
Der Mensch

im Open-Field Test:

Agoraphobie als pathologische Form extraterritorialer Angst

Inaugural-Dissertation zur Erlangung der Doktorwürde

der Philosophischen Fakultät II

der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Vorgelegt von: Nora Walz

Würzburg 2013

Erstgutachter: Prof. Dr. Paul Pauli

Zweitgutachter: Prof. Dr. Andreas Mühlberger

Inhaltsverzeichnis

1. Allgemeiner Hintergrund	11
1.1 Agoraphobie, Behandlung und ungeklärte Fragen.....	11
1.2 Agoraphobie als pathologische Form extraterritorialer Angst?	13
1.3 Angst und Evolution.....	16
1.4 Ethologische Aspekte von Angst	18
1.5 Ziel der Dissertation	21
2. Studie I: Raum-Zeit-Verhalten im Open-Field Test	22
2.1 Einleitung	22
2.1.1 Der Open-Field Test.....	22
2.1.2 Thigmotaxis im Humanbereich	23
2.1.3 Ziel der Studie und Hypothesen	24
2.2 Methode.....	28
2.2.1 Stichproben.....	28
2.2.2 Das Open-Field	34
2.2.3 Aufgaben	35
2.2.4 GPS-Messung.....	37
2.2.5 Versuchsablauf	38
2.2.6 Datenanalyse	40
2.3 Ergebnisse	45
2.3.1 Patienten vs. Kontrollgruppe.....	45
2.3.2 Hochhängstliche vs. niedrighängstliche Probanden	57
2.3.3 Korrelative Betrachtung von Ängstlichkeit und Raum-Zeit-Verhalten	67
2.4 Diskussion	70
2.4.1 Der Open-Field Test zur Messung von Angstverhalten bei Menschen.....	70
2.4.2 Thigmotaxis als Angstverhalten.....	71
2.4.3 Mediatoren von Angst im Open-Field Test.....	73
2.4.4 Mechanismen von Thigmotaxis	75
2.4.5 Limitationen	77
2.4.6 Schlussfolgerung	79

3. Studie II: Raum-Zeit-Verhalten in der Stadt	80
3.1 Einleitung	80
3.1.1 Messung von Vermeidungsverhalten im Alltag	80
3.1.2 GPS und Raum-Zeit-Verhalten von Menschen	81
3.1.3 Emotion und Navigation	82
3.1.4 Ziel der Studie und Hypothesen	83
3.2 Methode	84
3.2.1 Stichproben	84
3.2.2 Die Testsituation	85
3.2.3 Die Aufgabe	87
3.2.5 Kontrollvariablen	87
3.2.6 Parametrisierung der Daten	88
3.2.7 Statistische Auswertung	88
3.3 Ergebnisse	89
3.3.1 Patienten vs. Kontrollgruppe	89
3.3.2 Hochhängstliche vs. niedrighängstliche Probanden	93
3.4 Diskussion	98
3.4.1 Agoraphobe Vermeidung und Ängstlichkeit in der Stadt	99
3.4.2 Emotion und Navigation im realen Raum	100
3.4.3 Limitationen	101
3.4.4 Schlussfolgerung	103
4. Abschließende Diskussion	104
4.1 Angstverhalten im ethoexperimentellen Ansatz	104
4.2 Agoraphobie und extraterriotriales Angstverhalten	107
4.3 Navigation in der Stadt	109
5. Bedeutsamkeit und Ausblick	111
6. Literaturverzeichnis	112
7. Anhang	131

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Fragebogenwerte für Patienten und Kontrollgruppe	31
Tabelle 2:	Fragebogenwerte für hoch- und niedrigängstliche Probanden	34
Tabelle 3:	Angstrating, Arousalrating und Bedeutsamkeit situativer Faktoren im OFT für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe	47
Tabelle 4:	Angstrating und Arousalrating für Nebenaufgabe 1 und 2 für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe	56
Tabelle 5:	Angstrating, Arousalrating und Bedeutsamkeit situativer Faktoren im OFT für hoch- und niedrigängstliche Probanden	59
Tabelle 6:	Angstrating und Arousalrating für Nebenaufgabe 1 und 2 für hoch- und niedrigängstliche Probanden	67
Tabelle 7:	Korrelationskoeffizienten zwischen Angstmaßen und Raum-Zeit-Parametern	70
Tabelle 8:	Fragebogenwerte für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe (Studie II)	85
Tabelle 9:	Ratings nach dem Rückweg für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe	90
Tabelle 10:	Häufigkeiten verschiedener Varianten des Rückwegs bei Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe	92
Tabelle 11:	Ratings nach dem Rückweg für hoch- und niedrigängstliche Probanden	94
Tabelle 12:	Häufigkeiten verschiedener Varianten des Rückwegs bei hoch- und niedrigängstlichen Probanden	95
Tabelle 13:	Korrelationen zwischen Wegvarianten und Ratings und Parametern des OFT für hoch- und niedrigängstliche Probanden	98

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Fotografie des Fußballfeldes Versuchsleiterposition	35
Abbildung 2:	Schematischer Plan des Feldes als Orientierungshilfe für die Probanden	36
Abbildung 3:	Schematische Darstellung der Streckenalternativen bei Nebenaufgabe 1	38
Abbildung 4:	Schematische Darstellung von Brustgurt, GPS Gerät und Empfänger (www.polar.fi, RS800CX; Gebrauchsanleitung, 2012).	39
Abbildung 5:	Luftaufnahme des Fußballfeldes (Google Earth™, Version 6.1.0, 04.12.2012) und schematische Darstellung des Projektionsgitters	42
Abbildung 6:	Durchschnittlicher Zeitanteil in Mitte und Rand für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe	49
Abbildung 7:	Durchschnittliche Latenz bis zum ersten Eintritt in die Mitte für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe	50
Abbildung 8:	Durchschnittliche Häufigkeit von Thigmotaxis, Eintritten und Ambulation innerhalb der Mitte für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe.	51
Abbildung 9:	Zeitverlauf von Thigmotaxis und Exploration der Mitte für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe	52
Abbildung 10:	Durchschnittlichen Herzrate und Lauftempo für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe	53
Abbildung 11:	Durchschnittlicher Zeitanteil in Mitte und Rand für hoch- und niedrigängstliche Probanden	60
Abbildung 12:	Durchschnittliche Latenz bis zum ersten Eintritt in die Mitte für hoch- und niedrigängstliche Probanden	61
Abbildung 13:	Durchschnittliche Häufigkeit von Thigmotaxis, Eintritten und Ambulation innerhalb der Mitte für hoch und niedrigängstliche Probanden	62
Abbildung 14:	Zeitverlauf von Thigmotaxis und Exploration der Mitte für hoch- und niedrigängstliche Probanden	63
Abbildung 15:	Durchschnittlichen Herzrate und Lauftempo für hoch- und niedrigängstliche Probanden	64
Abbildung 16:	Luftaufnahme des Marktplatzes von Würzburg und verschiedene Wegvarianten (Google Earth™, Version 6.1.0, 04.12.2012)	87

Zusammenfassung

Angstverhalten bei der Panikstörung mit Agoraphobie wird hauptsächlich unter dem Aspekt des „safety seekings“ betrachtet. Kontrovers diskutiert wird, ob diese Verhaltensweisen für eine erfolgreiche Behandlung abgebaut werden sollen. Es wurde bisher kaum nach der ethologischen Bedeutung bestimmter Verhaltensweisen unter Angst gefragt. Dies ist erstaunlich, weil die Panikstörung mit Agoraphobie häufig als gesteigerte Form extraterritorialer Angst gesehen wird. Extraterritoriale Angst tritt typischerweise bei Tieren auf, wenn sie ihr vertrautes Gebiet verlassen. Im Tiermodell liegen zahlreiche ethoexperimentelle Paradigmen vor, mit denen man das natürliche Angstverhalten von Tieren untersucht. Letztlich klärt man am Tiermodell aber Fragestellungen, die am Menschen nicht umsetzbar sind. Die experimentelle Untersuchung menschlichen Angstverhaltens unter ethologischer Perspektive erfordert eine Situation, die solches Verhalten ethisch unbedenklich auslöst und geeignete messbare Parameter liefert. Der Open-Field Test als bekanntes Paradigma aus der Tierforschung erfüllt diese Voraussetzungen.

Es war Ziel des Promotionsvorhabens, in einem realen Open-Field Test bei Agoraphobiepatienten und hochängstlichen Probanden Thigmotaxis als ethologisches Angstverhalten nachzuweisen und mit dem Verhalten einer Kontrollgruppe bzw. niedrigängstlichen Personen zu vergleichen (Studie I). Thigmotaxis ist eine Bewegungstendenz entlang des Randes und wird im Tiermodell als Index für Angst benutzt. Es sollte die Frage geklärt werden, ob agoraphobes Verhalten evolutionär verankert werden kann. Ziel von Studie II war die Untersuchung der Wege in einer typischen Alltagstopographie. Dazu wurden Unterschiede im Raum-Zeit-Verhalten von Agoraphobiepatienten vs. Kontrollgruppe, sowie hoch- vs. niedrigängstlichen Probanden beim Gehen durch die Stadt verglichen. Die Aufzeichnung des Raum-Zeit-Verhaltens erfolgte in beiden Studien per GPS-Tracking.

Studie I zeigte an insgesamt 69 Studienteilnehmern, dass Angstverhalten mit ethologischer Bedeutung bei Menschen im Open-Field Test eindeutig messbar ist. Agoraphobiepatienten

zeigten während der Exploration eines ungefährlichen freien Fußballfeldes deutlich mehr Thigmotaxis und Vermeidung der Mitte als die Kontrollgruppe. Hochhängstliche im Vergleich zu niedrighängstlichen gesunden Probanden zeigten dies ebenfalls. So konnte die Vermutung unterstützt werden, dass die Agoraphobie möglicherweise eine evolutionäre Entsprechung in der tierischen Extraterritorialangst hat. Die Befunde sprechen auch für eine gemeinsame Prädisposition zu Sicherheitsverhalten bei pathologischer Angst und hoher Ängstlichkeit. Die Bedeutung gemeinsamer Verhaltensdispositionen bei klinischen und nicht-klinischen Gruppen kann im Hinblick auf gemeinsame Endophänotypen für die neuronale Angstverarbeitung diskutiert werden. Zuletzt konnte mit dem Open-Field Test ein aus der Tierforschung bekanntes ethoexperimentelles Paradigma auf den Menschen übertragen werden, was die Gültigkeit des Tiermodells unterstützt.

Studie II lieferte Unterschiede in den Wegen der Agoraphobiepatienten vs. Kontrollpersonen bei der Passage des Marktplatzes. Die Patienten überquerten den Marktplatz seltener als die Kontrollgruppe, und tangierten ihn häufiger am Rand. Die Daten konnten in korrelativen Zusammenhang mit der Vermeidung der Mitte im Open-Field Test gebracht werden. Dies deutet auf eine starke Auswirkung der agoraphoben Symptomatik auf das Raum-Zeit-Verhalten in unterschiedlichen Situationen hin. Im Weiteren zeigte Studie II, dass sich GPS Tracking als Assessment-Methode in der klinischen Psychologie eignet. Bei den hoch- und niedrighängstlichen Probanden fand sich bei der Passage des Marktplatzes kein Unterschied, aber der weitere Streckenverlauf lieferte Hinweise darauf, dass bei hoher Ängstlichkeit die Navigation entlang häufig zurückgelegter Strecken bevorzugt werden könnte. Schlussfolgerung des explorativen Vorgehens bei Studie II ist, dass es sich lohnt, den Zusammenhang zwischen Emotion und Navigation in komplexer Umgebung weiter zu untersuchen.

Abstract

Anxiety behavior in panic disorder and agoraphobia patients usually is treated as “safety seeking”. For optimal therapy outcome, these behaviors should be completely reduced. This is discussed controversial in scientific research. Little is known about the ethological meaning of such behaviors. This is surprising precisely because panic disorder and agoraphobia often is seen as intensification of extraterritorial fear known from animal research. In rodent models of anxiety numerous ethoexperimental paradigms are known to study anxiety behavior. The crucial point in deriving answers from animal models of anxiety is that this is done unless studying humans directly is not practical. An ethoexperimental approach to study unconditioned anxiety behavior in men requires a situation to elicit these kind of behavior ethically uncritical and provides data for parametric analysis. The open-field test is a widely accepted paradigm in animal research that seems to meet these criteria.

The aim of the dissertation was to verify thigmotaxis as anxiety like behavior under ethological perspective in a real world open-field test for agoraphobic patients vs. healthy controls and high- vs. low anxiety-sensitive persons. Thigmotaxis known as wall-hugging is used as index for anxiety in animal research (study I). A further aim was to search for differences in spatio-temporal behavior of agoraphobics vs. healthy controls and high- vs. low anxiety persons during a pedestrian walk through a complex and naturalistic environment (study II). Spatio-temporal-behavior was tracked per global positioning system (GPS). In study I and II 69 subjects participated.

In study I it could be clearly demonstrated, that humans in a real open-field Test showed ethologically based anxiety like behavior. Thigmotaxis automatically was activated in agoraphobic patients and high anxiety persons during the free exploration of a non-dangerous football field. This was considerably less in healthy controls and low-anxiety persons. These findings point to a shared predisposition in pathological and high trait anxiety for prepotent ethological anxiety

behavior in extraterritorial situations. The meaning of such shared behavior traits can be discussed in respect of endophenotyping neurobiological mechanisms for anxiety disorders. Moreover the open-field test as eminent procedure for tests of emotionality in animals could be transferred to human subjects in the present study.

In study II differences could be revealed in spatio-temporal-behavior of agoraphobic patients and healthy controls in the way they crossed the marketplace. Agoraphobics in most cases did not cross the marketplace directly, instead they passed it on a sideways. Variations in crossing or not crossing the marketplace well correspond with thigmotaxis in the previous open-field-test. This shows a strong impact of agoraphobic disorder on spatio-temporal-behavior in different situations. Moreover study II clearly demonstrates the practicability of GPS-technology in psychological research. In high- and low-anxiety participants there no difference in passing the marketplace was could be revealed. Unexpectedly a difference in subsequent segments on the return trip on foot was indicated. High anxiety participants seemed to stronger orient themselves towards well-worn routes, while low anxious participants walked straightforward towards the specified destination. This exploratory approach implicates to future research on the interaction of emotion and navigation.

1. Allgemeiner Hintergrund

1.1 Agoraphobie, Behandlung und ungeklärte Fragen

Agoraphobie, bekannt als Angst vor offenen Plätzen (Westphal, 1871), wird manchmal als pathologische Form extraterritorialer Angst bezeichnet (Kallai et al., 2007; Marks, 1987). Die Symptomatik tritt in Situationen abseits des eigenen Sicherheitsradius auf und geht mit einer typischen Angstreaktion einher. Während die Extraterritorialangst bei vielen Spezies als adaptive Reaktion gesehen wird, ist die Panikstörung mit Agoraphobie nach DSM IV (APA, 2000) eine psychische Störung des Menschen, die bei Betroffenen erhebliche Beeinträchtigung im Alltag verursacht. Ohne reale Gefahr tritt an Orten des täglichen Lebens starke Angst bis hin zu Panikattacken auf. Häufig „flüchten“ die Patienten aus der Situation oder halten sie mit unterdrückter Angst aus. Zunehmend führt bereits antizipatorische Angst zu Vermeidung typischer Alltagssituationen. Diese Situationen umfassen im modernen Verständnis der Agoraphobie nicht nur offene Plätze, aber ihnen ist gemeinsam, dass eine Flucht oder der Zugang zu Hilfe erschwert scheint. Häufige Beispiele sind Menschenmengen, öffentliche Verkehrsmittel, Kinos, Supermärkte, Einkaufsstrassen, aber auch Reisen. Angst erleben Betroffene dort besonders vor dem Aufschaukeln bestimmter körperlicher Angstsymptome, wie Herzrasen, Schwindel, weiche Knie, Zittern oder Schwitzen. Diese Symptome werden häufig fehlinterpretiert, was dann als eigentliche Bedrohung wahrgenommen wird (Clark, 1988). Gerade unter dem Aspekt des Entfernt-Seins von Sicherheitssignalen führt die Wahrnehmung von Körpersymptomen dann zu typischen agoraphoben Kognitionen, wie der Befürchtung, die Kontrolle zu verlieren, in Ohnmacht zu fallen, einen Herzanfall zu erleiden oder vor Angst zu erstarren. Die kognitiven und physiologischen Veränderungen können schließlich zur Flucht aus der Situation motivieren.

Es wurde wiederholt diskutiert, ob die Agoraphobie der Panikstörung unterzuordnen ist, oder ob man sie als eigenständige Störung sieht (Bienvenu, Wuyek & Stein, 2010; Hedley & Hoffart, 2001). Die aktuellste Bemühung, die diagnostischen Kriterien besser abzugrenzen,

vertritt den Vorschlag, die Agoraphobie als eigene Störung zu betrachten, besonders wegen ihres spezifischen und vorherrschenden Vermeidungsverhaltens (Wittchen, Gloster, Beesdo-Baum, Fava & Craske, 2010).

Erwartungsangst motiviert die Patienten meist schon bei Eintritt in eine Situation zu erhöhtem Sicherheits- oder Vermeidungsverhalten. Diese Verhaltensweisen lassen sich jedoch nicht einheitlich konzeptualisieren. So gibt es mitgeführte Gegenstände wie Beruhigungsmittel, Mobiltelefone, Wasserflaschen, aber auch kognitive Ablenkung und Veränderung im lokomotorischen Verhalten wie Unruhe oder sich festhalten. Auch finden sich Veränderungen im Raum-Zeit-Verhalten, etwa um Staus im Straßenverkehr oder Menschenmassen zu umgehen oder sich nahe am Ausgang aufzuhalten. Nach Salkovskis et al. (1999) muss vor allem deutlich zwischen Fluchtverhalten und Sicherheitsverhalten unterschieden werden. Funktionale und dysfunktionale Aspekte dieser Verhaltensweisen werden kontrovers diskutiert, gerade weil man annimmt, dass sie eine erfolgreiche Behandlung der Angst verhindern.

Bei der Exposition in vivo sollen diese Verhaltensweisen normalerweise unterbunden werden (Lang, Helbig-Lang, Westphal, Gloster & Wittchen, 2012; Schneider & Margraf, 1998) und die Patienten in einer angstbesetzten Situationen ihre Angst als ungefährliche Reaktion erleben, an die sie schließlich habituieren. Gezeigtes Sicherheitsverhalten würde die dabei erfolgende Korrektur der Fehlinterpretationen verhindern (Rachman, 1984; Salkovskis, 1991; Wells & Clark, 1997). Außerdem würde so keine ausreichende Aktivierung von Angst stattfinden, die für die Habituation notwendig ist (Foa & Kozak, 1986). Die Wirksamkeit der Exposition in vivo bei der Behandlung der Panikstörung mit Agoraphobie ist zwar eindeutig belegt (Chambless & Gillis, 1993; Clark, 1994; Emmelkamp, 1994; Grawe, Donati & Bernauer, 1994), aber man kennt die genauen Wirkmechanismen noch zu ungenügend. Vielen Patienten gelingt es nicht, ihr Sicherheitsverhalten zu unterbinden, da es automatisch auftritt. Manche suchen die Situation ohne die Möglichkeit die Angst regulieren zu dürfen, gar nicht erst auf und brechen die Therapie ab. Es gibt auch Hinweise, dass das Unterdrücken von Sicherheitsverhalten bei manchen

Patienten die Symptomatik nicht wirksam lindert (Craske et al., 2008), und andere verlieren ihre Angst trotz angstregulierender Verhaltensweisen. Inzwischen diskutiert man daher, wie stark die Unterdrückung von Sicherheitsverhalten für eine erfolgreiche Therapie erforderlich ist (Helbig-Lang & Petermann, 2010). Entsprechend unterschiedliche Vorgehensweisen finden sich auch in gängigen Therapiemanualen. So betonen Schneider & Margraf (1998) und Lang et al. (2012) die Wichtigkeit des Unterlassens jeglicher Sicherheitsstrategien in der Exposition, während Schmidt-Traub (2008) diese als „Möglichkeit der Angstkontrolle“ (S. 88) empfiehlt.

Es ist notwendig, die Behandlungsmethoden für die Panikstörung mit Agoraphobie weiter zu optimieren, da diese Störung aufgrund der Beanspruchung des Gesundheitssystems und der beruflichen Fehlzeiten der Betroffenen erhebliche Kosten verursacht (Swinson, Soulios, Cox & Kuch, 1992; Wittchen & Jacobi, 2005). Außerdem kommt sie relativ häufig vor. In der Literatur finden sich unterschiedlich hohe Prävalenzzahlen, die von 1,1% (Kessler, 2006) bis hin zu 5,2% (Regier, Narrow & Rae, 1990) reichen. Während sich die aktuelle Forschung aber hauptsächlich mit der Wirkung des Sicherheitsverhaltens auf den Therapieerfolg beschäftigt, mangelt es erstaunlicherweise an Studien, die sich mit den ethologischen Grundlagen und der objektiven Messbarkeit des Angstverhaltens bei Menschen beschäftigen.

1.2 Agoraphobie als pathologische Form extraterritorialer Angst?

Die Entstehungsmechanismen der Panikstörung mit Agoraphobie sind noch nicht eindeutig geklärt. Die ersten Ätiologiemodelle sind lerntheoretisch und gehen davon aus, dass es bei manchen Menschen aufgrund körperlicher Anomalien zu spontanen Panikattacken kommt, die durch klassische Konditionierung an den räumlichen Kontext gekoppelt werden (Mowrer, 1960; Klein, 1981). Fluchtverhalten wird dann durch operante Konditionierung negativ verstärkt. Die Störung wird aufrechterhalten, weil durch die Flucht keine Löschung des konditionierten Stimulus erfolgen kann. An den frühen Konditionierungstheorien gibt es viel Kritik (Clark, 1988;

McNally, 1999; Rachman, 1991). Diese Kritikpunkte greift die erweiterte Konditionierungstheorie von Bouton, Mineka und Barlow (2001) auf, die den Effekt einer erhöhten Aufmerksamkeit für Körpersymptome und ein erhöhtes Erregungsniveau als Ausgang für die verstärkte Entdeckung von Körpersymptomen sehen. Das mache schließlich das Auftreten von Panikattacken wahrscheinlicher. Dieses Modell bezieht auch biologische und psychologische Vulnerabilitätsfaktoren und eine genetische Prädisposition mit ein.

Psychologische Vulnerabilitätsfaktoren werden auch in den kognitiven Theorien aufgegriffen, in denen bei Betroffenen von übergeordneten kognitiven Schemata ausgegangen wird, wonach sich die Betroffenen als hilflos und verletzlich wahrnehmen und so Gefahrensignale überbewerten und fehlinterpretieren (Beck, Emery & Greenberg, 1985). Die Theorie einer erhöhten Angstsensitivität geht in eine ähnliche Richtung und betrachtet Einstellungen gegenüber Angstsymptomen bei gesunden Personen. Dabei bringt eine Überbewertung negativer Aspekte von Körperempfindungen wahrscheinlich ein erhöhtes Risiko zu erkranken mit sich (Reiss, Petterson, Gursky & McNally, 1986). Möglicherweise gibt es bei diesen Personen eine leichtere Akquisition von Furcht auf unangenehme Körpersensationen hin (McNally & Lorenz, 1987).

Biopsychologische Vulnerabilitätsfaktoren gewichten den Aspekt angeborener körperlicher Anomalien stärker. So werden vestibuläre Dysfunktionen als Ursache für das besonders häufig erlebte Gefühl von Schwindel diskutiert (Jacob, Moller, Tuner & Wall, 1985; Furman & Jacob, 2001) und eine besondere Veranlagung zur Hyperventilation wird von Ley (1985) als Ausgangspunkt für weitere Paniksymptome gesehen.

Neuste Ansätze befassen sich mit genetisch verankerten neurobiologischen Krankheitskorrelaten, die stabil über die Zeit sind, sogenannte Endophänotypen (Gratacos, Nadal & Martin-Santoz, 2001; Weissmann, Feyer & Haghighi, 2000; Zobel & Maier, 2004). Genetisch weitergegebene Merkmale müssen aber immer auch vor dem Hintergrund ihrer evolutionären Entstehung verstanden werden (Panksepp, 2006). Die Fokussierung auf evolutionäre Faktoren bei der Entstehung pathologischer Angst scheint vielversprechend, gerade weil sich die Grundlagen-

forschung zu Angst auf evolutionäre Aspekte bezieht (Lang, Bradley & Cuthbert, 1998; LeDoux, 2001; Öhman & Mineka, 2001; Seligman, 1971).

Denkt man bei der Panikstörung mit Agoraphobie an extraterritoriale Angst, findet man wenige Studien, die sich mit der Beschaffenheit der situativen Faktoren befassen. Lelliott, Marks, McNamee und Tobeña (1989) zeigten in einer epidemiologischen Studie, dass die erste Panik-attacke in 81% der Fälle an öffentlichen Plätzen auftritt. Interessanterweise bleibt das eigene Zuhause ein sicherer Ort, auch wenn dort gelegentlich Panikattacken erlebt werden (Schneider & Margraf, 1998). Man könnte sich demnach fragen, ob die Preparedness-Theorie (Seligman, 1971) auch auf räumliche Situationen zutreffen kann, und welche Merkmale diese haben müssten. Van den Hout et al. (1990) konnten in einer experimentellen Studie Hinweise für die Anwendbarkeit der Preparedness-Theorie auf öffentliche Plätze finden. Sie boten gesunden Probanden unangenehme menschliche Schreie über einen Walkman dar und variierten dabei den Ort der Darbietung zwischen den Gruppen (öffentliche Situation versus nahe an Zuhause). Die subjektive Vertrautheit der Plätze wurde kontrolliert. Mit Häufigkeit der Tondarbietung erhöhte sich die Herzrate der Probanden in der agoraphoben, verringerte sich aber in der häuslichen Situation.

Bei der Beschreibung der Panikstörung mit Agoraphobie als extraterritoriale Angst wird betont, dass es sich bei der auftretenden Reaktion um ein angeborenes Verteidigungsmuster handelt, welches lediglich in der falschen, da ungefährlichen Situation abläuft (Marks & Nesse, 1994). Evolutionär würde dieses Verteidigungsprogramm in die Zeit zurückreichen, in der prähistorische Menschen noch in Steppen gelebt und Fressfeinden ausgeliefert gewesen seien. Möglicherweise begünstigen analoge Situationen eine gewisse Erwartungsangst und das verstärkte Auftreten von Angstverhalten, da sich der Organismus auf potentielle Gefahr vorbereitet.

1.3 Angst und Evolution

Angst ist für die meisten Menschen ein unangenehmes Gefühl. Kaum einer hält Angst einfach aus, sondern reagiert mit unterschiedlichsten Verhaltensweisen, um sich sicherer zu fühlen. Angst signalisiert Gefahr und motiviert dazu, Quellen von Gefahr aktiv zu vermeiden, zu beenden oder zu verlassen (Lang, Bradley & Cuthbert, 1998). Angst geht mit körperlichen und kognitiven Veränderungen einher, um den Organismus auf Flucht oder Angriff vorzubereiten (Marks & Nesse, 1994; Lang, 1968). Dadurch erhöht sich die Überlebenschance und adaptive neurobiologische Korrelate können genetisch weitergegeben werden. Letztlich führt dies zu einer differenzierten Ausformung von Hirnstrukturen, die für die Verarbeitung von Gefahrenreizen optimiert sind. Es ist unbestritten, dass die Mechanismen zur Angstregulation der Formung durch die Evolution unterliegen.

Vor allem das limbische System ist an der Verarbeitung von Angstreizen beteiligt, und stößt hormonelle Veränderungen im Körper an, die den Organismus schließlich auf Flucht und Kampf vorbereiten (LeDoux, 2000; Öhmann & Mineka, 2001). Forschungsergebnisse zeigen, dass das Angstsystem besonders leicht auf Reize reagiert, die für prähistorische Menschen gefährlich waren (Marks, 1969; Seligman, 1971). Dies äußert sich, wenn Personen beim Entdecken einer ungefährlichen Haus-Spinne plötzlich erschrecken, nicht aber wenn sie eine vielbefahrene Straße überqueren, bei der die Furchtreaktion eine viel größere Warnfunktion besäße. Nach epidemiologischen Studien kommen Phobien vor archaischen Reizen deutlich öfter vor, als vor modernen (Agras, Sylvester & Oliveau, 1969). Hier setzt die Preparedness-Theorie von Seligman (1971) an. Damit kann erklärt werden, warum bestimmte archaische Reize leichter an aversive Reaktionen gekoppelt werden, schwerer zu löschen sind und die Betroffenen keine kognitive Erklärung dafür haben. Viele andere Autoren haben dies empirisch untermauert (McNally, 1987 für eine Übersicht). Auch die non-assoziative Lerntheorie greift dies auf. Nach Poulton und Menzies (2002) entstehen Ängste vor allem auf solche Objekte oder Situationen, die für die Spezies eine lang anhaltende Gefahr waren und deren Vermeidung für reproduktive Vorteile gesorgt hat. Die

Theorie fordert auch, dass die Vermeidung solcher Situationen zumindest teilweise genetisch determiniert sein muss.

Auf physiologischer Ebene folgt auf die Darbietung solcher Reize ein Ansteigen der Hautleitfähigkeit und eine Erhöhung der Herzrate, Merkmale für gesteigerte Sympathikusaktivität (Öhman, 1986; Öhman & Mineka, 2001). Diese führt wiederum zu metabolischer Bereitstellung von Energie, die Lebewesen zur Ausübung von adaptiven Verhaltensweisen wie Flucht oder Angriff benötigen. Eine bewusste Verarbeitung solcher Reize ist zudem nicht zwingend notwendig. Belege dafür stammen von Befunden zur sensorischen Verarbeitung von Angstreizen. Hier konnte man zeigen, dass Gefahrenreize sehr schnell und vorbewusst verarbeitet werden und erhöhte Aufmerksamkeit auf sich ziehen (Öhman, Flykt & Esteves, 2001; Mogg & Bradley, 1999). Bildgebende Verfahren unterstützen diese Befunde auch auf neuronaler Ebene (Lang et al., 1998). Dabei muss man auch zwischen Angst und Furcht unterscheiden. Bei Furcht, die eine sehr schnelle Reaktion bewirkt, gibt es neuronale Verbindungen direkt vom Thalamus zur Amygdala, die unabhängig vom Neocortex verlaufen (LeDoux 2000). Eine Furchtreaktion kann also auch stattfinden, wenn die eigentliche Situation noch nicht verarbeitet wurde. Angst versteht sich eher vorbereitend auf Gefahren und in diesem Zusammenhang ist die Entwicklung eines Gedächtnisses für Hinweise auf Gefahr und Sicherheit zu verstehen. Der Hippocampus ist spezialisiert auf die Einspeicherung solcher räumlicher Kontextfaktoren (Gray & McNaughton, 2003; McNaughton et al., 1996; Manns et al., 2003).

Da bereits eine einzige Unterschätzung von Gefahr tödlich sein kann, hat sich ein adaptiver Konservatismus evolutionär durchgesetzt (Mineka, 1992). Man reagiert also lieber einmal zu viel mit Angst als einmal zu wenig. Angst und Furcht gehen also mit neuronalen Veränderungen einher, die eine defensive Verhaltensreaktion erst ermöglichen. Die Erforschung solcher Verhaltensweisen ist jedoch bislang eine Domäne der Tierforschung.

1.4 Ethologische Aspekte von Angst

Die Fähigkeit zu defensiven Verhaltensweisen muss vor dem Hintergrund der Explorationsneigung von Lebewesen verstanden werden. Nahrungsbeschaffung, Partnerwahl und Brutpflege setzen räumliche Mobilität und das Erschließen bestimmter Territorien voraus (Alcock, 2009). Hier können Lebewesen einer Vielzahl von Gefahren begegnen. Auch Menschen verlassen ihre Wohnung und decken für Einkäufe, Beruf und soziale Kontakte einen gewissen räumlichen Radius ab (Goodchild, 2000). Angst erfüllt ihre Funktion erst dann, wenn sie zu direkt beobachtbaren Verhaltensweisen motiviert. Lebewesen können auf unterschiedliche Gefahren differenziert und angepasst reagieren (z.B. Archer, 1979; Stankowich & Blumstein, 2005). Flucht, Angriff und Erstarren sind dabei typische und wirksame Verhaltensweisen, die bei akuten Gefahren artübergreifend beschrieben werden (Blanchard & Blanchard, 1988). An dieser Stelle muss wiederum zwischen Angst und Furcht differenziert werden. Angst ist ein emotionaler Zustand mit negativer Valenz, der über die Wahrscheinlichkeit informiert, dass ein gefährliches Ereignis eintreten kann. Dieses kann aber in der Zukunft liegen. Angst geht so mit einer Handlungsdisposition einher, die auf den optimalen Umgang mit der Situation vorbereitet. Nach dem dimensional Emotionsmodell von Peter Lang stellen Emotionen grundsätzlich Handlungsbereitschaften dar (Lang, Bradley & Cuthbert, 1997, 1998). Emotionen sind hinsichtlich ihrer Valenz zwischen positiv und negativ, und hinsichtlich ihrer Erregungsstärke zwischen hoch und niedrig einzuordnen. So bestimmen sich Richtung und Intensität des Verhaltens. Im Falle positiver Valenz kommen also annähernde Strategien wie Exploration und Nahrungsbeschaffung zum Tragen, im Falle negativer Valenz kommt es zu Flucht, Angriff oder Unterwerfung, wobei sich die Systeme gegenseitig inhibieren (Lang, Bradley & Cuthbert, 1990, 1992).

Bei Furcht kann es also zu anderen Verhaltensweisen kommen, als bei Angst (Bannerman et al., 2004; Blanchard & Blanchard, 1990; Lang & McTeague, 2009). Furcht, geht mit akut einsetzenden physiologischen Veränderungen einher und führt zu einer sehr schnellen Verhaltensreaktion wie etwa Flucht oder Erstarren (Blanchard & Blanchard, 1989, 1990). Bei Angst zeigen

Lebewesen schutzsuchende Verhaltensweisen schon bei erhöhter Wahrscheinlichkeit einer Gefahr. In ihrer natürlichen Umgebung beenden Tiere ihr Explorationsverhalten, schauen vermehrt umher und bewegen sich dann aus der Gefahrenzone (Alcock, 2009; Blanchard & Blanchard 1988). Vor allem eine Betrachtung solcher Verhaltensweisen unter funktionalen Gesichtspunkten ist wichtig, um ihre Entstehung im evolutionären Kontext zu verstehen (Gray & McNaughton, 2003; Krebs & Davies, 1991).

Ethoexperimentelle Ansätze beschäftigen sich damit, solche Verhaltensweisen unter standardisierten Bedingungen zu untersuchen und ihre Mechanismen besser zu verstehen. Die Schwierigkeit dabei ist, einerseits die experimentellen Bedingungen so zu gestalten, dass natürliches Verhalten auftritt, andererseits aber eindeutig messbare Parameter zu erhalten (Blanchard & Blanchard, 1989; Gray & McNaughton, 2003). Die Besonderheit der ethoexperimentellen Forschung ist, dass angeborenen funktionalen Verhaltensweisen immer auch artübergreifend sein sollten, wenn sie durch die Evolution entstanden sind. Dies ist vor allem relevant, wenn Tiermodelle für die Erklärung pathologischer Angst bei Menschen entwickelt werden.

Der Open-Field Test ist ein solches Paradigma (Hall, 1934), das am Tiermodell unkonditioniertes Angstverhalten misst, aber seit langem für Fragestellungen zu pathologischer Angst bei Menschen herangezogen wird. Dies wird kritisch diskutiert (Belzung & Griebel, 2001; Prut & Belzung, 2003). In der Regel werden Nagetiere in die freie Fläche einer entsprechend großen Box ausgesetzt, was einer bedrohlichen Situation aus ihrem natürlichen Umfeld gleicht. Ihr auftretendes Explorationsverhalten kann dabei beobachtet werden. Für gezielte Fragestellungen können situative Bedingungen oder Variablen am Tier selbst experimentell manipuliert werden. Durch spezielle Züchtungen wird versucht, das Konzept Angst genauer zu verstehen und zwischen pathologischer Angst, State-Angst und Trait-Angst zu differenzieren (Henninger, 2000; Liebsch, Montkowski, Holsboer & Landgraf, 1998). Dabei scheinen Tiere mit spontan erhöhter Angst auf neue Situationen hin, pathologische Angst am besten zu modellieren,

während Tiere mit hoher Ängstlichkeit generell verstärkte Angstreaktionen im Open-Field Test zeigen (Belzung & Griebel, 2001; Makino, Kato & Maes, 1991).

Eine typische Verhaltensweise im Open-Field ist die Thigmotaxis. Diese Explorationsstrategie entlang des Randes steht als Index für Angst (Simon, Dupuis & Costentin, 1994; Treit & Fundytus, 1988). Pharmakologische Manipulation mit Anxiolytika und Hippocampusläsionen führen zum Nachlassen von Thigmotaxis (Bannerman, 2004; Prut & Belzung, 2003), hingegen neigen hochängstliche Züchtungen besonders stark zu Thigmotaxis (Belzung & Griebel, 2001). Thigmotaxis als unkonditionierte adaptive Verhaltensweise stützt sich auf Beobachtungen aus dem natürlichen Lebensraum der Tiere, in dem eine Vermeidung offener Flächen gegenüber dem Entdeckt-Werden durch Fressfeinde angeboren ist und schützt. Dass es sich nicht um eine erlernte Verhaltensweise handelt, zeigt eine Studie mit Zebrafischlarven. Die erst fünf Tage alten Tiere zeigen Thigmotaxis, wenn man sie Stress durch abrupte hell-dunkel Veränderungen aussetzt, und dieser Effekt kann durch die Gabe von anxiolytischen bzw. angststeigernden Pharmaka moduliert werden (Schnörr, Steenbergen, Richardson & Champagne, 2011). Interessanterweise zeigen auch Pantoffeltierchen, die man an den Anfang der Evolution stellt, Thigmotaxis (Bramstedt, 1935). Diese Einzeller bewegen sich am Rand eines Behälters, wenn man die natürliche Ionenkonzentration im Wasser manipuliert (Iwatsuki & Hirano, 1996). Auch bei *Drosophila* gibt es solches „zentrophobisches Verhalten“, und man konnte bei der Fliege neuronale Strukturen dafür verantwortlich machen, die wie der Hippocampus bei Säugetieren, Aufgaben bei der räumlichen Navigation haben (Besson & Martin, 2005). Zusammengefasst deuten diese Befunde darauf hin, dass es in Lebewesen eine Disposition zu Thigmotaxis gibt, die in Situationen mit potentieller Gefahr bevorzugt zum Ausdruck kommt.

Angst unter ethologischen Aspekten ist beim Menschen kaum erforscht, da man aus ethischen Gründen Versuchspersonen keiner realen Gefahr aussetzen kann (Blanchard, Gabriel & Blanchard, 2003). Andererseits wird die speziesübergreifende Gültigkeit von Verhaltensweisen gefordert, die im Laufe der Evolution entstanden sein sollen. Bei der Panikstörung mit

Agoraphobie, ebenso bei hoher Angstsensitivität spielt antizipierte Gefahr eine große Rolle. So könnte man natürliches Angstverhalten im räumlichen Kontext bei diesen Gruppen ethisch vertretbar testen. Der Open-Field Test könnte ein geeignetes Paradigma sein und Thigmotaxis der zu untersuchende Verhaltensparameter.

1.5 Ziel der Dissertation

Die vorliegende Dissertation verfolgt zunächst die Frage, ob der Open-Field Test bei Menschen funktioniert und interpretierbare Ergebnisse liefert. Es soll aufgeklärt werden, ob Thigmotaxis bei Agoraphobepatienten¹ im Vergleich zu einer Kontrollgruppe und hochängstlichen gesunden im Vergleich zu niedrigängstlichen Probanden in einem realen Open-Field Test auftritt, und ob man diesen Parameter messen kann. Im Weiteren sollen die Befunde unter ethologischer Perspektive interpretiert werden. Dies könnte Aufschluss über die Funktion von Angstverhalten bei der Panikstörung und Agoraphobie sowie bei hoher Ängstlichkeit liefern. Damit würde einerseits die Generalisierbarkeit des Tiermodells unterstützt, andererseits könnte man mehr über die Funktion von Raum-Zeit-Verhalten im Zusammenhang mit Angst erfahren. Diese beiden Fragestellungen werden in Studie I untersucht.

Studie II beschäftigt sich damit, ob Raum-Zeit-Verhalten in einer komplexen Alltagstopographie ebenfalls eindeutig erfasst, und unter dem Aspekt von Angst und Ängstlichkeit sinnvoll interpretiert werden kann. Spontan zurückgelegte Wege durch die Fußgängerzone werden per Global Positioning System (GPS) aufgezeichnet und anschließend exploriert.

¹ Die Bezeichnung „Agoraphobepatienten“ schließt im Folgenden Patienten mit der Diagnose einer Agoraphobie mit- (F40.01) oder ohne Angabe einer Panikstörung (F40.0) ein.

2. Studie I: Raum-Zeit-Verhalten im Open-Field Test

2.1 Einleitung

2.1.1 Der Open-Field Test

Der Open-Field Test wurde 1934 von Calvin Hall entwickelt. In der ersten Version wurde das Defäktionsverhalten von Nagetieren innerhalb eines offenen Feldes als Index für Angst benutzt. Seitdem hat sich die Versuchsanordnung als Verhaltenstest erweitert, um vielseitige Fragestellungen am Tiermodell zu untersuchen. Zum Beispiel lässt sich die Wirkung von Pharmaka, Läsionen oder der Einfluss genetischer Faktoren auf das Angstverhalten testen (Prut & Belzung, 2003; Treit & Fundytus, 1988). Die typische Apparatur besteht aus einer von oben offenen Box mit einem entsprechend hohen Rand, aus der das Tier nicht entkommen kann. Das Verhalten wird über eine Kamera aufgezeichnet. Um lokomotorisches Verhalten zu quantifizieren, wird das Feld in eine bestimmte Anzahl an Quadraten unterteilt, und es wird gezählt wie häufig diese frequentiert werden. Dabei werden Strecken innerhalb von Randquadraten als Thigmotaxis gewertet. Es können Eintritte in die Mitte gezählt werden und Exploration innerhalb der Mitte (vgl. Carola, D'Olimpio, Brunamonti, Mangia & Renzi, 2002; Choleris, Thomas, Kavaliers & Prato, 2001; Lipkind, Sakov, Kafkafi, Elmer, Benjamini & Golani, 2004). Mit zunehmend rechenintensiveren Computerprogrammen können auch komplexere Parameter aus den Bewegungsmustern extrahiert werden (Benjamini et al., 2010; Dvorkin, Szechtman & Golani (2010).

So wie man im Open-Field Test neben Thigmotaxis auch andere Verhaltensweisen wie Putzverhalten, Aufbäumen, Strecken und Defäktion untersucht, gibt es auch keine einheitlichen Parameter für Größe, Form und Materialbeschaffenheit. Dies wird von manchen Autoren im Hinblick auf eine fragliche Konstruktvalidität kritisiert (Prut & Belzung, 2003; Belzung & Griebel, 2001; Walsh & Cummings, 1976). Andererseits wies zum Beispiel Eilam (2003) nach, dass das typische Raum-Zeit-Muster von denselben Versuchstieren über verschiedene Größen des Open-Fields hinweg, bei randomisierter Reihenfolge erstaunlich stabil blieb. Die große

Variationsbreite macht den Test allerdings auch für ein breites Spektrum an Spezies einsetzbar. Nicht nur das Open-Field-Verhalten von Nagetieren, sondern auch von *Drosophila* in einem Open-Field mit vertikaler Begrenzung (Besson & Martin, 2005), Pantoffeltierchen im Wasserbehälter (Iwatsuki & Hirano, 1996), Legehennen in einer Box aus Maschendrahtzaun (Candland & Nagy, 1969) und Weidevieh in der Koppel (Munksgaard, 1996) wurde untersucht.

Menschen wurden zum derzeitigen Kenntnisstand noch nicht im Open-Field getestet. Dabei zielen die Untersuchungen am Tier letztlich darauf ab, menschliche Fragestellungen aufzuklären. Es versteht sich von selbst, dass man Menschen nicht zu experimentellen Zwecken einer Bedrohung aussetzen kann, andererseits fehlt es an experimentellen Studien zu menschlichem Angstverhalten (Blanchard, Gabriel & Blanchard, 2003). Betrachtet man Verhaltensweisen unter ihrer ethologischen Funktion, sollten sie der Formung durch die Evolution unterliegen und soweit speziesübergreifend sein, dass sie auch im Menschen noch wirken.

2.1.2 Thigmotaxis im Humanbereich

Für den Nachweis von Thigmotaxis bei Menschen gibt es bereits experimentelle Studien. Zunächst wurde Thigmotaxis in einer virtuellen Suchaufgabe als räumliche Strategie bei Menschen eindeutig identifiziert (Kallai, Makany, Karadi & Jacobs, 2005). Die Autoren interessierten sich dafür, wie die Entstehung einer mentalen Landkarte stattfindet und welche Rolle dabei bestimmte räumliche Verhaltensmuster spielen. In Analogie zum Paradigma des Morris-Water-Maze (Morris, 1981) hatten die Probanden die Aufgabe, in einer virtuellen Arena unter Zeitdruck einen versteckten Ausgang zu finden. Die Probanden zeigten vor allem in den ersten Versuchsdurchgängen Thigmotaxis und brauchten dabei relativ lange, um den Ausgang zu finden. Später wechselten die erfolgreicher Probanden auf effektivere Suchstrategien, wozu sie häufiger in die Mitte der freien Fläche navigierten. Nach Schlussfolgerung der Autoren scheint Thigmotaxis bei der Konstruktion einer kognitiven Landkarte, vor allem beim initialen Kontakt mit einem neuen Gebiet, eine wichtige Rolle zu spielen. Sie hilft das Gebiet als Entität wahrzunehmen und eine Ausgangsbasis für andere Explorationsstrategien zu schaffen (Kallai et al. 2005).

Da es jedoch Individuen gab, die an der Thigmotaxis-Strategie auch in späteren Explorationsphasen festhielten und damit ihre Leistung im räumlichen Lernen verschlechterten, wurde in einer weiteren Studie untersucht, welche Rolle affektive Prozesse spielen. Kallai et al. (2007) wiederholten das virtuelle Versuchsparadigma wiederum mit einer nicht-klinischen Stichprobe und erfassten dabei auch verschiedene Angstvariablen mit Hilfe des Fear Survey Schedule (FSS, Arrindell, 1993). Als zusätzliche Aufgabe mussten die Probanden in einer realen Kammer mit runder Form, in dem verschiedene geometrischen Gegenstände an der Wand befestigt waren, mit verbundenen Augen unter Zuhilfenahme ihres haptischen Sinnes zu einem Zieltarget navigieren. So sollte für die Probanden eine herausfordernde Situation konstruiert werden. Sowohl in der virtuellen als auch in der realen Aufgabe fand man beim initialen Kontakt mit der Umgebung einen korrelativen Zusammenhang zwischen den Skalen für phobische Vermeidung und dem Anteil an Thigmotaxis. Dies interpretieren die Autoren so, dass sich auch beim Menschen die Tendenz zu phobischer Vermeidung bei Kontakt mit einem unbekanntem Areal in Form von Thigmotaxis ausdrückt. Zusammenfassend betrachtet, kann man vermuten, dass Thigmotaxis auch bei Menschen grundsätzlich ausgelöst werden kann, allerdings wurde dies noch nicht in einer natürlichen Umgebung untersucht, die nahe am täglichen Leben der Probanden ist und in der das Verhalten in seiner ursprünglichen Funktion zu betrachten ist.

2.1.3 Ziel der Studie und Hypothesen

Zusammengefasst ergibt sich aus bisherigen Forschungsergebnissen, dass Thigmotaxis bei Tieren unkonditioniertes Angstverhalten darstellt, welches im Open-Field Test auftritt und messbar ist. Es gibt Hinweise, dass Thigmotaxis auch bei Menschen vorkommt, und unter Ängstlichkeit verstärkt angewandt wird (Kallai et al., 2007). Es ist aber keine wissenschaftliche Studie bekannt, die das Raum-Zeit-Verhalten von Menschen unter dem Einfluss von Angst in einem realen Open-Field Test untersucht hat. Dies wurde in der vorliegenden Dissertation durchgeführt. Das „Open-Field“ war ein Fußballfeld mit natürlich gewachsenem Rand. Die freie Exploration des Feldes bestand aus einem 15 minütigen Spaziergang. Getestet wurden Agoraphobepatienten vs.

Kontrollgruppe, sowie gesunde Probanden, selektiert nach hoher vs. niedriger Ängstlichkeit. Die Wege wurden mit einem GPS-Gerät aufgezeichnet. Die Untersuchung wurde den Probanden als „Studie zur räumlichen Orientierung bei Ängstlichkeit“ beschrieben.

Um herauszufinden, ob eine Analogie zum Open-Field Test am Menschen überhaupt funktioniert und Thigmotaxis messbar ist, wurden Strecken in enger Anlehnung an die Auswertungsmethoden im Tiermodell parametrisiert (Lipkind et al., 2004; Choleris et al., 2001; Carola, et al., 2002). Untersuchte Parameter waren die kumulierte Gesamtzeit in der Mitte des Feldes und die Latenz bis zum ersten Eintritt. Als ambulatorische Strategien wurden die Anzahl an Eintritten in die Mitte, das Ausmaß an Thigmotaxis (Ambulation an Rand und durchschnittliche Streckenlänge am Rand) und Ambulation innerhalb der Mitte verglichen. Auch wurde der Zeitverlauf von Thigmotaxis und Aktivität in der Mitte betrachtet. Da sich die Auswertung auf eine willkürliche Einteilung des Feldes in zwölf äußere und drei mittlere Quadrate (im Folgenden genannt „Rand“ und „Mitte“) bezog, wurde als Kontrolle die durchschnittliche Distanz in Metern zum nächstgelegenen Rand und die durchschnittliche Distanz zur Versuchsleiterin über die Gesamtzeit berechnet.

Das Hauptanliegen der Untersuchung war dann, anhand des Raum-Zeit-Verhaltens mehr über die Grundlagen menschlichen Angstverhaltens herauszufinden. Bei Agoraphobepatienten (im Vergleich zur Kontrollgruppe) wurde angenommen, dass die Untersuchungssituation und der Aufenthalt auf einem großen leeren Fußballfeld ein gewisses Maß an Angst und körperlicher Erregung aktiviert. Dieses wurde über Ratings erfragt, ebenso wurde erfragt wie verhaltensbestimmend die Nähe zum Rand, zum Ausgang und zur Versuchsleiterin (die sich nahe dem Ausgang aufhielt) als situative Aspekte gewesen seien. Zusätzlich fand eine Erhebung der bewussten Vermeidung von Mitte und Rand auf einer fünfstufigen Skala (1 = „vermeide niemals“ bis 5 = „vermeide immer“) statt. Das Ausmaß an körperlicher Erregung wurde durch eine parallele Aufzeichnung der Herzrate erhoben. Herzrate und Laufgeschwindigkeit wurden mit einer ambulatorischen Baseline verglichen, die nach der Untersuchung stattfand und aus einer Umrundung des Platzes in Begleitung der Versuchsleiterin bestand.

Da angenommen wurde, dass Thigmotaxis eher eine Angstreaktion als eine Furchtreaktion ist, wurde die Untersuchung mit gesunden Probanden wiederholt, die nach hoher und niedriger Ängstlichkeit selektiert wurden. Das Screening fand durch die Erhebung des Angst-Sensitivitäts-Index statt (ASI; Reiss, Peterson, Gursky & McNally, 1986; Deutsche Version: Alpers & Pauli, 2001), wobei Probanden mit Werten im oberen und unteren Quartil der gescreenten Gesamtstichprobe in die Untersuchung gingen. Da hohe Angstsensitivität auch als Risikofaktor für die Panikstörung mit Agoraphobie diskutiert wird, wären Hinweise auf gemeinsames ethologisches Angstverhalten von großem Wert.

Die Richtung der folgenden Hypothesen gilt sowohl für den Vergleich von Patienten und Kontrollgruppe, als auch für den Vergleich von hoch- und niedrigängstlichen Probanden.

Hypothesen:

1. Die Patienten (bzw. hochängstlichen Probanden) verbringen einen geringeren Anteil der Zeit in der Mitte des Feldes als ihre jeweilige Kontrollgruppe, und sie verbringen weniger Zeit in der Mitte als bei einer zufälligen Verteilung über das Feld erwartet würde.
2. Die Patienten (bzw. hochängstlichen Probanden) betreten die Mitte später als ihre jeweilige Kontrollgruppe.
3. Die Patienten (bzw. hochängstlichen Probanden) zeigen mehr Thigmotaxis, sowohl in der Summe aus am Rand verbrachten Sequenzen, als auch in der Länge einzelner Sequenzen. Sie gehen weniger oft in die mittlere Zone und zeigen dort weniger Ambulation als ihre jeweilige Kontrollgruppe.
4. Die Häufigkeit an Thigmotaxis nimmt mit der Zeit ab.
5. Die Höhe der Angst korreliert mit den Parametern des Raum-Zeit-Verhaltens bei gemeinsamer Betrachtung aller Probanden.

Nebenaufgaben: Bei Planung der Studie war unklar, ob sich freie Exploration bei Menschen in einem Spaziergang auf einem Fußballfeld umsetzen lässt, da es keine vergleichbaren Daten aus dem Humanbereich gab. Daher fanden zwei Nebenaufgaben statt. Diese bestanden jeweils aus einer zielgerichteten Aufgabe, die die Teilnehmer bedingt aufforderte, in die Mitte zu gehen.

In Nebenaufgabe 1 „Navigation zu einem gegenüberliegenden Ziel“ interessierte, wie die Probanden ein Ziel an der diagonal gegenüberliegenden Ecke erreichen. Dazu gab es zwei Optionen. Eine führte direkt über die Mitte und eine etwas längere führte über den Rand. Es wurde erwartet, dass die Patienten bzw. die hochängstlichen Probanden häufiger die Strecke am Rand wählen würden, als ihre jeweilige Kontrollgruppe. In Nebenaufgabe 2 „Aufsuchen der Mitte“ sollten sich die Probanden gezielt für drei Minuten in die selbst eingeschätzte Mitte stellen. Es wurde vermutet, dass die Angstgruppen einen Bias zugunsten des Randes haben.

Für beide Nebenaufgaben wurde erwartet, dass die Angstgruppen im Rating mehr Angst und Arousal angeben und eine stärkere physiologische Aktivierung haben.

2.2 Methode

2.2.1 Stichproben

2.2.1.1 Agoraphobepatienten vs. Kontrollgruppe

An der Untersuchung nahmen 23 Agoraphobepatienten (mit oder ohne Panikstörung) und 17 Kontrollpersonen teil. Die Patienten meldeten sich mit Therapiewunsch zur Behandlung einer Angstproblematik in der Institutsambulanz. Wenn im Erstgespräch die Verdachtsdiagnose Panikstörung mit Agoraphobie vorlag, wurden sie gefragt, ob sie während der Wartezeit auf den Therapiebeginn an einer „Studie zur räumlichen Orientierung bei Ängstlichkeit“ teilnehmen möchten. Ausschlusskriterien waren Herzerkrankungen, neurologische Erkrankungen oder körperliche Einschränkungen, die die Teilnahme am Versuch nicht ermöglichten, darüber hinaus der schädliche Gebrauch von psychoaktiven Substanzen und Alkohol. Da erwartet wurde, dass viele Patienten eine Teilnahme aus Angst ablehnen, wurde ihnen mitgeteilt, dass die Versuchsleiterin selbst als Therapeutin ausgebildet sei. Diese würde sie die meiste Zeit des Versuchs begleiten und man würde lediglich „ihr Verhalten im Alltag beobachten, sie müssten sich also zu nichts überwinden“. Nach der Einwilligung wurden die Patienten zum informed consent eingeladen. Dabei wurde der formale Ablauf beschrieben und betont, dass die Untersuchung jederzeit ohne Angabe von Gründen abgebrochen werden könne. Die Diagnose wurde mit dem CIDI (Kessler, Andrews, Mroczek, Üstün & Wittchen, 1998) von einer unabhängigen Person gesichert, und es wurde ein weiterer Termin für die ca. dreistündige Studie vereinbart. Innerhalb von eineinhalb Jahren erklärten sich 23 Patienten bereit, an der Untersuchung teilzunehmen. Drei Patienten waren auf ein SSRI eingestellt. Sie zeigten jedoch im Alltag starkes Vermeidungsverhalten und unterschieden sich hinsichtlich ihrer Fragebogendaten nicht von den anderen Patienten, daher wurden sie in die Untersuchung aufgenommen. Vier Patienten wurden ausgeschlossen, da sie bereits aus vorangegangenen Behandlungen Erfahrungen mit dem Konfrontationsverfahren hatten. Bei zwei Probanden schlug die Datenerfassung über GPS teilweise fehl. Eine weitere Person wurde ausgeschlossen, da ihr Verhalten grob von der

Instruktion abwich. Insgesamt konnten 16 Datensätze ausgewertet werden. 17 Probanden in der Kontrollgruppe wurden aus einem Pool freiwilliger Versuchspersonen rekrutiert und anhand paralleler demographischer Merkmale (Alter und Geschlecht) ausgewählt. Keiner der Kontrollprobanden zeigte klinische Auffälligkeiten im SKID-Screening (SKID, Wittchen, Gruschwitz, Wunderlich, & Zaudig, 1997). Ein Datensatz konnten aufgrund technischer Ausfälle nicht ausgewertet werden. Alle Untersuchungstermine fanden bei Tageslicht, trockener Witterung und innerhalb eines Temperaturbereichs von 5°C bis 25°C statt.

Das Durchschnittsalter von Patienten und Kontrollgruppe unterschied sich nicht signifikant (Patienten: $M = 36.81$ Jahre, $SD = 12.12$, range: 21-60 Jahre; Kontrollgruppe: $M = 30.44$ Jahre, $SD = 10.50$, range: 22-60 Jahre), $t(30) = 1.59$, $p = .122$. Der Anteil männlicher Probanden war in der Patientengruppe 37.5 % ($n = 6$), in der Kontrollgruppe 31.2 % ($n = 5$) und somit vergleichbar, $X^2(1) = 0.14$, $p = .500$. Für die Interpretation der Herzratenwerte wurde erfragt, ob die Probanden ein festgelegtes Kriterium für körperliche Fitness erfüllten (mindestens dreimal pro Woche eine halbe Stunde Sport). Bei den Patienten waren 56.2% ($n = 9$) und in der Kontrollgruppe 68.8% ($n = 11$) sportlich aktiv, der Unterschied war nicht signifikant, $X^2(1) = 3.94$, $p = .139$. Keiner der Probanden spielte zum Erhebungszeitpunkt oder kurz davor aktiv Fußball oder andere Feldsportarten, so dass bei keinem Teilnehmer besondere Vertrautheit mit der Situation gegeben war. Der durchschnittliche BMI bei den Patienten lag bei 23.24 kg/m² ($SD = 4.28$) und somit im Normalbereich. Der BMI in der Kontrollgruppe war mit 22.19 kg/m² ($SD = 2.31$) leicht niedriger, $t(30) = 0.86$, $p < .10$. Der Unterschied war möglicherweise durch zwei adipöse männliche Patienten zu erklären, die jedoch wegen ihrem guten Ausmaß an körperlicher Aktivität nicht ausgeschlossen wurden. Der Anteil an Rauchern war in beiden Gruppen etwa gleich hoch (Patienten: 31.2%; Kontrollpersonen: 33.3%), $X^2(1) = 0.15$, $p = .901$. Ebenso unterschieden sich beide Gruppen nicht hinsichtlich ihres Kaffeekonsums am Versuchstag (Patienten: $M = 0.94$ Tassen, $SD = 1.34$; Kontrollgruppe: $M = 1.06$ Tassen, $SD = 1.12$), $t(30) = 0.29$, $p = .777$.

Fragebogendaten: Die Durchschnittswerte der störungsspezifischen Angst-Fragebögen (ACQ, BSQ und MI Skala allein und begleitet, jeweils in der deutschen Version von Ehlers, Margraf & Chambless, 1993) sowie die State- und Trait-Angst (State- und Trait Skala der deutschen Version des Spielberger State-Trait Anxiety Inventory (STAI); Laux, Glanzmann, Schaffner & Spielberger, 1981) und positiver und negativer Affekt (Positive and Negative Affect Scale (PANAS); Krohne, Egloff, Kohlmann & Tausch, 1996) sind in Tabelle 1 dargestellt. Wie erwartet wiesen die Patienten in den Störungsinventaren signifikant höhere Werte auf als die Kontrollgruppe. Die Patienten hatten auch höhere Werte auf der Skala Trait-Angst, State-Angst und negativer Affekt. Der positive Affekt war bei den Patienten signifikant geringer ausgeprägt als bei der Kontrollgruppe.

Tabelle 1: Fragebogendaten für Patienten ($n = 16$) und Kontrollgruppe ($n = 16$)

Fragebogen	Agoraphobie-	Kontrollgruppe	<i>t</i> -Tests ($df=30$)	
	patienten		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>		
ACQ	2.63 (0.28)	1.29 (0.32)	12.60	<.001
BSQ	2.95 (0.77)	1.81 (0.48)	5.03	<.001
MI allein	2.60 (0.75)	1.12 (0.15)	7.80	<.001
MI begleitet	2.16 (0.69)	1.05 (0.09)	6.41	<.001
STAI-T	52.19 (10.61)	33.94 (6.26)	5.93	<.001
STAI-S	53.19 (11.20)	34.94 (8.33)	5.23	<.001
PA	24.69 (5.87)	27.69 (8.20)	-1.24	=.225
NA	24.69 (5.87)	17.44 (6.25)	3.38	<.005

Anmerkung: ACQ = Agoraphobic Cognition Questionnaire; BSQ = Body Sensation Questionnaire; MI = Mobility Inventory in den Skalen „allein“ und „begleitet“ (jeweils deutsche Version, Ehlers et al. 1993). STAI-T = Trait form; STAI-S = State Form des State-Trait Anxiety Inventory (Laux, et al., 1981); PA = Positive affect scale, NA = Negative affect scale of PANAS (deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule; Krohne, et al., 1996).

Im Vergleich zu einer Normstichprobe aus 887 Patienten mit Agoraphobie mit oder ohne Panikstörung oder nur Panikstörung (Ehlers & Margraf, 2001) gaben die Patienten im MI auf der Skala für unbegleitete Situationen im Mittel weniger Vermeidung an ($t(15) = -2.87, p < .05$). Im ACQ waren die Werte der vorliegenden Stichprobe jedoch signifikant höher als die der Normstichprobe ($t(15) = 5.35, p < .001$). Im BSQ waren die Werte vergleichbar ($t(15) = 0.83, p = .413$), ebenso im MI für begleitete Situationen ($t(15) = -0.68, p = .509$). Mittelwerte und Standardabweichung der Referenzstichproben sind entnommen aus dem AKV-Manual von Ehlers und Margraf (2001), das die drei oben genannten Instrumente in einer Testbatterie vereint.

2.2.1.2 Hochängstliche- vs. niedrigängstliche Probanden

In der zweiten Version der Untersuchung nahmen 18 hochängstliche und 20 niedrigängstliche Studenten des ersten und zweiten Semesters des Fachs Psychologie teil. In einem Screeningverfahren füllten 105 Personen den Angst-Sensitivität-Index aus (ASI; deutsche Fassung, Alpers & Pauli, 2001). Der Durchschnittswert der Gesamtstichprobe lag bei 20.81 Punkten ($SD = 8.27$) und diese bestand zu 66.7% aus Frauen. Die Gesamtstichprobe wies wider Erwarten eine signifikant höhere Angstsensitivität auf als vergleichbare Referenzstichproben (Kemper, Ziegler & Taylor, 2009: $M = 14.12, SD = 7.67, 61.8\%$ weiblich, $n = 201; t(104) = 8.28, p < .001$; dt. Übersetzung von Alpers & Pauli, 2001: $M = 13.19, SD = 6.52, 51.9\%$ weiblich, $n = 1644; t(104) = 9.44, p < .001$).

Als Cutoff für das obere Quartil ergab sich ein Summenscore von ≥ 16 , für das untere Quartil von ≤ 14 . Angeschrieben wurden 30 hochängstliche Probanden und 23 niedrigängstliche Probanden mit entsprechenden Werten, die sich freiwillig zur Untersuchung melden konnten. Ausschlusskriterien waren Herzerkrankungen, neurologische Erkrankungen oder körperliche Einschränkungen, die die Teilnahme an dem Versuch nicht ermöglichten, darüber hinaus der schädliche Gebrauch von psychoaktiven Substanzen und Alkohol. Ein weiteres Ausschlusskriterium war das aktuelle oder anamnestische Vorliegen einer Angsterkrankung, was mit dem Strukturierten

Klinischen Interview für DSM-IV (SKID, Wittchen, Gruschwitz, Wunderlich, & Zaudig, 1997) ausgeschlossen wurde. 18 hochängstliche und 20 niedrigängstliche Probanden meldeten sich freiwillig zur Untersuchung an. In der hochängstlichen Gruppe konnten alle 18 Teilnehmer für die Datenauswertung verwertet werden. In der niedrigängstlichen Gruppe mussten die Daten einer Person aufgrund mangelnden Sprachverständnis bei Instruktion und Fragebögen ausgeschlossen werden. Die beiden Gruppen waren hinsichtlich ihres Alters vergleichbar (Hochängstliche: $M = 20.77$ Jahre, $SD = 2.80$, range: 18-30 Jahre; Niedrigängstliche: $M = 20.74$ Jahre, $SD = 1.73$, range: 18-26 Jahre), $t(35) = 0.05$, $p = .957$. In der hochängstlichen Gruppe waren 22.2% männliche Probanden ($n = 4$) und in der niedrigängstlichen Gruppe 36.8% ($n = 7$). Der Unterschied war nicht signifikant, $X^2(1) = 0.95$, $p = .331$. Der BMI in beiden Gruppen unterschied sich ebenfalls nicht signifikant (Hochängstliche: $M = 22.15$, $SD = 1.83$; Niedrigängstliche: $M = 21.01$, $SD = 2.49$), $t(34) = 1.55$, $p = .130$. Der Prozentsatz an Rauchern war in der studentischen Stichprobe vernachlässigbar ($n = 2$). Hinsichtlich des Kaffeekonsums am Untersuchungstag lag keine Person über ihrer gewöhnlichen individuellen Anzahl an Kaffeetassen. In jeder Gruppe gaben genau 50% der Teilnehmer an, mehr als dreimal pro Woche sportlich aktiv zu sein. An dieser Untersuchung waren zwei Versuchsleiterinnen beteiligt. Der Anteil an hoch- und niedrigängstlichen Probanden wurde bei der Erhebung zwischen den Versuchsleiterinnen ausbalanciert, $X^2(1) = 0.76$, $p = .385$. Auch in dieser Stichprobe gab es keine aktiven Fußballspieler.

Fragebogenwerte: Tabelle 2 stellt die Mittelwerte (Standardabweichung und t-Tests) der hochängstlichen und niedrigängstlichen Probanden dar. Keine Unterschiede ergaben sich in der Trait-Angst, im MI für begleitete Situationen, und im positiven Affekt. Deutlich mehr Angst als die niedrigängstlichen gaben die hochängstlichen Probanden im BSQ an, $t(35) = 5.18$, $p < .001$, ebenso signifikant höhere Werte im ACQ, $t(35) = 3.39$, $p < .01$. Auch zeigten sie im MI (Skala allein) ein höheres Maß an Vermeidung als die niedrigängstlichen Probanden, $t(35) = 2.67$, $p < .05$. Die hochängstlichen Probanden erzielten außerdem höhere Werte als die niedrigängstlichen

Probanden auf der Skala State-Angst, $t(35) = 4.95$, $p < .001$. Der negative Affekt war bei den hochhängstlichen Teilnehmern signifikant stärker ausgeprägt, $t(35) = 2.39$, $p < .05$.

Tabelle 2: Fragebogendaten für hoch- ($n = 18$) und niedrighängstliche Probanden ($n = 19$)

Fragebogen	Hochhängstliche	Niedrighängstliche	<i>t</i> -Tests ($df=35$)	
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
ASI	31.33 (4.54)	10.58 (2.59)	17.21	<.001
ACQ	1.95 (0.62)	1.40 (0.32)	3.39	.01
BSQ	2.83 (0.62)	1.82 (0.54)	5.18	<.001
MI allein	1.93 (0.52)	1.49 (0.48)	2.67	<.05
MI begleitet	1.41 (0.49)	1.21 (0.32)	1.48	.148
STAI-T	38.50 (6.66)	36.42 (6.33)	0.97	.337
STAI-S	45.94 (8.43)	33.16 (7.29)	4.95	<.001
PA	30.11 (5.38)	26.79 (5.68)	1.82	.077
NA	14.33 (4.23)	11.66 (2.37)	2.39	<.05

Anmerkung: ASI = Anxiety Sensitivity Index (deutsche Version, Alpers & Pauli, 2001); ACQ = Agoraphobic Cognition Questionnaire; BSQ = Body Sensation Questionnaire; MI = Mobility Inventory in den Skalen „allein“ und „begleitet“ (jeweils deutsche Version, Ehlers et al. 1993). STAI-T = Trait form; STAI-S = State Form des State-Trait Anxiety Inventory (Laux, et al., 1981); PA = Positive affect scale, NA = Negative affect scale of PANAS (deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule; Krohne, et al., 1996).

Im Vergleich zu den Agoraphobiepatienten waren die störungsspezifischen Werte der hochhängstlichen gesunden Probanden signifikant niedriger. Dies gilt für den ACQ, $t(32) = 4.02$, $p < .001$, und die beiden Skalen des MI (allein: $t(32) = 3.07$, $p < .01$; begleitet: $t(32) = 3.72$, $p < .01$). Im BSQ unterschieden sich die hochhängstlichen Teilnehmer erstaunlicherweise nicht signifikant von den Agoraphobiepatienten, $t(32) = 0.52$, $p = .610$.

2.2.2 Das Open-Field

Die Untersuchung fand auf einem Fußballfeld statt, das an allen Seiten einen natürlichen „Rand“ aufwies. An drei Seiten befanden sich hohe und dichte Sträucher, an einer Seite ein Wall und ein blickdichter Zaun. Der Fußballplatz wurde am Abend von Vereinen benutzt und war tagsüber nur mit Schlüssel betretbar, was einen ungestörten Versuchsablauf sicherte. Beim Rasen fehlten die für einen Fußballplatz typischen Linien. Tore waren vorhanden, blieben jedoch für jede Versuchsperson in der Position unverändert. Der Platz war mit den öffentlichen Verkehrsmitteln vom Institut aus innerhalb von zehn Minuten erreichbar und befand sich in deutlicher Entfernung zu Fußgängern und Wohngebieten. Der Platz wurde nach diesen Kriterien ausgewählt, um eine möglichst hohe Nähe zu einer natürlichen Open-Field-Situation zu schaffen.



Abb. 1: Fotografie des Fußballfeldes aus Versuchsleiterposition (eigene Aufnahme: 20.05.2012).

Die physikalisch begehbare Fläche betrug 146 mal 79 Meter. Für die Auswertung wurden die Grenzen des Fußballfeldes um zehn Meter auf jeder Seite erweitert und an die Streuung der GPS

Daten adjustiert. So wurden auch Datenpunkte, die optisch außerhalb der tatsächlichen Fläche lagen, miteinbezogen. Die Fläche für die Datenauswertung betrug somit 166 Meter in der Nord-Süd-Ausrichtung und 99 Meter in der Ost-West-Ausrichtung.

2.2.3 Aufgaben

Die Probanden erhielten alle Instruktion an einer fixierten Position am Rand des Feldes. Es wurde eine schematische Zeichnung des Feldes gezeigt (Abbildung 2), in der die Ecken mit A, B, C und D bezeichnet waren. Die Versuchsleiterin legte die Instruktion in schriftlicher Form vor, stand für Fragen bereit und startete die Aufzeichnung der GPS Messung. Sie zog sich nach der Instruktion in einen Unterstand am Rand zurück und die Versuchsperson führte alle Aufgaben außer der Baseline alleine durch.

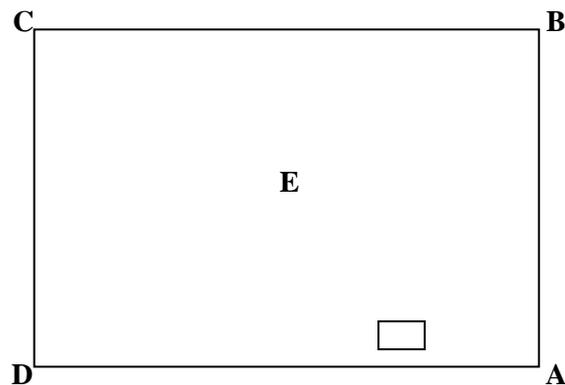


Abb. 2: Schematischer Plan des Feldes als Orientierungshilfe für die Probanden. Das innenliegende Rechteck symbolisiert den Start- und Zielpunkt.

Open-Field Test: Für den Open-Field Test (OFT) wurden die Probanden instruiert, 15 Minuten lang den Platz „zu erkunden“, dabei aber keiner gezielten Aufgabe nachzugehen. Sie wurden angewiesen, ihr gewohntes Lauftempo beizubehalten. Die Zeit, aber nicht die Herzrate und Geschwindigkeit, konnte von den Teilnehmern auf der Armbanduhr des GPS Gerätes abgelesen werden. Nach Ablauf der 15 Minuten sollten sie zum Startpunkt zurückkehren. Dort wurden

Angst und körperliche Erregung (Arousal) von den Probanden jeweils separat auf einer zehnstufigen Skala eingeschätzt. Dabei bedeutete 0 „ habe überhaupt keine Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“ und 10 „ habe extreme Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“. Zusätzlich sollten die Teilnehmer mit einer fünfstufigen Skala einschätzen, in welchem Ausmaß sie die Bereiche A bis E aus Angst oder Unbehagen vermieden hatten, wobei 1 bedeutete „habe niemals vermieden“ und 5 „habe immer vermieden“. Auch wurde die Wichtigkeit der Nähe zum Rand, zum Versuchsleiter und zum Ausgang jeweils auf einer zehnstufigen Skala eingeschätzt. Dabei bedeutete 0 „war überhaupt nicht wichtig“ und 10 „war extrem wichtig“.

Ambulatorische Baseline: Die Baseline für Herzrate und Rating wurde durch ambulatorisches Umrunden des Fußballfelds in Begleitung der Versuchsleiterin erhoben. Dies wurde nach Open-Field Test und Nebenaufgaben durchgeführt, da angenommen werden kann, dass zu diesem Zeitpunkt am wenigsten Erwartungsangst vorlag (Alpers, Abelson, Wilhelm & Roth, 2003). Um den Leistungsanspruch der Teilnehmer bei dieser Aufgabe zu minimieren, wurde der Vorwand aufgeführt, dass das Gerät noch kalibriert werden müsse. Die Teilnehmer gaben ihr typisches Lauftempo vor und liefen immer rechts von der Versuchsleiterin eine Runde um den Platz. Angst- und Arousalrating fand auch nach dieser Aufgabe statt.

Nebenaufgaben: In Nebenaufgabe 1 „Navigation zu einem gegenüberliegenden Ziel“ (N1) standen zwei unterschiedliche Wege zur Auswahl, um von einer Ecke des Feldes an die gegenüberliegende Ecke zu gelangen (Abbildung 3). Die spontane Entscheidung für Rand oder Mitte wurde erreicht, indem die Probanden eines von zwei Objekten auf dem Weg einsammeln sollten. Diese waren zwei identische neutrale PET-Flaschen, die am Rand und in der Mitte vor dem Versuch ausgelegt worden waren. Die Teilnehmer erhielten am Startfeld die Instruktion, zunächst zu Ecke B zu gehen, von dort aus Ecke D anzusteuern, und auf dem Weg dorthin eine der beiden Flaschen mitzubringen. Von Ecke D aus sollten die Teilnehmer zurück zum Ausgangspunkt gehen, wo die Aufgabe mit Rating von Angst und Arousal endete. Nebenaufgabe 2 „Aufsuchen

der Mitte“ (N2) bestand darin, die Mitte des Feldes möglichst exakt einzuschätzen und drei Minuten dort bewegungslos zu verweilen. Die Distanz zum Rand und zur Versuchsleiterin wurde per GPS gemessen. Auch danach erfolgte ein Rating.

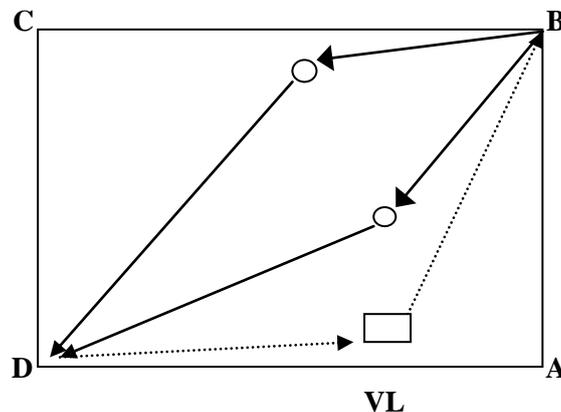


Abb. 3: Schematische Darstellung des Fußballfeldes und der Streckenalternativen bei Nebenaufgabe 1. Startpunkt ist beim Versuchsleiter (VL), wobei über B nach D gelaufen werden soll. Die gepunkteten Linien sind für alle Identisch. Die durchgezogenen Strecke variierten in Abhängigkeit von der Entscheidung der Versuchspersonen. Die Kreise symbolisieren die aufzusammelnden Objekte.

2.2.4 GPS-Messung

Die Herzrate und die Streckenpfade wurden mit einer Pulsuhr aufgezeichnet, die mit einem GPS Sensor ausgestattet war (Modell RS800CX der Firma Polar® Electro Inc.). Der GPS Sensor verfügte über einen eingebauten SiRF III GPS-Chip (SiRF Technology Holdings Inc., 1995), der für hohe Messgenauigkeit bekannt ist. Die Abweichung beträgt in freiem Gelände im Durchschnitt zwei bis drei Meter, vereinzelt können höhere Abweichungen entstehen (Elgethun, Fenske, Yost & Palcisko, 2003). Der Sensor wurde mit einem Elastikgurt am rechten Oberarm der Probanden über der Kleidung befestigt (Abbildung 4). Zur weiteren Erhöhung der Genauigkeit wurde das Gerät immer an derselben Stelle auf dem Fußballfeld kalibriert. Die Herzrate wurde über einen Brustgurt gemessen, Die Daten von Brustgurt und GPS Sensor wurden per

Funk an eine am Handgelenk getragenen Empfänger in Form einer Armbanduhr gesendet und dort mit einer Abtastrate von einer Sekunde gespeichert. Den Brustgurt legten sich die Probanden eigenständig nach genauer Demonstration in den Waschräumen des Instituts an, danach wurde der GPS Sensor von Kleidung unverdeckt an den rechten Oberarm der Probanden angebracht, die Uhr wurde am rechten Handgelenk befestigt und ausschließlich von der Versuchsleiterin bedient. Die Entscheidung für den rechten Oberarm fiel nach einigen Probeläufen auf dem Feld, wo der Sensor rechts getragen eine höhere Genauigkeit der Tracks erreichte. Dies wurde nicht statistisch geprüft, sondern anhand der Visualisierung in Google EarthTM entschieden. Die Seite wurde für alle Probanden gleich gehalten. Das Display der Uhr wurde so konfiguriert, dass die Probanden keine Rückmeldung über ihre physiologischen Daten erhielten.



Abb 4.: Schematische Darstellung von Brustgurt, GPS Gerät und Empfänger (links nach rechts; www.polar.fi, RS800CX; Gebrauchsanleitung, 2012). Der Brustgurt wurde direkt auf der Haut unter der Kleidung getragen, der GPS-Sensor zum störungsfreien Empfang über der Kleidung und entgegen der Abbildung am rechten Oberarm. Der Empfänger wurde als Armbanduhr am rechten Arm getragen.

2.2.5 Versuchsablauf

Vor der Untersuchung unterschrieben alle Probanden eine Einverständniserklärung (siehe Anhang A5), die in schriftlicher Form über das Ziel der Untersuchung und die Methode aufklärte. Außerdem wurden speziell die Patienten darüber aufgeklärt, dass die Untersuchung keine Auswirkungen auf ihre nachfolgende Therapie haben würde. Die Kontrollpersonen erhielten eine

Aufwandsentschädigung in Form von Süßigkeiten. Die studentische Stichprobe leistete die Untersuchung im Rahmen des in der Studienordnung erforderlichen Solls an Versuchspersonenstunden ab. Die Patienten fanden sich zu einem vorgezogenen Termin zur Diagnostik und Klärung des Therapieanliegens in der Institutsambulanz ein. Die Kontrollpersonen fanden sich jeweils einmalig am Untersuchungstag ein. Sie wurden nach Prüfung von Alter und Geschlecht telefonisch kontaktiert, und durch Screeningfragen wurden Angststörungen ausgeschlossen. Die studentische Stichprobe füllte das ASI Screening in der Vorlesung aus, und in Frage kommende Personen wurden darüber per E-Mail informiert und konnten sich wegen einem Termin melden.

Die Untersuchung startete in den Räumen der Institutsambulanz sowohl für die klinische als auch für die Analogstichprobe mit Unterschreiben der Einverständniserklärung. Anschließend füllten sie die Fragebögen STAI-Trait, STAI-State und PANAS aus. Danach wurden die Geräte angelegt und in einer dreiminütigen Messung der Herzrate sichergestellt, dass das Übertragungssignal stabil war. Versuchsleiterin und Proband verließen dann den Untersuchungsraum, um außerhalb des Gebäudes eine Kalibrierung des GPS-Sensors vorzunehmen. Danach fuhren sie mit der Straßenbahn zum Fußballfeld. Dort fand zunächst eine nochmalige Kalibrierung des GPS-Gerätes statt und die Probanden erhielten eine allgemeine Instruktion, in der Ihnen Start und Zielpunkt jeder Aufgabe vorgestellt wurde und sie darauf hingewiesen wurden, dass die Versuchsleiterin während allen Aufgaben in einem Unterstand abseits des Feldes in Sichtnähe warten würde. Bei Problemen dürfe sie jederzeit aufgesucht werden. Die Aufgaben wurde für alle Probanden neutral entsprechend ihrer Reihenfolge als „Aufgabe 1“, „Aufgabe 2“ und „Aufgabe 3“ bezeichnet. Als erstes fand Aufgabe 1 „Navigation zu einem gegenüberliegenden Ziel“ statt, bei der das spontane Verhalten am ehesten sensibel für einen Reihenfolgeeffekt schien, daran schloss sich der Open-Field Test als Aufgabe 2 an und dann Aufgabe 3 „Stehen in der Mitte“. Bei der Analogstichprobe fand nach Aufgabe 3 noch eine weitere Untersuchung statt, auf die in der Diskussion verwiesen wird (Schulz, Walz & Gahr, unveröffentlicht). Abschließend fand die ambulatorische Baseline statt. Die Untersuchungsaufgaben nahmen etwa eine Stunde in Anspruch. Danach stiegen Versuchsleiterin und Proband zusammen wieder in die Straßenbahn,

um zum Institut zurückzukehren. Auf der Fahrt begann der Ablauf für Studie II (beschrieben ab Kapitel 3). Insgesamt dauerte der Versuchsablauf zweieinhalb Stunden.

2.2.6 Datenanalyse

Die GPS-Daten wurden mit Google Earth™ (Version 6.1.0) visualisiert. Die Koordinatentransformation erfolgte mit einer freien Web-Anwendung des Bundesamts für Geodäsie und Kartographie („Koordinatentransformation Version 3.1“). Die weitere Datenaufbereitung und Analyse wurde in SPSS (SPSS 20 Inc., Chicago, IL, USA) durchgeführt.

2.2.6.1 Parametrisierung des Raum-Zeit-Verhaltens im Open-Field Test

Open-Field Test: Für die Datenauswertung des Open-Field Tests wurde über die Geokoordinaten des Fußballfeldes ein Raster von 3 mal 5 Quadraten à 33 Meter Seitenlänge projiziert (Abbildung 5). Der GPS-Datenoutput lieferte kontinuierliche Längen- und Breitenangaben in Dezimalgrad über die 15 Minuten hinweg, mit einer Sampling Rate von 60 Hertz. Diese wurden in das UTM-System (Universal Transverse Mercator System) transformiert, was einer Transformation in Kartesische Koordinaten entspricht und danach als Variablen für x und y Koordinaten in SPSS importiert. Um die Grenzen des Koordinatengitters für das Fußballfeld parallel zum UTM-System auszurichten, wurden die Daten mit Hilfe der zweidimensionalen Helmert-Transformation (Helmert, 1924) um den Drehwinkel $\alpha = -0.425^\circ$ rotiert. Danach konnten sie über die als Mitte und Rand definierten Zonen kumuliert werden und Linienüberschreitungen konnten gezählt werden.



Abb. 5: Luftaufnahme des Fußballplatzes (entnommen aus Google Earth™, Version 6.1.0, Stand 04.12.2012) und schematische Darstellung des Projektionsgitters für die Auswertung. Der hinterlegte Bereich repräsentiert die „Mitte“. Die gelbe Markierung symbolisiert den Start- und Zielpunkt jeder Aufgabe entsprechend Beginn und Ende der Datenaufzeichnung.

Die folgenden Parameter wurden für den Open-Field Test berechnet:

A) Der Zeitanteil für die Mitte wurde durch Kumulieren der in die mittleren drei Quadrate fallenden Datenpunkte, dividiert durch die Gesamtzahl der Datenpunkte (900), quantifiziert und für jede Vergleichsgruppe ein Mittelwert gebildet.

B) Die Latenz in Sekunden konnte aus der Zeitvariablen der Datentabelle anhand des ersten in den als Mitte definierten Bereich fallenden Punktes abgelesen werden.

C1) Thigmotaxis wurde bestimmt, indem alle Linienüberschreitungen in am Rand liegenden Quadraten gezählt wurden. Dem Auftreten von Thigmotaxis in jedem Quadrat wurde ein fortwährender Entscheidungsprozess, am Rand zu bleiben oder ihn zu verlassen, zugrunde gelegt. Daher wurden zunächst alle Überschreitungen unabhängig von ihrer sequentiellen Länge aufsummiert und die gemittelten Gesamtsummen über die Gruppen verglichen.

C2) Zusätzlich wurde die Länge von Thigmotaxis-Sequenzen anhand direkt aufeinanderfolgender Überschreitungen bestimmt und der Durchschnittswert pro Gruppe verglichen.

C3) Die Häufigkeit des Betretens der Mitte, bezeichnet als „Eintritte“, wurde über alle Linienüberschreitungen von Randbereichen in die mittlere Zone gezählt.

C4) Bewegung, die als Überschreitungen innenliegender Linien stattfand, wurde als „Ambulation Mitte“ bezeichnet. Verlassen der Mitte wurde nicht gewertet, da es unmittelbar vom Betreten der Mitte abhängig war.

D) Für die Betrachtung des Zeitverlaufs wurden fünf Abschnitte à drei Minuten gebildet, und die Häufigkeit von Thigmotaxis und Mitte nach den oben beschriebenen Kriterien bestimmt. Die Anzahl von Eintritten und Ambulation innerhalb der Mitte wurde für diese Analyse addiert, da in drei Minuten nur jeweils eine geringe Anzahl zustande kommen konnte.

E1) Die Distanz vom Rand in Metern konnte durch die UTM-Transformation unmittelbar über die Differenz zum nächstgelegenen Rand berechnet werden. Die Distanz wurde in Bezug auf die angepasste Größe des Feldes berechnet, so dass für die tatsächliche physikalische Distanz nach der Berechnung zehn Meter abgezogen wurden.

E2) Die Berechnung der Distanz zur Versuchsleiterin erfolgte über den Satz des Pythagoras für jeden Punkt des aufgezeichneten Tracks. Als Standpunkt wurde der Startpunkt der Aufgabe festgelegt, wovon die Versuchsleiterin in unveränderter Nähe blieb.

F) Die Herzrate und die Geschwindigkeit in km/h wurden aus dem Empfänger als Textoutput in SPSS importiert und für jede Aufgabe zunächst über die Zeit pro Versuchsperson und dann über die Gruppen gemittelt.

2.2.6.2 Parametrisierung des Raum-Zeit-Verhaltens in den Nebenaufgaben

Für Nebenaufgabe 1 wurden die Tracks aller Probanden zunächst in Google EarthTM visualisiert und die Wegvariante (Mitte vs. Rand) ausgezählt. Bei Nebenaufgabe 2 wurden nach der Visualisierung die UTM-Koordinaten des Umkehrpunktes, welcher dem eingeschätzten Mittelpunkt der Probanden entsprach, aus Google EarthTM abgelesen und per Hand in SPSS übertragen. Die Berechnung der Distanzen zu Rand und Versuchsleiterin erfolgte wie in 2.2.6.1 E2 beschrieben.

2.2.6.3 Statistische Auswertung

Die Auswertung erfolgte für Patienten vs. Kontrollgruppe und Hoch- vs. Niedrig-ängstliche getrennt jeweils nach demselben Vorgang. Korrelationen wurden über beide Stichproben berechnet.

Ratings: Angstrating, Arousalrating und Rating der subjektiven Vermeidung der Bereiche des Feldes (Mitte vs. Rand) wurden in separaten zweifaktoriellen ANOVAs, jeweils mit dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (2: Patienten vs. Kontrollgruppe bzw. Hoch- vs. Niedrigängstliche) und dem Innersubjektfaktor Aufgabe (2: OFT, Baseline) bzw. Bereich (2: Mitte vs. Rand) überprüft. Vertiefte Analysen erfolgten über post-hoc t-Tests. Die Wichtigkeit situativer Parameter wurde mit t-Tests für unabhängige Stichproben verglichen.

Raum-Zeit-Verhalten: Der kumulierte Zeitanteil in der Mitte des Feldes folgte keiner Normalverteilung. Es gab Ausreißer in Form von Nullwerten (bei Probanden, die nie die Mitte betreten haben) bzw. sehr langer Aufenthaltsdauer in der Mitte. Daher wurde der Unterschied zwischen Patienten und Kontrollgruppe non-parametrisch mit dem Mann-Whitney-U-Test überprüft. Das gleiche galt für die Latenz bis zum ersten Eintritt in die Mitte. Die Latenz wurde bei Probanden, die überhaupt nicht in die Mitte gingen, auf den maximalen Wert von 900 Sekunden gesetzt. Um zu testen, ob die Aufenthaltsdauer in der Mitte von einer gleichmäßigen Verteilung über das gesamte Feld abweicht, wurde ein Erwartungswert von 20 % definiert (entsprechend der anteiligen Fläche der mittleren Zone an der Gesamtfläche) und mit einem Binomialtest überprüft, ob die tatsächlichen Werte von diesem Kriterium abwichen. Gruppenunterschiede in der Häufigkeit einer jeweiligen Ambulationsstrategie (Thigmotaxis, Mitte, Eintritte) und in der Distanz zum Rand wurden jeweils mit t-Tests für unabhängige Stichproben untersucht.

Der Zeitverlauf der Häufigkeit von Thigmotaxis und Exploration der Mitte wurde in zwei Messwiederholungs-ANOVAs jeweils mit dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (2: Patienten vs. Kontrollgruppe bzw. Hoch- vs. Niedrigängstliche) und dem Innersubjektfaktor Zeit in fünf Stufen (5: t1-t5 a drei Minuten Dauer) verglichen. „Exploration der Mitte“ wurde für die Analyse des Zeitverlaufs aus der Summe der Eintritte in die Mitte und der Ambulation innerhalb der Mitte

gebildet, da innerhalb von drei Minuten Dauer nur eine geringe Anzahl an Quadraten einer jeweiligen Kategorie überschritten werden konnte.

Physiologie: Herzratenunterschiede zwischen Open-Field Test und Baseline bzw. zwischen Mitte und Rand im Open-Field Test wurden in separaten ANOVAs jeweils mit dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (2: Patienten, Kontrollgruppe) und mit dem Innersubjektfaktor Bedingung (2: Open-Field Test, Baseline) bzw. Bereich (2: Mitte vs. Rand) untersucht. Für post-hoc Analysen erfolgten t-Tests.

Kontrollvariablen: Gesamtstreckenlänge, Geschwindigkeit und absolute Distanz zum Rand wurden mit t-Tests zwischen den Gruppen verglichen.

Korrelative Analysen: Für die Analyse des Zusammenhangs unterschiedlicher Abstufungen von Ängstlichkeit und Parametern des Raum-Zeit-Verhaltens wurden Korrelationskoeffizienten nach Pearson berechnet. Für den Zusammenhang mit Zeitanteil und Latenz wurden Korrelationskoeffizienten nach Spearman berechnet.

Nebenaufgaben: Die durchschnittlichen Ratingwerte (Angst- und Arousalrating) und Herzratenwerte zwischen den Gruppen wurden für jede Nebenaufgabe separat mit t-Tests für unabhängige Stichproben verglichen. Die unterschiedliche Verteilung der Richtungswahl bei N1 wurde mit einem χ^2 -Test geprüft. In N2 wurden Gruppenunterschiede in der Distanz zum nächstgelegenen Rand und zur Versuchsleiterin jeweils mit einem t-Test für unabhängige Stichproben überprüft. Herzratenunterschiede wurden mit t-Tests verglichen.

Für alle statistischen Analysen wurde das α -Level auf 5% festgesetzt. Post-hoc-Tests wurden nach Bonferroni korrigiert. Die Voraussetzung der Varianzhomogenität beim t-Test wurde mit dem Levene-Test überprüft und die Signifikanzwerte bei Verletzung angepasst. Die Freiheitsgrade der Messwiederholungsfaktoren wurden wenn angebracht, nach Greenhouse und Geisser (1959) ϵ -korrigiert. Die statistischen Angaben enthalten die unkorrigierten Freiheitsgrade, den korrigierten p -Wert und als Effektgröße das partielle η_p^2 .

2.3 Ergebnisse

2.3.1 Patienten vs. Kontrollgruppe

2.3.1.1 Ratings

Rating von Angst und Arousal: Die Mittelwerte (und *SD*) von Angst- und Arousalrating sind in Tabelle 3 dargestellt. Alle Patienten konnten den Open-Field Test (OFT) bewältigen. In einer zweifaktoriellen ANOVA für das Angstrating mit dem Innersubjektfaktor Bedingung (2: OFT, ambBL) und dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (2: Patienten vs. Kontrollgruppe) ergab sich ein signifikanter Gruppeneffekt, $F(1, 60) = 16.11, p < .001, \eta_p^2 = .21$ (Patienten > Kontrollgruppe). Ebenso ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für die Bedingung, $F(1, 60) = 4.39, p < .05, \eta_p^2 = .07$ (OFT > ambBL). Die Interaktion wurde ebenfalls signifikant, $F(1, 60) = 5.15, p < .05, \eta_p^2 = .08$. Das legte nahe, dass der OFT einen Effekt auf die Angst der Patienten hatte. Post-hoc Analysen innerhalb zeigten, dass die Angst der Patienten im OFT gegenüber der Baseline höher war, $t(15) = 2.89, p < .05$, während sich in der Kontrollgruppe die Angstratingwerte von OFT und Baseline nicht unterschieden, $t(15) = -0.32, p = .751$. Die Patienten gaben im Vergleich zur Kontrollgruppe für den OFT signifikant höhere Angstratings an, $t(30) = 3.44, p < .01$. Aber auch im Baseline Rating lagen die Patienten über der Kontrollgruppe, $t(30) = 2.13, p < .05$.

Das Arousalrating lieferte ähnliche Ergebnisse. In einer zweifaktoriellen ANOVA mit dem oben genannten Faktoren ergaben sich signifikante Haupteffekte für die Bedingung, $F(1, 60) = 7.26, p < .01, \eta_p^2 = .11$, und die Gruppe, $F(1, 60) = 12.15, p < .001, \eta_p^2 = .17$, ebenso eine signifikante Interaktion, $F(1, 60) = 5.65, p < .05, \eta_p^2 = .09$. Die Interaktion spiegelt wider, dass die Patienten im OFT signifikant mehr Arousal angaben als in der Baseline, $t(15) = 2.98, p < .01$, die Kontrollgruppe hingegen nicht, $t(15) = 0.81, p = .432$. Die Patienten schätzten ihre körperliche Erregung im OFT auch deutlich höher ein als die Kontrollgruppe, $t(16.32) = 3.15, p < .01$. In der Baseline unterschieden sich die Gruppen nicht, $t(19.04) = 1.51, p = .148$.

Tabelle 3: Angstrating, Arousalrating und Bedeutsamkeit situativer Faktoren im OFT für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe

Rating	Agoraphobiepatienten (<i>n</i> = 16)	Kontrollgruppe (<i>n</i> = 16)
	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>M</i> (<i>SD</i>)
Angstrating OFT	2.44 (2.56)	0.19 (0.54)
Angstrating ambBL	0.88 (1.09)	0.25 (0.45)
Arousalrating OFT	2.63 (2.87)	0.31 (0.60)
Arousalrating ambBL	0.63 (1.09)	0.19 (0.40)
Vermeidung Mitte	3.13 (1.63)	1.06 (0.25)
Vermeidung Rand	2.11 (0.88)	1.27 (0.73)
Nähe zum Rand	4.50 (3.69)	0.38 (0.72)
Nähe zum Ausgang	2.50 (3.44)	0.00 (0.00)
Nähe zur Versuchsleiterin	3.31 (3.72)	0.06 (0.25)

Anmerkung: Dem Rating lag jeweils eine 10 stufige Likert-Skala zugrunde, wobei 0 bedeutete „ich habe überhaupt keine Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“ und 10 bedeutete „ich habe maximale Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“. Die Vermeidung vom Mitte und Rand wurde auf einer fünfstufigen Skala erhoben, wobei 1 bedeutete „habe niemals vermieden“ und 5 „habe immer vermieden. Den Fragen nach der Wichtigkeit situativer Faktoren lag eine zehnstufige Skala zugrunde, wobei 0 bedeutete „war überhaupt nicht wichtig“ und 10 „war extrem wichtig“.

Rating der Vermeidung von Mitte und Rand: Bei der Einschätzung der Vermeidung von Rand gegenüber Mitte gaben 44% der Patienten an, die Mitte „meistens“ oder „immer“ aus Angst vermieden zu haben, in der Kontrollgruppe kamen diese Ratingkategorien überhaupt nicht vor. Die Mittelwerte (und *SD*) sind in Tabelle 3 dargestellt. In der Varianzanalyse mit dem Innersubjektfaktor Gruppe (2: Patienten vs. Kontrollgruppe) und dem Zwischensubjektfaktor Bereich (2: Rand vs. Mitte) ergab sich ein Haupteffekt für die Gruppe, $F(1, 60) = 33.58, p < .001, \eta_p^2 = .36$, jedoch kein Haupteffekt für den Bereich, $F(1, 60) = 2.63, p = .11, \eta_p^2 = .04$. Die

Interaktion wurde signifikant, $F(1, 60) = 5.91, p < .05, \eta_p^2 = .09$. Diese war darauf zurückzuführen, dass die Agoraphobepatienten die Vermeidung der Mitte im Vergleich zum Rand signifikant wichtiger fanden, $t(15) = 3.18, p < .01$, während die Kontrollgruppe für die Mitte kein höheres Ausmaß an Vermeidung angab als für den Rand, $t(15) = -1.42, p = .176$. Die Patienten schätzten die Vermeidung der Mitte signifikant wichtiger ein als die Kontrollgruppe, $t(15) = 5.01, p < .001$. Die Patienten schätzten aber auch die Vermeidung des Randes wichtiger ein als die Kontrollgruppe dies tat, $t(30) = 2.95, p < .01$.

Wichtigkeit situativer Parameter: Die Patienten schätzten die Wichtigkeit der Nähe zum Rand im Gegensatz zur Kontrollgruppe höher ein, $t(30) = 4.39, p < .001$. Auch die Nähe zur Versuchsleiterin wurde von den Patienten als wichtiger eingeschätzt als von der Kontrollgruppe, $t(30) = 3.49, p < .005$. Die Nähe zum Ausgang schien für die Kontrollgruppe keine wahrnehmbare Rolle zu spielen, die Patienten hingegen maßen ihr eine signifikant höhere Wichtigkeit bei, $t(15) = 2.90, p < .05$. Die Mittelwerte (und *SD*) sind in Tabelle 3 dargestellt.

2.3.1.2 Raum-Zeit-Verhalten

Zeitanteil in der Mitte: Die Patienten verbrachten während der 15 minütigen Exploration des Feldes durchschnittlich 12.81% der Zeit in der mittleren Zone (*SD* = 14.46), die Kontrollpersonen im Mittel 33.13% (*SD* = 17.77). Dieser Unterschied wurde signifikant, Mann-Whitney $u = 36.50, p < .001$. Die Patienten verbrachten zudem signifikant weniger Zeit in der Mitte als bei einer zufälligen Verteilung über das Feld erwartet würde (20% entsprechend der anteiligen Fläche der Mitte an der Gesamtfläche), $z = 2.25, p < .025$ (Binomialtest, einseitig). Nur drei von 16 Patienten verbrachten 20% oder mehr Zeit in der Mitte, ebenfalls drei Patienten vermieden die Mitte komplett. In der Kontrollgruppe verbrachten 12 von 16 Personen 20% der Zeit oder mehr in der Mitte. Der Binomialtest wich bei der Kontrollgruppe signifikant nach oben von einer zufälligen Verteilung ab, $z = -1.75, p = .038$ (einseitig). Abbildung 6 veranschaulicht den jeweiligen Zeitanteil in der Mitte für Patienten und Kontrollgruppe.

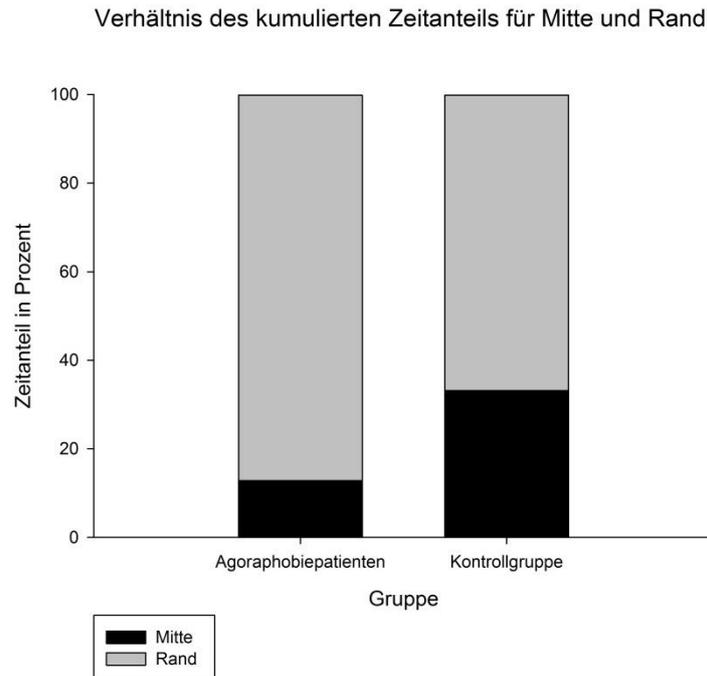


Abb. 6: Durchschnittlicher Zeitanteil (in Prozent) in Mitte und Rand für Agoraphobiepatienten ($n = 16$) und Kontrollgruppe ($n = 16$). Schwarz repräsentiert den Zeitanteil in der Mitte, grau den Zeitanteil am Rand.

Latenz bis zum ersten Eintritt in die Mitte: Die Agoraphobiepatienten betraten die Mitte im Durchschnitt nach sechs Minuten zum ersten Mal ($M = 361.75$ sec, $SD = 320.57$), die Kontrollgruppe im Schnitt bereits nach zweieinhalb Minuten ($M = 151.19$ sec, $SD = 162.71$ sec). Der Mann-Whitney-Test unabhängiger Stichproben bestätigte einen signifikanten Unterschied, $u = 187.5$, $p < .05$. Die unterschiedlichen Werte ($\pm SE$) sind in Abbildung 7 veranschaulicht.

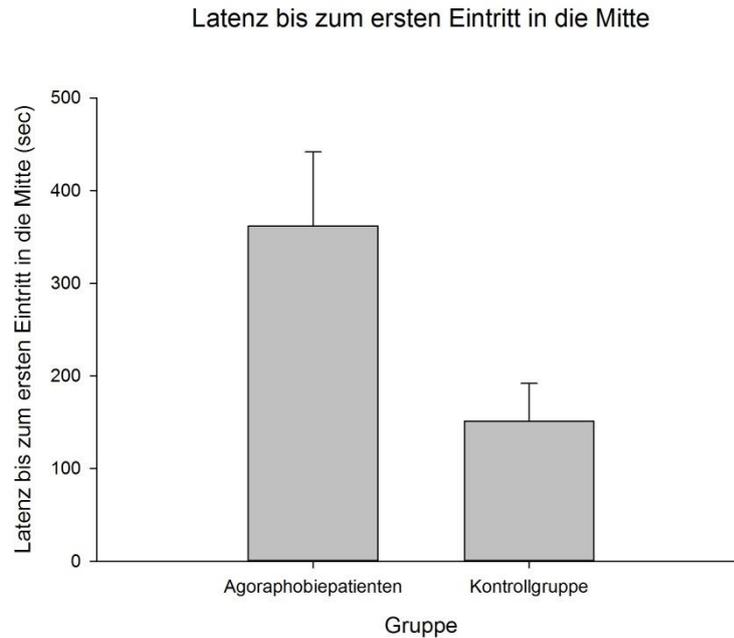


Abb. 7: Durchschnittliche Latenz in Sekunden ($\pm SE$) bis zum ersten Eintritt in die Mitte für Agoraphobiepatienten ($n = 16$) und Kontrollgruppe ($n = 16$).

Ambulation: Abbildung 8 zeigt die durchschnittliche kumulierte Häufigkeit des Auftretens von Thigmotaxis, Eintritten in die Mitte und Ambulation innerhalb der Mitte im Gruppenvergleich. Die einzelnen GPS-Tracks sind im Anhang A1 dargestellt. Die Patienten zeigten signifikant mehr Thigmotaxis als die Kontrollgruppe, $t(30) = 2.21$, $p < .05$. Die durchschnittliche Anzahl an Linienüberschreitungen entlang des Randes, lag bei den Patienten bei 22.38 ($SD = 7.56$), während die Kontrollpersonen nur 16.63 ($SD = 7.15$) Quadrate entlang des Randes frequentierten. Die durchschnittliche Länge von Thigmotaxis-Sequenzen betrug bei den Patienten 10.78 Quadrate ($SD = 7.83$), was 89,8 % einer ganzen Runde um das Feld entsprach, und war bei der Kontrollgruppe signifikant kürzer ($M = 4.24$, $SD = 2.72$), $t(30) = 3.16$, $p = .005$.

Die Anzahl an Eintritten in die Mitte unterschied sich ebenfalls signifikant zwischen den beiden Gruppen, $t(30) = -3.06$, $p = .005$. Die Patienten gingen im Lauf der 15 minütigen Exploration durchschnittlich 3.25mal ($SD = 2.72$) in die Mitte, die Kontrollpersonen betraten die Mitte 6.38 mal ($SD = 3.05$). Das Ausmaß an Ambulation innerhalb der Mitte war bei der Kontrollgruppe

signifikant stärker ausgeprägt als bei den Patienten, $t(30) = -3.09$, $p < .01$. Die Patienten übertraten im Schnitt 1.63 ($SD = 1.67$) Quadrate, wenn sie sich innerhalb der Mitte befanden, die Kontrollgruppe übertrat im Durchschnitt 4.81 ($SD = 3.78$) Felder.

Häufigkeit von Thigmotaxis, Eintritten und Ambulation innerhalb der Mitte

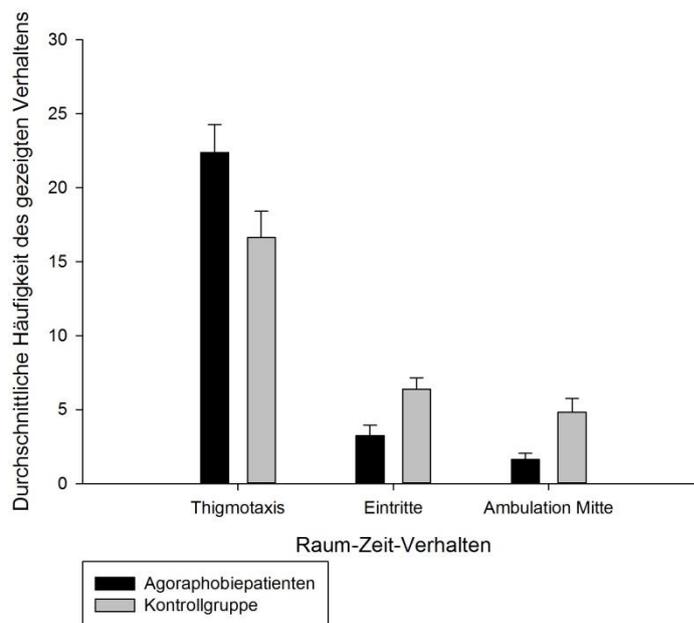


Abb. 8: Mittelwerte ($\pm SE$) der Häufigkeit von Thigmotaxis, Eintritten in die Mitte und Ambulation innerhalb der Mitte für Agoraphobiepatienten ($n = 16$) und Kontrollgruppe ($n = 16$).

Ambulation im Zeitverlauf: Abbildung 9 zeigt die Häufigkeit von Thigmotaxis (links) und die Exploration der Mitte (rechts) für Patienten und Kontrollgruppe im Zeitverlauf in Intervallen à drei Minuten. Für den Verlauf von Thigmotaxis ergab sich in der Messwiederholungs-ANOVA mit dem Innersubjektfaktor Zeit (5: t1-t5) und dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (2: Patienten vs. Kontrollgruppe) ein signifikanter Zeiteffekt mit einem Rückgang von Thigmotaxis, $F(4, 120) = 9.13$, $p < .001$, $\eta_p^2 = 0.23$. Auch fand sich ein signifikanter Gruppeneffekt (Patienten > Kontrollgruppe), $F(1, 120) = 4.89$, $p < .05$, $\eta_p^2 = 0.14$. Die Interaktion wurde jedoch nicht signifikant, $F(4, 120) = 0.35$, $p = .852$, $\eta_p^2 = 0.01$. Stufenweise post-hoc Tests des Haupteffekts Zeit (Bonferroni adjustiert $\alpha_{adj} = 0.05/10 = 0.005$) zeigten, dass aber nur der Unterschied

zwischen t1 und t5 signifikant wurde (t1: $M = 5.09$, $SD = 2.17$; t5: $M = 2.67$, $SD = 1.98$), $t(30) = 2.41$, $p < .001$, (alle anderen Vergleiche: $t < 1.32$, $p > .02$).

Für die Häufigkeit von Exploration der Mitte (Eintritte und Ambulation innerhalb der Mitte addiert) ergab sich ein signifikanter Haupteffekt für die Gruppe (Patienten < Kontrollgruppe), $F(1, 120) = 12.13$, $p < .005$, $\eta_p^2 = 0.29$, aber nur ein marginaler Effekt für den Faktor Zeit, $F(4, 120) = 2.05$, $p < .10$, $\eta_p^2 = 0.06$. Es ergab sich auch keine signifikante Wechselwirkung, $F(1, 120) = 0.74$, $p = .568$, $\eta_p^2 = 0.02$.

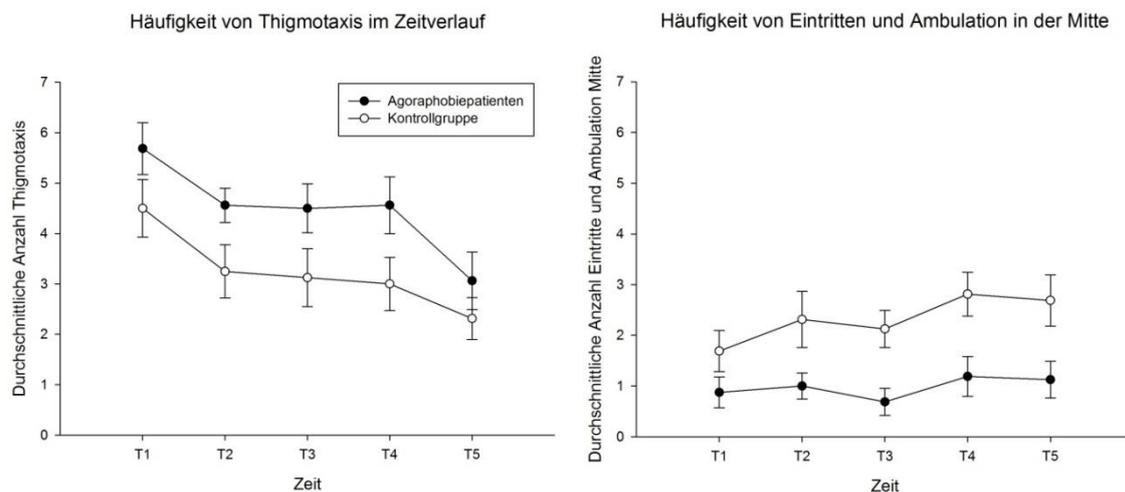


Abb. 9: Links: Zeitverlauf von Thigmotaxis (M und $\pm SE$ der kumulierten Anzahl an Linienüberschreitungen am Rand). Rechts: Zeitverlauf der Exploration der Mitte (kumulierte Anzahl aus Eintritten + Überschreitungen innerhalb der Mitte), jeweils für Agoraphobiepatienten ($n = 16$) und Kontrollgruppe ($n = 16$) in Abschnitten à 3 Minuten.

2.3.1.3 Physiologie

Die Patienten hatten durchschnittlich höhere Herzratenwerte als die Kontrollgruppe. Abbildung 10 (links) zeigt die Mittelwerte ($\pm SE$) für Patienten und Kontrollgruppe. Dargestellt sind die Messbedingungen Open-Field Test (OFT) und die ambulatorische Baseline (ambBL). Im rechten Schaubild ist das mittlere Lauftempo (in km/h) dargestellt. In einer zweifaktoriellen ANOVA mit dem Innersubjektfaktor Bedingung (2: OFT vs. Baseline) und dem Zwischensubjektfaktor

Gruppe (2: Patienten vs. Kontrollgruppe) und der Geschwindigkeit als Kovariate ergab sich nur ein Haupteffekt für die Gruppe (Patienten > Kontrollgruppe), $F(1, 60) = 32.98, p < .001, \eta_p^2 = 0.36$, nicht aber für die Bedingung, $F(1, 60) = 2.54, p = .117, \eta_p^2 = 0.04$. Auch zeigte sich keine signifikante Interaktion, $F(1, 60) = 0.763, p = .386, \eta_p^2 = 0.13$. Die durchschnittliche Herzrate lag bei den Patienten im OFT bei 107.44 Schlägen ($SD = 10.51$), in der Baseline bei 114.31 Schlägen ($SD = 9.21$). Bei der Kontrollgruppe lag die durchschnittliche Herzrate im OFT niedriger als bei den Patienten ($M = 97.00 \text{ bpm}, SD = 7.69$), auch in der Baseline ($M = 99.94 \text{ bpm}, SD = 6.60$).

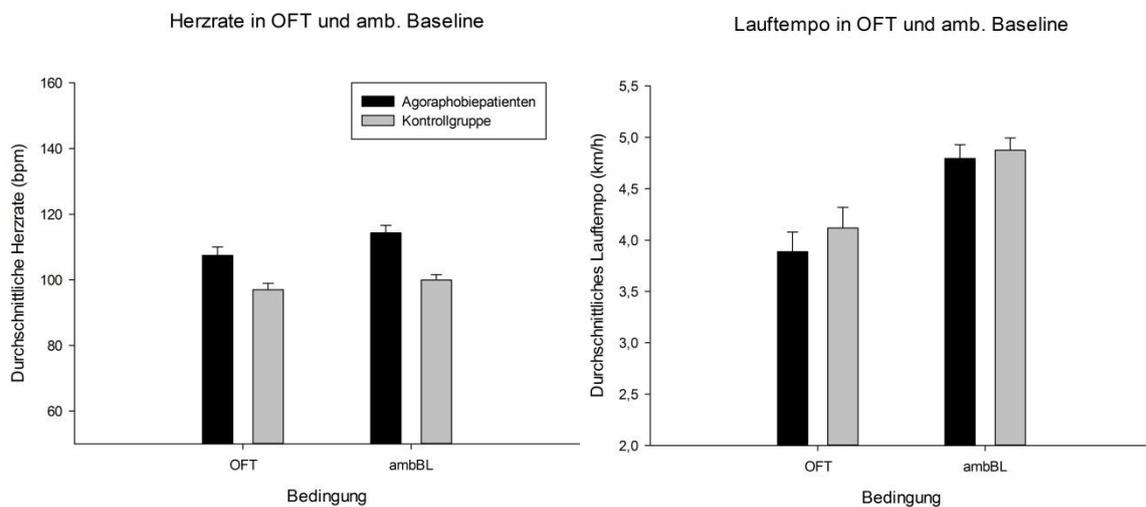


Abb. 10: Das linke Schaubild zeigt den Vergleich der durchschnittlichen Herzrate zwischen Agoraphobepatienten ($n = 16$) und Kontrollgruppe ($n = 16$) für OFT und ambBL. Das rechte Schaubild zeigt die Durchschnittsgeschwindigkeit (in km/h) für beide Gruppen

Explorative Analysen der Herzrate: Die Frage, ob sich bei den Patienten in der Mitte durchschnittlich höhere Herzratenwerte fanden als am Rand wurde in einer zweifaktoriellen ANOVA mit dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (2: Patienten, Kontrollgruppe) und dem Innersubjektfaktor Bereich (2: Mitte, Rand) und der Geschwindigkeit als Kovariate überprüft. Es ergab sich wiederum ein Haupteffekt für die Gruppe, $F(1, 56) = 32.54, p < .001, \eta_p^2 = 0.37$, aber kein

Haupteffekt für den Bereich, $F(1, 56) = 0.007$, $p = .933$, $\eta_p^2 = 0.00$, und auch keine signifikante Interaktion, $F(1, 56) = 0.15$, $p = .904$, $\eta_p^2 = 0.00$.

Im Weiteren wurde für jeden Teilnehmer aus der Patienten- und Kontrollgruppe der Ort (Mitte vs. Rand) bestimmt, an dem die Herzrate ihren maximalen Wert annahm. Mit einem χ^2 -Test wurde geprüft, ob sich ein Zusammenhang zwischen Gruppenzugehörigkeit und dem Auftretensort des Herzratenmaximums ergab. Bei 12.5% der Patienten trat der Punkt der maximalen Herzrate in der Mitte des Feldes auf, bei 87.5% der Patienten am Rand. Bei der Kontrollgruppe war das Verhältnis 31.25% (Mitte) zu 68.75% (Rand). Somit ergab sich kein signifikanter Zusammenhang zwischen Bereich und Gruppe, $X^2(1) = 1.65$, $p = .20$.

2.3.1.4 Kontrollanalysen

Zur Kontrolle der allgemeinen Explorationsaktivität zwischen den Gruppen wurde die Gesamtzahl überschrittener Quadrate unabhängig von der Art (Thigmotaxis, Eintritte in die Mitte, Ambulation innerhalb) betrachtet. Die Aktivität unterschied sich nicht zwischen den Gruppen (Patienten: $M = 27.25$, $SD = 7.60$, Kontrollgruppe: $M = 27.81$, $SD = 8.21$), $t(30) = -0.20$, $p = .842$. Die insgesamt während der 15 Minuten zurückgelegte Laufstrecke in Metern war bei den Patienten auch nicht kürzer ($M = 889.19$, $SD = 282.79$) als bei der Kontrollgruppe ($M = 963.38$, $SD = 227.59$), $t(30) = -0.82$, $p = .420$. Die Laufgeschwindigkeit in km/h war bei den Patienten entsprechend auch nicht geringer ($M = 3.89$, $SD = 0.76$) als bei den Kontrollpersonen ($M = 4.12$, $SD = 0.80$), $t(30) = -0.84$, $p = .409$.

Kontrollanalysen zeigten, dass die Unterschiede in den Raum-Zeit-Parametern nicht auf die willkürliche Einteilung von Mitte und Rand zurückzuführen waren. Bei einer Auswertung ohne das Gitter zeigte sich, dass die Patienten im Durchschnitt über 15 Minuten eine Distanz von 10.55 Metern ($SD = 5.97$) zum nächstgelegenen Rand einhielten², während die gesunden Probanden eine mittlere Distanz von 16.73 Metern ($SD = 5.88$) zeigten. Dies war ein

² Angegeben ist die tatsächliche Distanz nach Abzug von 10 Metern. Berechnet wurde zum adjustierten Rand wegen der Streuung des GPS-Signals.

signifikanter Unterschied, $t(30) = -2.95, p < .01$. Wenn die in der Mitte verbrachten Datenpunkte aus der Berechnung des Durchschnitts herausgenommen, und nur die in den definierten Randquadraten verbrachten Strecken gewertet wurden, war der Unterschied in der Nähe zum absoluten Rand noch marginal signifikant (Patienten: $M = 8.16, SD = 3.85$; Kontrollgruppe: $M = 10.57, SD = 3.62$ jeweils in Metern), $t(30) = -1.83, p < .10$. Dies bedeutet, dass die Patienten tatsächlich eine größere Nähe zum Rand zeigten als die Kontrollpersonen. Die durchschnittliche Distanz zur Versuchsleiterin unterschied sich hingegen nicht signifikant zwischen den Gruppen (Patienten: $M = 59.91, SD = 10.76$; Kontrollgruppe: $M = 61.53, SD = 6.96$ jeweils in Metern), $t(30) = 0.50; p = .618$.

Ein Einfluss des Alters auf die Verteilung des Raum-Zeit-Verhaltens über das Feld war unwahrscheinlich, aber ein Einfluss auf die Explorationsaktivität der Mitte konnte nicht gänzlich ausgeschlossen werden. So wurde die Korrelation des Zeitanteils in der Mitte mit dem Alter der Probanden nicht signifikant, $r_s = -3.2, p = .077$, jedoch zeigt sich bei der Ambulation eine Tendenz, dass ältere Probanden weniger oft in die Mitte gingen als Jüngere, $r = -0.302, p = .093$. Die Korrelation mit Thigmotaxis, $r = 0.122, p = .506$, und Ambulation innerhalb der Mitte wurde aber nicht signifikant, $r = -0.287, p = .112$. Kein Zusammenhang ergab sich mit dem BMI, $r_s = -0.11, p = .954$. Höheres Gewicht führte also nicht zu einer Vermeidung der Mitte. Es kann auch nicht angenommen werden, dass ein höherer BMI sich negativ auf das Explorationsverhalten auswirkte (Thigmotaxis: $r = 0.20, p = .277$; Eintritte in die Mitte: $r = 0.125, p = .494$; Ambulation in der Mitte: $r = -0.104, p = .572$). Hinweise auf einen Einfluss des Geschlechts ergaben sich ebenfalls nicht (Zeitanteil in der Mitte: $r_s = 0.14, p = .436$; Thigmotaxis: $r = 0.09, p = .624$; Eintritte in die Mitte: $r = 0.142, p = .437$; Ambulation in der Mitte: $r = 0.089, p = .627$).

2.3.1.5 Nebenaufgaben

Rating: Im Angstrating von N1 und N2 gaben die Agoraphobepatienten jeweils signifikant höhere Werte an als die Kontrollgruppe. Im Arousalrating ergab sich bei N1 nur ein marginaler

Unterschied zwischen beiden Gruppen. Bei N2 gaben die Patienten signifikant mehr Arousal an als die Kontrollgruppe. Tabelle 4 veranschaulicht die durchschnittlichen Ratingwerte für Angst und Arousal in den Nebenaufgaben 1 und 2 für Patienten und Kontrollgruppe.

Tabelle 4: Angst- und Arousalrating für Nebenaufgabe 1 und 2 für Agoraphobepatienten und Kontrollgruppe

Rating	Agoraphobie-	Kontrollgruppe	<i>t</i> -Tests	
	patienten		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>		
N1 Angst	1.20 (1.90)	0.06 (0.25)	2.30	< .05
N2 Angst	2.53 (2.56)	0.63 (2.71)	3.72	< .005
N1 Arousal	1.87 (2.56)	0.50 (0.63)	2.01	= .062
N2 Arousal	2.73 (2.71)	0.50 (0.89)	3.04	< .01

Anmerkung: N1 = Nebenaufgabe 1, N2 = Nebenaufgabe 2. In N1 und N2 konnte eine Patientin aus Angst nicht teilnehmen (je $n = 15$), Kontrollgruppe (je $n = 16$). Alle $df = 29$. Dem Rating lag jeweils eine 10 stufige Likert-Skala zugrunde, wobei 0 bedeutete „ich habe überhaupt keine Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“ und 10 bedeutete „ich habe maximale Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“.

Raum-Zeit-Verhalten: Agoraphobepatienten vermieden bei N1 nicht die Variante über die Mitte. Innerhalb der Patienten wählten zwar 66,7% die Variante über den Rand, dies wich aber nicht vom Zufall ab, $\chi^2(1) = 1.67$, $p = .197$. Bei der Kontrollgruppe verteilte sich die Streckenwahl genau zu 50% auf Mitte und Rand. Der χ^2 -Test zeigte, dass keine Gruppe eine Weg-Alternative (Rand vs. Mitte) mit einer vom Zufall abweichenden Häufigkeit wählte, $\chi^2(1) = 0.88$, $p = .347$.

In Nebenaufgabe 2 stellten sich die Patienten nicht näher zum nächstgelegenen Rand als die Kontrollgruppe (Patienten: $M = 36.51$, $SD = 4.73$, Kontrollgruppe: $M = 37.37$, $SD = 2.02$ absolute Distanzen, jeweils in Metern, nach Berechnung adjustiert; $t(29) = -0.67$, $p = .508$). Die

Patienten hielten mit 56.07 Metern ($SD = 5.51$) auch keine größere Nähe zur Versuchsleiterin, $t(29) = -1.29$, $p = .207$, als die Kontrollgruppe mit 58.21 Metern ($SD = 3.55$).

Physiologie: Die durchschnittliche Herzrate in N1 war bei den Patienten mit 120.4 Schlägen ($SD = 10.53$) signifikant höher als bei der Kontrollgruppe ($M = 104.63$ bpm, $SD = 7.36$), $t(29) = 4.86$, $p < .001$. Das Lauftempo bei N1 war zwischen den Gruppen vergleichbar, $t(29) = -0.71$, $p = .482$. Es lag bei den Patienten bei durchschnittlich 5.23 km/h ($SD = 0.52$) und bei der Kontrollgruppe bei 5.38 km/h ($SD = 0.63$).

Für N2 wurde die Herzrate bei unbewegter Bedingung über die letzten zwei Minuten des dreiminütigen Intervalls gemittelt, da hier ein weitgehender Rückgang der vorherigen Bewegungsaktivität angenommen wurde. Die mittlere Herzrate der Patienten lag bei 100.35 Schlägen pro Minute ($SD = 12.51$) und somit deutlich über den Werten der Kontrollpersonen ($M = 84.19$, $SD = 11$), $t(29) = 3.83$, $p < .001$.

2.3.2 Hochhängstliche vs. niedriggängstliche Probanden

2.3.2.1 Ratings

Rating von Angst und Arousal: Die Ratingwerte waren bei beiden Gruppen sehr niedrig. Für das Angstrating ergab sich in einer zweifaktoriellen ANOVA mit dem Innersubjektfaktor Bedingung (2: OFT, ambBL) und dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (2: Hoch- vs. Niedriggängstliche) keine Haupteffekte für die Gruppe, $F(1, 70) = 0.86, p = .771, \eta_p^2 = .00$, auch nicht für die Bedingung, $F(1, 70) = 0.27, p = .870, \eta_p^2 = .00$. Ebenso fand sich keine signifikante Interaktion, $F(1, 70) = 0.27, p = .870, \eta_p^2 = .00$.

Für das Arousalrating ergaben sich ebenfalls sehr geringe Werte. In einer zweifaktoriellen ANOVA mit den oben genannten Faktoren konnte kein Haupteffekt für die Gruppe gefunden werden, $F(1, 70) = 0.29, p = .591, \eta_p^2 = .00$, ebenso kein Effekt für die Bedingung, $F(1, 70) = 0.11, p = .741, \eta_p^2 = .00$. Auch die Interaktion wurde nicht signifikant, $F(1, 70) = 0.86, p = .741, \eta_p^2 = .00$. Die Mittelwerte (und *SD*) für Angst- und Arousalrating zeigt Tabelle 5.

Rating der Vermeidung von Mitte und Rand: In der Varianzanalyse mit dem Innersubjektfaktor Gruppe (2: Hoch- vs. Niedriggängstliche) und dem Zwischensubjektfaktor Bereich (2: Mitte vs. Rand) ergab sich ein Haupteffekt der Gruppe, $F(1, 70) = 5.00, p < .05, \eta_p^2 = .07$, des Bereichs, $F(1, 70) = 7.11, p < .01, \eta_p^2 = .09$, und ein marginaler Interaktionseffekt, $F(1, 70) = 3.72, p = .058, \eta_p^2 = .05$. Die Hochhängstlichen gaben für die Mitte zumindest deskriptiv eine höhere Vermeidung an als die Niedriggängstlichen, wie Tabelle 5 entnommen werden kann. Auch zeigen die Deskriptiva, dass die Hochhängstlichen die Mitte etwas stärker als den Rand vermieden.

Wichtigkeit situativer Parameter: Unabhängige t-Tests zeigten, dass die Nähe zum Rand für die hochhängstlichen Teilnehmer signifikant wichtiger schien als für die niedriggängstlichen, $t(35) = 2.61, p < .05$. Die Wichtigkeit der Nähe zur Versuchsleiterin war hingegen bei beiden Gruppen nicht signifikant unterschiedlich ausgeprägt, $t(35) = 0.36, p = .725$. Die Nähe zum Ausgang fanden ebenfalls beide Gruppen nicht unterschiedlich wichtig, $t(35) = 0.36, p = .176$.

Tabelle 5: Angst-, Arousalrating und Zusatzfragen für Hoch- und Niedrigängstliche

Rating	Hochängstliche (<i>n</i> = 18)	Niedrigängstliche (<i>n</i> = 19)
	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>M</i> (<i>SD</i>)
Angstrating OFT	0.39 (0.61)	0.32 (0.75)
Angstrating ambBL	0.39 (0.70)	0.37 (0.68)
Arousalrating OFT	0.94 (1.11)	0.74 (0.99)
Arousalrating ambBL	0.94 (0.87)	0.89 (1.10)
Vermeidung Mitte	2.11 (1.23)	1.37 (0.68)
Vermeidung Rand	1.29 (0.49)	1.24 (0.40)
Nähe zum Rand	4.72 (3.10)	2.37 (2.29)
Nähe zum Ausgang	1.28 (2.30)	0.47 (0.84)
Nähe zur Versuchsleiterin	0.89 (1.53)	0.74 (1.05)

Anmerkung: Dem Rating lag jeweils eine 10 stufige Likert-Skala zugrunde, wobei 0 bedeutete „ich habe überhaupt keine Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“ und 10 bedeutete „ich habe maximale Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“. Die Vermeidung vom Mitte und Rand wurde auf einer fünfstufigen Skala erhoben, wobei 1 bedeutete „habe niemals vermieden“ und 5 „habe immer vermieden. Den Fragen nach der Wichtigkeit situativer Faktoren lag eine zehnstufige Skala zugrunde, wobei 0 bedeutete „war überhaupt nicht wichtig“ und 10 „war extrem wichtig“.

2.3.2.2 Raum-Zeit-Verhalten

Zeitanteil in der Mitte: Die hochhängstlichen Probanden verbrachten während der 15 minütigen Exploration weniger anteilige Zeit in der Mitte des Feldes ($M = 21.09\%$, $SD = 12.75$) als die niedrigängstlichen ($M = 29.13\%$, $SD = 11.29$), Mann-Whitney $u = 110.00$, $p = .03$ (einseitig). Beide Gruppen wichen mit ihrer Aufenthaltszeit in der Mitte jedoch nicht von der erwarteten Zeit bei Zufallsverteilung ab (20% entsprechend der anteiligen Fläche der Mitte an der Gesamtfläche). In der hochhängstliche Gruppe verbrachten jeweils 50% der Probanden mehr und weniger als 20%

der Zeit in der Mitte (Binomialtest: $z = 9.0$, $p = 1.0$). Der Zeitanteil der niedriggängstliche Gruppe war zwar bei 68% der Teilnehmer größer als 20%, jedoch erreichte der Unterschied keine statistische Signifikanz, $z = -1.38$, $p = .167$. Abbildung 11 zeigt die Zeitverteilung von Mitte und Rand für die beiden Gruppen.

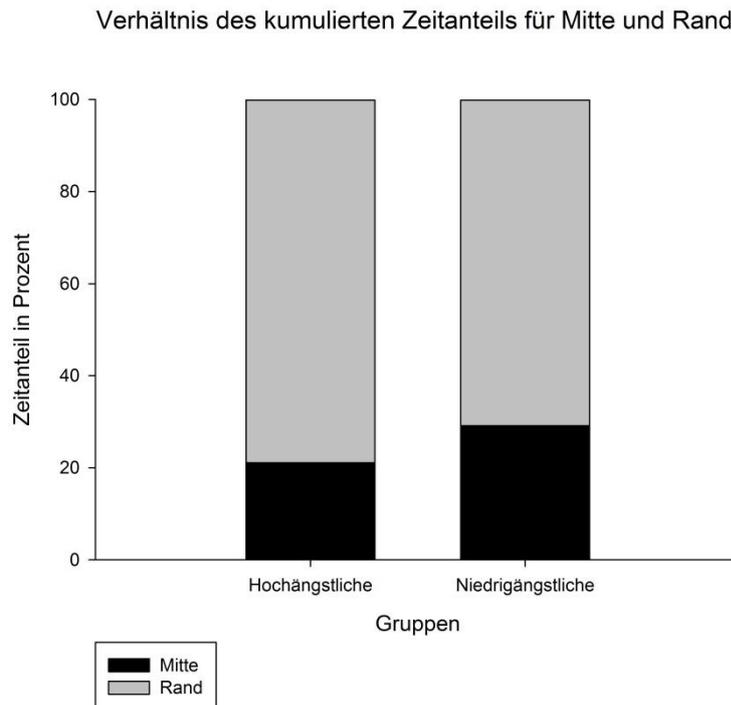


Abb. 11: Durchschnittlicher Zeitanteil (in Prozent) in Mitte und Rand für hoch- ($n = 18$) und niedriggängstliche Probanden ($n = 19$). Schwarz repräsentiert den Zeitanteil in der Mitte, grau den Zeitanteil am Rand.

Latenz bis zum ersten Eintritt in die Mitte: Die hochgängstlichen Probanden betraten die Mitte zum ersten Mal nach durchschnittlich 4.5 Minuten ($M = 274.22$ sec, $SD = 267.45$ sec) und somit deutlich später als die niedriggängstlichen, die im Schnitt schon nach 1.5 Minuten die Mitte aufsuchten ($M = 92.58$ sec, $SD = 96.72$ sec), Mann-Whitney $u = 244.00$, $p < .05$. Die Mittelwerte ($\pm SE$) sind in Abbildung 12 dargestellt.

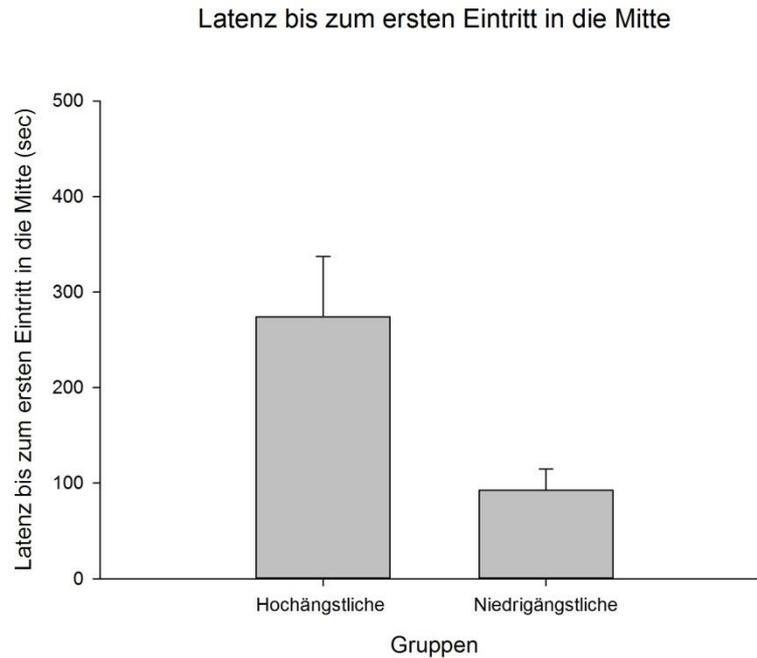


Abb. 12: Mittelwerte in Sekunden ($\pm SE$) der Latenz bis zum ersten Eintritt in die Mitte für hochhängstliche ($n = 18$) und niedrigängstliche Probanden ($n = 19$).

Ambulation: Abbildung 13 zeigt die durchschnittliche kumulative Anzahl in den Kategorien Thigmotaxis, Eintritten in die Mitte und Ambulation innerhalb der Mitte für hoch- und niedrigängstliche Probanden. Die einzelnen GPS-Tracks sind im Anhang A1 dargestellt. Die hochhängstlichen zeigten signifikant mehr Thigmotaxis als die niedrigängstlichen Versuchspersonen, $t(35) = 2.11$, $p < .05$. Erstere hatten nach 15 Minuten durchschnittlich 25 ($SD = 5.95$) Linienüberschreitungen in Randquadraten, die niedrigängstlichen nur 20.63 ($SD = 6.59$). Die durchschnittliche Länge von Sequenzen in Thigmotaxis (ohne Abbildung) betrug bei den Hochhängstlichen 9.55 Quadrate ($SD = 9.56$), bei den Niedrigängstlichen 4.12 Quadrate ($SD = 1.62$). Dieser Unterschied wurde ebenfalls signifikant ($t(35) = 2.38$, $p < .05$). Die hochhängstlichen Teilnehmer zeigten im Durchschnitt signifikant weniger Eintritte in die Mitte ($M = 4.44$, $SD = 2.36$) als die niedrigängstlichen ($M = 7.32$, $SD = 3.04$), $t(35) = -3.20$, $p < .005$. Ein hochhängstlicher Proband betrat die Mitte gar nicht, bei den niedrigängstlichen Teilnehmern betrat hingegen jeder Teilnehmer mindestens einmal die Mitte. Die weitere Ambulation innerhalb der

Mitte unterschied sich jedoch nicht zwischen den Gruppen (Hochhängstliche: $M = 3.72$, $SD = 2.42$, Niedrighängstliche: $M = 4.63$, $SD = 2.67$), $t(35) = -1.08$, $p = .286$.

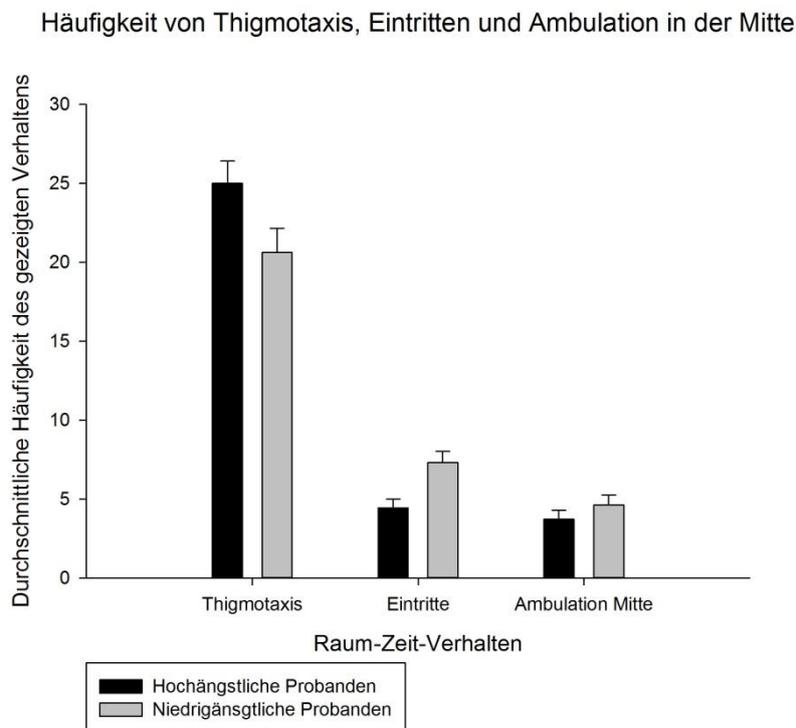


Abb. 13: Mittelwerte ($\pm SE$) der Häufigkeit von Thigmotaxis, Eintritten in die Mitte und Ambulation innerhalb der Mitte für hochhängstliche ($n = 18$) und niedrighängstliche Probanden ($n = 19$).

Ambulation im Zeitverlauf: Abbildung 14 zeigt den Verlauf von Thigmotaxis (links) und Exploration der Mitte (rechts) für beide Gruppen über fünf Zeitintervalle à drei Minuten hinweg. Die Messwiederholungs-ANOVA mit dem Innersubjektfaktor Zeit (5: t1-t5) und dem Zwischen-subjektfaktor Gruppe (2: Hoch- vs. Niedrighängstliche) ergab einen Haupteffekt Zeit, $F(4, 140) = 7.78$, $p < .001$, $\eta_p^2 = .18$, und einen Haupteffekt Gruppe, $F(1, 140) = 4.39$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .11$. Die Interaktion von Zeit und Gruppe wurde nicht signifikant, $F(4, 140) = 3.00$, $p = .435$, $\eta_p^2 = .03$. Stufenweise Analysen des Haupteffekts Zeit (post-hoc t-Tests, Bonferroni adjustiert $\alpha_{adj} = 0.05/10 = 0.005$) zeigten, dass aber nur der Unterschied zwischen t1 ($M = 5.81$, $SD = 1.58$) zu t5

($M = 3.55$, $SD = 2.16$) signifikant wurde, $t(35) = 2.26$, $p < .001$, (alle anderen Vergleiche $t < 1.30$, $p > .02$).

Die Exploration der Mitte (Abbildung 14 rechts) ergab in der Messwiederholungs-ANOVA einen Haupteffekt für die Gruppe, $F(1, 140) = 6.17$, $p < .05$, $\eta_p^2 = .15$ (Hochängstliche < Niedrigängstliche), aber keinen signifikanten Zeiteffekt, $F(4, 140) = 1.44$, $p = .224$, $\eta_p^2 = .04$, auch keine signifikante Interaktion, $F(4, 140) = 0.46$, $p = .931$, $\eta_p^2 = .01$.

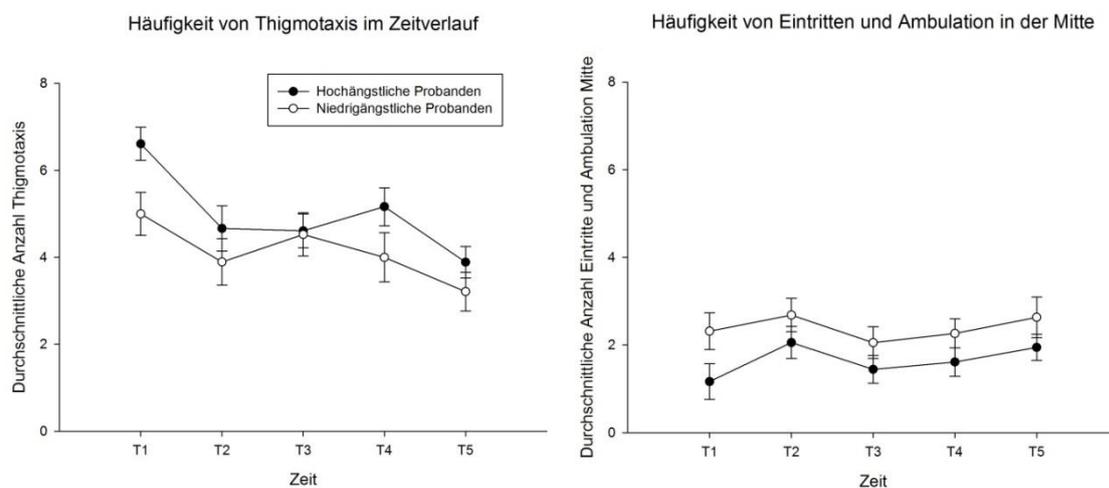


Abb. 14: Links: Zeitverlauf von Thigmotaxis (M und $\pm SE$ der kumulierten Anzahl an Linienüberschreitungen am Rand), Rechts: Zeitverlauf der Exploration der Mitte (kumulierte Anzahl aus Eintritten + Überschreitungen innerhalb der Mitte), jeweils für hoch- ($n = 18$) und niedrigängstliche Probanden ($n = 19$) in Abschnitten von 3 Minuten.

2.3.2.3 Physiologie

Hochängstliche Probanden hatten keine höheren Herzratenwerte als niedrigängstliche. Abbildung 15 veranschaulicht den Vergleich der Werte für den Open-Field Test (OFT) und die ambulatoische Baseline (ambBL). In der zweifaktoriellen ANOVA mit dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (2: Hochängstliche, Niedrigängstliche) und dem Innersubjektfaktor Bedingung (2: OFT, Baseline) und der Kovariate Geschwindigkeit zeigte sich kein Haupteffekt für die Gruppe, $F(1,$

68) = 1,68, $p = .199$, $\eta_p^2 = 0.02$) und kein signifikanter Haupteffekt für die Bedingung, $F(1, 68) = 2.30$, $p = .134$, $\eta_p^2 = 0.03$). Auch die Interaktion wurde nicht signifikant, $F(1, 68) = 0.004$, $p = .951$, $\eta_p^2 = 0.00$). Die durchschnittliche Herzrate der hochhängstlichen Teilnehmer betrug während des Open-Field Tests 104.67 Schläge pro Minute ($SD = 8.54$), während der Baseline ($M = 104.2$, $SD = 7.84$), die der niedrighängstlichen 102.05 Schläge ($SD = 12.35$) im OFT und in der Baseline ($M = 101.97$, $SD = 10.39$).

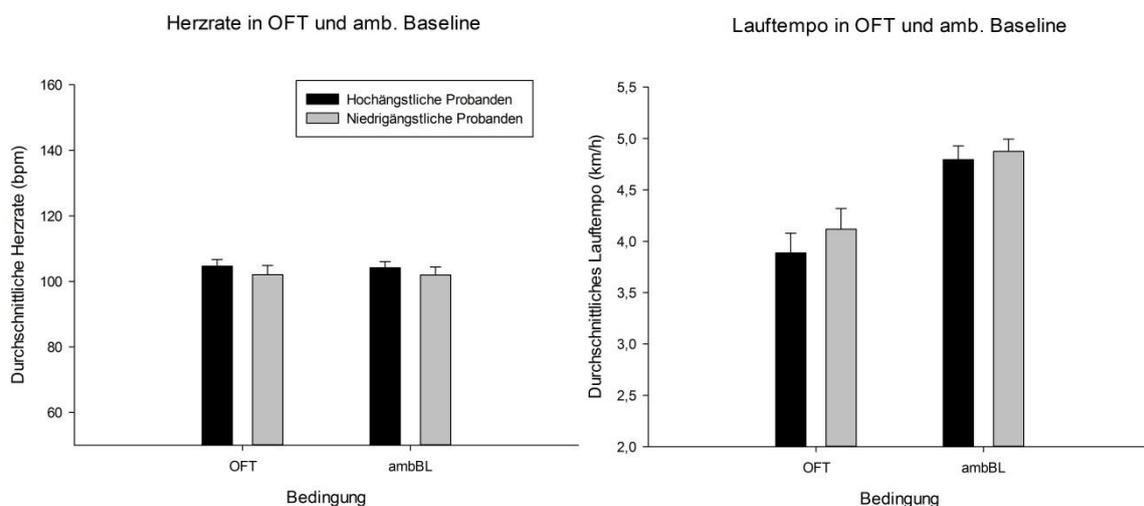


Abb 15: Das linke Schaubild zeigt den Vergleich der durchschnittlichen Herzrate zwischen hoch- ($n = 18$) und niedrighängstlichen Teilnehmern für OFT ($n = 19$) und ambBL³. Das rechte Schaubild zeigt die Durchschnittsgeschwindigkeit (in km/h) zwischen den Gruppen.

Explorative Analysen: Im Open-Field Test konnten in der Mitte keine höheren Werte für die durchschnittliche Herzrate nachgewiesen werden als am Rand, und dies interagiert auch nicht mit der Gruppenzugehörigkeit. Dies wurde in einer zweifaktoriellen ANOVA mit dem Zwischensubjektfaktor Gruppe (2: Hochhängstliche, Niedrighängstliche) und dem Innersubjektfaktor Bereich (2: Mitte, Rand) und der Geschwindigkeit als Kovariate überprüft. Es zeigte sich

³ Die Herzratenaufzeichnung eines niedrighängstlichen Probanden fiel im Verlauf der Untersuchung aufgrund technischer Mängel aus, so dass sich die Anzahl der niedrighängstlichen Probanden bei der Baseline auf $n = 18$ reduzierte.

kein Haupteffekt für die Gruppe, $F(1, 69) = 0.042$, $p = .838$, $\eta_p^2 = 0.00$, kein Haupteffekt für den Bereich, $F(1, 69) = 0.47$, $p = .495$, $\eta_p^2 = 0.01$ und auch keine signifikante Interaktion, $F(1, 69) = 0.042$, $p = .838$, $\eta_p^2 = 0.00$.

Die Bestimmung des Ortes des Herzratenmaximums für jeden Teilnehmer lies nicht vermuten, dass bei den Hochhängstlichen das Maximum in der Mitte auftrat. Dies war nur bei einem hochhängstlichen Teilnehmer der Fall (5.56%), bei 94.44% der hochhängstlichen Teilnehmer fand sich der maximal erreichte Wert der Herzrate am Rand. Bei den niedrighängstlichen Teilnehmern trat das Maximum der Herzrate bei 52.6% der Probanden in der Mitte auf, bei 47.4% am Rand. Der χ^2 Test wurde signifikant, $X^2(1) = 9.81$, $p < .005$, steht aber der Erwartung entgegen, dass die Herzrate in der Mitte ansteigen würde. Diese Beobachtungen konfundieren allerdings auch stark mit motorischer Bewegung, die am Rand vermutlich aufgrund der Thigmotaxis verstärkt stattfand.

2.3.2.4 Kontrollanalysen

Das Gesamtausmaß an Exploration war in beiden Gruppen etwa gleichstark ausgeprägt (Hochhängstliche: $M = 33.17$, $SD = 4.83$; Niedrighängstliche: $M = 32.58$, $SD = 4.93$), $t(35) = 0.37$, $p = .716$. Insgesamt legten die Hochhängstlichen eine Distanz von 1095 Metern zurück ($SD = 131.94$), wovon sich die Gesamtstrecke der Niedrighängstlichen mit 1063 Metern ($SD = 130.01$) nicht unterschied, $t(35) = 0.733$, $p = .468$. Das Lauftempo war ebenfalls bei beiden Gruppen vergleichbar, $t(35) = -0.266$, $p = .792$, (Hochhängstliche: $M = 4.31$ km/h, $SD = 0.96$, Niedrighängstliche: $M = 4.37$, $SD = 0.55$).

Auch bei den hoch- und niedrighängstlichen konnte davon ausgegangen werden, dass die gefundenen Unterschiede im Raum-Zeit-Verhalten kein Artefakt der willkürlichen Einteilung des Gitters waren. Die hochhängstliche Gruppe war mit durchschnittlich 12.93 Metern ($SD = 5.44$) über die Gesamtzeit deutlich näher am Rand als die niedrighängstliche Gruppe ($M = 16.62$ Meter, $SD = 3.56$; absolute Distanzen, jeweils nach Berechnung adjustiert), $t(35) = -2.45$, $p < .05$. Dieser

Unterschied blieb auch dann noch signifikant, wenn nur die am Rand verbrachten Strecken betrachtet wurden, $t(35) = -2.26, p < .05$. Die durchschnittliche Entfernung von der Versuchsleiterin war in beiden Gruppen vergleichbar (Hochgängstliche: $M = 67.38, SD = 6.48$; Niedriggängstliche: $M = 66.48, SD = 6.29$), $t(35) = 0.43, p = .671$.

Es fand sich kein Einfluss des Alters auf den Zeitanteil in der Mitte, $r_s = 0.06, p = .723$, auch nicht auf einen anderen Parameter des Raum-Zeit-Verhaltens (Thigmotaxis: $r = 0.21, p = .211$; Eintritte in die Mitte: $r = 0.03, p = .846$; Ambulation in der Mitte: $r = -0.08, p = .648$). Auch der BMI wirkte sich nicht signifikant auf die Aufenthaltsdauer in der Mitte aus $r_s = -0.23, p = .179$, ebenfalls nicht auf die Explorationsaktivität (Thigmotaxis: $r = 0.17, p = .326$; Eintritte in die Mitte: $r = -0.21, p = .227$; Ambulation in der Mitte: $r = -0.18, p = .290$). Der Einfluss des Geschlechts ergab einen marginal signifikanten Zusammenhang mit dem Zeitanteil in der Mitte, $r_s = -0.30, p = .069$, was bedeuten könnte, dass männliche Probanden tendenziell länger in der Mitte blieben als weibliche. Das Geschlecht der Teilnehmer hatte entsprechend auch einen signifikanten Einfluss auf die Ambulation innerhalb der Mitte, $r = -0.37, p < .05$, nicht aber auf die Anzahl der Eintritte, $r = -0.21, p = .205$, und Thigmotaxis, $r = 0.27, p = .110$.

2.3.2.5 Nebenaufgaben

Rating: Tabelle 6 zeigt die Durchschnittswerte im Angstrating und im Arousalrating von Nebenaufgabe 1 und 2 für hoch- und niedriggängstliche Teilnehmer. Insgesamt wurde weder Angst noch Arousal von beiden Gruppen hoch eingeschätzt. Im Angstrating von N1 und N2 ergab sich jeweils nur ein marginaler Unterschied zwischen Hoch- und Niedriggängstlichen. Im Arousalrating unterschieden sich beide Gruppen nicht signifikant.

Tabelle 6: Angst- und Arousalrating für Nebenaufgabe 1 und 2 für Hoch- und Niedrigängstliche

Rating	Hochängstliche	Niedrigängstliche	<i>t</i> -Tests	
	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>M</i> (<i>SD</i>)	<i>t</i>	<i>p</i>
N1 Angst	0.72 (0.96)	0.21 (0.54)	1.99	= .057
N2 Angst	0.65 (1.06)	0.16 (0.83)	1.81	= .067
N1 Arousal	1.11 (0.87)	0.79 (1.08)	0.95	= .348
N2 Arousal	1.24 (1.35)	0.68 (1.01)	1.53	= .135

Anmerkung: N1 = Nebenaufgabe 1, N2 = Nebenaufgabe 2. Alle hochängstlichen Teilnehmer nahmen an N1 teil ($n = 18$). N2 konnte bei einem hochängstlichem Teilnehmer aufgrund schlechter Witterung nicht durchgeführt werden ($n = 17$). Alle niedrigängstlichen nahmen an N1 und N2 teil ($n = 19$). Alle $df = 35$. Dem Rating lag jeweils eine 10 stufige Likert-Skala zugrunde, wobei 0 bedeutete „ich habe überhaupt keine Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“ und 10 bedeutete „ich habe maximale Angst bzw. körperliche Erregung verspürt“.

Raum-Zeit-Verhalten: Bei Nebenaufgabe 1 fand sich keine Abhängigkeit der Streckenwahl von der Gruppenzugehörigkeit, $X^2(1) = 0.76$, $p = .385$. Die Hochängstlichen gingen entgegen der Erwartung deskriptiv häufiger über die Mitte als über den Rand (Mitte: 66%, Rand 33%), bei den Niedrigängstlichen ergab sich annähernd eine Gleichverteilung von 50%.

In N2 zeigten beide Gruppen eine vergleichbare Distanz zum nächstgelegenen Rand beim Aufsuchen der selbsteingeschätzten Mitte, (Hochängstliche: $M = 27.74$, $SD = 1.67$; Niedrigängstliche: $M = 27.38$ Meter, $SD = 1.83$; absolute Distanzen, nach Berechnung adjustiert), $t(35) = 0.61$, $p = .542$. Die Distanz zur Versuchsleiterin unterschied sich ebenfalls nicht zwischen den hoch- und niedrigängstlichen Teilnehmern (Hochängstliche: $M = 54.58$, $SD = 8.27$; Niedrigängstliche: $M = 55.77$, $SD = 7.99$), $t(35) = -0.45$, $p = .657$.

Physiologie: In Nebenaufgabe 1 hatten die hochängstlichen Probanden mit 108.94 bpm ($SD = 8.89$) keine signifikant höhere Herzrate als die niedrigängstlichen mit 107.94 bpm ($SD = 10.81$),

$t(34) = 0.30, p = .764$). Auch die Laufgeschwindigkeit unterschied sich nicht bedeutsam, $t(34) = -1.25, p = .220$. Sie betrug bei den Hochhängstlichen 5.27 km/h ($SD = 0.62$) bei den Niedrighängstlichen 5.51 km/h ($SD = 0.52$).

Die hochhängstlichen Teilnehmer hatten auch in N2 keine deutlich höhere Herzrate als die niedrighängstlichen Probanden (Hochhängstliche: $M = 91.81$ bpm, $SD = 11.71$; Niedrighängstliche: $M = 89.97$ bpm, $SD = 13.43$; $t(34) = 0.44, p = .665$).

2.3.3 Korrelative Betrachtung von Ängstlichkeit und Raum-Zeit-Verhalten

Korrelationskoeffizienten, die den Zusammenhang von Angstrating, Störungsinventaren, Trait-Angst und State-Angst mit den Parametern des Raum-Zeit-Verhaltens im Open-Field Test veranschulichen, sind in Tabelle 7 aufgeführt. Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe, sowie hoch- und niedrighängstlichen Probanden wurden für die Korrelationsberechnung zusammengefasst, so dass sich eine Anzahl von $n = 69$ Personen ergab. Ausgewählte Korrelationen werden im Folgenden erläutert.

Aktuelle Angst: Die aktuelle Angst in der Situation gemessen über das Angstrating, das Arousalrating und den Wert im STAI-State, stand in signifikantem Zusammenhang mit der Länge thigmotaktischer Sequenzen. In negativen Zusammenhang standen die Werte entsprechend mit der Anzahl an Einritten. Das deutet darauf hin, dass je höher die aktuelle Angst war, desto stärker hielten sich die Teilnehmer am Rand auf. Mit der Gesamtzeit in der Mitte stand allerdings nur STAI-State in signifikanter Verbindung, $r_s = -.38, p < .01$, Angst- und Arousalrating jedoch nicht bzw. nur marginal (Angstrating: $r_s = -.18, p = .132$; $r_s = -.21, p = .087$). Je höher das Angstrating war, desto größer war auch die Nähe zur Versuchsleiterin, $r = -.26, p < .05$.

Störungsinventare und Trait-Angst: Die Störungsinventare ACQ, BSQ und MI (allein und begleitet) standen mit fast allen Parametern des Raum-Zeit-Verhaltens im Open-Field Test in signifikantem Zusammenhang und sind in Tabelle 7 aufgeführt. Die Ergebnisse zeigen, dass bei

stärkerer Ausprägung der Störung wahrscheinlich auch mehr Angstverhalten auf dem Open-Field gezeigt wurde. Die Distanz zur Versuchsleiterin wurde hingegen nur für den MI auf der begleiteten Skala marginal signifikant, $r = -.23$, $p = .059$. Die durchschnittliche Länge der Strecken am Rand schien insgesamt stärker als die Gesamtthigmotaxis mit der agoraphoben Symptomatik in Verbindung zu stehen. Auch unspezifische Trait-Angst stand mit der durchschnittlichen Streckenlänge am Rand, der Anzahl an Eintritten, der Latenz bis zum ersten Eintritt und dem Gesamtanteil in der Mitte in signifikanter Verbindung.

Physiologie: Je höher die maximale Herzrate während des Tests war, desto weniger Zeit verbrachten die Probanden insgesamt in der Mitte, $r_s = -.25$, $p < .05$ und desto mehr Gesamt-Thigmotaxis zeigten sie. Hier ist allerdings die Richtung des Zusammenhangs unklar, denn Thigmotaxis könnte durch das Streckenlaufen auch mit mehr Motorik einhergehen. Die durchschnittliche Länge von Sequenzen am Rand stand jedoch nur marginal mit der maximalen Herzrate in Verbindung, $r = .23$, $p = .057$.

Affekt: Positiver Affekt schien mit mehr Ambulation in der Mitte und längerer Gesamtdauer in der Mitte einherzugehen und ließ auf früheres Eintreten in die Mitte schließen, $r_s = -.24$, $p < .05$. Es könnte also auch die Hypothese entwickelt werden, dass positiver Affekt eine stärkere Explorationsneigung bedingt. Negativer Affekt ergab dazu komplementäre Ergebnisse. Es lag bei keinem der Teilnehmer eine depressive Störung vor. Es kann aber vermutet werden, dass eine höhere Angst auch mit mehr negativerem bzw. geringerem positiven Affekt einhergehen könnte.

Tabelle 7: Korrelationskoeffizienten zwischen Angstmaßen und Raum-Zeit-Parametern

Fragebogen	Zeitanteil	Latenz	TH	Länge TH	E	M	DR	DVL
Angstrating	-.18	.10	.07	.46***	-.34**	-.24*	-.38***	-.26*
Arousalrating	-.21 ⁺	.21 ⁺	.11	.45***	-.35**	-.22 ⁺	-.46***	-.07
HR m	-.20 ⁺	.06	.34**	.19	-.07	-.15	-.13	-.05
HR max	-.25*	.15	.31**	.23 ⁺	-.11	-.22 ⁺	-.18	-.06
STAI State	-.38**	.32**	.26*	.45***	-.39***	-.34**	-.39***	-.22 ⁺
BSQ	-.38***	.37**	.29*	.52**	-.40***	-.28*	-.41***	-.01
ACQ	-.47***	.33**	.25*	.42***	-.45***	-.40***	-.44***	-.01
MI allein	-.37**	.29*	.21	.47***	-.38***	-.35**	-.38***	-.04
MI begleitet	-.35**	.32**	.02	.37**	-.30*	-.33**	-.27*	-.23 ⁺
STAI Trait	-.34**	.27*	.14	.33**	-.36**	-.22	-.26*	-.12
PA	.24*	-.24*	-.04	-.12	.17	.31**	.32**	.10
NA	-.37**	.30*	.15	.36**	-.33**	-.38**	-.34**	-.21

Anmerkung: Spearman Rangkorrelationskoeffizient bei Zeitanteil und Latenz, sonst Pearson Korrelationskoeffizient. TH = Gesamtanzahl Thigmotaxis, Länge TH = Länge Thigmotaxis-Sequenzen, E = Einritte in die Mitte, M = Ambulation innerhalb der Mitte, DR = Distanz zum Rand, DVL = Distanz zur Versuchsleiterin. N = 69 (Strp. 1: n = 32, Strp. 2 n = 37). *** = p < .001, ** p < .01, * = p < .05, + < .10

2.4 Diskussion

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass Angst und Ängstlichkeit das Raum-Zeit-Verhalten von Menschen auf einem freien Feld beeinflussen. Ziel der Studie war, den Open-Field Test als naturalistisches, ethoexperimentelles Paradigma am Menschen zu replizieren und den Parameter der Thigmotaxis nachzuweisen, über den Angst im Tiermodell gemessen wird. Agoraphobepatienten zeigten mehr Thigmotaxis als die Kontrollgruppe, und dieser Unterschied ergab sich auch bei hoch- und niedrigängstlichen Probanden in leicht geringerer Ausprägung. Die Analyse der Bewegungspfade weist deutlich auf eine Vermeidung der Mitte hin. Zusammen mit den Ratingdaten und den physiologischen Daten kann daraus geschlossen werden, dass tatsächlich Angstverhalten gemessen wurde, für das es in naturalistischen Situationen eine Disposition zu geben scheint.

2.4.1 Der Open-Field Test zur Messung von Angstverhalten bei Menschen

Die Deutlichkeit der Ergebnisse und ihre Interpretierbarkeit zeigen, dass der Open-Field Test bei Menschen anwendbar ist. Dieser Frage wurde nachgegangen, weil man die Verhaltensebene bei Menschen aufgrund ihrer Komplexität schwer experimentell untersuchen kann. Angesichts der inkonsistenten Auffassung, wie man die Verhaltensebene in der Therapie beeinflussen müsse (Craske et al., 2008; Helbig-Lang & Petermann, 2010) besteht hier aber dringender Forschungsbedarf. Der Open-Field Test hat in der Tierforschung hohe Bedeutung (Belzung & Griebel, 2001; Treit & Fundytus, 1988; Walsh & Cummings, 1976), da er ein ethologisches Setting für Tiere darstellt, die bei Konfrontation mit einer freien Fläche in der Natur normalerweise Gefahr erwarten kann. Ein leeres Fußballfeld ist für Menschen keine gefährliche Situation, der Aufenthalt dort jedoch ebenfalls naturalistisch. So konnte spontan auftretendes Raum-Zeit-Verhalten gemessen werden. Es ist wahrscheinlich, dass die Teilnehmer wirklich Verhalten entsprechend einer freien Exploration zeigten. Durch die Aufgabenstellung, einen 15 minütigen

Spaziergang zu unternehmen, wurde keine Intention bei den Probanden induziert, die das Raum-Zeit-Verhalten zielgerichtet beeinflusst haben könnte. So kann von einer möglichst hohen Nähe zum Tiermodell ausgegangen werden. Das Raum-Zeit-Verhalten der Teilnehmer unterlag einer kontinuierlichen Veränderung über 15 Minuten hinweg, so dass Variationen zwischen den Gruppen entstehen konnten. Die Aufzeichnung per GPS lieferte Daten, die ausreichend genau waren, um Unterschiede zwischen den Gruppen festzustellen und minimierte dadurch den Einfluss eines Beobachters, was im Tiermodell durch eine Kamera gewährleistet wird (Eilam, 2003; Walsh & Cummings, 1976). Bei der Auswertung der Daten war es ebenfalls möglich, typische Parameter aus dem Tiermodell zu bestimmen (Choleris et al, 2001; Lipkind et al., 2004). Dies war für die Interpretierbarkeit wichtig, da Parameter wie die Thigmotaxis bereits theoretisch fundiert sind (Treit & Fundytus, 1988). Somit bot sich die Möglichkeit, Unterschiede im Raum-Zeit-Verhalten zwischen den Gruppen im Hinblick auf den Einfluss von Angst und Ängstlichkeit zu interpretieren. Besonders hervorzuheben ist die Möglichkeit, Angstverhalten dadurch auch unter seiner ethologischen Bedeutung zu betrachten und so Erkenntnisse für die Pathologie der Panikstörung mit Agoraphobie zu gewinnen.

2.4.2 Thigmotaxis als Angstverhalten

Agoraphobepatienten und hochängstliche Probanden zeigten Thigmotaxis. Im Vergleich zur Kontrollgruppe bzw. zu niedrigängstlichen Probanden fielen bei ihnen mehr Streckenabschnitte in Randbereiche und die am Rand verbrachten Streckenabschnitte waren durchschnittlich länger. Zudem hielten sie eine größere absolute Nähe zum Rand, was als methodische Absicherung berechnet wurde. Einen vergleichbaren Befund bei Menschen gibt es bisher in der wissenschaftlichen Literatur nicht. Den Zusammenhang zwischen Ängstlichkeit und Thigmotaxis fanden zwar auch Kallai et al. (2007), aber nicht in einem ethologischen Paradigma. Es muss nun diskutiert werden, ob Thigmotaxis wirklich als Angstverhalten zu interpretieren ist, und ob sich darin agoraphobe Vermeidung, unspezifische State-Angst oder Trait-Angst ausdrückt. Im

Tiermodell wird Thigmotaxis als Index für Angst benutzt (Carola et al., 2002; Lipkind et al., 2004; Treit & Fundytus, 1988), allerdings misst der Open-Field Test zunächst einmal die unkonditionierte Reaktion auf eine freie Fläche (Brenes-Sáenz, Villagra & Fornaguera-Trías, 2006). Da Tiere in ihrer natürlichen Umgebung Gefahr erwarten kann, wird dabei auf Angst zurückgeschlossen. Manche Autoren bezeichnen diese Schlussfolgerung als zirkulär (Denenberg, 2006). Im Tiermodell werden Modelle für pathologische Angst und hohe Trait-Angst durch die Züchtung und Gen-Mutation erreicht (Makino, Kato & Maes, 1991; Montkowski, Holsboer & Landgraf, 1998), wobei dies nach Meinung von Kritikern nicht ausreicht, um ein Modell für pathologische Angst zu erschaffen (Griebel & Belzung, 2001). Angesichts der verbreiteten Anwendung des Open-Field Tests bei Forschungsfragen, wird seine Konstruktvalidität doch stark angezweifelt (Prut & Belzung, 2003; Stanford, 2007; Walsh & Cummings, 1976).

In der durchgeführten Studie lag pathologische Angst in Form einer Diagnose bei den Patienten und hohe Ängstlichkeit bei den Studenten durch die Selbsteinschätzung im ASI eindeutig vor. So ließen sich die gefundenen Unterschiede im Ausmaß an Thigmotaxis auch mit der unterschiedlichen Ausprägung an Ängstlichkeit in Verbindung bringen. Die Beobachtung, dass in der vorliegenden Studie alle Teilnehmer in gewissem Ausmaß Thigmotaxis zeigten, legt die Vermutung nahe, dass ein unbekanntes freies Feld bei Menschen wie beim Tier zu einer unkonditionierten Reaktion in Form von Thigmotaxis führt. Erhebliche Angst durch den Open-Field Test selbst wurde aber nicht induziert. Im Angstrating nach dem Test zeigte sich nur bei den Agoraphobepatienten ein signifikant höheres Ausmaß an Angst, welches sie von der Kontrollgruppe unterschied. Allerdings war die mittlere Angst der Patienten dennoch nur im unteren Drittel der zehnstufigen Skala. Möglicherweise nutzten die Patienten die Möglichkeit, durch Thigmotaxis ihre Angst zu regulieren, dies konnte die vorliegende Untersuchung jedoch nicht ausreichend aufklären. Die hochängstlichen gaben ebenso wie die niedrigängstlichen Probanden keine Angst im Rating an. Thigmotaxis kann also nicht nur State-Angst ausdrücken.

Möglicherweise reicht eine Disposition zu erhöhtem Sicherheitsverhalten bei hoher Ängstlichkeit aus, um verstärkte Thigmotaxis zu provozieren. Im Weiteren stellt sich nun die Frage, welche Funktion Angstverhalten in dieser objektiv ungefährlichen Situation haben könnte und welche neuronalen Mechanismen Thigmotaxis dann bedingen.

2.4.3 Mediatoren von Angst im Open-Field Test

Eine hohe Erwartungsangst gegenüber Panikattacken könnte die Agoraphobepatienten im Open-Field Test zu verstärktem Sicherheitsverhalten motiviert haben. Tatsächlich kam es bei keinem Patient während des Versuchs zu einer solchen Attacke und zu keinen hohen Angstwerten auf der kognitiv-verbale Ebene. Anhand der physiologischen Daten fiel aber auf, dass bei den Agoraphobepatienten wahrscheinlich eine Hypervigilanz vorgelegen hat. Im Sinne der erweiterten Konditionierungstheorie von Bouton, Mineka und Barlow (2001) kann nun vermutet werden, dass die Agoraphobepatienten möglicherweise in der Situation mit erhöhter Aufmerksamkeit ihre Körpersymptome beachtetten, und so in Erwartung auf einen Gefahrenreiz zu erhöhtem Sicherheitsverhalten neigten. Dies steht im Einklang mit der Emotionstheorie von Lang, Bradley und Cuthbert (1997, 1998), nach der Angst eine adaptive Reaktion vorbereitet.

Bei den hochängstlichen Teilnehmern lag ebenfalls eine gewisse Hypervigilanz vor, die sich zwar nicht in der Herzrate und im wahrgenommenen Arousal ausdrückte, jedoch zeigte sich im Vergleich zu den Niedrigängstlichen aber ein erhöhter Startlereflex sowohl vor der Untersuchung, als auch auf dem Feld. Dies wurde für eine andere Fragestellung an der nichtklinischen Stichprobe im Anschluss an die Untersuchung erhoben (Schulz, Walz & Gahr, unveröffentlicht). So kann zumindest von einem gewissen Ausmaß an Hypervigilanz ausgegangen werden.

Interessant ist nun die Frage, ob bei hoher Angstsensitivität grundsätzlich eine Disposition besteht, Gefahren zu erwarten und ob sich dadurch ebenfalls eine Disposition zu verstärktem Sicherheitsverhalten bedingt. So betrachtet, könnte eine solche Disposition zu Sicherheitsverhalten dann auch ein Risikofaktor für eine pathologische Entwicklung von Angst

sein. Einerseits könnte es durch die schnelle Vermeidung zu operanten Konditionierungsprozessen im Sinne der Theorie von Mowrer (1960) kommen, andererseits können durch fehlendes Explorationsverhalten aufgrund erhöhter Sicherheit, die eigenen Kompetenzen nicht erweitert werden.

Die Theorie einer erhöhten Erwartungsangst gegenüber Gefahren mag zu Sicherheitsverhalten im Open-Field Test motiviert haben, allerdings erklärt sich dadurch noch nicht, weshalb dies gerade am Rand gesucht wurde. Anhand der analysierten Verhaltensdaten ließ sich zeigen, dass die Relation der Probanden zu räumlichen Faktoren wie Mitte und Rand variierten, nicht etwa die Nähe zur Versuchsleiterin oder zum Ausgang. Dass die Mitte selbst angstaussendend ist, scheint wenn überhaupt nur bei den Agoraphobepatienten so gewesen zu sein. Dies konnte zwar nicht anhand einer gesteigerten Herzratenaktivität in der Mitte belegt werden, aber auf kognitiv-verbaler Ebene drückte sich eine gewisse Vermeidung der Mitte aus. Im Raum-Zeit-Verhalten fand sich Vermeidung der Mitte in einem späteren ersten Eintreten und in einer geringeren Häufigkeit. Wichtig war auch, dass die Patienten die Mitte kaum für längere Zeit exploriert haben. Auf die hochhängstlichen Teilnehmer trafen alle genannten Befunde auch zu, außer dass sie sich innerhalb der Mitte in ihrem Ausmaß an Exploration nicht von den niedrighängstlichen unterschieden – sie sind nur seltener dorthin gegangen. Dies deutete an, dass bei den Hochhängstlichen zwar eine erhöhte Disposition zu Sicherheit vorlag, nicht aber eine Vermeidung bestimmter räumlicher Parameter aus Angst. Die Aufforderung, in die Mitte zu gehen, wie es in den Nebenaufgaben operationalisiert wurde, bewirkte auf der Verhaltensebene keine Unterschiede zwischen den Gruppen, auch nicht bei den Patienten. Lediglich im Rating gaben die Patienten in den Nebenaufgaben mehr Angst an. Dies lässt vermuten, dass intentionales Verhalten automatisiertes überlagern kann.

Der Open-Field Test ist ein ethoexperimentelles Paradigma, das hohe ökologische Validität besitzt. Dies ermöglicht, die Nähe zum Rand und die Vermeidung der Mitte auch unter ethologischen Gesichtspunkten zu interpretieren. Es ist nicht von der Hand zu weisen, dass die

Sicherheitssuche am Rand eines Gebietes auch bei Menschen noch eine evolutionäre Bedeutung hat. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen deutlich, dass es dafür eine Disposition zu geben scheint, die bei Ängstlichkeit und bei der Panikstörung mit Agoraphobie besonders ausgeprägt ist. Die gemeinsame Verhaltensdisposition von Agoraphobiepatienten und hochängstlichen Probanden zu erhöhter Thigmotaxis könnte so genetisch weitergegeben werden und auf einen gemeinsamen Endophänotyp hinweisen. Um den Gedanken von Marks und Nesse (1994) aufzugreifen, erinnert die Agoraphobie so tatsächlich an eine pathologische Form extraterritorialer Angst.

2.4.4 Mechanismen von Thigmotaxis

Thigmotaxis wird evolutionsgeschichtlich als eine der ersten gerichteten Handlungsdispositionen gesehen und nimmt ihren Anfang mit der Ausbildung von Sinneszellen, die den frühen Lebewesen via Berührung Information über die Umwelt gegeben haben (Prescott, 2007). Taktile Information führte mobile Organismen wahrscheinlich entlang vorgegebener Strukturen. Dies weiß man von fossilen Spuren, die bereits geordnete Formen ergaben. Thigmotaxis wurde auch an Pantoffeltierchen, *Drosophila* und Fischlarven nachgewiesen (Besson & Martin, 2005; Iwatsuki & Hirano, 1996; Schnörr et al., 2011). Im Lauf der Evolution hat sich wahrscheinlich so irgendwann das vestibuläre System entwickelt. Dieses ist an der Orientierung von Lebewesen beteiligt. Bei Menschen liefert das vestibuläre System zusammen mit dem visuellen und dem propriozeptiven System Information über die eigene Lage im Raum. Kommt es zu fehlerhafter Information zwischen den Systemen, kann Schwindel entstehen. Viele an Panikstörung mit Agoraphobie leidende Patienten klagen über Schwindel, und es gibt die Theorie, dass vestibuläre Dysfunktionen die Entstehung der Panikstörung mit Agoraphobie begünstigt (Furman & Jacob, 2001; Jacob et al., 1985). Dies könnte bedeuten, dass konfligierende Information aus den Sinnesorganen Abweichungen vom Normalzustand meldet und Lebewesen so zu ausgleichendem Verhalten motiviert (Rudrauf, et al., 2004), so etwa zur Suche nach physikalischem Halt im

Raum. In der vorliegenden Untersuchung wurden nicht nur Patienten untersucht, bei denen Schwindel ein prominentes Körpersymptom war, aber dieser Zusammenhang könnte als nachfolgende Fragestellung geklärt werden.

Bei Nagetieren melden die Schnurrhaare den vestibulären Organen Information durch Kontakt mit einer Begrenzung. Goddard, Zheng, Darlington und Smith (2008) zeigten an Ratten, dass nach Deafferentation dieser Vestibulär-Organen, Thigmotaxis verloren geht und die Mitte exzessiv exploriert wird. Das könnte bedeuten, dass die Tiere möglicherweise nicht mehr ausreichend über räumliche Strukturen informiert werden, die ihnen potentielle Sicherheit vermitteln. Im Weiteren scheint das vestibuläre System auch Aktivität in bestimmten Bereichen des Hippocampus zu modulieren (O'Mara, Rolls, Berthoz, & Kesner, 1994; Smith, 1997). Bei Menschen mit beidseitigem Verlust der vestibulären Funktion konnte eine Hippocampusatrophie nachgewiesen werden, die sich aber nur auf das Erinnerungsvermögen räumlicher Strukturen auswirkte, nicht auf andere Gedächtnisprozesse (Brandt et al., 2005). Der Hippocampus spielt eine Rolle bei allgemeinen Gedächtnisprozessen, besonders aber auch beim räumlichen Gedächtnis (McNaughton et al., 1996; Mumby, 2001). FMRI-Studien am Menschen zeigte, dass die Hippocampus-Größe mit der Navigationsleistung bei gesunden Menschen in Verbindung stand (Maguire, Frackowiak & Frith, 1997), und dass das Ausmaß an Thigmotaxis mit dem Hippocampusvolumen und Amygdalavolumen korrelierte (Kallai, Klezmer & Feldmann, 2009). Kalisch et al. (2005) fanden speziell für Tiere mit hoher Ängstlichkeit einen positiven Zusammenhang zwischen dem Hippocampusvolumen und dem Ausmaß an Angstverhalten im Open-Field Test.

Angst, Navigation und Gedächtnisprozesse wirken wahrscheinlich zusammen. Der Hippocampus ist nämlich auch bekannt für seine Rolle bei der Einspeicherung von räumlichen Kontextfaktoren bei der Furchtkonditionierung (Gray & McNaughton, 2003; Phillips & LeDoux, 1992; Sanders, Wiltgen & Fanselow 2003). Über ihr Explorationsverhalten lernen Tiere möglicherweise wie äußere Faktoren räumlich zueinander stehen (Fanselow, 2000), und Ängstlichkeit erleichtert

diesen Prozess, indem sie zur Orientierung an globalen Formen motiviert. Interessanterweise gibt es Hinweise aus einer Studie zum räumlichen Lernen, wonach bei hohem Arousal die Erinnerung für globale Formen erleichtert ist (Brunyè, Mahoney, Augustyn & Taylor, 2009). So könnten veränderte Orientierungsstrategien unter Ängstlichkeit ihren adaptiven Zweck auch darin erfüllen, dass Organismen den Ort potentieller Gefahren leichter einspeichern können. Die Amygdala scheint hingegen weniger Einfluss auf unkonditioniertes Angstverhalten zu haben (Bannerman et al., 2004). In der vorliegenden Studie kann nicht ausgeschlossen werden, dass es bei einigen Patienten auch unter Furcht zu Thigmotaxis gekommen sein könnte. Zukünftige Untersuchungen sollten versuchen, genauer zu klären, wie stark Thigmotaxis der Regulation aktueller Angst dient oder ob sich Probanden dadurch auf eintretende aversive Ereignisse vorbereiten.

2.4.5 Limitationen

Bei der vorliegenden Studie liegen einige Einschränkungen vor. Zunächst lag beim Vergleich der einzelnen Raum-Zeit-Parameter eine hohe Anzahl an Einzeltests vor. Die Analysen sollten aber gerade verschiedene Parameter des Tiermodells aufgreifen, um Thigmotaxis und Vermeidung der Mitte abzubilden. So schien es gerechtfertigt, bei den einzelnen Tests keine Alpha-Adjustierung vorzunehmen (Bender & Lange, 2001). Folglich muss die hohe Anzahl an deutlich signifikanten Parametern mit Vorsicht auf globaler Ebene interpretiert werden.

Eine Einschränkung stellt möglicherweise die geringe Stichprobengröße dar. Die Replikation der Ergebnisse an der Analogstichprobe relativiert dies zwar, dennoch muss die Frage diskutiert werden, ob es sich bei den 16 Agoraphobepatienten, die mit unbehandelter Störung an der Untersuchung teilnahmen, um eine repräsentative Auswahl handelte. Der geringere Vermeidungswert im MI im Vergleich zu einer Referenzstichprobe legt nahe, dass es sich eventuell um eine weniger beeinträchtigte Subgruppe handeln könnte. Andererseits meldeten sich die Patienten mit Leidensdruck zur Therapie und die Diagnose wurde von einer geschulten unabhängigen

Diagnostikerin mit dem CIDI gestellt (Kessler, Andrews, Mroczek, Üstün & Wittchen, 1998). Allerdings wurden medizierte Patienten nicht ausgeschlossen. Die Ergebnisse änderten sich jedoch nicht, wenn Berechnungen ohne diese durchgeführt wurden.

Einschränkend sind auch weitere Personenvariablen. So lässt sich anhand der korrelativen Daten zumindest nicht gänzlich ausschließen, dass ein höheres Alter auch mit verringertem Explorationsverhalten bzw. mehr Thigmotaxis einhergehen könnte. Dies kennt man ebenfalls aus Tierstudien (Pietrelli, Lopez-Costa, Goñi, Brusco & Basso, 2011). Die Patientengruppe war auf deskriptiver Ebene etwas älter, so dass man nicht genauer aufklären kann, wie stark Angst oder das Alter auf einige Parameter wirkten. Die Homogenität der studentischen Stichprobe und die hier dennoch gefundenen Unterschiede im Raum-Zeit-Verhalten relativieren den Einfluss des Alters zwar, dennoch müsste dies in weiteren Studien genauer abgeklärt werden. Beim Einfluss des Geschlechts zeigte sich hingegen in der studentischen Stichprobe ein marginaler Zusammenhang hin zu mehr Exploration bei Männern. Auch dies ist aus Tierstudien bekannt. So gibt es zum Beispiel Hinweise auf den modulierenden Einfluss von Östrogen auf das Explorationsverhalten (McCormick & Teillon, 2001). Der Anteil an Männern und Frauen in den Gruppen wurde jedoch parallel gehalten.

Kritisiert werden muss auch, dass das Anwenden anderer Sicherheitsstrategien wie kognitive Ablenkung oder das Mitführen kleinerer Gegenstände nicht kontrolliert wurde. Dies wäre hilfreich gewesen um das Ausmaß an State-Angst bei den Patienten genauer interpretieren zu können.

Auch stellt sich die Frage inwiefern ein Fußballplatz die optimale Möglichkeit ist, eine Open-Field-Situation zu erschaffen. Dies ist für die meisten Menschen nicht frei von Assoziationen, die sich über die kognitive Ebene ebenfalls auf das Verhalten auswirken könnten. In der vorliegenden Studie wurde dies nur durch den Ausschluss von aktiven Fußballspielern kontrolliert.

Zudem kann menschliches ambulatorisches Verhalten nicht direkt mit dem Explorationsverhalten von Nagetieren verglichen werden. Bei diesen sind schnellere Richtungswechsel typisch, so dass

sich in vergleichbarer Zeit viel größere Häufigkeiten in verschiedenen Kategorien des Verhaltens ergeben können (Golani et al., 2010; Lipkind et al., 1994). Auch sind sie bezogen auf die Größe der Fläche wesentlich schneller als Menschen. In 15 Minuten konnte das Feld nur etwas mehr als zweimal umrundet werden, und keine großen Häufigkeiten an Eintritten in die Mitte entstehen. Es wurde nicht riskiert, durch längeren Aufenthalt die Compliance zu behindern.

2.4.6 Schlussfolgerung

Die vorliegende Untersuchung konnte zeigen, dass der Open-Field Test bei Menschen anwendbar ist. Die eindeutigen ersten Befunde ermöglichen weitere Hypothesen für spezifischere Fragestellungen. Angesichts der ökonomischen Durchführung und der hohen Compliance der Teilnehmer könnte dieses Paradigma am Menschen in Zukunft ein vielversprechender Ansatz für die psychologische Forschung sein.

Es stellt sich nun die Frage, ob sich Thigmotaxis auch auf das Raum-Zeit-Verhalten in einer komplexen städtischen Topographie – also den natürlichen Lebensraum von Menschen – auswirkt und ob sie sich besonders bei den Agoraphobiepatienten in der Vermeidung typischer agoraphober Situationen wie zum Beispiel dem Marktplatz äußert.

3. Studie II: Raum-Zeit-Verhalten in der Stadt

3.1 Einleitung

3.1.1 Messung von Vermeidungsverhalten im Alltag

Agoraphobepatienten sind bei der Verrichtung ihrer täglichen Aktivitäten eingeschränkt, da sie viele Situationen vermeiden oder nur mit Sicherheitsverhalten überstehen (Craske, 2008; Schneider & Margraf, 1998). Es wurde vielfach versucht, die Vermeidung von Situationen bei Patienten mit Agoraphobie zu messen. Das Mobilitätsinventar (Chambless, Caputo, Jasin, Gracely & Williams, 1985) ist ein bewährtes Fragebogenverfahren zur Selbstauskunft, welches das Ausmaß an Vermeidung für typische Alltagssituationen auf einer fünfstufigen Skala erfragt („vermeide immer“ bis hin zu „vermeide niemals“). Dieses Verfahren misst zwar das quantitative Ausmaß an Vermeidung für spezifische Situationen, aber über kontinuierliches Raum-Zeit-Verhalten liefert es keine Auskunft. Objektiver und in vivo sind Behavioural Avoidance Tests (BATs), in denen der Patient vorgegebene agoraphobe Situationen aufsuchen muss (De Beurs, Lange, van Dyck, Blonk & Koele, 1991; Mavissakalian & Hamann, 1986; Ebner, Angenendt & Wilmers, 2001). Die Annäherung an diese Situationen kann durch strukturierte Befragung oder durch teilnehmende Beobachtung erfasst werden. Beides ist nicht ohne Einschränkungen hinsichtlich der Objektivität. Ebenso ergeben sich Zweifel an der Konstruktvalidität von BATs. Solche Verfahren sollen die Stärke der Beeinträchtigung messen, aber sie erfassen eventuell auch die Bereitschaft, sich zu konfrontieren. Keine Information liefern auch sie über das natürliche Raum-Zeit-Verhalten der Patienten. Die Methode des ecological momentary assessment (EMA) ermöglicht das Alltagsverhalten im natürlichen Umfeld ökonomisch und detailliert zu erfassen und wird vielfach eingesetzt (Stone & Shiffman, 1994). Patienten werden hier zur Nutzung eines portablen Computers angewiesen, über den Befinden, die Situation und die Symptome differenziert abgefragt werden. Aber auch diese Methode gibt keine Auskunft über das Verhalten in räumlicher Dimension.

Es ist erstaunlich, dass das Raum-Zeit-Verhalten im Alltag bei Agoraphobiepatienten noch nicht gemessen wurde, obwohl es inzwischen technisch möglich ist. Das Global Positioning System (GPS) ist eine Technik, die ursprünglich für militärische Navigationszwecke entwickelt wurde, und seit den Neunzigern aber auch der zivilen Öffentlichkeit zugänglich ist (Wolf & Jacob, 2010). Breiten Einsatz findet GPS-Tracking in der Biologie, um etwa die räumliche Ausbreitung bestimmter Spezies zu untersuchen (Tomkiewicz, Fuller, Kie & Bates, 2010). GPS bietet verschiedene Vorteile. Entsprechende Geräte mit ausreichender Genauigkeit sind erschwinglich, einfach zu bedienen und beim Tragen nicht störend. Diese Technik erfasst üblicherweise Längen- und Breitengrad, Zeit, Datum, Höhe und Geschwindigkeit Sekunde für Sekunde. Die Auswertung ist jedoch ein Spezialgebiet der Geowissenschaften, die mit sogenannten Geoinformationssystemen (GIS) die statistische Analyse und Präsentation vornehmen können. Möglicherweise ist dies der Grund, weshalb diese Technik in anderen Wissenschaftszweigen erst langsam Verbreitung findet.

3.1.2 GPS und Raum-Zeit-Verhalten von Menschen

Raum-Zeit-Verhalten von Menschen wurde zunächst unter dem Interessensschwerpunkt der urbanen Forschung analysiert (Van der Spek, Van Schaick, De Bois & De Haan, 2009). Hier gibt es zahlreiche Beispiele. Shoval (2008) untersuchte zentrale Anlaufpunkte von Touristen in Akko, einer historischen Stadt, um den Touristenstrom durch gezieltes Eingreifen besser zu kanalisieren. Ein ähnliches Anliegen hatten Koshak & Fouda (2008), die die Pfade von Besuchern einer hochfrequentierten Pilgerstädte erfassten, um Engpässe im Fußgängerfluss zu bestimmen. Auch versucht man inzwischen Dank der hohen Verbreitung von Mobiltelefonen mit integriertem GPS, Muster der täglichen Aktivitäten ganzer sozialer Gruppen zu analysieren (Phithakkitnukoon, Horanont, Di Lorenzo, Shibasaki, & Ratti, 2010). Nennenswert ist auch ein Projekt aus der Kunst, das den Aspekt der Emotion im Zusammenhang mit dem urbanen Erleben und Navigieren aufgreift. In „Biomapping“ von Christian Nold (2004) wurden Fußgänger mit einem GPS-

Empfänger und einem Gerät zur Messung der Hautleitfähigkeit ausgestattet. Die aufgezeichneten Daten wurden in „emotionalen Landkarten“ verschiedener Städte visualisiert aber nicht statistisch ausgewertet.

In der klinischen Psychologie hat GPS-Tracking noch keine weite Verbreitung gefunden. Es gibt eine Studie, in der die Wege von Alzheimer-Patienten über einen gewissen Zeitraum erfasst wurden, um den Status ihrer Einschränkungen in der räumlichen Navigation im Alltag einschätzen zu können (Shoval et al., 2011). Das Aktivitäts-Niveau von Kindern auf dem Schulgelände zur Prävention von Übergewicht erfassten Ingunn, Löfman & Kine (2010) per GPS und die parallel erfasste Herzrate konnte für verschiedene Bereiche des Areals gemittelt und verglichen werden. Diese Studien zeigen, dass man GPS zur Erforschung menschlichen Verhaltens einsetzen kann.

3.1.3 Emotion und Navigation

Zu der Frage, wie Emotion und Navigation bei Menschen in Verbindung stehen, gibt es bisher kaum Studien. Die Untersuchungen von Kallai et al. (2007) und Kalai, Klezmer & Feldman (2009) bringen Thigmotaxis in Verbindung mit räumlicher Leistung, die sie über Fragebogen und in einer virtuellen Aufgabe gemessen haben. Die Autoren sehen in diesem erhöhten räumlichen Sicherheitsverhalten eine Ursache für die schlechtere räumliche Performanz, da sie die detailliertere Exploration eines Gebietes verhindert. Dass wahrscheinlich erhöhtes Arousal zur bevorzugten Einspeicherung globaler Formen führt, zeigten Brunyè et al (2009). In dieser Studie wurde die emotionale Aktivierung von studentischen Probanden durch Darbietung von IAPS Bildern manipuliert und dann deren räumliche Gedächtnisleistung nach dem Lernen einer Landkarte erfasst. Die Autoren fanden heraus, dass bei hohem Arousal globale räumliche Merkmale bevorzugt gegenüber lokalen Merkmalen erinnert wurden. Jedoch wurde in dieser Studie nicht die direkte Auswirkung auf die Navigation im dreidimensionalen Raum gemessen. Bisherige Studien zu menschlicher Navigation fokussieren eher auf die neuronalen Mechanismen

als auf psychologische Einflussfaktoren (Hartley, Maguire, Spiers & Burgess, 2003; Maguire et al., 1998). Angesichts der hohen Anforderungen an Mobilität in der modernen Zeit ist es erstaunlich, dass der Zusammenhang zwischen Emotion und Navigation im komplexen Raum noch nicht umfassender untersucht wurde.

3.1.4 Ziel der Studie und Hypothesen

In Studie II sollte der Einfluss von Angst und Ängstlichkeit auf das Raum-Zeit-Verhalten in der Innenstadt untersucht werden. Dazu wurde der Rückweg der Teilnehmer aus Studie I vom Open-Field zu den Untersuchungsräumen genutzt. Fest definiert wurden nur Start und Ziel. Es wurde erwartet, dass die Agoraphobiepatienten und hochängstlichen Probanden den Marktplatz weniger häufig überqueren als die Kontrollgruppe und niedrigängstliche Probanden, und stattdessen eine andere Wegvarianten wählen würden. Es wurde auch erwartet, dass Patienten und Hochängstliche im anschließenden Rating ein höheres Ausmaß an Angst und Arousal angeben würden als die Kontrollgruppe bzw. Niedrigängstliche. Die Aufzeichnung von Herzrate und Lauftempo erfolgte kontinuierlich während des Rückwegs, um Information über den Grad der körperlichen Erregung und gesteigerten motorischen Aktivität zu liefern.

Weitere Unterschiede in den Wegen wurden explorativ betrachtet, um Hypothesen über den Zusammenhang von Ängstlichkeit und Raum-Zeit-Verhalten zu gewinnen, die man in weiteren Studien untersuchen könnte.

3.2 Methode

3.2.1 Stichproben

An der Untersuchung nahmen 18 Agoraphobepatienten und 18 Kontrollpersonen teil. Davon waren 14 Patienten und 15 Kontrollpersonen unmittelbar zuvor auch an Studie I beteiligt. Zwei Agoraphobepatienten konnten den Rückweg aus Angst nicht allein bestreiten und blieben bei der Versuchsleiterin in der Straßenbahn. Eine Kontrollperson musste aufgrund fehlerhafter Aufzeichnung ausgeschlossen werden. Drei zusätzliche Agoraphobepatienten, deren Daten bei Studie I aufgrund technischer Mängel nicht verwertbar waren, kamen in Studie II hinzu. Zusätzlich konnten noch die Daten eines Patienten aus der Pilotphase verwendet werden, der sich auch zuvor mit der Versuchsleiterin auf dem Fußballplatz befand. In die Kontrollgruppe konnten aus der Pilotphase drei weitere Probanden eingeschlossen werden.

Die Patienten waren durchschnittlich 37.06 Jahre alt ($SD = 11.14$), die Kontrollgruppe tendenziell jünger ($M = 30.44$ Jahre, $SD = 10.06$), $t(34) = 1.97$, $p = .07$. Patienten und Kontrollgruppe waren Einheimische oder kamen aus den umliegenden Ortschaften. Der Anteil an Männern betrug bei den Patienten genau die Hälfte, die Kontrollgruppe bestand zu einem Drittel aus Männern. Der Unterschied war nicht signifikant, $X^2(1) = 1.03$, $p = .310$.

Die Mittelwerte (und SD) für die störungsspezifischen Fragebögen wurden für Studie II wegen des Anteils an hinzugekommenen und weggefallenen Patienten und Kontrollpersonen nochmals berechnet und sind in Tabelle 8 aufgeführt. Die Agoraphobepatienten hatten in allen Störungs-Inventaren immer noch signifikant höhere Durchschnittswerte als die Kontrollgruppe. Nicht mehr signifikant unterschiedlich waren die Gruppen im positiven Affekt.

Für die Fragebogenwerte der hoch- und niedrigängstlichen Probanden sei auf 2.2.1 verwiesen. Das Besondere an dieser Gruppe war, dass die meisten erst zum Studium in die Stadt kamen und es sich somit nicht um Einheimische handelte. Dies wurde allerdings nicht kontrolliert.

Tabelle 8: Fragebogendaten für Patienten ($n = 18$) und Kontrollgruppe ($n = 18$)

Fragebogen	Agoraphobie- patienten	Kontrollgruppe	t -Tests ($df = 34$)	
	$M (SD)$	$M (SD)$	t	p
ACQ	2.63 (0.27)	1.31 (0.31)	13.68	<.001
<i>Fortsetzung Tabelle 8</i>				
BSQ	2.90 (0.75)	1.92 (0.57)	4.43	<.001
MI allein	2.35 (0.63)	1.09 (0.14)	8.35	<.001
MI begleitet	2.15 (0.64)	1.11 (0.09)	6.75	<.001
STAI-T	49.00 (10.48)	35.17 (6.84)	4.69	<.001
STAI-S	50.72 (11.20)	36.33 (8.76)	4.54	<.001
PA	23.94 (5.41)	26.83 (8.25)	-1.24	=.223
NA	21.06 (10.04)	14.38 (8.10)	2.19	<.05

Anmerkung: ACQ = Agoraphobic Cognition Questionnaire; BSQ = Body Sensation Questionnaire; MI = Mobility Inventory in den Skalen „allein“ und „begleitet“ (jeweils deutsche Version, Ehlers et al. 1993). STAI-T = Trait form; STAI-S = State Form des State-Trait Anxiety Inventory (Laux, et al., 1981); PA = Positive affect scale, NA = Negative affect scale of PANAS (deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule; Krohne, et al., 1996).

3.2.2 Die Testsituation

Die Untersuchung fand in der Fußgängerzone von Würzburg statt, einer mittelgroßen ca. 130000 Einwohner zählenden deutschen Stadt. Als Startpunkt wurde die Haltestelle am Rathaus bestimmt, die auf der Rückfahrt vom Open-Field Test lag. Das fußläufig zu erreichende Ziel war das Gebäude des Lehrstuhls für Psychologie I in der Marcusstraße, etwa einen Kilometer nördlich vom Startpunkt. Dazwischen lag der Marktplatz, der aus einem unteren größeren Teil und einem oberen kleinen Teil besteht (Abbildung 16). Der untere Marktplatz misst 67 Meter in Nord-Süd-Ausrichtung und 82 Meter in Ost-West-Ausrichtung und ist von Gebäuden umgeben.

Am nordöstlichen Ende mündet er in den oberen Marktplatz, der kleiner ist (65 x 30 Meter). Es gab drei etwa gleichlange Möglichkeiten den Marktplatz zu passieren (Siehe Abbildung 16). Variante 1 führte rechts am Rathaus vorbei auf den unteren Markt, verlief dann diagonal über den unteren und oberen Marktplatz, und dann durch eine Einkaufsstraße zum Institut. Variante 2 führte durch die Schustergasse und bot Zugang am östlichen Rand des unteren Marktes, der somit nicht überquert werden musste. Der weitere Verlauf über den oberen Markt war identisch mit Variante 1. Variante 3 begann wie Variante 1 am südwestlichen Eck des unteren Marktes, führte dann aber an dessen westlichen Rand entlang in verschiedene Altstadtgassen, die alle in die rückführende Einkaufsstraße münden. Kombinationsmöglichkeiten der Streckenoptionen nach der Passage des Marktplatzes, wurden explorativ betrachtet.



Abb. 16: Luftaufnahme des Marktplatzes von Würzburg und verschiedene Wegvarianten (entnommen aus Google Earth™, Version 6.1.0, Stand 04.12.2012). 1 = Variante 1/Überquerung beider Teile des Marktplatzes, 2 = Variante 2/ Überquerung des oberen Marktes, 3 = Variante 3/ keine Überquerung. Der Pfeil gibt die Laufrichtung an.

3.2.3 Die Aufgabe

Den Probanden wurde bereits in der Aufklärung zu Studie I angekündigt, dass sich noch eine weitere Untersuchung anschließen würde, bei der sie eine bestimmte Zeit ohne die Versuchsleiterin zu Fuß durch die Stadt gehen müssten. Der Ablauf bis zu Beginn von Studie II ist unter 2.2.5 nachzulesen. Nach dem Open-Field Test und den Nebenaufgaben wurde der Fußballplatz verlassen und zunächst gemeinsam mit der Versuchsleiterin der Rückweg angetreten. Vor dem Einsteigen in die Straßenbahn wurde nochmals das GPS-Gerät kalibriert und gestartet. Die genaue Instruktion wurde den Teilnehmern in der Straßenbahn in schriftlicher Form, und erst unmittelbar vor der Haltestelle gegeben, an der sie die Straßenbahn verlassen sollten. Dadurch sollte ein möglichst spontaner Streckenverlauf erzielt werden. Die Versuchsleiterin fuhr weiter, und erwartete die Teilnehmer am Institut. Die Probanden sollten nach dem Aussteigen zu Fuß zum Institut gehen und sich an ihr gewohntes Lauftempo halten. Es wurde darauf hingewiesen, dass sie unterwegs keiner anderen Erledigung oder Aktivität nachkommen sollten. Bezüglich des Weges wurde keine Angabe gemacht. Bei Nachfragen wurde gesagt, dass dies nicht relevant sei. Bei Ankunft der Teilnehmer in den Räumen des Instituts wurde eine Einschätzung der Angst und der körperlichen Erregung auf einer zehnstufigen Skala vorgenommen, sowie nach Auswahlkriterien für den Weg, ebenfalls auf einer zehnstufigen Skala gefragt. Danach wurden die Teilnehmer verabschiedet.

3.2.4 Geräte

Für eine genaue Beschreibung von GPS-Sensor und Herzfrequenzuhr sei auf 2.2.4 verwiesen.

3.2.5 Kontrollvariablen

Es wurden zehnstufige Fragebogenitems erstellt, über die folgende Aspekte kontrolliert wurden: In welchem Ausmaß entsprach der Weg der eigenen Gewohnheit, wie wichtig war die kürzeste Distanz, wie gut wurde die eigene Ortskenntnis eingeschätzt und wie körperlich anstrengend

wurde der Weg empfunden. Im Weiteren wurde anhand des Wochentags bestimmt, ob Wochenmarkt stattgefunden hatte oder nicht. Der Versuch fand nur an Werktagen, und entweder von 10 Uhr bis 13 Uhr oder von 13 Uhr bis 16 Uhr statt, so dass von einem typischen Fußgänger-aufkommen ausgegangen werden konnte.

3.2.6 Parametrisierung der Daten

Die GPS-Tracks wurden in Google Earth™ (Google-Earth™, Version 6.1.0) visualisiert, wodurch die jeweilige Wegvariante in Kategorien ausgezählt werden konnte. Variationen, die nach dem Passieren des Marktes stattfanden, wurden explorativ betrachtet und gegebenenfalls auch in Kategorien eingeteilt. Die Laufgeschwindigkeit, Dauer und Gesamtstrecke, konnten als Textoutput aus der GPS-Uhr ausgelesen werden.

3.2.7 Statistische Auswertung

Die statistische Auswertung erfolgte für Agoraphobepatienten vs. Kontrollgruppe und für Hoch- vs. Niedrigängstliche separat aber nach demselben Vorgang. Auch die korrelativen Analysen zur explorativen Datenauswertung erfolgten für beide Stichproben getrennt. Für alle Berechnungen wurde das α -Level auf 5% festgesetzt.

A) Die Abweichung der beobachteten Häufigkeiten von den erwarteten Häufigkeiten wurde mit Chi^2 -Tests überprüft.

B) Für die Vergleiche der Distanzen, Dauer, Geschwindigkeit, Herzrate und Ratings wurden t-Tests für unabhängige Stichproben eingesetzt.

C1) Für die Berechnung von Korrelationen wurden die drei Wegvarianten über den Marktplatz in Ordinalskalenniveau umgewandelt, wobei höhere Werte stärkerer Vermeidung entsprachen (1 = Variante 1/Überquerung beider Teile des Marktplatzes, 2 = Variante 2/ Überquerung des oberen Marktes, 3 = Variante 3/ keine Überquerung). Probanden, die keine der drei Varianten wählten, wurden nicht in die Korrelation miteinbezogen. Bei hoch- und niedrigängstlichen Probanden

wurden zusätzliche Korrelationen mit zwei weiteren Wegvarianten (1 = Barbarossaplatz, 2 = Koellikerstraße) berechnet. Bei denjenigen Probanden aus allen Gruppen, deren Daten auch aus Studie I vorlagen, wurden die Wegvarianten auch mit ausgewählten Parametern des Open-Field Tests korreliert. Es wurde der Rangkorrelationskoeffizient nach Spearman berechnet.

3.3 Ergebnisse

3.3.1 Patienten vs. Kontrollgruppe

3.3.1.1 Ratings

Subjektive Angst und Arousal während des Rückwegs waren bei den Agoraphobiepatienten nicht stark ausgeprägt, wie aus Tabelle 9 entnommen werden kann. Dennoch waren beide Werte signifikant höher als bei der Kontrollgruppe. Die Vermeidung von Menschenmassen war für die Patienten deutlich wichtiger als für die Kontrollpersonen, die Vermeidung abgelegener Straßen schien jedoch für keine Gruppe besondere Relevanz zu haben.

Tabelle 9: Rating nach dem Rückweg für Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe

Rating	Agoraphobie-	Kontrollgruppe	<i>t</i> -Tests	
	patienten		<i>t</i>	<i>p</i>
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>		
Angstrating	1.83 (1.86)	0.11 (0.47)	3.82	< .005
Arousalrating	1.67 (1.68)	0.11 (0.32)	3.86	< .005
Vermeidung Menschenmassen	3.06 (3.33)	0.44 (0.92)	3.02	< .01
Vermeidung abgelegener Straßen	0.83 (1.58)	0.33 (0.84)	1.19	= .244

Anmerkung: Die Wichtigkeit von Vermeidung wurde jeweils auf einer zehnstufigen Likert-Skala eingestuft, wobei 0 bedeutete „war überhaupt nicht wichtig“ und 10 bedeutete „war extrem wichtig“. Es nahmen 18 Agoraphobiepatienten und 18 Kontrollpersonen teil (alle $df = 34$).

3.3.1.2 Kontrollvariablen

Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe kannten sich in der Stadt gleich gut aus (Patienten: $M = 7.89$, $SD = 2.30$, Kontrollgruppe: $M = 7.67$, $SD = 1.27$), $t(34) = 0.36$, $p = .721$. Für beide Gruppen war es gleichermaßen wichtig, die kürzeste Distanz zu wählen (Patienten: $M = 7.56$, $SD = 3.52$; Kontrollgruppe: $M = 8.57$, $SD = 1.85$), $t(34) = -1.19$, $p = .244$. Ebenso gaben Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe beide in hohem Maß an, dass die Strecke ihrer im Alltag gewohnten Strecke entsprach (Patienten: $M = 6.61$, $SD = 3.29$; Kontrollgruppe: $M = 7.50$, $SD = 2.31$), $t(34) = -0.94$, $p = .355$. Die Patienten fanden die Strecke subjektiv nicht körperlich anstrengender als die Kontrollgruppe (Patienten: $M = 1.50$, $SD = 1.58$; Kontrollgruppe: $M = 1.17$, $SD = 1.20$), $t(34) = 0.712$, $p = .481$. Die Versuchsgruppen trafen nicht mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit auf den Wochenmarkt, der an bestimmten Tagen stattfand, $X^2(1) = 2.25$, $p = .134$.

3.3.1.3 Raum-Zeit-Verhalten

Wie Tabelle 10 zeigt, gab es in der Streckenwahl deutliche Unterschiede. Nur zwei (11.8%) der Patienten überquerten beide Teile des Marktplatzes. Der größte Anteil wählten Variante 3/ keine Überquerung. In der Kontrollgruppe überquerten neun Teilnehmer den Marktplatz komplett, der restliche Anteil verteilte sich auf die beiden anderen Varianten. Der Chi^2 -Test bestätigt einen signifikanten Unterschied in den beobachteten Häufigkeiten der Kategorien zwischen den Gruppen, $X^2(2) = 7.65$, $p < .05$. Die Tracks sind im Anhang A2 dargestellt. Die zurückgelegte Gesamtdistanz unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen und betrug jeweils im Schnitt 1.1 Kilometer (Patienten: $M = 1103.89$, $SD = 84.47$; Kontrollgruppe: $M = 1105.50$, $SD = 105.89$ jeweils in Metern), $t(34) = -0.05$, $p = .960$.

Tabelle 10: Häufigkeiten verschiedener Varianten des Rückwegs bei Agoraphobiepatienten ($n = 16$) und Kontrollgruppe ($n = 16$)

Gruppe	Variante 1/ Überquerung beider Teile	Variante 2/ Überquerung oberer Markt	Variante 3/ Keine Überquerung
Patienten	$n = 2$ (11.8%)	$n = 5$ (29.4%)	$n = 10$ (58.8%)
Kontrollgruppe	$n = 9$ (52.9%)	$n = 1$ (6.3%)	$n = 7$ (41.2%)

Anmerkung: Variante 1 führt rechts am Rathaus vorbei auf den unteren Markt und nach Überquerung beider Teile des Marktplatzes in die Domstraße. Variante 2 führt über die Schustergasse auf den oberen Markt und nach der Überquerung des oberen Marktes weiter in die Domstraße. Variante 3 führt über rechts am Rathaus vorbei auf den unteren Markt, weiter an dessen westlichen Rand entlang und stößt dann auf verschiedene Altstadtgasse, die in die Domstraße münden. Bei Patienten und Kontrollgruppe wurde jeweils eine Person ausgeschlossen, die keine der drei Varianten wählte.

3.3.1.4 Physiologie

Die durchschnittliche Herzrate der Patienten erreichte während des Rückwegs einen Wert von 119.61 Schlägen ($SD = 16.45$) und war somit signifikant höher als bei der Kontrollgruppe mit 104.83 Schlägen ($SD = 7.96$), $t(34) = 3.43$, $p < .005$. Die maximale Herzrate war bei den Patienten ebenfalls signifikant höher als bei den Personen der Kontrollgruppe (Patienten: $M = 132.83$, $SD = 17.02$; Kontrollgruppe: $M = 115.78$, $SD = 8.99$), $t(34) = 3.76$, $p < .001$. Beide Gruppen hatten aber ein vergleichbares Lauftempo, $t(34) = 1.15$, $p = .257$. Bei den Patienten betrug es im Schnitt 5.96 km/h ($SD = 0.52$) und bei der Kontrollgruppe 5.77 km/h ($SD = 0.49$).

3.3.1.5 Explorative Analysen

Weiterer Streckenverlauf: Bei der visuellen Betrachtung des weiteren Streckenverlaufs zur Exploration in Google Earth™ zeigten sich keine Auffälligkeiten. Agoraphobiepatienten und

Kontrollgruppe erreichten das Ziel in der Marcusstraße beide nach dem typischen und kürzesten Streckenverlauf über den Barbarossaplatz und durch die Klinikstraße.

Korrelationen von Wegvarianten, Ratings und Physiologie: Es ergaben sich bei Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe keine signifikanten Korrelationen zwischen den Wegvarianten über den Marktplatz und dem Angstrating des Rückwegs, $r_s = -.01$, $p = .942$, dem Arousalrating, $r_s = -.04$; $p = .83$ und der State-Angst, $r_s = .21$, $p = .25$. Es ergab sich eine marginal signifikante Korrelation mit dem MI (MI allein), $r_s = .29$, $p = .099$. Alle anderen Korrelationen zwischen der Wegvariante und den Störungsinventaren wurden nicht signifikant (MI begleitet: $r_s = .21$, $p = .24$); ACQ: $r_s = .23$, $p = .199$; BSQ: $r_s = .09$, $p = .603$). Die Korrelation zwischen der Wegvariante und unspezifischer Trait-Angst wurde auch nicht signifikant, $r_s = .27$, $p = .129$. Die Korrelation zwischen Wegvariante und durchschnittlicher Herzrate wurde bei Agoraphobiepatienten und Kontrollgruppe ebenfalls nicht signifikant, $r_s = .19$, $p = .292$. Das gleiche galt für die maximale Herzrate, $r_s = .17$, $p = .347$.

Korrelationen von Wegvarianten und Parametern im Open-Field Test: Bei Agoraphobiepatienten und Kontrollpersonen, deren Daten auch von Studie I vorlagen ($n = 27$) ergaben sich signifikante Korrelationen zwischen den Wegvarianten und der Länge von Streckenabschnitten am Rand, $r_s = .53$, $p < .005$, dem Zeitanteil in der Mitte, $r_s = -.49$, $p < .01$, und der Ambulation innerhalb des Feldes, $r_s = -.48$, $p < .05$. Es ergaben sich marginal signifikante Korrelationen zwischen der Wegvariante und der Gesamt-Thigmotaxis, $r_s = .34$, $p = .086$, sowie der Anzahl an Eintritten, $r_s = -.33$, $p = .093$.

3.3.2 Hochhängstliche vs. niedrigängstliche Probanden

3.3.2.1 Ratings

Die empfundene Angst und die eingeschätzte körperliche Erregung während des Rückwegs durch die Stadt war bei den hochhängstlichen Probanden nicht signifikant höher als bei den niedrigängstlichen wie aus Tabelle 11 ersichtlich wird. Die Vermeidung von Menschenmassen war für die hochhängstlichen Probanden tendenziell wichtiger, allerdings ergab sich hier nur ein marginal signifikanter Unterschied. Nicht unterschiedlich schätzten die Gruppen auch die Wichtigkeit der Vermeidung abgelegener Straßen ein.

Tabelle 11: Rating nach dem Rückweg für hoch- und niedrigängstliche Probanden

Rating	Hochhängstliche	Niedrigängstliche	t-Tests	
	<i>M (SD)</i>	<i>M (SD)</i>	<i>t</i>	<i>p</i>
Angstrating	1.17 (1.38)	0.68 (0.95)	1.25	= .222
Arousalrating	2.06 (1.86)	1.42 (1.35)	1.19	= .241
Vermeidung Menschenmassen	2.56 (2.73)	1.11 (2.16)	1.80	= .081
Vermeidung abgelegener Straßen	1.22 (1.90)	0.95 (2.15)	0.41	= .683

Anmerkung: Die Wichtigkeit der Vermeidung wurde jeweils auf einer zehnstufigen Likert-Skala eingestuft, wobei 0 bedeutete „war überhaupt nicht wichtig“ und 10 bedeutete „war extrem wichtig“. Es nahmen $n = 18$ Hochhängstliche und $n = 19$ Niedrigängstliche teil (alle $df = 35$).

3.3.2.2 Kontrollvariablen

Die hochhängstlichen Teilnehmer schrieben sich eine mittlere Ortskenntnis zu ($M = 5.0$, $SD = 2.25$), dies galt auch für die niedrigängstlichen Probanden ($M = 5.47$, $SD = 1.90$), $t(35) = -0.69$, $p = .492$. Es war also davon auszugehen, dass der Rückweg von jedem Probanden bewältigt werden konnte. Die Gruppen unterschieden sich nicht in dem Ausmaß, wie sie ihre Strecke als

gewohnt einschätzen (Hochhängstliche: $M = 5.72$, $SD = 2.97$; Niedrighängstliche: $M = 6.00$, $SD = 3.57$), $t(35) = -0.26$, $p = .799$. Für die hochhängstlichen Teilnehmer war die Wahl der kürzesten Distanz marginal weniger wichtig ($M = 7.22$, $SD = 2.37$) als für die niedrighängstlichen ($M = 8.53$, $SD = 1.58$), $t(35) = -1.98$, $p = .055$. Körperlich anstrengend wurde der Rückweg von beiden Gruppen gleichermaßen wenig empfunden (Hochhängstliche: $M = 2.00$, $SD = 1.97$; Niedrighängstliche: $M = 2.34$, $SD = 2.43$), $t(35) = -0.51$, $p = .617$. Die Versuchsgruppen trafen nicht mit unterschiedlicher Wahrscheinlichkeit auf den Wochenmarkt, $X^2(1) = 0.05$, $p = .823$.

3.3.2.3 Raum-Zeit-Verhalten

Tabelle 12 zeigt die Häufigkeitsverteilung der verschiedenen Wegvarianten für die hoch- und niedrighängstlichen Teilnehmer. In beiden Gruppe der jeweils größte Anteil wählte Variante 3/ keine Überquerung. Variante 1 und 2 waren jeweils gleich stark vertreten. Als vierte Kategorie wurde anders als bei der Klinischen Stichprobe, in der dies nur bei je einer Person vorkam, der etwas weitere Weg durch die Domstraße aufgenommen. Diesen wählten 26.3% ($n = 5$) der niedrighängstlichen und zwei hochhängstliche Teilnehmer (11.1%). Der χ^2 -Test ergab keine signifikante Abweichung von der erwarteten Häufigkeit für die Wegvarianten, $X^2(3) = 1.48$, $p = .686$. Bei Zusammenfassung der Kategorien (Variante 1 und Variante 4 als „bevölkerte Bereiche“ und die Varianten 2 und 3 als „Vermeidung bevölkerter Bereiche“), ergab sich ebenfalls keine signifikante Abweichung von der zufällig erwarteten Häufigkeit, $X^2(1) = 0.76$, $p = .385$. Die Tracks sind im Anhang A2 dargestellt. Die zurückgelegte Gesamtdistanz unterschied sich nicht signifikant zwischen den Gruppen und betrug im Schnitt ca. 1.2 Kilometer (Hochhängstliche: $M = 1194.72$, $SD = 110.65$; Niedrighängstliche: $M = 1175.72$, $SD = 102.89$), $t(34) = 0.42$, $p = .676$.

Tabelle 12: Häufigkeiten verschiedener Varianten des Rückwegs bei hoch- ($n = 18$) und niedriggängstlichen Probanden ($n = 19$)

Gruppe	Variante 1/ Über-querung beider Teile	Variante 2/ Über-querung oberer Markt	Variante 3/ keine Überquerung	Variante 4/ Domstraße
Hochhängstliche	$n = 4$ (22.2%)	$n = 2$ (11.1%)	$n = 10$ (55.6%)	$n = 2$ (11.1%)
Niedriggängstliche	$n = 4$ (21.1%)	$n = 2$ (10.5%)	$n = 8$ (42.1%)	$n = 5$ (26.3%)

Anmerkung: Variante 1 führt rechts am Rathaus vorbei auf den unteren Markt und nach Überquerung beider Teile des Marktplatzes in die Domstraße. Variante 2 führt über die Schustergasse auf den oberen Markt und nach der Überquerung des oberen Marktes weiter in die Domstraße. Variante 3 führt rechts am Rathaus vorbei auf den unteren Markt, an dessen westlichen Rand entlang und stößt dann auf verschiedene Altstadtgassen, die weiter in die Domstraße führen. Variante 4 verlief die Domstraße entlang und somit um den Marktplatz herum.

3.3.2.4 Physiologie

Insgesamt ergaben die physiologischen Daten beider Gruppen keinen Hinweis auf eine besondere Aktivierung der hochhängstlichen Teilnehmer. Die Durchschnittsgeschwindigkeit war bei den hochhängstlichen Teilnehmern mit 5.80 km/h ($SD = 0.47$) signifikant niedriger als bei den niedriggängstlichen ($M = 6.11$, $SD = 0.58$), $t(35) = -2.06$, $p < .05$. Die durchschnittliche Herzrate war bei den hochhängstlichen Probanden mit 109.56 Schlägen ($SD = 10.39$) aber vergleichbar mit den niedriggängstlichen ($M = 112.73$, $SD = 13.72$), $t(35) = -0.80$, $p = .431$. Beim Vergleich des Herzratenmaximums lagen die hochhängstlichen Teilnehmer ($M = 119.61$, $SD = 11.38$) marginal niedriger als die niedriggängstlichen ($M = 128.05$, $SD = 17.07$), $t(35) = -1.76$, $p = .087$.

3.3.2.5 Explorative Analysen

Weiterer Streckenverlauf: Bei der visuellen Betrachtung des weiteren Streckenverlaufs in Google Earth™ zur Exploration zeigte sich, dass ein Teil der hoch- und niedriggängstliche Gruppe beim Treffen auf die Juliuspromenade unerwarteter Weise nach links abbog. Diese Teilnehmer

entfernten sich so zunächst vom anzusteuern Ziel in der Marcusstraße und nahmen einen Umweg durch die Koellikerstraße. In dieser befinden sich die Gebäude, in denen die Veranstaltungen des ersten Studienabschnitts stattfinden. Es kann vermutet werden, dass dies für die Studenten ein oft zurückgelegter Weg war. Ein Vergleich zwischen den Gruppen ergab, dass 44.4% ($n = 8$) der hochängstlichen Teilnehmer diese Variante (Koellikerstraße) wählten, aber nur 15.8% ($n = 3$) in der niedrigängstlichen Gruppe. Den direkten Weg über den Barbarossaplatz wählten 55.6% ($n = 10$) der Hochängstlichen, und 84.2 % ($n = 16$) der Niedrigängstlichen. Diese Abweichung wurde marginal signifikant, $X^2(1) = 3.63, p = .057$.

Korrelationen von Wegvarianten, Ratings und Physiologie: Tabelle 13 zeigt die Korrelationskoeffizienten zwischen den Wegvarianten am Marktplatz bzw. an der Juliuspromenade und verschiedenen Ratingwerten sowie ausgewählten Parametern des OFT für die hoch- und niedrigängstliche Stichprobe. Für die gefundenen Wegvarianten an der Juliuspromenade (Koellikerstraße vs. Barbarossaplatz) konnten signifikante Korrelationen mit dem ASI, $r_s = .38, p < .05$, und der Trait-Angst gefunden werden, $r_s = .38, p < .05$, ebenso ein signifikanter Zusammenhang mit dem MI Skala allein, $r_s = .33, p < .05$. Das bedeutete dass höhere Werte in den genannten Inventaren eher mit dem Umweg über die Koellikerstraße einhergingen. Keine signifikanten Korrelationen fanden sich hingegen mit dem Angstrating, dem Arousalrating und der State-Angst, ebenso nicht mit den Störungsinventaren oder den physiologischen Daten.

Bei den Wegvarianten am Marktplatz hingegen deutete keine Korrelation darauf hin, dass bei der nichtklinischen Stichprobe höhere aktuelle Angst oder höhere Trait-Angst oder Angstsensitivität eine bestimmte Wegvariante bedingte. Die bewusste Vermeidung von Menschenmassen stand auch nicht in signifikantem Zusammenhang mit der Vermeidung des Marktplatzes. Mit der durchschnittlichen und der maximalen Herzrate und der Wegvariante am Marktplatz fand sich ein marginal signifikanter Zusammenhang. Das lässt vermuten, dass Personen aus der hoch- bzw. niedrigängstlichen Gruppe, die den Marktplatz nicht überquerten,

höhere durchschnittliche Herzratenwerte für den gesamten Rückweg hatten. Es ergab sich dabei kein signifikanter Zusammenhang mit der Laufgeschwindigkeit.

Korrelationen von Wegvarianten und Parametern im Open-Field Test: Weder die Wegvarianten am Marktplatz noch die Wegvarianten Koellikerstraße vs. Barbarossaplatz standen bei den Hoch- und Niedriggängstlichen mit einem der Parameter aus dem Open-Field Test in signifikantem Zusammenhang

Tabelle 13: Korrelationen zwischen Wegvarianten und Ratings und Parametern des OFT für Hoch- und Niedriggängstliche

	Wegvarianten am Marktplatz	Wegvarianten ab Juliuspromenade
	<i>r, p</i>	<i>r, p</i>
Angstrating	-.04 <i>ns</i>	.07 <i>ns</i>
Arousalrating	-.13 <i>ns</i>	-.11 <i>ns</i>
Verm Menschenm.	.13 <i>ns</i>	.33*
Kürzeste Distanz	-.22 <i>ns</i>	-.48**
ASI	-.15 <i>ns</i>	.38*
State-Angst	-.27 <i>ns</i>	.20 <i>ns</i>
Trait-Angst	-.18 <i>ns</i>	.38*
BSQ	.05 <i>ns</i>	.27 <i>ns</i>
ACQ	-.15 <i>ns</i>	.13 <i>ns</i>
MI allein	-.02 <i>ns</i>	.33*
MI begleitet	-.01 <i>ns</i>	.24 <i>ns</i>
HR m	.36+	-.10 <i>ns</i>
HR max	.33+	-.16 <i>ns</i>
Lauftempo	-.21 <i>ns</i>	-.14 <i>ns</i>

Fortsetzung Tabelle 13

Gesamt-TH	.03 <i>ns</i>	-.02 <i>ns</i>
Streckenlänge TH	.01 <i>ns</i>	-.05 <i>ns</i>
Zeitanteil Mitte	.02 <i>ns</i>	.17 <i>ns</i>
Anzahl Eintritte	.07 <i>ns</i>	.07 <i>ns</i>

Anmerkung: ACQ = Agoraphobic Cognition Questionnaire; BSQ = Body Sensation Questionnaire; MI = Mobility Inventory in den Skalen „allein“ und „begleitet“ (jeweils deutsche Version, Ehlers et al. 1993). STAI-T = Trait form; STAI-S = State Form des State-Trait Anxiety Inventory (Laux, et al., 1981); PA = Positive affect scale, NA = Negative affect scale of PANAS (deutsche Version der Positive and Negative Affect Schedule; Krohne, et al., 1996). ASI = Anxiety Sensitivity Index (deutsche Version, Alpers & Pauli, 2001). Gesamt-TH = kumulierte Thigmotaxis, Streckenlänge-TH = durchschnittliche Länge thigmotaktischer Sequenzen. N = 37 (hoch- und niedriggängstliche). ** $p < .01$, * = $p < .05$, + < .10, *ns* = nicht signifikant. Angegeben sind Rang-Korrelationskoeffizienten nach Spearman.

3.4 Diskussion

Dies ist die erste Studie, die das natürliche Raum-Zeit-Verhalten von Agoraphobiepatienten bei Treffen auf einen Marktplatz mit einem GPS-Gerät erfasst hat. Die GPS-Tracks zeigen, dass Patienten den Marktplatz deutlich seltener überquerten als die Kontrollgruppe. Es konnte ein korrelativer Zusammenhang zwischen der Vermeidung des Marktplatzes und dem Explorationsverhalten im Open-Field Test bei Patienten und Kontrollgruppe hergestellt werden.

Hoch- und niedriggängstliche Probanden passierten in vergleichbarer Weise den Marktplatz. Die Ergebnisse deuten jedoch an, dass hochhängstliche an einem späteren Streckenpunkt unterschiedliche Wegvarianten wählten. Ängstlichkeit könnte dabei mit der automatischen Entscheidung für bekanntere Strecken in Verbindung stehen.

3.4.1 Agoraphobe Vermeidung und Ängstlichkeit in der Stadt

Die GPS-Technik als Assessment-Methode im realen Umfeld ist ein vielversprechender Ansatz. Studie II lieferte Hinweise darauf, dass sich agoraphobe Vermeidung anhand des Raum-Zeit-Verhaltens von Agoraphobiepatienten in einer städtischen Topographie messen lässt, wenn es mit den örtlichen Gegebenheiten in Verbindung gebracht wird. Es kann vermutet werden, dass sich im selteneren Überqueren des Marktplatzes bei den Patienten störungsspezifische Angst ausdrückt. Sie gaben stärker als die Kontrollgruppe an, dass ihnen die Vermeidung von Menschenmassen wichtig war, und sie gaben ein höheres Ausmaß an Angst im anschließenden Rating an. Zudem lag bei den Patienten wahrscheinlich Hypervigilanz in Form einer erhöhten Herzrate und im Arousalrating vor, die auf eine emotionale Aktivierung schließen lässt.

Die Aufzeichnung per GPS bietet eine höhere ökologische Validität und sie liefert mehr Information als herkömmliche Behavioral Avoidance Tests (BATs) im Feldversuch (Ebner et al., 2001; Mavissakalian & Hamann, 1986; De Beurs et al., 1991). BATs bestehen in der Regel aus einer Abfolge definierter Situationen, die ein Patient aufsuchen soll. Diese liefern jedoch keine Daten darüber, wie der spontane Entscheidungsprozess der Patienten dabei ist. In der vorliegenden Untersuchung ist es nun gelungen, abweichendes Raum-Zeit-Verhalten bei Agoraphobiepatienten festzustellen, dem wahrscheinlich ein anderer Entscheidungsprozess zugrunde lag als bei der Kontrollgruppe. Dieser Entscheidungsprozess bei der Navigation kann möglicherweise durch Angst beeinflusst sein. Interessanterweise konnte die Vermeidung des Marktplatzes mit den Parametern aus Studie I in Verbindung gebracht werden. Patienten, die den Marktplatz vermieden, zeigten auch mehr Thigmotaxis im Open-Field Test. Man kann sich also fragen, ob agoraphobe Vermeidung im Alltag ihre evolutionären Wurzeln in der Thigmotaxisstrategie hat.

Interessanterweise unterschieden sich hoch- und niedrigängstliche Probanden nicht in der Art wie sie den Marktplatz passierten. Ob dies an einer zu schwachen Aktivierung von Angst bei der nicht-pathologischen Gruppe lag oder ob andere Einflussfaktoren das Verhalten der Studenten

stärker bestimmt haben, muss ungeklärt bleiben. Für diese Gruppe wurde dennoch eine Besonderheit im Navigationsverhalten entdeckt, die interpretierenswert ist. Die aufgezeichneten Tracks deuteten an, dass hochängstliche Probanden möglicherweise automatisch Routen bevorzugten, die sie im Alltag wahrscheinlich oft gehen. Niedrigängstliche hingegen hielten sich an den erwarteten und typischeren Weg, den auch die Einheimischen aus der klinischen Stichprobe nutzten. Der korrelative Zusammenhang zwischen Trait-Angst und der Wahl der „sicheren“ Route, unterstützt diese Vermutung. Dieses Ergebnis müsste jedoch repliziert werden. Dennoch findet sich in der Literatur eine Erklärung für diese Beobachtung. In einer fMRI Studie konnte gezeigt werden, dass beim Folgen bekannter Routen andere Hirnregionen aktiv sind, als bei der Navigation durch eine komplexe Umgebung (Hartley et al., 2003). Die Autoren schlussfolgern, dass das Folgen einer bekannten Route der Funktion eines Autopiloten gleichkommt, so dass kognitive Ressourcen für andere Aufgaben bleiben. Dies könnte dann im Einklang mit der Beobachtung aus der vorliegenden Untersuchung stehen, wenn man annehmen würde, dass die hochängstlichen Probanden einen Teil ihrer kognitiven Kapazität für die Regulation ihrer Hypervigilanz benötigten. Inwieweit Ängstlichkeit als Mechanismus mitspielt, müsste in weiterführenden Studien geklärt werden.

3.4.2 Emotion und Navigation im realen Raum

Ob sich GPS-Tracking wirklich dafür eignet die Zusammenhänge von Emotion und Navigation im realen Raum systematisch zu untersuchen, kann mit den vorliegenden Daten noch nicht eindeutig beantwortet werden. GPS wurde bisher in der Psychologie noch kaum genutzt (Wolf & Jacobs, 2010). Untersuchungen, die den Zusammenhang zwischen Emotion und Navigation mit dieser Technik untersuchten, sind nicht bekannt. Bisherige Methoden zur Untersuchung von menschlicher Navigation waren zweidimensionale Aufgaben, zum Beispiel, indem Probanden sich bestimmte Landkarten einprägen und diese wieder abrufen müssen (McCarthy, Evans & Hodges, 1996). Über diese Methode wurde bereits der Einfluss von erhöhtem Arousal auf das

Lernen von Landmarken untersucht (Brunyè et al., 2009). Das allozentrische Referenzsystem, welches ebenfalls bei der Navigation eine Rolle spielt, wird jedoch nur ausreichend aktiviert, wenn sich eine Person auch im dreidimensionalen Raum befindet (Maguire, Burgess & O'Keefe, 1999). Das wäre ein klarer Vorteil der GPS-Messung. Diesen Vorteil bietet jedoch auch die virtuelle Realität (Kober, Kurzmann & Neuper, 2012; Chou, Weingarten, Madden, Song & Chen, 2012). Umgebungsvariablen können hier gezielt kontrolliert werden. Die virtuelle Realität liefert zahlreiche technische Lösungen, die Kontextfaktoren einer Situation maximal realistisch zu machen, so dass sie sich sogar für die Expositionstherapie bei Angststörungen, einschließlich der Panikstörung mit Agoraphobie eignet (Botella et al., 2007). Kritiker führen an, dass jedoch besonders Navigation aber die Integration von visueller Information und Bewegung des eigenen Körpers im Raum erfordere (Maguire et al., 1999; Riecke et al., 2010; Smith, 1997), was wiederum ein Vorteil der GPS-Messung im natürlichen Umfeld ist. Bei Agoraphobie und hoher Angstsensitivität scheint Feedback aus dem vestibulären und propriozeptiven System möglicherweise besonders wichtig und könnte physische Bewegung im Raum voraussetzen. Dennoch müsste die GPS-Technik noch stärker in der Psychologie eingesetzt werden, um beurteilen zu können, wie hoch ihr Nutzen besonders für die Grundlagenforschung ist.

3.4.3 Limitationen

Die stärkste Einschränkung der Studie ist sicher der explorative Charakter und die post-hoc Interpretation der unerwarteten Beobachtung bei der Analogstichprobe. Allerdings gibt es keine vergleichbaren Untersuchungen, die Befunde über natürliches Raum-Zeit-Verhalten von Agoraphobiepatienten und hochängstlichen Probanden liefern. So wurde der Marktplatz aufgrund der Ähnlichkeit zum Open-Field, des erhöhten Menschaufkommens und der Namensgebung der Störung (agorá = griechisch „der Marktplatz“) als agoraphobe Situation festgesetzt. Es wurde allerdings nicht überprüft, wie stark diese Situation wirklich angstrelevant für die Patienten war, und ob es andere Situationen unterwegs gegeben hat, die stärker verhaltensbestimmend gewesen

sein könnten. Die Korrelation zwischen dem Vermeidungsgrad des Marktplatzes anhand der Wegvariante mit dem Mobilitätsinventar (Skala allein) wurde marginal signifikant. Die anderen Störungsinventare sowie Angst- und Arousalrating standen nicht in Zusammenhang mit der Vermeidung des Marktplatzes. Angst- und Arousalrating bezogen sich jedoch auf den gesamten Rückweg und nicht nur auf den Marktplatz. Nicht interpretiert werden kann eine weitere Beobachtung, nach der sich eine geringe, aber ausgewogene Anzahl bei Patienten und Kontrollgruppe, sowie bei hoch- und niedrigängstlichen entlang der Domstraße bewegte, die ebenfalls eine hohe Fußgängerdichte aufweist. Dies lässt vermuten, dass verschiedene Faktoren an der Navigation durch eine dynamische Umgebung beteiligt sind.

Ein weiterer limitierender Faktor ist, dass wenig zusätzliche Information über die Umgebungsfaktoren erhoben wurde. So gab es keine Kontrolle darüber wie hoch der Fußgängerstrom zum jeweiligen Untersuchungszeitpunkt tatsächlich war, und welche zufälligen Ereignisse die Probanden unterwegs beeinflusst haben könnten. Bei der Planung von Studie II wurde darauf geachtet, diese so ökonomisch wie möglich zu halten, um die Teilnehmer nicht zu sehr zu beanspruchen. Es ist zu bedenken, dass unmittelbar davor Studie I stattfand, die bis dahin über zwei Stunden dauerte. Die Kombination beider Untersuchungen hatte den Vorteil, dass das Raum-Zeit-Verhalten in der Stadt mit dem im Open-Field Test in Bezug gesetzt werden konnte. Auch war es kaum möglich, für beide Untersuchungen separat eine ausreichende Anzahl an Agoraphobepatienten zu gewinnen. In der Kombination beider Studien liegt jedoch auch ein klarer Nachteil. Es ist stark davon auszugehen, dass die Agoraphobepatienten und hochängstlichen Probanden zum Beginn von Studie II bereits an die Testsituation habituiert hatten. Eine Permutation der Reihenfolge wurde nicht vorgenommen, da die Bedingungen vor dem Open-Field Test für alle Teilnehmer identisch sein sollten.

3.4.4 Schlussfolgerung

Die Untersuchung zeigte, dass sich die GPS-Messung als ambulatorisches Assessment für Fragestellungen der klinischen Psychologie eignet. Sie lieferte darüber hinaus Hinweise, dass Angst und Ängstlichkeit sich auf die Entscheidung für eine bestimmte Wegvariante auswirken könnten. Um gezielte Fragestellungen zu untersuchen, sollten allerdings zusätzliche Umgebungsfaktoren erhoben werden. Zukünftige Forschung könnte die internalen und externalen Faktoren bei der Entscheidungsfindung während der Navigation genauer untersuchen und übergreifende Gemeinsamkeiten im Raum-Zeit-Verhalten von Agoraphobepatienten und von Personen mit hoher Ängstlichkeit beim Navigieren durch Städte identifizieren.

4. Abschließende Diskussion

Die vorliegende Dissertation hatte das Ziel, Angstverhalten bei der Panikstörung mit Agoraphobie zu erforschen. In einer realen Verwirklichung des Open-Field Tests konnte bei Agoraphobepatienten und hochängstlichen gesunden Personen anhand ihres Raum-Zeit-Verhaltens Thigmotaxis nachgewiesen werden. Diese Bewegungstendenz entlang des Randes ist im Tiermodell ein Verhaltensparameter, der extraterritoriale Angst ausdrückt (Blanchard et al., 2001; Prut & Belzung, 2003; Treit & Fundytus, 1988). Somit zeigte Studie I, dass Angstverhalten mit ethologischer Bedeutung bei Menschen eindeutig messbar ist. Darüber hinaus konnte mit dem Open-Field Test ein aus der Tierforschung bekanntes ethoexperimentelles Paradigma auf den Menschen übertragen werden. Thigmotaxis wird bei Agoraphobepatienten und Menschen mit hoher Angstsensitivität während der Exploration eines ungefährlichen freien Feldes automatisch aktiviert, weniger stark aber bei Kontrollpersonen und niedrigängstlichen Teilnehmern. Dies spricht für eine gemeinsame Prädisposition zu Sicherheitsverhalten bei pathologischer Angst und hoher Ängstlichkeit. Die Bedeutung solcher gemeinsamer Verhaltensdispositionen kann im Hinblick auf ein Endophänotypenmodell für Angststörungen diskutiert werden. Dass gerade in einer extraterritorialen Situation ethologisch adaptives Verhalten gezeigt wird, lässt auf eine starke evolutionäre Verankerung von Thigmotaxis schließen.

Die anschließende Messung des spontanen Raum-Zeit-Verhaltens in einer Alltagstopographie lieferte Unterschiede in den Wegen der Agoraphobepatienten und hochängstlichen Personen im Vergleich zur Kontrollgruppe und niedrigängstlichen Personen. Diese Unterschiede legen einen Einfluss von Angst auf die Navigation im natürlichen Umfeld nahe.

4.1 Angstverhalten im ethoexperimentellen Ansatz

Das erste Ziel war, menschliches Angstverhalten in einem theoretisch fundierten Parameter messbar zu machen und so dem Bedarf an systematischer Untersuchung der Verhaltensebene bei

Angststörungen zu begegnen. Dieser Versuch wurde bisher kaum unternommen, da Sicherheitsverhalten bei der Panikstörung mit Agoraphobie sehr komplex ist (Rachman, 1984). Angstverhalten unter der Betrachtung seiner ethologischen Funktion ist eindeutig interpretierbar, aber experimentell nicht ethisch unbedenklich zu induzieren (Blanchard & Blanchard, 2003). Diese Schwierigkeit wurde in der vorliegenden Arbeit dadurch gelöst, dass ein im Tiermodell bekanntes Paradigma, der Open-Field Test, auf Patienten mit der Diagnose Panikstörung mit Agoraphobie und gesunde Personen mit hoher Ängstlichkeit übertragen wurde. Das spontane Raum-Zeit-Verhalten während der freien Exploration eines Fußballplatzes wurde mit einem GPS-Gerät aufgezeichnet. Die vorliegende Untersuchung ist der erste Versuch, Raum-Zeit-Verhalten von Menschen mit unterschiedlicher Ausprägung von Angst in einem realen Open-Field Test zu untersuchen. Die direkte Übertragbarkeit von Tiermodellen auf den Menschen wird selten überprüft, da Tiermodelle hauptsächlich dazu da sind, solche Fragestellungen zu klären, die am Menschen nicht experimentell umgesetzt werden können (Kaplan, 1998). In der vorliegenden Arbeit ist dies mit dem Open-Field Test für räumliches Angstverhalten gelungen.

Es konnte gezeigt werden, dass Agoraphobiepatienten und hochängstliche gesunde Probanden auf einem realen Open-Field räumliche Bewegungspfade zeigen, die denen von anderen Spezies gleichen. Ihre zurückgelegten Wege ließen ein wiederkehrendes Muster entlang des Randes erkennen, was bei der Kontrollgruppe und bei niedrigängstlichen Probanden weniger der Fall war. Thigmotaxis zeigen unterschiedlichste Tiere im Open-Field Test (Besson & Martin, 2005; Lipkind et al., 2004; Simon et al., 1994; Schnörr et al., 2011; Treit & Fundytus, 1988). In der vorliegenden Untersuchung konnte es nun erstmals bei Agoraphobiepatienten als reales Raum-Zeit-Verhalten nachgewiesen werden. Dies zeigt, dass der Open-Field Test ein äußerst robustes Paradigma gegenüber Variationen ist, so dass er sogar menschliches Angstverhalten abbilden kann. Während Walsh & Cummings (1976) in der Variierbarkeit eine mangelnde Konstruktvalidität sehen, stellt Eilam (2003) eher die Stärke und Robustheit der gemessenen Verhaltensparameter heraus. Dazu passen die Befunde aus der vorliegenden Untersuchung. Allein durch

Exposition in eine geeignete Open-Field-Situation, trat Thigmotaxis als spontanes Explorationsmuster bei Agoraphobiepatienten und hochhängstlichen Personen auf. Die zweimalige Durchführung der Studie an Populationen mit unterschiedlicher Angststärke unterstreicht die Reliabilität der Messung im Open-Field Test und die Validität von Thigmotaxis als Angstverhalten.

Es gibt bereits Untersuchungen, die Thigmotaxis bei Menschen identifizierten, allerdings nicht im Feldversuch (Kallai et al., 2005; 2007). Während dieses Verhalten zunächst als Suchstrategie interpretiert wurde, konnten die Autoren Korrelationen zwischen Thigmotaxis in einer virtuellen Aufgabe und phobischer Vermeidung, die über Fragebogen erfasst wurde, nicht aber mit genereller Ängstlichkeit nachweisen. Dies ist in der vorliegenden Arbeit ebenfalls gelungen. Nicht nur pathologischer Angst sondern auch hohe Trait-Angst stand in signifikanten Zusammenhang mit tatsächlicher Vermeidung der Mitte des freien Feldes. Besonders beachtenswert ist dieser Befund, da hohe Ängstlichkeit als Trait auch im Tiermodell untersucht wird und mit verringerter Exploration einhergeht (Henninger, 2000; Liebsch, 1998; Ohl, 2003).

Dass in der vorliegenden Untersuchung wirklich die Nähe zum Rand das Verhalten moduliert haben könnte, zeigt die Beobachtung, dass Patienten und hochhängstliche Personen nicht in der Nähe zur Versuchsleiterin oder zum Ausgang nach Sicherheit gesucht haben. Durch die Analyse verschiedener räumlicher Parameter konnte eine möglichst große methodische Nähe zum Tiermodell erreicht werden (Carola et al. 2002; Choleris, et al., 2001; Lipkind et al., 2004). Dabei bestätigten alle untersuchten Parameter, dass im Open-Field Test bei Menschen klar messbares und sinnvoll interpretierbares Angstverhalten abgebildet werden kann. Interessanterweise lieferten stärker strukturierte Aufgaben wie die Navigation zu einem gegenüberliegenden Ziel oder das Einschätzen der Mitte keine bedeutsame Information, woraus geschlossen werden könnte, dass prädisponiertes Verhalten bei klarer Aufgabenstellung unterdrückt oder überlagert wird.

Angstverhalten lässt sich also bei Menschen systematisch untersuchen, wenn man auf Verhaltensweisen mit eindeutig ethologischer Funktion fokussiert und Paradigmen erschafft, in denen dieses Verhalten automatisch ausgelöst wird. Das eindeutig nachgewiesene Angstverhalten

bei Agoraphobiepatienten und hochhängstlichen Probanden kann im Weiteren hinsichtlich seiner Bedeutung bei der Pathologie von Angststörungen interpretiert werden.

4.2 Agoraphobie und extraterriotriales Angstverhalten

Welche Bedeutsamkeit haben die Ergebnisse nun für ein genaueres Verständnis des Angstverhaltens bei der Panikstörung mit Agoraphobie? Thigmotaxis als spontan auftretende räumliche Verhaltensstrategie bei Agoraphobiepatienten und hochhängstlichen Personen in einer ungefährlichen Situation spricht für eine Disposition zu Sicherheitsverhalten für beide Gruppen. Dies steht im Einklang mit der Emotionstheorie von Lang (Lang et al., 1997; 1998), der Emotionen als Handlungsdispositionen sieht, die adaptives Verhalten ermöglichen. Der Aufenthalt im Open-Field wäre somit eine Situation, in der man mit erhöhter Wahrscheinlichkeit auf einen Gefahrenreiz treffen könnte. Möglicherweise haben die Agoraphobiepatienten das Eintreten einer Panikattacke antizipiert, so dass Sicherheitsverhalten bereits gebahnt wurde. Dafür spricht die erhöhte Vigilanz in Form von körperlicher Erregung, die sich sowohl in der Herzrate der Patienten als auch im Arousalrating fand. Dies korrespondiert auch mit der erweiterten Konditionierungstheorie (Bouton et al., 2001), nach der Hypervigilanz und erhöhte Aufmerksamkeit für Körpersymptome eine Panikattacke wahrscheinlicher machen. Bei den Patienten kann aber nicht klar zwischen Furcht und Angst getrennt werden. Als Erklärung für Ersteres könnte eine leere Fläche bei manchen Agoraphobiepatienten auch eine phobische Reaktion auslösen und bewusst vermieden werden. Erstaunlicherweise waren die Werte der Patienten im Angstrating nicht sehr hoch, so dass eine Furchtreaktion als Erklärung für die gefundenen Unterschiede zur Kontrollgruppe nicht ausreicht. Aufschluss können die Befunde aus der Untersuchung bei gesunden Probanden mit hoher Angstsensitivität geben. Hier fand sich eine deutliche Dissoziation der Ebenen. Hochhängstliche unterschieden sich in ihrer Herzrate und in ihrer kognitiv-verbale Einschätzung überhaupt nicht von niedrighängstlichen Probanden. Dennoch richteten sie ihr Raum-Zeit-Verhalten stärker am Rand entlang aus. Dies spricht dafür, dass

bereits habituelle Ängstlichkeit mit einer Verhaltensdisposition in Richtung Sicherheit einhergeht und dafür keine Aktivierung von Furcht notwendig ist. Für die Erforschung der Mechanismen bei der Exposition könnte das folgende Bedeutung haben. In gängigen Erklärungsmodellen zu Panikstörung mit Agoraphobie wurde das Angstverhalten bisher noch zu stark unter dysfunktionalen Aspekten und operanten Verstärkungsmechanismen betrachtet, die es abzubauen gilt (Craske et al., 2008; Helbig & Petermann, 2010). Die vorliegenden Befunde legen eine Disposition für automatisches Verhalten nahe, welches zudem noch ethologisch funktional ist. Dies hätte dann nicht mehr nur die Funktion einer negativen Verstärkung im Sinne von Mowrer (1960). Es ermöglicht vielleicht auch, eine bedrohliche Situation besser zu überstehen und somit erfolgreich aus ihr hervor zu gehen.

Noch genauer zu klären bleibt die Frage, ob die unbegleitete Anwesenheit auf einer freien Fläche mit entsprechender Größe wirklich als „archaische Situation“ betrachtet werden kann und extraterritoriale Angst auslöst. Eine Anschlussuntersuchung bei der Analogstichprobe konnte Hinweise zur Beantwortung dieser Frage liefern (Schulz, Walz & Gahr, unveröffentlicht). Bei einer Startle-Messung in der Mitte des Feldes unter stärker angstausslösenden Bedingungen (Symptomprovokation, totale Abwesenheit des Versuchsleiters) zeigte sich bei niedrigängstlichen Probanden im Vergleich zur Baseline im Labor eine Startlepotenzierung. Zusammen mit der stärkeren Explorationsneigung der niedrigängstlichen Teilnehmer kann diese erhöhte Reaktionsbereitschaft als adaptive Anpassung in der extraterritorialen Umgebung interpretiert werden. Dies hingegen scheint bei hochängstlichen Probanden nicht so vorzuliegen. Sie behielten die bereits im Labor potenzierte Startlereaktion in der Mitte des Feldes bei, nahmen ihre körperliche Erregung aber stärker wahr als im Labor. Auch gaben sie ein gewisses Ausmaß an kognitiver Ablenkung an, um die als unangenehm bewertete Situation in der Mitte besser aushalten zu können. Die Befunde der Anschlussuntersuchung sprechen für die Bedeutsamkeit einer freien Fläche, nicht nur der Testsituation selbst, die bei Menschen auch zu einer erhöhten Vigilanz führen kann. Dies legt nahe, dass das Konzept „extraterritoriale Angst“ bei Menschen

auch zutreffen ist. Pathologisch ist es dann, wenn Personen nicht mehr zwischen gefährlichen und ungefährlichen Situationen differenzieren können, und ihre Fähigkeit, dies durch Exploration zu überprüfen, zu stark gehemmt ist.

Zukünftige Forschung sollte auch die Frage klären, durch welche neuronalen Mechanismen Thigmotaxis vermittelt wird. Man kann eine Beteiligung des vestibulären Systems vermuten, das für Orientierung und Propriozeption zuständig ist. Dysfunktionen im vestibulären System werden für die bei der Panikstörung mit Agoraphobie häufig beklagten Schwindelsymptome diskutiert (Furman & Jacob, 2001). Im Tiermodell wird nach Deafferentation der Vestibulär-Organen ein Verlust von Thigmotaxis festgestellt. Bei Menschen wurde dies noch nicht untersucht, aber es gibt Hinweise, dass ein Ausfall der vestibulären Funktion zu einer Hippocampus-Atrophie führt (Brandt et al., 2005). Der Hippocampus wiederum hat eine Funktion bei der Kontextkonditionierung (Bannerman et al., 2004; Gray & McNaughton, 2003) und beim Anlegen von mentalen Karten (Manns et al., 2003). Es scheint also eine Verbindung zwischen dem vestibulären System, der Orientierung und der räumlichen Gedächtnisbildung zu geben. Wie Angst und Ängstlichkeit damit in Verbindung stehen, muss noch geklärt werden. Man könnte aber schlussfolgern, dass bei antizipierter Gefahr in einer räumlichen Situation eine verstärkte Orientierung an globalen Strukturen zur besseren Einspeicherung der Situation verhilft, um in Zukunft besser darauf vorbereitet zu sein.

4.3 Navigation in der Stadt

Studie II zeigte, dass sich GPS-Tracking dafür eignet, das Raum-Zeit-Verhalten von Agoraphobiepatienten im natürlichen Umfeld zu erfassen und im Hinblick auf störungsspezifische Vermeidung zu interpretieren. Damit reiht sich die Untersuchung unter die ersten Studien ein, die GPS als Methode in der klinischen Psychologie einsetzen. Soll die Fragestellung jedoch über ein reines Assessment hinausgehen, bleibt eine Voraussetzung, vorher Hypothesen über die

Vermeidung bestimmte Orte in der Stadt zu generieren. Problematisch dabei ist, dass man für eine Erhöhung der Objektivität auch die Umweltfaktoren der Stadt untersuchen müsste, was methodisch aufwändig wäre. In der vorliegenden Untersuchung wurde der Marktplatz a priori als agoraphobe Situation festgesetzt. Einerseits wegen seiner Ähnlichkeit zum Open-Field, andererseits wegen der Namensgebung der Störung (agorá = griechisch „der Marktplatz“) und zuletzt, da man ihn auf dem Weg zum vorgegebenen Ziel passieren musste. Es konnte tatsächlich nachgewiesen werden, dass Agoraphobepatienten den Marktplatz signifikant seltener überquerten als die Kontrollgruppe. Wie stark dies störungsspezifisch ist, muss vorerst Spekulation bleiben. Bemerkenswert ist jedoch, dass diejenigen Patienten, die den Marktplatz vermieden, auch im Open-Field Test eine stärkere Vermeidung zeigten.

Der Befund, dass sich Hoch- und Niedriggängliche in ihrer Wegvariante beim Marktplatz nicht unterschieden, verdeutlicht wie viele unbekannte Faktoren das Verhalten in einer Feldstudie beeinflussen (Robson, 2002). Der weitere Streckenverlauf von hoch- und niedriggänglichen Probanden deutete jedoch an, dass Ängstlichkeit zur Orientierung an bekannteren Routen motivieren könnte, oder aber komplexere Navigation hemmt. Diese Beobachtung systematischer zu untersuchen und zu replizieren wäre vielversprechend, gerade weil man unterschiedliche neuronale Strukturen für die Navigation entlang häufig genutzter vs. unbekannter Routen identifizieren konnte (Hartley et al., 2003). Wie die Prozesse von Angst oder Ängstlichkeit und Navigation in komplexer Umgebung genau zusammenhängen, müsste noch genauer untersucht werden. Ob die Umsetzung solcher Fragestellungen im realen Raum per GPS-Tracking besser als in der virtuellen Realität erfolgen kann, fordert weitere Studien als Diskussionsgrundlage.

5. Bedeutsamkeit und Ausblick

Was bedeuten die Ergebnisse nun für die Behandlung der Panikstörung mit Agoraphobie? Diese Frage kann mit den vorliegenden Daten noch nicht ausreichend beantwortet werden. Sicherheitsverhalten, das aus Ängstlichkeit oder Erwartungsangst heraus motiviert ist, sollte jedoch stärker zusammen mit dem Patienten im Hinblick auf seine Funktion hinterfragt werden. Manche Verhaltensweisen könnten im Sinne einer Vorbereitung auf Gefahr verstanden werden und durchaus helfen, besser auf die Bedrohung zu reagieren. Dass Flucht aus der Situation bei akuter Angstreaktion während der Exposition weiterhin unterbunden werden muss, um an die Furcht zu habituieren, bleibt unbestritten (Foa & Kozak, 1986). Patienten müssen lernen, dass sie die Angstreaktion unbeschadet überstehen. Zum Abbau von Angstverhalten könnte aber auch der Aufbau einer stärkeren und adaptiven Explorationsneigung sinnvoll sein, was dann auch mit der Erweiterung von funktionalen Kompetenzen im Umgang mit Gefahr einhergehen sollte. Dies würde sicher zu einer Stärkung der Selbstwirksamkeit führen. Sicher wäre es lohnenswert, noch andere Verhaltensweisen unter ethologischer Perspektive zu erforschen, um schließlich Ursache und Wirkung solcher Verhaltensweisen bei Menschen besser zu verstehen. Besonders sollte man noch stärker die neuronalen Mechanismen erforschen, die ethologischem Verhalten zugrunde liegen.

Zuletzt bleibt die übergeordnete Bedeutung von Orientierung und Emotion eine Fragestellung, die weiter verfolgt werden sollte. Die Anforderungen an Orientierung und Navigation werden zunehmend komplexer und hohe Mobilität wird vom modernen Menschen gefordert. Man könnte die Fragestellung zuletzt auch andersherum stellen: Wie wird die Emotionalität von Personen beeinflusst, die Tag für Tag weite Strecken in hoher Geschwindigkeit zurücklegen und denen die Exploration durch Navigationsgeräte und Handys weitgehend abgenommen wird? Aber das ist ein weites Feld.

6. Literaturverzeichnis

- Agras, W. S., Sylvester, D., & Oliveau, D. (1969). The epidemiology of common fears and phobias. *Comprehensive Psychiatry, 10*, 151-156.
- Alcock, J. (2009). *Animal Behavior: An Evolutionary Approach*. (9th Ed). Sunderland, MA: Sinauer Associates.
- Alpers G. W. (2009). Ambulatory assessment in panic disorder and specific phobia. *Psychological Assessment, 21*, 476-485.
- Alpers, G. W., Abelson, J. L., Wilhelm, F. H., & Roth, W. T. (2003). Salivary cortisol response during exposure treatment in driving phobics. *Psychosomatic Medicine, 65*, 679-687.
- Alpers, G. W. & Pauli, P. (2001). Angst-Sensitivitäts-Index (ASI). *Unpublished manuscript*.
- APA. (1994). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (4th ed.). Washington, D.C.: Author.
- Archer, J. (1979). Behavioural aspects of fear. In W. Sluckin (Ed.), *Fear in animals and man* (pp. 56-85). New York: Van Nostrand Reinhold.
- Arrindell, W. A. (1993). The fear of fear concept: Evidence in favor of multidimensionality. *Behaviour Research and Therapy, 31*, 5–18.
- Bannerman, D. M., Rawlins, J. N. P., McHugh, S. B., Deacon, R. M. J., Yee, B. K., Bast, T., et al. (2004). Regional dissociations within the hippocampus – memory and anxiety. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 28*(3), 273-283.
- Beck, A. T., Emery, G., & Greenberg, R. L. (1985). *Anxiety Disorders and Phobias: A Cognitive Perspective*. New York: Basic Books.

- Belzung, C. & Griebel, G. (2001). Measuring normal and pathological anxiety-like behaviour in mice: a review. *Behavioural Brain Research*, *125*, 141-149.
- Bender, R. & Lange, S. (2001). Adjusting for testing – when and how? *Journal of Clinical Epidemiology*, *54*, 343-349.
- Benjamini, Y., Lipkind, D., Horev, G., Fonio, E., Kafkafi, N., & Golani, I. (2010). Ten ways to improve the quality of descriptions of whole-animal movement. *Neuroscience & Behavioral Reviews*, *34*, 1351-1365.
- Besson, M. & Martin, J. R. (2004). Centrophobism/thigmotaxis, a new role for the mushroom bodies in *Drosophila*. *Journal of neurobiology*, *62*(3), 386-396.
- Bienvenu, O. J., Wuyek, L. A., & Stein, M. B. (2010). Anxiety disorders diagnosis: some history and controversies. *Behavioral Neurobiology of Anxiety and Its Treatment*, 3-19.
- Blanchard, D. C. & Blanchard, R. J. (1988). Ethoexperimental approaches to the biology of emotion. *Annual Review of Psychology*, *39*, 43-68.
- Blanchard, R. J. & Blanchard, D. C. (1989). Antipredator defensive behaviors in a visible burrow system. *Journal of Comparative Psychology*, *103*, 70–82.
- Blanchard, R. J. & Blanchard, D. C. (1990). An ethoexperimental analysis of defense, fear and anxiety. In N. McNaughton & G. Andrews (Eds.), *Anxiety*, (pp. 124-133). Otago University Press, Dunedin.
- Blanchard, C. D., Griebel, G., & Blanchard, R.J. (2001). Mouse defensive behaviors: Pharmacological and behavioral assays for anxiety and panic. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, *25*, 205-218.

- Blanchard, C. D., Gabriel, G., & Blanchard, R.J. (2003). Mouse defense test battery: pharmacological and behavioral assays for anxiety. *European Journal of Pharmacology*, *463*, 97-116.
- Bornstein, I. N., Semendjajew, K. A., Musiol, G., & Mühlig, H. (2008). *Taschenbuch der Mathematik*. 7. Auflage, Verlag Harri Deutsch.
- Botella, C., García-Palacios, A., Villa, H., Baños, R. M., Quero, S., Alcañiz, M., et al. (2007). Virtual reality exposure in the treatment of panic disorder and agoraphobia: A controlled study. *Clinical Psychology & Psychotherapy*, *14*(3), 164-175.
- Bouton, M. E., Mineka, S. & Barlow, D. H. (2001). A modern learning theory perspective on the etiology of panic disorder. *Psychological Review*, *108*(1), 4-32.
- Brandt, T., Schautzer, F., Hamilton, D.A., Bruning, R., Markowitsch, H.J., Kalla, R., et al. (2005). Vestibular loss causes hippocampal atrophy and impaired spatial memory in humans. *Brain*, *128*, 2732-2741.
- Brenes Sáenz, J. C., Villagra, O. R., & Fornaguera Trías, J. (2006). Factor analysis of forced swimming test, sucrose preference test and open field test on enriched, social and isolated reared rats. *Behavioural brain research*, *169*(1), 57-65.
- Bramstedt, F. (1935). Dressurversuche mit *Paramecium Caudatum* und *Stylonychii Mytilus*. *Journal of Comparative Physiology A: Neuroethology, Sensory, Neural, and Behavioral Physiology*, *22*, 490-516.
- Brunyé, T. T., Mahoney, C. R., Augustyn, J. S., & Taylor, H. A. (2009). Emotional state and local versus global spatial memory. *Acta Psychologica*, *130*, 138-146.

- Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (BKG) (2012). Koordinatentransformation [Web-Anwendung]. Online im Internet: URL: http://www.gdz.bkg.bund.de/web_koordtrans/-start.html (Stand 03.12.2012).
- Candland, D. K., & Nagy, Z. M. (1969). The open field: Some phylogenetic data. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 159, 831-851.
- Carola, V., D'Olimpio, F., Brunamonti, E., Mangia, F., & Renzi, P. (2002). Evaluation of the elevated plus-maze and open-field tests for the assessment of anxiety-related behaviour in inbred mice. *Behavioural Brain Research*, 134, 49-57.
- Chambless, D. L., Caputo, G. C., Bright, P., & Gallagher, R. (1984). Assessment of fear of fear in agoraphobics: The Body Sensations Questionnaire and the Agoraphobic Cognitions Questionnaire. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 52, 1090-1097.
- Chambless, D. L., Caputo, G. C., Jasin, S. E., Gracely, E. J., & Williams, C. (1985). The Mobility Inventory for Agoraphobia. *Behaviour Research and Therapy*, 23, 35-44.
- Chambless, D. L. & Gillis, M. M. (1993). Cognitive Therapy of Anxiety Disorders. *Journal of Consulting and Clinical Psychology*, 61(2), 248-260.
- Choleris, E., Thomas, A. W., Kavaliers, M., & Prato, F. S. (2001). A detailed ethological analysis of the mouse open field test: effects of diazepam, chlordiazepoxide and an extremely low frequency pulsed magnetic field. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews*, 25, 235-260.
- Chou, Y. H., Weingarten, C. P., Madden, D. J., Song, A. W., & Chen, N. K. (2012). Applications of Virtual Reality Technology in Brain Imaging Studies. <http://dx.doi.org/10.5772/48445>
- Clark, D. M. (1988). A cognitive model of panic attacks. In S. Rachman & J. D. Maser (Hrsg.), *Panic: Psychological perspectives* (S. 71-89). Hillsdale, NJ: Erlbaum.

- Clark, D. M. (1994). Cognitive therapy for panic disorder. In B. E. Wolfe & J. D. Maser (Hrsg.), *Treatment of panic disorder: A consensus development conference* (S. 121-132). Washington, DC: American Psychiatric Association.
- Craske, M. G., Kircanski, K., Zelikowsky, M., Mystkowski, J., Chowdhury, N., & Baker, A. (2008). Optimizing inhibitory learning during exposure therapy. *Behaviour Research and Therapy*, *46*, 5-27.
- DeBeurs, E., Lange, A., Van Dyck, R., Blonk, R., & Koele, P. (1991). Behavioral assessment of avoidance in agoraphobia. *Psychopathology and behavioral assessment*, *13*, 285-300.
- Denenberg, V. H. (2006). Open-Field-Behavior in the rat: What does it mean? *Annals of the New York Academy of Sciences*, *159*, 852-859.
- Dvorkin, A., Szechtman, H., & Golani, I. (2010). Knots: Attractive places with high path tortuosity in mouse open field exploration. *PLoS Computational Biology*, *6*.
- Ebner, U. W., Wilmers, F. & Angenendt, J. (2001). The psychophysiology of exposure therapy – a pilot therapy study with patients suffering from panic disorder and agoraphobia. *Verhaltenstherapie*, *11*, 6-13.
- Eilam, D. (2003). Open-field behavior withstands drastic changes in arena size. *Behavioural Brain Research*, *142*, 53-62.
- Ehlers, A. & Margraf, J. (2001). AKV-Fragebogen zu körperbezogenen Ängsten, Kognitionen und Vermeidung (2 ed.). Göttingen: Beltz Test GmbH.
- Emmelkamp, P. M. G. (1994). Behavior therapy with adults. In A. E. Bergin & S. L. Garfield (Hrsg.), *Handbook of psychotherapy and behavior change* (4. Aufl., S. 379-427). Oxford, England: John Wiley & Sons.

- Elgethun, K., Fenske, R. A., Yost, M. G., & Palcisko, G. J. (2003). Timelocation analysis for exposure assessment studies of children using a novel global positioning system instrument. *Environmental Health Perspectives, 111*, 115-122.
- Fanselow, M. S. (2000). Contextual fear, gestalt memories, and the hippocampus. *Behavioural brain research, 110*(1), 73-81.
- Fjortoft, I., Löfmann, O., & Thoren, K. H. (2010). Schoolyard physical activity in 14-year-old adolescents assessed by mobile GPS and heart rate monitoring analysed by GIS. *Scandinavian Journal of Public Health, 38*, 28-37.
- Foa, E. B. & Kozak, M. J. (1986). Emotional processing of fear: Exposure to corrective information. *Psychological Bulletin, 99*(1), 20-35.
- Furman, J. M. & Jacob, R. G. (2001). A clinical taxonomy of dizziness and anxiety in the otoneurological setting. *Journal of Anxiety Disorders, 15*(1-2), 9-26.
- Goddard, M., Zheng, Y., Darlington, C. L., & Smith, P. F. (2008). Locomotor and exploratory behavior in the rat following bilateral vestibular deafferentation. *Behavioral neuroscience, 122*, 448-459.
- Goodchild, M. F., Anselin, L., Appelbaum, R. P., & Harthorn, B. (2000). Toward spatially integrated social science. *International Regional Science Review, 23*, 139-159.
- Goodwin, R. D., Faravelli, C., Rosi, S., Cosci, F., Truglia, E., de Graaf, R., et al. (2005). The epidemiology of panic disorder and agoraphobia in Europe. *European Neuropsychopharmacology, 15*(4), 435-443.
- Google Inc. (2012). Google Earth™-Kartenservice. Version 6.0, [Software]. Online im Internet: URL: <http://www.google-earth.com> (Stand 03.12.2012).

- Google Inc. (2012). Google Maps and Google Earth content rules & guidelines. Online im Internet: URL: <http://www.support.google.com/maps> (Stand 03.12.2012).
- Gratacòs, M., Nadal, M., Martín-Santos, R., Pujana, M. A., Gago, J., Peral, B., et al. (2001). A polymorphic genomic duplication on human chromosome 15 is a susceptibility factor for panic and phobic disorders. *Cell*, *106*(3), 367-379.
- Grawe, K., Donati, R., & Bernauer, F. (Hrsg.). (1994). *Psychotherapie im Wandel - von der Konfession zur Profession*. Göttingen: Hogrefe.
- Gray, J. A. & McNaughton, N. (2003). *The neuropsychology of anxiety: An enquiry into the functions of the septo-hippocampal system* (No. 33). Oxford University Press, USA.
- Hall, C. S. (1934). Emotional behavior in the rat: Defecation and urination as measures of individual differences in emotionality. *Journal of Comparative Psychology*, *18*, 385-403.
- Hartley, T., Maguire, E. A., Spiers, H. J., & Burgess, N. (2003). The well-worn route and the path less traveled: distinct neural bases of route following and wayfinding in humans. *Neuron*, *37*(5), 877-888.
- Hedley, L. M., & Hoffart, A. (2001). Agoraphobia without a history of panic disorder. *Clinical Psychology and Psychotherapy*, *8*, 436-443.
- Helbig, S., Lang, T., Swendsen, J., Hoyer, J., & Wittchen, H.-U. (2009). Implementierung, Akzeptanz und Informationsgehalt eines Ecological Momentary Assessment (MA)-Ansatzes bei Patienten mit Panikstörung und Agoraphobie. *Zeitschrift für Klinische Psychologie und Psychotherapie*, *38*, 108-117.
- Helbig-Lang, S. & Petermann, F. (2010). Tolerate or eliminate? A systematic review on the effects of safety behavior across anxiety disorders. *Clinical Psychology: Science and Practice*, *17*, 218-233.

- Helmert, F. R. (1924). *Die Ausgleichsrechnung nach der Method der kleinsten Quadrate: Mit Anwendungen auf die Geodäsie, Physik und die Theorie der Messinstrumente*. Teubner. Leipzig
- Henniger, M. S., Ohl, F., Hölter, S. M., Weißenbacher, P., Toschi, N., Lörcher, P., et al. (2000). Unconditioned anxiety and social behaviour in two rat lines selectively bred for high and low anxiety-related behaviour. *Behavioural brain research*, *111*(1), 153-163.
- Van den Hout, M. A. et al. (1990). Aversive events in agoraphobic and non-agoraphobic places: Some indications of prepared responding. *Unpublished manuscript*.
- Iwatsuki, K. & T. Hirano. 1996. An increase in the influx of calcium ions into cilia induces thigmotaxis in *Paramecium caudatum*. *Cellular and Molecular Life Sciences*, *52*, 831-833.
- Jacob, R. G., Moller, M. B., Turner, S. M., & Wall, C. (1985). Otoneurological examination in panic disorder and agoraphobia with panic attacks: a pilot study. *American Journal of Psychiatry*, *142*, 715-720.
- Kalisch, R., Schubert, M., Jacob, W., Keßler, M. S., Hemauer, R., Wigger, A., et al. (2005). Anxiety and hippocampus volume in the rat. *Neuropsychopharmacology*, *31*(5), 925-932.
- Kallai, J., Makany, T., Kazmer, K., & Jacobs, W.J. (2005). Spatial orientation strategies in morris-type water task for humans. *Behavioural Brain Research*, *159*, 187-196.
- Kallai, J. et al. (2007). Cognitive and affective Aspects of thigmotaxis strategy in humans. *Behavioral Neuroscience*, *121*, 21-30.
- Kallai, J., Karádi, K., Bereczkei, T., Rózsa, S., Jacobs, W. J., & Nadel, L. (2007). Spatial exploration in an extended labyrinth in patients with panic disorder and agoraphobia. *Psychiatry Research*, *149*, 223-230.

- Kallai, J., Kazmer, K., & Feldmann, A. (2009). Anxiety-dependent spatial navigation strategies in virtual and real spaces. *Cognitive Processing, 10*, 229-232.
- Kantor, J. S., Zitrin, C. M., & Zeldis, S. M. (1980). Mitral valve prolapse syndrome in agoraphobic patients. *American Journal of Psychiatry, 137*, 467-469.
- Kaplan, A. (1998). *The conduct of inquiry: Methodology for behavioral science*. Transaction Publishers, New Jearsey.
- Kemper, . J., Ziegler, M., & Taylor, S. (2009). Überprüfung der psychometrischen Qualität der deutschen Version des Angstsensitivitätsindex-3. *Diagnostica, 55*, 223-233.
- Kessler, R. C., Chiu, W. T., Jin, R., Ruscio, A. M., Shear, K., & Walters, E. E. (2006). The epidemiology of panic attacks, panic disorder, and agoraphobia in the national comorbidity survey replication. *Archives of General Psychiatry, 63*, 415-424.
- Kessler, R. C., Andrews, G., Mroczek, D., Üstün, B., & Wittchen, H. U. (1998). The World Health Organization Composite International Diagnostic Interview Short-Form (CIDI-SF). *International journal of methods in psychiatric research, 7*(4), 171-185.
- Klein, D. F. (1981). Anxiety reconceptualized. In D. F. Klein & J. Rabkin (Hrsg.), *Anxiety: New Research and Changing Concepts*. New York: Raven Press.
- Kober, S. E., Kurzmann, J., & Neuper, C. (2011). Cortical correlate of spatial presence in 2D and 3D interactive virtual reality: An EEG study. *International Journal of Psychophysiology*.
- Koshak, N. A. & Fouda, A. (2008). Analyzing pedestrian movement in mataf using GPS and GIS to support space redesign. *Proceedings of the 9th International Conference on Design and Decision Support Systems (DDSS) in Architecture and Urban Planning*, 7-10.
- Krebs, J. & Davies, N. *Behavioral Ecology: An Evolutionary Approach*, Oxford: Blackwell, 1991.

- Krohne, H. W., Egloff, B., Kohlmann, C.-W., & Tausch, A. (1996). Untersuchungen mit einer deutschen Version der "Positive and Negative Affect Schedule" (PANAS) [Investigations with a German version of the Positive and Negative Affect Schedule (PANAS)]. *Diagnostica, 42*, 139-156.
- Lang, P.J. (1968). Fear reduction and fear behavior: Problems in treating a construct. In J.M. Shlien (Ed.), *Research in Psychotherapy* (Vol. III, pp.90-102). Washington DC: American Psychological Association.
- Lang, P. J. (1993). The three-system approach to emotion. In N. Birbaumer & A. Öhman (Eds.), *The structure of emotion*. Toronto: Hogrefe and Huber.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1990). Emotion, Attention and the startle reflex. *Psychological Review, 97*, 377-398.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1992). A motivational analysis of emotion: Reflex-cortex connections. *Psychological Science, 3*, 44-49.
- Lang, P. J., Bradley, M. M. & Cuthbert, B. N. (1997). Motivated attention: Affect, activation, and action. In P. J. Lang, R. F. Simons & M. T. Balaban (Hg.). *Attention and orienting: Sensory and motivational processes*. (97-135). Mahwah NJ: Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., & Cuthbert, B. N. (1998). Emotion, Motivation, and Anxiety: Brain Mechanisms and Psychophysiology. *Biological Psychiatry, 44*, 1248-1263.
- Lang, P. J., Bradley, M. M., Fitzsimmons, J. R., Cuthbert, B. N., Scott, J. D., Moulder, B., et al. (1998). Emotional arousal and activation of the visual cortex: an fMRI analysis. *Psychophysiology, 35*, 199-210.
- Lang, P. J. & McTeague, L. M. (2009). The anxiety disorder spectrum: Fear imagery,

- physiological reactivity, and differential diagnosis. *Anxiety, Stress & Coping: An International Journal*, 22, 5-25
- Lang, T., Helbig-Lang, S., Westphal, D., Gloster, A. T., & Wittchen, H. U. (2012). *Expositionsbasierte Therapie der Panikstörung mit Agoraphobie. Ein Behandlungsmニュアル*. Göttingen: Hogrefe.
- Lader, M. H. (1976): Palmar skin conductance measures in anxiety and phobic states. *Journal of Psychological Research*, 11, 271-281.
- Laux, L., Glanzmann, P., Schaffner, P., & Spielberger, C. D. (1981). *Das State-Trait-Angstinventar (STAI) [State-Trait Anxiety Inventory (STAI)]*. Weinheim: Beltz Test.
- Le Doux, J. E. (2000). Emotion circuits in the brain. *Annual Review of Neuroscience*, 23, 155-184.
- Lelliott, P., Marks, I., McNamee, G., & Tobeña, A. (1989). Onset of Panic Disorder With Agoraphobia: Toward an Integrated Model. *Archives of General Psychiatry*, 46 (11).
- Ley, R. (1985). Agoraphobia, the panic attack and the hyperventilation syndrome. *Behaviour Research and Therapy*, 23(1), 79-81.
- Liebsch, G., Montkowski, A., Holsboer, F., & Landgraf, R. (1998). Behavioural profiles of two Wistar rat lines selectively bred for high or low anxiety-related behaviour. *Behavioural brain research*, 94(2), 301-310.
- Lipkind, D., Sakov, A., Kafkafi, N., Elmer, G. I., Benjamini, Y., & Golani, I. (2004). New replicable anxiety-related measures of wall vs. center behavior of mice in the open field. *Journal of Applied Physiology*, 97, 347-359.

- Maguire, E. A., Burgess, N., & O'Keefe, J. (1999). Human spatial navigation: cognitive maps, sexual dimorphism, and neural substrates. *Current opinion in neurobiology*, 9(2), 171-177.
- Maguire, E. A., Burgess, N., Donnett, J. G., Frackowiak, R. S., Frith, C. D., & O'Keefe, J. (1998). Knowing where and getting there: a human navigation network. *Science*, 280(5365), 921-924.
- Maguire, E. A., Frackowiak, R. S., & Frith, C. D. (1997). Recalling routes around London: Activation of the right hippocampus in taxi drivers. *The Journal of Neuroscience*, 17, 7103-7110.
- Makino, J., Kato, K., & Maes, F. W. (1991). Temporal structure of open field behavior in inbred strains of mice. *Japanese psychological research*, 33, 145-152.
- Manns, J. R., Hopkins, R. O., Reed, J. M., Kitchener, E. G., & Squire, L. R. (2003). Recognition memory and the human hippocampus. *Neuron*, 37(1), 171-180.
- Marks, I. M. (1969). *Fears and phobias*. New York Academic Press.
- Marks, I. M. (1987). *Fears, Phobias and Rituals*. Oxford University Press, New York.
- Marks, I. M. & Nesse, R. M. (1994). Fear and fitness: An evolutionary analysis of human anxiety disorders. *Ethology and Sociobiology*, 15, 247-261.
- Mavissakallian, M. & Hamann, M. S. (1986). Assessment and significance of behavioral avoidance in agoraphobia. *Journal of psychopathology and behavioral assessment*, 8, 317-327.
- McCarthy, R. A., Evans, J. J., & Hodges, J. R. (1996). Topographic amnesia: spatial memory disorder, perceptual dysfunction, or category specific semantic memory impairment?. *Journal of Neurology, Neurosurgery & Psychiatry*, 60(3), 318-325.

- McCormick, C. M., & Teillon, S. M. (2001). Menstrual cycle variation in spatial ability: relation to salivary cortisol levels. *Hormones and Behavior*, *39*(1), 29-38.
- McNally, R. J. (1987). Preparedness and phobias: A review. *Psychological Bulletin*, *101*, 283-303.
- McNally, R. J. (1999). Theoretical approaches to the fear of anxiety. In S. Taylor (Hrsg.), *Anxiety sensitivity: Theory, research, and treatment of the fear of anxiety* (S. 3-16). Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- McNally, R. J. & Lorenz, M. (1987). Anxiety sensitivity in agoraphobics. *Journal of Behavior Therapy and Experimental Psychiatry*, *18*, 3-11.
- McNaughton, B. L., Barnes, C. A., Gerrard, J. L., Gothard, K., Jung, M. W., Knierim, J. J., et al. (1996). Deciphering the hippocampal polyglot: the hippocampus as a path integration system. *Journal of Experimental Biology*, *199*(1), 173-185.
- Mineka, S., & Cook, M. (1989). Observational conditioning of fear to fear-relevant versus fear-irrelevant stimuli in rhesus monkeys. *Journal of abnormal Psychology*, *98*, 448-459.
- Mineka, S. (1992). Evolutionary memories, emotional processing and the emotional disorders. In *The Psychology of Learning and Motivation*, ed. D. Medin, 28:161-206. New York: Academic
- Mogg, K., & Bradley, B. P. (1999). Selective attention and anxiety: A cognitive-motivational perspective. In T. Dalgleish & M. Power (Eds.), *Handbook of Cognition and Emotion* (pp. 145-170). New York: Wiley.
- Morris, R. G. M. (1984). Developments of a water-maze procedure from studying spatial learning in the rat. *Journal of Neuroscience Methods*, *11*, 47-60.

- Mowrer, O. H. (1960). Two-Factor Learning Theory: Versions One and Two. In O. H. Mowrer (Hrsg.), *Learning theory and behavior*. (S. 63-91). Hoboken, NJ: John Wiley & Sons Inc.
- Munksgaard, L. (1996). The use of open field tests in the assessment of welfare of cattle. *Acta Agriculturae Scandinavica. Section A. Animal Science. Supplementum*.
- Mumby, D. G. (2001). Perspectives on object-recognition memory following hippocampal damage: lessons from studies in rats. *Behavioural brain research*, 127, 159-181.
- Nesse, R. M. (1987). An evolutionary perspective on panic disorder and agoraphobia. *Ethology and Sociobiology*, 8, 73-83.
- Nold, Ch. (2004). Bio mapping/ emotion mapping. Online im Internet: URL: <http://www.biomapping.net> (Stand 10.08.2009).
- Ohl, F. (2003). Testing for anxiety. *Clinical Neuroscience Research*, 3(4), 233-238.
- Öhman, A. (1986). Face the beast and fear the face: Animal and social fears as prototypes of evolutionary analyses of emotion. *Psychophysiology*, 23, 123-145.
- Öhman, A. & Mineka, S. (2001). Fears, phobias, and preparedness: Toward an evolved module of fear and fear learning. *Psychological Review*, 108, 483-522.
- Öhman, A., Flykt, A., & Esteves, F. (2001). Emotion drives attention: detecting the snake in the grass. *Journal of Experimental Psychology: General*, 130, 466-478.
- O'Mara, S. M., Rolls, E. T., Berthoz, A., & Kesner, R. P. (1994). Neurons responding to whole-body motion in the primate hippocampus. *The Journal of neuroscience*, 14, 6511-6523.
- Panksepp, J. (2006). Emotional endophenotypes in evolutionary psychiatry. *Progress in Neuro-Psychopharmacology and Biological Psychiatry*, 30(5), 774-784.

- Phillips, R. G. & LeDoux, J. E. (1992). Differential contribution of amygdala and hippocampus to cued and contextual fear conditioning. *Behavioral neuroscience*, *106*(2), 274-285.
- Phithakkitnukoon, S., Horanont, T., Di Lorenzo, G., Shibasaki, R., & Ratti, C. (2010). Activity-aware map: Identifying human daily activity pattern using mobile phone data. *Human Behavior Understanding*, 14-25.
- Pietrelli, A., Lopez-Costa, J. J., Goñi, R., Brusco, A., & Basso, N. (2011). Aerobic exercise prevents age-dependent cognitive decline and reduces anxiety-related behaviors in middle aged and old rats. *Neuroscience*, *202*, 252-266.
- Polar Electro Inc. (2012). Polar RS800CX Gebrauchsanleitung. Online im Internet: URL: http://www.polar.fi/e_manuals/RS800CX/Polar_RS800CX_user_manual_Deutsch (Stand 03.12.2012).
- Poulton, R., & Menzies, R. G. (2002). Non-associative fear acquisition: A review of the evidence from retrospective and longitudinal research. *Behaviour research and therapy*, *40*(2), 127-149.
- Prescott, T. J. (2007). Forced moves or good tricks in design space? Landmarks in the evolution of neural mechanisms for action selection. *Adaptive Behavior*, *15*, 9-31.
- Prut, L. & Belzung, C. (2003). The open field as a paradigm to measure the effects of drugs on anxiety-like behaviors: a review. *European Journal of Pharmacology*, *463*, 3-33.
- Rachman, S. (1984). Agoraphobia: A safety-signal perspective. *Behaviour Research and Therapy*, *22*, 59-70.
- Rachman, S. (1991). Neo-conditioning and the classical theory of fear acquisition. *Clinical Psychology Review*, *11*(2), 155-173.

- Regier, D. A., Narrow, W. E., & Rae, D. S. (1990). The epidemiology of anxiety disorders: The Epidemiologic Catchment Area (ECA) experience. *Journal of Psychiatric Research, 24*, 3-14.
- Reiss, S., Peterson, R. A., Gursky, D. M. & McNally, R. J. (1986). Anxiety sensitivity, anxiety frequency and the prediction of fearfulness. *Behaviour Research and Therapy, 24*, 1-8.
- Riecke, B., Bodenheimer, B., McNamara, T., Williams, B., Peng, P., & Feuereissen, D. (2010). Do we need to walk for effective virtual reality navigation? physical rotations alone may suffice. *Spatial Cognition VII*, 234-247.
- Robson, C. (2002). *Real world research: a resource for social scientists and practitioner-researchers* (Vol. 2). Oxford: Blackwell.
- Rudrauf, D., Venault, P., Cohen-Salmon, C., Berthoz, A., Jouvent, R., & Chapouthier, G. (2004). A new method for the assessment of spatial orientation and spatial anxiety in mice. *Brain research protocols, 13*, 159-165.
- Salkovskis, P. M., Clark, D. M., Hackmann, A., Wells, A., & Gelder, M. G. (1999). An experimental investigation of the role of safety-seeking behaviours in the maintenance of panic disorder with agoraphobia. *Behaviour Research and Therapy, 37*, 559-574.
- Salkovskis, P. M. (1991). The importance of behaviour in the maintenance of anxiety and panic: A cognitive account. *Behavioural Psychotherapy, 19*, 6-19.
- Sanders, M. J., Wiltgen, B. J., & Fanselow, M. S. (2003). The place of the hippocampus in fear conditioning. *European journal of pharmacology, 463*(1), 217-223.
- Schmidt-Traub, S. (2008). *Panikstörung und Agoraphobie*. Göttingen: Hogrefe.
- Schneider, S. & Margraf, J. (1998). *Agoraphobie und Panikstörung*. Göttingen: Hogrefe.

- Schnörr, S. J., Steenbergen, P.J., Richardson, M.K., & Champagne, D. L. (2012). Measuring thigmotaxis in larval zebrafish. *Behavioural Brain Research*, 228, 367-374.
- Seligman, M. E. P. (1970). On the generality of the laws of learning. *Psychological Review*, 77, 406-418.
- Seligman, M. E. P. (1971). Phobias and preparedness. *Behavior Therapy*, 2, 307-320.
- Shoval, N. (2008). Tracking technologies and urban analysis. *Cities*, 25, 21-28.
- Shoval, N., Auslander, G. K., Freytag, T., Landau, R., Oswald, F. Seidl, U. et al. (2008). The use of advanced tracking technologies for the analysis of mobility in Alzheimer's disease and related cognitive diseases. *BMC Geriatrics*, 8:7.
- Shoval, N., Wahl, H. W., Auslander, G., Isaacson, M., Oswald, F., Edry, T., et al. (2011). Use of the global positioning system to measure the out-of-home mobility of older adults with differing cognitive functioning. *Ageing and Society*, 31(5), 849.
- Simon, P., Dupuis, R., & Costentin, J. (1994). Index of anxiety in mice. Influence of dopaminergic transmission. *Behavioural Brain Research*, 61, 59-64.
- SiRF Technology Holdings Inc., San José, USA, 1995.
- Smith, P.F. (1997). Vestibular-hippocampal interactions. *Hippocampus*, 7, 465-71.
- Van der Spek, S., Van Schaick, J., De Bois, P., & De Haan, R. (2009). Sensing human activity: GPS tracking. *Sensors*, 9(4), 3033-3055.
- Stankowich, T., & Blumstein, D. T. (2005). Fear in animals: a meta-analysis and review of risk assessment. *Proceedings of the Royal Society of London Series B*, 272, 2627-2634.
- Stone A. A. & Shiffman S. (1994). Ecological Momentary Assessment in behavioral medicine. *Annals of Behavioral Medicine*, 16, 199-202.

- Stanford, S. C. (2007). The open field test: reinventing the wheel. *Journal of Psychopharmacology*, *21*, 134-135.
- Swinson, R. P., Soulios, C., Cox, B. J., & Kuch, K. (1992). Brief treatment of emergency room patients with panic attacks. *The American Journal of Psychiatry*, *149*(7), 944-946.
- Tomkiewicz, S. M., Fuller, M. R., Kie, J. G., & Bates, K. K. (2010). Global positioning system and associated technologies in animal behaviour and ecological research. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *365*(1550), 2163-2176.
- Treit, D. & Fundytus, M. (1988). Thigmotaxis as a test for anxiolytic activity in rats. *Pharmacology Biochemistry and Behavior*, *31*, 959-962.
- Weissman, M. M., Fyer, A. J., Haghghi, F., Heiman, G., Deng, Z., Hen, R., et al.. (2000). Potential panic disorder syndrome: clinical and genetic linkage evidence. *American journal of medical genetics*, *96*, 24-35.
- Wells, A. & Clark, D. M. (1997). Social phobia: a cognitive approach. In G. C. L. Davey (Hrsg.), *Phobias: A handbook of theory, research and treatment* (S. 3-26). Chichester: Wiley.
- Westphal, C. F. O. (1871). Die Agoraphobie, eine neuropathische Erscheinung, *Archiv für Psychiatrie und Nervenkrankheiten, Berlin*, *3*, 138-161.
- Wittchen, H. U., Gloster, A. T., Beesdo-Baum, K., Fava, G. A., & Craske, M. G. (2010). Agoraphobia: a review of the diagnostic classificatory position and criteria. *Depression and anxiety*, *27*(2), 113-133.
- Wittchen, H. U. & Jacobi, F. (2005). Size and burden of mental disorders in Europe - A critical review and appraisal of 27 studies. *European Neuropsychopharmacology*, *15*(4), 357-376.

Wolf, P. S. A. & Jacobs, W. J. (2010). GPS technology and human psychological research: A methodological proposal. *Journal of Methods and Measures in the Social Sciences*, 1, 1-5.

Zobel, A. & Maier, W. (2004). Endophänotypen – ein neues Konzept zur biologischen Charakterisierung psychischer Störungen. *Der Nervenarzt*, 75, 205-214.

7. Anhang

Inhaltsverzeichnis des Anhangs:

A1. Einzelne Tracks der Versuchspersonen im Open-Field Test

A2. Gruppenweise Tracks auf dem Rückweg durch die Stadt

A3. Formel der Helmert-Transformation

A4: Verteilung des Zeitanteils über das Feld innerhalb der Gruppen

A5. Einverständniserklärung

A6. Instruktionen

A7. Fragebogen

A8. Lebenslauf

A1. Tracks der einzelnen Teilnehmer im Open-Field Test

Agoraphobiepatienten

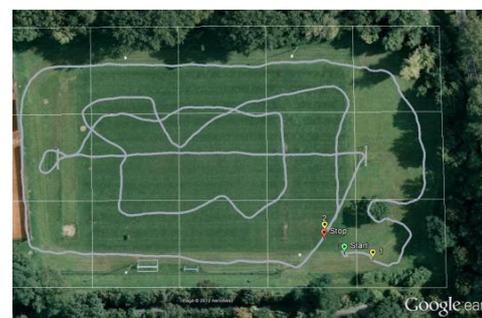
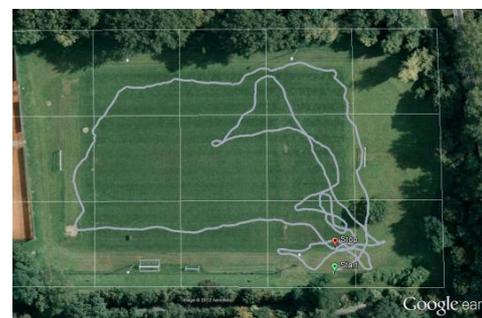


Fort-
setzung

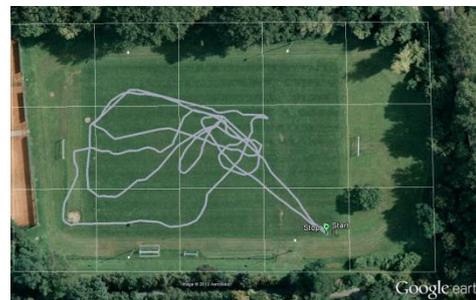
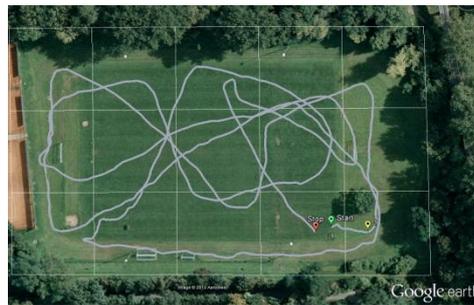
Agora-
phobie-
patienten



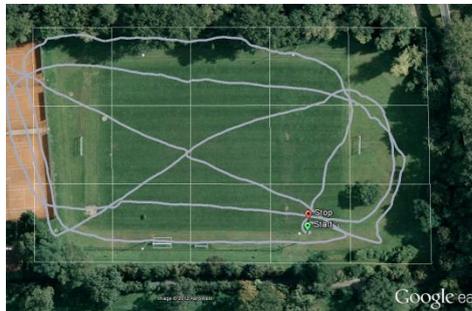
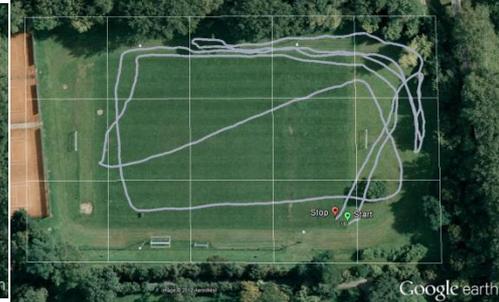
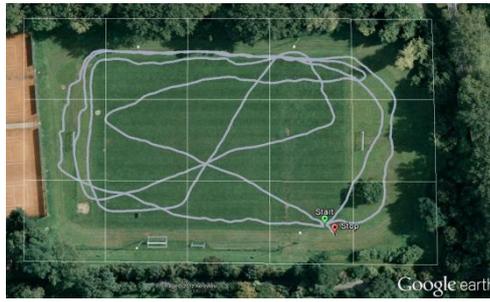
Kontroll-
gruppe



Fort-
setzung
Kontroll-
gruppe



Hoch-
hängstliche



Fort-
setzung

Hoch-
ängstliche



Fortsetzung
Hoch-
ängstliche



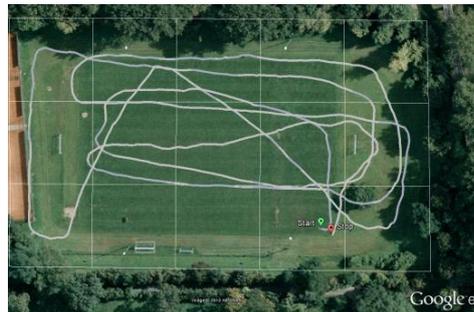
Niedrig-
ängstliche



Fort-
setzung
Niedrig-
ängstliche



Fort-
setzung
Niedrig-
ängstliche



Anmerkung: Dargestellt sind die GPS Tracks der einzelnen Teilnehmer, aufgezeichnet mit Polar® RS 800CX. Abbildungen entnommen aus Google Earth™, 2012.

A2. Tracks des Rückweg durch die Stadt

Agoraphobiepatienten

Ausschnitt des
Marktplatzes



Kontrollgruppe

Ausschnitt des
Marktplatzes



Hochhängstliche
Ausschnitt des
Marktplatzes



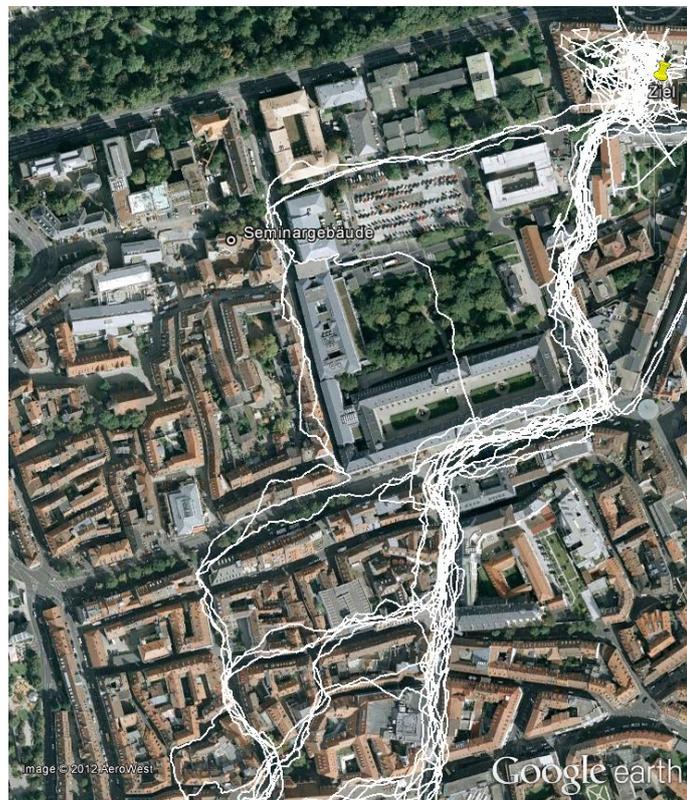
Niedriggängstliche
Ausschnitt des
Marktplatzes



Hochängstliche
Ausschnitt des
Universitätsgelä
ndes



Niedrigängstliche
Ausschnitt des
Universitätsgelä
ndes



Anmerkung: Dargestellt sind die GPS Tracks der einzelnen Gruppen: Agoraphobiepatienten, Kontrollgruppe, Hochängstliche, Niedrigängstliche. Abbildungen aus Google Earth™, 2012

A3. Formel der zweidimensionalen Helmert-Transformation:

$$X' = ((x - x_0) * \cos(-\varphi)) - ((y - y_0) * \sin(-\varphi)) + x_0.$$

$$Y' = ((y - y_0) * \cos(-\varphi)) + ((x - x_0) * \sin(-\varphi)) + y_0.$$

A4. Verteilung des Zeitanteils über das Feld innerhalb der Gruppen

Kontrollrechnungen für die Verteilung des Zeitanteils bei Einteilung in 4 Randbereiche und Mitte erfolgten über univariate Varianzanalysen mit dem Faktor Bereich (5: Mitte, Seite AB, Seite BC, Seite CD, Seite AD) separat für Agoraphobepatienten, Kontrollgruppe, Hochängstliche und Niedrigängstliche.

Agoraphobepatienten: Die Verteilung der vier Randbereiche und Mitte bei den Agoraphobepatienten wich marginal voneinander ab $F(4, 79) = 2.31, p = .066$. In Post-hoc Tests wurde keine Abweichung eines Bereichs gegenüber einem anderen signifikant (siehe Tabelle A4a).

Zeitanteil (M, SD) in der Mitte und vier Randbereichen für Agoraphobepatienten, t -Werte (df) und p :

Bereich	$M (SD)$	Bereich			
		AD	AB	BC	CD
Mitte	12.81 (14.46)	-11.86, = .081	-9.07, = .410	-9.78, = .278	-5.23, = 1.00
AD	24.67 (13.70)		2.79, = 1.00	2.08, = 1.00	6.63, = 1.00
AB	21.88 (11.98)			-0.72, = 1.00	3.84, = 1.00
BC	22.59 (11.72)				4.55, = 1.00
CD	18.04 (9.10)				

Tabelle A4a: AD und BC = lange Seiten des Feldes, AB und CD = kurze Seiten des Feldes; Signifikanzniveau nach Bonferroni korrigiert.

Kontrollgruppe: In der Kontrollgruppe zeigte sich keine gleichmäßige Verteilung in den Bereichen $F(4, 79) = 10.71, p < .001$. Kontrollpersonen hielten sich signifikant mehr in der Mitte als im Bereich AD, AB, BC und CD auf (siehe Tabelle A4b). Keiner der vier Randbereiche dominierte im Zeitanteil signifikant gegenüber einem anderen Randbereich.

Zeitanteil(M , SD) in der Mitte und vier Randbereichen für Kontrollpersonen, t -Werte (df) und p :

Bereich	M (SD)	Bereich			
		AD	AB	BC	CD
Mitte	33.13 (17.76)	14.84, < .001	22.31, < .001	12.60, < .01	15.89, < .001
AD	18.28 (7.89)		7.46, = .429	-2.25, = 1.00	1.04, = 1.00
AB	10.82 (5.58)			-9.71, = .091	-6.42, = .805
BC	20.53 (6.95)				3.29, = 1.00
CD	17.24 (8.27)				

Tabelle A4b: AD und BC = lange Seiten des Feldes, AB und CD = kurze Seiten des Feldes; Signifikanzniveau nach Bonferroni korrigiert.

Hochhängstliche: Bei den Hochhängstlichen zeigte sich keine gleichmäßige Verteilung über das Feld ($4, 89$) = 2.55, $p < .05$. In post-hoc Analysen dominierte jedoch kein Bereich im Zeitanteil gegenüber einem anderen (nach Bonferroni-Korrektur; siehe Tabelle A4c).

Zeitanteil(M , SD) in der Mitte und vier Randbereichen für Hochhängstliche, t -Werte (df) und p :

Bereich	M (SD)	Bereich			
		AD	AB	BC	CD
Mitte	21.08 (12.75)	1.72, = 1.00	4.54, = 1.00	-4.46, = 1.00	3.62, = 1.00
AD	19.37 (7.22)		2.81, = 1.00	-6.17, = .534	1.91, = 1.00
AB	16.55 (8.97)			-8.99, = .054	-0.91, = 1.00
BC	25.54 (9.14)				8.08, = .121
CD	17.46 (8.27)				

Tabelle A4c: AD und BC = lange Seiten des Feldes, AB und CD = kurze Seiten des Feldes; Signifikanzniveau nach Bonferroni korrigiert.

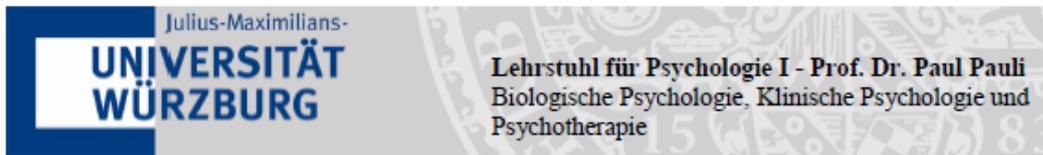
Niedriggängstliche: Bei den Niedriggängstlichen zeigte sich keine gleichmäßige Verteilung über das Feld $F(4, 94) = 9.72, p < .001$. Niedriggängstliche hielten sich signifikant mehr in der Mitte auf als im Randbereich AB und CD. Keiner der vier Randbereiche dominierte im Zeitanteil signifikant gegenüber einem anderen Randbereich (nach Bonferroni-Korrektur).

Zeitanteil in der Mitte und den vier Randbereichen für Niedriggängstliche, post-hoc t-Tests und p:

Bereich	$M (SD)$	Bereich			
		AD	AB	BC	CD
Mitte	29.13 (11.29)	11.21, < .001	15.71, < .001	6.63, = .175	12.11, < .001
AD	17.92 (6.87)		4.50, = 1.00	-4.58, = .983	0.90, = 1.00
AB	13.42 (8.71)			-9.07, = .013	-3.60, = 1.00
BC	22.50 (7.49)				5.47, = .488
CD	17.02 (7.09)				

Tabelle A4d: AD und BC = lange Seiten des Feldes, AB und CD = kurze Seiten des Feldes; Signifikanzniveau nach Bonferroni korrigiert.

A5. Einverständniserklärung



Einverständniserklärung

Untersuchung der räumlichen Orientierung bei Ängstlichkeit

Vielen Dank, dass Sie an dieser Untersuchung teilnehmen. Ziel der Studie ist es, Aussagen über die räumliche Orientierung in Abhängigkeit von Ängstlichkeit machen zu können. Es werden verschiedene Gruppen mit hoher oder niedriger Ängstlichkeit verglichen. Dazu möchten wir ihr typisches Verhalten in fünf Aufgaben untersuchen, die auf einem freien Rasenplatz stattfinden.

Ich werde zusammen mit Ihnen mit der Straßenbahn zu diesem Platz fahren. Dieser ist extra für die Untersuchung vorgesehen, um dort ungestört zu sein. Dort werden wir nacheinander vier Aufgaben zur räumlichen Orientierung machen.

Den Rückweg werden wir ebenfalls mit der Straßenbahn zurücklegen. Um Ihre Orientierung auf dem Feld mit Ihrer Orientierung in der Stadt vergleichen zu können, wird Ihnen eine Haltestelle genannt, ab der Sie alleine zum Psychologischen Institut zurück gehen. Der Fußmarsch beträgt etwa 10 Minuten. Welchen Weg sie dabei wählen, steht Ihnen frei.

Während der gesamten Untersuchung tragen Sie eine Pulsuhr, welche das Ausmaß Ihrer körperlichen Aktivität misst. Damit wir später wissen, wo Sie welche Aktivität durchgeführt hatten, verfügt die Pulsuhr über einen GPS-Sensor, der uns später die Werte auf einer Karte zeigt. Außerdem werden Sie zu verschiedenen Zeitpunkten gebeten, Ihr Befinden einzuschätzen.

Ihre Teilnahme an der Untersuchung ist freiwillig. Alle erhobenen Daten dienen ausschließlich Forschungszwecken, werden vertraulich behandelt und ohne Angabe des Namens dauerhaft unter einer Codenummer gespeichert.

Ich bin darüber informiert, dass ich die Untersuchung jederzeit abbrechen kann, ohne dass mir persönlich Nachteile entstehen.

Würzburg, den.....

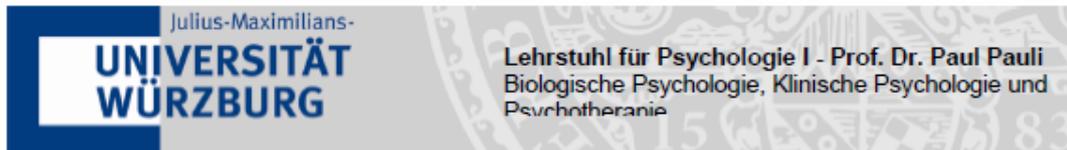
Unterschrift.....

Geburtsdatum:.....

Name und Anschrift _____

Unterschrift des Untersuchungsleiters:

A6. Angstrating



Datum/Zeit: _____

VP Nr: _____

Wetter: _____

Einschätzung der Angst:

Nach jeder Aufgabe werde ich Sie bitten, Ihre Angst und ihre körperliche Unruhe auf einer Skala von 0 bis 10 einzuschätzen. 0 bedeutet, dass Sie gar keine Angst bzw. körperliche Unruhe verspürt haben, 10 bedeutet, dass Sie sehr stark Angst bzw. körperliche Unruhe verspürt haben. Meistens schwankt die Angst zwischen verschiedenen Werten, daher nennen Sie mir bitte den maximalen Wert, den Ihre Angst und ihre körperliche Unruhe während der Aufgabe jeweils erreicht haben.

Nach der Straßenbahnfahrt

1. Wie hoch war ihre Angst?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

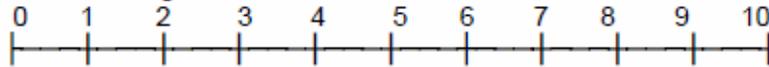
2. Wie stark haben Sie körperliche Unruhe gespürt?

0 1 2 3 4 5 6 7 8 9 10

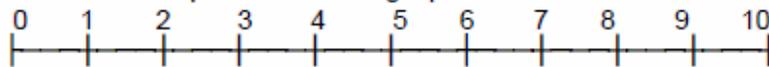
Fortsetzung nächste Seite

Nach Aufgabe 1

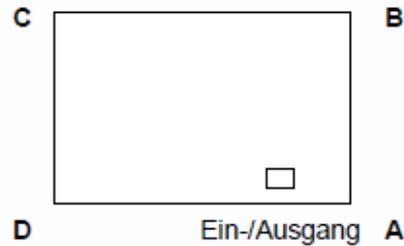
1. Wie hoch war ihre Angst?



2. Wie stark haben Sie körperliche Unruhe gespürt?



3. Falls > 1: Zeichnen Sie bitte Punkte ein, wo es schwierig für Sie war:

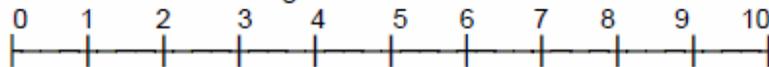


Welche Flasche wurde genommen?

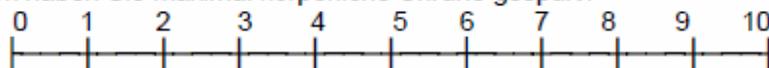
Mitte _____ Rand _____

Nach Aufgabe 2 (15 Minuten frei gehen):

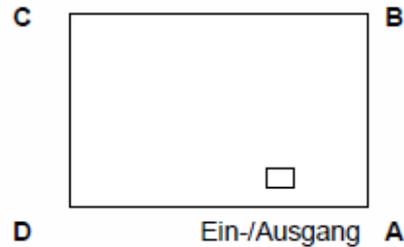
1. Wie hoch war ihre maximale Angst?



2. Wie stark haben Sie maximal körperliche Unruhe gespürt?



3. Falls > 1: Zeichnen Sie bitte Punkte ein, wo es schwierig für Sie war:



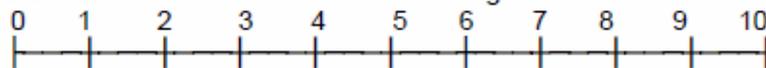
Fortsetzung nächste Seite

Fragen zu Aufgabe 2:

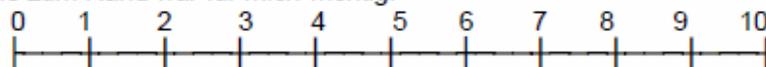
Nach welchen Kriterien haben Sie den Weg ausgewählt?

. 0 = „trifft überhaupt nicht zu, 10 = „trifft sehr stark auf mich zu“.

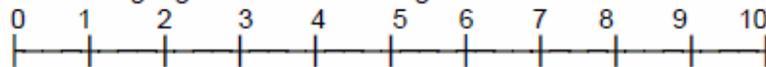
2. Die Nähe zur Versuchsleiterin war für mich wichtig:



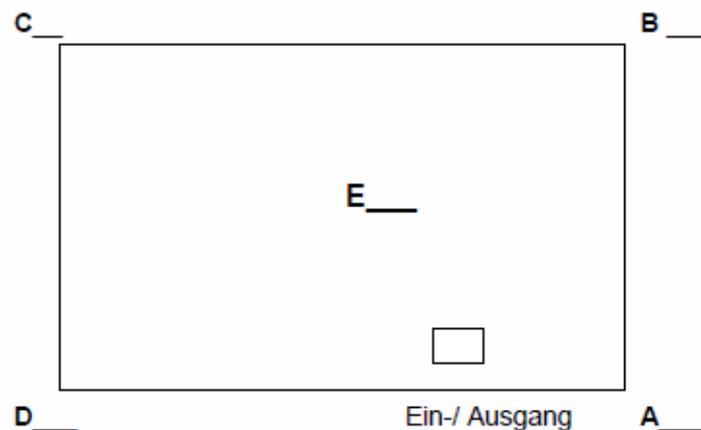
3. Die Nähe zum Rand war für mich wichtig:



4. Die Nähe zum Ausgang war für mich wichtig:



Sie sehen hier nochmals die Bereiche des Platzes (A-E). Bitte geben Sie an, in welchem Ausmaß Sie aus Angst oder Unbehagen die markierten Bereiche vermieden haben. Schreiben Sie bitte die für Sie passende Zahl neben den jeweiligen Buchstaben.

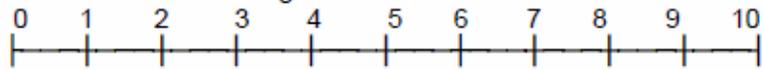


- 1= Habe niemals vermieden
- 2= Habe selten vermieden
- 3= Habe ungefähr die Hälfte der Zeit vermieden
- 4= Habe meistens vermieden
- 5= Habe immer vermieden

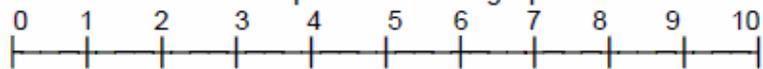
Fortsetzung nächste Seite

Nach Aufgabe 3

1. Wie hoch war ihre maximale Angst?



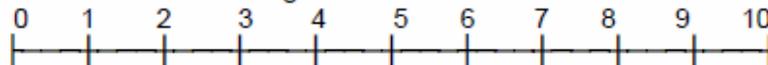
2. Wie stark haben Sie maximal körperliche Unruhe gespürt?



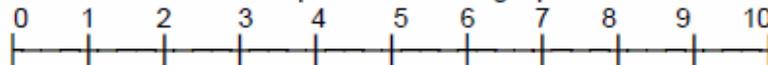
Fortsetzung nächste Seite

Rückweg durch die Stadt

1. Wie hoch war ihre maximale Angst?



3. Wie stark haben Sie maximal körperliche Unruhe gespürt?

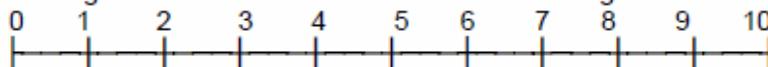


Wo war es am unangenehmsten für Sie? Schreiben Sie bitte eine oder mehrere Situationen in die leer stehenden Zeilen:

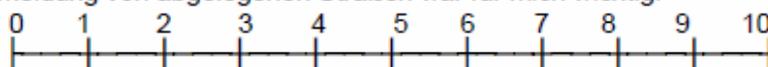
Nach welchen Kriterien haben Sie den Weg ausgewählt?

Bitte kreuzen Sie an, in welchem Ausmaß die unten stehenden Aussagen auf sie zutreffen. 0 bedeutet „trifft überhaupt nicht zu, 10 bedeutet, trifft sehr stark auf mich zu“.

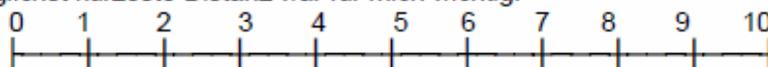
1. Die Vermeidung von Menschenmassen war für mich wichtig:



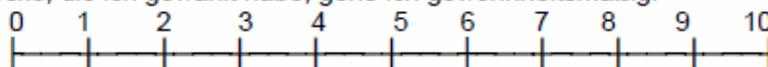
2. Die Vermeidung von abgelegenen Straßen war für mich wichtig:



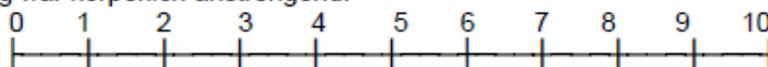
3. Die möglichst kürzeste Distanz war für mich wichtig:



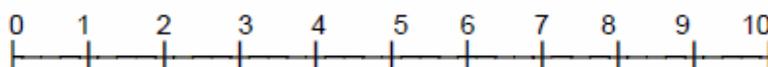
4. Die Strecke, die ich gewählt habe, gehe ich gewohnheitsmäßig:



5. Der Weg war körperlich anstrengend:

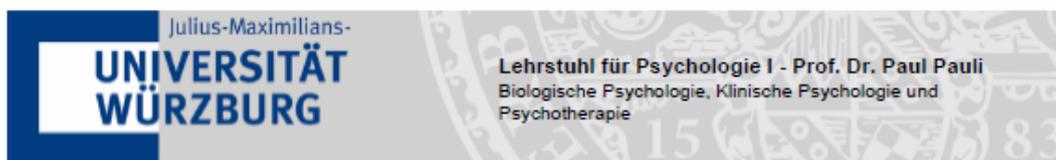


Wie gut kennen Sie sich in Würzburg aus?



A7. Instruktionen

Allgemeine Instruktion vorab:

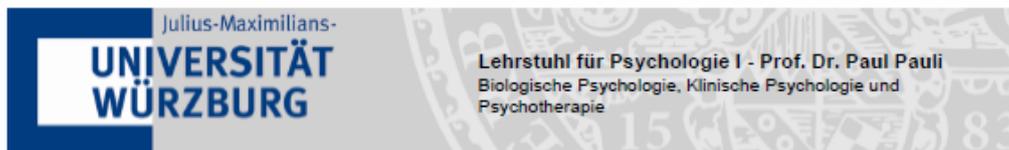


Erklärung zu den Aufgaben:

Vor sich sehen Sie einen Plan des Fußballplatzes. Die Ecken sind mit den Buchstaben A-D gekennzeichnet. Jede der folgenden Aufgaben startet und endet hier auf dem betonierte Rechteck (Startfeld). Kommen Sie bitte nach jeder Aufgabe genau hierher zurück. Die Versuchsleiterin wird Sie dann jeweils bitten, Ihr Befinden einzuschätzen. Danach wird Ihnen die nächste Aufgabe erklärt.

Die Versuchsleiterin wird sich am Rand des Platzes aufhalten, während Sie die Aufgaben machen. Sie wird Ihnen nicht bei den Aufgaben zusehen, damit Sie ungestört sind. Sie können der Versuchsleiterin Bescheid sagen, falls sie sich nicht wohl fühlen und die Aufgabe jederzeit abbrechen.

Instruktion für den Open-Field Test:



Aufgabe 2:

Gehen Sie bitte 15 Minuten lang auf dem Platz spazieren.

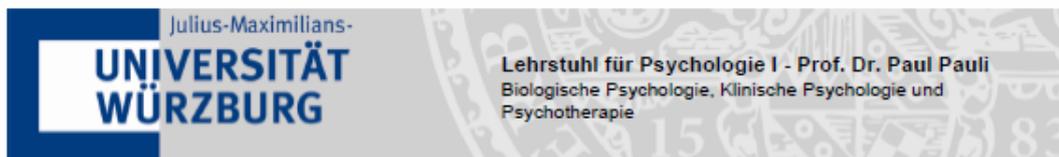
Sie können sich innerhalb der Ecken A B C D aufhalten.

Gehen Sie in ihrem gewohnten Lauftempo.

Bleiben Sie bitte nicht für längere Zeit stehen.

Kommen Sie am Ende wieder zum Startfeld zurück.

Instruktion für Nebenaufgabe 1 „Navigation zu einem gegenüberliegenden Ziel“:



Aufgabe 1:

Gehen Sie bitte zu Ecke B dort befindet sich der Start für diese Aufgabe.

Gehen Sie von dort aus nach Ecke D.

Sammeln Sie auf dem Weg einen der beiden Gegenstände ein und bringen diesen mit.

Gehen Sie in ihrem gewohnten Lauftempo. Kommen Sie danach bitte zum Startfeld zurück.

Instruktion für die Aufgabe „Stehen in der Mitte“



Aufgabe 3:

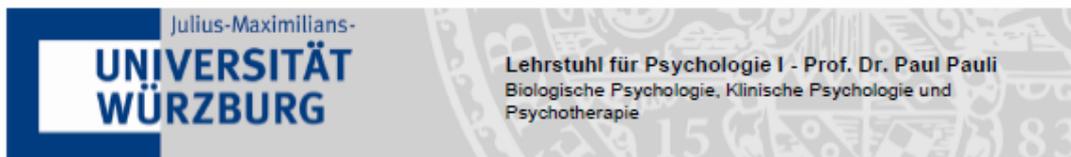
Gehen Sie bitte zum Mittelpunkt des Feldes (zwischen den markierten Ecken).

Bleiben Sie bitte 3 Minuten stehen.

Bewegen Sie sich bitte möglichst nicht.

Kommen Sie danach zum Startfeld zurück

Instruktion für den Rückweg



Rückweg:

Um die Orientierung auf dem Platz mit ihrer Orientierung in der Stadt vergleichen zu können, werden Sie gebeten, einen Teil des Rückwegs alleine zurückzulegen. Die Versuchsleiterin wird Ihnen kurz vorher sagen, an welcher Haltestelle Sie aussteigen sollen. Dann laufen sie bitte alleine zum Institut zurück.

Gehen Sie bitte währenddessen keiner anderen Tätigkeit nach wie z.B. einkaufen, und gehen Sie nicht in Gebäude. Welchen Weg sie wählen steht ihnen frei. Gehen Sie in ihrer gewohnten Laufgeschwindigkeit. Beeilen sie sich nicht extra. Kommen Sie zu dem Raum, in dem die Untersuchung begonnen hat.

Mein herzlicher Dank gilt:

Prof. Paul Pauli und Prof. Andreas Mühlberger für Ermutigung zu dieser Studie und ihren fachlichen Rat.

Dr. Harald Krebs, der mir von seinen Mäusen erzählt hat. Ohne ihn wäre die Idee wohl nicht entstanden, dafür ganz besonderen Dank.

Esther Gahr und Dr. Stefan Schulz für Neugier und tatkräftige Unterstützung.

Martina Scharf dafür, dass sie auch nach meinen stressigsten Phasen noch das Büro mit mir teilt.

Johanna Brütting, Annette Conzelmann und Nina Steinhäuser für regen Austausch und Freundschaft.

Peter Lenz, der für alles eine Lösung hat.

Dem Platzwart Anton Pfautsch für den Schlüssel.

Meinen Eltern, Hanne und Heinrich Walz für Fleiß und Biss.

Oma M. fürs Sponsoring.

Und den Teilnehmern, die sich „ins freie Feld“ wagten.

Name: Nora Walz
 Geburtsdatum: 28.12.1978 in Werneck

Akademische Ausbildung

2009	Approbation als Psychologische Psychotherapeutin (VT) mit Arztregistereintrag in KV Bayern
2005	Diplom in Psychologie mit der Diplomarbeit zum Thema „Binokulare Rivalität und EEG“
1999-2005	Psychologiestudium an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
1999	Abitur am Alexander-von-Humboldt-Gymnasium Schweinfurt

Wissenschaftlicher Werdegang

Seit 2009	Wissenschaftliche Mitarbeiterin am Lehrstuhl für Biologische Psychologie, Klinische Psychologie und Psychotherapie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg
2007-2009	Studientherapeutin im BMBF-Forschungsprojekt "Improving the treatment of Panic Disorder"
2003-2005	Wissenschaftliche Hilfskraft in Studien zur Emotionsforschung am Lehrstuhl für Biologische Psychologie, Klinische Psychologie und Psychotherapie der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

Therapeutische Qualifikationen

Seit 2009	Therapeutin in der Hochschulambulanz für Psychotherapie am Lehrstuhl für Biologische und Klinische Psychologie der Universität Würzburg
Seit 2009	Lehrtätigkeit im Weiterbildungsausschuss Psychologische Psychotherapie „WAPP“
Seit 2011	Mitglied der staatlichen Prüfungskommission für psychologische Psychotherapeuten gem. § 9 Psych-Th APrV
In 2013	Beginn der Ausbildung zur Supervisorin gem. § 4 Abs. 4 Psych-Th APrV

Nora Walz

Würzburg, den 12.09.2013