

Emotionale Beeinflussung des menschlichen Navigationsverhaltens

Zulassungsarbeit
der Fakultät für Biologie
der Eberhard-Karls-Universität Tübingen

von
Sarah Rehm
Mai 2007

Hiermit erkläre ich, dass ich die Arbeit selbständig angefertigt und nur die angegebenen Hilfsmittel benutzt habe. Alle Stellen, die dem Wortlaut oder dem Sinn nach anderen Werken, gegebenenfalls auch elektronischen Medien, entnommen sind, sind durch Angabe der Quelle als Entlehnung kenntlich gemacht. Entlehnungen aus dem Internet sind durch Ausdruck belegt.

Tübingen, den 13.05.2007

(Sarah Rehm)

Inhaltsverzeichnis

I EINLEITUNG	1
1. Navigation	1
1.1 Definition	1
1.2 Der Morris Water Maze in virtueller Realität	2
2. Emotionen	4
2.1 Definition	4
2.2 Klassifikation von Emotionen	5
2.3 Induktion von Emotionen	7
2.4 Erfassen von Emotionen	10
2.4.1 Erfassen der subjektiven Komponente	10
2.4.2 Erfassen der physiologischen Komponente	12
2.4.2.1 Erfassen der Valenz mittels Schreckreflex	12
2.4.2.2 Erfassen der Aktivierung mittels Hautleitfähigkeit	14
3. Fragestellung	15
II MATERIAL UND METHODEN	16
1. Erzeugung und Darstellung der virtuellen Umgebung	16
2. Versuchspersonen	18
3. Versuchsbeschreibung	20
3.1 Versuch A – „angenehm vs. unangenehm“	20
3.1.1 Navigationsaufgabe	20
3.1.2 Versuchsablauf	21
3.1.3 Beeinflussung und Erfassen des emotionalen Zustands	23
3.2 Versuch B – “outdoor vs. indoor”	25
3.2.1 Navigationsaufgabe	25
3.2.2 Versuchsablauf	25
3.2.3 Beeinflussung und Erfassen des emotionalen Zustands	27
3.2.3.1 Versuch B1 - Ohne Musik	27
3.2.3.2 Versuch B2 - Mit Musik	30
4. Auswertung	31
III ERGEBNISSE	34
1. Versuch A	34
1.1 Positionsfehler	34
1.2 Initialer Richtungsfehler	36
1.3 Zeit	37
1.4 Emotionsmessung	39
2. Versuch B	42
2.1 Versuch B1	42
2.1.1 Positionsfehler	42
2.1.2 Initialer Richtungsfehler	44
2.1.3 Zeit	45
2.1.4 Emotionsmessung	47

2.1.4.1 Subjektive Komponente	47
2.1.4.2 Physiologische Komponente	50
2.2 Versuch B2	52
2.2.1 Positionsfehler	52
2.2.2 Initialer Richtungsfehler	54
2.2.3 Zeit	55
2.2.4 Emotionsmessung	57
2.2.4.1 Subjektive Komponente	57
2.2.4.2 Physiologische Komponente	59
IV DISKUSSION DER EINZELNEN VERSUCHSERGEBNISSE	60
1. Versuch A	60
1.1 Positionsfehler	60
1.2 Initialer Richtungsfehler	61
1.3 Zeit	61
1.4 Emotionsmessung	63
2. Versuch B	64
2.1 Versuch B1	64
2.1.1 Positionsfehler	64
2.1.2 Initialer Richtungsfehler	66
2.1.3 Zeit	66
2.1.4 Emotionsmessung	67
2.2 Versuch B2	68
2.2.1 Positionsfehler	68
2.2.2 Initialer Richtungsfehler	68
2.2.3 Zeit	69
2.2.4 Emotionsmessung	69
V ALLGEMEINE DISKUSSION UND AUSBLICK	70
VI ANHANG	73
A Ergebnisse der einzelnen Versuchspersonen	73
B Trajektorien einzelner Versuchspersonen	85
C Physiologische Parameter	89
D Fragebogen	90
VII LITERATURVERZEICHNIS	92

I Einleitung

Bevor auf die Fragestellung dieser Arbeit, ob das menschliche Navigationsverhalten emotional beeinflusst werden kann, und auf die einzelnen durchgeführten Experimente eingegangen wird, werden zunächst die für das Verständnis notwendigen theoretischen Grundlagen bezüglich Navigation und Emotionen dargelegt.

1. Navigation

1.1 Definition

Einen Überblick über Navigation ist u.a. bei Gattermann (1993), Mallot (WS04/05), und Sauermost et al. (2002) zu finden. Laut Gattermann (1993) versteht man unter Navigation ein "Verfahren der Orts- und Kursbestimmung, mit dem von einem unbekanntem Ort, von einer nicht bestimmten Position aus, ein bekanntes Ziel erreicht wird", und zwar zielstrebig auf möglichst kürzestem Weg. Da der Organismus dazu in der Lage sein muss, die relative Position des Ausgangspunktes mittels einer mentalen Repräsentation (kognitive Landkarte) zu bestimmen, gilt Navigation als komplexeste Form der Orientierung. Dabei kommt verschiedenen Informationskanälen eine wechselnde Bedeutung zu, da Informationen unterschiedlicher Herkunft verwendet werden, um sich zu orientieren. Neben Sonnenstand, chemischen Signalen, Gestirnorientierung, akustischen Reizen, Wahrnehmung des Magnetfeldes oder der eigenen Beschleunigung zählen dazu hauptsächlich visuelle Informationen in Form von sog. Landmarken. Zudem spielen neben genetisch relativ fest vorgegeben Anteilen auch Lernprozesse bzw. Erfahrung eine bedeutende Rolle. Insgesamt lassen sich die, der Navigationsleistungen zugrundeliegenden, komplexen zentralnervösen Mechanismen in vier Komponenten unterteilen:

- Wegintegration
- Zielgerichtetes Pilotieren
- Einsatz eines Bildgedächtnisses (Landmarken oder ähnliches)
- Einbeziehung einer kognitiven Landkarte

Somit setzt Navigation eine gewisse Gedächtnisleistung voraus, um sein Ziel erkennen und schließlich dorthin gelangen zu können. Das einfachste Beispiel hierfür ist die Rückkehr zur Ausgangsposition (homing), die mittels Wegintegration oder visueller Orientierung leicht erreicht werden kann. Ist diese Position selbst durch eine Landmarke charakterisiert, auf die man sich zu bewegt, spricht man von Zielfahrt (aiming), dagegen benutzt man die sog. Zielführung (guidance), wenn das Ziel nicht markiert, sondern von Landmarken umgeben ist, die in einen bestimmten Winkel zueinander stehen. Als Standardexperiment letzterer Methode gilt der sog. „Morris Water Maze“ (Morris, 1984), der auch zur Untersuchung der Navigationsleistung in der vorliegenden Arbeit verwendet wurde.

1.2 Der Morris Water Maze in virtueller Realität

Bei diesem Zielführungsparadigma werden Ratten in ein kreisförmiges, mit milchiger, undurchsichtiger Flüssigkeit gefülltes Wasserbecken gesetzt und lernen, zu einer sich unter der Wasseroberfläche befindlichen, rettenden Plattform zu schwimmen, die sie anhand der Konfiguration der sichtbaren, umgebenden Landmarken erkennen (siehe Abbildung 1). Diese Navigationsaufgabe erlaubt somit eine Aussage über räumliche Lernfähigkeit und Gedächtnisleistung bei Ratten (Meer & Raber, 2005).

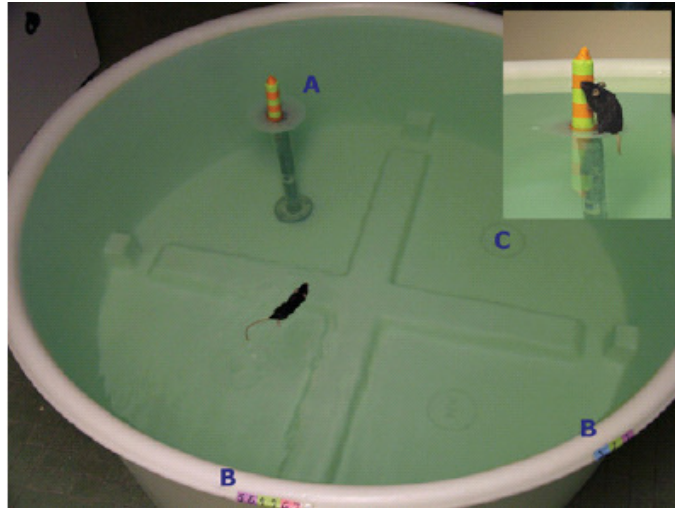


Abbildung 1: Darstellung des Morris Water Maze aus Meer et al., 2005. Eine Maus schwimmt zu der Plattform (A) und orientiert sich an den äußeren Landmarken (B).

Konstruiert man eine entsprechende virtuelle Version des Morris Water Maze, erlaubt diese die Untersuchung der menschlichen Navigationsleistung bei gleichem Szenario und denselben Parametern wie bei Ratten.

Nach Wikipedia, der freien Enzyklopädie, wird als Virtuelle Realität (VR) „die Darstellung und gleichzeitige Wahrnehmung der Wirklichkeit und ihrer physikalischen Eigenschaften in einer in Echtzeit computergenerierten interaktiven virtuellen Umgebung“ bezeichnet. Zu derer Erzeugung wird eine speziell darauf ausgelegte Software benötigt, die in der Lage ist, komplexe dreidimensionale Welten in Echtzeit (d.h. mit mindestens 25 Bildern pro Sekunde) zu berechnen. Um das Gefühl hervorzurufen, in eine künstliche Welt einzutauchen, werden zur Darstellung virtueller Welten spezielle Ausgabegeräte benötigt. Dazu zählen z.B. das Head-Mounted Display (HMD) oder eine Großbildleinwand, wie sie im Versuch dieser Arbeit benutzt wurde. Der räumliche Eindruck wird dabei erzeugt, indem zwei Bilder aus unterschiedlichen Perspektiven auf die gekrümmte Leinwand projiziert werden (Stereoprojektion). Zum Einsatz kann solch eine virtuelle Realität in vielen Bereichen

kommen. Am bekanntesten ist wohl die Pilotenausbildung in Flugsimulatoren, aber auch in der Industrie werden künstliche Darstellungen zur Erstellung von virtuellen Prototypen oder für Ergonomietest verwendet.

Der Gebrauch solch einer virtuellen Umgebung für den Morris Water Maze erlaubt eine strengere Kontrolle der experimentellen Bedingungen und bessere Messungen der Leistung, wie z.B. die Betrachtung des genauen Bewegungsablaufes und der Geschwindigkeit. Aus diesen Gründen wird übrigens inzwischen der virtuelle Morris Water Maze auch bei Ratten angewendet.

Untersuchungen in virtueller Umgebung mit Menschen kamen zu ähnlichen Ergebnissen wie schon bei Ratten. Sogar die generell bessere Navigationsleistung bei männlichen Versuchstieren konnte von Astur et al. (1993, 2004) bestätigt werden. So erreichten Männer im Allgemeinen das versteckte Ziel deutlich schneller und auch genauer als Frauen, sie hielten sich länger und häufiger in dem Quadranten auf, in dem sich die Plattform befand und auch ihre erste Bewegungsrichtung war genauer. Da jedoch die Leistungen von Männern und Frauen beim Finden einer sichtbaren Plattform vergleichbar waren, konnte ein geschlechtsspezifischer Unterschied aufgrund unterschiedlicher Motivation, motorischer oder sensorischer Fähigkeiten ausgeschlossen werden.

Im vorliegenden Versuch wurde als Navigationsaufgabe eine virtuelle Form des Morris Water Maze verwendet, bei dem die Versuchspersonen die Richtung einer versteckten Zielposition anzeigen und anschließend diese Position wiederfinden sollten, um die Navigationsleistung bei verschiedenen emotionalen Situationen zu vergleichen.

2. Emotionen

Emotionen sind zentrale Phänomene unseres Lebens. Sie erscheinen in jeder Lebenslage und es vergeht wohl kaum ein Tag, an dem wir keine Emotionen erleben. Nirgends kommt die Persönlichkeit des einzelnen Menschen so deutlich zum Ausdruck wie in ihnen. Doch was genau versteht man unter einer Emotion?

Ein Überblick über Emotionen geben z.B. Meyer et al., 2001; Otto et al., 2000; Schmidt-Azert, 1996; Ulrich et al., 2003, die als Grundlage zur Erstellung dieses Kapitels dienten.

2.1 Definition

Die Schwierigkeit eine geeignete Definition für den Emotionsbegriff zu finden, spiegelt sich in folgendem Zitat wieder:

„Everybody knows what an emotion is, until asked to give a definition.“

(Fehr & Russell, 1984)

Ebenso wird die Definitionsproblematik durch die Studie von Kleinginna & Kleinginna (1981) deutlich, die ganze 92 (!) verschiedene Definitionen gesammelt haben.

Ursache für diese Problematik ist die weit verbreitete Forderung, eine wissenschaftliche Tätigkeit müsse mit einer genauen Bestimmung des Forschungsgegenstands beginnen. Eine solche exakte Definition würde allerdings voraussetzen, das zu untersuchende Phänomen bereits in all seinen Erscheinungsformen und Ausprägungen genau zu kennen, was aber erst am Ende eines langen Forschungsprozesses möglich sein wird. Um Emotionen sinnvoll untersuchen zu können, ist eine exakte Definition gar nicht notwendig. Es reicht eine ungefähre Charakterisierung von Emotionen, die deutlich macht, was man unter dem Phänomen versteht und die andere darüber in Kenntnis setzt, was untersucht wird. Solch eine Arbeitsdefinition, mit der auch in dieser Arbeit gearbeitet wurde, lautet:

Eine Emotion ist ein qualitativ näher beschreibbarer Zustand, der auf einer oder mehrerer der folgenden Ebenen einhergeht: mentaler Zustand (Gefühl), körperlicher Zustand und Ausdruck.

(Schmidt-Azert, 1996)

Kleinginna & Kleinginna (1981) stellten aus etwa 100 Definitionen und Aussagen folgende breite Arbeitsdefinition zusammen:

Emotion ist ein komplexes Interaktionsgefüge subjektiver und objektiver Faktoren, das von neuronal/hormonalen Systemen vermittelt wird, die

- a) affektive Erfahrungen, wie Gefühle der Erregung oder Lust/Unlust bewirken können;*
- b) kognitive Prozesse, wie emotional relevante Wahrnehmungseffekte, Bewertungen, Klassifikationsprozesse hervorrufen können;*
- c) ausgedehnte physiologische Anpassungen an die erregungsauslösenden Bedingungen in Gang setzen können,*
- d) zu Verhalten führen können, welches oft expressiv, zielgerichtet und adaptiv ist.*

2.2 Klassifikation von Emotionen

Emotionen können durch drei auffällige Merkmale näher charakterisiert werden:

- Qualität, wie z.B. „Ärger“, „Angst“ und „Freude“
- Intensität, d.h. wie stark oder schwach die jeweilige Qualität auftritt (z.B. „extreme“ Angst)
- Zeitliche Dauer, d.h. ob sie schnell oder langsam zu einem Intensitätsmaximum ansteigen

Anhand dieser Merkmale können Emotionen zu Typen oder **Klassen** zusammengefasst werden (Meyer et al., 2001).

Wie auch schon aus der obigen Arbeitsdefinition hervorgeht, werden drei **Emotionskomponenten** unterschieden, mit Hilfe derer die Beschreibung von Emotionen erfolgen kann:

- Subjektive Komponente (Gefühl)
- Verhaltenskomponente (Ausdruck und Handlung)
- Physiologische Komponente

Anhand dieser drei Komponenten kann die Intensität und Qualität der Emotion bestimmt werden (Schmidt-Atzert, 1996). Je nach theoretischem Emotionsmodell kommt Ihnen dabei eine unterschiedliche Gewichtung zu (Mitmansgruber, 2003).

Ein weiterer Ansatz, Emotionen zu klassifizieren, besteht in der Bestimmung von **Emotionsdimensionen**. W. Wundt (1905) ging ursprünglich von drei grundlegenden Dimensionen aus:

- Lust/Unlust → Valenz (pleasure)
- Erregung/Beruhigung → Aktivierung (arousal)
- Spannung/Loslösung → Dominanz (dominance)

Jede erlebbare Emotion ist demnach eine Mischung unterschiedlicher Ausprägungen dieser drei voneinander unabhängigen Dimensionen. Nach zahlreichen Untersuchungen jedoch kam man schließlich zu dem Ergebnis, dass emotionale Zustände schon allein mit Hilfe zweier dieser bipolarer Dimensionen beschrieben werden können, nämlich durch Valenz und Aktivierung (z.B. Bottenberg, 1972). Diese Emotionsdimensionen spannen graphisch dargestellt einen zweidimensionalen Raum auf mit den beiden Polen „angenehm/unangenehm“ und „beruhigend/aufregend“. Innerhalb dieser Ebene ordnen sich die verschiedenen aufgetragenen Emotionen kreisförmig an, weshalb man auch von einem Kreismodell oder Circumplex-Modell (vgl. Russel, 1980, siehe Abbildung 2) spricht.

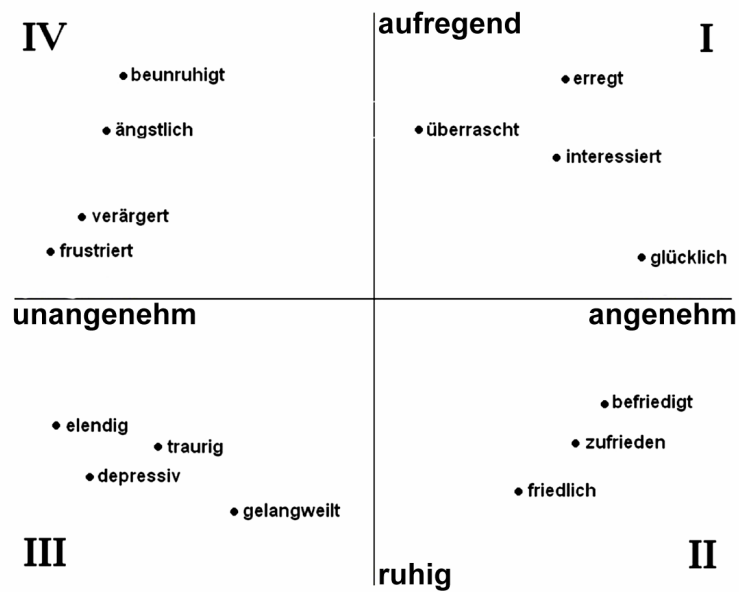


Abbildung 2: Zweidimensionales Modell zur Beschreibung von Emotionen.

In diesem Modell ist der mittlere Bereich, in dem weder angenehme noch unangenehme Emotionen mittlerer Aktivierung liegen müssten, leer. Dies liegt daran, dass eine Emotion höchstens auf *einer* Dimension im Mittelbereich liegen kann. So werden beispielsweise Traurigkeit und Glück in ihrer Aktivierung als mittelmäßig eingestuft, auf der Valenzskala jedoch extrem bewertet: Glück als sehr angenehm, Traurigkeit dagegen als sehr unangenehm.

Die Ergebnisse, dass Emotionen durch zwei Dimensionen beschrieben werden können, ist relevant für die Entwicklung von Messinstrumenten, denn sie rechtfertigen eine „sparsame“ Beschreibung von Gefühlszuständen auf nur zwei Skalen, angenehm- unangenehm und beruhigend-aufregend (siehe 2.4). Fraglich ist allerdings, ob mit diesem zweidimensionalen Modell Emotionen hinreichend fein differenziert werden können.

Im Zuge dieser Arbeit wurden genau diese beiden Dimensionen betrachtet und versucht die Versuchspersonen zum einen in einen angenehm-beruhigenden, zum anderen in einen unangenehm-aufregenden emotionalen Zustand zu versetzen.

2.3 Induktion von Emotionen

Für die wissenschaftliche Betrachtung von emotionalen Zuständen und den Nachweis von Kausalbeziehungen ist es notwendig, diese experimentell hervorrufen zu können. Bei solcher Induktion von Emotionen ist es ein wünschenswertes Ziel, über standardisierte Methoden zu verfügen, d.h. beispielsweise, dass Durchführungsbedingungen und Material festgelegt sind, welchen Effekt man dadurch erzielt, wie stark dieser ausfällt, wie lange er anhält und für welche Personengruppen eine bestimmte Methode geeignet ist. Somit hätte man die Möglichkeit, verschiedene Studien miteinander zu vergleichen und bei Bedarf genauso vorzugehen. Leider sind dies bis heute noch weitgehend Wunschvorstellungen. Bislang existieren nur Untersuchungen über die Wirkung von verschiedensten in Laborexperimenten erprobten Induktionsmethoden. Diese reichen von der Darbietung von Bildern und Filmen, Lesen und Hören von Geschichten, Musikhören über Vorstellung von bestimmten Ereignissen, Verändern des Gesichtsausdrucks bis hin zu Hypnose oder Verabreichung von chemischen Substanzen.

Als eines der effektivsten Induktionsverfahren hat sich die Vorführung von Filmen (z.B. bei Gray et al., 2001) erwiesen. Mittels eines Filmstressors kann eine fast identische Auswirkung wie eine reale Belastung erzielt werden. Mit der Filmmethode können länger andauernde emotionale Veränderungen herbeigeführt werden, sie kann gut in Gruppenversuchen eingesetzt werden, neutrale Kontrollbedingungen sind realisierbar und mit der heutigen Technik können Filmaufnahmen problemlos bearbeitet und auf die gewünschte Länge gekürzt werden. Allerdings hat sich bisher noch kein bestimmter Film als Standardinduktionsmethode etabliert und es steht demnach keine evaluierte Datenbank zur Verfügung.

Ganz anders sieht das bei der Emotionsinduktion mittels Bildern aus. Zwar werden Bildern eine geringere emotionale Wirkung zugeschrieben, aber es steht ein von Lang, Bradley und Cuthbert (1995) konstruiertes standardisiertes Verfahren zur Emotionsinduktion zur Verfügung, das International Affective Picture System (IAPS). Diese weitgehend verbreitete und benutzte Datenbank (z.B. bei Tracy, McFall & Steinmetz, 2005) wurde über mehrere Jahre von dem National Institute of Mental Health (NIMH) Center of Emotion and Attention (CSEA) der University of Florida entwickelt. Inzwischen besteht diese aus über 900 Farbfotos, gesammelt aus unterschiedlichen Quellen wie Zeitschriften, Büchern und Magazinen. Diese Bildreize variieren systematisch in Valenz und Aktivierung, so dass subjektive und psychophysiologische Reaktionen in Abhängigkeit von beiden Dimensionen registriert werden können. Eine Evaluation der Bilder erfolgte mit Hilfe der Self-Assessment Manikins (vgl. 2.4.1 und Abbildung 6) getrennt nach Geschlechtern hinsichtlich Valenz und Aktivierung. Sowohl Frauen als auch Männer reagierten am stärksten auf Fotos mit bedrohlichem, gewalttätigem oder erotischem Inhalt. Bei den Frauen wurde deutlich, dass

sie zunehmend unangenehme Bilder als vergleichsweise weniger stark erregend bewerteten, umgekehrt stieg bei Männern mit Zunahme der Valenz auch die Erregung an, was besonders bei erotischen Bildern der Fall war. Trägt man die Ergebnisse der Beurteilung der einzelnen Fotos hinsichtlich Valenz und Aktivierung auf, ergaben sich deshalb unterschiedliche Umrisse des „affective space“ (siehe Abbildung 3).

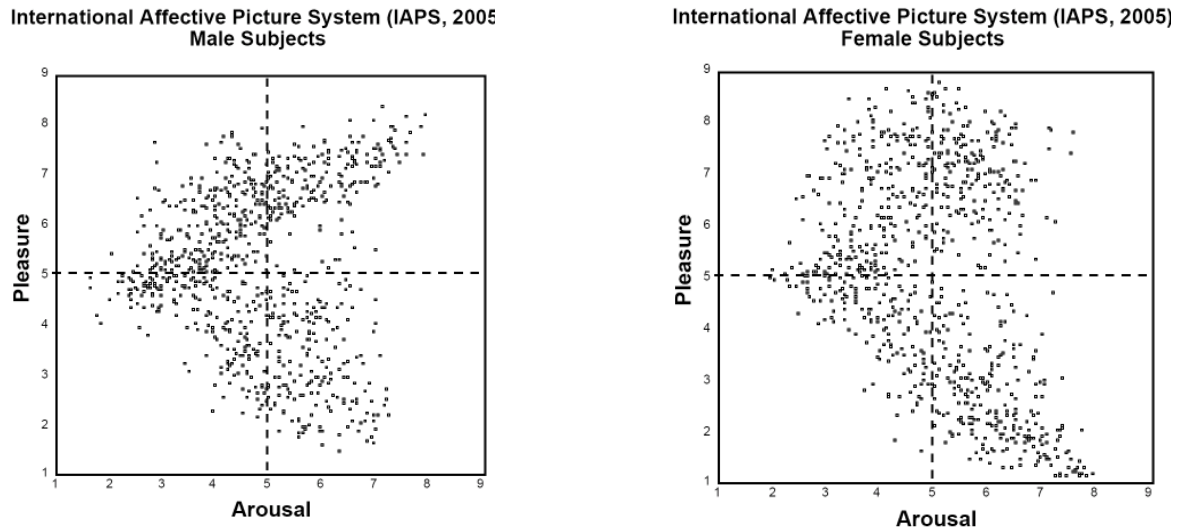


Abbildung 3: Zweidimensionaler „affective space“ der durchschnittlichen Emotionsbewertung von verschiedenen Bildern des IAPS hinsichtlich Valenz (Pleasure) und Aktivierung (Arousal), aus Lang et al., 2005. Links: Ergebnisse der Männer, rechts: der Frauen.

Um eine internationale Gültigkeit des IAPS zu rechtfertigen, verglichen Verschuere et al. die Bewertungen der IAPS-Bilder amerikanischer Versuchspersonen mit denen flämischer Studenten und kamen zu vergleichbaren Ergebnissen. So gab es bei den Mittelwerten von Valenz und Aktivierung keine signifikanten Unterschiede, wobei sie wie erwartet bei unangenehmen Bildern stärker assoziiert waren, was wiederum eine bumerangförmige graphische Darstellung des „affective space“ ergab. Auch bei deutschem Vergleich sind die Korrelationen der beiden Dimensionen sehr stark.

Ähnlich dem IAPS existiert auch eine standardisierte Datenbank für Geräusche: International Affective Digital Sounds (IADS), die ebenfalls Teil des Forschungsprogramms des NIMH Center for the Study of Emotion and Attention (CSEA) ist. Sie umfasst über 100, ebenfalls nach Geschlecht hinsichtlich Valenz und Aktivierung getrennt evaluierte, natürlich vorkommende Klänge. Trägt man die Ergebnisse graphisch auf, so ist die Form des „affective space“ ähnlich der des IAPS (siehe Abbildung 4).

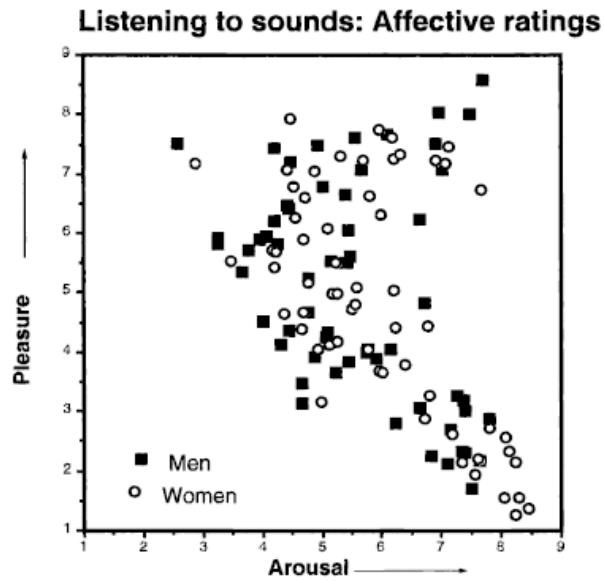


Abbildung 4: Zweidimensionaler „affective space“ der durchschnittlichen Emotionsbewertung von 60 verschiedenen Klängen hinsichtlich Valenz (Pleasure) und Aktivierung (Arousal) getrennt nach Frauen und Männern, aus Bradley et al., 2000.

Auch die Untersuchung physiologischer Parameter von Bradley & Lang (2000) deutete daraufhin, dass akustische Stimuli den emotionalen Ausdruck auf die gleiche Weise aktivieren wie Bilder.

Ein Vorteil akustischer Stimuli gegenüber visueller besteht darin, dass sich die Versuchsperson der Darbietung nicht widersetzen kann, was ihr bei der Vorführung von Bild oder Film durch wegschauen bzw. Augen verschließen durchaus möglich ist.

2.4 Erfassen von Emotionen

Emotion, verstanden als ein hypothetisches Konstrukt, ist als solches nicht beobachtbar. Mit Annahme der Emotionskomponenten (siehe 2.3.2) aber können Messungen begründet werden, die sich auf Beobachtbares beziehen. Um Emotionen nun konkret zu erfassen, muss zunächst entschieden werden, an welcher Ebene die Messung ansetzen soll: am subjektiven Erleben, am Ausdrucksverhalten oder an physiologischen Indikatoren. Im Folgenden werden diejenigen Methoden vorgestellt, die zur Emotionsmessung in der vorliegenden Arbeit verwendet wurden.

2.4.1 Erfassen der subjektiven Komponente

Ein besonderes Problem für die Wissenschaft stellt die Tatsache dar, dass Gefühle „private, nur dem betroffenen Individuum zugängliche, „innere“ Ereignisse sind“, deren Untersuchung somit auf eine Auskunft des Individuums angewiesen ist. Zentraler Bedeutung bei der Erfassung der subjektiven Emotionskomponenten kommt dabei der Sprache zu, die eine feine Differenzierung gestattet und als bestes Mittel zur Beschreibung von Emotionen gilt. Da die Umgangssprache jedoch oftmals mehrdeutig ist, wird eine standardisierte Beschreibungsmethode benötigt. Ein beliebtes Beispiel hierfür ist die im deutschsprachigen Raum häufig eingesetzte Eigenschaftswörterliste EWL von Janke & Debus, mit Hilfe derer man beschreiben kann, wie man sich augenblicklich fühlt. Dazu soll die Versuchsperson alle Wörter der Liste nacheinander durchgehen und bei jedem Wort sofort entscheiden, ob es für ihr augenblickliches Befinden zutrifft oder nicht.

Eine nicht so aufwendige Methode stellt eine bipolare Skala dar, anhand derer eine Emotionsdimension analysiert werden kann. Solch eine Ratingskala kann aus mehreren (meist sieben oder neun) Abstufungen oder auch aus einer durchgängigen Linie bestehen (siehe Abbildung 5), auf der die Versuchsperson ihrem momentanen Befinden entsprechend ein Kreuz setzen soll.

angenehm O---O---O---O---O---O---O---O---O unangenehm
 angenehm ————— unangenehm

Abbildung 5: Ratingskalen für die Emotionsdimension Valenz. Oben: Likert-Skala (hier mit 9 Abstufungen), unten: visuelle Analogskala.

Durch Lokalisation des Kreuzes erhält man einen Zahlenwert für die betrachtete Emotionsdimension (hier Valenz).

Das subjektive Erleben kann ebenso sprachfrei, nämlich mit graphischen Methoden erfasst werden. Ein solches bildorientiertes Verfahren namens Self-Assessment Manikin (SAM) wurde von Lang (1980) erfunden. Zur Veranschaulichung der Dimensionen wird eine

stilisierte menschliche Gestalt präsentiert, die sich hinsichtlich der Valenz von einer lächelnden fröhlichen zu einer stirnrunzelnden unglücklichen Figur (siehe Abbildung 6, 1. Reihe) und hinsichtlich der Aktivierung von einer aufgeregten Figur mit großen Augen bis zu einer entspannten schläfrigen Figur erstreckt (siehe Abbildung 6, 2. Reihe). Die Dominanz wird durch unterschiedliche Größe der Figuren ausgedrückt (siehe Abbildung 6, 3. Reihe). Je Dimension werden fünf unterschiedliche Figuren dargeboten, anhand dieser die Versuchsperson ihr emotionales Befinden ausdrücken kann. Da auch Zwischenstufen möglich sind, liegt somit für jede Dimension eine 9-Punkte Skala vor.

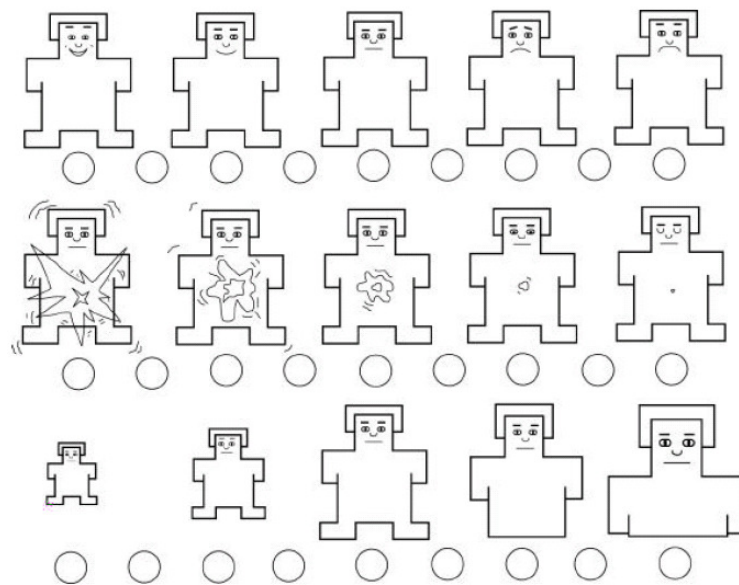


Abbildung 6: Self-Assessment Manikins in Form einer 9-Punkte Skala zur Bewertung der drei Emotionsdimensionen aus Morris, 1995. 1. Reihe: Valenz, 2. Reihe: Aktivierung, 3. Reihe: Dominanz

Bradley et al. (1994) zeigten, dass die Erfassung von Emotionen mittels der Self-Assessment Manikins Ergebnisse liefert, die mit dem semantischen Differential übereinstimmen. Diese Messmethode ist außerdem wenig zeitaufwendig, was eine Erfassung von vielen Stimuli in kürzester Zeit erlaubt und somit die Aufmerksamkeit der Versuchspersonen erhalten bleibt. Sie kann effektiv bei der emotionalen Bewertung verschiedenster Situationen angewendet werden, wie beispielsweise bei der Reaktion auf Bilder, Sounds oder Werbung. Zudem ist diese Methode auch zur Emotionsmessung bei Kindern geeignet und kann in verschiedenen Ländern und Kulturen eingesetzt werden (Morris, 1995).

2.4.2 Erfassen der physiologischen Komponente

Emotionen können negiert und verdrängt werden und es besteht immer die Möglichkeit, dass emotionale Selbstbeschreibung im Sinne sozialer Erwünschtheit verfälscht wird. Aus diesem Grund wurden objektivere Verfahren zur Untersuchung emotionaler Verarbeitungsprozesse entwickelt und erprobt, die auf der Erfassung „physiologischer Erregung“ basieren. Dabei muss beachtet werden, dass physiologische Veränderungen nicht emotionsspezifisch sind, sondern auch bei mentaler oder körperlicher Anstrengung zu beobachten sind. Nachteilig ist auch, dass der „physiologischen Erregung“ kein einheitliches Konzept zugrunde liegt. Die physiologischen Variablen korrelieren meist nur schwach miteinander, so dass jede Variable eine andere Erregung anzeigt. Demnach sollte man je nach Emotionsdimension, die man betrachten will, unterschiedliche Messmethoden anwenden. Im Folgenden wird jeweils eine Methode zur Erfassung der Valenz sowie der Aktivierung vorgestellt, die auch in der vorliegenden Arbeit durchgeführt wurden.

2.4.2.1 Erfassen der Valenz mittels Schreckreflex

Auf einen intensiven Reiz (z.B. lautes Geräusch, Lichtblitz oder Luftstoß) hin, wird eine Schreckreaktion ausgelöst, woraufhin ein sog. Schreckreflex einsetzen kann. Dabei handelt es sich um einen polysynaptischen Schutzreflex mit dem Nervus facialis als efferenten Schenkel und dem im Hirnstamm lokalisierten Nucleus reticularis pontis caudalis als wichtigste subkortikale Relaisstruktur. Da der Reflex mit einer Reaktionszeit von 20 bis 50 ms einsetzt, ist dies für eine bewusste kognitive, willentliche Beeinflussung zu schnell. Der Versuch, die Reaktion zu unterdrücken, führte sogar zu einer Verkürzung der Latenzzeiten, vermutlich aufgrund einer erhöhten Aufmerksamkeit und Anspannung (Duensing, 1952). Eine emotionale Beeinflussung dagegen ist typisch und beruht auf Assoziationen der Amygdala zum Nucleus reticularis pontis caudalis. Diese führen zu der sog. „affektiven Modulation der Schreckreaktion“, die sowohl eine Potenzierung der Reflexantwort als auch eine Verkürzung der Latenzzeit bei negativem emotionalem Kontext, wie z.B. Angst und Furcht, und eine abgeschwächte und leicht verzögerte Schreckreaktion bei positiven Emotionen wie z.B. bei Glück und Wohlbefinden bewirkt. So fanden beispielsweise Vrana et al. (1988) einen linearen Zusammenhang zwischen Reflexausschlag und Valenz des zu betrachtenden Bildes (vgl. Abbildung 7), wobei der Effekt der Valenz unabhängig von der Aktivität war. Durch diese biologisch sinnige Modulation werden also in gefährlicher Umgebung Schutzreflexe aktiv begünstigt und in sicherer ungefährlicher dagegen entsprechende Ressourcen wieder freigegeben (Schächinger, 2003).

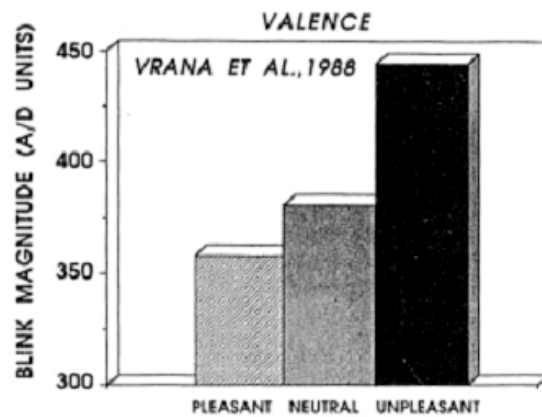


Abbildung 7: Amplitude des Schreckreflexes während der Betrachtung angenehmer, neutraler und unangenehmer Bilder, aus Vrana et al., 1988.

Der Schreckreflex zeigt sich u.a. in Form einer Lidschlussreaktion, die einfach und zuverlässig mittels Elektromyographie (EMG) am Musculus orbicularis oculi quantifiziert werden kann. Dazu werden zwei Elektroden auf diesen Muskel unterhalb des Auges angebracht und seine Kontraktionen abgeleitet (siehe Abbildung 8). Der Blinkreflex weist eine gewisse Habituation auf, dishabituiert jedoch auch wieder schnell, so dass er innerhalb kürzester Zeit erneut hervorgerufen werden kann und somit laut Lang et al. (1990) innerhalb einer halbstündigen Versuchssitzung 40-50 Messungen vorgenommen werden können.

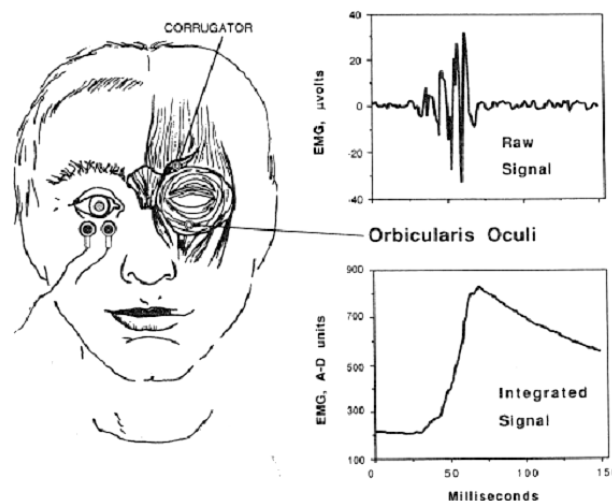


Abbildung 8: Links: Darstellung des M. orbicularis oculi und die richtige Position der Ableitelektroden. Rechts oben: Aktionspotential des M. orbicularis oculi, abgeleitet während eines Blinkreflexes, unten: dasselbe Signal integriert. Aus Lang et al., 1990.

2.4.2.2 Erfassen der Aktivierung mittels Hautleitfähigkeit

Nach Boucsein (1988) ist die häufigste Methode zur Erfassung physiologischer Korrelate psychischer Vorgänge die Registrierung der elektrodermalen Aktivität (EDA), deren Entdeckung sowohl dem Neurologen Féré (1888) als auch dem Physiologen Tarchanoff (1889) zugeschrieben wird. Die für die bioelektrischen Eigenschaften der Haut wichtigsten Strukturen stellen die ekkrinen Schweißdrüsen der palmaren und plantaren Hautflächen dar, die auf emotionale Reize ansprechen und deren Aktivität ausschließlich vom sympathischen Teil des autonomen Nervensystems gesteuert wird.

Von den verschiedenen Messmöglichkeiten der EDA hat sich die exosomatische Gleichspannungsmethode durchgesetzt, bei der in der Regel zwei Elektroden an den Fingerphalangen der nicht-dominanten Hand angebracht werden (siehe Abbildung 22) und eine konstante Spannung angelegt wird. Mittels dieser bipolaren Ableitung erfolgt die Messung der Hautleitfähigkeit (skin conductance) in der Einheit Siemens (S), wobei die Amplitude das gebräuchlichste Maß der reizbezogenen Veränderungen darstellt. Da elektrodermale Reaktionen eine relativ große Latenzzeit aufweisen, muss ein Latenzfenster definiert werden, in dem die Veränderung der Hautleitfähigkeit nach der Reizdarbietung beginnen muss. Als dafür angemessen gilt ein Zeitrahmen zwischen 1 und 3 Sekunden nach der Stimulation. Im Normalfall erhöht sich die Hautleitfähigkeit auf emotionale Reize hin und zwar sowohl auf angenehme, als auch auf unangenehme Stimuli (siehe Abbildung 9, Bradley et al., 1990). Dagegen besteht zwischen dem Aktivationsgehalt eines Bildes und der Hautleitfähigkeit ein enger, linearer Zusammenhang: je höher die Aktivierung, desto stärker ist die Hautleitfähigkeitsreaktion (siehe Abbildung 9, Bradley et al., 2001).

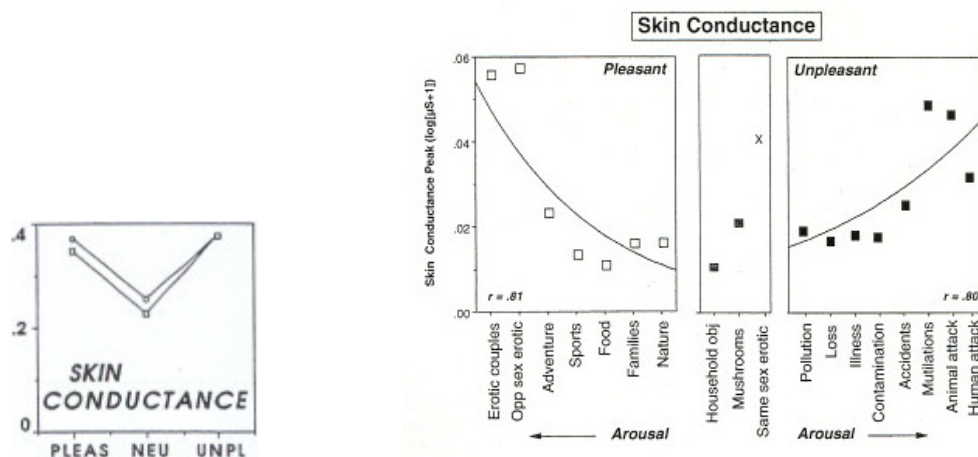


Abbildung 9: Links: Mittlere Hautleitfähigkeit beim Betrachten von angenehmen, neutralen und unangenehmen Bildern, aus lang et al., 1990. Rechts: Mittlere Hautleitfähigkeit in Abhängigkeit von der Aktivierung der betrachteten Bilder (links angenehme, rechts unangenehme), aus Bradley et al., 2001.

3. Fragestellung

Wie schon erwähnt, spielen Emotionen eine große Rolle in unserem Leben, jedoch gibt es bislang kaum Untersuchungen darüber, inwiefern der emotionale Zustand das menschliche Navigationsverhalten beeinflusst. Solch ein Einfluss müsste aber bei der Auswertung von Navigationsaufgaben berücksichtigt oder schon bei der Modellierung virtueller Räume vermieden werden.

Am Lehrstuhl für kognitive Neurowissenschaften, an dem auch die vorliegende Arbeit durchgeführt wurde, wurde bereits festgestellt, dass unterschiedliche virtuelle Umgebungen zu unterschiedlichen Navigationsleistungen führen können.

Ellis & Ashbrook (1988) gehen in ihrem Kapazitätsmodell davon aus, dass das menschliche Informationsverarbeitungssystem nur über ein begrenztes Ausmaß an Verarbeitungskapazität verfügt, welche auf verschiedene gleichzeitig ablaufende Prozesse aufgeteilt werden muss. Da sich manche Personen, v.a. negativ gestimmte, mit der eigenen Stimmung, ihrem Zustandekommen, ihren Konsequenzen sowie Möglichkeiten der Stimmungsbewältigung beschäftigen, kann es in negativer Stimmung zu einer Konkurrenz zwischen aufgaben- und stimmungsbezogenen Prozessen um die verfügbare Verarbeitungskapazität kommen. Wenn der Anteil der verfügbaren aufgabenbezogenen Kapazität in negativer Stimmung sinkt und aufgrund dessen für eine erfolgreiche Bearbeitung der Aufgaben nicht ausreicht, sind Leistungseinbußen zu erwarten. Dies tritt v.a. dann umso deutlicher auf, je schwieriger die Aufgabe gestellt wird und damit ein hohes Maß an Verarbeitungskapazität benötigt.

Gray et al. (2001) zeigten in ihrer Studie, dass unangenehme Emotionszustände zwar das verbale Arbeitsgedächtnis beeinträchtigen, gleichzeitig aber das räumliche Arbeitsgedächtnis verbessern. Bei angenehmen Emotionsbedingungen dagegen verhält sich der Sachverhalt genau umgekehrt.

Im Gegensatz dazu fand Serhat Saydam in seiner Diplomarbeit „Der Einfluss des emotionalen Gehalts bei der Navigation von Menschen in virtuellen Räumen“ einen signifikanten Unterschied, während einer unangenehm-aktivierenden Situation bessere Navigationsleistungen zu erzielen als in einer angenehm-beruhigenden. Um dies zu untersuchen, wurden die Versuchspersonen in den entsprechenden emotionalen Zustand versetzt, indem sie visuell (Seelandschaft bzw. Dobermann, siehe Abbildungen 17 und 18) und akustisch (Vogelgezwitscher bzw. Hundegeknurre) beeinflusst wurden. Danach hatten sie in einer virtuellen Version des Morris Water Maze eine Navigationsaufgabe in Form einer Zielführung zu bewältigen.

Ziel der vorliegenden Arbeit war es, S. Saydams Versuchsdesign unter optimierten Bedingungen erneut durchzuführen und seine Resultate gegebenenfalls zu bestätigen.

II Material und Methoden

1. Erzeugung und Darstellung der virtuellen Umgebung

Um die Navigationsleistung der Versuchspersonen zu messen, wurde in den Versuchen eine virtuelle Version des Morris Water Task (vgl. z.B. Morris (1984); siehe auch Abbildung 1) verwendet. Das dazu modellierte Wasserbecken hatte einen Radius von 10 m, sein Rand befand sich auf Bodenhöhe, die Wasseroberfläche lag 0,5 m tiefer. Am Beckenrand wurden in gleichmäßigem Abstand vier dreidimensionale Objekte (eine Couch, eine Gruppe von drei Stühlen, ein Fenster und eine Türe; siehe z.B. Abbildung 10) positioniert, die den Versuchspersonen als äußere Landmarken dienen sollten. Als Umgebung um das Wasserbecken wurden zum einen ein geschlossener, 2,50 m hoher, eckiger (siehe Abbildung 10) bzw. runder Raum (siehe Abbildung 12), zum anderen eine offene Grashügellandschaft unter freiem Himmel (siehe Abbildung 11) gewählt.



Abbildung 10: Übersichtsansicht der angenehmeruhigenden Umgebung von Versuch A. Die Raumdecke wurde aus Darstellungsgründen weggelassen.

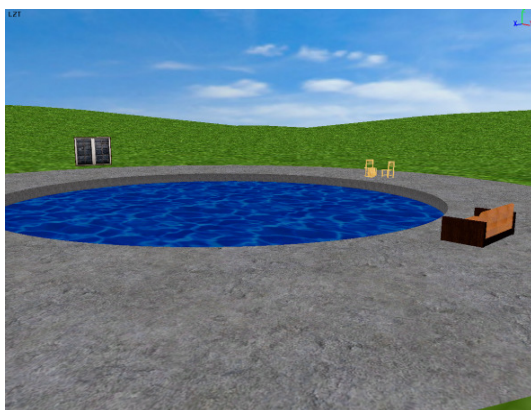


Abbildung 11: Übersichtsansicht der „outdoor“-Landschaft unter freiem Himmel von Versuch B.



Abbildung 12: Übersichtsansicht der „indoor“-Bedingung von Versuch B. Die Raumdecke wurde aus Darstellungsgründen weggelassen.

Dieses virtuelle Versuchsdesign wurde mit der Software MultiGen@Creator™ erstellt und durch den OpenGL Performer™ (SGI) dargestellt. Dazu wurden zwei Bilder aus unterschiedlichen Perspektiven mittels zweier Beamer auf eine große, gekrümmte Leinwand projiziert. Dabei musste darauf geachtet werden, dass die komplexe virtuelle Umgebung in Echtzeit getrennt für eine linke und eine rechte Projektionshälfte berechnet wurde, damit diese auf der Leinwand ein zusammenhängendes, unverzerrtes Bild ergaben.

Das gesamte Versuchsdesign lief auf einem Rechner mit einem 2,6 GHz Prozessor und Linux RedHat 9.0 als Betriebssystem. Bei der Graphikkarte handelte es sich um eine NVIDIA Quadro4 980XGL mit einer zweifachen Schnittstelle für beide Projektoren. Die räumliche Auflösung betrug 2048x768 Pixel, die Bildwiederholungsrate 60 Hz.

Die Projektionsleinwand, vor der die Versuchsperson mit einer Augenhöhe von ca. 1,20 m und einem Abstand von ca. 1,60 m saß, umfasste ein horizontales Gesichtsfeld von 150° und ein vertikales von 70° (siehe Abbildung 4). Ein extreme 3Dpro Joystick der Firma Logitech befähigte die Versuchsperson, durch die virtuelle Umgebung zu navigieren.



Abbildung 13: Simulierte Darstellung des Versuchsaufbaus, wobei nur auf eine Hälfte der Leinwand projiziert wird. $\beta_{\text{D}}=25^\circ$, $\beta_{\text{H}}=45^\circ$

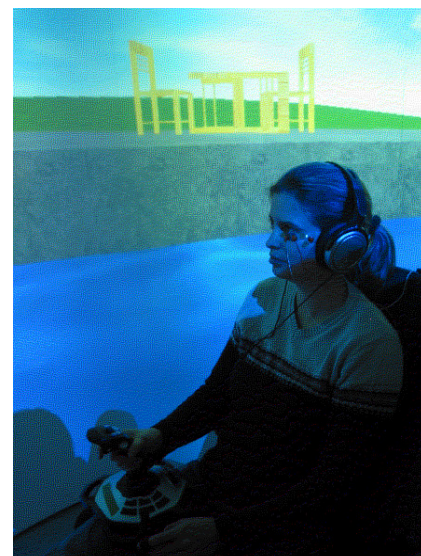


Abbildung 14: Versuchsperson während des Versuchs B. Auf der Leinwand im Hintergrund ist die Landmarke „Stühle“ der „outdoor“-Landschaft zu sehen.

2. Versuchspersonen

Da eine Vielzahl von Faktoren Einfluss auf das Navigationsverhalten haben, darunter auch solche wie Alter, Geschlecht und Bildungsstatus, wurde bei der Auswahl der Versuchspersonen darauf geachtet, zumindest diese Parameter gleichzuhalten. Aus Studien von Astur et al. (1998, 2004) geht hervor, dass die Navigationsleistung von Männern im Virtual Morris Water Task die der Frauen deutlich übertrifft.

Aus diesen Gründen wurden zu den Versuchen zunächst ausschließlich männliche Studenten im Alter von 21 bis 30 Jahren eingeladen. Da bei ihnen aber kein emotional bedingter signifikanter Unterschied in ihrer Navigationsleistung zu erkennen war, wurden zu den weiteren Versuchen auch Studentinnen derselben Altersspanne eingeladen, da Frauen evtl. stärker auf Emotionen reagieren. Ein weiterer Grund dafür war, dass einige der männlichen Versuchspersonen nach eigenen Angaben mit Computerspielen sehr vertraut waren, ihnen also solche virtuellen Umgebungen bekannt waren, was bei den weiblichen Probanden weniger der Fall war.

Um weiterhin abzusichern, dass die Navigationsleistung an sich unter den Versuchspersonen nicht allzu großen Schwankungen unterlag, sollten die Teilnehmer zunächst den sog. Perspective Taking Ability Test (Version 1.0) durchführen. Dieser PTA-Test wurde von MM Virtual Design LLC (Newark) konzipiert, um die Fähigkeiten zur räumlichen Orientierung und Navigation messen zu können. Er wird hauptsächlich bei der Personalauswahl von Berufen eingesetzt, die eine hohe Navigationsleistung erfordern, wie beispielsweise Piloten und Astronauten. Der zu testenden Person wird dabei ein zweidimensionales Feld mit verschiedenen Objekten gezeigt, innerhalb dessen sich eine Figur befindet, die in eine bestimmte Richtung schaut. Nach kurzer Zeit leuchtet eines dieser Objekte rot auf und die Testperson soll nun möglichst zügig die Richtung des blinkenden Objektes in Relation zur Blickrichtung der Figur setzen und diese in einem Fenster mit acht Pfeilen angeben (siehe Abbildung 15).

Der Test besteht aus insgesamt 58 solcher Aufgaben und dauert rund 10 Minuten. Am Ende wird ein Wert ausgegeben, der sich sowohl aus der Gradabweichung als auch aus der Reaktionszeit errechnet. Beträgt dieser 20 oder mehr, werden einem sehr gute Navigations- und Orientierungsfähigkeiten zugesprochen [MM Virtual Design LLC (Newark)].

In die späteren Analysen gingen die Versuchsergebnisse derjenigen Versuchspersonen ein, die in dem PTA-Test einen Wert von mindestens 19 erzielten.

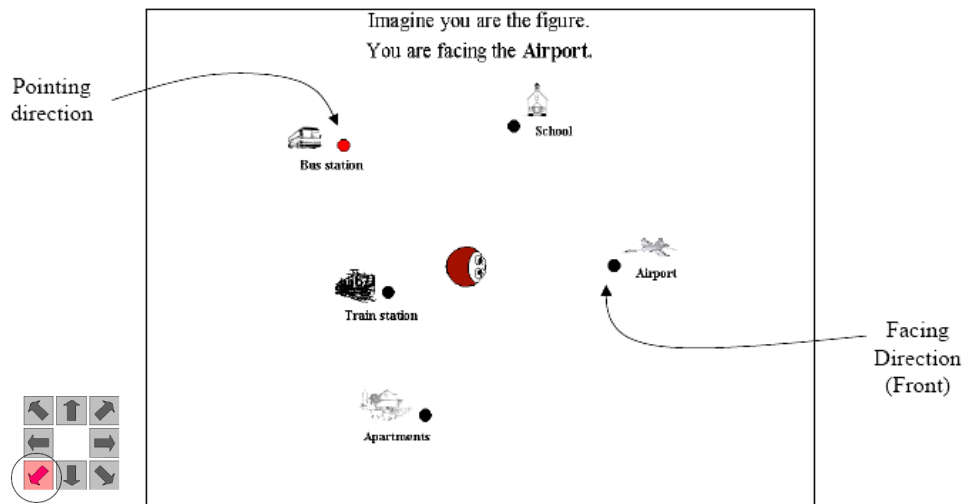


Abbildung 15: Darstellung einer Aufgabe des PTA-Tests.
 Links: Angabe der richtigen Lösung innerhalb des Pfeifensters in rot.

Insgesamt nahmen 49 Studenten an den verschiedenen Versuchen teil, zwei der Filmakademie Ludwigsburg, die restlichen studier(t)en an der Universität Tübingen. Die Verteilung der Versuchspersonen auf die einzelnen Versuche ist in Tabelle 1 aufgeführt, zur Bezeichnung der Versuche siehe Tabelle 2.

Tabelle 1: Überblick über die Versuchspersonen der einzelnen Versuche.

Versuch	Geschlecht	getestete VPen	analyisierte VPen	Altersspanne	Ø Alter
VA	♂	13	10	21-30	27
VB1	♀/♂	♀:7/♂:21	♀:5/♂:15	21-30	25,6
VB2	♀/♂	♀:4/♂:4	♀:3/♂:3	♀:25-29/♂:26-29	26,7

Die Versuchspersonen hatten jederzeit die Möglichkeit, den Versuch abubrechen, wovon insgesamt vier Personen wegen Schwindelgefühl Gebrauch machten.

Die Versuchsteilnahme wurde mit 8 € pro Stunde vergütet.

3. Versuchsbeschreibung

Um die Frage zu klären, ob die menschliche Navigationsleistung emotional beeinflussbar ist, wurden zwei Versuche (Versuch A und Versuch B, siehe Tabelle 2) unterschiedlichen Designs durchgeführt. Eine kurze Beschreibung sowie Anzahl und Geschlecht der Versuchspersonen ist der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Überblick über die verschiedenen Versuche und deren Reihenfolge über die Zeit hinweg mit jeweils kurzer Beschreibung und Angabe von Anzahl und Geschlecht der Versuchspersonen.

Versuche	Versuchspersonen	Beschreibung
A: „angenehm vs. unangenehm“	10 ♂	Wiederholung des Experiments von S. Saydam unter optimierten Bedingungen
B: “outdoor vs. indoor”		Vergleich der Navigationsleistung in zwei verschiedenen Umgebungen/Landschaften
B1: ohne Musik	15 ♂ 5 ♀	Ohne zusätzliche Beeinflussung
B2: mit Musik	3 ♂, 3 ♀	Mit musikalischer Beeinflussung

Zeit
↓

3.1 Versuch A – „angenehm vs. unangenehm“

In Anlehnung an die Diplomarbeit „Der Einfluss des emotionalen Gehalts bei der Navigation von Menschen in virtuellen Räumen“ von Serhat Saydam sollten unter Optimierung des Versuchsdesigns die damals erhobenen Ergebnisse reproduziert werden.

3.1.1 Navigationsaufgabe

Die Aufgabe dieses Versuches bestand darin, sich innerhalb des virtuellen Beckens eine Zielposition einzuprägen und zu dieser von einer bestimmten Startposition aus möglichst genau und zügig zu navigieren. Dazu befand sich die Versuchsperson zunächst an der Zielposition, an der sie beliebig lange durch Neigen des Joysticks rotieren und sich somit umschauchen konnte. Anhand der vier äußeren Landmarken (Couch, Stühle, Fenster und Türe) (siehe Abbildung 10) und des Abstandes zum Beckenrand konnte man sich die Zielposition merken und wurde nach Betätigung des Feuerknopfes an eine andere Stelle (= Startposition) des virtuellen Beckens „gebeamt“. Von dieser Startposition aus sollte die Versuchsperson nun zu ihrer ursprünglichen Zielposition zurückkehren. Da die initiale Blickrichtung bei der Startposition (siehe Tabelle 4) so gewählt wurde, dass die Versuchsperson aus dem Becken herausschaute, musste sie zunächst durch Neigen des Joysticks in die Richtung rotieren, in der sich ihrer Meinung nach die Zielposition befand.

Nach erneuter Betätigung des Feuerknopfes konnte sie sich jetzt zusätzlich nach vorne bewegen, und zwar umso schneller, je stärker der Joystick geneigt wurde. Eine Rückwärtsbewegung war nicht möglich. Glaubte die Versuchsperson, am Ziel angekommen zu sein, betätigte sie wiederum den Feuerknopf. Anschließend begann eine weitere solche Aufgabe, wozu sich die Versuchsperson wiederum an einer neuen, Zielposition befand, die sie sich einprägen sollte.

Insgesamt beinhaltete die Navigationsaufgabe zehn verschiedene Start- und Zielpositionen, so dass die Versuchspersonen jeweils zehn unterschiedliche Routen ablaufen mussten (siehe Tabelle 4).

3.1.2 Versuchsablauf

Tabelle 3: Übersicht über den zeitlichen Ablauf des Versuchs A.

Training / Entspannung	Versuchsblock 1	SAM	Entspannung	Versuchsblock 2	SAM	Fragebogen
5 min	10-15 min	1 min	5 min	10-15 min	1 min	3 min

Zeit →

Während einer kurzen Trainingssequenz in neutraler Umgebung und ohne emotionale Beeinflussung, in der sowohl unterschiedliche initiale Blickrichtungen sowie Start- und Zielplattformen randomisiert dargeboten wurden (siehe Tabelle 4), erschien nach Ausführung der oben beschriebenen Navigationsaufgabe an der exakten Position des Ziels eine zylindrische Plattform als Kontrolle. Somit erhielt die Versuchsperson eine visuelle Rückmeldung über ihre Navigationsleistung und es konnte zusätzlich sichergestellt werden, dass die Aufgabe richtig verstanden und folglich korrekt ausgeführt wurde. Fühlte sich die Versuchsperson sicher genug, die Aufgabe bewältigen zu können, folgte zunächst eine ca. fünfminütige Entspannungsphase, in der das Musikstück Contemption (Fresh Moods Remix) von Josh One bei 30% der maximalen Lautstärke von Winamp (Nullsoft, Inc.) vorgespielt wurde.

Der eigentliche Versuch bestand aus zwei Blöcken à zehn Durchgängen, pro Durchgang musste eine der zehn verschiedenen Routen abgelaufen werden (siehe Tabelle 4). Vor jedem Durchgang fand eine emotionale Beeinflussung (siehe 3.1.3) statt, woraufhin sich die Versuchsperson in dem virtuellen Becken auf ihrer Zielposition befand und mit der Navigationsaufgabe beginnen konnte. Pro Block blieb die emotionale Situation dieselbe, lediglich initiale Blickrichtung, sowie Koordinaten der Start- und Zielplattform änderten sich bei jedem Durchgang (siehe Abbildung 16 und Tabelle 4).

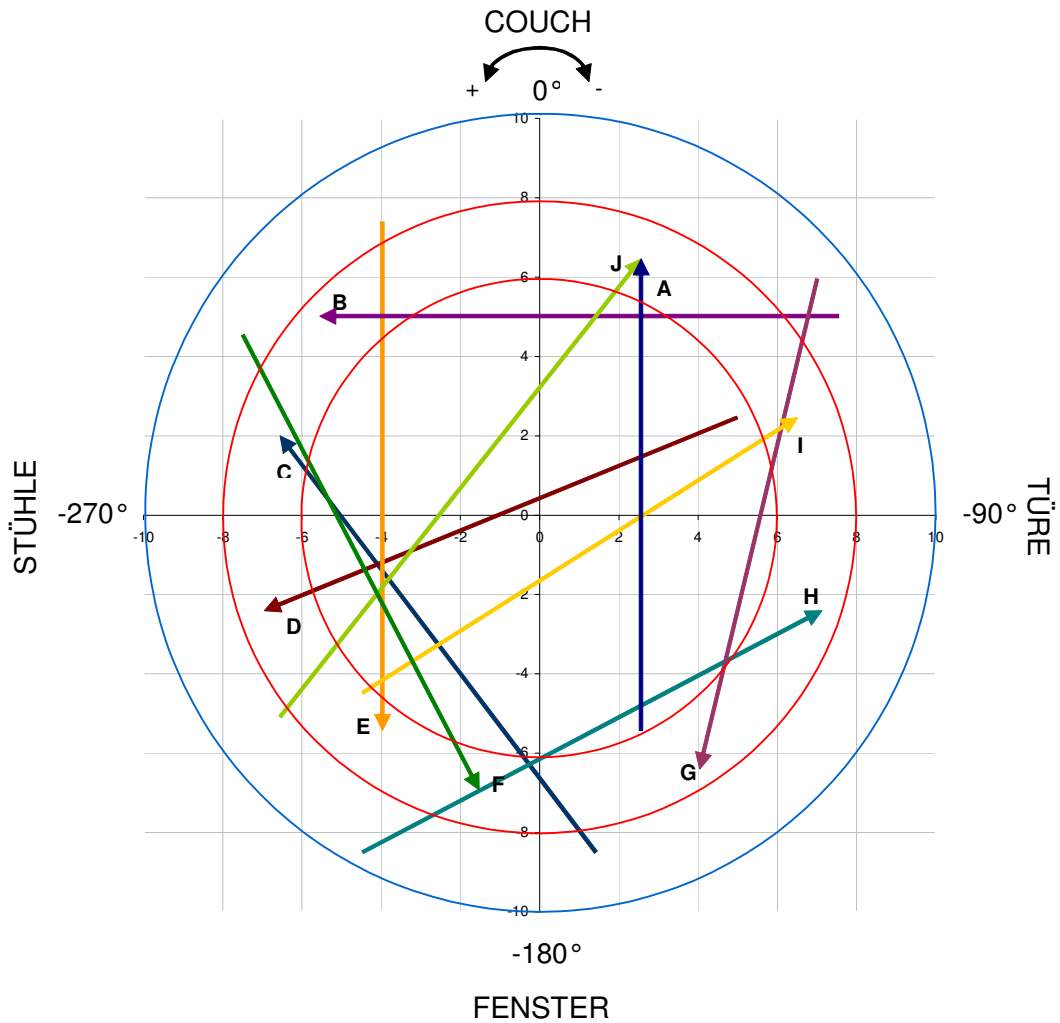


Abbildung 16: Überblick über die zehn verschiedenen Routen aus Versuch A. Alle Zielpositionen (Pfeilspitzen) liegen innerhalb des 2 m breiten roten Ringes. Der blaue Kreis stellt den Rand des Wasserbeckens dar. Die Zahlen am Rand geben den Blickwinkelgrad an, falls die Versuchsperson parallel zur jeweiligen Achse schaut. Eine Drehung der Versuchsperson im Uhrzeigersinn verringert, eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn vergrößert die Gradzahl.

Tabelle 4: Überblick über die verschiedenen Routen aus Versuch A mit Angabe der jeweiligen Start- und Zielposition sowie der initialen Blickrichtung.

Durchgang	Route	Startposition (x/y)	Zielposition (x/y)	Initiale Blickrichtung
1	A	(2,5/-5,5)	(2,5/ 6,5)	-135°
2	B	(7,5/ 5,0)	(-5,5/ 5,0)	-90°
3	C	(1,5/-8,5)	(-6,5/ 2,0)	-135°
4	D	(5,0/ 2,5)	(-7,0/-2,5)	-45°
5	E	(-4,0/ 7,5)	(-4,0/-5,5)	0°
6	F	(-7,5/ 4,5)	(-1,5/-7,0)	-225°
7	G	(7,0/ 6,0)	(4,0/-6,5)	-45°
8	H	(-4,5/-8,5)	(7,0/ 2,5)	-225°
9	I	(-4,5/-4,5)	(6,5/ 2,5)	-225°
10	J	(-6,5/-5,0)	(2,5/ 6,5)	-135°

Die obige Reihenfolge blieb bei jeder Versuchsperson in beiden Situationsblöcken gleich („With-in Subject Design“). Zwischen den Blöcken fand wiederum eine ca. fünfminütige Ruhephase statt, ebenfalls untermalt von Josh One's Contemtion bei 30%iger Lautstärke. Um auszuschließen, dass die Reihenfolge der Darbietung beider Situationen einen Einfluss auf das Ergebnis hat, wurde eine Hälfte der Versuchspersonen (→ Versuchspersonen I bzw. Gruppe I) nach der ersten Entspannungsphase zunächst in den angenehm-beruhigenden und nach der zweiten in den unangenehm-aufregenden Emotionszustand versetzt. Bei der anderen Hälfte der Versuchspersonen (→ Versuchspersonen II bzw. Gruppe II) wurden die beiden Blöcke in umgekehrter Reihenfolge präsentiert.

Am Ende des Versuches wurden die Versuchspersonen noch gebeten, einen Fragebogen (siehe Anhang D) auszufüllen, um Informationen u.a. über ihre Erfahrungen mit Computern, Computerspielen und Umgang mit dem Joystick, sowie darüber, wie motiviert sie bei dem Versuch waren, zu erhalten und somit evtl. Rückschlüsse auf ihre Leistung ziehen zu können.

3.1.3 Beeinflussung und Erfassen des emotionalen Zustands

Die Versuchsperson sollte vor jedem Durchgang emotional beeinflusst werden, indem ihr 10 Sekunden lang ein Bild mit akustischer Untermalung dargeboten wurde. Im Falle der induzierten angenehmen-beruhigenden Situation war dies eine Seelandschaft (IAPS-Nr. 7560; siehe Abbildung 18, \emptyset Valenz: 8,05, \emptyset Aktivierung: 4,78) begleitet von Vogelgezwitscher (IADS-Nr. 151, \emptyset Valenz: 7,35, \emptyset Aktivierung: 5,27) während es sich bei der unangenehm-aufregenden Beeinflussung um einen knurrenden Dobermann (IAPS-Nr.1525; siehe Abbildung 17, \emptyset Valenz: 3,09, \emptyset Aktivierung: 1,49 mit IADS-Nr. 106, \emptyset Valenz 2,73, \emptyset Aktivierung: 0,23) handelte.



Abbildung 17: Seelandschaft von Versuch A.



Abbildung 18: Dobermann von Versuch A.

Das Hundegeknurre wurde im Gegensatz zu Serhat Saydams Versuchsdesign nicht durchgehend, sondern ausschließlich während der bildlichen Darbietung, also der visuellen emotionalen Stimulation, abgespielt. Um den gewünschten Effekt der beiden emotionalen Beeinflussungen zu verstärken wurde das Vogelgezwitscher bei einer angenehmen 30%igen Lautstärke, das Hundegeknurre dagegen bei maximaler Lautstärke des Winamp (Nullsoft, Inc.) abgespielt. Darüber hinaus wurde die Seelandschaft auf weißem, der Dobermann dagegen auf schwarzem Hintergrund projiziert. Nachdem die Versuchsperson diese emotionale Beeinflussung auf sich hat wirken lassen, begann unmittelbar die Navigationsaufgabe, wozu sich die Versuchsperson nun in dem virtuellen Becken befand. Auch hier wurde der gewünschte emotionale Zustand verstärkt, indem der virtuelle Raum je nach Situation anders modelliert war. Im Falle der angenehm-beruhigenden Situation handelte es sich um einen freundlichen, hellen Raum mit blauem Wasser, wobei sämtliche Farben und Texturen erhöhte Intensität und Sättigung aufwiesen. In der unangenehm-aufregenden Bedingung wurde das blaue Wasser durch braunen Schlamm ersetzt, die übrigen Farben und Texturen wurden beibehalten, allerdings in ihrer Helligkeit und Sättigung weit möglichst reduziert.

Am Ende jedes Blockes fand eine Abfrage des emotionalen Befindens mittels der sog. Self-Assessment-Manikins statt (siehe Abbildung 6). Dazu wurde eine Reihe von fünf bezifferten dieser Manikins auf die Leinwand projiziert, woraufhin die Versuchsperson die Zahl desjenigen Manikins nennen sollte, welches ihrem momentanen Befinden am ehesten entsprach.

3.2 Versuch B – “outdoor vs. indoor”

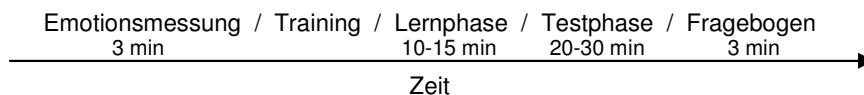
Da die Ergebnisse von Versuch A keine Tendenz eines emotional bedingten Leistungsunterschieds erkennen ließen, ging man mit dieser neuen experimentellen Anordnung zu der Fragestellung über, ob allein unterschiedliche Umgebungen/Landschaften die Navigation beeinflussen und dadurch zu Leistungsunterschieden führen können.

3.2.1 Navigationsaufgabe

Die Navigationsaufgabe war dieselbe wie in Versuch A, mit dem Unterschied, dass nun auch eine Rückwärtsbewegung mit dem Joystick ermöglicht wurde, so dass die Versuchspersonen eine größere Korrekturmöglichkeit erhielten und somit genauer zum Ziel navigieren konnten.

3.2.2 Versuchsablauf

Tabelle 5: Übersicht über den zeitlichen Ablauf des Versuchs B.



Nach der Erfassung des emotionalen Zustands (siehe 3.2.3) erfolgte zunächst wieder eine kurze Trainingssequenz in neutraler Umgebung wie in Versuch A. Direkt anschließend hatte die Versuchsperson eine Lernphase von zehn Durchgängen zu bewältigen, im Zuge derer sie der Reihe nach alle zehn verschiedenen Navigationsrouten kennen lernte. Somit sollte der Fall eines Lerneffektes, wie er im Versuch A auftrat, weitgehend ausgeschlossen werden können.

Die Koordinaten der Start- und Zielpositionen wurden im Vergleich zu Versuch A dahingehend geändert, dass Start und Ziel ungefähr 13 Meter voneinander entfernt und die Zielpositionen innerhalb eines zwei Meter vom Beckenrand befindlichen, zwei Meter breiten Ringes lagen (siehe Abbildung 19). Somit sollte der Schwierigkeitsgrad für das Erreichen der Zielposition für alle Ziele gleich sein. Zudem bestand aufgrund der konstanten Weglänge zusätzlich die Möglichkeit, alle Strecken hinsichtlich der benötigten Zeit miteinander zu vergleichen, womit sich emotionale Effekte besser unterscheiden lassen könnten.

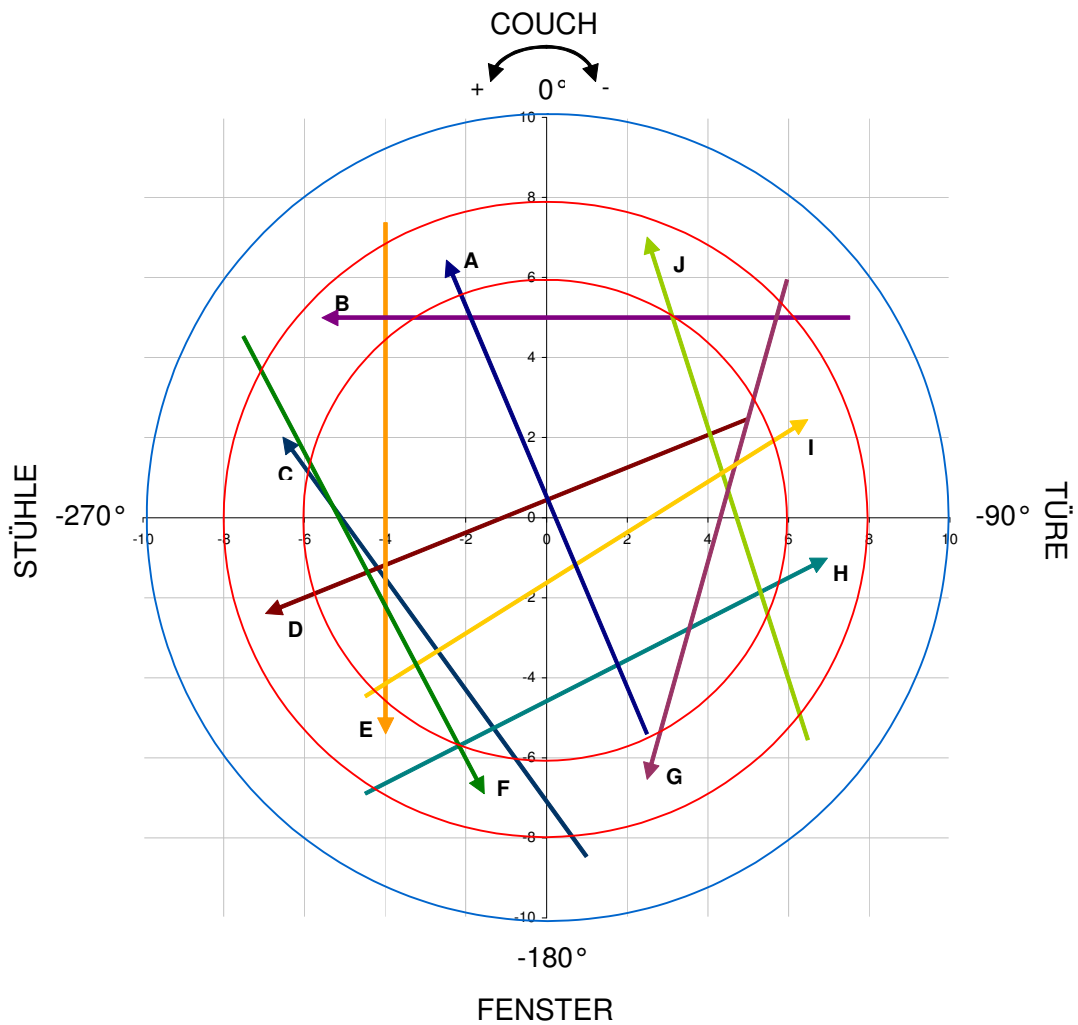


Abbildung 19: Überblick über die zehn verschiedenen Routen aus Versuch B. Alle Zielpositionen (Pfeilspitzen) liegen innerhalb des 2 m breiten roten Ringes. Der blaue Kreis stellt den Rand des Wasserbeckens dar. Die Zahlen am Rand geben den Blickwinkelgrad an, falls die Versuchsperson parallel zur jeweiligen Achse schaut. Eine Drehung der Versuchsperson im Uhrzeigersinn verringert, eine Drehung gegen den Uhrzeigersinn vergrößert die Gradzahl.

Tabelle 6: Überblick über die verschiedenen Routen aus Versuch B mit Angabe der jeweiligen Start- und Zielposition sowie der initialen Blickrichtung.

Durchgang	Route	Startposition (x/v)	Zielposition (x/v)	Initiale Blickrichtung
1	A	(2,5/-5,5)	(-2,5/ 6,5)	-135°
2	B	(7,5/ 5,0)	(-5,5/ 5,0)	-90°
3	C	(1,0/-8,5)	(-6,5/ 2,0)	-135°
4	D	(5,0/ 2,5)	(-7,0/-2,5)	-45°
5	E	(-4,0/ 7,5)	(-4,0/-5,5)	0°
6	F	(-7,5/ 4,5)	(-1,5/-7,0)	-315°
7	G	(6,0/ 6,0)	(2,5/-6,5)	-45°
8	H	(-4,5/-7,0)	(7,0/-1,0)	-225°
9	I	(-4,5/-4,5)	(6,5/ 2,5)	-225°
10	J	(6,5/-5,5)	(2,5/ 7,0)	-135°

Der eigentliche Versuchsteil bestand wiederum aus insgesamt 20 Navigationen, jeweils zehn pro unterschiedlicher Situation mit wechselnden Start-, Zielpositionen und Blickrichtungen (siehe Tabelle 6). Um zu verhindern, dass die Versuchsperson zu sehr habituiert und somit die emotionale Beeinflussung nachlässt, wurden die beiden Bedingungen diesmal jedoch nicht Blockweise, sondern randomisiert dargeboten, wobei diese spezielle Reihenfolge (siehe Tabelle 7) für alle Versuchspersonen dieselbe blieb.

Tabelle 7: Überblick über die Reihenfolge der verschiedenen Routen und der beiden Bedingungen „outdoor“ (out) und „indoor“ (in)

Durchgang	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Route	C	G	A	H	J	I	F	D	B	E	F	D	B	E	I	J	H	A	G	C
Bedingung	out	in	in	out	out	out	in	out	in	in	out	in	out	out	in	in	in	out	out	in

3.2.3 Beeinflussung und Erfassen des emotionalen Zustands

3.2.3.1 Versuch B1 - Ohne Musik

In diesem Versuch wurde nicht mehr vor jeder Navigationsaufgabe visuell und akustisch stimuliert, sondern die emotionale Beeinflussung beschränkte sich lediglich auf zwei unterschiedliche virtuelle Umgebungen/Landschaften: Für die angenehm-beruhigende Situation wurde ein offener, weiter Raum gewählt, wobei sich das runde Becken innerhalb einer offenen Grashügellandschaft unter freiem Himmel befand (= „outdoor“, siehe Abbildung 11). Der Raum für die unangenehm-aufregende Situation wurde aus Versuch A übernommen (= „indoor“, siehe Abbildung 10), wobei dieser eckige in einen runden Raum umgewandelt wurde (siehe Abbildung 12), um den Informationsgehalt beider Umgebungen anzugleichen.

Die Messung der Emotionen fand hier nicht am Ende, sondern zu Beginn des Experimentes statt. Dazu wurden der Versuchsperson die zwei verschiedenen Bedingungen („outdoor“ und indoor“) präsentiert, in denen sie sich daraufhin jeweils 20 Sekunden umschaun konnte, bevor sie wie in Versuch A mit Hilfe der Self-Assessment-Manikins (siehe Abbildung 6) ihr momentanes Befinden angab. Zusätzlich wurden während der Raumpräsentation biometrische Daten mit Biopac Student Lab (BSL) (siehe Abbildung 20) aufgezeichnet.

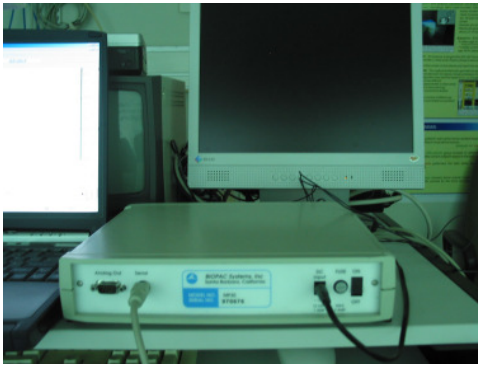


Abbildung 20: Das Biopac Student Lab Datenmessgerät MP30 zur Aufzeichnung biometrischer Daten.



Abbildung 21: Utensilien zur physiologischen Emotionsmessung: GSR-Transducer, Elektroden, Kleberinge und Elektrodengel.

Das BIOPAC Student Lab ist ein System, mit dem verschiedene physiologische Parameter, wie beispielsweise Muskelaktivität, Augenbewegungen, Atmung, elektrodermale Aktivität u.v.m. registriert werden können. Dieses Gerät wurde uns freundlicherweise von Dr. Braun vom Institut für medizinische Psychologie der Universität Tübingen unter Leitung von Prof. Niels Birbaumer zur Verfügung gestellt. Es umfasst neben den Hardwarekomponenten, bestehend aus dem Datenmessgerät MP30, Verbindungskabel, Messfühler, Elektrodenkabel mit Elektroden (siehe Abbildung 20/Abbildung 21) und Kopfhörer, auch die entsprechende im Lieferumfang enthaltene Software, die für die Betriebssysteme Microsoft Windows® 95/98/NT 4.0 oder 2000 und Macintosh® ausgelegt ist. Diese Standard-Software liest die im Messgerät ankommenden elektrischen Signale aus und wandelt sie in Datenkurven um, die auf dem Monitor wiedergegeben werden und gespeichert werden können. Das System lässt sich mit der optional erhältlichen PRO-Software weiter ausbauen, wodurch zusätzlich z.B. Analysefunktionen oder Bestimmung und Berechnung von Strecken, Punkten und Maxima möglich werden, was für die spätere Datenauswertung hilfreich war.

Das Biopac Student Lab wurde in Versuch B dazu verwendet, die Hautleitfähigkeit aufzuzeichnen und das durch den Schreckreflex bedingte EMG des Musculus orbicularis oculi abzuleiten. Dazu wurden zum einen zwei GSR Transducer an den Fingerkuppen von Zeige- und Mittelfinger derjenigen Hand befestigt, welche den Joystick nicht betätigte (siehe Abbildung 22). Zum anderen wurden mit Hilfe doppelseitiger Kleberinge (siehe Abbildung 21) zwei Elektroden unterhalb des Auges in einem Abstand von ungefähr einem Zentimeter und eine Erdelektrode neben dem Auge angebracht (siehe Abbildung 23). Um den nötigen Kontakt zu gewährleisten, wurden alle Elektroden zuvor mit Spectra 360 Electrode Gel gefüllt, wobei darauf geachtet werden musste, dass keine Hohlräume durch Luftblasen entstehen, die zu einer Verfälschung der Messergebnisse führen könnten.

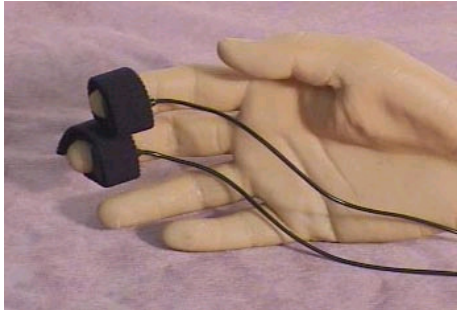


Abbildung 22: Simulierte Darstellung der richtigen Anbringung der GSR Transducer an den Fingerkuppen.

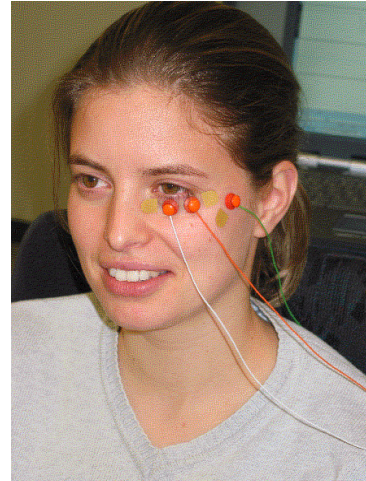


Abbildung 23: Demonstration der Positionierung der Elektroden an einer Versuchsperson. Rot und weiß: Ableitelektroden, grün: Erdelektrode.

Am Ende des Versuchs wurde die Versuchsperson zusätzlich mittels eines Fragebogens (siehe Anhang D) direkt nach der Wirkung der beiden Räume befragt.

Nachdem sich nach zehn analysierten männlichen Teilnehmern kein signifikanter Leistungsunterschied zwischen den beiden virtuellen Räumen abzeichnete, wurde derselbe Versuch nochmals mit weiblichen Versuchspersonen durchgeführt, von denen letztendlich fünf in die Auswertung aufgenommen wurden.

Dabei bestand der einzige Unterschied darin, dass bei der Emotionsermittlung mittels der Self-Assessment Manikins nicht allgemein nach dem momentanen Befinden, sondern direkt nach der Wirkung des Raumes gefragt wurde.

3.2.3.2 Versuch B2 - Mit Musik

Da sich auch bei den weiblichen Versuchspersonen kein signifikanter Leistungsunterschied zwischen den beiden virtuellen Räumen feststellen ließ, wurde der Versuchsaufbau geändert, indem versucht wurde, durch Musikeinwirkung die emotionale Beeinflussung zu verstärken.

Die emotionale Beeinflussung wurde im Vergleich zu Versuch B1 verändert, indem während der Navigationsaufgabe je nach Bedingung ein entsprechendes Musikstück mittels Winamp (Nullsoft, Inc.) über die Kopfhörer abgespielt wurde, welches die jeweilige gewünschte Emotion verstärken sollte. Bei der angenehm-beruhigenden Situation handelte es sich dabei um einen Ausschnitt des Titels „Theme“ aus dem Soundtrack von Forest Gump, bei der unangenehm-aufregenden wurde ein Teil des Stückes „Digital Bark“ von der Internetseite <http://incompetech.com/m/c/royalty-free/horror.html> abgespielt. Die Musikstücke wurden so gewählt, dass sie möglichst nur als Hintergrundmusik wahrgenommen werden und somit nicht ablenkend bzw. störend wirken. Aus diesem Grund wurden sie auch ziemlich leise mit einer von nur 5% bzw. 7% der maximal möglichen Lautstärke abgespielt.

Der emotionale Zustand wurde wie in Versuch B1 gemessen mit dem einzigen Unterschied, dass bei der Abfrage mittels der Self-Assessment Manikins nicht allein nach der Wirkung des Raumes sondern auch nach der Gesamtwirkung von Raum und Musik gefragt wurde.

Da durch das Abspielen der Musik der Ausschlag des akustischen Stimuli für die Schreckreaktion überlagert wird, wurde die Musik jeweils nur etwa während der ersten zehn Sekunden der Raumdarbietung abgespielt, in der restlichen Zeit erfolgte die Schreckreflexmessung.

Abschließend wurden die Versuchspersonen ebenfalls gebeten, anhand eines Fragebogens (siehe Anhang D) die Wirkung von Raum und Musik anzugeben.

4. Auswertung

Um die Navigationsleistung der Versuchspersonen in den verschiedenen emotionalen Situationen miteinander vergleichen zu können, wurden verschiedene Parameter einbezogen. Man unterscheidet dabei zwischen abhängigen und unabhängigen Variablen. Zu den unabhängigen Variablen gehören beispielsweise:

- die Positionen der verschiedenen Zielpositionen
- die Versuchspersonen selbst
- der emotionale Zustand

Da aus mehreren Studien (z.B. Weiß, 2005) bekannt ist, dass Positionen umso genauer gefunden werden je näher sie sich am Beckenrand befinden, wurden die Zielpositionen alle in etwa gleicher Entfernung vom Rand platziert. So konnte dieser Effekt weitgehend ausgeschlossen werden und musste nicht weiter betrachtet werden (siehe dazu auch Abbildung 68). Ein Vergleich der Versuchspersonen untereinander wurde nicht durchgeführt, vielmehr lag der Fokus dieser Arbeit auf dem Vergleich der Navigationsleistung innerhalb einer Versuchsperson bei verschiedener emotionaler Beeinflussung. Dazu wurde im Folgenden untersucht, ob der emotionale Zustand als unabhängige Variable einen Einfluss auf folgende abhängigen Variablen hat:

- Positionsfehler (Offset)
- Initialer Richtungsfehler (Heading-Error)
- Zeit
- Emotionskomponenten

Unter dem Positionsfehler versteht man den euklidischen Abstand zwischen tatsächlicher und von der Versuchsperson angezeigter Zielposition. Der initiale Richtungsfehler gibt den Winkel zwischen der Zielposition, der Startposition und der von der Versuchsperson angezeigten Zielposition an. Als zeitliche Variable wurden sowohl Rotationszeit, d.h. wie lange man sich gedreht hat, um die Zielrichtung anzugeben, als auch die Translationszeit, d.h. wie lange man gebraucht hat, das Ziel zu erreichen, gemessen. Die Rotationszeit wurde nicht explizit betrachtet, da aufgrund unterschiedlicher Drehrichtungen seitens der Versuchspersonen ein Vergleich nicht sinnvoll war. Somit wurde lediglich die Translationszeit analysiert und in der Auswertung berücksichtigt.

Unter den Emotionskomponenten wurden die subjektive und die physiologische gemessen. Die subjektive Emotionskomponente wurde dabei mit Hilfe der Self-Assessment Manikins und in Versuch B zusätzlich durch einen Fragebogen ermittelt. Hinsichtlich der Emotionsdimension Valenz wurde auf einer Skala von 1 bis 9 eine angenehme Situation durch eine niedrige Zahl, eine unangenehme durch eine hohe Zahl ausgedrückt. Bei der Aktivierung entsprach bei gleicher Skalierung eine niedrige Zahl einem aufregenden, eine hohe Zahl einem beruhigenden Zustand.

In Versuch B wurden zusätzlich als messbare physiologische Parameter der Schreckreflex und die Hautleitfähigkeit betrachtet, welche zwar keine Auskunft über die Navigationsleistung geben, aber von der unabhängigen Variablen Emotion beeinflusst werden und somit aufzeigen könnten, ob eine emotionale Beeinflussung stattgefunden hat.

Die Latenzzeit des Schreckreflexes wurden aus den mit Biopac Student Lab aufgezeichneten Daten manuell ermittelt. Dazu wurde zunächst die Zeitskala auf 0,5 seconds/div auseinandergezogen und die Zeit zwischen akustischem Stimulus und Anstieg des integrierten EMGs bestimmt (vgl. Anhang C).

Zur Messung der reizbedingten Veränderung der Hautleitfähigkeit wurde zunächst aus den mit Biopac Student Lab aufgezeichneten Daten die Baseline ermittelt, indem aus allen Werten bis zu 1 sec vor Reizdarbietung der Mittelwert gebildet wurde. Dieser wurde dann von dem maximalen Wert abgezogen, der in dem Latenzfenster zwischen 1 und 3 sec nach der Reizdarbietung auftrat (vgl. Anhang C).

Für jeden Parameter wurden pro Versuchsperson die Mittelwerte beider emotionaler Bedingungen graphisch dargestellt (siehe III Ergebnisse). Die gleiche Farbe steht dabei für dieselbe Versuchsperson, wobei der schraffierte Balken jeweils das Ergebnis der unangenehm-aufregenden Situation aufzeigt. Nach oben wurde jeweils der Standardfehler (= SEM, definiert als Quotient aus der Standardabweichung und der Wurzel des Stichprobenumfangs), nach unten die Standardabweichung (= SD) aufgetragen. Pro Versuch wurden die Werte aller Versuchspersonengruppen in einem gemeinsamen Diagramm dargestellt.

Weiterhin wurde bei der statistischen Auswertung für alle Parameter der Student's t-Test durchgeführt. Dieser parametrische Hypothesentest vergleicht Mittelwerte miteinander, die als signifikant unterschiedlich gelten, wenn sich ein p-Wert kleiner als 0,05 ergibt, was mit einem Stern (*) gekennzeichnet wird. Ein p-Wert kleiner als 0,01 wird durch zwei Sterne (**), ein p-Wert kleiner als 0,001 durch drei Sterne (***) ausgedrückt.

Um festzustellen, ob ein Zusammenhang zwischen der Leistung und der dazu benötigten Zeit besteht, wurden die Parameter Positionsfehler und initialer Richtungsfehler jeweils gegen die Translations- bzw. Rotationszeit aufgetragen und eine Korrelationsanalyse durchgeführt. Dabei unterscheidet man zwischen positiver und negativer Korrelation. Als dimensionsloses Maß für den Grad dieses linearen Zusammenhangs verwendet man den sog. Korrelationskoeffizienten r , der lediglich Werte zwischen -1 und $+1$ annehmen kann. Bei $+1$ spricht man von einem vollständig positiven linearen Zusammenhang, bei -1 von einem vollständig negativen. Dagegen besteht überhaupt kein linearer Zusammenhang, falls der

Korrelationskoeffizient 0 beträgt. Quadriert man den Korrelationskoeffizienten, erhält man das sog. Bestimmtheitsmaß r^2 , das eine erste Näherung angibt, wie viel Prozent der Varianz durch die untersuchte Beziehung erklärt wird. In den Diagrammen wurde dieses Maß zusammen mit der Gleichung der Regressionsgeraden angegeben.

Genauso wurde untersucht, ob ein Zusammenhang zwischen der Emotionsbewertung und der Leistung besteht. Dazu wurde jeweils pro Versuchsperson je Emotionsdimension (Valenz bzw. Aktivierung) ein Punkt im Koordinatensystem ermittelt. Die x-Koordinate dieses Punktes erhielt man, indem man jeweils das Ergebnis aus der Bewertung „outdoor“ von dem Ergebnis „indoor“ abzog. Für die y-Koordinate wurde der jeweilige Parameter (Positionsfehler, initialer Richtungsfehler bzw. Zeit) über die zehn verschiedenen Routen gemittelt und aus den Ergebnissen die Differenz zwischen der Bedingung „indoor“ und „outdoor“ gebildet.

Ein Zusammenhang zwischen der Emotionsbewertung und der Leistung besteht genau dann, wenn die so ermittelten Punkte überwiegend innerhalb eines Quadranten des Koordinatensystems liegen.

III Ergebnisse

Zur Erklärung der graphischen Darstellungen siehe Kapitel 4 in II Material und Methoden.

1. Versuch A

1.1 Positionsfehler

Der Positionsfehler aller Versuchspersonen I (Gruppe I) mit der angenehm-beruhigenden Situation als ersten Versuchsblock, betrug in dieser Situation $1,65 \text{ m} \pm 1,15 \text{ m}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$), im zweiten Versuchsblock (unangenehm-aufregend) $1,07 \text{ m} \pm 0,76 \text{ m}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$). Bei den Versuchspersonen II (Gruppe II) mit der unangenehm-aufregenden Bedingung als ersten Versuchsblock, kam man auf einen Positionsfehler von $2,47 \text{ m} \pm 2,06 \text{ m}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$) in der angenehm-beruhigenden Situation (= zweiter Versuchsblock) und von $1,94 \text{ m} \pm 1,50 \text{ m}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$) in der unangenehm-aufregenden (siehe Abbildung 24). Diese Gruppe zeigte demnach schlechtere Navigationsleistungen.

Die unterschiedliche emotionale Beeinflussung führte bei den Versuchspersonen I zu einem signifikanten Unterschied im Positionsfehler ($t(94) = 2.94, p < 0.01$), der bei den angenehm-beruhigenden Bedingungen stets größer war. Bei den Versuchspersonen II dagegen war diese Signifikanz nicht gegeben ($t(98) = 1.48, p = 0.14$). Jedoch ließ sich auch bei dieser Gruppe die Tendenz erkennen, jeweils im zweiten Versuchsblock (vgl. dazu Abbildung 25) bessere Leistungen erzielt zu haben.

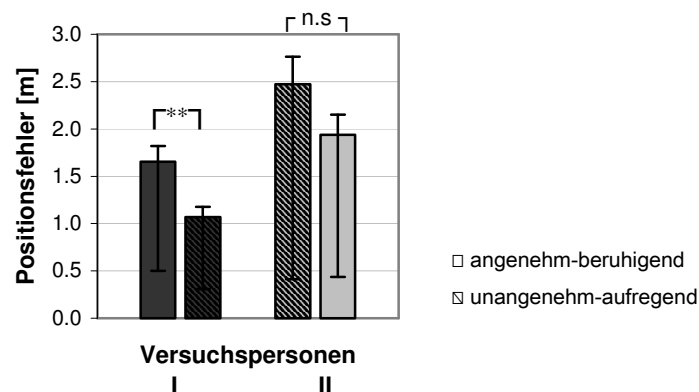


Abbildung 24: Positionsfehler gemittelt über alle Routen und Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

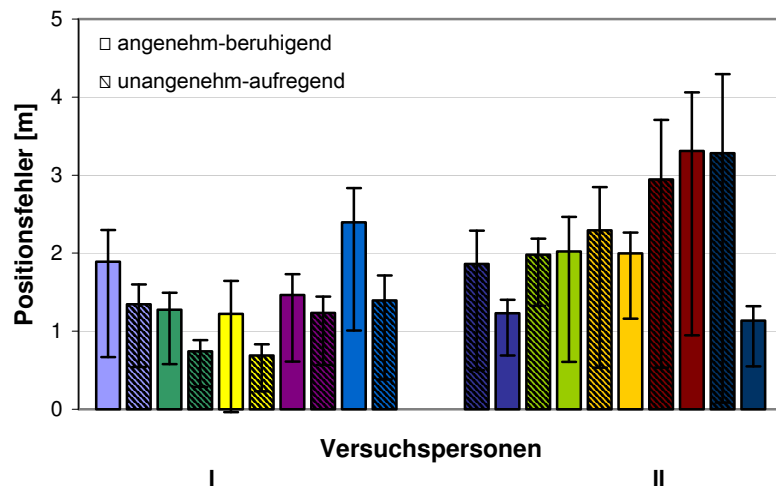


Abbildung 25: Positionsfehler gemittelt über alle Routen für jede einzelne Versuchsperson in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung (gleiche Farbe = gleiche Versuchsperson).

Die Verteilung der Zielpositionen innerhalb des Beckens und die Navigationsleistung der Versuchspersonen beider Gruppen ist in Abbildung 26 zu sehen. Da sich die Ziele A und J an derselben Position befanden, sind nur neun verschiedene Ziele zu erkennen.

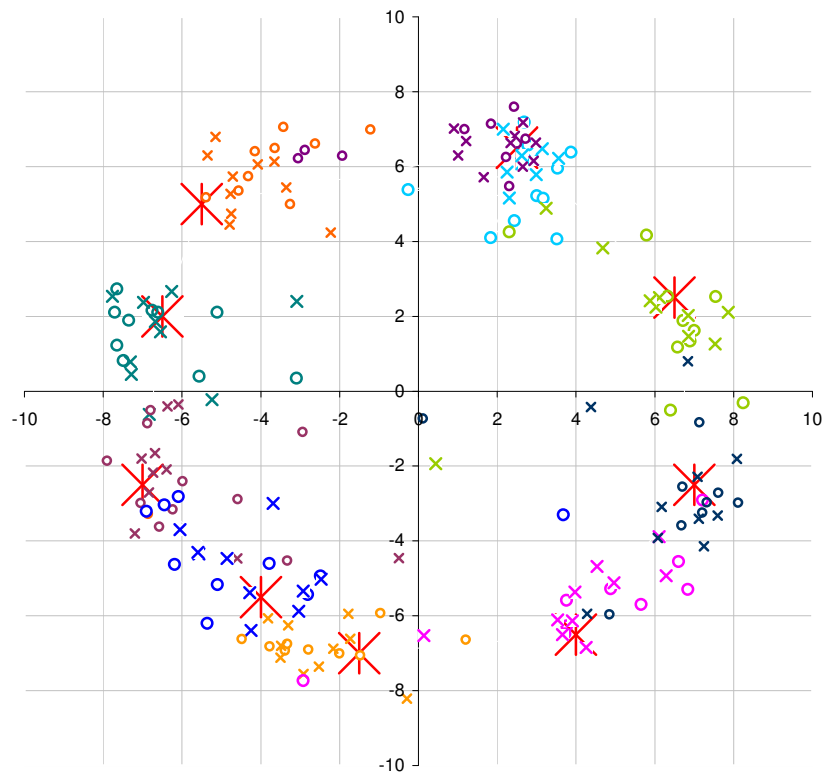


Abbildung 26: Verteilung der angegebenen Zielpositionen aller Versuchspersonen in Abhängigkeit vom emotionalen Zustand und den Zielen.
 (* = Ziele, gleiche Farbe = gleicher Durchgang, o = angenehm-beruhigend, x = unangenehm-aufregend)

1.2 Initialer Richtungsfehler

Der initiale Richtungsfehler betrug bei Gruppe I in der angenehm-beruhigenden Bedingung $7,22^\circ \pm 6,23^\circ$ ($\bar{x} \pm SD$) und in der unangenehm-aufregenden $7,14^\circ \pm 8,49^\circ$ ($\bar{x} \pm SD$). Auch bei diesem Parameter erzielten die Versuchspersonen II schlechtere Ergebnisse: angenehm-beruhigend $14,88^\circ \pm 12,71^\circ$ ($\bar{x} \pm SD$), unangenehm-aufregenden $11,75^\circ \pm 10,96^\circ$ ($\bar{x} \pm SD$) (siehe Abbildung 27).

Sowohl bei den Versuchspersonen der Gruppe I ($t(90) = 0.06$, $p = 0.96$) als auch bei denen der Gruppe II ($t(96) = 1.31$, $p = 0.19$) hatte der emotionale Zustand keinen signifikanten Einfluss auf den initialen Richtungsfehler. Bei Gruppe II ist allerdings auffällig, dass der durchschnittliche Fehler bei jeder Route in der angenehm-beruhigenden Situation stets geringer war (siehe Abbildung 28). Diese Tendenz wird bei den Versuchspersonen I nicht deutlich.

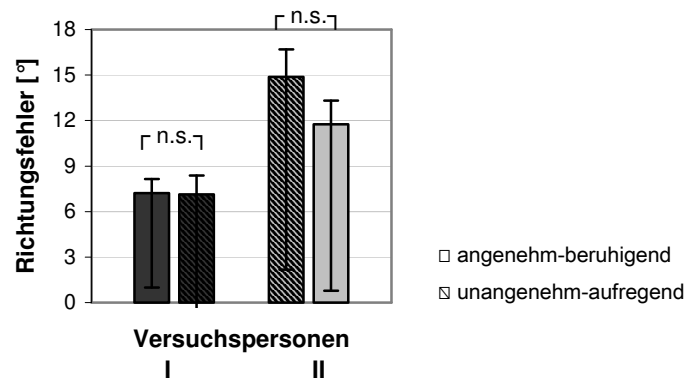


Abbildung 27: Initialer Richtungsfehler gemittelt über alle Routen und Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

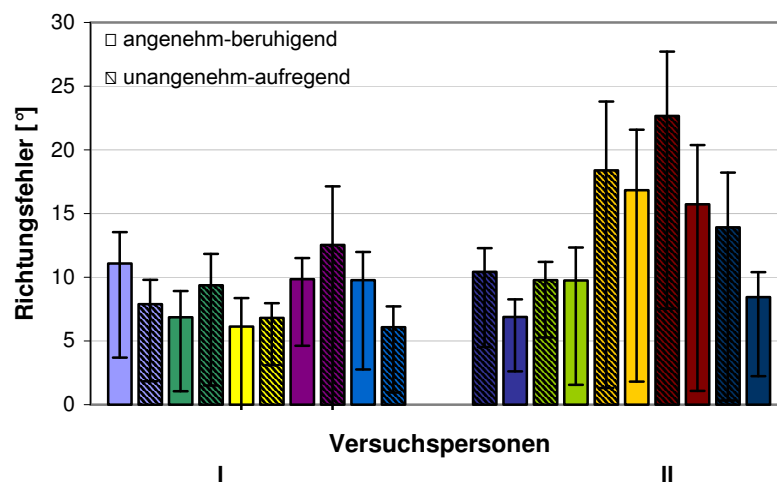


Abbildung 28: Initialer Richtungsfehler gemittelt über alle Routen für jede einzelne Versuchsperson in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung (gleiche Farbe = gleiche Versuchsperson).

1.3 Zeit

Die Versuchspersonen I benötigten in der angenehm-beruhigenden Bedingung $14,79 \text{ sec} \pm 7,26 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$), in der unangenehm-aufregenden dagegen $13,02 \text{ sec} \pm 3,57 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$), um das Ziel zu erreichen. Bei Gruppe II dauerte dies deutlich länger, nämlich $25,96 \text{ sec} \pm 19,80 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$) bzw. $21,11 \text{ sec} \pm 14,00 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$) (siehe Abbildung 29).

Auch bei dieser Variablen entstand durch die emotionale Beeinflussung bei beiden Versuchspersonengruppen kein signifikanter Unterschied (I: $t(94) = 1.53$, $p = 0.13$; II: $t(98) = 1.42$, $p = 0.16$).

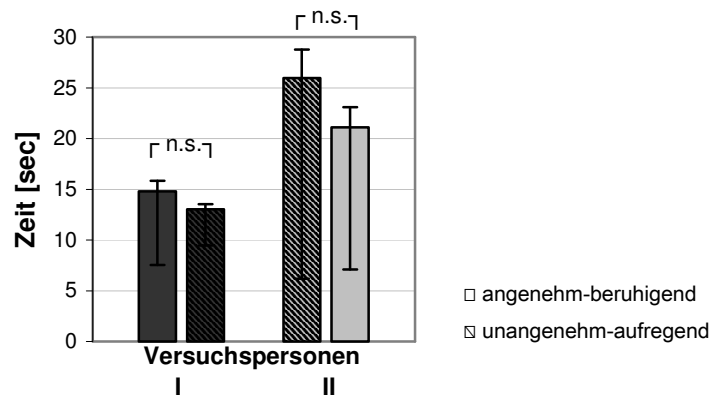


Abbildung 29: Translationszeit gemittelt über alle Routen und Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

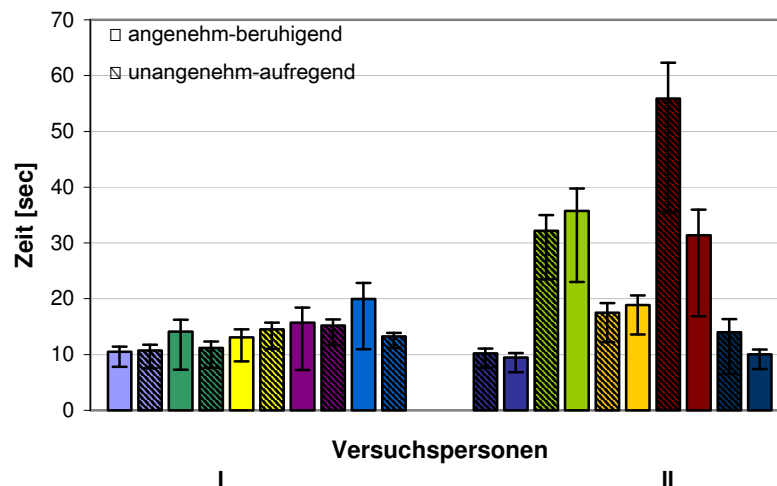


Abbildung 30: Translationszeit gemittelt über alle Routen für jede einzelne Versuchsperson in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung (gleiche Farbe = gleiche Versuchsperson).

Um einen Einfluss der Zeit auf die beiden Parameter Positionsfehler und initialer Richtungsfehler festzustellen, wurden die Korrelationen zwischen diesen betrachtet, die in Abbildung 31 und Abbildung 32 dargestellt sind. Die Betrachtung von Positionsfehler und Translationszeit ergab bzgl. der angenehm-beruhigenden Bedingung einen Korrelationskoeffizienten r von 0,18, bzgl. der unangenehm-aufregenden von 0,32. Zwischen initialem Richtungsfehler und Rotationszeit betrug der Korrelationskoeffizient 0,05 in der angenehm-beruhigenden Situation und $-0,07$ in der unangenehm-aufregenden. Somit besteht situationsunabhängig zwischen sämtlichen Variablen kein bedeutender Zusammenhang.

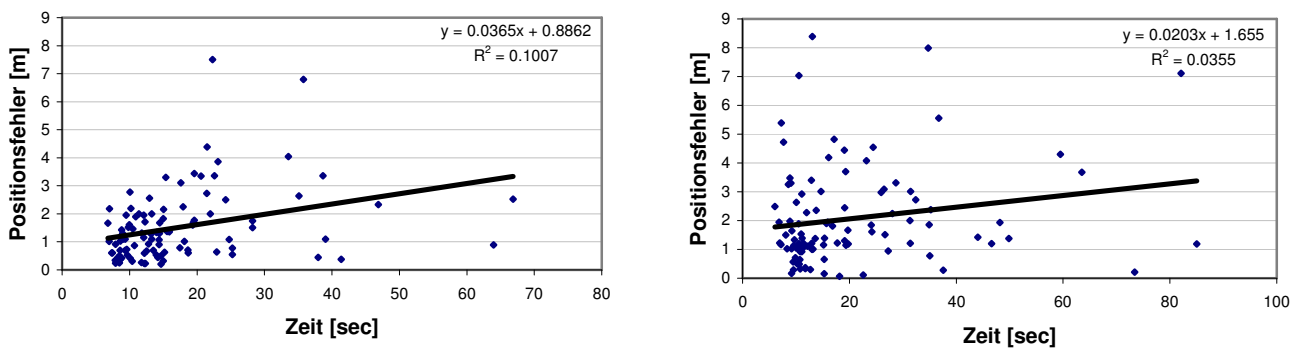


Abbildung 31: Korrelation zwischen Translationszeit und Positionsfehler über alle Versuchspersonen. Links: in der angenehm-beruhigenden, rechts: in der unangenehm-aufregenden Bedingung.

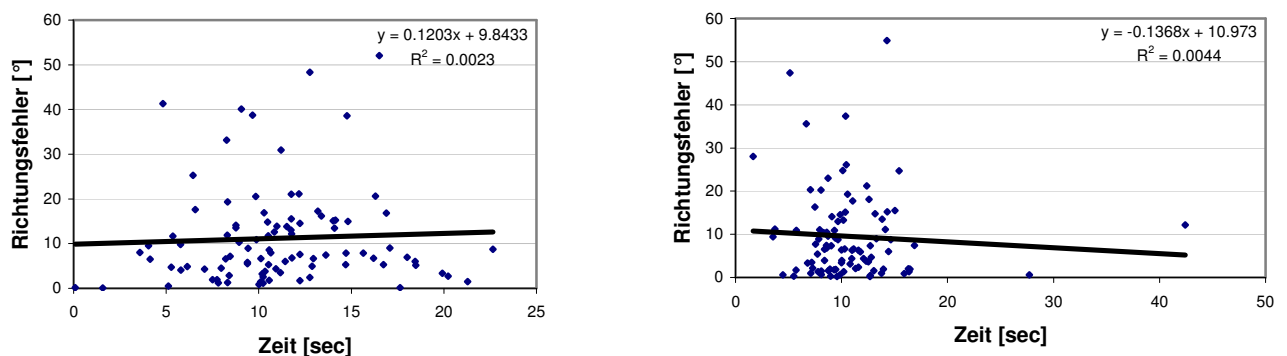


Abbildung 32: Korrelation zwischen Translationszeit und initialem Richtungsfehler über alle Versuchspersonen. Links: in der angenehm-beruhigenden, rechts: in der unangenehm-aufregenden Bedingung.

1.4 Emotionsmessung

Da alle Versuchspersonen unabhängig von der Reihenfolge dieselben zwei emotionalen Situationen beurteilen sollten, wurden für die statistische Analyse die Bewertungen beider Gruppen zusammen betrachtet. Die angenehm-beruhigende Bedingung wurde bezüglich der Valenz mit $3,1 \pm 1,29$ ($\bar{x} \pm SD$), die Aktivierung mit $6,5 \pm 1,65$ ($\bar{x} \pm SD$) bewertet. Die unangenehm-aufregende Bedingung kam hinsichtlich der Valenz auf $3,3 \pm 2,06$ ($\bar{x} \pm SD$) und hinsichtlich der Aktivierung auf $6,2 \pm 2,15$ ($\bar{x} \pm SD$) (siehe Abbildung 33).

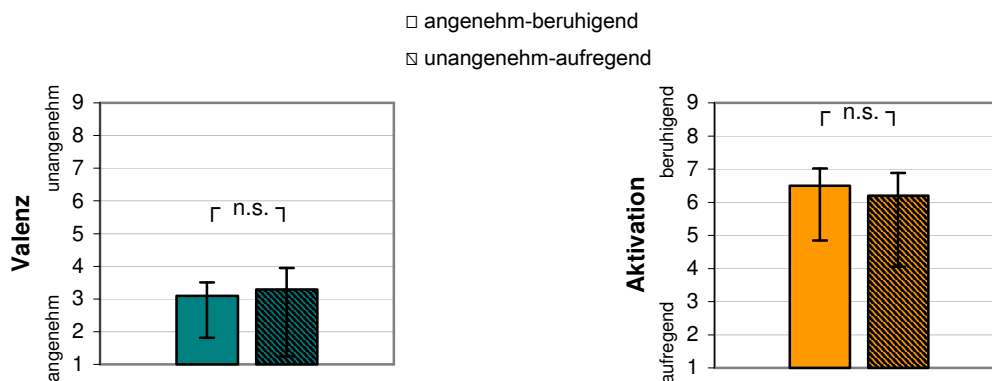


Abbildung 33: Bewertung der Emotionsdimensionen gemittelt über alle Versuchspersonen. Links: Valenz, rechts: Aktivierung.

Die Beurteilung der zwei emotionalen Situationen ergab in beiden Emotionsdimensionen keinen signifikanten Unterschied (Valenz: $t(18) = -0.26$, $p = 0.79$; Aktivierung: $t(18) = 0.35$, $p = 0.73$), was nicht den Erwartungen entsprach.

Um einen Zusammenhang zwischen Bewertung der emotionalen Situation und den Parametern Positionsfehler, initialer Richtungsfehler und Translationszeit festzustellen, wurde jeweils die Differenz von Valenz bzw. Aktivierung aus den Bedingungen angenehm-beruhigend und unangenehm-aufregend gegen diese gemessenen Parameter aufgetragen (siehe Abbildung 34, Abbildung 35 und Abbildung 36). Da die so erhaltenen Punkte jeweils über alle vier Quadranten des Koordinatensystems verteilt lagen, bestand keine Beziehung zwischen dem angegebenen emotionalem Zustand und der Navigationsleistung.

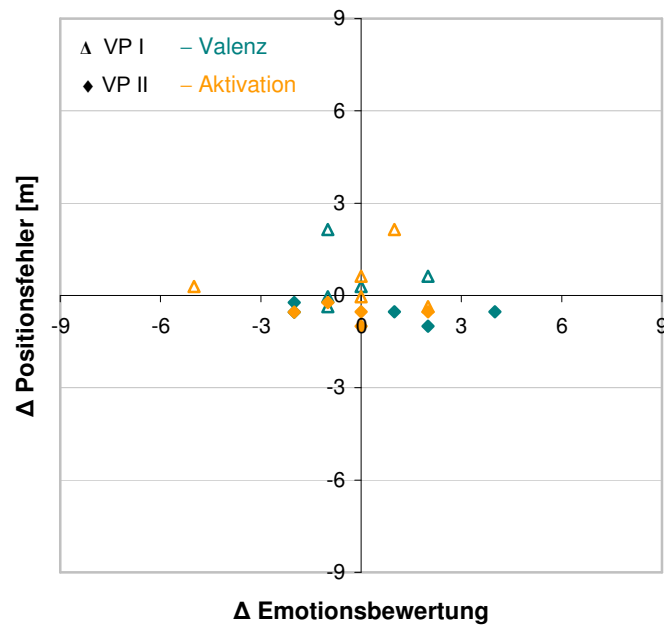


Abbildung 34: Beziehung zwischen den Unterschieden in der Emotionsbewertung (für Valenz und Aktivation) und dem Positionsfehler für die Versuchspersonen der Gruppe I und II.

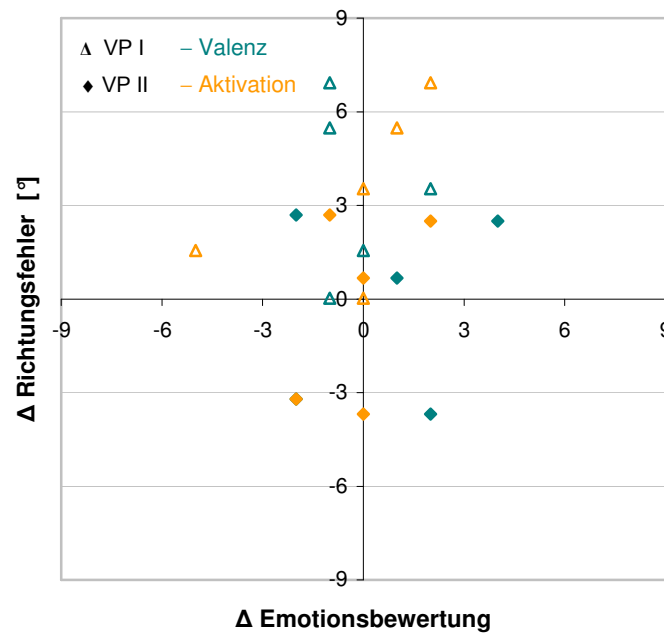


Abbildung 35: Beziehung zwischen den Unterschieden in der Emotionsbewertung (für Valenz und Aktivation) und dem initialen Richtungsfehler für die Versuchspersonen der Gruppe I und II.

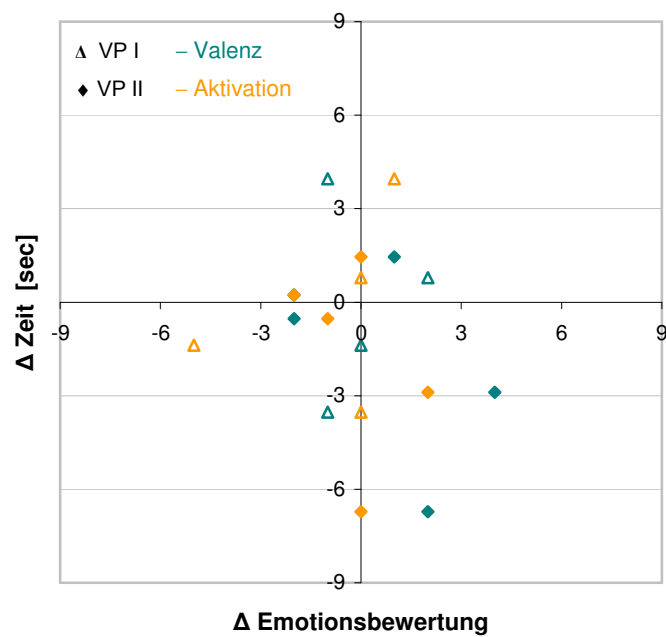


Abbildung 36: Beziehung zwischen den Unterschieden in der Emotionsbewertung (für Valenz und Aktivierung) und der Translationszeit für die Versuchspersonen der Gruppe I und II.

2. Versuch B

2.1 Versuch B1

Aufgrund eines Vorzeichenfehlers bei den Koordinaten der Zielposition E dieses Versuches, der erst später bemerkt wurde, wurden die entsprechenden Daten in der Analyse der ersten zehn männlichen Versuchspersonen nicht berücksichtigt.

2.1.1 Positionsfehler

In der Bedingung „outdoor“ lag der durchschnittliche Positionsfehler sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen bei 1,01 m. Auch für die „indoor“-Bedingung ähnelten sich beide Mittelwerte, welche bei den männlichen Versuchspersonen 0,91 m und bei den weiblichen 0,95 m betragen. In beiden Situationen variierten die Frauen weniger stark als die Männer, was in der „outdoor“-Bedingung in einer Standardabweichung von 0,65 m (♀) bzw. 0,86 m (♂) und bei „indoor“ von 0,48 m (♀) bzw. 0,69 m (♂) resultierte (siehe Abbildung 37).

Die beiden unterschiedlichen Situationen führten auch hier weder bei den Frauen ($t(48) = 0.47$, $p = 0.64$) noch bei den Männern ($t(140) = 1.07$, $p = 0.29$) zu einem signifikanten Leistungsunterschied. Ein solcher ist auch in Abbildung 39 nicht zuerkennen, welche die einzelnen Zielangaben der Versuchspersonen darstellt.

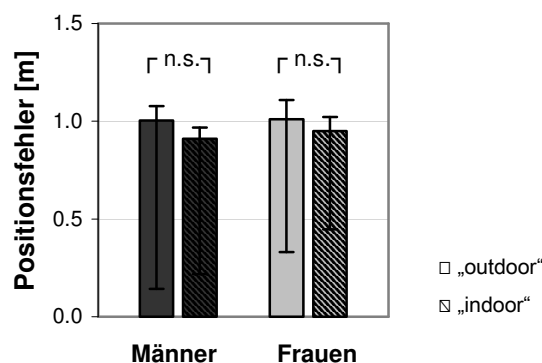


Abbildung 37: Positionsfehler gemittelt über alle Routen und Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

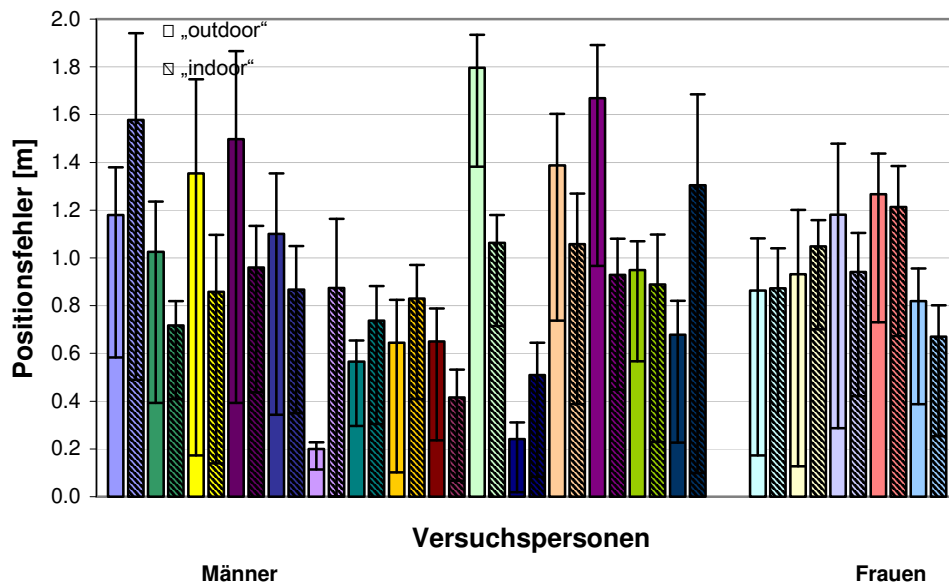


Abbildung 38: Positionsfehler gemittelt über alle Routen für jede einzelne Versuchsperson in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung (gleiche Farbe = gleiche Versuchsperson).

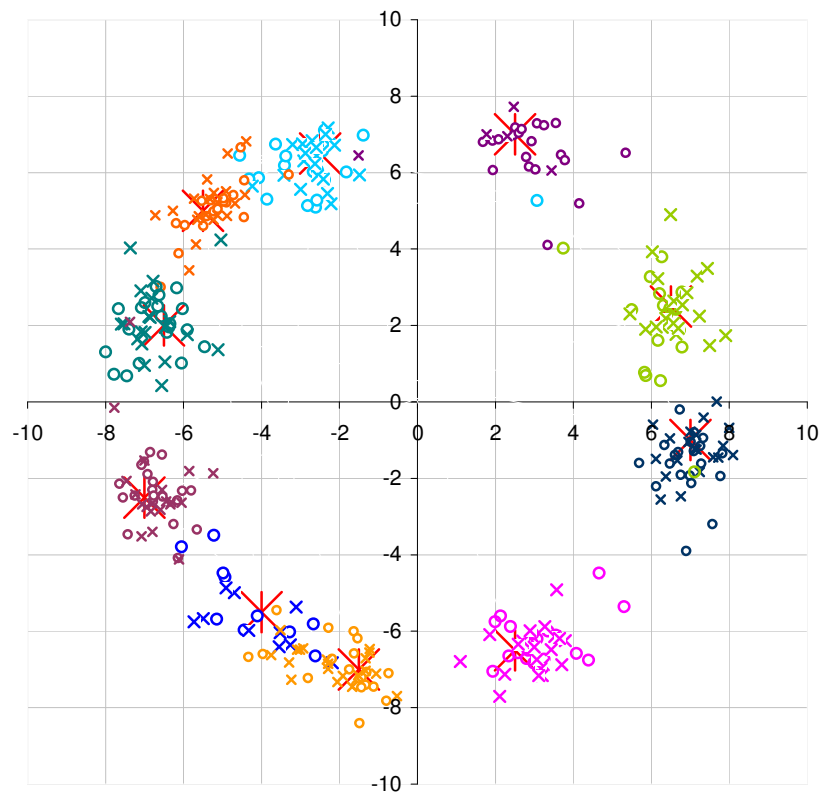


Abbildung 39: Verteilung der angegebenen Zielpositionen aller Versuchspersonen in Abhängigkeit vom emotionalen Zustand und den Zielen.

(* = Ziele, gleiche Farbe = gleicher Durchgang, o = angenehm-beruhigend, x = unangenehm-aufregend)

2.1.2 Initialer Richtungsfehler

Auch beim durchschnittlichen initialen Richtungsfehler „outdoor“ gibt es zwischen Männern ($7,43^\circ$) und Frauen ($7,21^\circ$) kaum einen Unterschied. Dieser Unterschied ist auch in der „indoor“-Situation nur geringfügig größer und liegt bei $7,05^\circ$ bzw. $7,96^\circ$. Allerdings ist bei diesem Parameter der Kontrast in der Varianz nicht so deutlich und einheitlich wie beim Positionsfehler: für „outdoor“ beträgt die Standardabweichung der Frauen $4,83^\circ$ und die der Männer $5,30^\circ$, für „indoor“ die der Frauen $6,39^\circ$, die der Männer $5,22^\circ$ (siehe Abbildung 40). Jedoch hatten auch hier die unterschiedlichen virtuellen Räume sowohl bei den weiblichen ($t(48) = -0.86$, $p = 0.39$) als auch bei den männlichen Versuchspersonen ($t(140) = 0.76$, $p = 0.45$) keinen signifikanten Einfluss auf die Leistung.

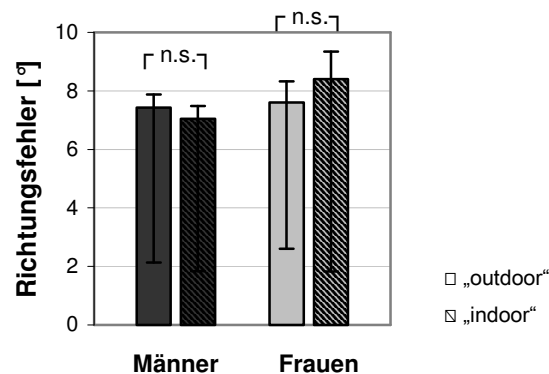


Abbildung 40: Initialer Richtungsfehler gemittelt über alle Routen und Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

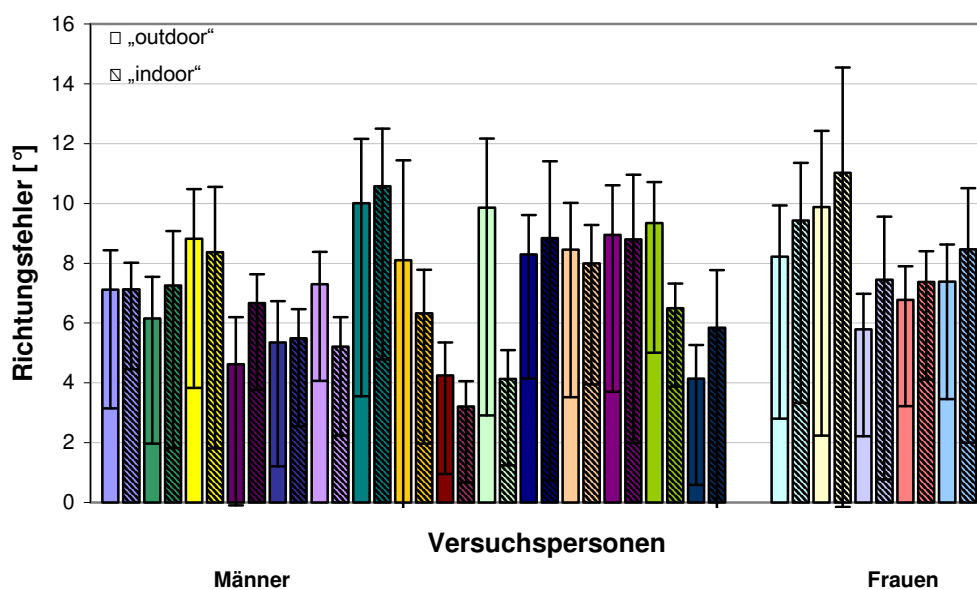


Abbildung 41: Initialer Richtungsfehler gemittelt über alle Routen für jede einzelne Versuchsperson in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung (gleiche Farbe = gleiche Versuchsperson).

2.1.3 Zeit

Sowohl bei der Bedingung „outdoor“ als auch bei „indoor“ benötigten die Männer deutlich mehr Zeit (27,07 sec bzw. 27,24 sec) als die Frauen (19,50 sec bzw. 18,23 sec), um zum Ziel zu navigieren und variierten dabei auch viel stärker. Die Standardabweichung beträgt bei den männlichen Versuchspersonen 20,93 sec („outdoor“) bzw. 17,03 sec („indoor“) und bei den weiblichen 8,09 sec („outdoor“) bzw. 5,94 sec („indoor“) (siehe Abbildung 42).

Die erhöhte Translationszeit der Männer ist auf 3 Versuchspersonen mit deutlich verlängerter Suche (ca. 50 sec) im Vergleich zum Rest (ca. 20 sec) zurückzuführen (siehe Abbildung 43).

Einheitlich bei beiden Geschlechtern ist auch für diesen Parameter, dass kein signifikanter Unterschied zwischen den verschiedenen Bedingungen bestand ($\text{♀: } t(48) = 0.76, p = 0.45$; $\text{♂: } t(140) = -0.11, p = 0.91$).

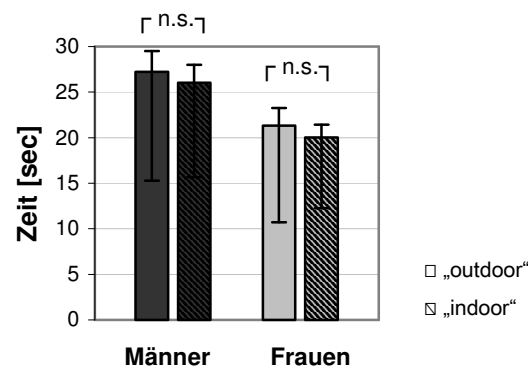


Abbildung 42: Translationszeit gemittelt über alle Routen und Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

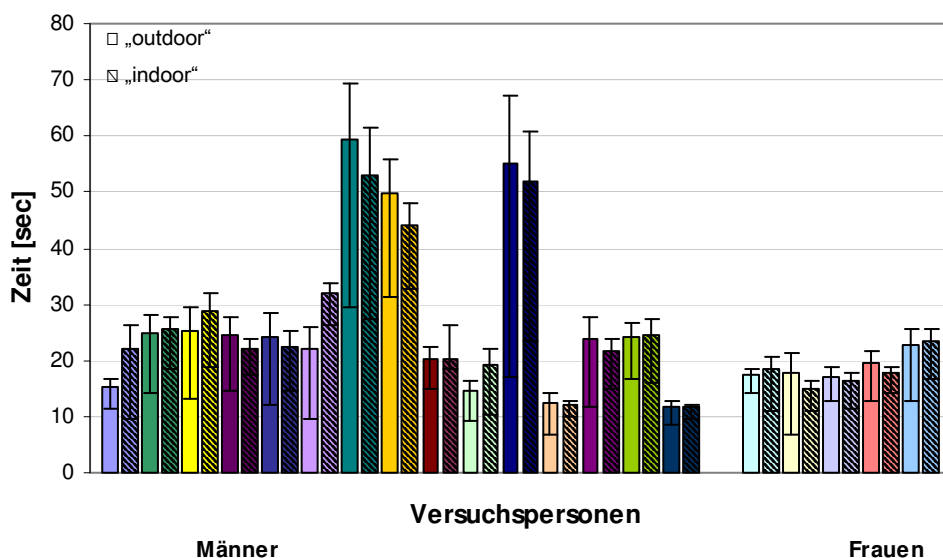


Abbildung 43: Translationszeit gemittelt über alle Routen für jede einzelne Versuchsperson in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung (gleiche Farbe = gleiche Versuchsperson).

Auch in diesem Versuch wurden Korrelationen zwischen der Zeit und den Variablen Positionsfehler und initialer Richtungsfehler betrachtet (siehe Abbildung 44 und Abbildung 45), aus denen folgende Werte für Korrelationskoeffizient und Bestimmtheitsmaß resultierten, die auch diesmal keinen besonderen Zusammenhang erkennen ließen:

$$r_{\text{„outdoor“}} = -0,26, r_{\text{„indoor“}} = -0,16 \text{ für Positionsfehler /Translationszeit}$$

$$r_{\text{„outdoor“}} = -0,11, r_{\text{„indoor“}} = -0,10 \text{ für Richtungsfehler /Rotationszeit}$$

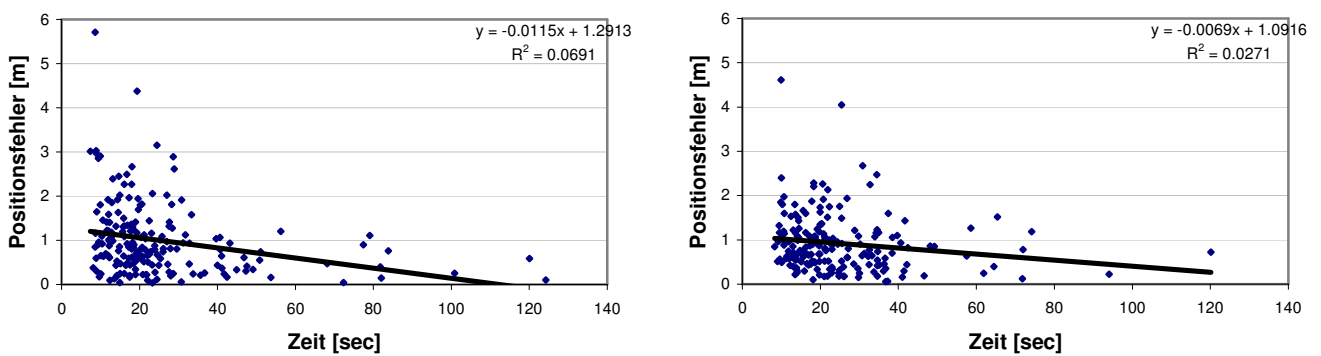


Abbildung 44: Korrelation zwischen Translationszeit und Positionsfehler über alle Versuchspersonen. Links: in der „outdoor“- , rechts: in der „indoor“- Bedingung.

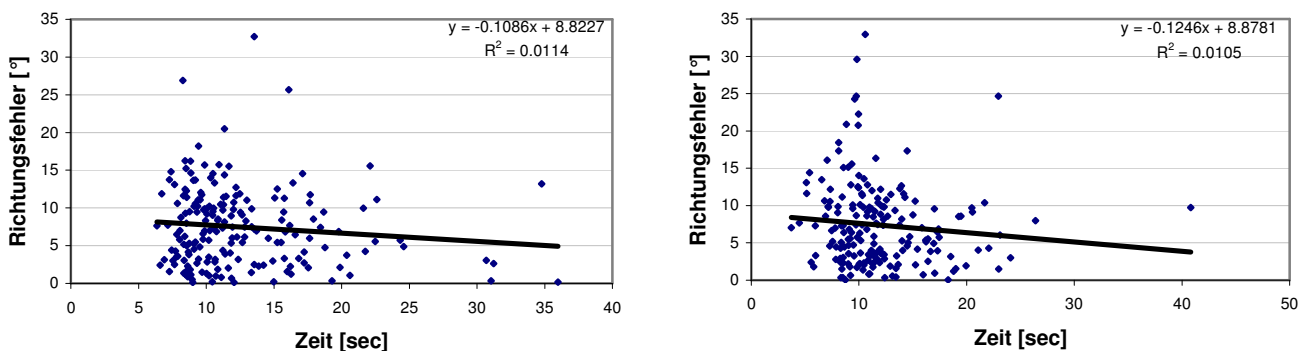


Abbildung 45: Korrelation zwischen Translationszeit und initialem Richtungsfehler über alle Versuchspersonen. Links: in der „outdoor“- , rechts: in der „indoor“- Bedingung.

2.1.4 Emotionsmessung

2.1.4.1 Subjektive Komponente

Zur Erfassung der subjektiven Emotionskomponente wurden zwei Befragungsmethoden (SAM und Fragebogen) angewandt. Da diese dieselben Resultate erzielten, wurden beide Beurteilungen gemeinsam betrachtet. Dies ergab bei den Männern eine Valenz von $3,00 \pm 1,33$ ($\bar{x} \pm SD$) bei der „outdoor“-Bedingung und von $6,13 \pm 1,25$ ($\bar{x} \pm SD$) bei der „indoor“, was einen signifikanten Unterschied darstellt ($t(58) = -4.99$, $p < 0.001$). Bei den Frauen ist dieser signifikante Unterschied ebenfalls gegeben ($t(22) = -4.4$, $p < 0.001$), sie beurteilten die „outdoor“-Landschaft in ihrer Valenz mit $3,67 \pm 1,72$ ($\bar{x} \pm SD$), den „indoor“-Raum mit $6,67 \pm 1,61$ ($\bar{x} \pm SD$) (siehe Abbildung 46).

Auch wurden die beiden virtuellen Umgebungen von den Männern signifikant unterschiedlich hinsichtlich der Aktivierung bewertet ($t(58) = 3.22$, $p < 0.01$): die „outdoor“-Landschaft mit einem Wert von $6,64 \pm 1,01$ ($\bar{x} \pm SD$), den „indoor“-Raum mit $4,43 \pm 1,70$ ($\bar{x} \pm SD$). Bei den weiblichen Versuchspersonen war der Unterschied noch deutlicher ($t(22) = 7.03$, $p < 0.001$): die Ergebnisse betragen bei „outdoor“ $7,42 \pm 1,16$ ($\bar{x} \pm SD$), bei „indoor“ dagegen $3,67 \pm 1,44$ ($\bar{x} \pm SD$) (siehe Abbildung 46)..

Somit wurden die beiden unterschiedlichen Bedingungen von beiden Geschlechtern wie erwartet als angenehm-beruhigend bzw. unangenehm-aufregend bewertet.

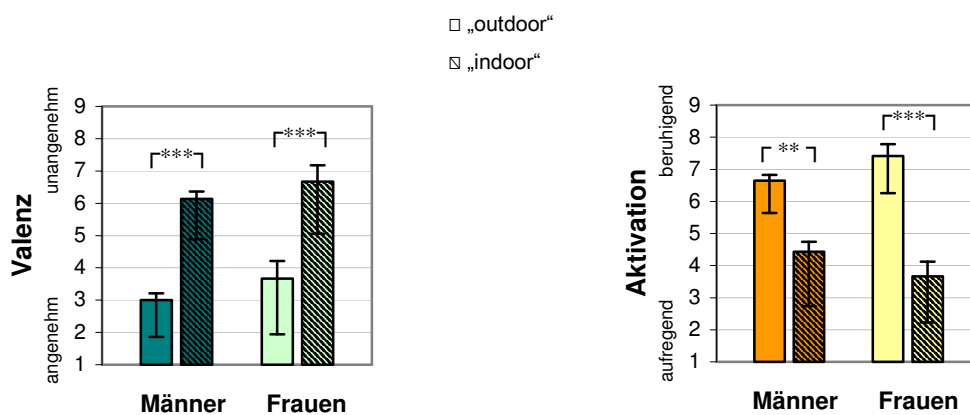


Abbildung 46: Bewertung der Emotionsdimensionen gemittelt über alle Versuchspersonen in Abhängigkeit der emotionalen Bedingung. Links: Valenz, rechts: Aktivierung.

Allerdings bestand kein Zusammenhang zwischen Bewertung der emotionalen Situation und den Parametern Positionsfehler, initialer Richtungsfehler und Translationszeit. Um dies festzustellen wurde jeweils die Differenz von Valenz bzw. Aktivierung aus den Bedingungen „outdoor“ und „indoor“ gegen diese gemessenen Parameter aufgetragen (siehe Abbildung 47, Abbildung 48 und Abbildung 49) Da die so erhaltenen Punkte jeweils über alle vier Quadranten des Koordinatensystems verteilt lagen, bestand keine Beziehung zwischen dem angegebenen emotionalem Zustand und der Navigationsleistung.

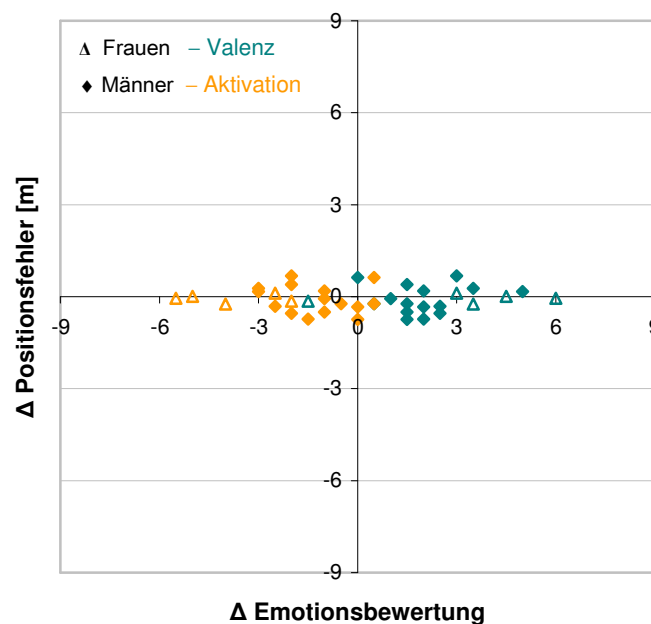


Abbildung 47: Beziehung zwischen den Unterschieden in der Emotionsbewertung (für Valenz und Aktivierung) und dem Positionsfehler für die männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

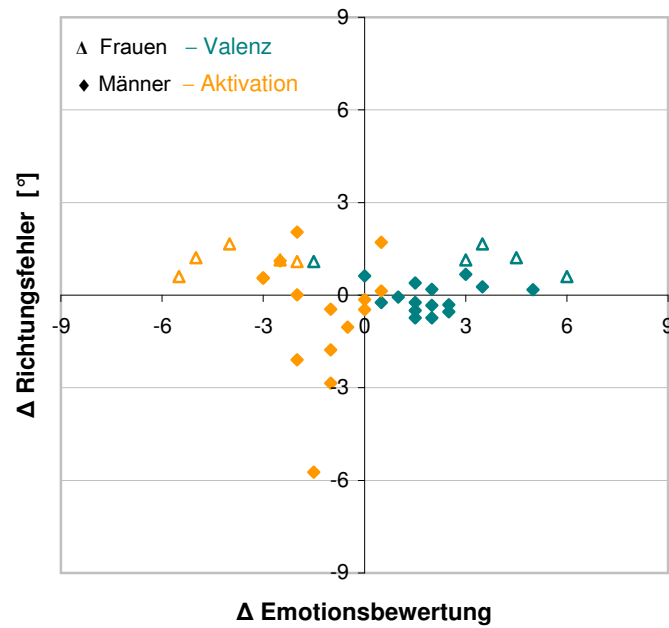


Abbildung 48: Beziehung zwischen den Unterschieden in der Emotionsbewertung (für Valenz und Aktivation) und dem initialen Richtungsfehler für die männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

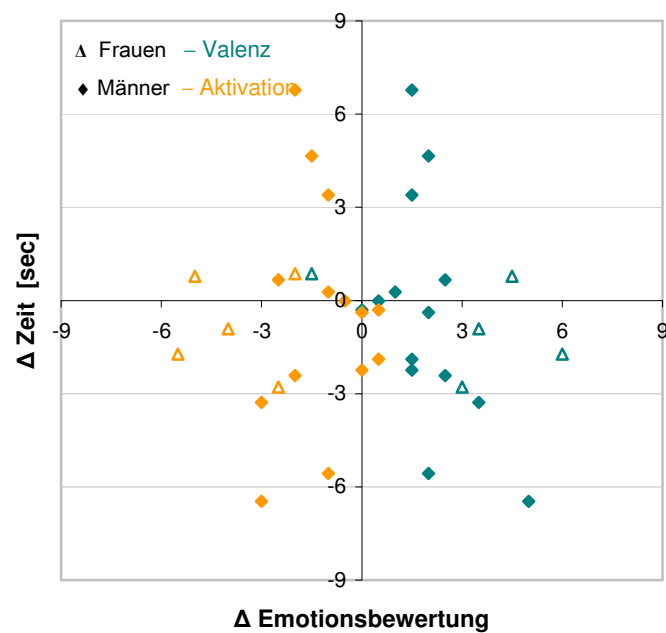


Abbildung 49: Beziehung zwischen den Unterschieden in der Emotionsbewertung (für Valenz und Aktivation) und der Translationszeit für die männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

2.1.4.2 Physiologische Komponente

2.1.4.2.1 Schreckreflex

Aufgrund technischer und individueller Schwierigkeiten konnte die Messung des Schreckreflexes lediglich bei sieben der männlichen Versuchspersonen durchgeführt werden. Ihre Latenzzeit lag für „outdoor“ bei $0,050 \text{ sec} \pm 0,012 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$) und für „indoor“ bei $0,043 \text{ sec} \pm 0,007 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$), was einen schwach signifikanten Unterschied darstellt ($t(36) = -2.36, p < 0.05$). Bei den Frauen betrug die Latenzzeit für „outdoor“ $0,043 \text{ sec} \pm 0,006 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$), für „indoor“ $0,041 \text{ sec} \pm 0,008 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$) und unterscheidet sich nicht signifikant ($t(20) = -0.43, p = 0.68$) (siehe Abbildung 51).

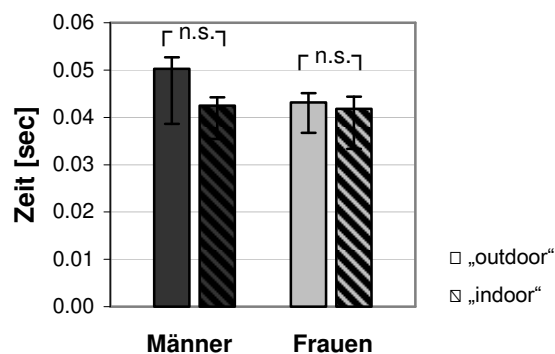


Abbildung 50: Latenzzeit des Schreckreflexes gemittelt über alle Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

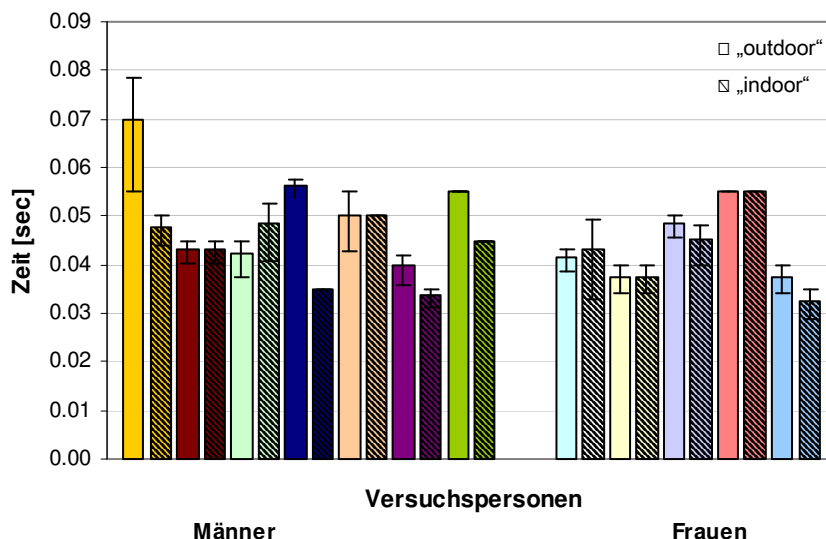


Abbildung 51: Durchschnittliche Latenzzeit des Schreckreflexes einiger Versuchspersonen in Abhängigkeit der emotionalen Bedingung. Die Farben der Versuchspersonen entsprechen jenen in den Abbildungen 38, 41 und 43.

Die Tendenz der mittleren Latenzzeiten des Schreckreflexes über alle Versuchspersonen, die normalerweise umso kürzer ausfallen, je unangenehmer die Situation ist, entsprach somit den Erwartungen. Bei den Mittelwerten über die einzelnen Messungen der Versuchspersonen war dies jedoch nicht immer der Fall (siehe Abbildung 51).

2.1.4.2.2 Hautleitfähigkeit

Bei elf der 15 männlichen Versuchspersonen konnte die reizbedingte Veränderung der Hautleitfähigkeit ermittelt werden, die in der „outdoor“-Bedingung $0,21 \text{ S} \pm 0,23 (\bar{x} \pm \text{SD})$ und in der „indoor“ $0,15 \text{ S} \pm 0,28 (\bar{x} \pm \text{SD})$ betrug und sich nicht signifikant unterscheidet ($t(18) = 0.55, p = 0.59$). Die Hautleitfähigkeit bei den fünf Frauen veränderte sich in der „outdoor“-Situation um $0,28 \text{ S} \pm 0,40 (\bar{x} \pm \text{SD})$, in der „indoor“ um $0,58 \text{ S} \pm 0,80 (\bar{x} \pm \text{SD})$ und unterscheidet sich auch nicht signifikant ($t(8) = -0.75, p = 0.48$) (Abbildung 52, rechts).

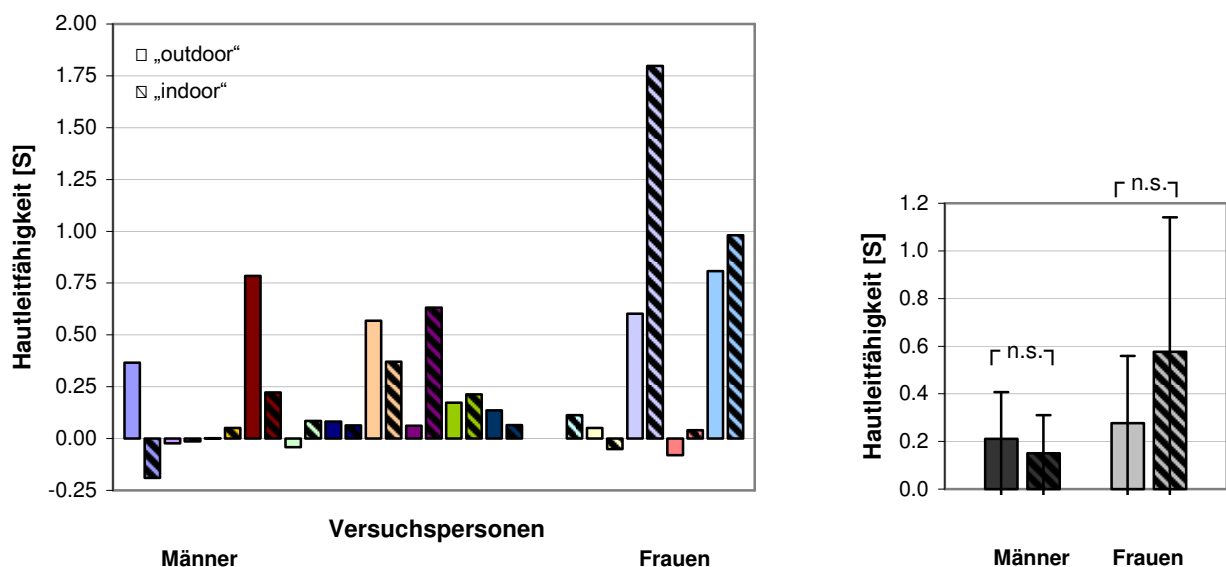


Abbildung 52: Links: Durchschnittliche Veränderung der Hautleitfähigkeit einiger Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung. Die Farben der Versuchspersonen entsprechen jenen in den Abbildungen 38, 41, 43. Rechts: Veränderung der Hautleitfähigkeit gemittelt über die Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung

Die Tendenz der durchschnittlichen Veränderung der Hautleitfähigkeit über alle Versuchspersonen, die normalerweise umso größer ausfällt, je unangenehmer die Situation ist, entsprach bei den Frauen den Erwartungen, bei den Männern dagegen nicht. Bei den einzelnen Messungen der Versuchspersonen war dieser Sachverhalt jedoch nicht immer gegeben (siehe Abbildung 52, links).

2.2 Versuch B2

Aufgrund der geringen Anzahl von Versuchspersonen und da die Start- und Zielpositionen dieselben waren wie in Versuch B1, wurde auf ein Vergleich der verschiedenen Plattformen untereinander hinsichtlich Positionsfehler, initialem Richtungsfehler und Zeit verzichtet.

2.2.1 Positionsfehler

Bei den Männern betrug bei zusätzlicher Beeinflussung mit Musik der Positionsfehler bei der „outdoor“- 1,04 m \pm 0,97 m ($\bar{x} \pm$ SD) und bei der „indoor“-Bedingung 0,88 m \pm 0,80 m ($\bar{x} \pm$ SD). Auch die weiblichen Versuchspersonen erzielten in der „indoor“-Bedingung bessere Ergebnisse, wobei bei ihnen der Unterschied noch deutlicher war (siehe auch die Diagramme der einzelnen Versuchspersonen im Anhang A zu Versuch B2): bei der „outdoor“- Situation zeigten sie einen Positionsfehler von 1,70 m \pm 1,24 m ($\bar{x} \pm$ SD), bei der „indoor“ von 1,45 m \pm 1,62 m ($\bar{x} \pm$ SD) (siehe Abbildung 53).

Jedoch war dieser Unterschied bei den Frauen ($t(30) = 0.66$, $p = 0.51$) ebenso wenig signifikant wie bei den Männern ($t(30) = 0.24$, $p = 0.82$). Betrachtet man die Darstellung der einzelnen Leistungen in Abbildung 55, sind hier wiederum keine Unterschiede zwischen den beiden Bedingungen festzustellen.

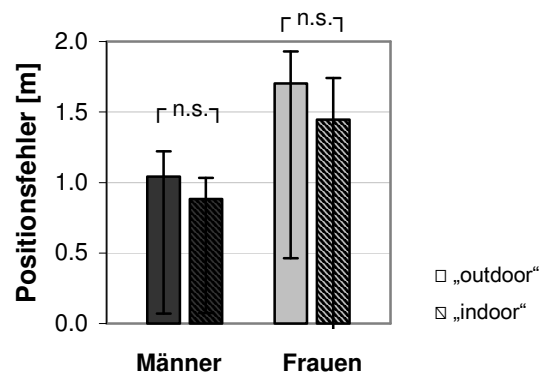


Abbildung 53: Positionsfehler gemittelt über alle Routen und Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

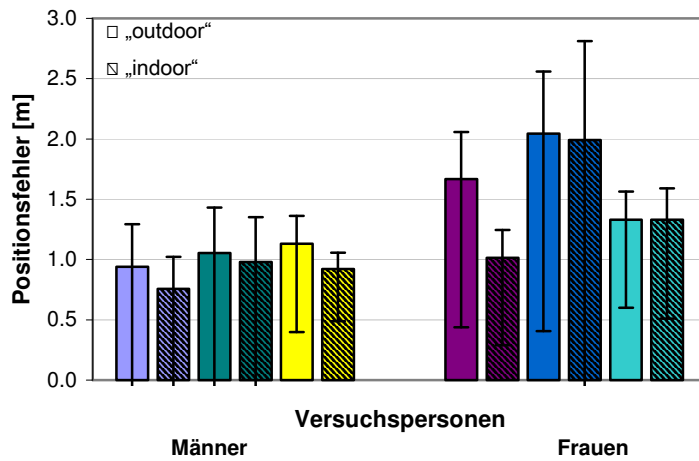


Abbildung 54: Positionsfehler gemittelt über alle Routen für jede einzelne Versuchsperson in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung (gleiche Farbe = gleiche Versuchsperson).

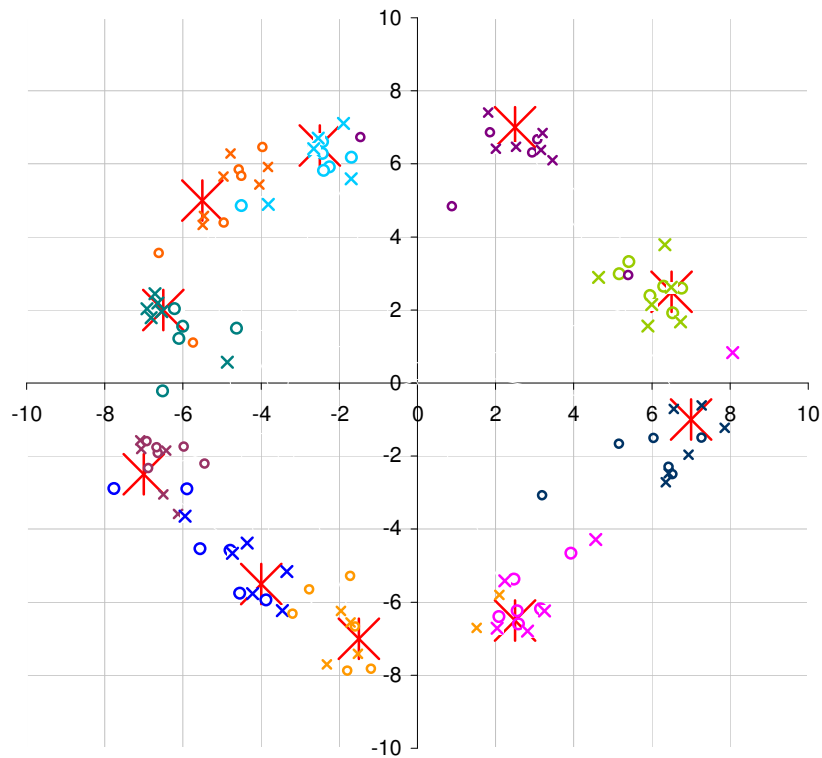


Abbildung 55: Verteilung der angegebenen Zielpositionen aller Versuchspersonen in Abhängigkeit vom emotionalen Zustand und den Zielen.
 (* = Ziele, gleiche Farbe = gleicher Durchgang, o = angenehm-beruhigend, x = unangenehm-aufregend)

2.2.2 Initialer Richtungsfehler

Auch hinsichtlich des Parameters initialer Richtungsfehler übertrafen die Männer die Frauen in ihren Leistungen, allerdings gibt es hier kaum Unterschiede zwischen den beiden emotionalen Bedingungen. Der Abweichwinkel betrug bei den Männern in der „outdoor“-Situation $7,76^\circ \pm 4,60^\circ$ ($\bar{x} \pm SD$) und in der „indoor“ $7,57^\circ \pm 4,95^\circ$ ($\bar{x} \pm SD$), bei den Frauen $19,32^\circ \pm 12,20^\circ$ ($\bar{x} \pm SD$) bzw. $19,96^\circ \pm 11,15^\circ$ ($\bar{x} \pm SD$) (siehe Abbildung 56).

Auch hier führte die zusätzliche Beeinflussung mit Musik sowohl bei den Frauen ($t(30) = -0,25$, $p = 0,81$) als auch bei den Männern ($t(30) = 0,26$, $p = 0,8$) zu keinem signifikanten Unterschied zwischen den beiden Situationen „outdoor“ und „indoor“.

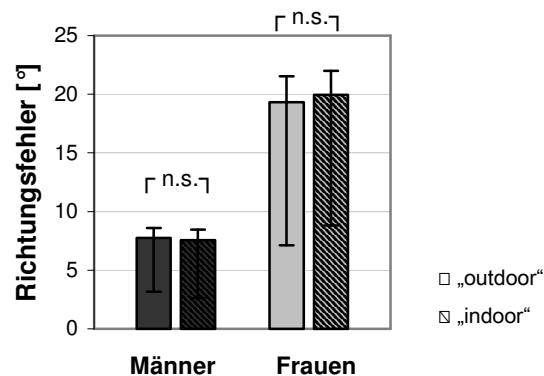


Abbildung 56: Initialer Richtungsfehler gemittelt über alle Routen und Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

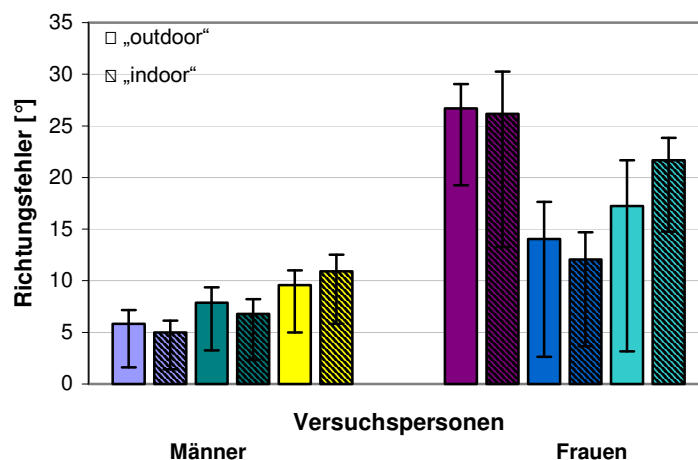


Abbildung 57: Initialer Richtungsfehler gemittelt über alle Routen für jede einzelne Versuchsperson in Abhängigkeit der emotionalen Bedingung (gleiche Farbe = gleiche Versuchsperson).

2.2.3 Zeit

Die Männer benötigten sowohl für die „outdoor“- ($27,24 \text{ sec} \pm 11,96 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$)) als auch für die „indoor“-Umgebung ($26,04 \text{ sec} \pm 10,38 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$)) mehr Zeit, um das Ziel zu erreichen als die Frauen ($21,33 \text{ sec} \pm 10,62 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$) bzw. $20,01 \text{ sec} \pm 7,76 \text{ sec}$ ($\bar{x} \pm \text{SD}$)) (siehe Abbildung 58).

Wie auch schon bei den anderen Parametern unterschieden sich die beiden emotionalen Bedingungen sowohl bei den weiblichen ($t(30) = 0,54$, $p = 0,59$) als auch bei den männlichen Versuchspersonen ($t(30) = 0,46$, $p = 0,65$) nicht signifikant.

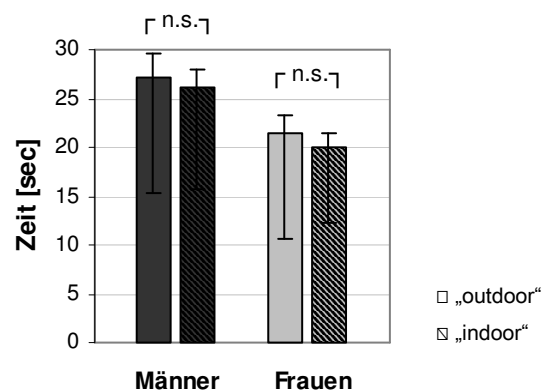


Abbildung 58: Translationszeit gemittelt über alle Routen und Versuchspersonen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

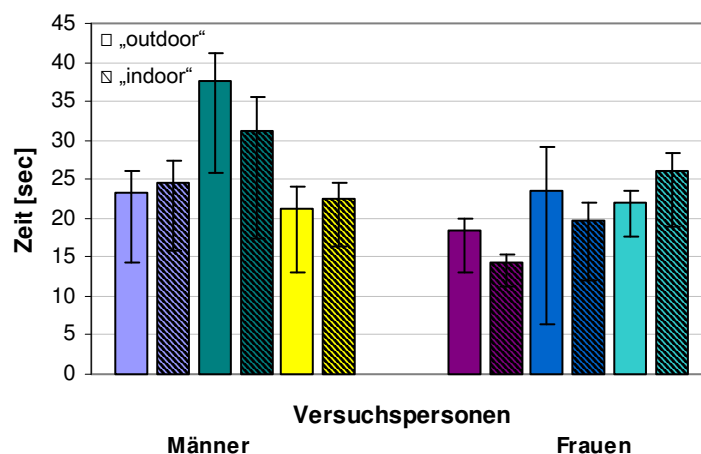


Abbildung 59: Translationszeit gemittelt über alle Routen für jede einzelne Versuchsperson in Abhängigkeit der emotionalen Bedingung (gleiche Farbe = gleiche Versuchsperson).

Ebenso ließ die Korrelationsanalyse zwischen Zeit und Positionsfehler bzw. initialem Richtungsfehler wie schon im Versuchsteil ohne Musik keine auffällige Beziehung erkennen (vgl. Abbildung 60 und Abbildung 61). Zwischen Positionsfehler und Translationszeit beträgt der Korrelationskoeffizient in beiden Situationen sogar 0, was bedeutet, dass überhaupt kein linearer Zusammenhang zwischen den beiden Parametern besteht. Die Korrelation zwischen initialem Richtungsfehler und Rotationszeit ergab einen Koeffizienten von $-0,23$ für die „outdoor“- und $-0,25$ für die „indoor“-Umgebung.

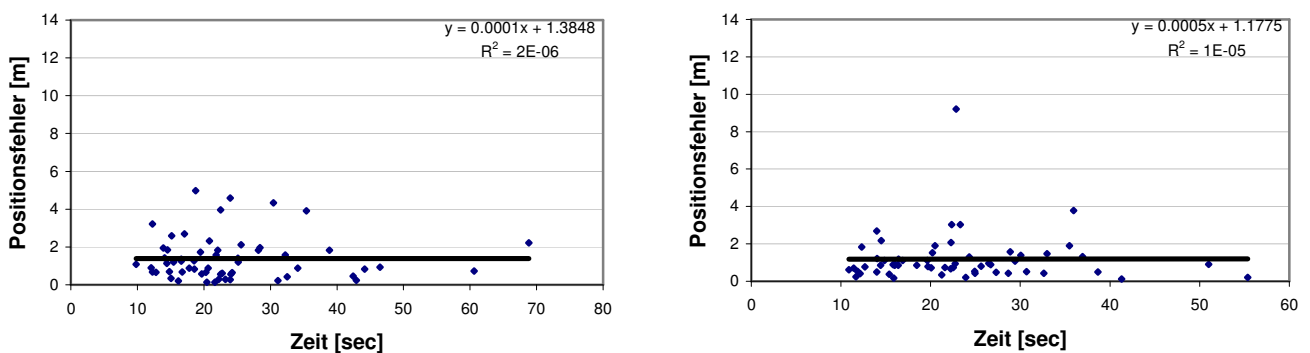


Abbildung 60: Korrelation zwischen Translationszeit und Positionsfehler über alle Versuchspersonen. Links: in der „outdoor“-, rechts: in der „indoor“- Bedingung.

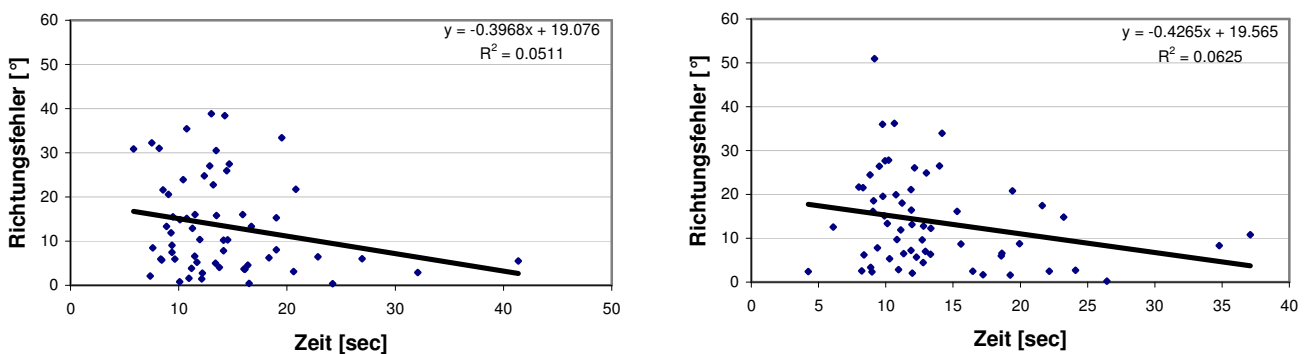


Abbildung 61: Korrelation zwischen Translationszeit und initialem Richtungsfehler über alle Versuchspersonen. Links: in der „outdoor“-, rechts: in der „indoor“- Bedingung.

2.2.4 Emotionsmessung

2.2.4.1 Subjektive Komponente

In diesem Versuchsteil wurden wiederum die Ergebnisse aus SAM-Befragung und Fragebogen und aufgrund der geringen Teilnehmerzahl auch die Bewertung der Situationen von Männern und Frauen zusammengefasst betrachtet. Die „outdoor“-Situation inklusive entsprechender Musik erhielt einen Valenzwert von $3,61 \pm 1,97$ ($\bar{x} \pm SD$), die „indoor“-Situation dagegen $5,72 \pm 1,64$ ($\bar{x} \pm SD$). Die Aktivierung wurde bei „outdoor“ mit $7,28 \pm 1,13$ ($\bar{x} \pm SD$) bzw. bei „indoor“ mit $3,94 \pm 1,63$ ($\bar{x} \pm SD$) bewertet (siehe Abbildung 62).

Somit wurden die unterschiedlichen emotionalen Beeinflussungen in beiden Emotionsdimensionen als signifikant unterschiedlich beurteilt (Valenz: $t(34) = -3.5$, $p < 0.01$; Aktivierung: $t(34) = 7.15$, $p < 0.001$).

Die Musik wurde dabei als nicht besonders ablenkend oder störend empfunden: „outdoor“ $3,20 \pm 1,64$ ($\bar{x} \pm SD$) und „indoor“ $4,60 \pm 2,41$ ($\bar{x} \pm SD$) auf einer Skala von jeweils 1 bis 9.

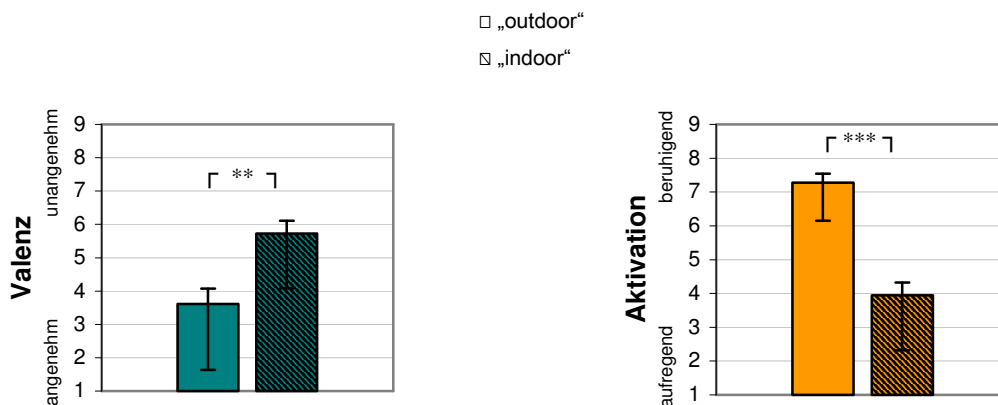


Abbildung 62: Bewertung der Emotionsdimensionen gemittelt über alle Versuchspersonen in Abhängigkeit der emotionalen Bedingung. Links: Valenz, rechts: Aktivierung.

Bildet man jeweils die Differenz von Valenz bzw. Aktivierung aus den Bedingungen „outdoor“ und „indoor“ und trägt diese gegen die gemessenen Parameter Positionsfehler, initialer Richtungsfehler und Translationszeit auf, so erkennt man dadurch, dass die so erhaltenen Punkte jeweils über alle vier Quadranten des Koordinatensystems verteilt lagen, dass auch die zusätzliche musikalische Beeinflussung zu keinem Zusammenhang zwischen Bewertung der emotionalen Situation und den Parametern führte (siehe Abbildung 63, Abbildung 64 und Abbildung 65).

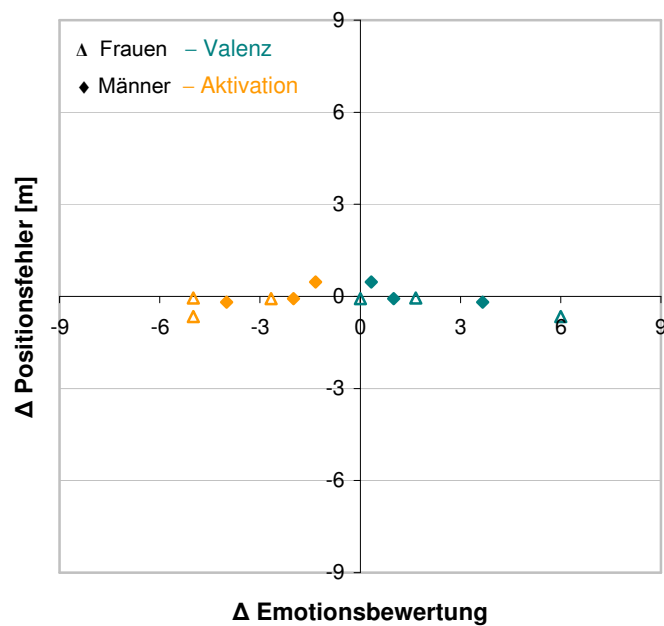


Abbildung 63: Beziehung zwischen den Unterschieden in der Emotionsbewertung (für Valenz und Aktivierung) und dem Positionsfehler für die männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

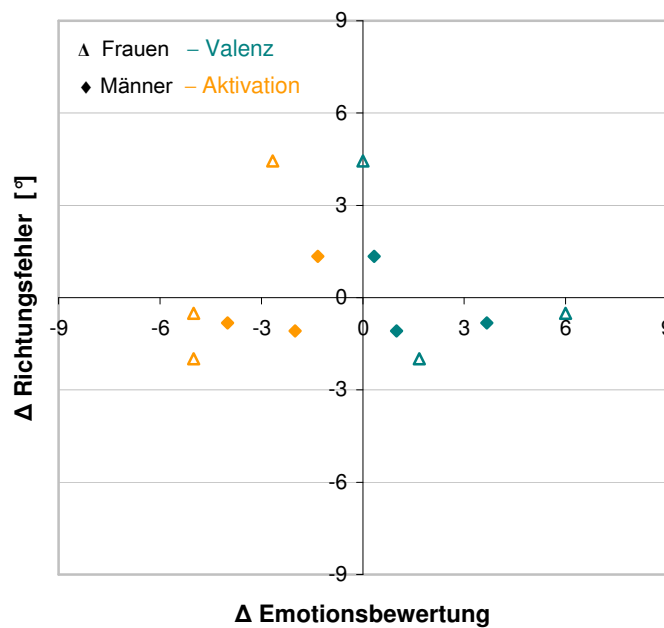


Abbildung 64: Beziehung zwischen den Unterschieden in der Emotionsbewertung (für Valenz und Aktivierung) und dem initialen Richtungsfehler für die männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

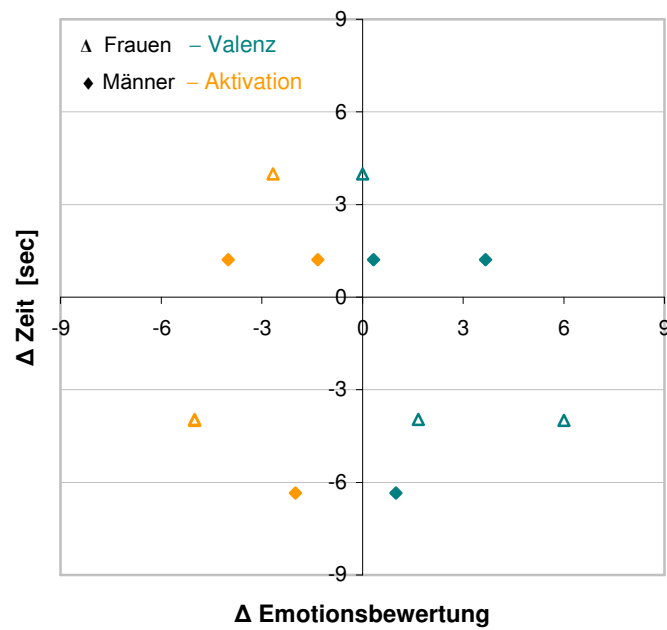


Abbildung 65: Beziehung zwischen den Unterschieden in der Emotionsbewertung (für Valenz und Aktivierung) und der Translationszeit für die männlichen und weiblichen Versuchspersonen.

2.2.4.2 Physiologische Komponente

Da sowohl bei den Frauen, als auch bei den Männern jeweils nur bei einer Versuchsperson die Messung des Schreckreflexes und der Hautleitfähigkeit möglich war, wurde hier aufgrund der geringen Datenmenge keine statistische Auswertung durchgeführt.

IV Diskussion der einzelnen Versuchsergebnisse

1. Versuch A

Ziel dieses Versuches war es, die Ergebnisse der Arbeit von Serhat Saydam, welche einen signifikanten Leistungsunterschied zwischen zwei emotionalen Situationen (angenehm-beruhigend und unangenehm-aktivierend) hinsichtlich der Parameter Positionsfehler, initialer Richtungsfehler und Zeit erkennen ließen, unter optimierten Bedingungen zu verifizieren. Dazu wurde im Zuge der vorliegenden Arbeit der gleiche Versuch erneut durchgeführt, mit dem Unterschied, dass die akustische Stimulation in beiden emotionalen Bedingungen lediglich während der zehnstündigen Bilddarbietung durchgeführt wurde. Außerdem wurden die Zielpositionen so gewählt, dass die verschiedenen zu laufenden Routen gleich lang waren, so dass die Translationszeiten besser miteinander verglichen werden konnten. Zudem wurden die Ziele innerhalb des Wasserbeckens in ungefähr gleichem Abstand vom Beckenrand entfernt positioniert, so dass alle Positionen in etwa gleich gut gefunden werden sollten.

1.1 Positionsfehler

Bei den Versuchspersonen I unterscheiden sich die Leistungen hinsichtlich des Parameters Positionsfehler in den beiden Situationen signifikant, was bei den Versuchspersonen II nicht der Fall ist. Dies könnte auf eine zu geringe emotionale Beeinflussung zurückgeführt werden, was auch durch anschließende Befragung von den Versuchspersonen bestätigt wurde (siehe 1.4). Zudem ist keinerlei Korrelation zwischen der Differenz der beiden Positionsfehler und dem Unterschied in der Bewertung der beiden unterschiedlichen Situationen zu erkennen, denn die aufgetragenen Punkte befinden sich nicht innerhalb nur eines Quadranten des Koordinatensystems in Abbildung 34.

Aufgrund der Tatsache, dass alle Versuchspersonen I die unterschiedlichen Zielplattformen in der unangenehm-aufregenden Situation größtenteils exakter aufsuchten als die jeweiligen im ersten Block (siehe Anhang A zu Versuch A: Positionsfehler x Route), lässt sich ein gewisser Lerneffekt erkennen. Dieser Effekt tritt auch bei der Gruppe II auf, jedoch nicht so deutlich. Betrachtet man jedoch den Mittelwert über alle Routen und über alle Versuchspersonen, ist dieser bei beiden Gruppen im jeweils zweiten Aufgabenblock geringer, was für einen Lerneffekt spricht.

Aufgrund der Studie von Gray (2001) wäre allerdings auch ein anderer Erklärungsansatz denkbar: die emotionale Beeinflussung könnte bei den Versuchspersonen I zu ihrem gewünschten Effekt und deshalb zu besseren Leistungen in der unangenehm-aufregenden

Situation geführt haben. Nimmt man an, dass die Induktion des gewünschten Zustands auch bei der zweiten Personengruppe erfolgreich war, könnte deren Ergebnis so interpretiert werden, dass die normalerweise schlechteren Leistungen in der angenehm-beruhigenden Situation durch den Lerneffekt im zweiten Aufgabenblock ausgeglichen wurden und ein deutlicher Unterschied somit nicht mehr zu erkennen war.

1.2 Initialer Richtungsfehler

Die Ergebnisse der gemessenen Winkel deuten wiederum darauf hin, dass die unterschiedliche emotionale Beeinflussung zu keinem Einfluss auf die Leistung führte. Diesmal ist im Gegensatz zur Variablen Positionsfehler bei den Versuchspersonen I keinerlei Tendenz, in einer bestimmten Situation bessere Leistungen zu erzielen, zu erkennen. Dies spiegelt sich auch in dem fast identischen Mittelwert über alle Positionen und über alle Versuchspersonen I wieder. Somit liegt es nahe, anzunehmen, dass die emotionale Beeinflussung zu gering bzw. die Aufgabe zu leicht war, als dass sie zu einem deutlichen Unterschied im initialen Richtungsfehler hätte führen können.

Die Gruppe II dagegen war wiederum in der zweiten Situation im Durchschnitt besser, aber auch hier nicht signifikant, was erneut für einen Lerneffekt über die beiden Aufgabenblöcke hinweg spricht.

1.3 Zeit

Aufgrund der neu gewählten, ungefähr gleich langen Routen, konnte nun ein Vergleich aller zehn Wege untereinander angestellt werden. Wie zu erwarten, wurde deshalb auch keine der Zielpositionen auffällig schnell oder langsam erreicht (siehe Abbildung 66).

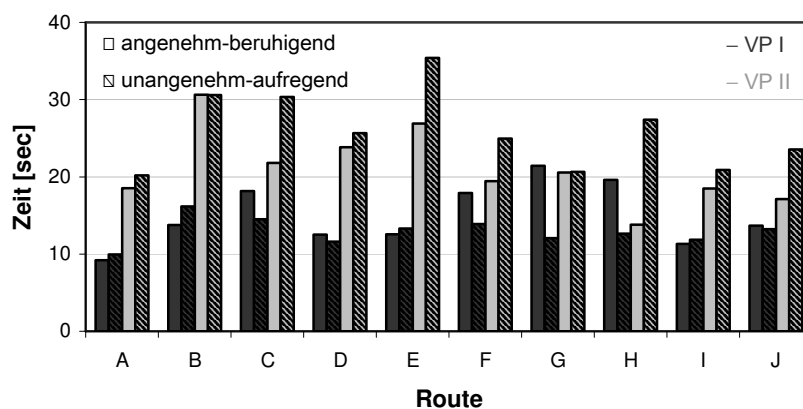


Abbildung 66: Translationszeit gemittelt über die Routen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

Dass zwischen den beiden Situationen kein signifikanter Unterschied in der benötigten Zeit auftrat, könnte zum einen wiederum auf eine zu geringe emotionale Beeinflussung zurückzuführen sein, zum anderen wurde die maximal mögliche Laufgeschwindigkeit durch stärkeres Neigen des Joysticks sehr schnell erreicht. Aufgrund dessen konnte man sich in einer bestimmten Situation auch nicht schneller fortbewegen, was vermutlich in der unangenehmen der Fall gewesen wäre, um dieser schneller zu entkommen. Somit könnte ein deutlicher Zeitunterschied lediglich dann zustande kommen, wenn sich die Versuchsperson bewusst weniger Zeit nimmt, ungeachtet der Konsequenz, die Navigationsaufgabe folglich nicht so genau durchzuführen. Da bei diesem Versuch aber noch erschwerend hinzukam, dass eine Rückwärtsbewegung mit dem Joystick nicht möglich war, waren die Versuchspersonen gar nicht in der Lage, ihre Endposition durch Korrektur großartig zu verbessern. Deshalb ist auch kein großer Unterschied in der Translationszeit zu erwarten gewesen und somit ein Vergleich der Zeiten nur bedingt aussagekräftig.

Dass kein Zusammenhang zwischen Positionsfehler und Translationszeit bzw. zwischen initialem Richtungsfehler und Rotationszeit bestand, bedeutet, dass die Navigationsleistung auch nicht besser wurde, wenn sich die Versuchspersonen zur Bewältigung der Aufgabe mehr Zeit ließen.

Die vergleichsweise schlechteren Navigationsleistungen der Versuchspersonen II könnten dadurch erklärt werden, dass diese Versuchspersonen tendenziell weniger erfahren im Umgang mit Computern und Computerspielen waren, ihre Motivation geringer war und sie die Aufgabe als schwieriger empfanden, als die Versuchspersonen I.

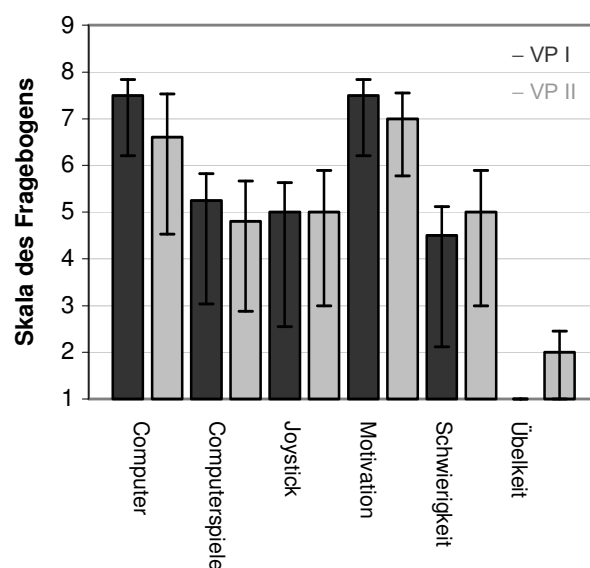


Abbildung 67: Durchschnittliche Erfahrungswerte mit Computern, Computerspielen und Joystickumgang, sowie durchschnittliche Bewertung der eigenen Motivation, des Schwierigkeitsgrades der Navigationsaufgabe und der dabei aufgetretenen Übelkeit.

1.4 Emotionsmessung

Die Messung der subjektiven Emotionskomponente durch die Self-Assessment Manikins und auch durch anschließende mündliche Befragung der Versuchspersonen, lässt vermuten, dass durch die visuelle und akustische Stimulation die erwünschten emotionalen Zustände nicht erfolgreich erzielt wurden. So wurde der Dobermann teilweise als „belustigend“ und das Vogelgezwitscher als „nervig“ empfunden, was dann nicht zu dem gewünschten unangenehm-aktivierenden bzw. angenehm-beruhigenden Zustand führte. Dies wird auch deutlich in der Tatsache, dass die beiden Bedingungen nicht als signifikant verschieden bewertet wurden, sondern sich sowohl hinsichtlich Valenz als auch hinsichtlich Aktivierung kaum unterschieden, was aufgrund der Ergebnisse der Evaluation der Bilder des IAPS und auch der Klänge von IADS so nicht zu erwarten war.

Eine Messung der physiologischen Emotionskomponente konnte hier leider nicht durchgeführt werden, da das dazu nötige Messgerät noch nicht zur Verfügung stand.

Aufgrund der vorliegenden Ergebnisse lässt sich zusammenfassend bemerken, dass die Tatsache, dass bei Serhat Saydam die Versuchspersonen in der unangenehm-aufregenden Situation signifikant schlechter in den Parametern Positionsfehler, initialer Richtungsfehler und Zeit waren als in der angenehm-beruhigenden, sich höchstwahrscheinlich dadurch erklären lässt, dass die Versuchspersonen durch das ständige Hundegeknurre abgelenkt waren, sich somit nicht so gut auf die Navigationsaufgabe konzentrieren konnten und folglich schlechtere Leistungen erzielten.

2. Versuch B

2.1 Versuch B1

2.1.1 Positionsfehler

Durch die Veränderung der Start- und Zielpositionen im Vergleich zu Versuch A, insbesondere der Route J, musste nun jede Zielposition pro emotionaler Situation genau einmal gefunden werden, so dass erwartungsgemäß keines der Ziele auffällig gut oder schlecht erreicht wurde (siehe Abbildung 67). Dass trotzdem leichte Unterschiede in der Leistung auftraten, lag vermutlich daran, dass die verschiedenen Zielpositionen unterschiedlichen Informationsgehalt besaßen. So befanden sich manche Ziele direkt vor einer Landmarke, andere dazwischen. Hinzu kommt, dass sich die Landmarken sowohl hinsichtlich des Objektes selbst als auch in ihrer Größe unterschieden.

Außerdem wurde durch eine vorangestellte Lernphase und vermutlich auch durch die randomisierte Darbietung sowohl der verschiedenen Routen als auch der beiden emotionalen Situationen (siehe Tabelle 5) verhindert, dass wieder ein Lerneffekt auftrat, was die Ergebnisse auch bestätigten.

Damit die Versuchspersonen genauer zu den Zielpositionen navigieren konnten, wurde im Vergleich zum vorherigen Versuch auch eine Rückwärtsbewegung ermöglicht und so eine größere Korrekturmöglichkeit gewährleistet. Aufgrund dessen lassen sich auch die deutlich besseren Leistungen im Positionsfehler erklären, der hier im Durchschnitt um bis zu 1,5 m geringer war als bei den Versuchspersonen von Versuch A.

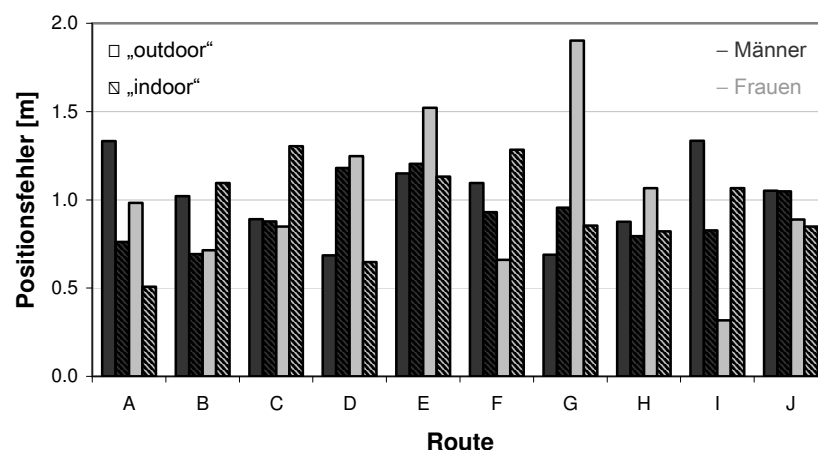


Abbildung 67: Positionsfehler gemittelt über die Routen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

Ein signifikanter Leistungsunterschied zwischen den beiden verschiedenen Bedingungen trat nicht auf. Dieses Mal lässt sich allerdings sowohl bei den männlichen als auch bei den weiblichen Versuchspersonen keinerlei Tendenz erkennen, in einer bestimmten Situation bessere Leistungen zu erzielen. Dies könnte daran gelegen haben, dass die alleinige Beeinflussung durch die beiden verschiedenen virtuellen Umgebungen nicht ausreicht, um die gewünschten emotionalen Zustände zu erzielen. Dies bestätigt auch die Tatsache, dass kein Zusammenhang zwischen Beurteilung der beiden Situationen und der Navigationsleistung besteht (siehe Abbildung 47).

Was jedoch auffällt, ist, dass die Frauen in ihren Leistungen konstanter waren als die Männer, bei denen hier untereinander eine größere Varianz auftrat. Dies könnte daran gelegen haben, dass manche männlichen Versuchspersonen tendenziell weniger motiviert und somit die Navigationsaufgabe weniger konzentriert erledigten. Die Frauen dagegen empfanden die Aufgabe als etwas leichter als die Männer und schienen bei der Versuchsdurchführung gewissenhafter zu sein. Dass beide Versuchspersonengruppen trotzdem im Durchschnitt gleiche Positionsfehler -Werte erreichten, beruhte vermutlich auf der Tatsache, dass Männer im allgemeinen bessere Ergebnisse in Navigationsaufgaben erzielen (z.B. Astur et al., 1998) außerdem verfügten sie über mehr Erfahrung mit Computerspielen und im Umgang mit einem Joystick (siehe Abbildung 68).

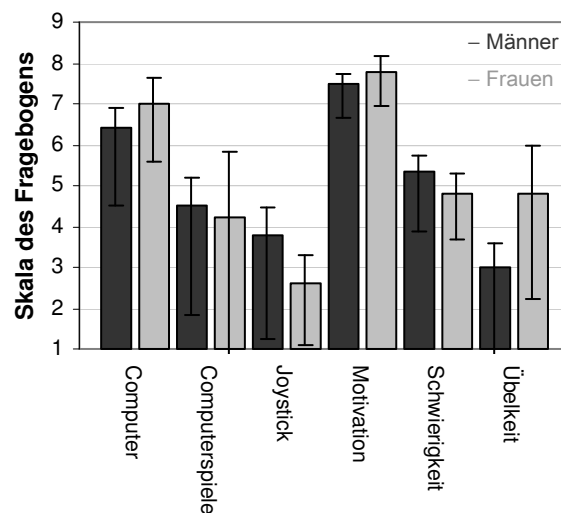


Abbildung 68: Durchschnittliche Erfahrungswerte mit Computern, Computerspielen und Joystickumgang, sowie durchschnittliche Bewertung der eigenen Motivation, des Schwierigkeitsgrades der Navigationsaufgabe und der dabei aufgetretenen Übelkeit.

2.1.2 Initialer Richtungsfehler

Stärker als beim Parameter Positionsfehler variierten die Leistungen in der Angabe der Richtung der verschiedenen Zielpositionen (siehe Abbildung 69). Dies lag vermutlich daran, dass die verschiedenen Positionen einen unterschiedlichen Schwierigkeitsgrad darin aufwiesen, ihre Richtung anzuzeigen.

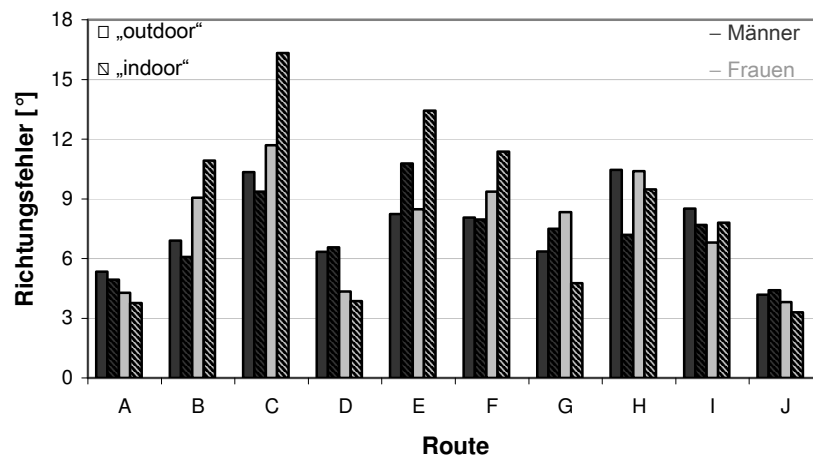


Abbildung 69: Initialer Richtungsfehler gemittelt über die Routen in Abhängigkeit von der emotionalen Bedingung.

Auch bei diesem Parameter war kein signifikanter Leistungsunterschied zwischen den beiden virtuellen Umgebungen und damit den beiden emotionalen Bedingungen zu erkennen. Dies könnte wiederum dafür sprechen, dass die Versuchspersonen nicht genügend emotional beeinflusst wurden, bzw. die Aufgabe zu einfach war, als dass sich Unterschiede im Navigationsverhalten zeigten (vgl. Kordelia, 1995). Auch beim initialen Richtungsfehler besteht deshalb kein Zusammenhang zur Beurteilung der beiden verschiedenen Situationen (siehe Abbildung 48).

2.1.3 Zeit

Trotz der Möglichkeit, sich rückwärts bewegen und sich somit korrigieren zu können, entstand kein signifikanter Unterschied zwischen den beiden Umgebungen in der zur Navigation benötigten Zeit. Dies könnte dadurch erklärt werden, dass zwar die Versuchspersonen gebeten wurden, die Zielpositionen möglichst genau und zügig zu erreichen, aber die Priorität mehr auf der Genauigkeit als auf der Schnelligkeit lag. Hinzu kommt, dass die maximal mögliche Fortbewegungsgeschwindigkeit schnell erreicht wurde und durch stärkeres Neigen des Joysticks nicht weiter gesteigert werden konnte. Somit ist ein Vergleich der Translationszeiten auch in diesem Versuch nur unter Vorbehalt zu betrachten.

Dass die Frauen im Durchschnitt die Zielplattformen schneller gefunden haben, mag daran liegen, dass ein paar Männer die Aufgabe sehr genau erledigen wollten, deswegen oft korrigiert haben und somit mehr Zeit benötigten, was dann im Mittel ins Gewicht fiel.

2.1.4 Emotionsmessung

Die Messung der subjektiven Komponente durch die Self-Assessment Manikins, und dieses Mal noch zusätzlich durch einen Fragebogen, bestätigte nun im Gegensatz zu Versuch A, dass die emotionale Beeinflussung in die beabsichtigte Richtung verlief: Sowohl von den Frauen als auch von den Männern wurde bei beiden Messmethoden der geschlossene, düstere Raum tendenziell als unangenehm-aufregend, die offene Grashügellandschaft eher als angenehm-beruhigend eingestuft. Dies widerspricht jedoch der Vermutung, dass die Versuchspersonen zu wenig emotional beeinflusst waren und deshalb kein signifikanter Leistungsunterschied aufgetreten ist. Eine Erklärung hierfür wäre, dass sie zwar die beiden virtuellen Räume wie gewünscht beurteilt, jedoch nicht ihren momentanen emotionalen Zustand angegeben haben. Somit ist nicht genau klar, ob die beiden Umgebungen tatsächlich eine Wirkung auf die Versuchspersonen hatten und diese somit emotional beeinflusst wurden.

Dagegen spricht teilweise die Messung der physiologischen Emotionskomponenten in Form des Schreckreflexes. Dieser müsste umso schneller ausgelöst werden, je unangenehmer die befindliche Situation ist. Die Latenzzeit zwischen akustischem Stimulus und Auslösen des Reflexes ist in dem unangenehmen Raum aber nur bei drei der zwölf gemessenen Versuchspersonen deutlich kürzer als bei der Grashügellandschaft. Bei den übrigen Versuchspersonen ist der Unterschied zwischen den beiden Bedingungen nicht so deutlich und verhält sich auch teilweise genau umgekehrt. Dies würde auch die nur schwache Signifikanz bei den männlichen Versuchspersonen erklären, die bei den Frauen dagegen gar nicht gegeben ist (siehe Abbildung 51).

Ähnlich verhält es sich mit der Veränderung der Hautleitfähigkeit, die umso größer ausfallen sollte, je aufregender die Situation ist. Dies ist allerdings nur bei einer der zehn gemessenen männlichen und bei einer der fünf weiblichen Versuchspersonen sehr deutlich der Fall.

Geht man davon aus, dass die Messungen richtig durchgeführt wurden, würde das erhaltene Ergebnis dafür sprechen, dass die Versuchspersonen nicht genug emotional beeinflusst waren. Vermutlich reicht eine Umgebung allein nicht aus, um einen bestimmten emotionalen Zustand hervorzurufen. Hinzu kommt, dass nach Aussagen einiger Versuchspersonen den Umgebungen keine große Beachtung geschenkt wurde, da sie sich voll und ganz auf die Aufgabe konzentrierten und alles andere sozusagen „ausgeblendet“ haben.

2.2 Versuch B2

Ziel dieses Versuches war, durch das Vorspielen zweier verschiedener Musikstücke während der Navigationsaufgabe die Beeinflussung der Versuchspersonen gegenüber Versuch B1 zu steigern und damit den gewünschten emotionalen Zustand hervorzurufen bzw. zu verstärken, ohne dabei die Versuchspersonen zu sehr abzulenken und in ihrer Konzentration zu stören.

2.2.1 Positionsfehler

Trotz der stärkeren emotionalen Beeinflussung durch die zusätzliche Musik war auch hier kein signifikanter Leistungsunterschied zu erkennen, was bedeuten könnte dass diese immer noch zu gering war. Allerdings war eine Tendenz zu erkennen, in der unangenehm-aktivierenden Situation die Zielpositionen genauer zu finden. Bei zwei der weiblichen Versuchspersonen (siehe Anhang A zu Versuch B2: alma78 und pisc80) ist dies besonders deutlich zu sehen, die bis auf zwei Ausnahmen in dem „indoor“-Raum jeweils einen geringeren Positionsfehler erzielten als in der „outdoor“-Landschaft. Geht man davon aus, dass bei diesen die emotionale Beeinflussung erfolgreich war, stimmen die Ergebnisse mit denen der Untersuchung von Gray (2001) überein, in unangenehmen Bedingungen bessere Leistungen zu vollbringen. Geht man von der Kapazitätstheorie aus, könnte das Resultat so gedeutet werden, dass bei den Männern zwar in gewisser Weise die gewünschten emotionalen Zustände erreicht wurden, die Navigationsaufgabe aber nicht schwierig genug war, um einen Einfluss feststellen zu können, wohingegen die Frauen bei der Bewältigung der Aufgabe eher an ihre Grenzen gestoßen sind, da sie sich bekanntlich bei Navigationsaufgaben in virtueller Version des Morris Water Maze im allgemeinen schwerer tun. (z.B. Astur et al., 1998)

2.2.2 Initialer Richtungsfehler

Die besonders guten Leistungen der Männer wurden auch bei der Richtungsangabe der Zielpositionen sichtbar. Allerdings ist bei diesem Parameter die Tendenz, in der unangenehm-aktivierenden Situation besser zu sein nicht mehr so deutlich gegeben, was sich auch im fast identischen Mittelwert über alle Positionen und Versuchspersonen widerspiegelte und so auch kein signifikanter Unterschied zu erwarten war. Grund hierfür könnte wiederum eine zu geringe emotionale Beeinflussung sein. Oder aber die Aufgabe, die Richtung des Ziels anzugeben, ist zu leicht und führte deshalb zu keiner erkennbaren Abweichung in den Leistungen.

2.2.3 Zeit

Ein Vergleich der Translationszeiten war wiederum aus den schon oben angeführten Gründen problematisch.

Auch bei diesem Versuch waren erneut die weiblichen Versuchspersonen in der Ausführung des Versuches schneller, was dafür sprechen würde, dass die Männer sich mehr Zeit ließen, um das Ziel genauer zu finden und folglich auch die guten Leistungen erzielten.

Die vergleichsweise besseren Leistungen der Männer lassen sich, neben der Tatsache, dass sie in Navigationsaufgaben allgemein besser sind als Frauen, vermutlich dadurch erklären, dass sie im Vergleich zu den weiblichen Versuchspersonen erfahrener mit Computern, Computerspielen sowie im Umgang mit einem Joystick waren. Zudem waren sie etwas motivierter und die Navigationsaufgabe fiel ihnen deutlich leichter.

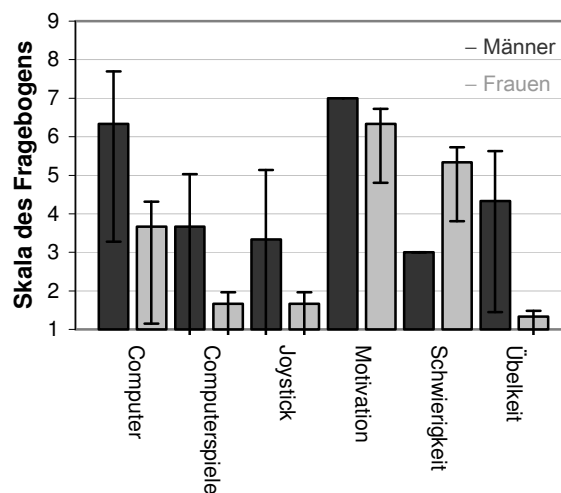


Abbildung 70: Durchschnittliche Erfahrungswerte mit Computern, Computerspielen und Joystickumgang, sowie durchschnittliche Bewertung der eigenen Motivation, des Schwierigkeitsgrades der Navigationsaufgabe und der dabei aufgetretenen Übelkeit.

2.2.4 Emotionsmessung

Die Befragung mittels der Self-Assessment Manikins und eines Fragebogens kam wieder zu dem Resultat, dass die virtuellen Umgebungen inklusive der abgespielten Musik wie beabsichtigt als angenehm-beruhigend bzw. unangenehm-aktivierend erkannt wurden, was aber leider keine Kenntnis darüber brachte, ob sich die Versuchspersonen tatsächlich in dem entsprechenden emotionalen Zustand befanden. Eine entsprechende Bestätigung durch die physiologische Emotionskomponente war leider aufgrund der fehlenden Messung des Schreckreflexes und der Veränderung der Hautleitfähigkeit nicht möglich.

V Allgemeine Diskussion und Ausblick

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die Ergebnisse aus der Arbeit von S. Saydam, die einen signifikanten Leistungsunterschied zwischen den beiden emotionalen Situationen angenehm-beruhigend und unangenehm-aufregend in den Parametern Positionsfehler, initialer Richtungsfehler und Zeit zeigten, durch den Versuch A nicht bestätigt werden konnten. Dies lässt vermuten, dass bei S. Saydam die schlechteren Leistungen in der unangenehm-aufregenden Bedingung dadurch zustande kamen, dass die Versuchspersonen durch das andauernde Hundegeknurre abgelenkt waren und sich somit nicht so gut auf die Navigationsaufgabe konzentrieren konnten.

Auch die durchgehende emotionale Beeinflussung durch die beiden unterschiedlichen Umgebungen „outdoor“ und „indoor“ aus Versuch B ließ keinen signifikanten Unterschied in der Navigationsleistung erkennen. Dies lag eventuell daran, dass die emotionale Beeinflussung zu gering war oder sich auf die Durchführung der Navigationsaufgabe nicht störend auswirkte. Eine weitere Erklärung wäre, dass die Navigationsaufgabe nicht den nötigen Schwierigkeitsgrad hatte, um einen Leistungsunterschied zwischen den beiden Situationen „outdoor“ und „indoor“ erkennen zu lassen.

Um die erhaltenen Aussagen über die Navigationsleistungen zu bestärken und statistisch abzusichern, wäre es von Vorteil, weitere Versuchspersonen zu testen. Da sich in Versuch B2 mit zusätzlicher musikalischer Beeinflussung die Tendenz abzeichnete, in der „indoor“ Bedingung bessere Leistungen zu erzielen, wäre es besonders hier interessant, dieses Versuchsdesign mit weiteren Versuchspersonen durchzuführen, und zu untersuchen, ob sich diese Tendenz bestätigt.

Aufgrund der Vermutung, dass die Versuchspersonen nicht stark genug emotional beeinflusst wurden, wäre ein weiterer denkbarer Ansatz, zu versuchen, den emotionalen Einfluss zu verstärken. Dies könnte z.B. durch Präsentation von entsprechendem Filmmaterial (vgl. z.B. Gray et al., 2001) erreicht werden, wobei dazu bislang keine standardisierte Datenbank und somit nicht ausreichende Erfahrungswerte vorliegen. Denkbar wäre auch, die Versuchspersonen dazu zu bringen, sich intensiver mit den Umgebungen zu beschäftigen, so dass diese nicht ohne weiteres „ausgeblendet“ werden können. Eine Möglichkeit hierfür wäre, an der Stelle der vier äußeren Landmarken Couch, Stühle, Fenster und Türe je nach Situation entsprechende Bilder des IAPS zu platzieren, die folglich näher betrachtet werden müssten, um sich die Position des Ziels einprägen zu können. Um dies noch zu steigern, könnte man zusätzlich das Bild in die Aufgabe miteinbeziehen, z.B. indem man leicht unterschiedliche Bilder verwendet, deren Unterschied die Versuchsperson herausfinden soll. Somit würde auch gleichzeitig der Schwierigkeitsgrad der Aufgabe gesteigert werden, was dazu beitragen würde, dass sich emotionale Zustände eher auf die Navigationsleistung auswirken [Ellis & Ashbrook, 1988].

Des Weiteren ist zu bemerken, dass die Ergebnisse der Emotionsmessung nicht als uneingeschränkt gültig angesehen werden dürfen und demnach mit Vorsicht zu behandeln sind. Die direkte Befragung nach der Wirkung der virtuellen Räume lenkte unter Umständen die Versuchspersonen schon in die Richtung, die Beurteilung wie erwünscht abzugeben. Auch wenn es nicht wirklich zur Auslösung des entsprechenden emotionalen Zustands kam, würden vermutlich die meisten Personen den düsteren Raum als unangenehm-aufregend bewerten, ohne dabei eine Auskunft darüber abzugeben, ob dies auch der tatsächlichen Wirkung entspricht, die von dieser virtuellen Umgebung ausgeht. Genauso verhält es sich mit der offenen Grashügellandschaft, die wohl jeder im Vergleich zu dem düsteren Raum als „angenehm-beruhigend“ beurteilen würde, schon alleine aus dem Grund, weil dies wohl der allgemeinen Meinung entspricht und sich jeder denken kann, dass solch eine Antwort von einem erwartet wird. Dieses Phänomen, dass der Versuchsleiter eine unbewusste Erwartungshaltung gegenüber der Versuchsperson einnimmt, und damit ungewollt die Untersuchungsergebnisse verfälscht, die dadurch dann nicht mehr objektiv und allgemeingültig sind, ist unter dem Begriff Versuchsleitereffekt oder auch Rosenthal-Effekt bekannt.

Ebenso sollte man die Resultate aus der Messung der physiologischen Emotionskomponente kritisch betrachten. Zwar wurde seitens des Instituts für medizinische Psychologie der Universität Tübingen bestätigt, dass die Schreckreflexmessung relativ zuverlässig ist und bei unangenehmen Situationen zu einer kürzeren Latenz führt, jedoch war dies in vorliegender Arbeit nicht immer der Fall. Dies mag zum Teil daran gelegen haben, dass bei der Durchführung einige Schwierigkeiten auftraten: zum einen waren diese technischer Art, da die Bedienung des Messgerätes zunächst einige Probleme bereitete. So konnte erst mit der Zeit und zunehmender Erfahrung, wie z.B. darin, die Elektroden, v.a. die für die Erdung, an der richtigen Stelle anzubringen, die Messung des Schreckreflexes erfolgreich ausgeführt werden. Auch wurden technische Ausfälle des Gerätes verzeichnet, deren Grund allerdings bislang unbekannt ist. Zum anderen gab es Schwierigkeiten individueller Art, da jede Versuchsperson unterschiedlich schreckhaft ist, deshalb verschieden stark mit den Augen zusammenzuckt und die Messungen folglich sehr unterschiedlich ausfielen. Hinzu kam, dass bei Personen mit eher kleineren Augen oft kaum ein Ausschlag des EMGs zu erkennen war und manche Versuchspersonen nach eigenen Angaben gar nicht zusammgezuckt sind.

Auch bringt die Messung der Hautleitfähigkeit des Öfteren ihre Probleme mit sich. So ist es bei manchen Versuchspersonen schwierig, überhaupt reizabhängige elektrodermale Reaktionen zu identifizieren, da diese von ständig auftretenden nichtspezifischen phasischen Veränderungen überlagert werden und davon nicht unterscheidbar sind. Darüber hinaus können messtechnisch oder auch physiologisch vermittelte Artefakte auftreten, d.h.

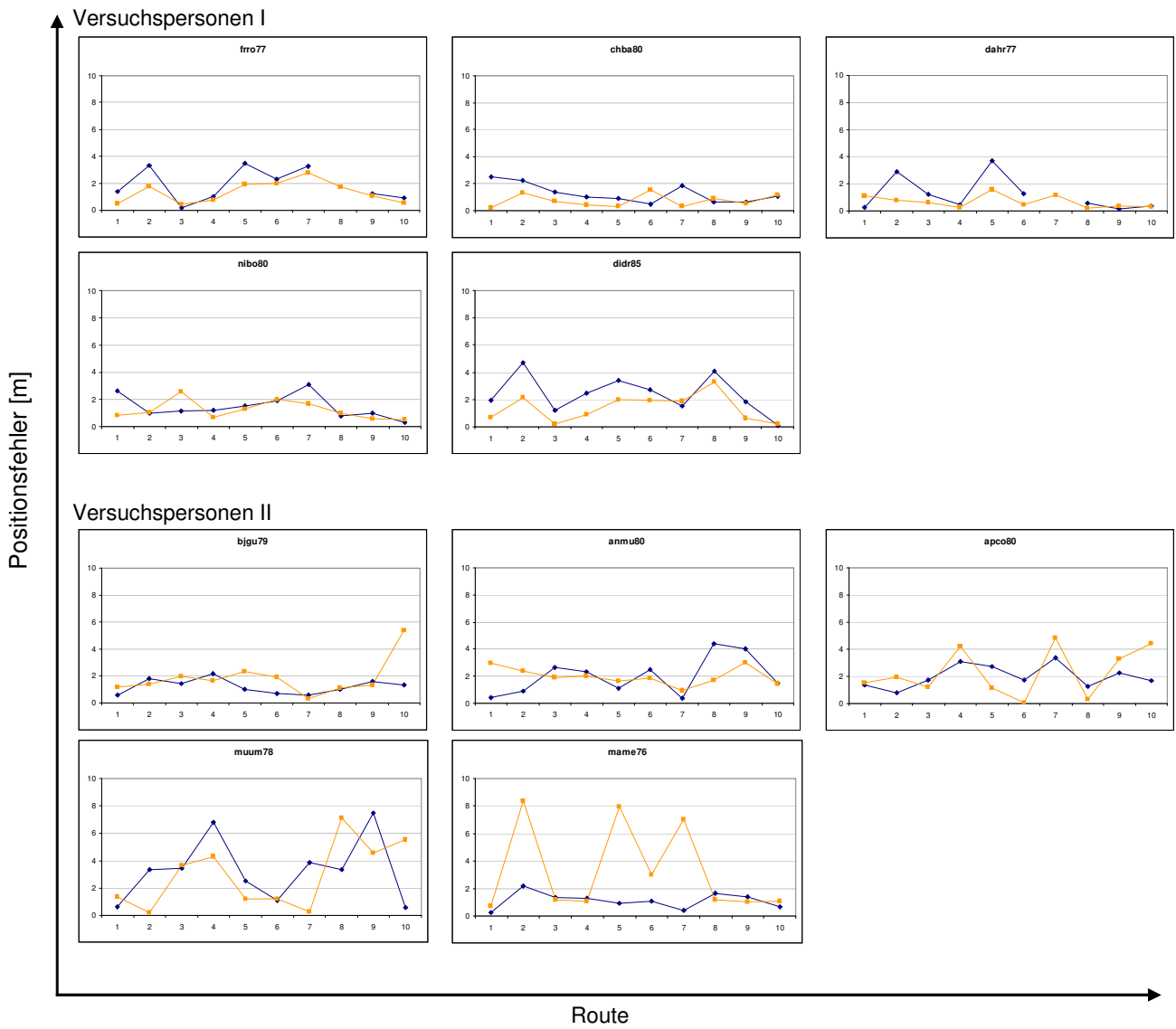
Veränderungen im gemessenen Biosignal, die nicht von der zu untersuchenden, sondern von fremden Signalquellen herrühren. Dies kann beispielsweise der Fall sein, wenn sich die Versuchsperson bewegt, v.a. wenn dabei die Ableitfläche betroffen ist, oder auch bei muskulären Aktivitäten von Körperteilen, die nicht an der Messung beteiligt sind. So kann man eine erhöhte elektrodermale Reaktion durch Sprechaktivität oder durch tiefes Einatmen erreichen. Des Weiteren wird die Hautleitfähigkeit von der physikalischen Umgebung, wie z.B. der Temperatur im Versuchsraum, aber auch der Außentemperatur, der Luftfeuchtigkeit, dem Luftdruck sowie von physiologischen und organismischen Größen, wie Geschlechtsunterschieden, Hautdurchblutung, Schwitzaktivität u.v.m. beeinflusst. Somit können sowohl kurz- als auch mittel- und langfristige Veränderungen der elektodermalen

VI Anhang

A Ergebnisse der einzelnen Versuchspersonen

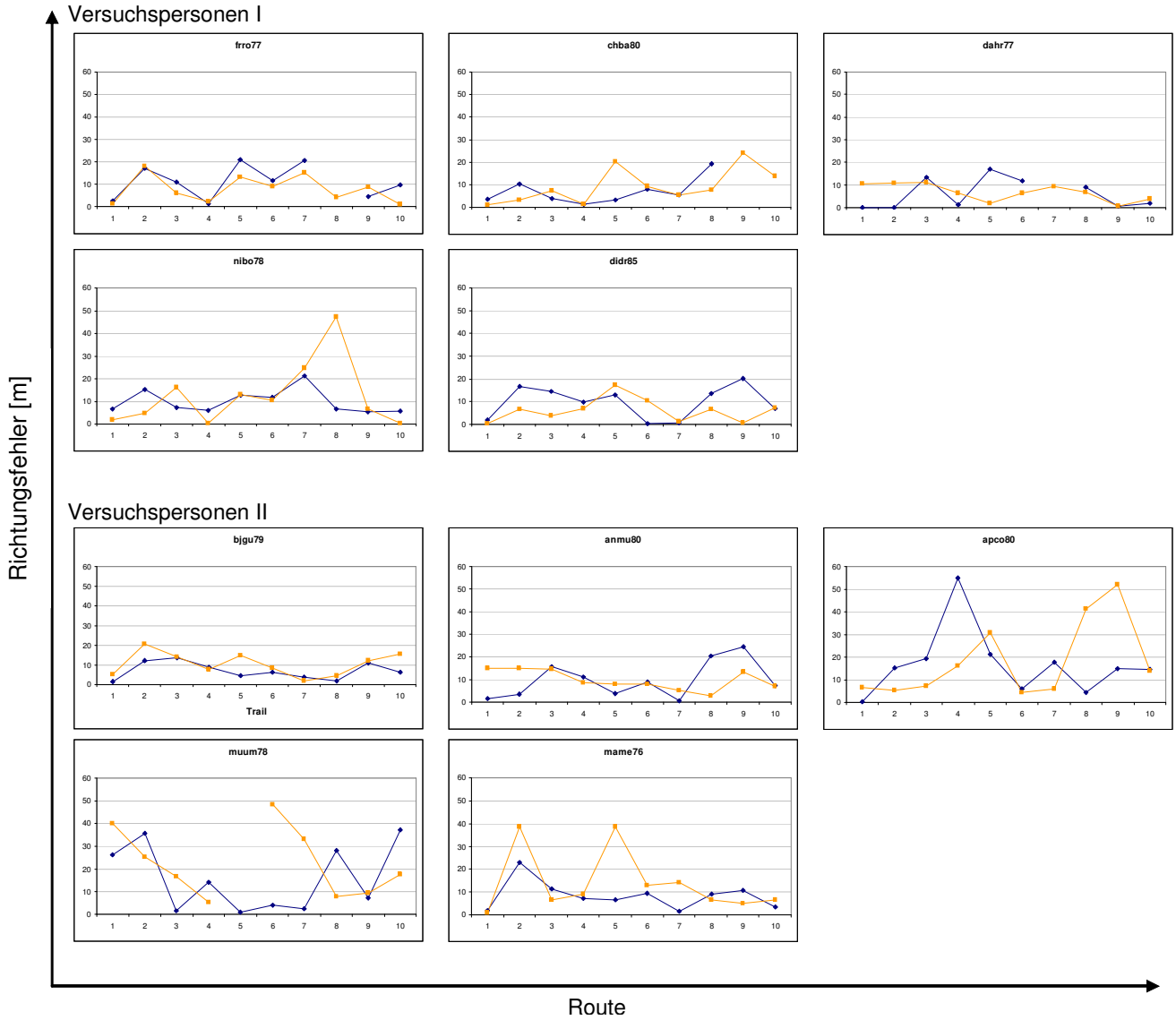
Zu Versuch A: Positionsfehler

— „angenehm“
— „unangenehm“



Zu Versuch A: Initialer Richtungsfehler

— „angenehm“
— „unangenehm“



Zu Versuch A: Translationszeit

— „angenehm“
— „unangenehm“



Zu Versuch B1: Positionsfehler x Route

— „outdoor“
— „indoor“

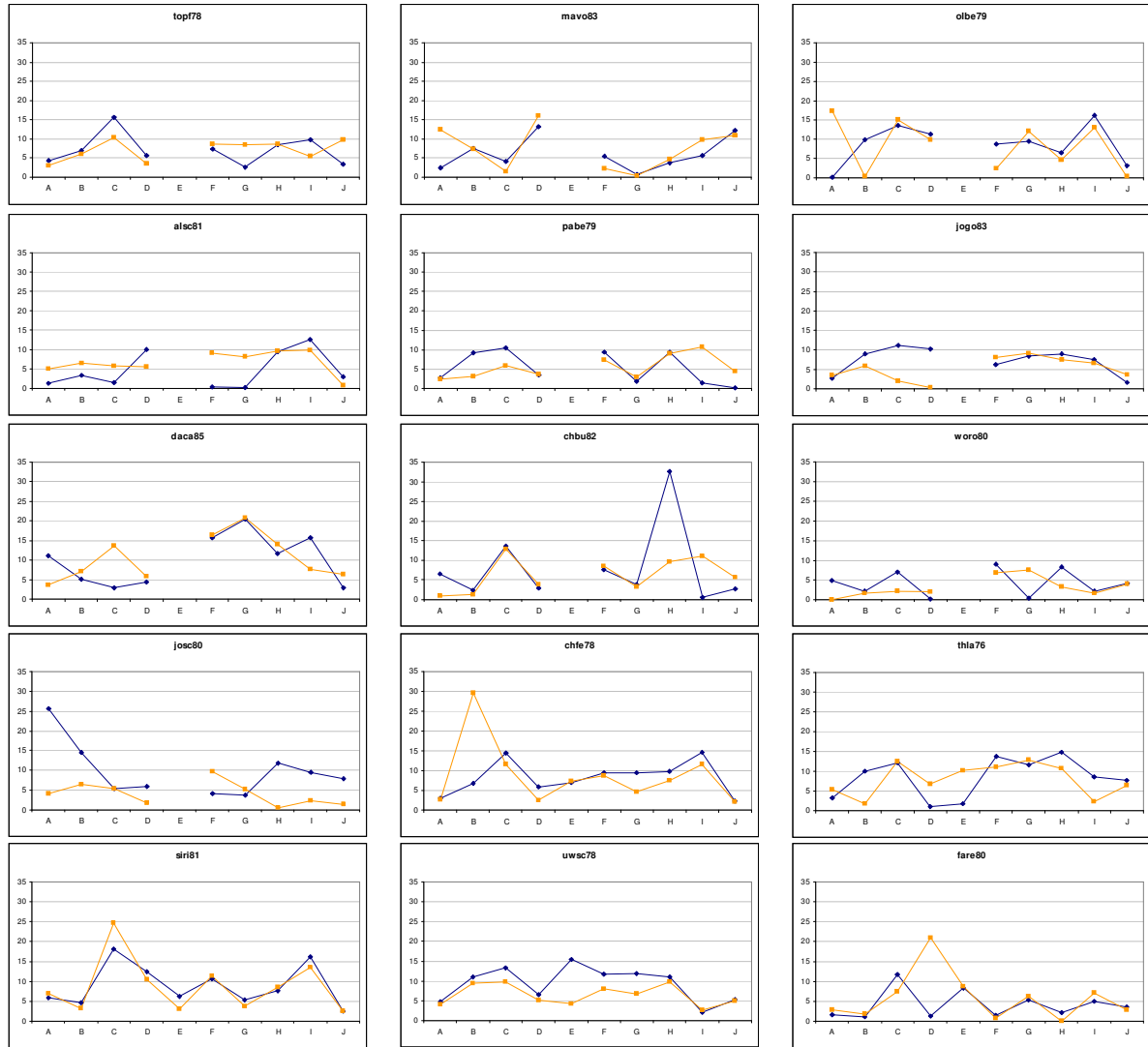


Zu Versuch B1: Initialer Richtungsfehler x Route

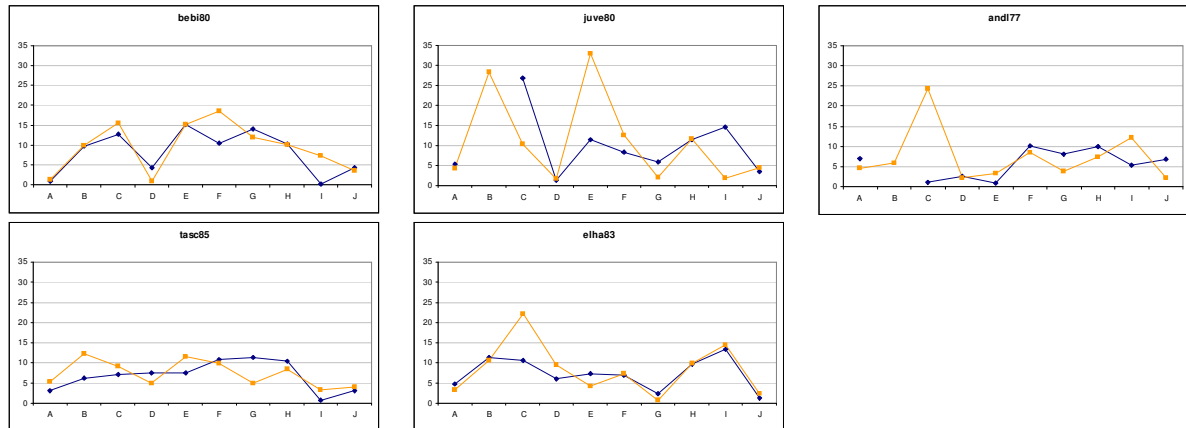
— „outdoor“
— „indoor“

Männer

Richtungsfehler [m]



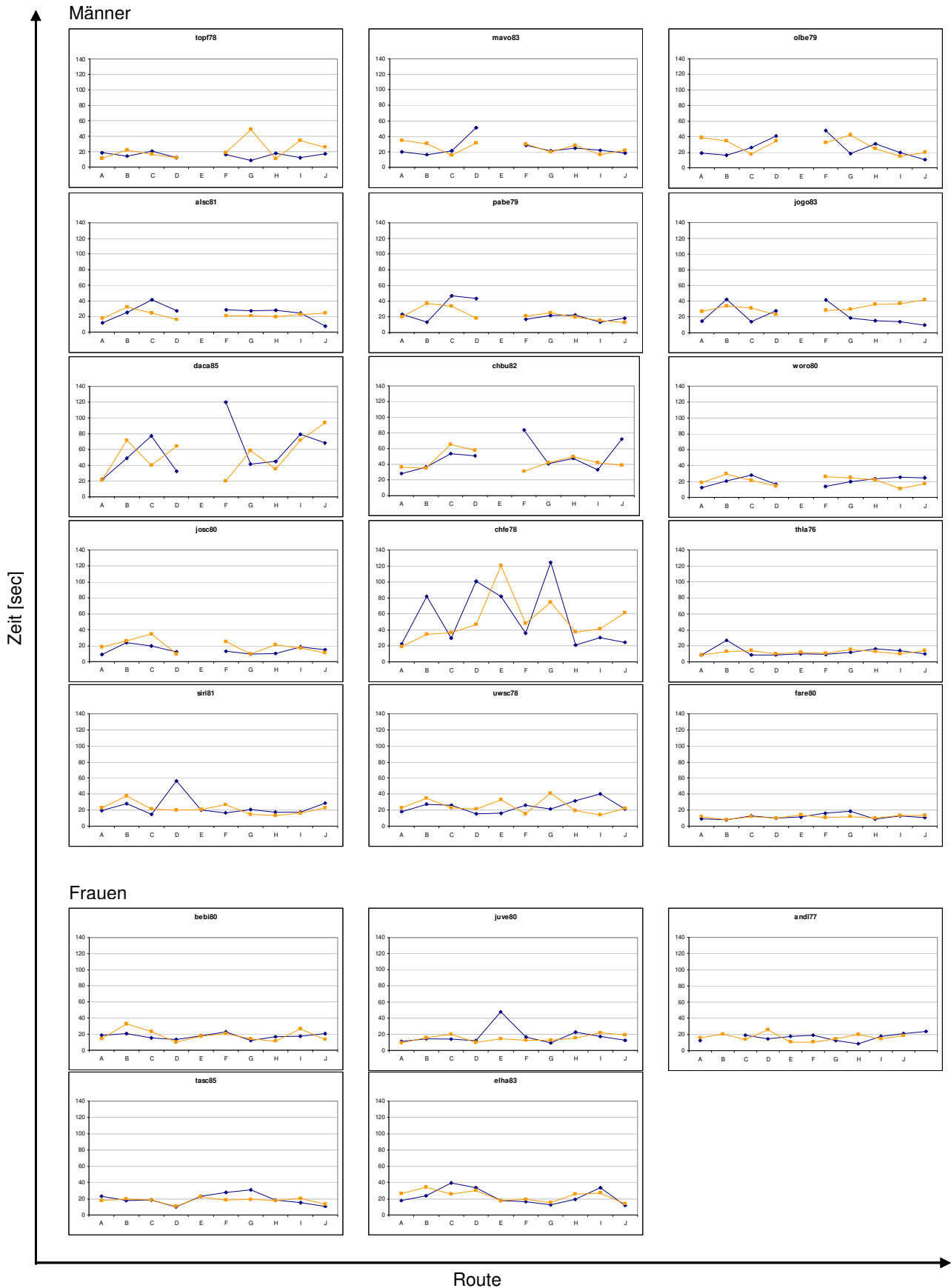
Frauen



Route

Zu Versuch B1: Translationszeit x Route

— „outdoor“
— „indoor“



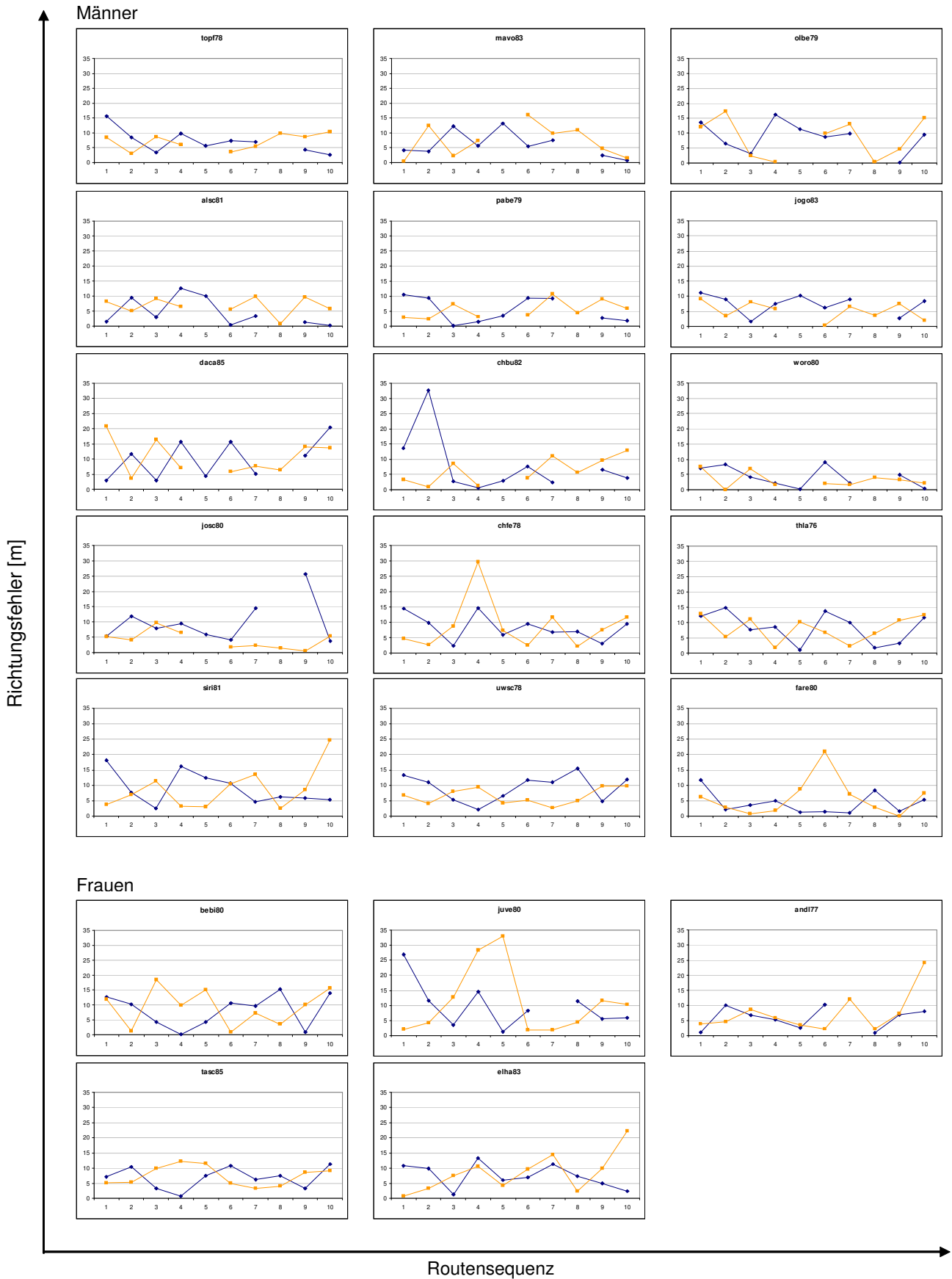
Zu Versuch B1: Positionsfehler x Routensequenz

— „outdoor“
— „indoor“



Zu Versuch B1: Initialer Richtungsfehler x Routensequenz

— „outdoor“
— „indoor“



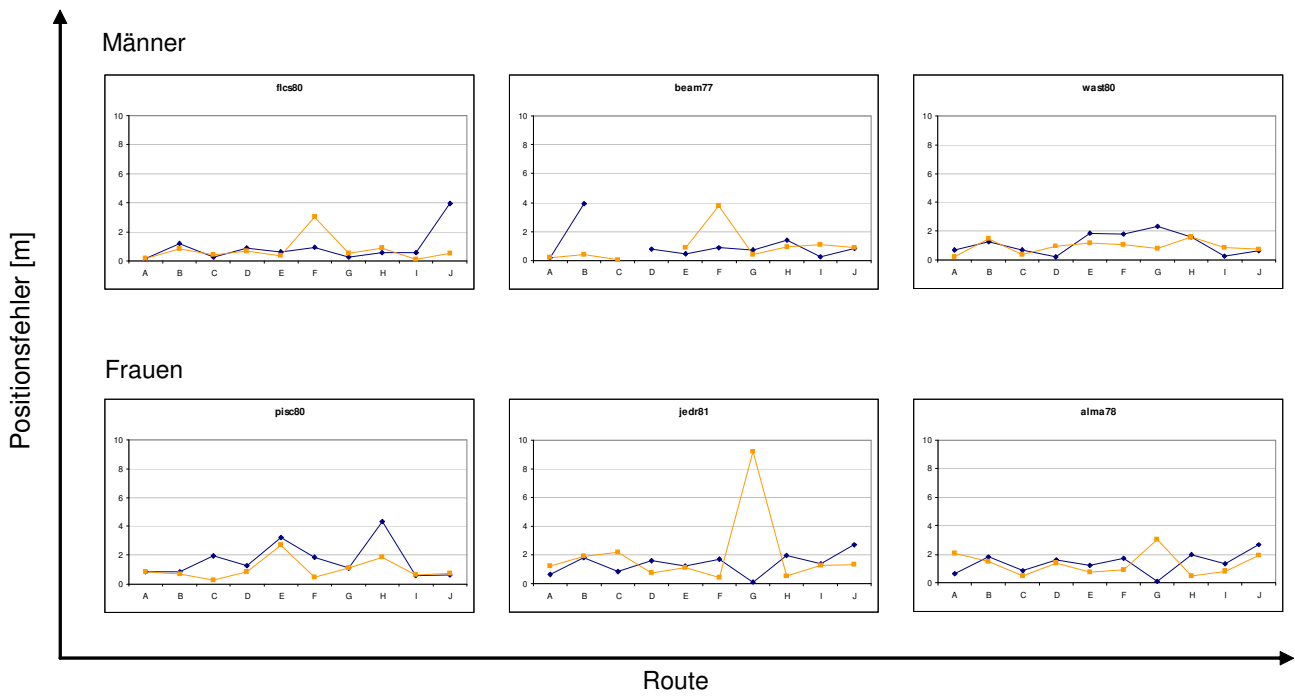
Zu Versuch B1: Translationszeit x Routensequenz

— „outdoor“
— „indoor“



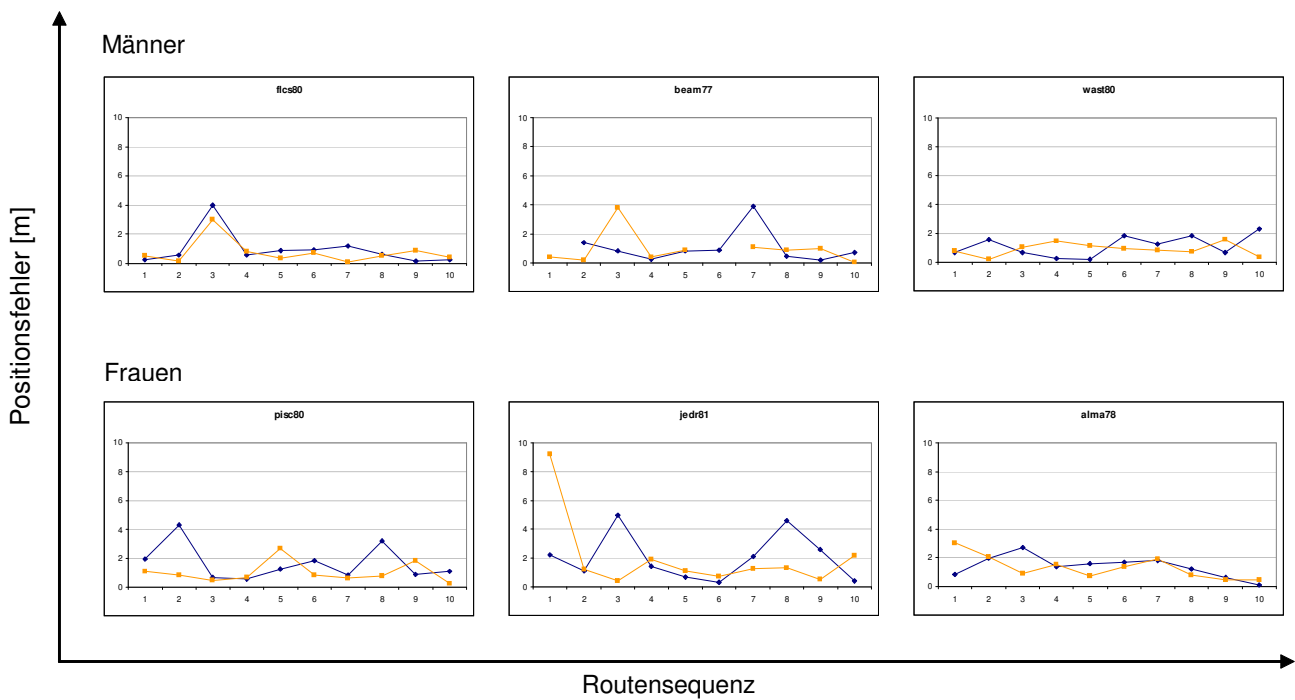
Zu Versuch B2: Positionsfehler x Route

— „outdoor“
— „indoor“



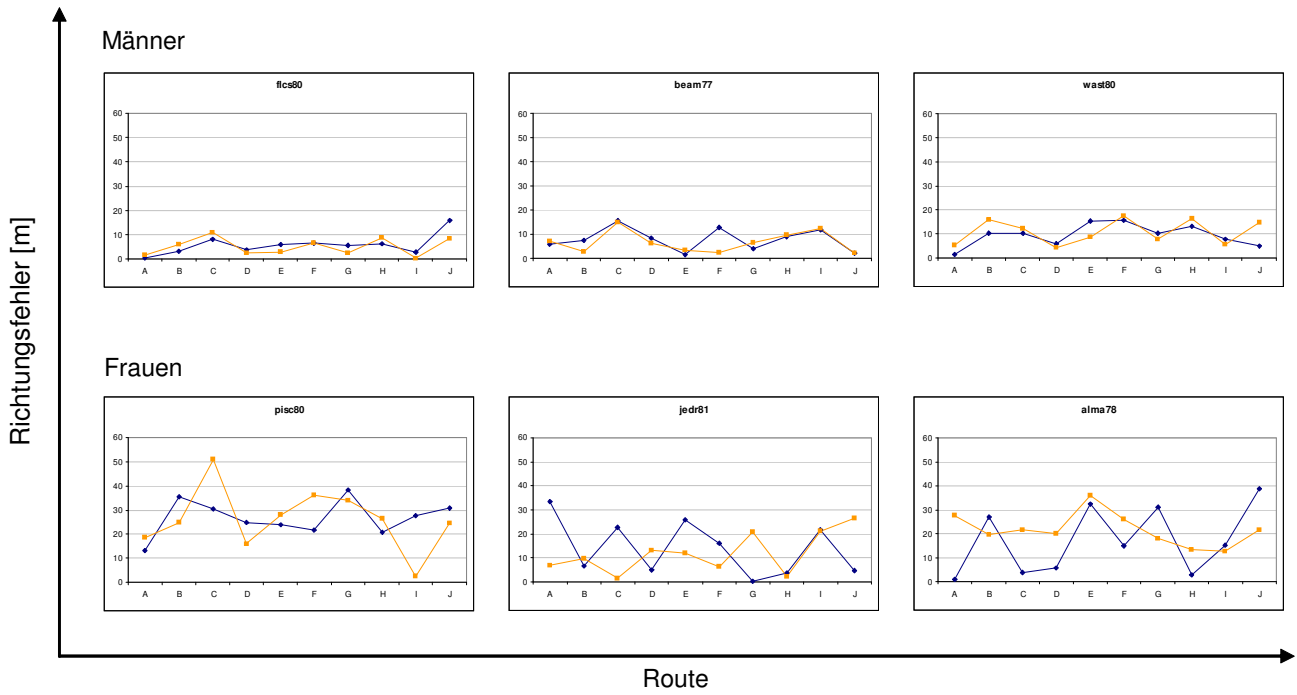
Zu Versuch B2: Positionsfehler x Routensequenz

— „outdoor“
— „indoor“



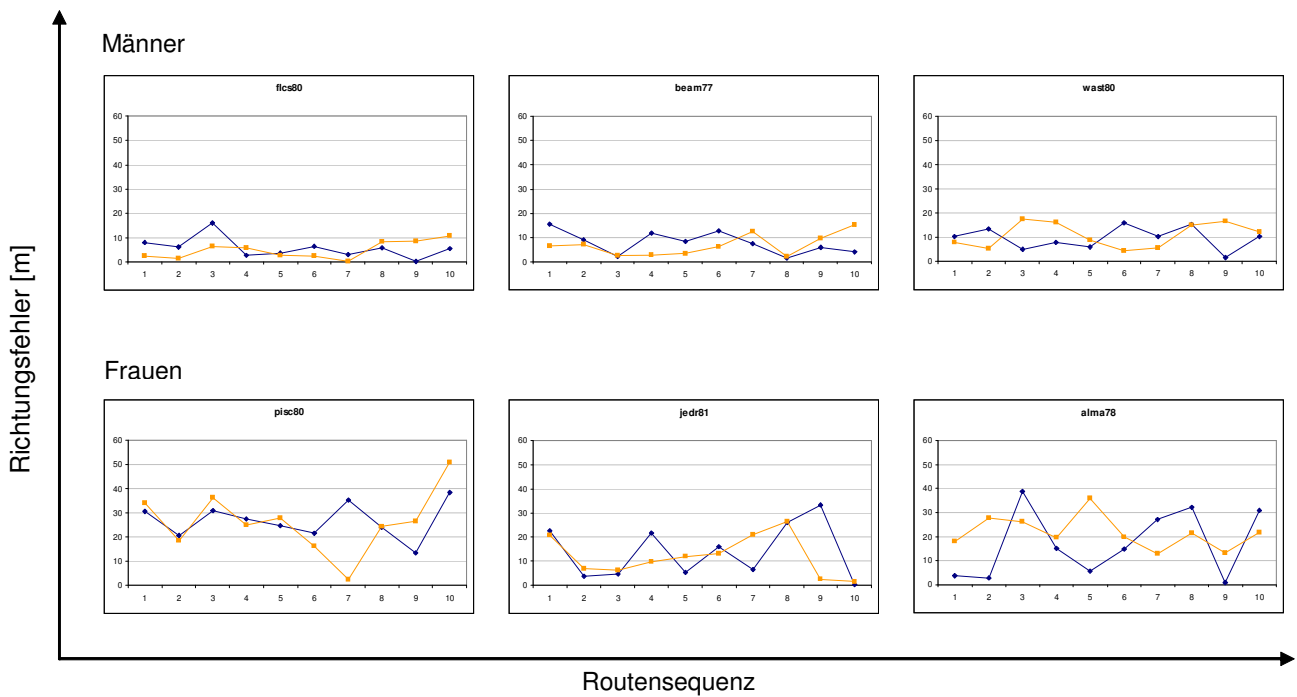
Zu Versuch B2: Initialer Richtungsfehler x Route

— „outdoor“
— „indoor“

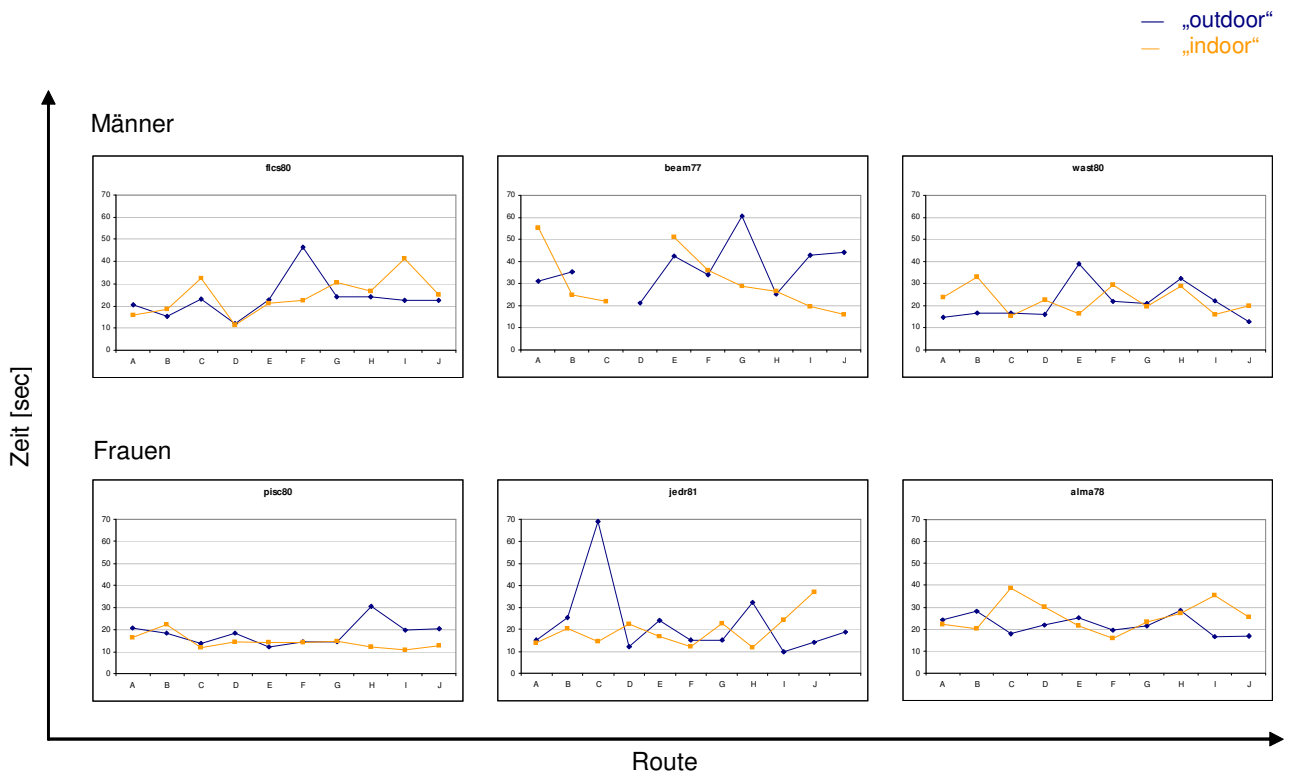


Zu Versuch B2: Initialer Richtungsfehler x Routensequenz

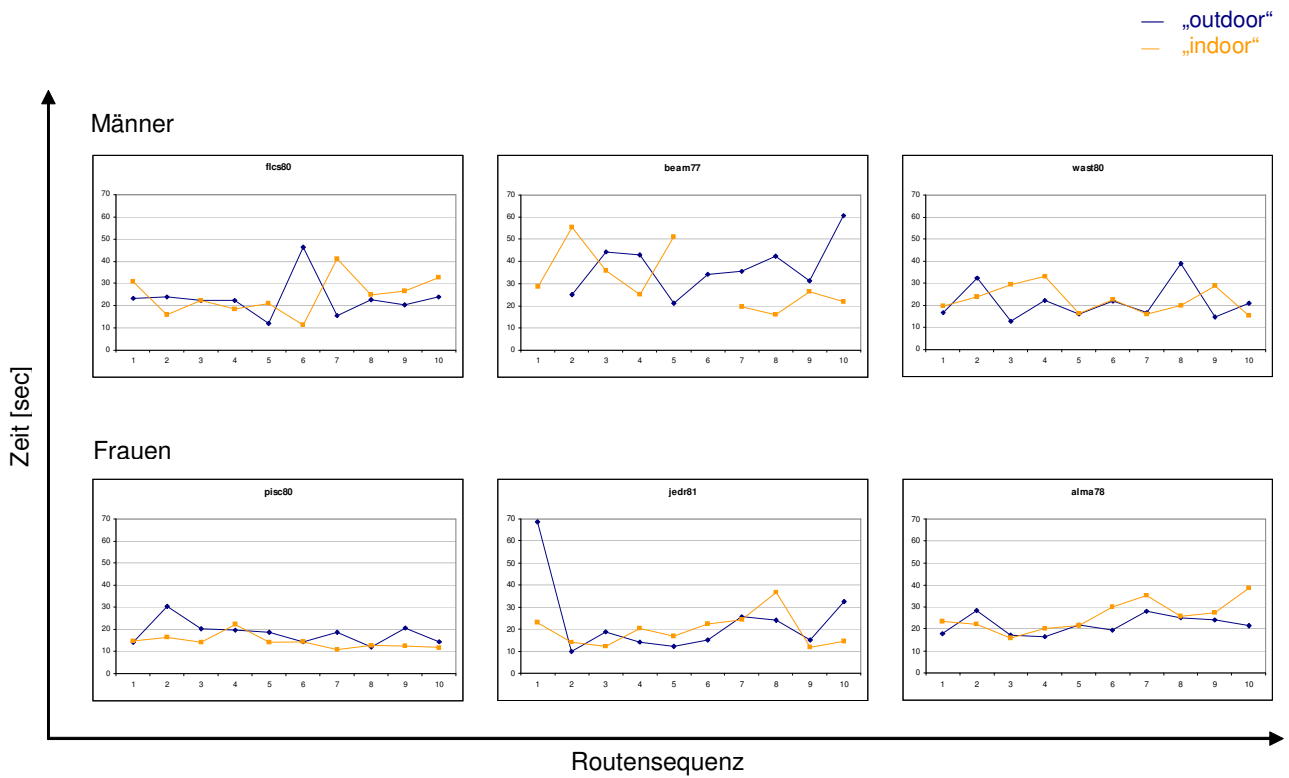
— „outdoor“
— „indoor“



Zu Versuch B2: Translationszeit x Route

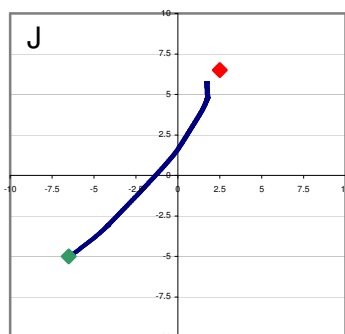
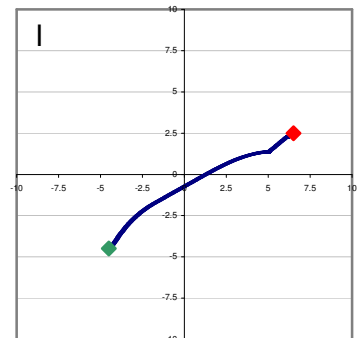
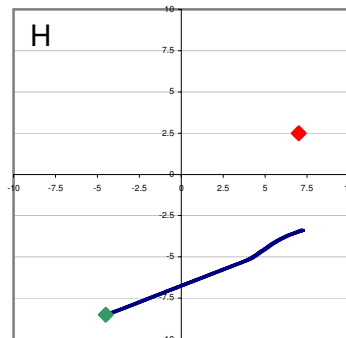
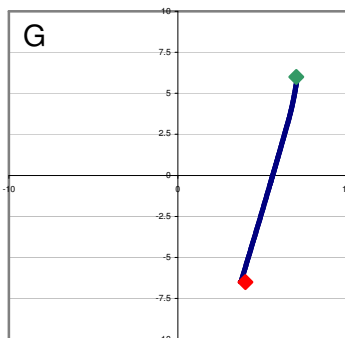
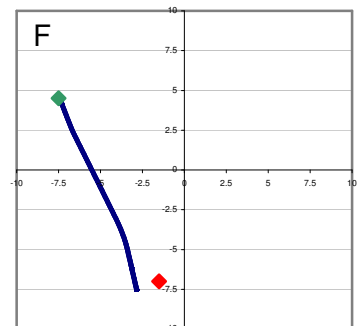
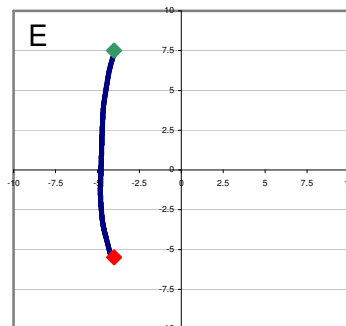
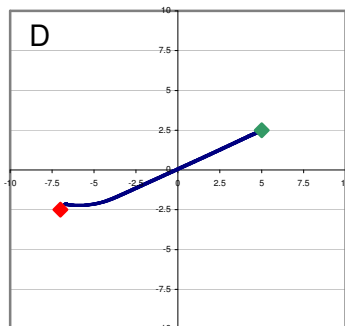
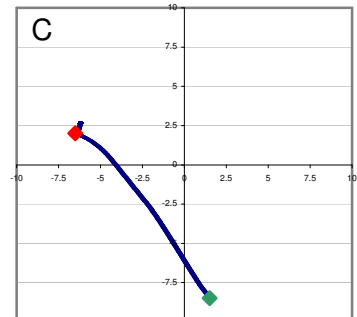
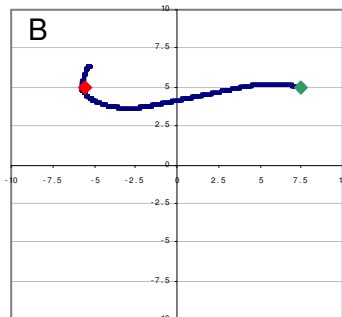
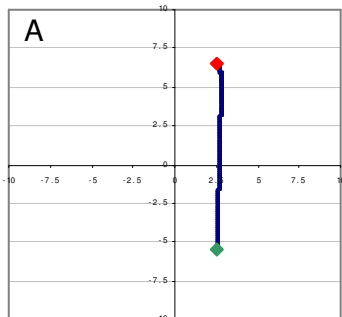


Zu Versuch B2: Translationszeit x Routensequenz

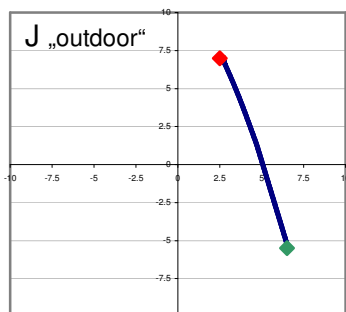
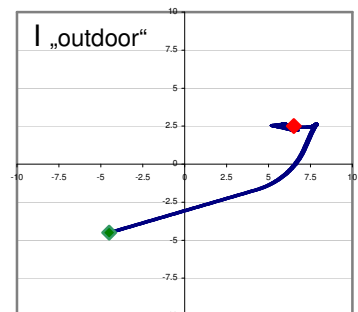
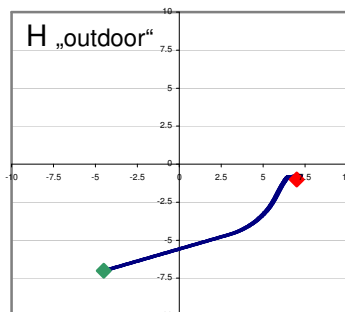
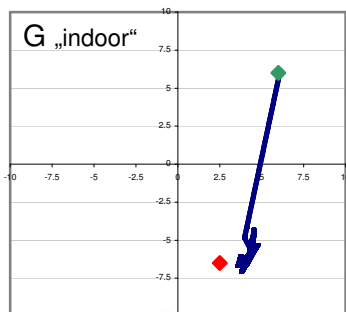
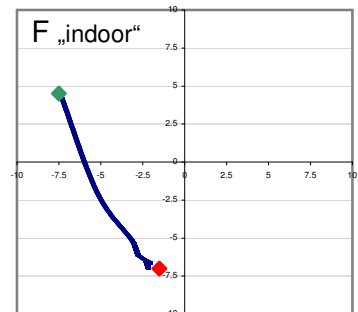
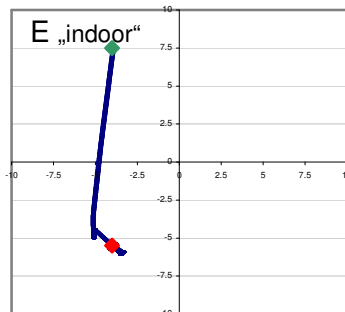
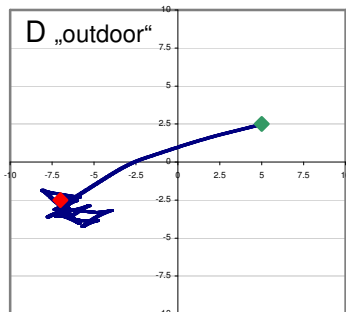
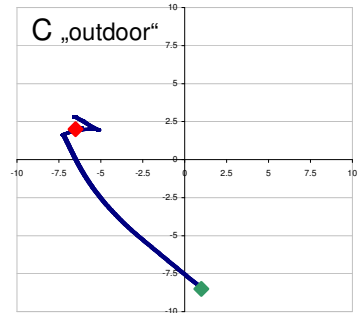
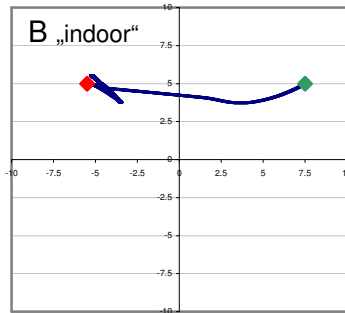
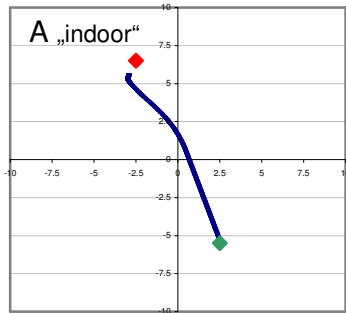


B Trajektorien einzelner Versuchspersonen

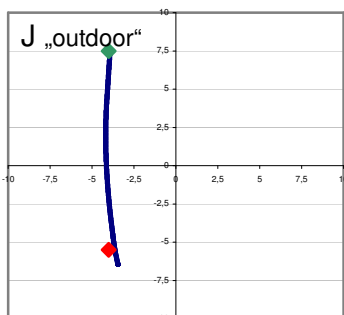
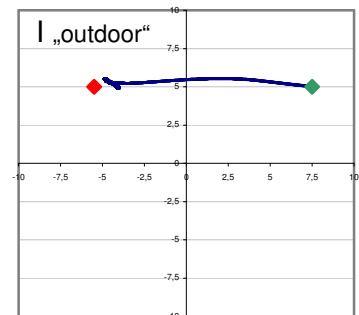
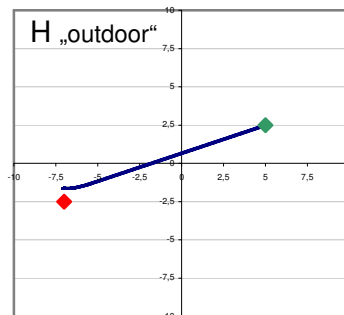
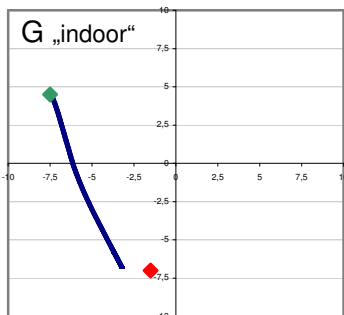
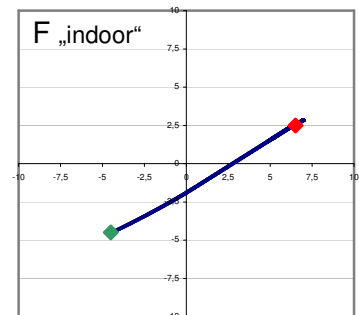
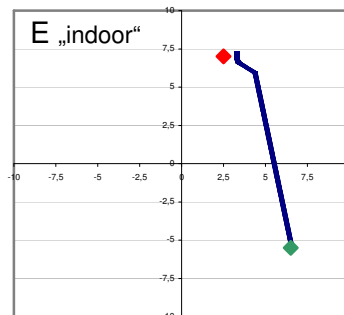
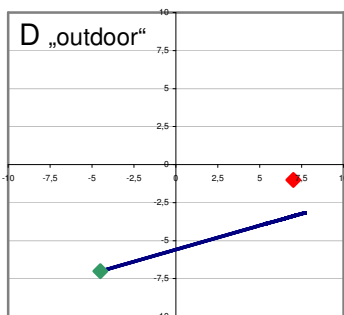
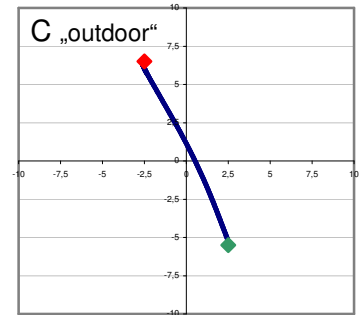
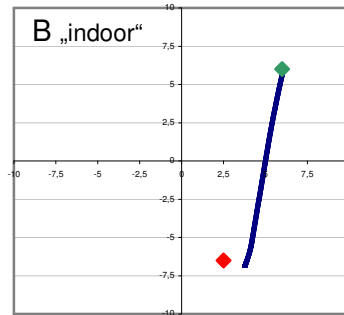
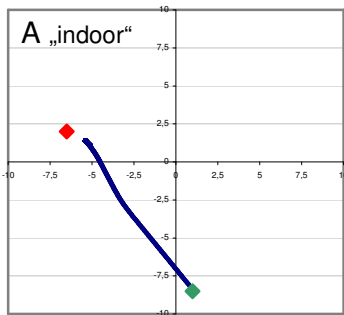
Zu Versuch A: Trajektorien der zehn verschiedenen Routen von der Versuchsperson chba80 in der unangenehm-aufregenden Situation. Grün: Startposition, rot: Zielposition.



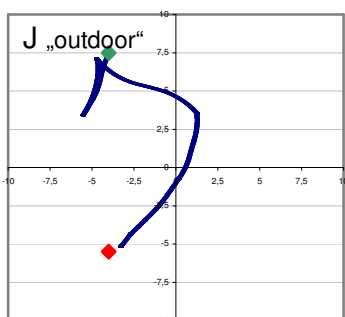
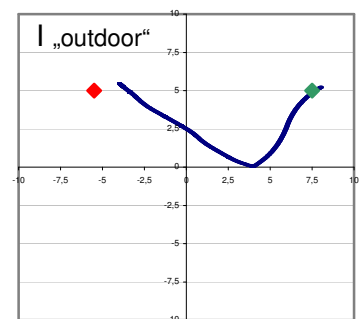
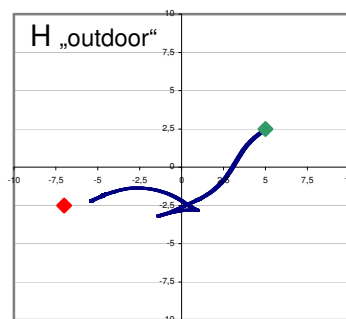
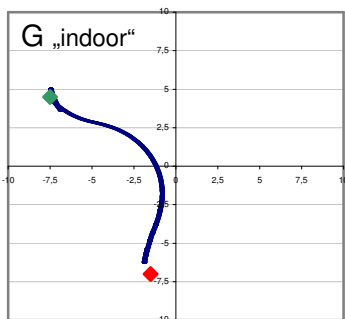
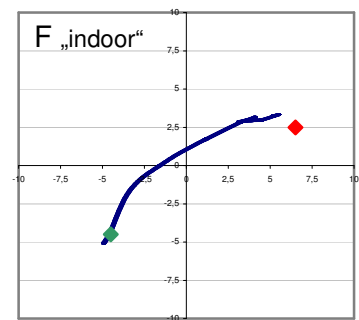
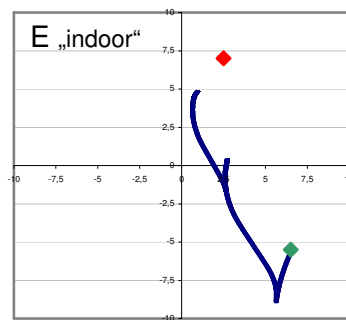
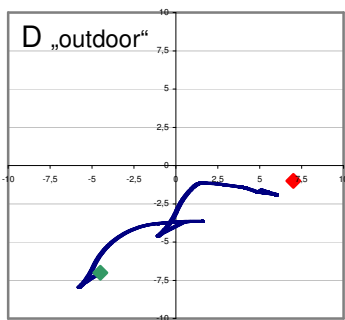
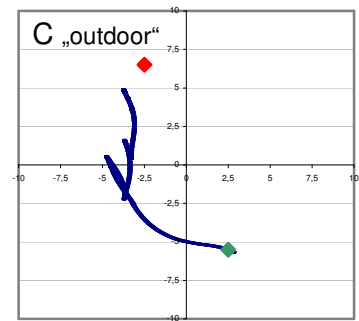
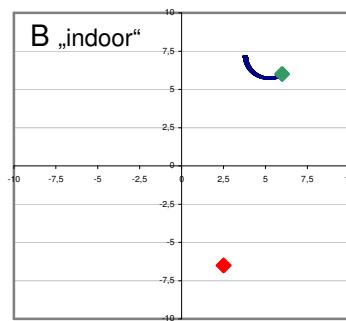
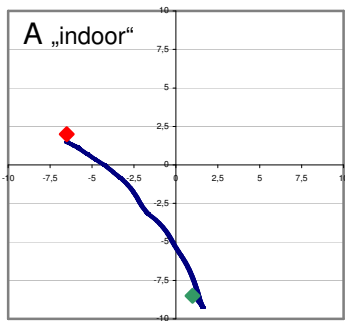
Zu Versuch B1: Trajektorien der zehn verschiedenen Routen von der männlichen Versuchsperson chfe78 in den Situationen „outdoor“ oder „indoor“.
Grün: Startposition, rot: Zielposition.



Zu Versuch B1: Trajektorien der zehn verschiedenen Routen von der weiblichen Versuchsperson andl77 in den Situationen „outdoor“ oder „indoor“.



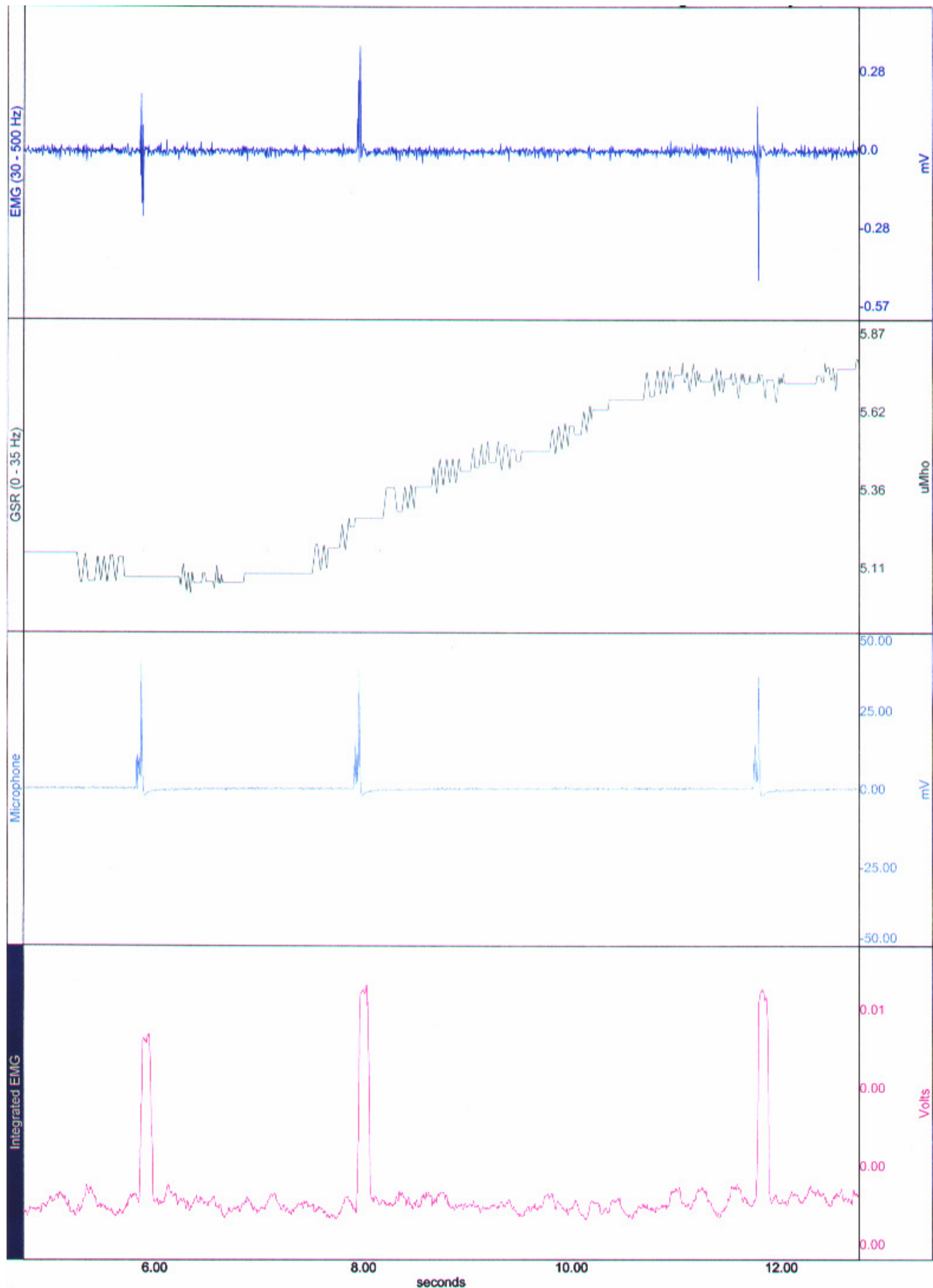
Zu Versuch B2: Trajektorien der zehn verschiedenen Routen von der weiblichen Versuchsperson alma79 in den Situationen „outdoor“ oder „indoor“.
Grün: Startposition, rot: Zielposition.



C Physiologische Parameter

Ausschnitt der mit Biopac Student Lab aufgezeichneten Daten der männlichen Versuchsperson siri81 während der „indoor“-Bedingung.

1. Reihe: EMG des Musculus orbicularis oculi, 2. Reihe: Hautleitfähigkeit, 3. Reihe: akustischer Stimulus, 4. Reihe: integriertes EMG.



D Fragebogen

Zu Versuch A

Bitte kreuzen Sie diejenige Zahl an, die Ihrer Antwort am ehesten entspricht:

- Wie viel Erfahrung haben Sie mit Computern?

sehr wenig 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr viel

- Wie viel Erfahrung haben Sie mit Computerspielen?

sehr wenig 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr viel

- Wie viel Erfahrung haben Sie im Umgang mit einem Joystick?

sehr wenig 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr viel

- Wie gut ist Ihr Orientierungssinn?

sehr schlecht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr gut

- Wie motiviert waren Sie in diesem Experiment?

gar nicht motiviert 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr motiviert

- Wie gerne würden Sie dieses Experiment wiederholen?

gar nicht gerne 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr gerne

- Wie schwer fanden Sie das Experiment?

sehr leicht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr schwer

- Wie schätzen Sie Ihre Leistung ein?

Block „Landschaft“: sehr schlecht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr gut

Block „Hund“: sehr schlecht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr gut

- Wurde Ihnen während des Experimentes übel/schwindelig?

gar nicht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr

- Hatten Sie eine bestimmte Strategie, um die Aufgabe zu bewältigen? Wenn ja, welche?

Zu Versuch B1

Bitte kreuzen Sie diejenige Zahl an, die Ihrer Antwort am ehesten entspricht:

- Wie viel Erfahrung haben Sie mit Computern?

sehr wenig 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr viel

- Wie viel Erfahrung haben Sie mit Computerspielen?

sehr wenig 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr viel

- Wie viel Erfahrung haben Sie im Umgang mit einem Joystick?

sehr wenig 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr viel

- Wie gut ist Ihr Orientierungssinn?

sehr schlecht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr gut

- Wie motiviert waren Sie in diesem Experiment?

gar nicht motiviert 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr motiviert

- Wie gerne würden Sie dieses Experiment wiederholen?

gar nicht gerne 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr gerne

- Wie schwer fanden Sie das Experiment?

sehr leicht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr schwer

- Wurde Ihnen während des Experimentes übel/schwindelig?

gar nicht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr

- Wie schätzen Sie Ihre Leistung ein?

„outdoor“ (Landschaft): sehr schlecht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr gut

„indoor“ (Raum): sehr schlecht 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr gut

- Wie empfanden Sie die Umgebung

outdoor“ (Landschaft): sehr unangenehm 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr angenehm
sehr aufregend 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr beruhigend

„indoor“ (Raum) sehr unangenehm 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr angenehm
sehr aufregend 1 - 2 - 3 - 4 - 5 - 6 - 7 - 8 - 9 sehr beruhigend

VII Literaturverzeichnis

Astur, R. S., Oritz, M. L., Sutherland, R. J. (1998): A characterization of performance by men and women in a virtual Morris water task: A large and reliable sex difference. *Behavioural Brain research* 93, 185-190.

Astur, R. S., Oritz, M. L., Sutherland, R. J. (2004): Sex differences and correlations in a virtual Morris water task, a virtual radial arm maze, and mental rotation. *Behavioural Brain research* 151, 103-115.

Boucsein, W. (1988): Elektrodermale Aktivität: Grundlagen, Methoden und Anwendungen. Berlin; Heidelberg; New York; London; Paris; Tokyo: Springer.

Bottenberg, E.H. (1972): Emotionspsychologie. Ein Beitrag zur empirischen Dimensionierung emotionaler Vorgänge. München: Goldmann.

Bradley, M.M., Cuthbert, B.N., & Lang, P.J. (1990): Startle reflex Modification: Emotion or Attention? *Psychophysiology*, 27/5, 513-522.

Bradley, M.M., & Lang, P.J. (1994): Measuring Emotion: The Self-Assessment Manikin and the Semantic Differential. *Journal of behavior therapy and experimental psychiatry*. 25/1, 49-59.

Bradley, M.M., Lang P.J. (2000): Affective reactions to acoustic stimuli. *Psychophysiology*, 37, 204-215. Cambridge University.

Bradley, M.M., Codispoti, M., Cuthbert, B.N., & Lang, P.J. (2001): Emotion and Motivation I: Defensive and Appetitive Reactions in Picture Processing. *Emotion*, 1/3, 276-298.

Bradley, M.M., Codispoti M., Sabatinelli D., & Lang P.J. (2001): Emotion and Motivation II: Sex Differences in Picture Processing. *Emotion*, 1/3 300-319. University of Florida.

Duensing, F. (1952): Schreckreflex und Schreckreaktion als hirnorganische Zeichen. *Archiv für Psychiatrie und Zeitschrift Neurologie*, 188, 162-192.

Ekman, P., Wallace, V.F., & Simons, R.C. (1985): Is the Startle Reaction an Emotion? *Journal of Personality and Social Psychology*, 49/5, 1416-1426.

Fehr, B., Russell, & A.J. (1984): Concept of emotion viewed from a prototype perspective. *Journal of Experimental Psychology: General*, 113, 464-486.

Gattermann, R. (1993): Verhaltensbiologie. Aus der Reihe Wörterbücher der Biologie: die biologischen Fachgebiete in lexikalischer Darstellung. Jena: G. Fischer.

Gray, J.R. (2001): Emotional Modulation of Cognitive Control: Approach-Withdrawal States Double-Dissociate Spatial From Verbal Two-Back Task Performance. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130/3, 436-452.

Gray, J.R., Braver, T.S., & Raichle, M.E. (2002). Integration of emotion and cognition in the lateral prefrontal cortex. *Proceedings of the National Academy of Sciences, USA*, 99, 4115-4120.

Klienginna, P.R., & Klinginna, A.M. (1981): A categorized list of emotion definitions, with suggestions for a consensual definition. *Motivation and Emotion*, 5/4, 345-379.

- Lang P.J. (1980): Behavioral treatment and bio-behavioral assessment: Computer applications. In Sidowski, J.B., Johnson, J.H., & Willams, T.A. (Eds.): *Technology in mental healthcare delivery systems*, 119-137. Norwood, NJ: Ablex.
- Lang, P.J., Bradley, M.M, & Cuthbert, B.N. (1990): Emotion, Attention and the Startle Reflex. *Psychological Review*, 97/3, 377-395.
- Lang, P.J., Bradley, M.M, & Cuthbert, B.N. (1997): International Affective Picture System (IAPS): Technical Manual and Affective Ratings. NIMH Center for the Study of Emotion and Attention.
- Lang, P.J., Bradley, M.M, & Cuthbert, B.N. (2005): *International affective picture system (IAPS): Digitized photographs, instruction manual and affective ratings. Technical Report A-6*. University of Florida, Gainesville, FL.
- Mallot, H.A. (WS 2004/2005): Vorlesungsskript zu Kognitive Neurobiologie – Grundlagen der Neuro- und Verhaltensbiologie III. Universität Tübingen.
- Meer, P. van, & Raber, J. (2005): Mouse behavioural analysis in systems biology. *Biochemical Journal*, 389, 593-610.
- Meyer, W.-U., Schützwohl, A., & Reisenzein, R. (2001): *Einführung in die Emotionspsychologie*. Bern; Göttingen; Toronto; Seattle: Huber. Bd.1. Die Emotionstheorien von Watson, James und Schachter. – 2. überarbeitete Auflage.
- Mitmansgruber, H. (2003): Kognition und Emotion. Bern; Göttingen; Toronto; Seattle: Huber.
- Morris, J. (1995): Observations: SAM: The Self-Assessment Manikin, An Efficient Cross-Cultural Measurement Of Emotional Response. *Journal of Advertising Research*.
- Morris, R. (1984): Developments of a water-maze procedure for studying spatial learning in the rat. *Journal of Neuroscience Methods* 11, 47-60. Elsevier
- Müsseler, J. & Prinz, W. (2002): *Allgemeine Psychologie*. Heidelberg; Berlin: Spektrum.
- Otto, J.H., Euler, H.A., & Mandl, H. (Hrsg.) (2000): *Emotionspsychologie*. Weinheim: Psychologie Verlags Union.
- Russel, J.A. (1980): A circumplex model of affect. *Journal of Personality and Social Psychology*, 39, 1161-1178.
- Sauermost, R., & Freudig, D. (2002): Lexikon der Biologie, Band 10: Navicula bis Phalium. Heidelberg: Spektrum.
- Schächinger, H. (2003): Die Schreckreaktion (Startle Reaction) in der Emotionsforschung. *Praxis*, 92, 1584-1586
- Schmidt-Atzert, L. (1996): *Lehrbuch der Emotionspsychologie*. Stuttgart; Berlin; Köln: Kohlhammer.
- Spies, Kordelia (1995): *Negative Stimmung und kognitive Verarbeitungskapazität*. Internationale Hochschulschriften Band 160, Münster; New York: Waxmann, 1995

Ulrich, D., & Meyring, P. (2003): Psychologie der Emotionen. Band 5 der Reihe Grundriss der Psychologie. Stuttgart; Berlin; Köln: Kohlhammer. – 2. überarbeitete und erweiterte Auflage.

Tracy, J.A., McFall, R.M., & Steinmetz, J.E. (2005): Effects of Emotional Valence and Arousal on Eyeblink Classical Conditioning and Autonomic Measures. *Integrative Physiological & Behavioral Science*, 40/1, 45-54.

Verschuere, B., Crombez, G., & Koster, E.: The international picture system: a cross cultural validation study. Ghent University, Belgium

Vrana, S.R., Spence, E.L., & Lang, P.J. (1988): The startle probe response: A new measure of emotion? *Journal of Abnormal Psychology*, 97, 487-491.

Weiß, A. (2005); Die Auswirkungen des Kontrastes auf das visuelle Ortsgedächtnis des Menschen. Zulassungsarbeit, Fakultät für Biologie, LS Kognitive Neurowissenschaft, Universität Tübingen.

Wundt, W. (1905): Grundriß der Psychologie (7. Auflage). Leipzig: Engelmann.

<http://incompetech.com/m/c/royalty-free/horror.html>

http://de.wikipedia.org/wiki/Virtuelle_Realität

Danksagung

Folgenden Personen möchte ich gerne danken...

Herrn Prof. Dr. H.A. Mallot für die Überlassung des Themas und für die Bereitstellung des Arbeitsplatzes.

Gregor Hardieß für die umfassende Betreuung.

Dr. Christoph Braun vom Institut für medizinische Psychologie der Universität Tübingen für die Bereitstellung des Biopac Student Lab Messgerätes und für die fachliche Beratung.

Meinen Versuchspersonen, ohne die diese Arbeit nicht entstanden wäre.

Bernadette für das Korrekturlesen.

Frank für die erheiternden Mittagspausen, abendliches Unterhaltungsprogramm und dafür, dass er mir stets mit Rat und Tat beiseite steht.

All meinen Freunden, ohne die das Studieren sicherlich nicht so viel Spaß gemacht hätte.

Ganz besonders meinen Eltern, die mich nicht nur in Studienangelegenheiten großzügig unterstützt haben.