme Euklidische vs. Routendistanz mit dem Signifikanzniveau von $\alpha=0.05$.

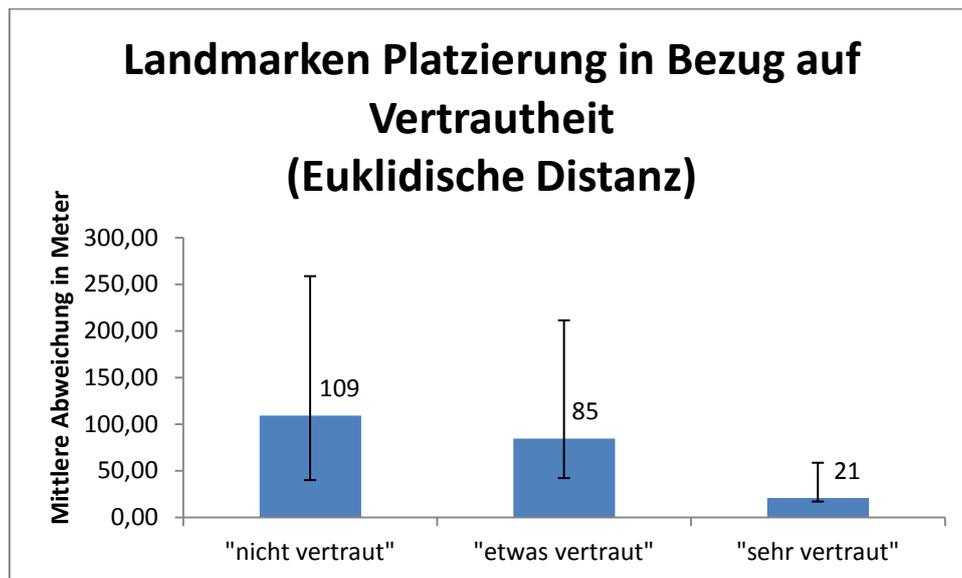


Abbildung 21. Euklidische Distanzabweichung (in Meter) in Bezug auf die Vertrautheit in % (N=26 "nicht vertraut", N=24 "etwas vertraut", N=22 "sehr vertraut". Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

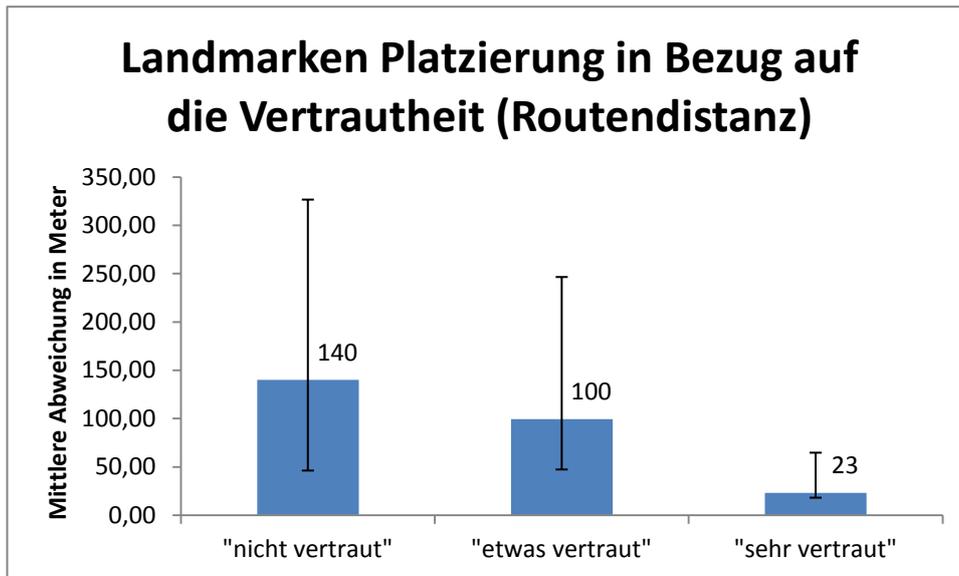


Abbildung 22. Routendistanzabweichung (in Meter) in Bezug auf die Vertrautheit in % (N=140 "nicht vertraut", N=100 "etwas vertraut", N=23 "sehr vertraut. Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

In Bezug auf Hypothese (1) ist die Foto-Aufgabe mit ihren Subaufgaben geeignet "sehr vertraute" und "nicht vertraute" Personen sowie "sehr vertraute" und "etwas vertraute" Personen zu differenzieren. Eine Ausnahme gibt es bei der Erkennungsaufgabe, bei der nur ein sehr signifikanter Unterschied zwischen "sehr vertraut" und "nicht vertraut" gefunden wurde ($p=0.006$, $\alpha=0.05$).

5.1.5 ZUSAMMENFASSUNG

Zusammengefasst kann man sagen, dass Personen, die mehr räumliches Wissen besitzen besser die Aufgaben gelöst haben. Dies bestätigt sich in allen Aufgaben, bis auf die Routenverlauf Aufgabe, wo Probanden, die "nicht vertraut" mit der Testumgebung sind etwas besser waren als Personen, die "etwas vertraut" sind.

Vergleich "sehr vertraut" vs. "nicht vertraut"

Ein signifikanter Unterschied zwischen "sehr vertraut" und "nicht vertraut" wurde in allen Aufgaben gefunden, außer bei der Richtungsschätzung, wo keine Signifikanz zwischen den

Gruppen der Vertrautheit gefunden wurde. Bei der *sketch map* Aufgabe (Fehlerrate der skizzierten Landmarken), der Routenabfolge und der Landmarken Platzierungsaufgabe wurde sogar ein hoch signifikanter Unterschied gefunden.

Vergleich "sehr vertraut" vs. "etwas vertraut"

Signifikante Unterschiede zwischen "sehr vertraut" und "etwas vertraut" wurden in der *sketch map* Aufgabe (bei der Fehlerrate der falsch skizzierten Landmarken und bei der Anzahl falsch/fehlender skizzierten Richtungsänderungen) gefunden, sowie bei der Routenabfolge, der Routenverlauf und der Landmarken Platzierungsaufgabe. Bei der Routenabfolge wurde sogar ein hoch signifikanter Unterschied festgestellt.

Vergleich "etwas vertraut" vs. "nicht vertraut"

In keiner der Aufgaben wurde ein signifikanter Unterschied zwischen "etwas vertrauten" und "nicht vertrauten" Personen festgestellt.

Um einen besseren Überblick zu bekommen, sind in Tabelle 6 alle Ergebnisse der Aufgaben in Bezug auf die räumliche Vertrautheit gelistet.

	"sehr vertraut" <=> "nicht vertraut"	"sehr vertraut" <=> "etwas vertraut"	"etwas vertraut" <=> "nicht vertraut"
Distanzschätzung	0.002 *	0.291	0.382
Richtungsschätzung	Keine signifikanten Unterschiede (p=0.7, $\alpha=0.05$)		
Sketch map			
Skizzierte Landmarken	Keine signifikanten Unterschiede (p=0.292, $\alpha=0.05$)		
Fehlerrate der skizzierten Landmarken	<0.001 **	0.001*	0,397
Falsch/fehlende Richtungsänderungen	0.002*	0.025*	0.267
Foto Aufgabe			
Routenerkennung	0.006*	0.063	0.164
Routenabfolge	<0.001 **	<0.001 **	0.382
Routenverlauf	0.011*	0.054*	0.209
Landmarken Platzierung			
• Euklidische Abweichung	<0.001 **	0.005 *	0.204
• Routenabweichung	<0.0001 **	0.003 *	0.118
Signifikanzniveau: $\alpha=0.05$ * signifikant (<0.05) ** hoch signifikant (< 0.001)			

Tabelle 6. P-Werte von der statistischen Auswertung (einfaktorielle ANOVA) der einzelnen Aufgaben beim Vergleich von Gruppen mit unterschiedlicher räumlicher Vertrautheit.

5.1.6 RÄUMLICHER WISSENSERWERB IN BEZUG AUF DAS GESCHLECHT

5.1.6.1 DISTANZ- UND RICHTUNGSSCHÄTZUNG

Ein T-Test zeigt keine statistisch signifikante Differenz zwischen Frauen und Männern bei beiden Methoden (Distanz: $p=0.061$, Richtung: $p=0.084$). Die Differenz zeigt aber, dass Frauen mit einer mittleren Abweichung von 268.06 Meter besser bei der Distanzschätzung waren als die Männer (mittlere Abweichung von 390.32). Siehe Tabelle 10.

In der Richtungsschätzung waren die Männer besser mit einer mittleren Abweichung von 25.86 Grad, jedoch auch ohne statistische Signifikanz ($p=0.084$). Siehe Tabelle 11.

N	Geschlecht	Mittel	σ
18	Männer	390.32	435.378
18	Frauen	268.06	166.542

Tabelle 7. Mittlere Abweichung in Meter bei der Distanzschätzung von Frauen und Männern.

N	Geschlecht	Mittel	σ
18	Männer	25.86	24.989
18	Frauen	34.25	26.023

Tabelle 8. Mittlere Abweichung in Grad bei der Richtungsschätzung von Frauen und Männern.

Zusammenfassend kann man sagen, dass Frauen besser waren bei der Distanzschätzung als Männer, dafür hatten die Männer eine bessere Performance bei der Richtungsschätzung.

Wenn man sich die Ergebnisse bei der Distanzschätzung genauer ansieht (Abb. 23), erkennt man, dass die größte Differenz zwischen Frauen und Männern in der Gruppe der "nicht vertrauten" Personen besteht. Während "nicht vertraute" Männer eine mittlere Abweichung von 692.31 Meter ($\sigma=591.20$) haben, beträgt die Abweichung bei "nicht vertrauten" Frauen nur 326.92 Meter ($\sigma=180.99$). Dies bedeutet, dass Frauen nach einer Ersterkundung einer Umgebung, die gegangene Distanz besser schätzen können als Männer. Hier weist ein T-Test auf eine signifikante Differenz hin ($p=0.0257$, $\alpha=0.05$).

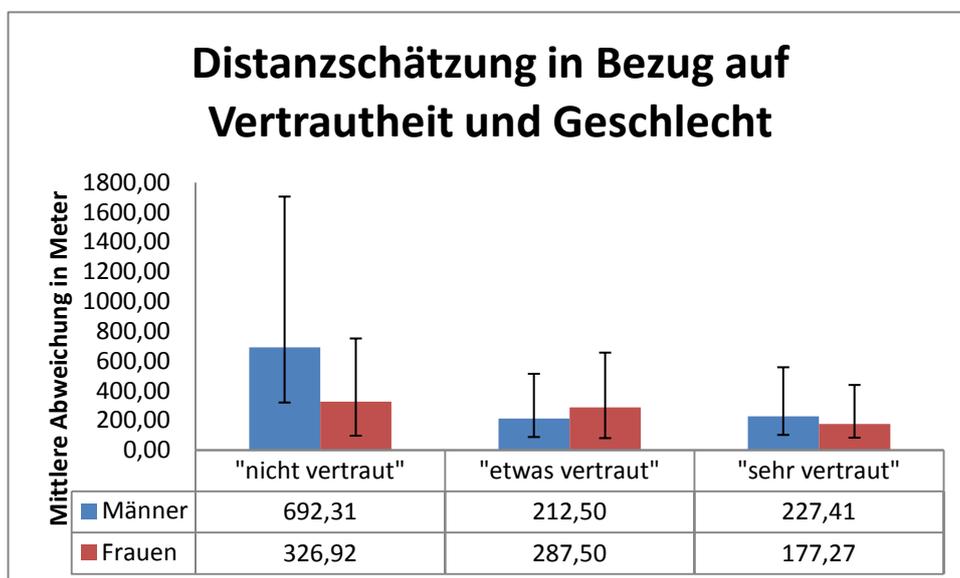


Abbildung 23. Mittlere Abweichung (in Meter) bei der Distanzschätzung in Bezug auf Vertrautheit und Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Bei der Richtungsschätzung zeigt sich ein ähnliches Schema bei der Gruppe "nicht vertraut" wie bei der Distanzschätzung, jedoch haben Männer hier den besseren Sinn beim Schätzen. Ein Vergleich der mittleren Abweichungen zeigt, dass "nicht vertraute" Männer eine bessere Performance hatten ($M=27.00$, $\sigma=27.887$) als "nicht vertraute" Frauen ($M=38.62$, $\sigma=29.974$) (Abb. 24). Auch bei der Gruppe der "etwas vertrauten" Männer waren diese besser als bei den ebenfalls "etwas vertrauten" Frauen. Ein T-Test zeigte jedoch keine signifikante

Differenz zwischen Frauen und Männern bei den Gruppen "nicht vertraut" ($p=0.158$) und "etwas vertraut" ($p=0.172$).

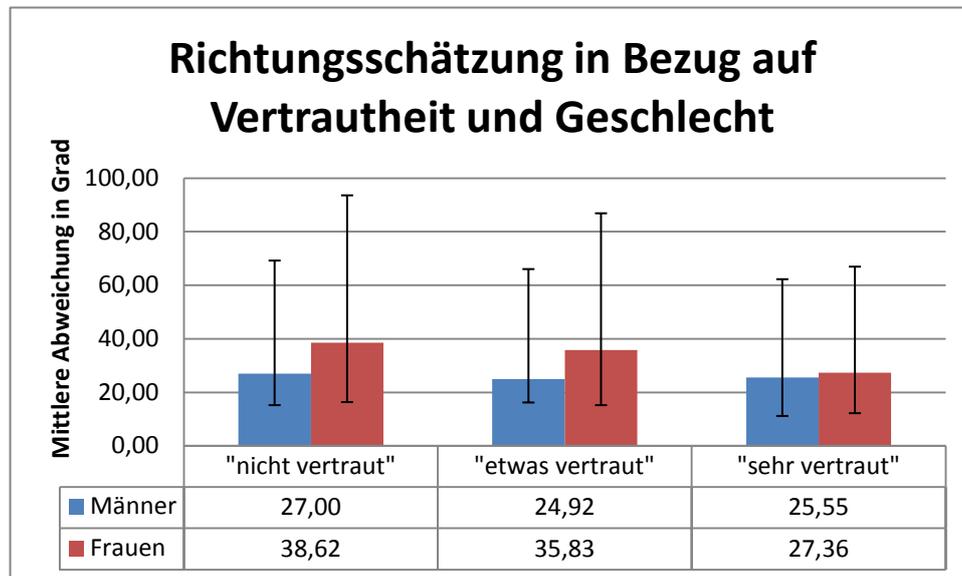


Abbildung 24. Mittlere Abweichung (in Grad) bei der Richtungsschätzung in Bezug auf Vertrautheit und Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

5.1.6.2 Sketch map

Abbildung 25 zeigt, dass Frauen mehr Landmarken gezeichnet haben als Männer, jedoch ohne signifikante Differenz ($p=0.464$, $\alpha=0.05$).

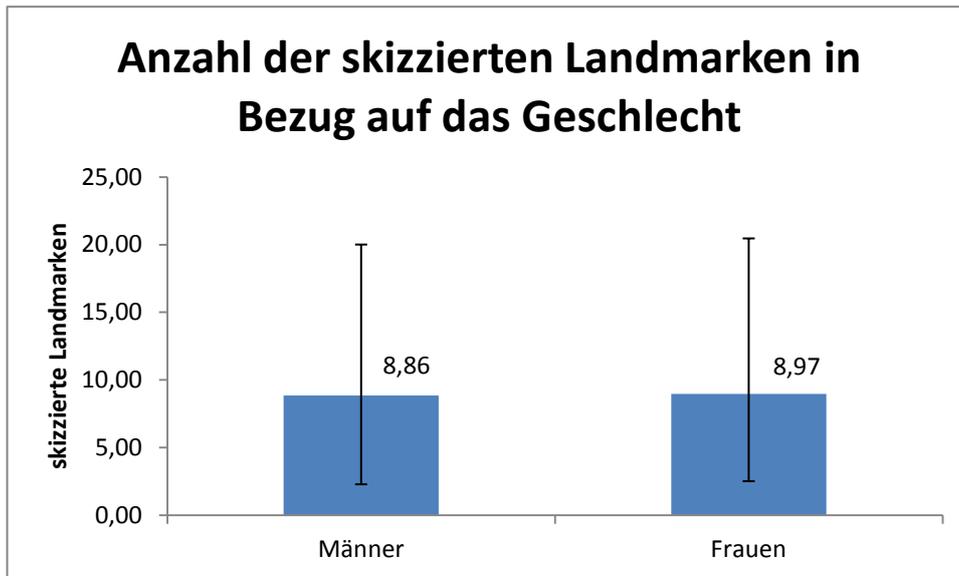


Abbildung 25. Anzahl der skizzierten Landmarken in Bezug auf das Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Beim Vergleich von Frauen und Männern bezogen auf die Fehler bei den gezeichneten Landmarken (falsche Position), wurde keine signifikante Differenz festgestellt ($p=0.360$), jedoch waren hier ebenfalls die Frauen etwas besser. Siehe Abbildung 26.

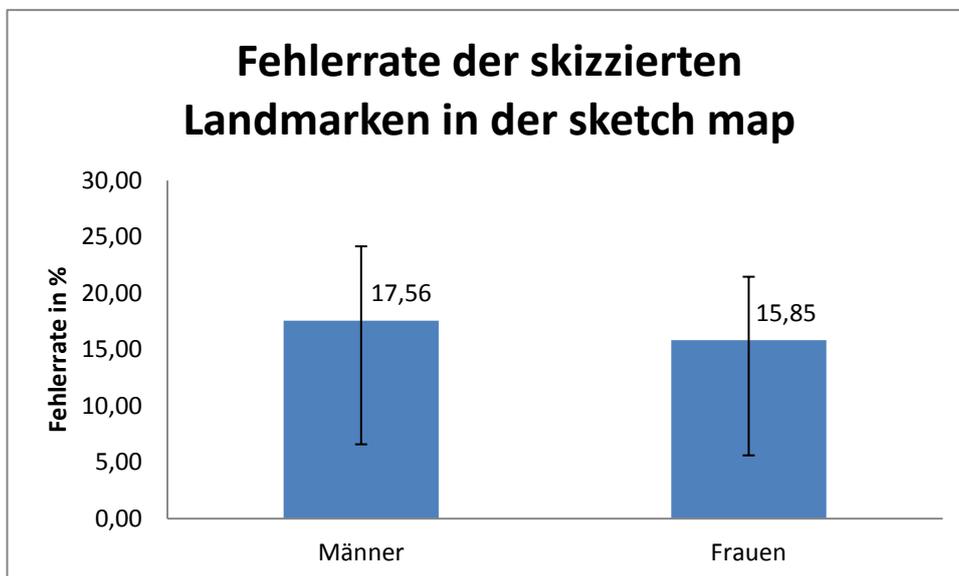


Abbildung 26. Fehlerrate in % der skizzierten Landmarken in Bezug auf das Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Wie in Abbildung 27 zu sehen ist, haben Frauen mehr Fehler beim Einzeichnen der Richtungsänderungen gemacht als Männer, weil sie entweder die Abbiegungen in die falsche Richtung eingezeichnet haben oder für den Routenverlauf wesentliche Abbiegungen gar nicht eingezeichnet haben. Diese Differenz ist aber nicht signifikant ($p=0.305$, $\alpha=0.05$).

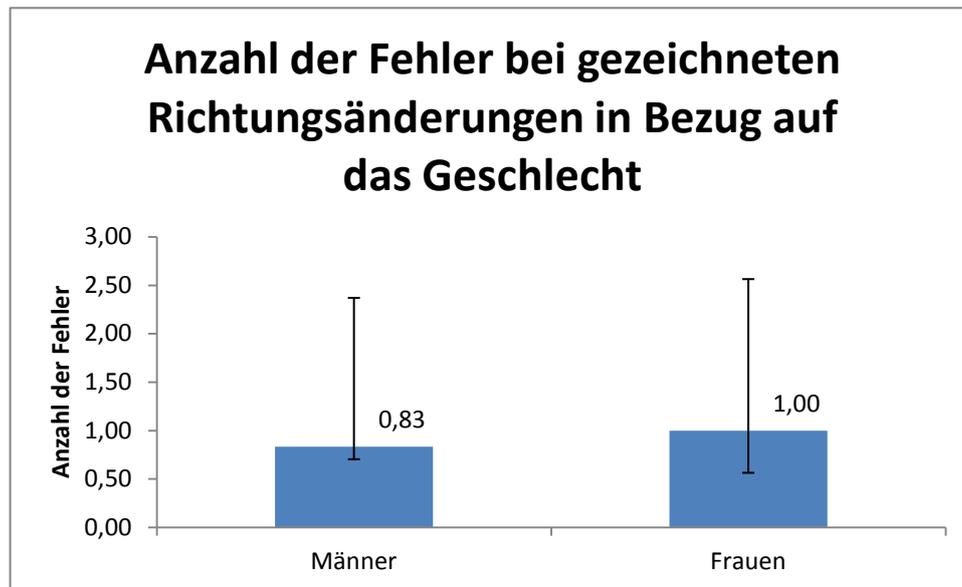


Abbildung 27. Anzahl der Fehler bei gezeichneten Richtungsänderungen in Bezug auf das Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

In Abbildung 28 ist die Benotung für die Skizzen von Frauen und Männern dargestellt (1=beste; 5=schlechteste). Es zeigt, dass Männer etwas bessere Skizzen, im Sinne des Wiedergebens der realen Welt, gezeichnet haben. Während Männer im Durchschnitt eine Note von 2,56 ($\sigma=1.229$) haben, erreichten die Frauen im Durchschnitt die Note 2,86 ($\sigma=1.125$). Jedoch existiert zwischen den Geschlechtern keine signifikante Differenz. Charakteristisch auffallend bei den Skizzen ist, dass Männer mehr Namen von Straßen und Plätzen bezeichnet haben als Frauen (Männer (N=18): durchschnittlich 5,5 Namen, Frauen (N=18): durchschnittlich 2,8 Namen).

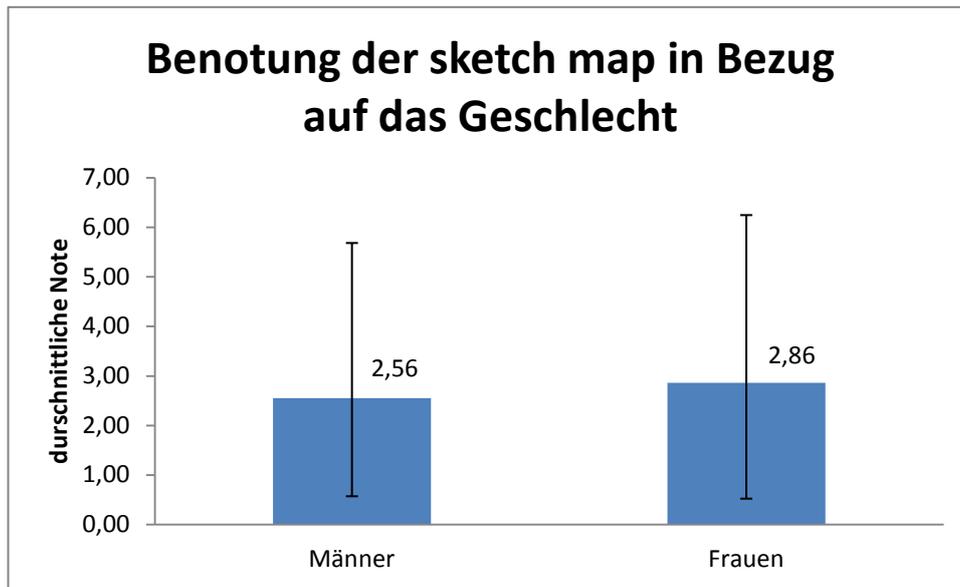


Abbildung 28. Benotung in Bezug auf das Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

5.1.6.3 Foto Aufgabe

Bei der Landmarken Erkennung wurde das Mittel der erreichten Punktzahl zwischen Männern und Frauen mit einem T-Test berechnet und in Abbildung 29 dargestellt. Das Ergebnis ist, dass Männer etwas mehr Landmarken richtig erkannt haben, nämlich 71.39% ($\sigma=15.995$). Damit waren sie besser als die Frauen, die 65.58% ($\sigma=17.542$) richtig erkannten. Diese Differenz ist jedoch statistisch nicht signifikant ($p=0.073$).

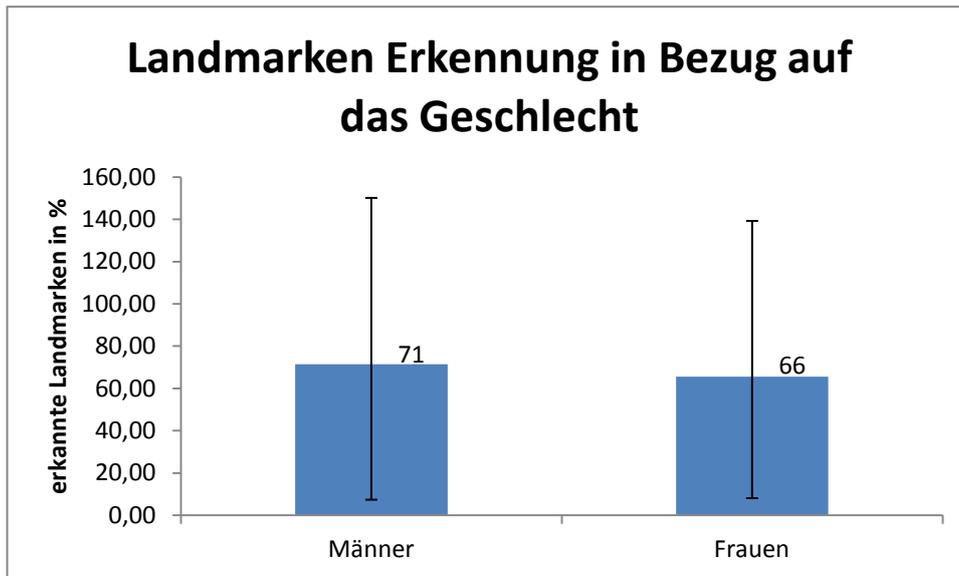


Abbildung 29. Durchschnitt (in %) der erkannten Landmarken in Bezug auf das Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Ebenfalls keine statistische Signifikanz wurde bei der Differenz zwischen Frauen und Männern in der Routenabfolge Aufgabe mit einem T-Test gefunden ($p=0.667$). Männer erreichten 66.51% ($\sigma=30.302$) bei der korrekten Abfolge der Landmarkenfotos, während Frauen 63.05% ($\sigma=37.236$) erreichten. Die Ergebnisse sind in Abbildung 30 dargestellt.

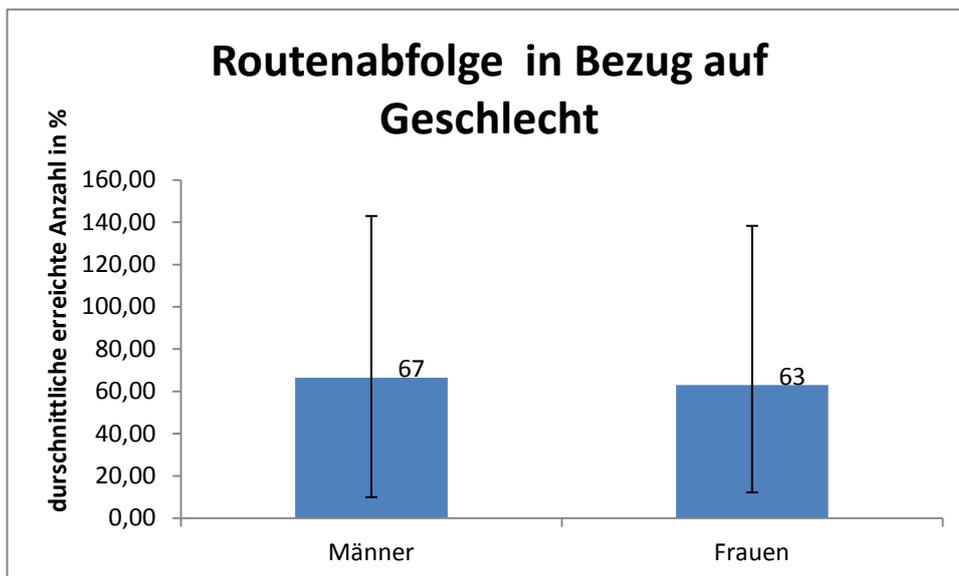


Abbildung 30. Durchschnittlich erreichte Anzahl der Punkte (in %) bei der Routenabfolge Aufgabe in Bezug auf das Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

Bei der Routenverlauf Aufgabe erreichten Männer eine Anzahl der Punkte von durchschnittlich 89.33% (N=18, $\sigma=18.229$) und Frauen von 86.67% (N=18, $\sigma=17.503$), aber ohne statistische Signifikanz, welche mit einem T-Test berechnet wurde ($p=0.265$). Siehe Abbildung 31.

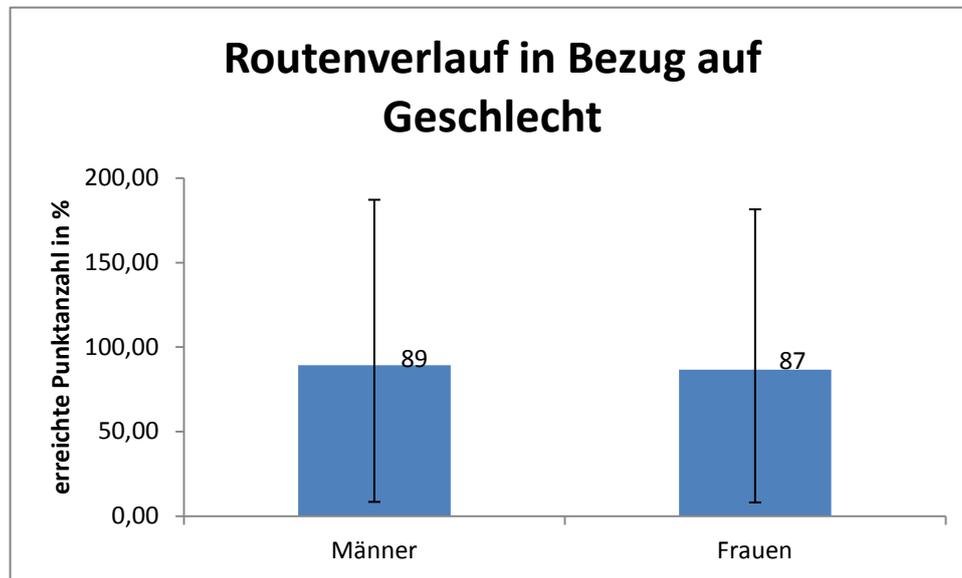


Abbildung 31. Durchschnittlich erreichte Punktzahl (in %) bei der Routenverlauf Aufgabe in Bezug auf das Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

In Bezug auf Hypothese (2b), dass Frauen besser bei der Landmarken Erkennungsaufgabe und bei der Routenverlauf Aufgabe sind, kann hier nicht bestätigt werden.

Bei der Landmarken Platzierungsaufgabe haben Männer in den Auswertungen der beiden Messvarianten (Abweichung Euklidische Distanz und Routendistanz) eine bessere Leistung erbracht. Ein T-Test wurde angewendet, um die statistische Differenz zwischen den Ergebnissen von Frauen und Männern zu beurteilen. Die Abweichung der ersten Auswertevariante, der Euklidischen Distanz, ist nicht signifikant ($p=0.066$, $\alpha=0.05$). Bei der zweiten Variante, der Abweichung der Routendistanz, wurde eine statistische Signifikanz festgestellt ($p=0.043$). Beide Ergebnisse sind in Abbildung 32 und 33 zu sehen.

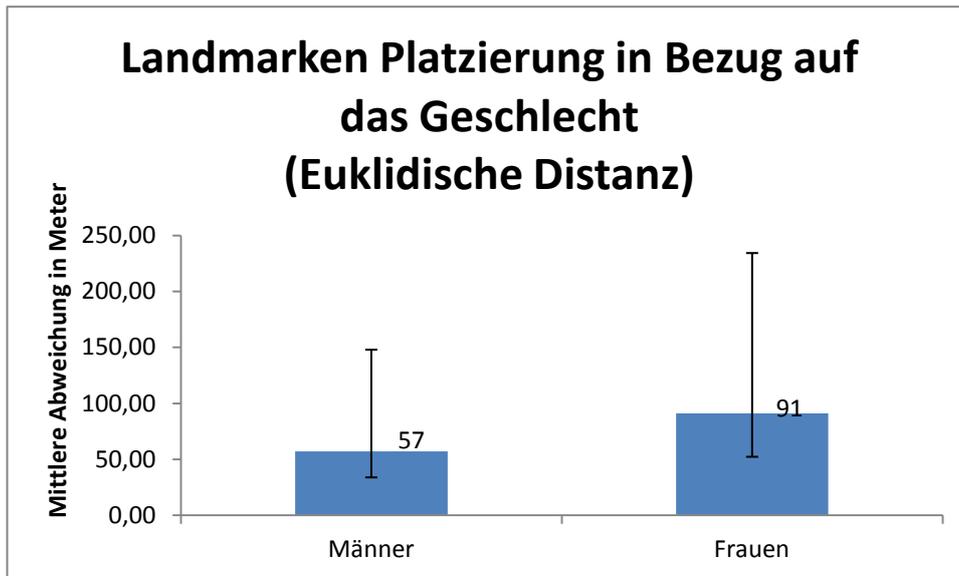


Abbildung 32. Mittlere Euklidische Abweichung in Meter in Bezug auf das Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

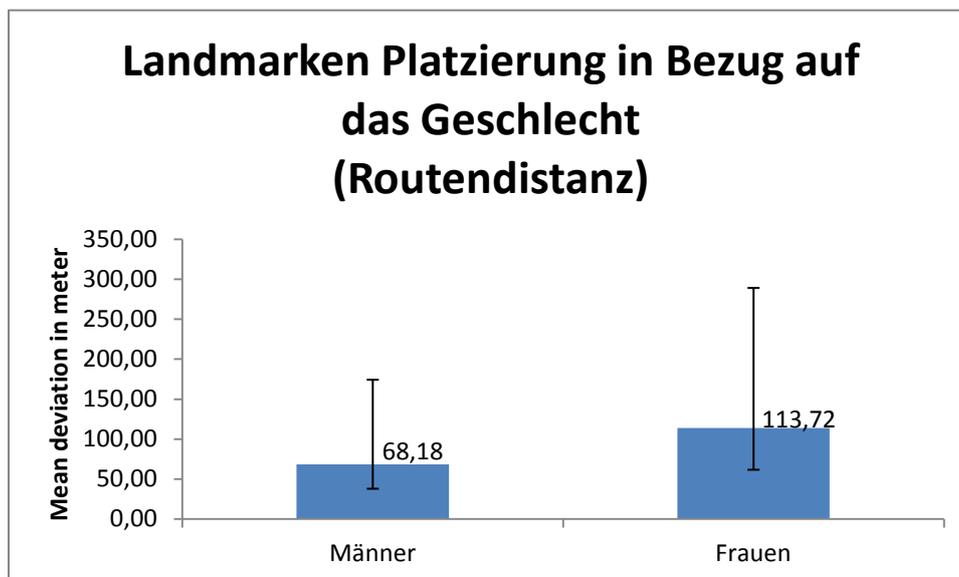


Abbildung 33. Mittlere Abweichung der Routendistanz in Meter in Bezug auf das Geschlecht (18 Männer, 18 Frauen). Vertikale Fehlerbalken bezeichnen das 95% Konfidenzintervall.

5.1.6.4 Zusammenfassung

Zusammengefasst haben Männer in den meisten Aufgaben besser abgeschnitten als Frauen (siehe Tabelle 12). Jedoch nur mit einer statistischen Signifikanz in der Landmarken Platzierungsaufgabe bei der Messung der Abweichung entlang der Route ($p=0.043$). Bei der Messung der Euklidischen Abweichung wurde kein signifikantes Ergebnis ermittelt ($p=0.066$, $\alpha=0.05$), ebenso in den anderen Aufgaben, wo Männer etwas besser waren als Frauen. Frauen waren zwar in der Distanzschätzung den Männern etwas überlegener, jedoch ohne statistische Signifikanz ($p=0.061$, $\alpha=0.05$). Auch haben sie etwas mehr Landmarken in die *sketch maps* eingezeichnet, ebenfalls nicht signifikant.

	Performance	P-Wert der Signifikanz
Distanzschätzung	M < F	0.061
Richtungsschätzung	M > F	0.084
Sketch map		
Skizzierte Landmarken (LM)	M < F	0.464
Fehlerrate der skizzierten LM	M < F	0.360
Falsch/ fehlende Richtungsänderungen	M > F	0.305
Foto Aufgabe		
Landmarkenerkennung	M > F	0.073
Routenabfolge	M > F	0.667
Routenverlauf	M > F	0.265
Landmarken Platzierung		
• Euklidische Abweichung	M > F	0.066
• Routenabweichung	M > F	0.043*
Significance level: $\alpha=0.05$ * significant (<0.05)		

Tabelle 9. Performance von Frauen und Männern (18 Männer, 18 Frauen) bei den Aufgaben und p-Werte von der statistischen Auswertung (einfaktorielle ANOVA).

5.1.7 SELBSTEINSCHÄTZUNG DER RÄUMLICHEN FÄHIGKEITEN (SANTA BARBARA SENSE-OF-DIRECTION SKALA)

SANTA BARBARA SENSE OF DIRECTION (SBSOD)

Vor der Begehung wurde der Proband gebeten, den Santa Barbara Sense of Direction Test (SBSOD) auszufüllen, der die Selbsteinschätzung der räumlichen Fähigkeiten testen soll. Dieser Test beinhaltet 15 Fragen, bei denen der Proband auf einer vorgegebenen 7-Punkte Likert Skala antworten soll. Je höher die Punktzahl bei der Auswertung, desto besser ist die Selbsteinschätzung bei räumlichen Fähigkeiten.

Das Ergebnis zeigte, dass Frauen ihre räumlichen Fähigkeiten schlechter einschätzten als die Männer (Männer: $M=5.16$, $\sigma=0.757$; Frauen: $M=4.45$, $\sigma=1.009$).

Um die Hypothese (3) zu überprüfen wurde eine Korrelation berechnet. Eine Korrelation wurde zwischen dem Richtungssinn (SBSOD) und der Distanzschätzung ($p=0.003$) sowie bei der sketch map (skizzierte Landmarken) ($p=0.05$) und der Routenverlauf Aufgabe ($p=0.022$) als auch mit der Landmarken Platzierungsaufgabe (Abweichung der Routendistanz) mit einem Pearson Koeffizient von $p=0.028$ gefunden.

In Tabelle 13 ist die Korrelation zwischen SBSOD und der Performance bei den Aufgaben von allen Probanden, berechnet durch den Pearson Koeffizient p , gegeben.

Die Hypothese (3) kann nur bei der Distanzschätzung und der Routenverlauf Aufgabe bestätigt werden, da nur hier eine positive Korrelation besteht.

Tabelle 10. Korrelation zwischen SBSOD und Performance in den Aufgaben mit dem Pearson Koeffizient der Korrelation.

Korrelation zwischen SBSOD und Performance in den Aufgaben (**Gesamtroute**)

	Korrelation (r)	Pearson Koeffizient (p)
Distanzschätzung	0,344	0,003*
Richtungsschätzung	-0,126	0,290
Sketch map		
Skizzierte Landmarken (LM)	-0,037	0,050*
Fehlerrate der skizzierten LM	-0,215	0,070
Falsch skizzierte Richtungsänderungen	0,079	0,508
Foto Aufgabe		
LM Erkennung	0,201	0,090
Routenabfolge	0,117	0,326
Routenverlauf	0,270	0,022*
Landmarken Platzierung		
• Euklidische Distanz	-0,215	0,070
• Routendistanz	-0,259	0,028*

* signifikant (Signifikanzniveau: $\alpha=0.05$)

5.1.8 ABSCHLUSSBEFRAGUNG UND HANDHABUNG DER AUFGABEN (NASA TLX)

FRAGEBOGEN

Nach Absolvierung der Aufgaben (Ende der Begehung) wurden die Probanden gefragt, welche Methode sie bevorzugten. Die Antworten sind in Abbildung 34 dargestellt. 56% der Probanden bevorzugten die Foto-Aufgabe, 28% die *sketch map* und lediglich 17% die Distanz- und Richtungsschätzung.

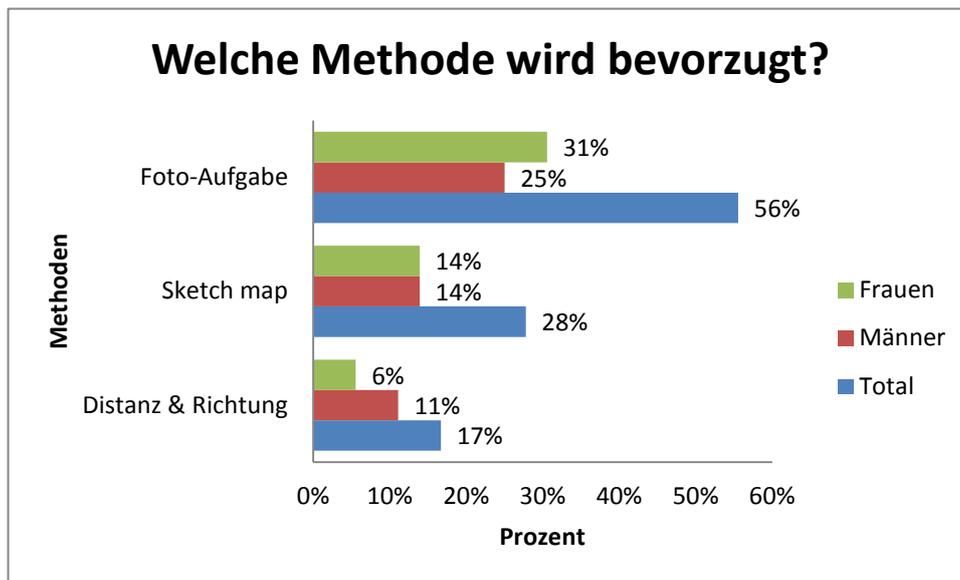


Abbildung 34. Bevorzugung der Aufgaben (in %) gesamt und in Bezug auf das Geschlecht.

Um ein besseres Verständnis der Verteilung zu haben, wurden die Probanden befragt, warum sie welche Methode bevorzugten bzw. was die Vor- und Nachteile der jeweiligen Methoden für sie sind.

Die häufigsten und relevantesten Antworten sind nun gelistet und zusammengefasst nach ähnlichen Aussagen (siehe Häufigkeit in den Klammern), wobei negativ geäußerte Meinungen rot hinterlegt sind.

Distanz- & Richtungsschätzung:

- einfach (3x)
- Distanz besser (3x)
- Distanzschätzung war sehr schwierig & gelang sehr schlecht (6x)

- Richtungsschätzung wird kompliziert & schwieriger, je länger man geht und je öfter man abbiegt (2x)

Sketch Map:

- intuitiv, ich kann mir Richtungen und Abbiegungen leichter merken
- Eintragen auf einer vorgegebenen Karte ist definitiv leichter als das Fertigen einer freien Skizze
- fordert mich- würde gerne anhand dieser Methode meine Orientierungs- und Erinnerungsfähigkeit verbessern
- sehr interessant, am besten merke ich mir Straßennamen
- schrecklich, konnte mich an den Beginn gar nicht mehr erinnern (2x)
- sehr schwierig, da jegliche Orientierungspunkte wie Straßen, Gewässer, Schienen fehlen (2x)
- schwieriger als erwartet, höchste Herausforderung (3x)
- räumliches Vorstellungsvermögen nicht so gut (2x)

Photo- Task:

- lustig, knifflig (5x)
- Gebäude auf Fotos leicht wiederzuerkennen; man hat visuelle Hilfe z.B. Form eines Hauses (2x)
- Merke mir Gegenden eher als Karte, nicht so sehr von den Eindrücken her
- manche visuellen Eindrücke waren sehr leicht, manche durch Unaufmerksamkeit gar nicht
- war leicht (5x)
- schwierig (2x)
- manche Gebäude, wie etwa die Billa Filiale oder das Bankgebäude sind sehr oft im Alltag anzutreffen, man erinnert sich an sie nicht als etwas Besonderes

NASA TLX

Wie in Abbildung 35 dargestellt, war die höchste Anstrengung beim Lösen der Aufgaben (entspricht einer höheren Punktzahl) bei der Foto-Aufgabe, gefolgt von der *sketch map* und schließlich von Distanz- und Richtungsschätzung. Jedoch sind die Differenzen sehr klein.

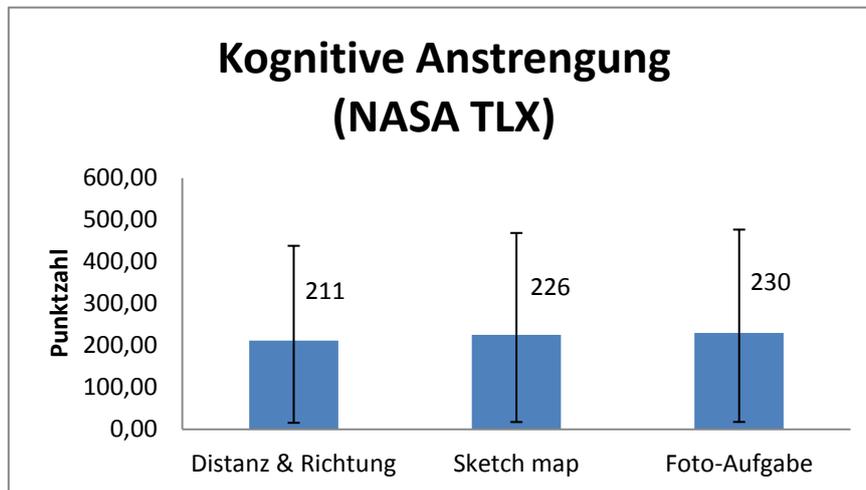


Abbildung 35. Kognitive Anstrengung durch den NASA TLX bei den verschiedenen Methoden. Eine höhere Punktzahl bedeutet eine höhere kognitive Anstrengung.

5.2 DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG DER ERGEBNISSE

5.2.1 Räumliche Vertrautheit

Ziel dieser Arbeit ist es die Effektivität von Methoden zum Messen von räumlichem Wissen zu untersuchen. Die generelle Annahme ist, dass wenn eine Methode geeignet ist, weisen Personen, die mehr räumliches Wissen über eine Umgebung haben, eine bessere Leistung bei den gestellten Aufgaben auf. Die wesentliche Frage, die beantwortet werden soll: erzielen Personen mit unterschiedlichen räumlichen Vertrautheitsgraden unterschiedliche Leistungen in den gestellten Aufgaben?

Wie angenommen, haben in fast allen Aufgaben, Personen mit mehr räumlichen Wissen, eine bessere Performance in den Aufgaben gezeigt, als jene Personen mit weniger oder gar keinem räumlichen Wissen über dieselbe Umgebung. Dies wird im Folgenden für jede der Methoden diskutiert.

Die Distanzschätzungsaufgabe ist nur geeignet, Personen zu differenzieren, die sehr vertraut sind und jene, die nicht vertraut sind mit der Umgebung. Die Teilnehmer erwähnten selbst, dass sie die Distanzschätzung nicht oft nutzen würden. Es interessiert sie vielmehr, wie viel Zeit es benötigt, um eine gewisse Strecke zu gehen, als wie lang diese ist. Viele von ihnen schätzten die Distanz über die Zeit, wie lange sie für die Route gebraucht haben.

Die Richtungsschätzung benötigt eine gute Kenntnis der Umgebung (Überblickswissen), und auch gute Orientierungsfähigkeiten. Bei dieser Aufgabe wurde keine signifikante Differenz zwischen den Personen mit unterschiedlicher räumlicher Vertrautheit gefunden. Ebenfalls ohne signifikante Differenz waren die Resultate bei der Arbeit von Huang et al. (2012) beim Vergleich des räumlichen Wissenserwerbs zwischen "vertrauten" und "nicht vertrauten" Teilnehmern. Hiermit scheint es so, als ob diese Methode zur Untersuchung räumlichen Wissens nicht geeignet ist.

Bei der Aufgabe *sketch map* gibt es viele Faktoren, die die Skizzen der Teilnehmer beeinflussen können, z.B. Zeichenfähigkeiten, die Fähigkeit dreidimensionale Eindrücke auf ein zweidimensionales Medium (Zeichenpapier) zu transformieren und auch individuelle Unterschiede wie Erziehung und Kultur. Die Skizzen wurden in dieser Arbeit nach der Anzahl skizzierter Landmarken, der Fehlerrate der falsch skizzierten Landmarken sowie der Anzahl der Fehler von falschen bzw. fehlenden skizzierten Richtungsänderungen analysiert. Bei der Analyse wurde keine signifikante Differenz bei der Anzahl der Landmarken festgestellt. Ein Grund könnte die geringe Aussagekraft der quantitativen Auswertung sein, da hier sowohl richtig als auch falsch platzierte Landmarken gezählt wurden. Erst wenn man die Fehlerhaftigkeit der Skizzen analysiert, kann man Unterschiede zwischen den Gruppen unterschiedlicher Vertrautheit aufzeigen. Bei der Analyse der falsch skizzierten Landmarken (an falscher Position eingezeichnet) und bei den falsch bzw. fehlenden gezeichneten Richtungsänderungen (z.B. rechte statt linke Abbiegung bzw. das Fehlen einer wesentlichen Abbiegung zwischen zwei längeren Routensegmenten) stellten sich signifikante Unterschiede zwischen "sehr vertrauten" und "nicht vertrauten" Personen und auch zwischen "sehr vertrauten" und "etwas vertrauten" Personen heraus. Zwischen „etwas“ und „nicht vertraut“ konnte diese Methode keine Differenzen aufdecken- wie dies auch bei allen anderen Methoden der Fall ist. Dies könnte man damit begründen, dass manche Personen eine

Umgebung schneller lernen als andere und man anfangs in einer unbekanntem Umgebung sehr schnell räumliches Wissen aufbaut, während dies nach mehreren Begehungen nur mehr sehr langsam geschieht (e.g. Montello, 1998).

Die Foto-Aufgabe besteht aus vier Sub-Aufgaben. Alle diese Sub-Aufgaben sind geeignet Personen, die "sehr vertraut" und jene die "nicht vertraut" sind differenzieren zu können, sowie jene die "sehr vertraut" und die "etwas vertraut" sind, zu unterscheiden. Eine Ausnahme stellt hier lediglich die Landmarken Erkennungsaufgabe dar, welche nur zwischen Personen, die "sehr vertraut" und jenen, die "nicht vertraut" sind, differenzieren kann. Hier fällt oft die Erkennung schwer, da manche Landmarken auch des Öfteren in anderen Umgebungen vorhanden sind (z.B. ein Supermarkt einer großen Handelskette) und es hier somit leicht zu Verwechslungen kommen kann. Ebenfalls kann mit dieser Methode kein Unterschied zwischen „etwas vertrauten“ und „nicht vertrauten“ Personen festgestellt werden.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man sagen, dass folgende Methoden geeignet sind **zwischen "sehr vertraut" und "nicht vertraut"** und auch **zwischen "sehr vertraut" und "etwas vertraut"** differenzieren zu können:

- sketch map (bei den Auswertungen der falsch skizzierten Landmarken und falsch/fehlenden skizzierten Richtungsänderungen),
- Routenabfolge,
- Routenverlauf und die
- Landmarken Platzierungsaufgabe.

Methoden, die nur geeignet sind zwischen Personen, die **"sehr vertraut" und "etwas vertraut"** unterscheiden zu können, sind

- Distanzschätzung und
- Landmarkenerkennung.

Für einen Überblick siehe auch die Ergebnisse in Tabelle 12.

5.2.2 Geschlecht

In Hypothese (2) wurde angenommen, dass Männer besser bei der Distanz- und Richtungsschätzung sind als Frauen, aber Frauen besser bei der Landmarken Erkennung und der Routenverlauf Aufgabe sind als Männer. Die Annahme wurde aufgrund von Aussagen einiger Autoren aufgestellt, die Beweise dafür brachten, dass Männer eine konfigurale Strategie und Frauen eine Routenstrategie verfolgen (Galea & Kimura, 1993; Montello et al., 1999; Lawton, 2001). Während Männer Distanzen und Kardinalrichtungen (Norden, Osten, Süden, Westen) bevorzugen, verwenden Frauen bevorzugt Landmarken und Links-Rechts Richtungen bei speziellen Landmarken zur Routenbeschreibung (Dabbs et al., 1998).

Bei der Distanzschätzung wurde festgestellt, dass Frauen etwas besser waren als Männer, jedoch ohne statistischer Signifikanz ($p=0.061$, $\alpha=0.05$). Beim Vergleich von Frauen und Männern in dieser Studie war es interessant herauszufinden, dass es eine große Kluft zwischen den Geschlechtern in der Gruppe der "nicht vertrauten" Personen gab. Frauen waren nach der Ersterkundung der Route den Männern bei der Schätzung der Distanz mit einem signifikanten Unterschied überlegen. Diese Erkenntnis ist konträr zu jener Erkenntnis aus der Arbeit von Montello (1998), bei dem in einem Test von neu erworbenem räumlichem Wissen, Männer Distanzen entlang einer Route genauer schätzten als Frauen. Dies kann jedoch mit der Arbeit von Coluccia & Louse (2004) gegengehalten werden, die im Vergleichen einiger Arbeiten unterschiedlicher Autoren herausgefunden haben, dass Männer nur in 28.57% der Fälle bei der Distanzschätzung besser abgeschnitten haben als Frauen. In den meisten Fällen (71.43%) treten keine signifikanten Geschlechterdifferenzen auf.

Bei der *sketch map* konnten keine statistisch signifikanten Unterschiede zwischen Frauen und Männern gefunden werden. Während die Frauen mehr Landmarken einzeichneten als die Männer, und sie auch weniger Fehler beim Einzeichnen dieser an der richtigen Position machten, waren die Männer beim Einzeichnen der Routenänderungen den Frauen etwas überlegener. Und auch die Qualität bei den *sketch maps* war bei den Männern etwas besser in Bezug auf die Realitätswiedergabe, da diese korrekter und genauer waren. Wie auch immer, die Geschlechterdifferenzen sind sehr klein, jedoch bestätigte sich die Annahme,

dass Männer das Überblickswissen bevorzugen und sie den Routenverlauf besser wiedergeben konnten, während Frauen das genauere Gedächtnis bei Landmarken haben.

Bei der Landmarken Erkennungsaufgabe, der Routenabfolge und der Routenverlauf Aufgabe waren Männer etwas besser als Frauen, was überrascht. Es wurde erwartet, dass Frauen besser die Landmarken erinnern würden, da sie, wie bereits oben erwähnt, eine landmarkenbasierte Strategie zur Orientierung bevorzugen. Auf der anderen Seite wurde kein statistisch signifikantes Resultat erzielt.

Bei der Landmarken Platzierungsaufgabe wurde ein statistisch signifikanter Unterschied nur beim Messen der Abweichung der Routendistanz gefunden. Abermals haben die Männer hier besser abgeschnitten als die Frauen. Dies könnte ein weiteres Indiz für ihre bevorzugte Konfigurations-Strategie sein.

Zusammenfassung

Zusammenfassend kann man festhalten, dass Frauen nur in den Aufgaben Distanzschätzung und beim Zeichnen der Landmarken bei der *sketch map* (Anzahl der gezeichneten Landmarken) etwas besser waren als die Männer. Auf der anderen Seite, konnten kaum signifikante Unterschiede gefunden werden, da wohl unter anderem auch zu wenige Probanden akquiriert wurden (18 Männer, 18 Frauen). Coluccia & Louse (2004) hatten Studien von 1983 bis 2003 zusammengefasst, und gefunden, dass nach einer Exploration einer Umgebung in der realen Umwelt nur in 52.82% aller Fälle Männer die Aufgaben besser lösten als Frauen. In den restlichen Fällen (41.18%) traten keine signifikanten Geschlechterdifferenzen auf.

Es sei aber auch auf die Einflüsse in Kapitel 5.2 hingewiesen, wo unter anderem auch hormonelle Einflüsse bei kognitiven Prozessen auf die Leistungen der Probanden einwirken.

In dieser Arbeit traten jedenfalls keine signifikanten Geschlechterdifferenzen auf, mit der einzigen Ausnahme der Landmarken Platzierungsaufgabe, wo Männer signifikant besser waren als Frauen (beim Schätzen der Distanz entlang der Route).

5.2.3 Santa Barbara Sense-of-Direction Skala (SBSOD)

Wie in früheren Studien erwähnt (Montello, 1999; Ishikawa & Montello, 2006; Meilinger, 2008 etc.), schätzen Frauen ihre räumlichen Fähigkeiten schlechter ein als Männer. Dies wurde mit dem Santa Barbara Sense of Direction -Test (SBSOD) getestet, wobei eine höhere Punktzahl bessere räumliche Fähigkeiten bedeuten. Es wurde angenommen, dass eine positive Korrelation zwischen der Punktzahl des SBSOD-Tests und den Performances in den Aufgaben gibt. Tatsächlich wurde nur eine Korrelation bei folgenden Aufgaben gefunden: Distanzschätzung, *sketch map* (Fehlerrate bei gezeichneten Landmarken), Routenverlauf und bei der Landmarkenplatzierung (Abweichung der Routendistanz).

5.2.4 Abschlussbefragung und NASA Task Load Index

NASA Task Load Index (TLX). Es wurde erwartet, dass Probanden mit weniger räumlicher Vertrautheit mehr Anstrengung haben beim Lösen der Aufgaben als Probanden, die mehr räumliches Wissen besitzen. Dies wurde mit dem NASA TLX gemessen. Personen mit weniger Vertrautheit haben eine größere kognitive Beanspruchung, das sie die neuen Eindrücke erst einmal in ihrem Kopf verarbeiten und „ordnen“ müssen. Erschwerend kommt hinzu, dass manche Personen nicht gerne zeichnen (wie bei der *sketch map*).

Mit dem Nasa TLX wurde in dieser Arbeit die meiste Anstrengung bei der Foto-Aufgabe gemessen, gefolgt von der *sketch map* und schließlich von der Distanz- und Richtungsschätzung, jedoch nur mit geringem Unterschied. Wenn man die Anstrengung bei Frauen mit denen der Männer vergleicht, stellt sich heraus, dass Frauen etwas mehr frustriert schienen und sie mehr mentale und physikalische Anstrengung sowie mehr zeitlichen Druck verspürten als die Männer.

Abschlussbefragung. Die meist bevorzugteste Aufgabe war die Foto-Aufgabe (56%), gefolgt von der *sketch map* (28%) und schließlich gefolgt von Distanz- und Richtungsschätzung, bevorzugt von nur 17%. Diese Reihung der Aufgaben entspricht der Reihung bei der Auswertung des NASA Task Load Index. Obwohl die Foto-Aufgabe kognitiv die anspruchsvollste war, fanden die meisten Probanden diese am lustigsten. Der Vergleich der

Antworten von Frauen und Männern, ergibt, dass Frauen die Foto-Aufgabe bevorzugen, während Männer die Distanz- und Richtungsschätzung bevorzugen. Dies bestätigt abermals die Präferenzen der Frauen und Männer, dass sie die Landmarken bzw. die Routen-Strategie bevorzugen. Dies stellte man auch fest bei der Frage nach den Vor- und Nachteilen der einzelnen Aufgaben, wo Frauen mehr negative als positive Bemerkungen zu der Distanz- und Richtungsschätzung und zu der *sketch map* gaben.

Zum Schluss soll in der nachfolgenden Tabelle noch ein Überblick über die Erfüllung der anfangs aufgestellten Hypothesen gegeben werden, die eben beschrieben wurden.

6 SCHLUSSFOLGERUNGEN HINSICHTLICH DER AUFGESTELLTEN HYPOTHESEN

Methoden zu vergleichen, welche für die Analyse räumlichen Wissenserwerbs von Individuen verwendet werden, ist nicht einfach, da es verschiedene Faktoren wie z.B. individuelle und kulturelle Differenzen, räumliche Fähigkeiten etc. gibt, die die kognitive Karte beeinflussen, sodass Personen sich auf unterschiedliche räumliche Aspekte fokussieren.

Die Analyse der Ergebnisse ergab, dass keine Methode gänzlich dazu geeignet ist, Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit (sehr vertraut, etwas vertraut, nicht vertraut) mit einer realen Umgebung, differenzieren zu können. Zumindest sind jedoch fast alle dazu geeignet, Personen, die "sehr vertraut" und "nicht vertraut" sind sowie Personen, die "sehr vertraut" und "etwas vertraut" sind, zu unterscheiden. Interessanterweise ist keine Methode dazu geeignet, zwischen Personen, die "etwas vertraut" und jenen, die "nicht vertraut" sind, differenzieren zu können.

Ad Hypothese 1: Personen, die vertrauter mit einer Umgebung sind, zeigen eine bessere Performance in den Aufgaben.

Hinsichtlich dieser Hypothese kann man in Tabelle 11 sehen, dass die Methode Richtungsschätzung überhaupt nicht geeignet ist, Personen mit unterschiedlicher Vertrautheit, unterscheiden zu können. Ebenso aussageelos ist die Submethode von der *sketch map*, wo die Anzahl der skizzierten Landmarken herangezogen wurde. Werden jedoch

Fehler in der sketch map analysiert, zeigt sich die Methode schon als effektiver (Fehlerrate der skizzierten Landmarken und falsch/fehlende Richtungsänderungen).

	"sehr vertraut" > "nicht vertraut"	"sehr vertraut" > "etwas vertraut"	"etwas vertraut" > "nicht vertraut"
Distanzschätzung	erfüllt	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt
Richtungsschätzung	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt
Sketch map			
Skizzierte Landmarken	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt
Fehlerrate der skizzierten Landmarken	erfüllt	erfüllt	Nicht erfüllt
Falsch/fehlende Richtungsänderungen	erfüllt	erfüllt	Nicht erfüllt
Foto Aufgabe			
Routenerkennung	erfüllt	Nicht erfüllt	Nicht erfüllt
Routenabfolge	erfüllt	erfüllt	Nicht erfüllt
Routenverlauf	erfüllt	erfüllt	Nicht erfüllt
Landmarken Platzierung			
<ul style="list-style-type: none"> Euklidische Abweichung 	erfüllt	erfüllt	Nicht erfüllt
<ul style="list-style-type: none"> Routenabweichung 	erfüllt	erfüllt	Nicht erfüllt

> .. bessere Performance

Tabelle 11. Ergebnisse zur Überprüfung der Hypothese 1.

Ad Hypothese 2: Männer haben eine bessere Performance in den Aufgaben Distanz- und Richtungsschätzung, Frauen eine besser Performance in der Foto-Aufgabe (Landmarkenerkennung und Routenverlauf).

Die einzige Methode, welche die Hypothese bestätigt, ist die Distanzschätzung, wo Männer eine bessere Performance beim Schätzen der Distanz aufweisen.

	Männer > Frauen	Frauen > Männer
Distanzschätzung	Erfüllt	
Richtungsschätzung	Nicht erfüllt	
Foto Aufgabe		
Landmarkenerkennung		Nicht erfüllt
Routenverlauf		Nicht erfüllt
> .. bessere Performance		

Tabelle 12. Ergebnisse zur Überprüfung der Hypothese 2.

Ad Hypothese 3: Es gibt eine positive Korrelation zwischen dem SBSOD-Test und der Performance der Testpersonen in den Aufgaben.

Hier konnte ein positiver Zusammenhang zwischen der Selbsteinschätzung der räumlichen Fähigkeiten der Testpersonen und der Performance in der Distanzschätzung sowie beim Routenverlauf (Foto-Aufgabe) festgestellt werden. Das bedeutet, dass Personen, welche ihre räumlichen Fähigkeiten besser einstufen, diese auch eine bessere Performance bei der Distanzschätzung hatten und sie sich bei Entscheidungspunkten an den weiteren Verlauf der Route besser erinnern konnten.

Korrelation (r)

Distanzschätzung	erfüllt
Richtungsschätzung	Nicht erfüllt
Sketch map	
Skizzierte Landmarken (LM)	Nicht erfüllt
Fehlerrate der skizzierten LM	Nicht erfüllt
Falsch skizzierte Richtungsänderungen	Nicht erfüllt
Foto Aufgabe	
LM Erkennung	Nicht erfüllt
Routenabfolge	Nicht erfüllt
Routenverlauf	erfüllt
Landmarken Platzierung	Nicht erfüllt
• Euklidische Distanz	Nicht erfüllt
• Routendistanz	Nicht erfüllt

Tabelle 13. Ergebnisse zur Überprüfung der Hypothese 3.

7 SELBSTKRITIK UND AUSBLICK

Abschließend soll nochmal darauf hingewiesen werden, dass dieses Experiment von nur 36 Teilnehmern realisiert wurde. Mit mehr Probanden könnten einige Ergebnisse eventuell

signifikanter ausfallen. Zumindest aber würden die Ergebnisse mehr an Bedeutung gewinnen. Ein weiteres Kriterium, welches genauer definiert werden könnte, ist der Begriff der "Vertrautheit". Die Teilnehmer dieser Studie wurden lediglich nach der Begehung der jeweiligen Teilroute nach ihrer Vertrautheit mit der Umgebung befragt. Die Klassifizierung zwischen "sehr vertraut", "etwas vertraut" und "nicht vertraut" wurde gewählt, um die Anforderungen an die Methoden nicht zu hoch anzusetzen und um andererseits eine nicht zu komplexe Unterteilung zu machen, da dies in der Akquisition der Testpersonen sehr schwierig gewesen wäre. Um nun eine etwas genauere Aussage über Individuen und ihrer Vertrautheit mit einer Umgebung machen zu können, könnte man die Probanden fragen, wann und wie oft sie diese Umgebung bereits besucht haben und was der Grund des Besuches war. Das heißt, die Art der Interaktion mit der Umgebung wäre eventuell sehr aufschlussreich.

Vor allem aber die Definition der "etwas vertrauten" Probanden könnte genauer eingegrenzt werden, da hier kaum Unterschiede zu den anderen Vertrautheitsgruppen hervorgegangen sind. Hier gibt es anscheinend nur sehr kleine Differenzen. Es könnte aber auch sein, dass keine der Methoden dazu geeignet ist, kleine Differenzen zwischen Probanden mit unterschiedlicher Vertrautheit aufdecken zu können. Diese Frage könnte man mit einem weiteren Experiment beantworten, wo die eben erwähnten Punkte Teilnehmerzahl und genauere Definition des Terms "Vertrautheit" zu berücksichtigen wären.

8 Literaturverzeichnis

- Acredolo, L. (1981). Small and large-scale spatial concepts in infancy and childhood. In L. Liben, A. Patterson, & N. Newcombe, *Spatial representation and behavior across the life span* (S. 63-82). New York: Academic Press.
- Anderson, John R. (2007). *Kognitive Psychologie* (6. Ausg., Bd. XV). (J. Funke, Hrsg., & G. Plata, Übers.) Heidelberg: Spektrum Akadem. Verlag.
- Appleyard, D. (1979). The environment as a social symbol. *Journal of the American Planning Association* 45 , S. 90-106.
- Barkowsky, T. (1997). *Repräsentation räumlichen Wissens in kognitiven Collagen und räumlichen mentalen Modellen* (KogWis97- Proceedings der 3. Fachtagung der Gesellschaft für Kognitionswissenschaft (pp. 9-10) Ausg.). (I. W. Krause, K. U., & G. R., Hrsg.) Jena Friedrich Schiller Universität.
- Bell, P. A., Greene, T. C., Fisher, J. D., & Baum, A. (2001). *Environmental psychology (5th edition)*. Fort Worth: Harcourt College Publishers.
- Bell, S., & Saucier, D. (2004). Relationship among environmental pointing accuracy, mental rotation, sex, and hormones. *Environ Behav* , 36:251-265.
- Berendt, B. (1999). *Representation and Processing of Knowledge about Distances in Environmental Space*. Amsterdam: IOS Press.
- Billingshurst, M., & Weghorst, S. (1995). The use of sketch maps to measure cognitive maps of virtual environments. In *Proceedings of IEEE 1995 Virtual Reality Annual International Symposium* (S. 40-47). Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.
- Byrne, R. W. (1979). Memory for Urban Geography. *Quarterly Journal of Experimental Psychology* 31 , 147-154.
- Chalmers, D. J., & Knight, R. G. (1985). The reliability of ratings of the familiarity of environmental stimuli: A generalizability analysis. *Environment and behavior, Vol 17(2)* , S. 223-238.
- Coluccia, E., & Louse, G. (2004). Gender differences in spatial orientation: A review. *Journal of Environmental Psychology, 24(3)* , 329-340.
- Dabbs, J. M., Chang, E. L., Strong, R. A., & Milun, R. (1998). Spatial ability, navigation strategy, and geographic knowledge among men and women. *Evolution and Human Behavior, 19* , 89-98.
- Downs, R. M., & Stea, D. (1982). *Kognitive Karten- Die Welt in unseren Köpfen*. (R. Geipel, Hrsg.) New York: Harper & Row Publishers.
- Dreessen, A. (2001). Fortbewegung und kognitive Karten. *Untersuchung im Rahmen der Forschungsorientierten Vertiefung in Architekturpsychologie*. Dresden.

- Evans, G., Marrero, D., & Butler, P. (1981). Environmental Learning and Cognitive Mapping. *Environment and Behavior*, 13 (1), 83-104.
- Freksa C. ; Habel C. (1990). *Repräsentation und Verarbeitung räumlichen Wissens*. Informatik-Fachberichte 245.
- Galea, K., & Kimura, D. (1993). Sex differences in route-learning. *Personality and Individual Differences*, 14, 53-65.
- Gärling, T. (1995). How do urban residents acquire, mentally represent, and use knowledge of spatial layout? In T. Gärling, *Readings in environmental psychology: urban cognition* (S. 1-12). London: Academic press.
- Golledge, R. G. (1999). Human wayfinding and cognitive maps. In R. G. Golledge, *Wayfinding Behavior: Cognitive Mapping and Other Spatial Processes* (S. 5-45 (Chapter 41)). Baltimore, MD: The Johns Hopkins University Press.
- Golledge, R. G. (1992). Place recognition and wayfinding: Making sense of space. *Geoforum*, 23 (2), 199-214.
- Golledge, R., & Stimson, R. J. (1997). *Spatial Behavior: a geographic perspective*. New York: The Guilford Press.
- Haber, L., Haber, R. N., Penningroth, S., Novak, K., & Radgowski, H. (1993). Comparison of nine methods of indicating the direction to objects: Data from blind adults. *Perception*, 22, 35-47.
- Hart, R. A., & Moore, G. T. (1973). The development of spatial cognition: a review. In R. M. Downs, & D. Stea, *Image and Environment*. Chicago: Aldine.
- Hart, S. G., & Staveland, L. E. (1988). Development of NASA-TLX (Task Load Index): Results of empirical and theoretical research. In P. A. Hancock, & N. Meshkati, *Human Mental Workload*. Amsterdam: North Holland Press.
- Hartl, A. (1990). Kognitive Karten und kognitives Kartieren. In C. Freksa, C. Habel, & K. F. Wender, *Spatial cognition- An Interdisciplinary Approach to Representing and Processing Spatial Knowledge* (S. 79-107). Berlin Heidelberg: Springer-Verlag.
- Hausmann, M. (2007). Kognitive Geschlechterunterschiede. In S. Lautenbacher, O. Güntürkün, & M. Hausmann, *Gehirn und Geschlecht. Neurowissenschaft des kleinen Unterschieds zwischen Mann und Frau* (S. 105-123). Heidelberg: Springer Medizin Verlag.
- Hegarty, M., Richardson, A. E., Montello, D. R., Lovelace, K., & Subbiah, I. (2002). Development of a Self-Report Measure of Environmental Spatial Ability. *Intelligence*, 30, S. 425-447.
- Herrmann, T., & Schweizer, K. (1998). *Sprechen über Raum. Sprachliches Lokalisieren und seine kognitiven Grundlagen*. Bern: Publishers Hans Huber.
- Hiller, W. (2008). Die Beeinflussung des räumlichen Wissenserwerb in Abhängigkeit von der Größe der Darstellungsfläche des Präsentationsmediums (Diplomarbeit).

- Huang, H., Schmidt, M., & Gartner, G. (2012). Spatial Knowledge Acquisition with Mobile Maps, Augmented Reality and Voice in the Context of GPS-based Pedestrian Navigation: Results from a Field Test. *Cartography and Geographic Information Science*, 39 , S. 107-116.
- 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. 93-129. doi:10.1016/j.cogpsych.2005.08.003.
- Kitchin, R. M. (1994). Cognitive maps: What are they and why study them? *Journal of Environmental Psychology*, 14(1) , 1-19.
- Kitchin, R., & Blades, M. (2002). *The cognition of geographic space*. New York: I.B.Tauris & Co Ltd.
- Klatzky, R. L. (1998). Allocentric and egocentric spatial representations: Definitions, distinctions, and interconnections. In C. Freksa, C. Habel, & K. F. Wender, *Spatial cognition: An interdisciplinary approach to representing and processing spatial knowledge* (S. 1-17). Berlin: Springer-Verlag.
- Kozlowski, L. T., & Bryant, K. J. (1977). Sense of Direction, Spatial Orientation, and Cognitive Maps. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance* 4 , S. 590-98.
- Kuipers, B. J. (1977). Representing knowledge of large-scale space. *Artificial Intelligence Laboratory Tech. Rep. AI-TR-418* . MIT, Cambridge, MA.
- Kuipers, B. J. (1982). The "Map in the head". *Environment and Behavior* 14 , 202-220.
- Kuipers, B. J. (1982). The 'Map in the Head' metaphor. *Environment and Behavior* 14 , 202-220.
- Lawton, C. A. (2001). Gender and regional differences in spatial referents used in direction giving. *Sex Roles* 44 , 321-337.
- Lynch, K. (1960). The Image of the City. *Verwendete Ausgabe: Das Bild der Stadt*. Birkhäuser-Verlag, Basel, 2001 . Cambridge: M.I.T Press & Harvard University Press.
- Mallot, H. A. (2000). *Sehen und die Verarbeitung visueller Information- Eine Einführung; 2., überarbeitete und erweiterte Auflage*. Braunschweig/ Wiesbaden.
- May, M. (1992). *Mentale Modelle von Städten: wissenspsychologische Untersuchungen am Beispiel der Stadt Münster/Mark May.-Münster*. New York: Waxmann.
- Meilinger, T. (2008). "The network of reference frames theory: A synthesis of graphs and cognitive maps". In *Spatial cognition VI: Learning, reasoning, and talking about space* (S. 44-360).
- Meneses, F., & Moreira, A. (2006). Using GSM CellID Positioning for Place Discovering. In *Persavive Health Conference and Workshops* (S. 1-8). Innsbruck, Austria.
- Montello, D. R. (1998). An new framework for understanding acquisition of spatial knowledge in large-scale environments. In M. J. Egenhofer, & C. G. Volledge, *Spatial and temporal reasoning in geographic informatin systems* (S. 143-154). New York: Oxford University Press.

Montello, D. R. (1993). Scale and multiple psychologies of space. In A. U. Frank, & I. Campari, *Spatial information theory: A theoretical basis for GIS (COSIT1993)* (S. 312-321). Berlin: Springer Verlag.

Montello, D. R. (1991). The measurement of cognitive distance: methods and construct validity. *Journal of Environmental Psychology* 11 , 101-122.

Montello, D. R. (1997). The perception and cognition of environmental distance: Direct sources of information. In S. C. Hirtle, & A. U. Frank, *Spatial information theory: A theoretical basis for GIS* (S. 297-311). Berlin etc: Springer.

Montello, D. R., Richardson, A. E., Hegarty, M., & Provenza, M. (1999). A comparison of methods for estimating directions in egocentric space. *Perception* 28 , 981-1000.

Musto, A. (1999). *On Spatial Reference Frames in Qualitative Motion Representation*. Kluwer Academic Publishers, The Netherlands.

Ortag, F. (2005). Sprachausgabe vs. Kartendarstellung in der Fußgängernavigation (Diplomarbeit).

Popp, M., & Platzer, E. (2003). Entfernungswahrnehmung in der Realität und in VR. In H. Bülhoff, K. R. Gegenfurtner, H. A. Mallot, R. Ulrich, & F. A. Wichmann (Hrsg.), *6. Tübinger Wahrnehmungskonferenz*, (S. 171). Tübingen.

Richardson, A. E., Montello, D. R., & Hegarty, M. (1999). Spatial knowledge acquisition from maps and from navigation in real and virtual environments. *Memory & Cognition*, 27 (4) , S. 741-750.

Rotkamp, U., & Krause, W. (1998). *Intelligente Informationsverarbeitung*. (U. Rotkamp, & W. Krause, Hrsg.) Wiesbaden: DUV, Dt. Univ.-Verlag.

Savage, N. S., & Chun, W. (2011). Seems familiar: An algorithm for automatically inferring spatial familiarity. In *8th International Symposium on Location Based Service*.

Schlender, D., & Peters, O. H. (2002). Studie zum Erwerb von Ortskenntnissen in grossräumigen Landschaften durch Schulungen in virtuellen Simulationsumgebungen. *Zeitschrift für Arbeitswissenschaft* (56), S. 125-135.

Schmitz, S. (1999). Gender differences in the acquisition of environmental knowledge related to wayfinding behavior, spatial anxiety and self-estimated environmental competencies. *Sex Roles*, 41 , 71-93.

Siegel, A. W., & White, S. H. (1975). The development of spatial representations of large-scale environments. In H. W. Reese, *Advances in child development and behavior* (Vol.10 Ausg., S. 9-55). New York: Academic Press.

Silverman, I., Eals, M., & Peters, M. (2007). The hunter-gatherer theory of sex differences in spatial abilities: Data from 40 countries. *Archives of Sexual Behavior*, 36 , 261-268.

Skubic, M., Blisard, S., Bailey, C., Adams, J. A., & Matsakis, P. (2004). Qualitative analysis of sketched route maps: translating a sketch into linguistic descriptions. *IEEE Transactions of Systems, Man, and Cybernetics, Part B: Cybernetics* , S. 1275-1282.

Stiles, J. (2007). Entwicklung räumlicher Fähigkeiten. In L. Kaufmann, H. C. Nuerk, K. Konrad, & K. Willmes, *Kognitive Entwicklungsneuropsychologie* (S. 245-270). Göttingen: Hogrefe.

Tolman, E. C. (1948). Cognitive maps in rats and man. *Psychological review* 55 , 189-208.

Tversky, B. (1993). Cognitive Maps, Cognitive Collages and Spatial Mental Models. In A. U. Frank, & I. Campari, *Proceedings of the European Conference on Spatial Information Theory COSIT*. Elba, Italy: Springer-Verlag.

Tversky, B. (1981). Distortions in memory for maps. *Cognitive Psychology*, 13 , S. 407-433.

ANHÄNGE (1-3)

Überblick:

1. Fragebogen Santa Barbara Sense of Direction Test
2. Fragebogen A: räumliches Wissen
 - Sketch map- Bogen
 - Landmarken Platzierung- Bogen
3. Fragebogen B: NASA Task Load Index und Abschlussbefragung (inkl. statistische Angaben)

1. Fragebogen Santa Barbara Sense of Direction Test

Dieser Test dient zur Erfassung der Selbsteinschätzung der Teilnehmer über ihre Orientierungsfähigkeiten. Er wurde in deutscher Version verwendet, da alle Probanden der deutschen Sprache mächtig waren.

Santa Barbara Sense of Direction Test

Name: _____

ID: ____

Dieser Fragebogen besteht aus verschiedenen Aussagen über Ihre räumlichen Fähigkeiten, Vorlieben und Erfahrungen beim Finden von Wegen. Zu jeder Aussage sollen Sie angeben, wie der Grad Ihrer Zustimmung mit dieser Aussage am besten übereinstimmt.

„1“ Sie stimmen der Aussage stark zu,

„7“ Sie lehnen diese Aussage stark ab,

„4“ wenn Sie weder zustimmen noch ablehnen.

1. Ich bin sehr gut im Geben von Wegbeschreibungen.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

2. Ich kann mir nur schlecht merken, wo ich Dinge liegen gelassen habe.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

3. Ich bin sehr gut im Schätzen von Entfernungen.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

4. Mein „Orientierungssinn“ ist sehr gut.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

5. Wenn ich über meine Umgebung nachdenke, verwende ich meist die vier Himmelsrichtungen (N,S,O,W).

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

6. In einer neuen Stadt verlaufe ich mich sehr leicht.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

7. Landkarten lesen macht mir Spaß.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

8. Ich habe Probleme, Wegbeschreibungen zu verstehen.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

9. Ich bin sehr gut im Kartenlesen.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

10. Als Beifahrer im Auto erinnere ich mich nicht sehr gut an die gefahrenen Strecken.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

11. Ich gebe nicht gerne Wegbeschreibungen.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

12. Für mich ist es nicht wichtig, zu wissen wo ich bin.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

13. Normalerweise überlasse ich anderen die Wegeplanung für längere Fahrten.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

14. In der Regel kann ich mich an einen neuen Weg erinnern, wenn ich ihn lediglich einmal zurückgelegt habe.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

15. Ich habe keine sehr gute „innere Karte“ meiner Umgebung.

stimme stark zu 1 2 3 4 5 6 7 lehne stark ab

2. Fragebogen A: räumliches Wissen

In diesem Fragebogen wurden die Ortskenntnisse vermerkt, die Distanz- und Richtungsschätzungen sowie die Ergebnisse von der Foto-Aufgabe (ausgenommen Landmarken Platzierung) eingetragen.

Dieser Fragebogen ist auch der Leitfaden für die Testleiterin, da in diesem alle Aufgabenstellungen in Reihenfolge formuliert sind. Er wird auch von der Testleiterin ausgefüllt.

Im Folgenden werden die verwendeten Bögen zur Aufgabenbewältigung in Reihenfolge aufgelistet:

- Fragebogen A: räumliches Wissen
- Landmarken Platzierung - Bogen (nur Bogen für Route 1 dargestellt, da für Route 2 gleich)
- Sketch Map - Bogen (Route 1 und Route 2)

Name _____	ID ____	Datum _____
------------	---------	-------------

Fragebogen A:

1. Wie gut sind Ihre Ortskenntnisse auf der zurückgelegten Route?

Route 1:	<input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> wenig bis gut	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden
Route 2:	<input type="checkbox"/> sehr gut	<input type="checkbox"/> wenig bis gut	<input type="checkbox"/> nicht vorhanden

2. Wie lange schätzen Sie die zurückgelegte Route in Metern?

Route 1: _____ Meter **Route 2:** _____ Meter

3. Zeigen Sie bitte in die Richtung, in der der Startpunkt dieser Route liegt!

Route 1: _____ Grad (Richtung: _____) **Route 2:** _____ Grad (Richtung: _____)

4. Bitte zeichnen Sie die zurückgelegte Route so gut wie möglich aus Ihrer Erinnerung nach.
Erinnern Sie sich, wo Sie markante Objekte gesehen haben.

5. Bitte sehen Sie sich folgende Fotos an.

a) Wählen Sie bitte jene Fotos aus, an die Sie sich erinnern können, dass sie auf der Route liegen.

Route 1: ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___

Route 2: ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___

b) Bitte sortieren Sie diese Fotos in die richtige Abfolge der Routenbegehung.

___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___

c) Bitte geben Sie an, bei welchen Punkten, welche eine Richtungsentscheidung verlangt haben (z.B. an Kreuzungen), diese passiert haben (links / rechts).

Route 1: ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___

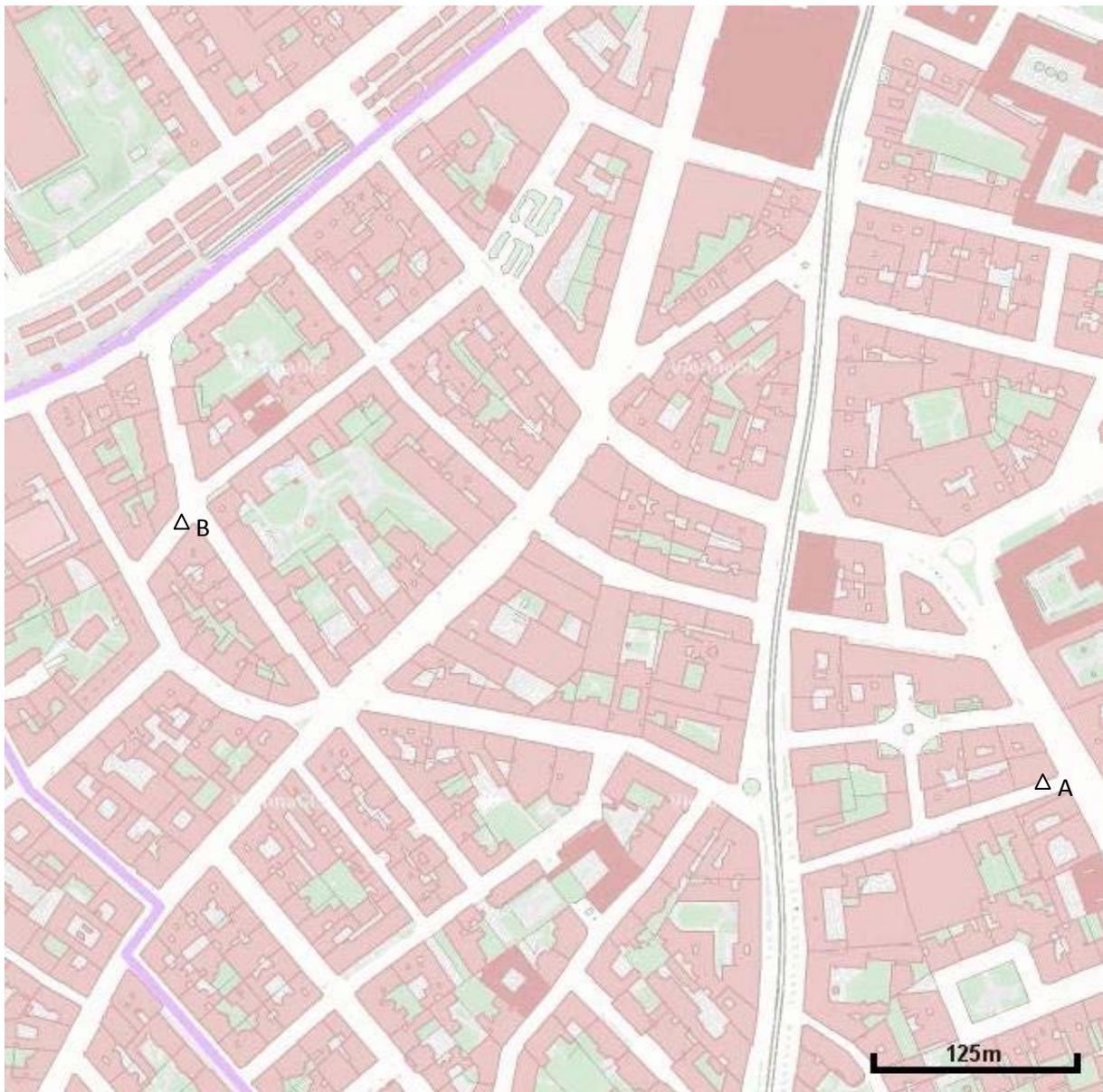
Route 2: ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___ ___

d) Bitte geben Sie die Position der Fotostandpunkte in der Karte so genau wie möglich an, indem Sie die ID des Fotos in die Karte eintragen.

LM Platzierung Route 1 Name _____ ID _____

Bitte geben Sie die Position der Fotostandpunkte so genau wie möglich an, indem Sie die Nummern der Fotos in die Karte eintragen.

Start- und Endpunkt der Route sind bereits eingezeichnet.



Sketch Map Route _____ Name _____ ID _____

A large, empty rectangular box with a thin black border, occupying most of the page below the header. It is intended for drawing a sketch map.

3. Fragebogen B (Nasa Task Load Index und Abschlussbefragung)

Der Abschlusstest beinhaltet den **NASA Task Load Index** und ein paar Fragen zu den Methoden (teilweise offene Fragen). Abschließend werden einige statistische Angaben erbeten, welche von der Diplomandin anonym verwertet wurden.

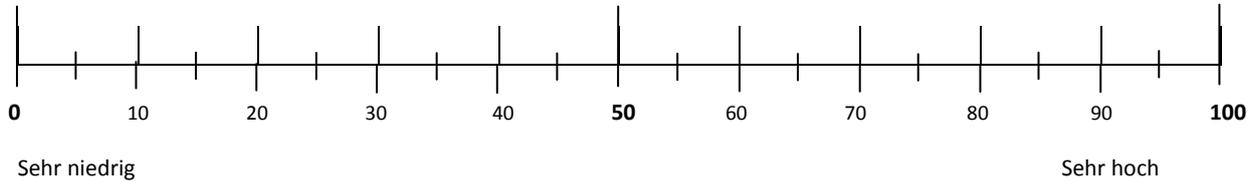
Der NASA Task Load Index für die Methode Distanz- und Richtungsschätzung steht hier stellvertretend für die beiden anderen Methoden Sketch map und Foto-Aufgabe.

Name _____ ID _____

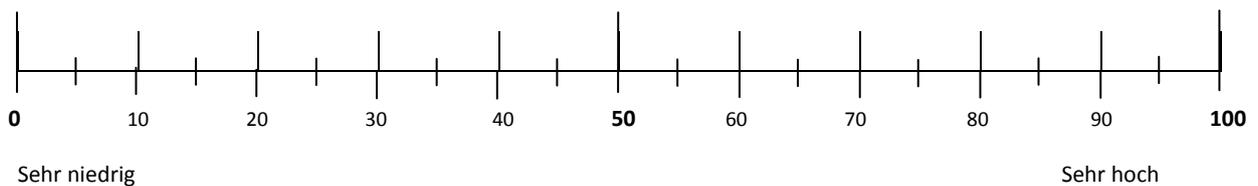
Bitte kreuzen Sie jene Punkte auf den folgenden Skalen an, der am besten Ihrer Erfahrung mit der getesteten Methode **Distanz- und Richtungsschätzung** entspricht:

Geistige Anforderung Wie hoch waren die geistigen Anforderungen der Aufgabe?

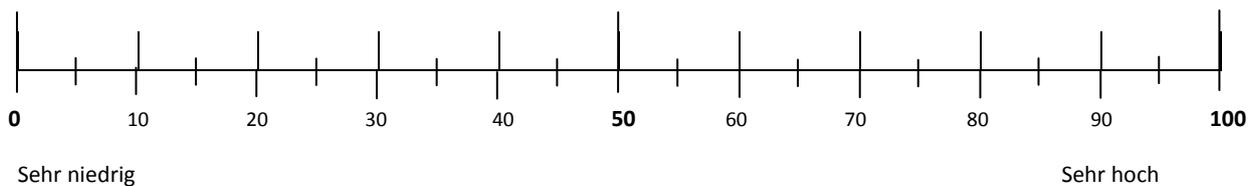
z.B. Denken, Entscheiden, Rechnen, Erinnern, Beobachten, Suchen, usw.



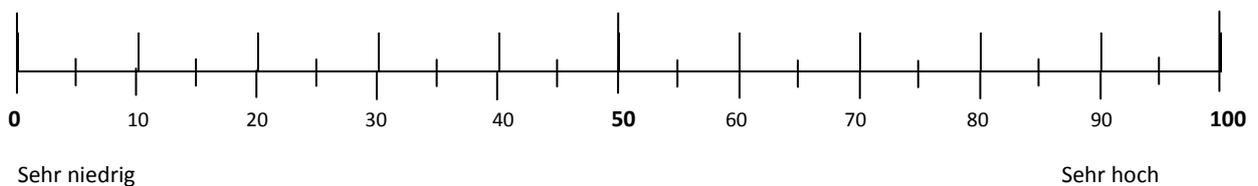
Körperliche Anforderung Wie hoch waren die körperlichen Anforderungen der Aufgabe?



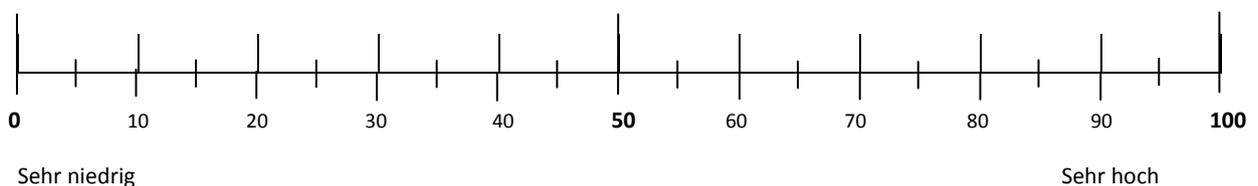
Zeitliche Anforderungen Wie hoch waren die zeitlichen Anforderungen der Aufgabe?



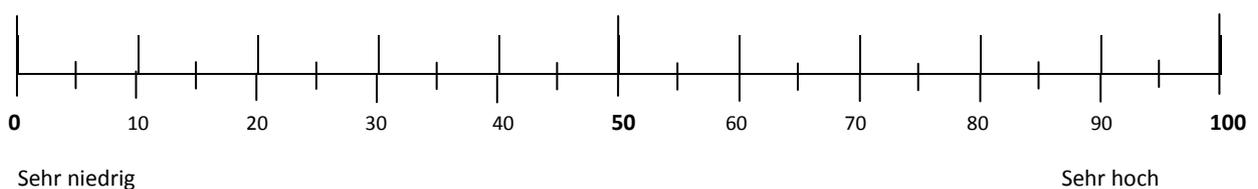
Leistung Wie erfolgreich haben Sie die geforderte Aufgabe ihrer Ansicht nach durchgeführt?



Anstrengung Wie sehr mussten Sie sich anstrengen um die Aufgabe zu erfüllen?



Frustration Wie unsicher, entmutigt, irritiert, gestresst und genervt waren Sie?



Abschlussbefragung und statistische Angaben:

Name _____ ID _____

Welche von den drei Methoden bevorzugen Sie?

Bitte bewerten Sie mit 1, 2 und 3 (1=am meisten ; 3=am wenigsten).

___ Distanz- u Richtungsschätzung

___ Skizze anfertigen

___ Foto-Aufgabe

Haben Sie sonst noch Anmerkungen zu den einzelnen Aufgaben?

Distanz- u Richtungsschätzung

Skizze anfertigen

Foto-Aufgabe

Angaben zu Ihrer Person (nur für die Statistik, Daten bleiben anonym):

Geschlecht: weiblich männlich

Geburtsjahr:

Ausbildung:

ERKLÄRUNG

Hiermit erkläre ich, dass ich die vorliegende Arbeit selbstständig verfasst habe und ausschließlich die angegebenen Hilfsmittel und Quellen benutzt habe.

Gabriele Kula

Wien, im März 2015