

Palpation und Osteopathie –
ein psychophysikalischer Hintergrund
Master Thesis zur Erlangung des Grades
Master of Science in Osteopathie

an der **Donau Universität Krems –**
Zentrum für Chinesische Medizin &
Komplementärmedizin

niedergelegt

an der **Wiener Schule für Osteopathie**

von ***Karin Larcher- Schleich***

Telfs, Dezember 2011

Mag. Claudia Gamsjäger / Mag. Ariane Rauch /

Mag. Alexandra Edwards

Eidesstattliche Erklärung

Hiermit versichere ich, die vorgelegte Masterthese selbständig verfasst zu haben.

Alle Stellen, die wörtlich oder sinngemäß aus veröffentlichten oder nicht veröffentlichten Arbeiten anderer übernommen wurden, wurden als solche gekennzeichnet. Sämtliche Quellen und Hilfsmittel, die ich für die Arbeit genutzt habe, sind angegeben. Die Arbeit hat mit gleichem Inhalt weder im In- noch im Ausland noch keiner anderen Prüfungsbehörde vorgelegen.

Diese Arbeit stimmt mit der von dem/der Gutachter/in beurteilten Arbeit überein.

Datum

Unterschrift

Kurzfassung

Autorin: Karin Larcher-Schleich

Titel: Osteopathie und Palpation – ein psychophysikalischer Hintergrund

Studiendesign: Quantitative Grundlagenforschung

Ziele

Diese Arbeit soll mit zwei unterschiedlichen Messmethoden die Frage beantworten, ob Osteopathen einen feiner ausgeprägten Tastsinn haben als Nicht-Osteopathen. Mit dem Haptik Schwellen Test (HST) wird die Hypothese überprüft, dass Osteopathen eine niedrigere Tastschwelle haben als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen. Die zweite Hypothese, Osteopathen haben eine höhere haptische Erkennungsrate als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen, wird mit dem Haptik Figuren Test (HFT) geprüft. Grundlagen der Berührung von Objekten, sowie Entwicklung und Training des Tastsinnes werden anhand von Literatur beschrieben. Weiters wird auf die Palpation näher eingegangen und ihre Rolle in der osteopathischen Arbeit anhand von Literatur erarbeitet. Die Psychophysik zur Messung des Tastsinnes wird erläutert.

Methoden

Der HST wird zur Ermittlung der aktiven Tastschwelle bei 16 Osteopathen und der Kontrollgruppe von 16 Nicht-Osteopathen verwendet. Der HFT wird zur Überprüfung der haptisch-visuellen Erkennungsleistung eingesetzt.

Resultate

Der HST zeigt, dass die Osteopathen eine statistisch signifikant niedrigere Tastschwelle aufweisen als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen. Der HFT ergab keinen signifikanten Unterschied der haptischen Erkennungsrate.

Schlussfolgerung

Die vorliegende Arbeit stellt die erste quantitative Grundlagenarbeit in Österreich zur Untersuchung der Palpationsfähigkeit von Osteopathen dar. Die Ergebnisse dieser Arbeit belegen, dass Osteopathen geringere haptische Tastschwellen haben als Nicht-Osteopathen. Weiters konnte der HFT als Untersuchungsmethode für zukünftige Arbeiten ausgeschlossen werden. Aus dieser Arbeit lässt sich folgern, dass Haptik eine wichtige Rolle in der Osteopathie einnimmt. Die Vermutung liegt nahe, dass die intensive Praxis am Patienten dazu führt, dass sich die Tastwahrnehmung verfeinert.

Schlüsselwörter: Osteopathie, Palpation, Psychophysik, Haptik, haptische Wahrnehmung

ABSTRACT

Author: Karin Larcher-Schleich

Title: Osteopathy and Palpation – A Psychophysical Approach

Study design: quantitative basic research

Aim

This study addresses the question whether osteopaths have a more refined sense of touch than non-osteopaths based on two different testing methods. The hypothesis that osteopaths have a lower haptic (touch sensation) threshold than the non-osteopath control group is explored with the haptic threshold test (HTT). The second hypothesis, which says that osteopaths have a higher haptic recognition rate than the non-osteopath control group, is examined with the haptic symbols test (HST). The principles of palpating objects, as well as the development and training of tactile and haptic skills are described based on the literature. Subsequently, palpation is dealt with in more detail, and its role in osteopathic work is examined, drawing on the literature. The psychophysical methods for measuring haptic perception are described as well.

Method

The HTT is used to assess active haptic thresholds in 16 osteopaths and a control group of 16 non-osteopaths. The HST is applied to examine how the two groups perform in terms of haptic-visual recognition.

Results

The HTT shows that osteopaths have a statistically significant lower level of haptic thresholds than the non-osteopath control group. The HST did not indicate a significant difference in the haptic recognition rate.

Conclusion

This paper presents the first quantitative basic study to examine osteopaths' palpation skills in Austria. The results of this study prove that osteopaths have lower haptic thresholds than non-osteopaths. Furthermore, the HST was ruled out as an examination method for future studies. The outcome of this study shows that haptics play an important role in osteopathy. It seems reasonable to assume that osteopaths' regular work with patients improves their haptic perception.

Keywords: osteopathy, palpation, psychophysics, haptics, haptic perception

Es gibt nur einen Tempel in der Welt,
Und das ist der menschliche Körper
Nichts ist heiliger als diese hohe Gestalt.
Man berührt den Himmel,
Wenn man einen Menschenleib betastet.

Novalis

DANKE

Mein Dank gilt insbesondere Peter, Annika und Franca, Hari und Klara.

Weiters danken möchte ich den 32 Osteopathen und Nicht-Osteopathen, die sich in ihrer Freizeit bereitwillig für die Tests zur Verfügung gestellt haben.

Danke, den Betreuern der Wiener Schule für Osteopathie, in den Anfängen Herrn M.Sc. DO Peter Sommerfeld und Frau Mag^a. Kathy Musil, im weiteren Fortschreiten der Arbeit Frau Mag^a. Claudia Gamsjäger und bis zum Abschluss Frau Mag^a. Ariane Rauch.

Inhaltsverzeichnis

1	EINLEITUNG	3
2	GRUNDLAGEN	6
2.1	BERÜHREN, DIE WAHRNEHMUNG VON OBJEKTEN	6
2.2	ENTWICKLUNG UND TRAINING DES TASTSINNES	10
2.3	PALPATION IN DER OSTEOPATHIE	12
2.3.1	<i>Palpation – eine Begriffsdefinition</i>	<i>13</i>
2.3.2	<i>Palpation in der osteopathischen Diagnostik.....</i>	<i>15</i>
2.4	PSYCHOPHYSIKALISCHE GRUNDLAGEN	17
2.4.1	<i>Psychometrische Funktion.....</i>	<i>18</i>
2.4.2	<i>Schwelle – eine Begriffsdefinition</i>	<i>20</i>
2.4.3	<i>Methoden zur Bestimmung von Schwellen</i>	<i>21</i>
2.4.4	<i>Messung des Tastsinns</i>	<i>22</i>
3	METHODIK.....	26
3.1	FORSCHUNGSHYPOTHESEN	26
3.2	STUDIENABLAUF	26
3.3	STUDIENDESIGN	27
3.4	MATERIALIEN – HAPTİK-PADS	27
3.4.1	<i>Haptik Schwellen Test</i>	<i>28</i>
3.4.2	<i>Haptik Figuren Test.....</i>	<i>34</i>
3.5	STICHPROBE	36
3.5.1	<i>Einschlusskriterien</i>	<i>36</i>
3.5.2	<i>Ausschlusskriterien</i>	<i>37</i>
3.6	STATISTISCHE ANALYSE.....	37
4	RESULTATE	38
4.1	HAPTİK SCHWELLEN TEST.....	38
4.2	HAPTİK FIGUREN TEST.....	48
5	DISKUSSION.....	50
5.1	HAPTİK SCHWELLEN TEST.....	50
5.2	HAPTİK FIGUREN TEST.....	54
5.3	ALLGEMEINE DISKUSSION	55
6	ZUSAMMENFASSUNG UND SCHLUSSFOLGERUNG	57
7	SUMMARY	60
8	LITERATUR.....	74

9	ANHANG	81
9.1	ABBILDUNGSVERZEICHNIS	81
9.2	TABELLENVERZEICHNIS	82
9.3	GLOSSAR	83
9.4	UNTERSUCHUNGSPROTOKOLL	84
9.5	DEMOGRAPHIE.....	87
9.6	MESSERGEBNISSE (ROHDATEN)	88
9.6.1	<i>Haptik Schwellen Test</i>	88
9.6.2	<i>Haptik Figuren Test</i>	125
9.7	MESSGERÄTE	137
9.7.1	<i>Haptik Schwellen Test</i>	137
9.7.2	<i>Haptik Figuren Test</i>	138

Aus Gründen der einfacheren Lesbarkeit wird im Verlauf dieser Arbeit auf die geschlechtsspezifische Differenzierung, z.B. Osteopath/Innen, verzichtet. Entsprechende Begriffe gelten im Sinne der Gleichbehandlung grundsätzlich für beide Geschlechter.

1 Einleitung

In dieser Arbeit wird der Frage nachgegangen, ob Osteopathen einen feiner ausgeprägten Tastsinn als Nicht-Osteopathen haben.

Eine ausführliche Literaturrecherche ergab, dass es im Bereich der Osteopathie lediglich eine qualitative Studie zum Thema Tastsinn gibt, nämlich die Diplomarbeit von Blois (2005). An sieben Osteopathie-Schulen weltweit wurden insgesamt 200 Studenten zu ihrer Palpation und ihrer palpatorischen Entwicklung während ihrer Ausbildung befragt. Zudem wurden neun Osteopathie-Lehrer zur palpatorischen Entwicklung ihrer Schüler über die Dauer der Ausbildung interviewt. Studien, welche die Tastfähigkeit von Osteopathen quantifizieren, fehlen jedoch zur Gänze.

Die Literaturrecherche wurde daher auf Studien zur Erfassung der taktilen und haptischen Wahrnehmung bei anderen Berufsgruppen, bzw. Patientengruppen erweitert. Neurophysiologische Untersuchungen der taktilen Wahrnehmung von Elbert et al. (1995) an professionellen Violinspielern ergaben, dass intensives Training zu einer Vergrößerung der kortikalen Repräsentation der Finger und einem verbesserten taktilen Diskriminationsvermögen führt. Auch Röder, Rösler & Neville (1999) formulierten die Hypothese, dass jahrelanges Punktschriftlesen der Brailleschrift auf Grund perzeptueller Lernprozesse zu einer Verringerung taktiler Schwellen führt. Für die Absolutschwellen ergaben sich bei dieser Untersuchung keine signifikanten Unterschiede. Dagegen hatten kongenital erblindete Testpersonen geringere Zweipunktschwellen als eine normal sehende Kontrollgruppe. Generell kann ein ausgebildetes taktil-haptisches Diskriminationsvermögen laut Elbert et al. (1995), Jenkins & Merzenich (1987) und Ragert (2004) zu einer überdurchschnittlich großen kortikalen Repräsentation der Hand und der Finger führen.

Eine andere Form des Berührens, nämlich die aktive, sogenannte haptische Wahrnehmung, wird erstmals quantitativ in der Studie von Grunwald (2004) bei Patienten mit Magersucht untersucht. Die Patienten und eine gesunde Kontrollgruppe mussten Tiefenreliefmuster blind ertasten und anschließend auf ein Blatt Papier zeichnen. Gleichzeitig wurde die elektrische Aktivität des Gehirns mittels EEG aufgezeichnet. Die zeichnerische Reproduktion der Patientengruppe

war völlig unzureichend und die Auswertung des EEGs belegte, dass im rechten parietalen Kortex deutlich weniger hirnelektrische Aktivität vorhanden war. Laut Grunwald sind bei Magersüchtigen vermutlich wichtige Integrationsfunktionen des Gehirns gestört, die für die beobachteten haptischen Wahrnehmungsdefizite mitverantwortlich sein könnten.

Bisher wurden hauptsächlich taktile Untersuchungen, also der passiven Wahrnehmung, durchgeführt. Eine neu entwickelte Methodik von Grunwald (2010) eröffnet nun die Möglichkeit, haptische Untersuchungen zur Überprüfung der aktiven Wahrnehmung durchzuführen.

Die Überlegung, dass Osteopathen durch ihr manuelles Arbeiten und tägliches Training ein gutes Diskriminationsvermögen aufweisen, liegt nahe. Wenn Osteopathen durch ihre tägliche Arbeit ein Training ihrer Hände und der sensorischen Verarbeitung auf kortikaler Ebene erfahren, müsste dies zu einer feineren haptischen Wahrnehmung führen, die anhand haptischer Messgeräte erfassbar sein müsste. Die Studie von Pleger (2001) bestätigt, dass die tägliche stundenlange Arbeit mit Patienten gleichzeitig ein Training für Therapeuten ist, und untermauert diese hypothetische Annahme. Dabei wurden nichtinvasive bildgebende Verfahren verwendet, um die kortikale Reorganisation bei menschlichen Probanden zu erforschen. Dies ergab eine Verbesserung der Verhaltensleistung von Therapeuten nach umfangreicher Nutzung oder Schulung und eine Veränderung der kortikalen Repräsentation. Diese Ergebnisse bestätigen die Relevanz der kortikalen Plastizität für den therapeutischen Alltag.

Die palpatorische Genauigkeit oder Ungenauigkeit von Osteopathen zu messen ist von Wichtigkeit, auch um Kritik gegenüber dem Berufstand bestätigen oder entkräften zu können. Ein weiterer wichtiger Aspekt dieser Arbeit ist, dem osteopathischen Handeln und den Fähigkeiten kritisch zu begegnen und sie zu hinterfragen. Sommerfeld (2009) schreibt von „messbar mangelhafter palpatorischer“ Genauigkeit und fehlender Selbstkritik. Dieses Wortspiel deutet auf mangelhafte palpatorische Genauigkeit hin oder könnte auch als mangelhaft messbare Palpatorik interpretiert werden. Die palpatorische Genauigkeit wurde bis jetzt jedenfalls an Osteopathen nicht messtechnisch überprüft.

Schon Dr. Still sah die Palpation als Grundlage für osteopathische Techniken an, dies beschrieb unter anderem Patterson (2000). Still verlangte von frühen Studenten monatelange tägliche Praxis, bevor sie beginnen konnten, mit Hilfe

der Palpation zu diagnostizieren. Sie war für Still die Essenz osteopathischer Behandlung. Die Donau-Universität Krems und die Wiener Schule für Osteopathie verlangen von ihren StudentInnen 410 Praxisstunden als Voraussetzung für den Abschluss des Masterstudiums. Daraus wird ersichtlich, dass die palpatorische Arbeit einen hohen Stellenwert in der Osteopathie darstellt.

In Gesprächen mit Dr. Schleich, aus dem Gebiet der Psychoakustik und Psychophysik, und Herrn Dr. Grunwald, aus dem Spezialgebiet der Haptik, eröffneten sich Zugänge, wie man sich dem Gebiet der Palpation in der Osteopathie quantitativ nähern könnte. Dr. Grunwald empfahl neurologische Tests als Grundlage für diese Arbeit (persönliche Kommunikation, 2008). Für den therapeutischen und osteopathischen Bereich gab es bis dato keine standardisierten Messverfahren zur Erfassung der haptischen Wahrnehmung. 2010 wurden vom Haptik-Labor der Uni Leipzig unter der Leitung von Dr. Grunwald sogenannte Haptik-Pads, zum Test der aktiven haptischen Wahrnehmung, entwickelt. Dabei handelt es sich um zwei weltweit neue Testverfahren.

Das Ziel dieser Arbeit ist, die Palpationsfähigkeit von Osteopathen im Vergleich zu einer Kontrollgruppe von Nicht-Osteopathen mit psychophysikalischen Methoden quantitativ zu untersuchen. Im Detail sollen die Fragen beantwortet werden, ob Osteopathen eine niedrigere Tastschwelle und eine höhere haptische Erkennungsrate haben als Nicht-Osteopathen. Die Arbeit könnte eine Grundlage für eine wissenschaftliche Argumentation darstellen, dass Osteopathen tatsächlich kleinere und feinere Reize ertasten können. Trowbridge (1991) schreibt über den historischen Fakt, dass die Osteopathie in medizinischen Kreisen bis heute in Frage gestellt wird. Die aktuelle Untersuchung könnte eine Grundlage darstellen, die osteopathische Glaubwürdigkeit zu untermauern.

2 Grundlagen

Die der Studie zugrunde liegenden Themenbereiche wie Berührung, Entwicklung des Tastsinnes, Palpation, osteopathische Diagnostik und Psychophysik werden in den folgenden Kapiteln erläutert.

2.1 *Berühren, die Wahrnehmung von Objekten*

Es werden in diesem Kapitel die Berührung und im Speziellen zwei Arten von Berührung, nämlich die **aktive** und **passive** Berührung beschrieben. Eine Unterscheidung der Berührungsarten dient unter anderem dem besseren Verständnis der Wahl der verwendeten Messmethoden und Resultate. Weiters werden die Identifizierung von Objekten und die Bewegungen zur Exploration eines Objektes erläutert.

Der Osteopath hat während seiner Arbeit, in der Diagnostik und der Behandlung Körperkontakt zum Patienten. Der Körperkontakt besteht darin, dass er mit seinen Händen Kontakt zum Patienten herstellt und ihn berührt. Neben den Händen können auch andere Körperteile bei der Ausführung der verschiedenen Techniken in Kontakt mit dem Patienten kommen, die Arme, die Schulter, der Bauch oder jeder andere Körperteil. Berührung ist immer mit Nähe und Intimität verbunden (vgl. Frymann 2007, Liem 2004).

„Berührung“ ist unsere erste Sprache. Sie ist das erste funktionsfähige System im Uterus, über sie machen wir unsere ersten Erfahrungen in dieser Welt. Mit Hilfe von Berührungen werden wir ernährt und beruhigt; über Berührungen entstehen unsere ersten emotionalen Bindungen. Berührung ist sozusagen das älteste und primitivste Ausdrucksmittel. Sie stellt eines der ursprünglichen Systeme dar, die den Menschen den Kontakt zur Außenwelt ermöglichen. Wir sind solange in hohem Maße von Berührungen abhängig, bis wir eine Sprache und motorische Fähigkeiten erlernt und bis sich kognitive Prozesse entwickelt haben, die uns lenken, wenn wir Erfahrungen mit der Umwelt sammeln und mit ihr interagieren.“

(Grunwald 2001, S.128)

Als ungeborenes Kind, Baby und Kleinkind sind Berührungen von außen, das Berührt-werden, notwendig und sehr wichtig. Mit fortschreitender Entwicklung vom Säugling zum Kleinkind gewinnt jedoch zunehmend das aktive Erforschen der Umwelt an Bedeutung. Der Mensch benutzt seinen Tastsinn aktiv, um Objekte zu erforschen, zu erkennen und sie zu verwenden (vgl. Ayres 1984).

Die zwei Arten von Berührung, nämlich die taktile und haptische Wahrnehmung, werden im Folgenden genauer beschrieben.

Taktile Wahrnehmung – eine Begriffsdefinition

Passives Berührt-werden wird als taktile Wahrnehmung bezeichnet (vgl. Goldstein 1997, Grunwald 2001). In der osteopathischen Behandlung ist es der Patient, der passiv berührt wird. Die behandelte Person nimmt die Berührung als eine Stimulation der Haut wahr.

Haptische Wahrnehmung – eine Begriffsdefinition

Die Lehre von der haptischen Wahrnehmung wird als **Haptik** bezeichnet. Darunter versteht man das aktive Berühren von Gegenständen.

*“Unter **haptischer Wahrnehmung** versteht man das aktive Erfühlen von Größe, Konturen, Oberflächentextur, Gewicht usw. eines Objektes durch Integration aller Hautsinne und der Tiefensensibilität. Die Gesamtheit der haptischen Wahrnehmungen erlaubt es dem Gehirn, mechanische Reize, Temperaturreize und Schmerz zu lokalisieren und zu bewerten. Haptische Wahrnehmung stellt ein ziemlich gutes Beispiel für eine Situation dar, in der mehrere verschiedene Wahrnehmungssysteme miteinander interagieren.”*

(Goldstein 1997, S. 527)

Die haptische Wahrnehmung führt zu einem genaueren und differenzierteren Abbild des zu ertastenden Objektes als bei der taktilen Wahrnehmung. Mehrere verschiedene Wahrnehmungssysteme sind bei der haptischen Wahrnehmung in Interaktion. Informationen aus anderen Sinnesbereichen, wie der vestibulären oder propriozeptiven Wahrnehmung, fließen mit ein. Die haptische Wahrnehmung ist also nicht nur an die Haut als Sinnesorgan gebunden, sondern

wird auch von anderen Sinneswahrnehmungen beeinflusst (vgl. Goldstein 1997, Grunwald 2004).

Beim aktiven Berühren nimmt man die Objekte wahr. Zur Erkennung eines Objektes mithilfe des Tastsinnes wird das aktive Berühren verwendet. Vergleichend dazu muss die Arbeit des Osteopathen beschrieben werden. Er berührt seinen Patienten aktiv, er nimmt ihn mit seiner haptischen Wahrnehmung wahr, welche immer mit dem absichtsvollen Einsatz der Hände und/oder des Körpers verbunden ist. Am Vorgang des aktiven Berührens ist man stärker beteiligt und kann besser kontrollieren, welchen Teil des Objektes man erkundet, als bei der taktilen Wahrnehmung.

Von besonderer Wichtigkeit ist es aufzuzeigen, dass die taktile und die haptische Wahrnehmung einen unterschiedlichen Beitrag zum Erfassen der Außenwelt leisten. Bei der taktilen Wahrnehmung, nimmt man passiv Reize von außen wahr, wohingegen man bei der haptischen Wahrnehmung selbst aktiv Objekte ertastet und die Reize erfasst. Auch die Reizstärke, die zur Messung der taktilen und aktiven Wahrnehmung notwendig ist, unterscheidet sich drastisch. Dies wird in Kapitel 2.4.4 näher beschrieben (vgl. Goldstein 1997, Grunwald 2001).

Objektidentifizierung

Die Situation, in welcher der Tastsinn passiv genutzt wird, indem man passiv berührt wird, tritt im Erwachsenenalter selten auf. Vielmehr wird der Tastsinn aktiv genutzt und dieses absichtsvolle Berühren ist das typische Vorgehen um ein Objekt zu identifizieren. Durch das aktive Tasten erfährt man eine haptische Wahrnehmung, die auf dem Erkunden von dreidimensionalen Objekten mit der Hand basiert (vgl. Goldstein 1997). Goldstein (2008) beschreibt drei Wahrnehmungssysteme, die nötig sind um ein Objekt zu identifizieren:

1. **Das sensorische System**, das Eindrücke der Hautsinne wie Berührung, Temperatur und Oberflächenstruktur sowie Bewegungen und Positionen von Fingern und Händen vermittelt.
2. **Das motorische System** ist das System, mithilfe dessen man die Information aus dem sensorischen System erhalten hat. Zuerst muss die Hand zum Objekt hinbewegt werden, um das Objekt wahrnehmen zu können. Der Tastsinn ist sozusagen ein bewegter Sinn.
3. **Das kognitive System**, mithilfe dessen man Informationen aus dem sensorischen und dem motorischen System aufnimmt, speichert, verknüpft und eine Antwort gibt.

Die haptische Wahrnehmung ist ein komplexer Prozess, in dem die aufgeführten drei Systeme koordiniert zusammenarbeiten müssen. Die taktile und haptische Wahrnehmung wird durch das somatosensorische System realisiert und auf kortikaler Ebene durch neurophysiologische Prozesse gespeichert und verglichen. Das somatosensorische System ist das Sinnessystem für die Oberflächensensibilität der Haut und die Tiefensensibilität der Muskeln, Sehnen, Gelenke etc. . In der Peripherie, an den Fingern und Händen, befinden sich spezifische Rezeptoren, deren Nervenreize über das Rückenmark an den Thalamus weitergegeben werden. Auf kortikaler Ebene steht ein eigenes System zur Verfügung, das vermutlich hierarchisch aufgebaut ist. Teile des Rückenmarks, des Hirnstammes, des Thalamus und des Kortex gehören zu dieser hierarchischen Struktur. Auf kortikaler Ebene werden die Reize vom Thalamus zum primären somatosensorischen Kortex S1 (den sogenannten Brodmann Arealen 1, 2, 3a und 3b) im Parietallappen weitergeleitet und mit dem sekundären somatosensorischen Kortex S2 (den sogenannten Brodmann Arealen 5 und 7) verknüpft. Ein besonderes Merkmal des somatosensorischen Kortex ist die Organisation in Hirnarealen, sogenannten Karten, denen bestimmte Körperareale zugeordnet sind. Weitläufig bekannt ist dieses Modell auch unter dem Namen Homunkulus. Körperareale mit der höchsten taktilen Unterscheidungsfähigkeit werden durch überproportional große Bereiche des Kortex repräsentiert (vgl. Buanamano 2008, Goldstein 1997, Grunwald 2001). Finger und Hände sind unter anderem solche Bereiche mit einer sehr hohen

taktilen Unterscheidungsfähigkeit. Diese Unterscheidungsfähigkeit wird speziell bei der Exploration von Objekten eingesetzt. Zur haptischen Erkennung und Diskrimination von Objekten verwendet der Mensch unterschiedliche **Explorationsbewegungen**. Ledermann & Klatzky (1987) fanden durch Beobachtung heraus, dass Probanden während der Objektidentifikation verschiedene Explorationsbewegungen durchführen. Sie identifizierten vier haptische Explorationsbewegungen, nämlich das Hin und her bewegen auf der Oberfläche, Druck ausüben, Umfassen und das Verfolgen der Kontur.

Die Art der eingesetzten Explorationsbewegung hängt von den Eigenschaften des Gegenstandes ab, welchen die Person identifizieren soll, und unterliegt auch interindividuellen Unterschieden (vgl. Goldmann 1997).

2.2 *Entwicklung und Training des Tastsinnes*

In diesem Kapitel werden die Entwicklung und das Training des Tastsinnes beschrieben. Es wird auf die Embryonalentwicklung der Haut, die sensomotorische Entwicklung, die neuronale Plastizität und die Entwicklung des Tastsinnes im Alter eingegangen.

Die Embryonalentwicklung der Haut begründet die lebenslang enge Beziehung zwischen der Haut und dem zentralen Nervensystem, da sich beide aus dem äußeren Keimblatt, dem Ektoderm entwickeln. Die Möglichkeit, auf taktile Reize zu reagieren, ist eine der ersten Fähigkeiten des Embryos. In der Embryonalzeit handelt es sich zunächst um globale, ganzkörperliche Reaktionen, beschrieben von Fredor-Freybergh im Buch "Pränatale und perinatale Psychologie" (1987, zit. nach Grunwald 2001, S 133). Während der Fetalzeit sind bereits gezielte Reaktionen auf taktile Reizungen möglich. Die Haut ist das sensorische Organ für das taktile und haptische System. Die Entwicklung der haptischen Wahrnehmung ist eng an die sensomotorische Entwicklung des Kindes gekoppelt. Entwicklungsstörungen im Bereich der einzelnen Sinne, aber auch der Motorik können eine Verzögerung der haptischen Wahrnehmung zur Folge haben. Fällt ein Sinn wie zum Beispiel der Sehsinn komplett aus, entwickelt sich die haptische Wahrnehmung zuerst verzögert und prägt sich mit zunehmendem Alter besser aus als bei Sehenden, um den Ausfall des Sehsinnes kompensieren zu können (vgl. Ayres 1984, Heller 1991). Die Fähigkeit eines Individuums, sich

an Umweltbedingungen bzw. Beanspruchungen anzupassen, wird üblicherweise als Plastizität des Zentralnervensystems bezeichnet. Sie stellt die Grundlage von Lernprozessen dar. Mehrere Autoren beschreiben die Anpassungsfähigkeit an die jeweilige Lebens-, Umwelt-, Arbeitssituation anhand der neuronalen Plastizität. (vgl. Jenkins & Merzenich. 1987, Karni 1995).

Jenkins & Merzenich (1987) beschrieben anhand von Studien an Affen, dass zunehmende Stimulation eines spezifischen Bereichs der Haut eine Ausdehnung des somatosensorischen Kortex im Bereich des Parietallappens zur Folge hat. Einige Jahre später beschrieb Karni (1995) bei Untersuchungen am Menschen anhand von Magnetresonanztomographie (MRT) ebenfalls Veränderungen der kortikalen Repräsentation infolge von motorischen Lernprozessen. Buanomo & Merzenich (1998) beschreiben in ihrem Buch über neuronale Plastizität, dass peripheres Training eine kortikale Veränderung aufgrund der Plastizität bedingt. Weiters beschreibt Elbert et al. (1995), dass Berufs-Violinisten durch das tägliche Training eine überdurchschnittlich große kortikale Repräsentation der Finger der linken Hand im somatosensorischen Kortex haben. In einer Studie von Ragert et al. (2004) wird aufgrund verbesserter Lernfähigkeit im palpatorischen Bereich eine Form von Meta-Plastizität bei professionellen Pianisten beschrieben. Meta-Plastizität beschreibt das Phänomen, dass Nervenzellen abhängig von ihrer Vergangenheit unterschiedliche synaptische Verbindungen eingehen. Der vorherige Aktivitätszustand hat eine Auswirkung auf die Art und Ausbildung von langandauernder Plastizität. Die Meta-Plastizität erhöht also die Komplexität und somit die Speicherkapazität des Gehirns (vgl. Abraham & Bear 1996). Pascual-Leone et al. (1993) stellten fest, dass die kortikalen Areale, die den Lesefinger repräsentieren, bei Lesern der Brailleschrift vergrößert waren. Krause (2004), Osteopath und Autor, hält fest, dass jeder seine Sinne trainieren und im Speziellen seine Palpation entwickeln und schulen kann.

Die zitierte Literatur stimmt in der Aussage überein, dass Regionen mit hoher taktiler Unterscheidungsfähigkeit in größeren Bereichen des Kortex repräsentiert werden. Der Körper stellt prinzipiell zusätzliche neuronale Verarbeitungskapazität für die Finger und andere Körperstellen bereit, um dort feine Details mit hoher Genauigkeit wahrnehmen zu können. Die hervorragende Detailauflösung an den Fingern wird also dadurch erreicht, dass die Finger durch eine große Anzahl kortikaler Neuronen repräsentiert werden und jedes dieser Neuronen vermutlich

hauptsächlich Informationen aus einem sehr kleinen Bereich auf der Haut verarbeitet. Es wurden zeitlich ineinandergreifende physiologische und anatomische Veränderungen im somatosensorischen Kortex des Parietallappens entdeckt, die - wenn auch noch nicht vollständig verstanden - zum Verständnis von Lern- und Gedächtnisprozessen beitragen (vgl. Goldstein 2007, Grunwald 2001, Ragert 2004).

Über die Entwicklung des Tastsinnes im höheren Alter berichtet die Studie von Desrosiers (1996). Die taktile Handsensibilität bei gesunden älteren Menschen nimmt im Alter zwischen 60 und 94 Jahren signifikant ab. Dies wurde mit dem Semmes Weinstein Monofilament Test, dem statischen und sich bewegenden Zweipunktdiskriminator und einem taktilen Wiedererkennungstest gemessen. Diese festgestellten Veränderungen betreffen die taktile Wahrnehmung und helfen zwischen normalen und pathologischen Veränderungen der Sensibilität im Alter zu unterscheiden.

Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mehrere Studien die neuronale Plastizität aufgrund der Anpassung durch Lernprozesse nachweisen. Die Plastizität ist ein gängiges Erklärungsmodell für die Verfeinerung der Tastwahrnehmung durch Wiederholung einer palpatorischen Tätigkeit. In den vergangenen Jahrzehnten konnte anhand einiger oben genannter Studien der Beweis erbracht werden, dass die anatomische und funktionelle Organisation im somatosensorischen Kortex nicht starr ist, sondern durch Lernprozesse verändert werden kann. Dies kann nur damit erklärt werden, dass das haptische Training zu einer lernabhängigen Ausdehnung der funktionellen Repräsentation führt (vgl. Grunwald 2001).

2.3 *Palpation in der Osteopathie*

Die Osteopathie mit ihrem Anspruch der Ganzheitlichkeit zeichnet sich dadurch aus, dass die Hände benutzt werden, um die Gesundheit zu fördern, Dysfunktionen zu behandeln und Krankheiten zu heilen. Von den Fähigkeiten des Fühlens und Tastens hängt der Erfolg eines Osteopathen ab. Sie stellen die Grundlage für die richtige Diagnose und Behandlung dar (vgl. Frymann 2007, Liem 2004, Still in Patterson 2000).

Laut Hebgen (2008) werden zur Diagnose die **Inspektion** und **Palpation** verwendet. Die Inspektion stellt neben der Palpation die wichtigste Diagnosemöglichkeit dar. Dabei wird ohne jeglichen Körperkontakt zum Patienten auf optische Auffälligkeiten geachtet. Auf die Inspektion wird in dieser Arbeit nicht weiter eingegangen, der Vollständigkeit halber wird sie an dieser Stelle erwähnt. In der osteopathischen Behandlung kommt die Palpation zum Einsatz und bei ihr die Finger und Hände, kurzgesagt der Tastsinn des Osteopathen.

2.3.1 Palpation – eine Begriffsdefinition

Die Palpation ist für jeden manuell arbeitenden Therapeuten essenziell, da sie ihm Information über Funktions- und Strukturveränderungen des Körpers gibt. Weiters stellt sie die Voraussetzung für die Diagnostik und der darauffolgenden adäquaten Behandlung dar.

Eine Begriffsdefinition der Palpation ist in der Literatur spärlich zu finden. Im klinischen Wörterbuch Pschyrembel von Hildebrand (1998) wird sie als Untersuchung durch Betasten definiert. Im Gegenzug dazu wird die Palpation in ihrer **Art** und **Weise** sehr detailliert in der Literatur beschrieben. Krause (2008), Osteopath und Autor, schreibt, dass Osteopathen neben der Position und Berührung die Gewebetiefe interessiert, um Dysfunktionen zu ertasten. Weiters wollen sie wahrnehmen, wie alt Dysfunktionen sind, ob es einen „harten“ oder „weichen“ Bewegungsstopp gibt, oder ob die Spannung zu entfernteren Körperregionen weitergeleitet wird. Es geht also darum, die Qualität der Gewebe zu ertasten, unterschiedliche Qualitäten differenzieren zu können und Verbindungen zu anderen Regionen des Körpers herzustellen. Es wird erläutert wie der Behandler sich mithilfe der Palpation und dem Hintergrundwissen der Anatomie dem Körper des Patienten annähert um diesen zu behandeln (vgl. Frymann 2007, Liem 2010).

In Liem (2010) findet man den Versuch einer Definition für die Palpation der Osteopathie. Er schreibt, dass man Palpation als eine Wahrnehmung von Grenzen bezeichnen könnte, da jede Struktur im Körper eine eigene Beschaffenheit hat und sich dadurch von angrenzenden Nachbarstrukturen unterscheidet. Diese wahrgenommenen Grenzen können mit den erlernten

anatomischen Kenntnissen abgeglichen werden und ermöglichen es dem Osteopathen, Strukturen identifizieren zu können. Diese Identifizierung von Strukturen und das Erkennen von Strukturveränderungen ist die Grundlage der osteopathischen Arbeit. (vgl. Liem 2010).

Zur Diagnose und Behandlung in der Osteopathie wird die Palpation verwendet. Die Diagnose geht fließend in die Behandlung über. Die Technik der Behandlung variiert, je nachdem ob es sich um eine strukturelle, viszerale oder kraniale Behandlung handelt, jedoch wird sie immer mit den Händen ausgeführt. Upledger (in Muzzi 2005) beschreibt die osteopathischen Hände als hoch sensitive, diagnostische und therapeutische Instrumente.

Die Wichtigkeit der Palpation in der Osteopathie wurde schon von vielen Osteopathen in den letzten 150 Jahren beschrieben. Still (in Patterson 2000) sah die Palpation als Grundlage für jede osteopathische Technik an. Er forderte eine monatelange, tägliche Praxis von seinen StudentInnen ein, bevor diese diagnostizieren durften. Für Still war das Training der Palpation die Essenz einer osteopathischen Behandlung. Fryette (1983) beschrieb den Tastsinn als „größten Pluspunkt eines Osteopathen“, dessen berufliche Zukunft sie in direktem Zusammenhang mit der Entwicklung dieses Sinnes sah.

Die Schwierigkeit beim Erlernen des Palpierens liegt darin, dass der Vorgang mit dem Auge kaum wahrnehmbar und deshalb nicht durch Zusehen erlernbar ist. Sie muss von jedem Osteopathen selbst erfahren werden. Still wie auch Sutherland, Begründer der kranialen Osteopathie (Liem 2001), verbrachten lange Zeitabschnitte ihrer Leben damit, die Gewebe der Patienten tastend zu studieren. In der osteopathischen Ausbildung wird dem praktischen Üben von Untersuchungsvorgängen und dem Erlernen von Techniken viel Zeit eingeräumt. Die Absolventen des Masterlehrgangs der Wiener-Schule für Osteopathie müssen 410 Praxisstunden nachweisen. Weiters findet man bei mehreren Autoren Anleitungen und praktische Übungen zur Schulung des Palpationsempfindens (vgl. Frymann 2007, Krause 2008, Liem 2004). Osteopathen gingen von Anfang der Geschichte der Osteopathie davon aus, dass sie ihre Palpation trainieren können und müssen.

Die Lehrbarkeit und Wissenschaftlichkeit palpatorischer Erfahrungen stellt eine Herausforderung an die osteopathische Gemeinschaft dar. Letztendlich kann der Tastsinn laut derzeitigem Wissensstand am Sinnvollsten durch praktische

Erfahrung am Patienten geschult werden (vgl. Frymann 2007, Liem 2006). Weiters erläutert Viola Frymann (2007) die Palpation in einem ihrer Workshops für Osteopathen. Sie beschreibt die Palpation als eine Kunstfertigkeit, die es zu erwerben gilt. Die Palpation bis zu einem besonders hohen Grad zu entwickeln, erfordert viel Erfahrung und eine bewusste Hinwendung. Sie postuliert, dass die Palpation, wie jede andere klinische Beobachtung auch, durch labortechnische und andere diagnostische Tests bestätigt werden kann.

2.3.2 Palpation in der osteopathischen Diagnostik

Bereits Still (in Patterson 2000), wie auch Sutherland (1967) und Liem (2006) halten fest, dass die Palpation die Grundlage für die richtige Diagnose als auch für die Therapie selbst ist. Sie sind der Meinung, dass die Fähigkeit des Fühlens und Tastens den Erfolg oder Misserfolg eines Osteopathen bedingt.

Der Begriff der Diagnose umfasst einerseits die Fähigkeit, Krankheiten anhand ihrer Symptome erkennen zu können, andererseits stellt er eine Reflexion und das Sammeln von Informationen über den Patienten dar (vgl. Croibier 2006). Die osteopathische Diagnostik kann man in drei Teilbereiche einteilen, welche im Folgenden nach ihrer geschichtlichen Entstehung chronologisch angeführt werden.

Strukturelle Diagnostik

Die strukturelle Diagnostik ist der erste und älteste Eckpfeiler der Osteopathie und bedient sich der traditionellen Untersuchungsmethoden: Inspektion, **Palpation**, Perkussion und Auskultation, wobei der Inspektion und **Palpation** die größte Bedeutung zukommt. Untersucht werden Gelenke, Muskeln, Sehnen und Knochen.

Der Kontakt zwischen der Hand des Osteopathen und dem Gewebe spielt eine große Rolle. Das Bewegungsausmaß, die Qualität der Bewegung innerhalb des Bewegungsumfanges und auch das Endgefühl der Bewegung werden wahrgenommen. Weiters lernt der Osteopath durch die Erfahrung zahlreicher Endgefühle immer differenzierter zwischen Norm- und Dysfunktion zu unterscheiden. Die Diskriminationsfähigkeit in Bezug auf die Qualität des Ertasteten weist dem Therapeuten den Weg, welche Therapieform und Technik

für den Patienten die individuell wirksamste ist (vgl. Frymann 2007, Greenman 2005, Liem 2001).

Kraniosakrale Diagnostik

Die kraniosakrale Diagnostik ist der zweite Eckpfeiler in der Osteopathie und dient der Beurteilung der inhärenten Bewegung des kraniosakralen Systems. Der Rhythmus des primär respiratorischen Mechanismus ist der Ausgangspunkt für die Diagnose und die Therapie. Der Therapeut ertastet Symmetrie, Frequenz, Amplitude und Stärke dieser rhythmischen Bewegungen an Schädel, Sacrum oder anderen Körperregionen. Dysfunktionen im Organismus lassen sich anhand der Qualitäten des kraniosakralen Rhythmus ertasten. Umgekehrt können sich aber auch Störungen im kraniosakralen System unter anderem in Form von Spannungen, Organstörungen und physischen Veränderungen im übrigen Körper bemerkbar machen (vgl. Becker 2000, Liem 2001).

Mehrere Autoren fordern die Schulung der Palpationsfähigkeit in der Praxis und anhand von Palpationsübungen, damit der Osteopath in der Lage ist, die inhärente Beweglichkeit des kraniosakralen Systems ertasten zu können. Die Anwendung kraniosakraler Techniken an Schädel und Sacrum erfordert ein hohes Maß an Präzision und Geschick. Für den Therapeuten ist es ein jahrelanger Prozess, richtig fühlen zu lernen und das Gefühlte in Zusammenhang mit Physiologie und Anatomie zu verstehen (Becker 2000, Frymann 2007, Greenman 2005, Liem 2006).

Viszerale Diagnostik

Die viszerale Diagnostik ist der dritte Eckpfeiler der Osteopathie und dient der Beurteilung und Behandlung der inneren Organe. In der viszeralen Osteopathie wird nach Jean Pierre Barral (2005) zwischen der **Mobilität**, der **Motilität** und der **Motrizität** unterschieden. Mobilität beschreibt die Bewegung der Organe untereinander bzw. zwischen den Organen und der Rumpfwand. Die Motilität ist die embryologische Verlagerungsbewegung von ihrem Entstehungsort in ihre postnatale Endposition. Diese Bewegung erfolgt mit geringer Frequenz und Amplitude und ist von der Atembewegung unabhängig. Die Motrizität bezeichnet die passive Verlagerung der Organe durch die Willkürmotorik und die Haltung des Menschen. Die Organe werden durch die Haltung und Bewegung des

Menschen passiv verlagert (vgl. Barral 2005). Diese unterschiedlichen Formen von Bewegungen sind laut Barral nur von geschulten Osteopathen wahrnehmbar. In der Diagnostik gilt es, genau diese zu überprüfen und eventuelle Funktions- und Strukturveränderungen zu behandeln.

Die Palpation des Abdomens im Speziellen kann in eine „oberflächliche“ und „tiefe“ Palpation eingeteilt werden. Bei der „oberflächlichen“ Palpation des Abdomens werden die verschiedenen Bauchregionen in Hinblick auf Spannungsunterschiede im Seitenvergleich, Schmerzauslösung und eventuell vorhandene Narbenspannung untersucht. Bei der „tiefen“ Palpation wird sie auf den Organen selbst durchgeführt. Hier werden der Spannungszustand, die Lage im Abdomen, sowie die Schmerzhaftigkeit überprüft (vgl. Hebgen 2008).

2.4 Psychophysikalische Grundlagen

Dies ist eine Einführung in die Psychophysik und soll dem interessierten Leser einen Einblick in die Thematik geben. Die Psychophysik der Wahrnehmung, der Begriff der Schwelle und die Messung des Tastsinnes werden definiert und beschrieben.

Die Psychophysik beschäftigt sich mit der Messung von Erlebnissen. Sie ist also die Wissenschaft von Beziehungen zwischen bestimmten Reizen und den ihnen entsprechenden Erlebnissen. Natterer (2011) beschreibt sie als die wissenschaftliche Disziplin, die Beziehungen zwischen der objektiven Sinnesphysiologie und der subjektiven Wahrnehmung misst. Quantitative Beziehungen zwischen Reiz und Wahrnehmung werden hergestellt.

Fechner (1886), einer der Begründer der Psychophysik, beschäftigte sich mit der Beziehung zwischen der Stärke eines physikalischen Reizes und der Empfindung, die ein Stimulus auslöst. Die Psychophysik gehört zu den wissenschaftshistorisch bedeutsamen Vorreitern der naturwissenschaftlichen Erforschung von Bewusstseinsprozessen.

Die moderne Psychophysik ist stets ein interdisziplinäres Unterfangen. Kenntnisse über die Physik der Reize, über Sinnes- und Neurophysiologie, Anatomie, Neuroanatomie und Psychologie werden benötigt. Da nur wenige diese Wissenschaften gleichermaßen beherrschen, werden die Ergebnisse der

Psychophysik je nach der Vorbildung der Forscher in verschiedener Weise formuliert (vgl. Campenhausen 1993).

Einführung in die Psychophysik der Wahrnehmung

Viele psychophysikalische Arbeiten sind auf Sinne wie Sehsinn, Hörsinn oder hier der Tastsinn spezialisiert. Ernst Heinrich Weber (1795-1878), Professor für Physiologie und Anatomie, dissertierte über den Tastsinn und beschrieb diesen erstmals psychophysikalisch. In der vorliegenden Arbeit wird der Tastsinn mit psychophysischen Methoden näher untersucht. In Guttman (1994) wird die Psychophysik für die Grundlagenforschung empfohlen, da ihre Erkenntnisse für Bereiche, welche Umweltreize psychisch verarbeiten, quantitative Rückschlüsse zulassen. Zentrale Themen der Psychophysik sind einerseits die Funktionseigenschaften des sensorischen Systems, zum Beispiel des Tastens, und andererseits das Messen von Empfindungen. Die Quantifizierung der Wahrnehmung geschieht oftmals durch die Bestimmung von Schwellen.

2.4.1 Psychometrische Funktion

Jeder hypothetische Zusammenhang zwischen einer quantifizierbaren Aussage über die Stärke der subjektiven Wahrnehmung und einem physikalischen Reiz kann als sogenannte psychometrische Funktion dargestellt werden. Die psychometrische Funktion erfasst also den Zusammenhang zwischen der Antwort einer Person und dem physikalischen Reiz. Ein Beispiel dafür ist die Wahrscheinlichkeit, dass eine Versuchsperson einen Reiz ertastet hat, aufgetragen gegen die physikalisch gemessene Intensität des Reizes (siehe Abbildung 1).

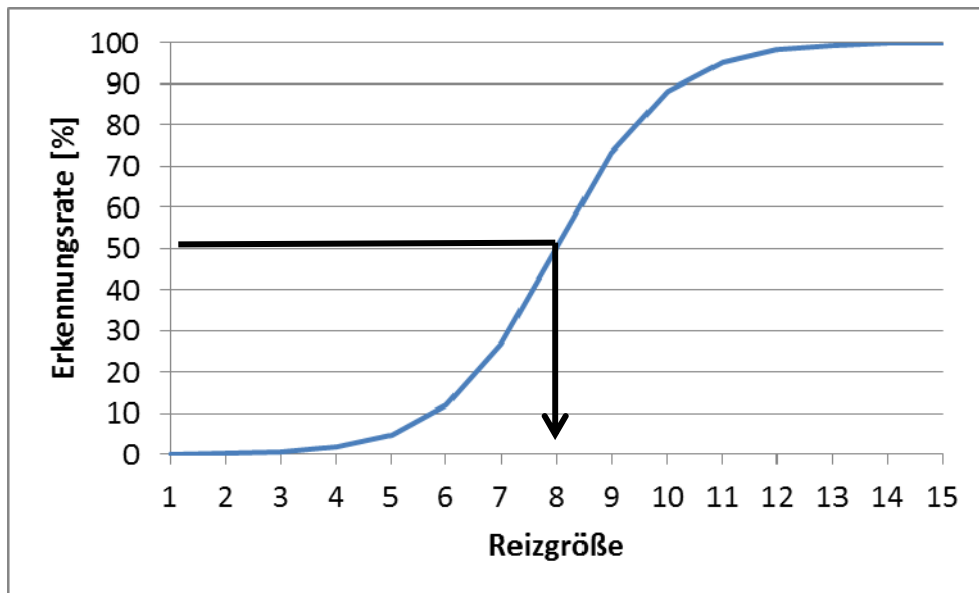


Abbildung 1: Typische psychometrische Funktion, Schwelle bei Reizgröße 8

Im Idealfall tastet die Versuchsperson unterhalb eines bestimmten Reizes nichts mehr, oberhalb dieses Reizes jedoch ertastet sie ihn. Dieser Zusammenhang ist in Abbildung 2 dargestellt. In den beispielhaften psychometrischen Funktionen wird die Schwelle als jener Reiz definiert, bei dem die Erkennungsrate 50% beträgt.

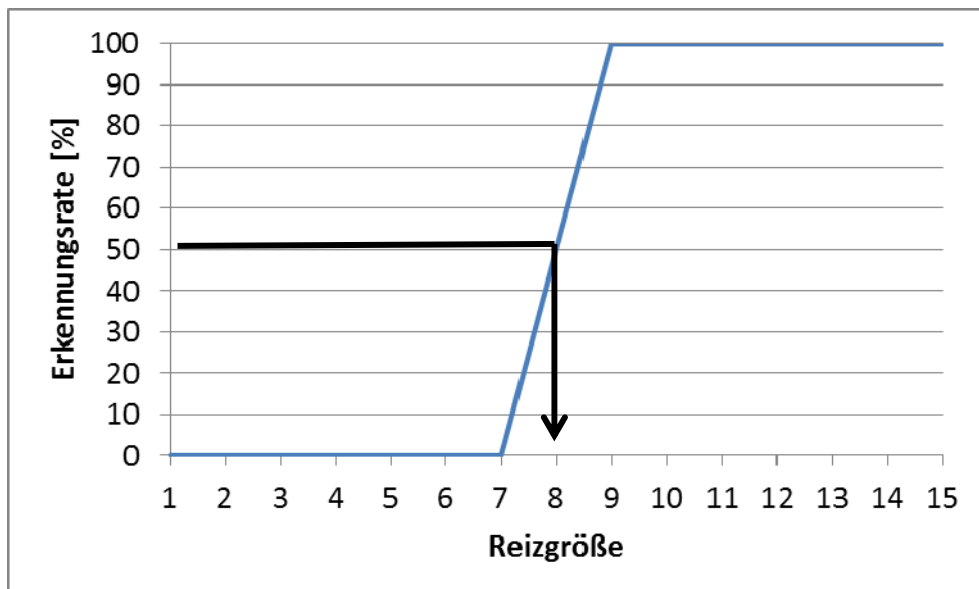


Abbildung 2: Ideale psychometrische Funktion, Schwelle bei Reizgröße 8

Die Psychometrische Funktion stellt also die Grundlage zur Schwellenbestimmung dar (vgl. Hagendorf et al. 2011).

2.4.2 Schwelle – eine Begriffsdefinition

In der in Kapitel 2.2 zitierten Literatur wurden im Zusammenhang mit der Messung des Tastsinns bereits wiederholt die Begriffe Absolutschwelle und Zweipunktschwelle verwendet. Im Folgenden werden diese Begriffsbestimmungen näher definiert.

Absolutschwelle

Die Absolutschwelle, oder auch untere Absolutschwelle, für die Wahrnehmung sensorischer Reize bezeichnet den kleinsten Reiz, der gerade noch eine bestimmte Empfindung hervorrufen kann. Zum Beispiel die Sensibilität der Haut für Berührungsreize oder auch die Hörschwelle wird durch Absolutschwellen beschrieben. Die untere Absolutschwelle reflektiert also die untere physikalische Grenze der Wahrnehmung eines bestimmten Sinnesorgans. Bei der Bestimmung der Absolutschwelle wird mit psychophysikalischen Methoden untersucht, wie stark die Reizung eines gegebenen Sinnesorgans sein muss, damit eine Wahrnehmungsempfindung erfolgt (vgl. Guttman 1994, Meßlinger 2010).

“Die Absolutschwelle bezeichnet die geringste Intensität eines Reizes, die zu einer berichtbaren Wahrnehmung beim Beobachter führt.“

Hagendorf et al. (2011, S. 44)

Guttman (1994) verwendet den Begriff Absolutschwelle in zwei Zusammenhängen, nämlich **untere** und **obere Absolutschwelle**. Die **untere Schwelle** definiert den eben noch merklichen Reiz, beim Übergang vom unmerklichen zum merklichen Stimulus. Die **obere Schwelle** wird oft auch als Schmerzschwelle bezeichnet. Diese Bezeichnung kommt daher, dass Reize mit zu hoher Energie oftmals von Schmerzempfindungen begleitet werden. Die obere und untere Absolutschwelle stecken also jenen Bereich ab, in welchem Reize Empfindungen auslösen können.

Absolutschwellen sind sowohl intraindividuellen Schwankungen (z.B. variable Aufmerksamkeit, Müdigkeit) als auch interindividuellen (Alter, berufliche Tätigkeiten, Fertigkeiten und Hobbies) unterworfen (vgl. Guttman 1994). Generell lassen sich bei verschiedenen Personengruppen, z.B. Musikern, Blinden, Chirurgen im Vergleich zu untrainierten Personen Unterschiede in den Absolutschwellen nachweisen (Elbert et al. 1995, Heller 1991, Grunwald 2001). Ein zentraler Teil dieser Arbeit beschäftigt sich mit der Messung der unteren Absolutschwelle, an der es eben noch zu einer reproduzierbaren Tastwahrnehmung kommt. Es ist von Interesse, welchen Reiz der Proband gerade noch ertasten kann und welchen nicht mehr. Der Reiz, der gerade noch ertastet werden kann, wird im Folgenden als Tastschwelle bezeichnet.

Zweipunktschwelle

Eine kurze Erläuterung dieser Schwelle, die mehrfach in der Grundlagenliteratur erwähnt wird, soll zum besseren Verständnis der zitierten Studien beitragen. Die Zweipunktschwelle beschreibt die generelle Fähigkeit, den räumlichen Abstand von Reizen zu erkennen. Sie wird zum Beispiel als Maß für die räumliche Auflösung von Berührungsempfindung verwendet. Im Falle des Tastsinns erfolgt ihre Bestimmung mit dem sogenannten Zweipunktdiskriminator, der in Kapitel 2.4.4 näher beschrieben wird (vgl. Meßlinger 2010).

2.4.3 Methoden zur Bestimmung von Schwellen

In der Psychophysik gibt es mehrere Methoden zur Bestimmung von Schwellen. Grundsätzlich unterscheidet man zwischen **indirekten** und **direkten** Methoden. Bei den **indirekten Methoden** urteilt die Versuchsperson über die Gleichheit bzw. Verschiedenheit von Reizen. Die indirekten Methoden basieren auf der Variabilität von Urteilen und den Urteilshäufigkeiten, von welchen auf die Empfindungsgröße geschlossen werden kann. Die Herstellungsmethode, bei der die Intensitätsschwelle oder die Unterschiedsschwelle bestimmt wird, sowie die Grenzmethode, die Methode zur Eruierung der wahrnehmbaren Unterschiede, sowie die Methode der konstanten Stimuli, bei der die Vergleichsreize in zufälliger Reihenfolge erfolgen, gehören zu den bekanntesten indirekten Methoden. In der vorliegenden Arbeit werden die Schwellen anhand einer

Kombination der Herstellungsmethode und der Methode der konstanten Stimuli bestimmt. Bei den **direkten Methoden** misst die Versuchsperson sozusagen selbst, indem sie den Reizen Zahlen zuordnet. Die Reaktionen auf die Empfindungen sind sozusagen Zahlen, die dann in Form einer Skala wiedergegeben werden. Alle Methoden gehen davon aus, dass die Urteile nur von der Intensität des Reizes abhängen (vgl. Hagendorf et al. 2011, Guttman 1994).

2.4.4 Messung des Tastsinns

Empfindungen des sensorischen und haptischen Systems können mithilfe der Psychophysik quantitativ messbar gemacht werden. Die Empfindlichkeit und Genauigkeit der Wahrnehmung wird über die Ermittlung von Absolutschwellen (siehe Kapitel 2.4.2) bestimmt.

Zahlreiche psychophysikalische Studien zum Thema Tasten wurden an blinden Versuchspersonen, aber auch an bestimmten Berufsgruppen mittels psychophysikalischer und neurophysiologischer Tests durchgeführt. Aufgrund der teils überraschenden Ergebnisse konnte man Wissen über das Tasten regenerieren und neue Rückschlüsse über Trainingseffekte der Palpation ziehen. Es gibt eine Reihe von **psychophysikalischen** und **neurophysiologischen Tests** zur Erfassung des Tastsinns. Die **taktile Messung** des Tastsinns wird in den meisten Studien anhand des Semmes Weinstein Monofilament Tests und des Zweipunktdiskriminationstest durchgeführt. Der **Semmes Weinstein Monofilamenttest** misst anhand von Filamenten die Hautsensibilität. Diese Filamente üben Druck auf die intakte Hautoberfläche aus. Je größer der Durchmesser eines Filaments ist, desto größer ist der Druck, der ausgeübt werden kann, bevor das Filament knickt. Mit dieser Eigenschaft der Filamente, nämlich der relativ genau definierten maximalen Kraft, die ausgeübt werden kann, lässt sich unter Verwendung unterschiedlich dicker Filamente der Schwellenwert identifizieren. Die messbaren Schwellen des Semmes Weinstein Monofilamenttest sind jedoch auf den Normbereich beschränkt und geben keinen näheren Aufschluss darüber, welche niedrigeren Tastschwellen von trainierten Personen tatsächlich erreicht werden können (vgl. Scheepers et al. 2007). Weiters ist laut Melchior et al. (2007) der Semmes Weinstein Monofilamenttest

allein kein ausreichender Indikator für die Handfunktionalität bzw. Handsensibilität in der klinischen Diagnostik und muss mit anderen Handfunktionstests ergänzt werden, zum Beispiel dem Zweipunktdiskriminator. Der **Zweipunktdiskriminator** ist ein medizinisch diagnostisches Instrument zur quantitativen Analyse der taktilen Sensibilität. Diese wird mittels einer Spitze, beziehungsweise zweier Spitzen, mit variablem Abstand gemessen. Die Spitzen werden simultan auf einen Hautbezirk aufgesetzt. Die Zweipunktschwelle ist der Abstand, bei dem gerade noch zwei Spitzen erkannt werden (vgl. Eck 2007). Weiters werden anhand von neurophysiologischen Messungen **MRT** oder **EEG** Daten über Prozesse und Aktivitäten des Gehirns gewonnen. Die **haptische Erfassung** des Tastsinns konnte bisher nicht standardisiert messtechnisch überprüft werden. Im Zuge der Recherchen wurde lediglich ein Prototyp zur Messung haptischer Fähigkeiten bekannt, nämlich der Apparat des Osteopathen Paul Klein. Das Gerät wurde jedoch weder klinisch getestet noch Daten publiziert und stand letztlich nicht zur Verfügung. Ansonsten konnten keine haptischen Messinstrumente identifiziert werden. Erst 2010 hat das Haptik Labor in Leipzig Haptik-Pads zur Testung der aktiven Wahrnehmung entwickelt. Der Haptik Schwellen Test und der Haptik Figuren Test messen die haptische Wahrnehmung. Beide Tests werden in der aktuellen Arbeit verwendet und im Kapitel 3.4 näher beschrieben.

In einer Gruppe geburtsblinder Personen untersuchten Röder, Rösler & Neville (1996), die taktilen Absolutschwellen mit Hilfe der Semmes–Weinstein Monofilamente und die Zweipunktschwellen mit dem Zweipunktdiskriminator, jeweils für den rechten und linken Zeigefinger und kleinen Finger. Für die Absolutschwellen der Gruppe der Geburtsblinden im Vergleich zur Kontrollgruppe ergaben sich keine signifikanten Unterschiede. Dagegen hatten die geburtsblinden Teilnehmer geringere Zweipunktschwellen als die sehende Kontrollgruppe, sowohl für den Zeigefinger, als auch für den kleinen Finger. Ebenso beschrieben Sathian & Zangaladze (1997) in ihrem Artikel bemerkenswerte Resultate ihrer Untersuchung an blinden Lesern der Brailleschrift. Es ergaben sich niedrigere Zweipunktschwellen im Vergleich zu sehenden Probanden, was zunächst nicht erstaunlich war. Jedoch fanden die Autoren nicht nur für den Hauptlesefinger, den Zeigefinger, sondern auch für den kleinen Finger der Hauptlesehhand erniedrigte Zweipunktschwellen, obwohl dieser

für das Braille Lesen nicht von Bedeutung war. Dies war eine unerwartete Erkenntnis, da dieser bei keinem der Teilnehmer für das Braille Lesen eine Rolle spielte. Die Autoren der oben genannten zwei Studien folgerten, dass das spezifische taktile-perzeptuelle Lernen auf andere Finger zu generalisieren scheint. Axelrod (1959) fand bei einer Gruppe früherblindeter Kinder und Jugendlicher ebenfalls geringere Zweipunktschwellen. Auch in dieser Gruppe wurden keine Unterschiede in den Absolutschwellen im Vergleich zu Sehenden entdeckt. In dieser Studie wurden ebenfalls der Semmes-Weinstein Monofilament Test sowie der Zweipunktdiskriminator benutzt. Auf eine effizientere Verarbeitung taktiler Stimuli weisen die Ergebnisse einer Untersuchung von Röder et al. (1996) zur taktilen Reizdiskrimination bei sehenden und blinden Personen hin. Hier wurden für blinde Personen kürzere Reaktionszeiten als für Sehende beobachtet. Kürzere Reaktionszeiten gehen mit kürzeren Latenzen früher Komponenten der elektrischen Gehirnaktivität, die mit sensorischen Verarbeitungsprozessen korrelieren, einher. Dies könnte als Hinweis auf kompensatorische taktile Wahrnehmungsleistungen bei blinden Personen interpretiert werden, die anscheinend auf spezifischen neuronalen Änderungen basieren. Die somatosensorische Tastwahrnehmung wurde von Röder an zwölf Blinden und zwölf sehenden Versuchspersonen mit verbundenen Augen getestet. Mittels Elektroden auf der Kopfhaut wurden ereigniskorrelierte Potentiale aufgezeichnet und anschließend ausgewertet.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Studien an Blinden eine nachweisbar niedrigere taktile Zweipunktschwelle, aber keine besseren Ergebnisse bei der taktilen Absolutschwelle ergaben. Weiters haben alle Studien ausschließlich die taktile, also passive Wahrnehmung gemessen. Verwendet wurden dazu durchwegs der Semmes Weinstein Monofilament Test und der Zweipunktdiskriminationstest.

Schon Still sagte: *“... we must develop the same tactile sensibility that the blind have“* (Bernard 2000). Osteopathische Studien gibt es weder im Bereich des taktilen Diskriminationsvermögens, vergleichbar mit den oben zitierten Studien, noch für den Bereich der haptischen Wahrnehmung, der vermutlich die osteopathische Tätigkeit besser erfasst. Um näher darzustellen, warum haptische Tests taktilen im osteopathischen Bereich außerdem vorzuziehen sind, werden nun die Kennwerte der taktilen und haptischen Wahrnehmung näher ausgeführt.

Die untere Absolutschwelle für taktile Wahrnehmung der Fingerspitze nicht trainierter Versuchspersonen liegt nach Kern (2009) typisch zwischen 2 und 3 mm. Bei haptischen Tests hingegen liegt nach Dr. Grunwald die Absolutschwelle bestenfalls bei etwa 1 μm (persönliche Kommunikation, 27.1.2011). Eine haptische Erfassung von Objekten mit Hilfe des Tastsinns führt also zu Absolutschwellen, die um 3 Größenordnungen kleiner sein können als bei taktilen Tests. Dieser enorme Unterschied in der möglichen Größenwahrnehmung bei aktiver und passiver Tastwahrnehmung verdeutlicht die Wichtigkeit haptische (aktive) Tests zu verwenden, welche im folgenden Kapitel ausführlich beschrieben werden.

3 Methodik

Die Grundlagen der Untersuchung werden in folgenden Kapiteln erläutert. Es werden zunächst die Hypothesen und korrespondierenden Nullhypothesen, der Studienablauf und das Studiendesign beschrieben. Weiters werden die verwendeten Materialien, die Stichprobe inklusive Ein- und Ausschlusskriterien, als auch die statistische Methode beschrieben.

3.1 Forschungshypothesen

Hypothese 1

Hypothese: „Osteopathen haben eine niedrigere Tastschwelle als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen.“

Nullhypothese: „Osteopathen haben eine gleiche oder höhere Tastschwelle als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen.“

Diese Hypothese wird mit dem Haptik Schwellen Test (siehe Kapitel 3.4.1) getestet.

Hypothese 2

Hypothese: „Osteopathen haben eine höhere haptische Erkennungsrate als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen.“

Nullhypothese: „Osteopathen haben eine gleiche oder niedrigere haptische Erkennungsrate als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen.“

Diese Hypothese wird mit dem Haptik Figuren Test (siehe Kapitel 3.4.2) getestet.

3.2 Studienablauf

Die Tests wurden im Zeitraum vom 14. Mai 2011 bis zum 13. September 2011 durchgeführt. Testtermine und die Test-Orte wurden individuell vereinbart. Grundvoraussetzung für den Test-Ort war ein standfester, glatter Tisch. Weiters wurde darauf geachtet, dass die Tests in ruhiger Umgebung durchgeführt werden konnten.

3.3 **Studiendesign**

Bei der vorliegenden Masterarbeit handelt es sich um eine psychophysikalische Grundlagenarbeit. Zwei Gruppen, nämlich berufserfahrene Osteopathen und eine Gruppe untrainierter etwa gleichaltriger Versuchspersonen, wurden in einer Querschnittsstudie verglichen.

3.4 **Materialien – Haptik-Pads**

In dieser Arbeit werden die Haptik-Pads, die vom Haptik Labor der Uni Leipzig unter Leitung von Dr. Martin Grunwald entwickelt wurden, verwendet. Die Wahl der Testmethodik war dadurch motiviert, dass Haptik-Pads die aktive Tastfähigkeit prüfen und somit die Tätigkeit der Osteopathen besser erfassen, als Messgeräte zur Testung passiver Tastfähigkeit. Nähere Ausführungen zum Thema passives und aktives Berühren finden sich in Kapitel 2.1. Bisher wurden in den Studien zur Messung der Absolutschwelle der taktilen Wahrnehmung, der Semmes Weinstein Monofilamenttest und der Zweipunktdiskriminator verwendet (siehe dazu Kapitel 2.4.4).

Bis zum Jahr 2010 wurden neurologische Tests zum Messen der passiven Tastwahrnehmung von Dr. Grunwald empfohlen. Das Haptik Labor der Universität Leipzig hat 2010 Haptik-Pads zur Testung der aktiven Wahrnehmung entwickelt und zur Verwendung in der Forschung zur Verfügung gestellt. In diversen Masterarbeiten der Bereiche Psychologie, Medizin, manuelle Therapie und Osteopathie werden derzeit Daten mit den Haptik-Pads erhoben. Eine Zusammenarbeit unterschiedlicher Fachrichtungen und eine daraus resultierende Weiterentwicklung der Pads erfolgt.

Im Speziellen werden in dieser Arbeit der **Haptik Schwellen Test (HST)** und der **Haptik Figuren Test (HFT)** verwendet.

3.4.1 Haptik Schwellen Test



Abbildung 3: Messanordnung des Haptik Schwellen Test, links das fix montierte Referenzpad, rechts das drehbare, austauschbare Schwellenpad

Deskription

Der Haptik Schwellen Test (HST) eignet sich zur Ermittlung der aktiven Tastschwelle beim Menschen. Mit diesen Haptik-Pads wird die untere Absolutschwelle von Osteopathen und der Kontrollgruppe, der Nicht-Osteopathen gemessen. Die untere Absolutschwelle des haptischen Tastsinns wird im Kapitel 2.4.2 als Tastschwelle bezeichnet und im Folgenden verwendet. Der Begriff Schwelle wird bereits für die Messgeräte des HST von Dr. Grunwald verwendet, der die Pads als Schwellen Pads bezeichnet.

Zur Ermittlung der haptischen Schwelle ist die eigene explorative(siehe 2.1 Berühren, die Wahrnehmung von Objekten) Bewegung der untersuchten Person notwendig. Beim vorliegenden Testsystem soll die untersuchte Person bei geöffneten Augen parallel angeordnete Höhenreliefs ertasten und das Schwellen Pad in der entsprechenden Orientierung ausrichten. Da neben der generellen Unterschiedsdiskrimination in diesem Test noch zusätzlich eine Orientierungsdiskrimination erfolgen muss, eignet sich dieser Test laut Dr. Grunwalds Test Manual (2010) besonders für berufliche oder berufsbezogene Anwendungsbereiche.

Testdurchführung

Im vorliegenden Test besteht die Aufgabe darin, dass die Reliefs parallel ausgerichtet werden. Ein maximal zulässiger absoluter Winkelfehler von 20° bestimmt den Bereich, innerhalb dessen die Orientierung des Test-Pads als korrekt gewertet wird. Auf einem durchsichtigen Tablett sind zwei Pads montiert. Ein Pad mit durchsichtiger Abdeckung ist als Referenz fix montiert (siehe Abbildung 3). Das rechte Pad ist um seine Vertikalachse frei beweglich drehbar. Der Proband soll die Reliefs der Haptik-Pads ertasten und das bewegliche gleich ausrichten wie das Referenz-Pad. Dabei gibt es keine Zeitbeschränkung. Der Versuchsleiter sitzt der Versuchsperson an einem stabilen Tisch idealerweise gegenüber.

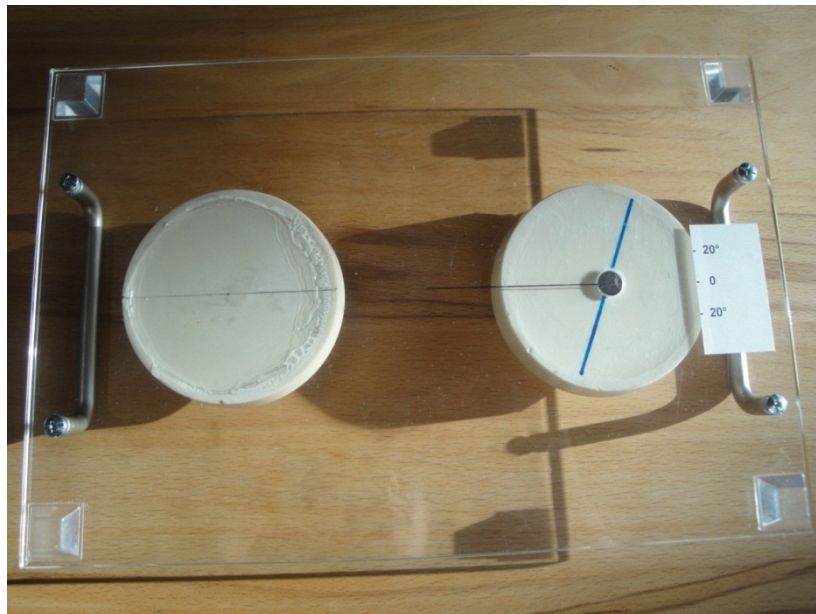


Abbildung 4: Unterseite der Testplatte, die Gradanzeige ist ersichtlich

Die Versuchsperson wird nach angeleiteter und erfolgreicher Durchführung einer Übung mit einem Haptik Schwellen-Pad informiert, dass nunmehr nacheinander Schwellen-Pads gereicht werden und dass das fühlbare Relief immer "enger" und damit schwerer fühlbar werden wird. Es wird mitgeteilt, dass insgesamt 15 Schwellen-Pads gereicht werden. Begonnen wird mit dem einfachsten Schwellen-Pad (Pad #1). Es folgen insgesamt zwei vollständige Durchgänge. Nach Abschluss des ersten Durchgangs wird eine Pause von zwei Minuten gemacht. Danach wird mit dem Schwellen-Pad #15 begonnen und absteigend bis

Schwellen-Pad #1 getestet. Die Versuchsperson wird vorher über die geänderte Reihenfolge informiert.

Widersprüchliche Ergebnisse zwischen dem ersten und zweiten Durchgang werden in der Validierungstestung nochmals einzeln überprüft. Als maximal erreichter Schwellen-Wert wird jenes Pad gewertet, das zweimal korrekt reproduziert werden kann.

Im Protokollbogen wurde der geschätzte Winkelfehler notiert und unter anderem in die Rohdaten eingegeben. Die Orientierung eines Schwellen-Pads gilt als richtig, wenn der Winkelfehler maximal 20° beträgt. Zur Auswertung in den Resultaten kam jedoch nur die Wertung, ob ein Pad korrekt oder falsch orientiert wurde.

Validierung

Die Validierung des Testverfahrens ist noch nicht abgeschlossen, sie wird zum Zeitpunkt der Erstellung der vorliegenden Arbeit an der Uni in Leipzig fortgeführt. Der Test ist daher gegenwärtig noch nicht für diagnostische Zwecke geeignet. Trotz dieser Tatsache werden die Pads in dieser Arbeit verwendet, da sie im Moment die einzige Methode zur Messung haptischer Wahrnehmungsleistungen darstellt, die derzeit existiert und für diese Masterarbeit verfügbar ist.

Allgemeiner Aufbau von Haptik-Pads

Bei den von Dr. Grunwald entwickelten Haptik-Pads können die Augen der Testpersonen während der haptischen Exploration offen bleiben. Die Probanden haben die Aufgabe, die Struktur des verborgenen Reliefs (Abbildung 5) durch aktive Tastbewegungen zu erkennen. Das Relief ist visuell nicht erkennbar, da sich auf der Trennschicht keine Abdruckspuren abzeichnen. Durch die lichtundurchlässige und mehrschichtige Trennfolie kann die Reliefstruktur nicht visuell, sondern nur haptisch erkannt werden. Die Schwierigkeit der Aufgaben wird entweder über die Struktur der Stimuli gestuft (einfach vs. schwer) oder die Eigenschaften der Trennschichten werden systematisch verändert (dicker vs. dünner).

Physikalischer Aufbau der HST Pads



Abbildung 5: HST Referenz Pad

Unterhalb der undurchsichtigen Trennschicht befindet sich pro Schwellen-Pad ein fortlaufendes regelmäßiges Höhenrelief das eine ebene Wellenfront beschreibt (Abbildung 5). Der Reliefabstand von Pad zu Pad variiert in Schrittweiten von $200\ \mu\text{m}$. Beim Schwellen-Pad #1 beträgt der Reliefabstand, also die Wellenlänge, $3000\ \mu\text{m}$ (3 mm), beim Schwellen-Pad #15 beträgt der Reliefabstand nur noch $200\ \mu\text{m}$ (0,2 mm). Technische Details zu Wellenlänge und Dehnung der Abdeckfolie bei den verschiedenen Pads finden sich in folgender Tabelle.

Tabelle 1: Technische Eigenschaften der HST Schwellen-Pads

Schwellen-Pad Nummer	Wellenlänge [mm]	Dehnung [μm]*
1	3,00	54,7
2.	2,8	45,6
3	2,6	39,4
4	2,4	26,1
5	2,2	25,6
6	2,0	23,4
7	1,8	15,2
8	1,6	12,2
9	1,4	10,7
10	1,2	8,3
11	1,0	7,1
12	0,8	6,5
13	0,6	2,2
14	0,4	1,8
15	0,2	1,2

* Die Dehnung wurde bei senkrechter punktförmiger Belastung von 150 mN gemessen.

(Vgl. Testmanuals von Dr. Grunwald, 2011)

Schwellenbestimmung

Der maximal erreichte Schwellenwert ist jenes Pad, das zweimal korrekt ausgerichtet wird.

Problematik des Binomialtests

Jedes Schwellen-Pad wird standardmäßig in diesem Test von Dr. Grunwald nur zweimal getestet. Korrekt und falsch orientierte Pads sind in Abbildung 6 und Abbildung 7 dargestellt.



Abbildung 6: „Korrektes“ Ergebnis, Winkelfehler unter 20°

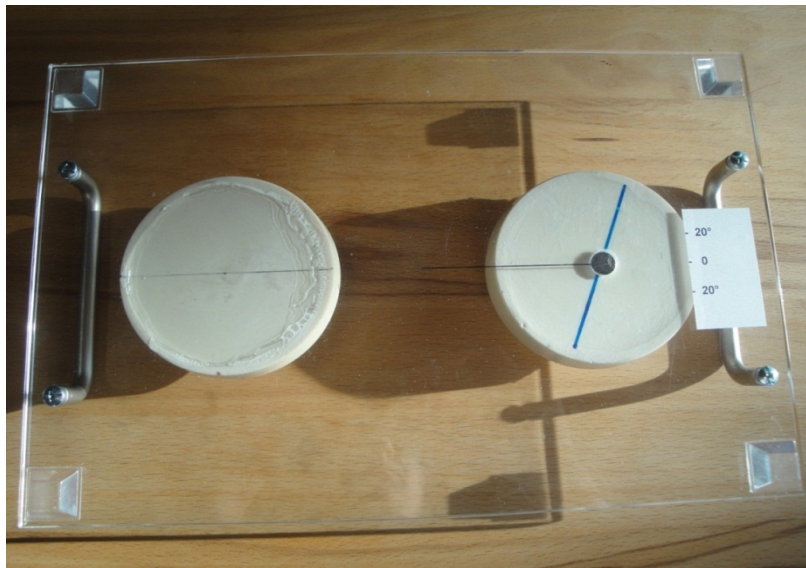


Abbildung 7: „Falsches“ Ergebnis, Winkelfehler über 20°

Der Winkelbereich, der beim HST als korrekt identifiziert wird, beträgt 80° ($2 \times 40^\circ$, da ein korrekt orientiertes Pad auch um 180° gedreht korrekt ausgerichtet ist). Damit ergibt sich eine Ratewahrscheinlichkeit von $80/360$ oder $22,2\%$, d.h., die Wahrscheinlichkeit, dass ein Pad zufällig korrekt ausgerichtet wird beträgt $22,2\%$. Die Wahrscheinlichkeit, dass ein Pad bei zweimaligem Versuch zweimal zufällig korrekt orientiert wird, liegt bei $2/9 \times 2/9 = 4/81 = 0,049$. Die Ratewahrscheinlichkeit dafür beträgt also weniger als 5% und ist somit sehr gering. Die Ratewahrscheinlichkeit für dreimal zufällig korrekt orientieren bei drei Versuchen liegt bei etwa 1% .

Die von Dr. Grunwald vorgeschlagene Methode von zwei Wiederholungen und individueller dritter Wiederholung bei Inkonsistenzen garantiert eine Fehlerwahrscheinlichkeit für fälschlich korrekt identifizierte Pads von unter 5% . Diese geringe Ratewahrscheinlichkeit rechtfertigt die Verwendung des Tests in dieser Arbeit.

3.4.2 Haptik Figuren Test



Abbildung 8: Haptik Figuren Test Pad

Deskription

Der Haptik Figuren Test eignet sich zur Überprüfung haptisch-visueller Leistungen. Es wird einerseits die haptische Erkennungsleistung als auch der visuell-haptische Vergleich geprüft.

Testdurchführung

Der Versuchsleiter sitzt der Versuchsperson gegenüber. Vor der Versuchsperson liegt eine Visualisierung der Figuren. 16 Pads, auf denen unter einer undurchsichtigen Folie Figuren abgebildet sind, müssen ertastet werden. Die Versuchsperson zeigt die erkannte Figur auf der Visualisierung der Figuren an. Die Pads werden in zufälliger Reihenfolge gereicht. Die Reihenfolge der Pads, die Dauer der Exploration, die Korrektheit der Erkennung und ob ein Feedback gegeben wurde, werden notiert. Es besteht jedoch keine Zeitbeschränkung. Die genauen Anweisungen zu den Tests werden im Anhang aufgelistet (siehe Kapitel 9.3).

Validierung

Die Validierung des Verfahrens ist zum vorliegenden Zeitpunkt noch nicht abgeschlossen und wird vom Haptiklabor der Uni Leipzig betrieben.

Physikalischer Aufbau der HFT Pads

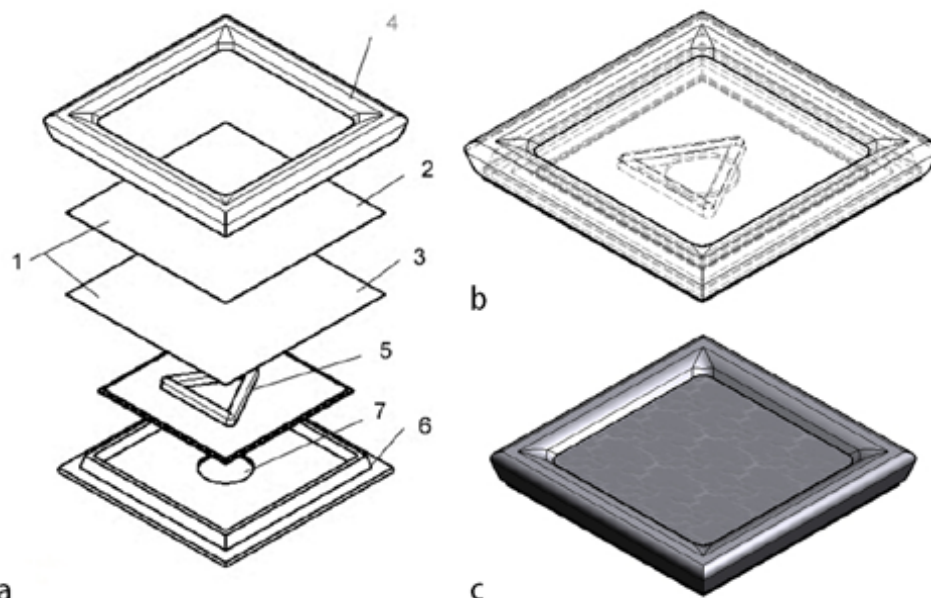


Abbildung 9: Schematischer Aufbau eines HFT-Pads. (a) Aufbau eines einzelnen Haptik-Pads (2, 3 = Trennschichten, 4 = oberer Rahmen, 5 = Relief, 6 = Bodenplatte; (b) durchsichtige Darstellung ohne Trennfolie; (c) Trennfolie über dem Reliefstimulus (Grunwald 2010, S. 4)

Unterhalb der undurchsichtigen Trennschicht befindet sich eine Figur, die es zu ertasten und zuzuordnen gilt, siehe dazu auch Abbildung 9. Die wahrnehmbaren

Verformungen der Trennschichten reichen von 20 µm bis 200 µm. Diese Materialveränderungen genügen, um die haptische Erkennbarkeit der Reliefs zu ermöglichen. Die Figuren sind zweidimensionale, geometrische Formen, deren Größe zwischen 2,5 und 3 cm (Länge und Breite) variiert. Die Formen bestehen entweder aus Punkten oder Linien, die 5 mm hoch und 1 mm breit sind. Jedes Haptik-Pad hat eine Abmessung von 6,5 x 6,5 x 1 cm. Die Figuren sind auf einer Grundplatte mit 1 mm Dicke aufgebracht, wobei die Figur als auch die Grundplatte aus Hartplastik bestehen. Die Trennschicht, die jedes Haptik-Pad bedeckt, hat eine Dicke von 185 µm. Diese Trennschicht besteht aus zwei Lagen, wobei die obere Lage aus einem bedruckten, nichttransparenten, weichen PVC Film besteht und die untere Lage aus einem PET-GAG Film. Die Distanz zwischen der Trennfolie und der Figur beträgt im unberührten Zustand 500 µm. Die Größe der zu palpierenden Zone misst 4,8 x 4,8 cm (vgl. Grunwald 2010).

3.5 Stichprobe

In dieser Masterarbeit wurden insgesamt 32 Personen getestet, je Gruppe 16 Personen. Die Versuchsgruppe bestand aus Osteopathen und die Kontrollgruppe aus Nicht-Osteopathen. Die Osteopathen, die im Raum Tirol leben, wurden per Verteiler-mail von der Studie unterrichtet und konnten sich freiwillig melden. Da im ersten Anlauf keine Rückmeldung erfolgte, wurden Osteopathen telefonisch kontaktiert. Nicht-Osteopathen wurden nach ihrer Bereitschaft, an der Studie teilzunehmen, im Bekanntenkreis organisiert. Die Auswahl zu beiden Gruppen unterlag Kriterien, die in den folgenden Kapiteln beschrieben werden.

3.5.1 Einschlusskriterien

Osteopathen mussten eine mindestens 5-jährige Osteopathie-Ausbildung abgeschlossen haben und in ihrem Beruf tätig sein. Dies wurde auch im Testbogen abgefragt.

Nicht-Osteopathen mussten dem Alter der Osteopathen bestmöglich entsprechen.

3.5.2 Ausschlusskriterien

Ausgeschlossen wurden Osteopathen, welche eine Osteopathie-Ausbildung abgeschlossen haben, die weniger als 5 Jahre beträgt.

Generell wurden Chirurgen, Physiotherapeuten, Ergotherapeuten, Masseur, sowie Ausübende verwandter Berufe für die Kontrollgruppe ausgeschlossen. Berufsmusiker, blinde Personen, bzw. Berufsgruppen mit feinmotorischer Tätigkeit wurden ebenfalls von der Studie ausgeschlossen.

3.6 Statistische Analyse

Die Messdaten wurden in Zusammenarbeit mit Dr. Peter Schleich, Physiker im Bereich der Psychoakustik, ausgewertet. Zur statistischen Analyse werden in dieser Arbeit zwei unabhängige Stichproben miteinander verglichen. Aufgrund der kleinen Stichprobe wurde der nicht-parametrische Mann-Whitney U-Test verwendet. Ebenso auf die kleine Stichprobe zurückzuführen, musste nicht geprüft werden, ob eine Normalverteilung vorliegt. Die statistischen Analysen sowie die Box-Whisker- Plots wurden mit dem frei erhältlichen Statistikpaket R (<http://www.r-project.org/>, Version 2.13.1) durchgeführt, bzw. hergestellt. Frau Dr. Edda Amann, Statistikerin für klinische Studien der Firma Elektromedizinische Geräte GesmbH. Innsbruck, Österreich, wurde als unabhängige Expertin bezüglich der Wahl der statistischen Methoden konsultiert.

Die Rohdaten wurden im Excel 2010 eingetragen und anhand von Pivot Tabellen weiterverarbeitet und ausgewertet. Der Eingabemodus bedingte eine Anonymisierung der Daten bezüglich der Kontroll- und Versuchsgruppe.

4 Resultate

4.1 *Haptik Schwellen Test*

In folgendem Kapitel werden zunächst die Bestimmung der Tastschwellen (anhand von Proband P32), die Tastschwellen mit allen Pads, eine Gruppendarstellung unter Berücksichtigung aller Pads und die Problematik der Pads Nr. #9 und #11 dargestellt. Weiters werden die Tastschwellen unter Entfernung der Daten für Pad #9. und #11 bestimmt, die Gruppendarstellung unter Entfernung der Daten für Pad #9. und #11 und das Beispiel des Probanden P13 erklärt.

Individueller Datensatz

Die Bestimmung der Tastschwelle wird anhand der Daten von Proband P32 dargestellt, siehe Abbildung 10. Auf der X-Achse ist die Nummer des getesteten Schwellen-Pads aufgetragen. Die y-Achse beschreibt die Erkennungsrate des Probanden, wobei 1 „korrekt“ und 0 „falsch“ kodiert. Es handelt sich bei dem dargestellten Beispiel um einen relativ konsistenten Datensatz, d.h. in den Durchläufen 1 und 2 wurden mit Ausnahme der Pads #9 und #11 alle Pads gleich identifiziert. Eine dritte Messwiederholung mit Pad #11 konnte die Diskrepanz der ersten zwei Messdurchläufe klären. Damit wurde Schwellen-Pad #11 als Tastschwelle von Proband P32 identifiziert.

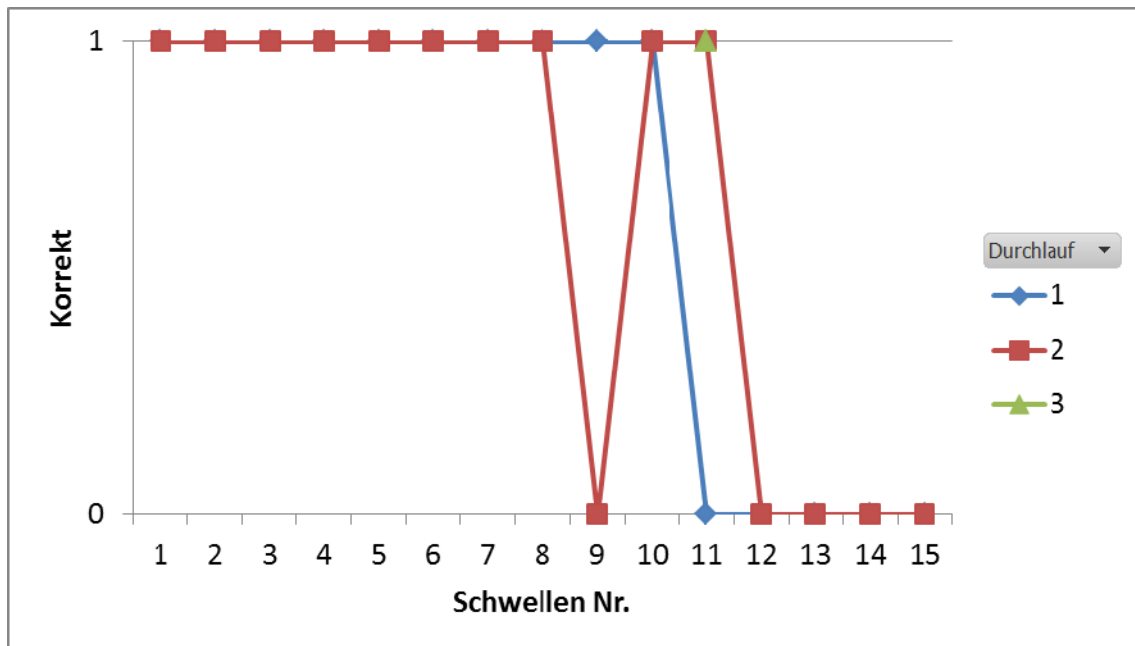


Abbildung 10: Korrekt identifizierte Schwellen, Proband P32 (1 ... korrekt, 0 ... falsch)

Inkonsistenter Datensatz

Die Daten von Proband P13 wiesen eine Besonderheit auf. Im Zuge der Datenerhebung wurde zusätzlich zur Information, ob ein Pad korrekt identifiziert wurde, auch der Winkelfehler miterhoben. In Abbildung 11 ist für die drei Messdurchläufe der Winkelfehler aufgetragen. Eine Wiederholung der nicht uneindeutigen Ergebnisse aus den ersten beiden Durchläufen ergab, dass keines der Schwellen-Pads korrekt identifiziert werden konnte. Auffällig war, dass bei 17 von 37 Messungen ein Winkelfehler von $90^\circ \pm 10^\circ$ festgestellt wurde. Abbildung 12 stellt die Auswertung der korrekt erkannten Pads dar.

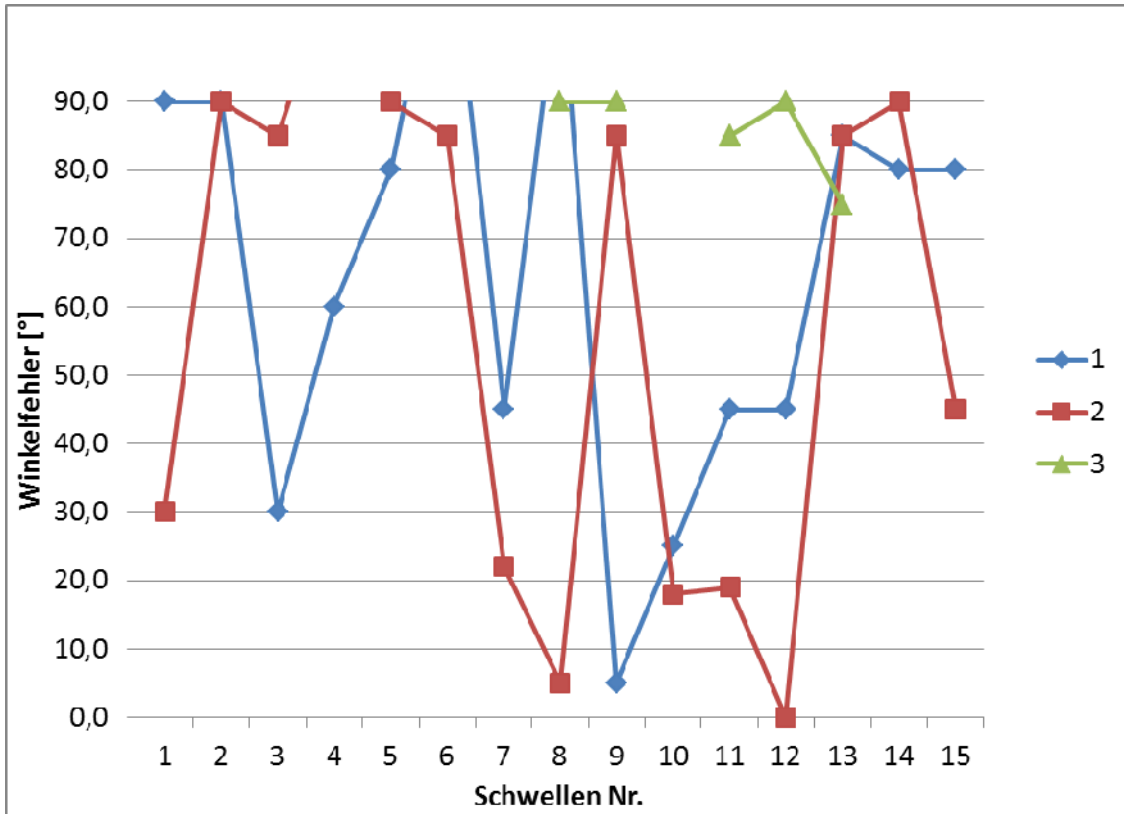


Abbildung 11 Besonderheiten der Schwellen bei Proband Nummer 13

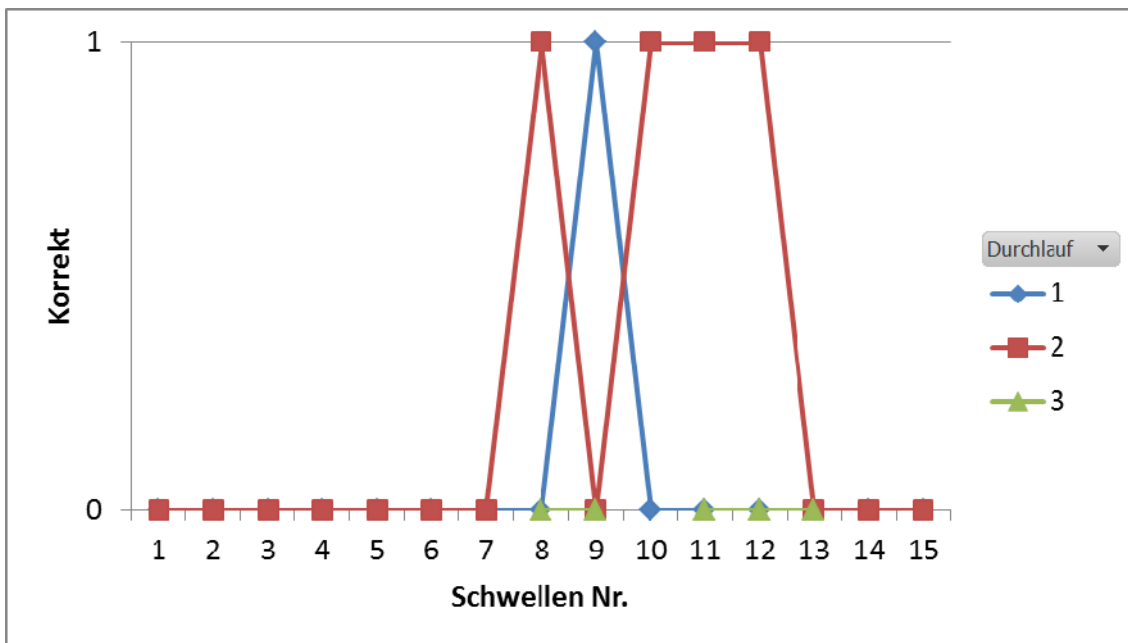


Abbildung 12 Schwellenbestimmung bei Proband Nr. 13

Tastschwellen

Wie oben beschrieben wurden für alle Probanden die Tastschwellen bestimmt und in Tabelle 2 zusammengefasst.

Tabelle 2: Individuelle Tastschwellen von Osteopathen und der Kontrollgruppe

	Probanden ID	Tastschwelle
Kontrollgruppe	P2	11
	P4	13
	P6	6
	P16	11
	P17	11
	P18	8
	P19	11
	P20	11
	P21	6
	P22	14
	P23	4
	P24	7
	P25	11
	P26	11
	P29	11
P32	11	
	Median	11
Osteopathen	P1	11
	P3	13
	P5	11
	P7	13
	P8	11
	P9	15
	P10	13
	P11	15
	P12	12
	P13	0
	P14	15
	P15	8
	P27	13
	P28	11
	P30	8
P31	13	
	Median	13

Der Unterschied der Tastschwellen beider Gruppen ist in Tabelle 2 deutlich zu erkennen, der Median der Kontrollgruppe lag bei 11 (entspricht 1 mm), die Osteopathen erreichten einen Median von #13 (entspricht 0,6 mm). Die Mediane sind durch dicke horizontale Linien gekennzeichnet, die Boxen markieren den Wertebereich zwischen 25% und 75% Perzentile. Des Weiteren markieren die kürzeren horizontalen Linien (Whisker) den Gesamtumfang der Wertebereiche jeder Gruppe, wobei in der Gruppe der Osteopathen ein Datenpunkt (Tastschwelle = 0) als „Ausreißer“ identifiziert wurde.

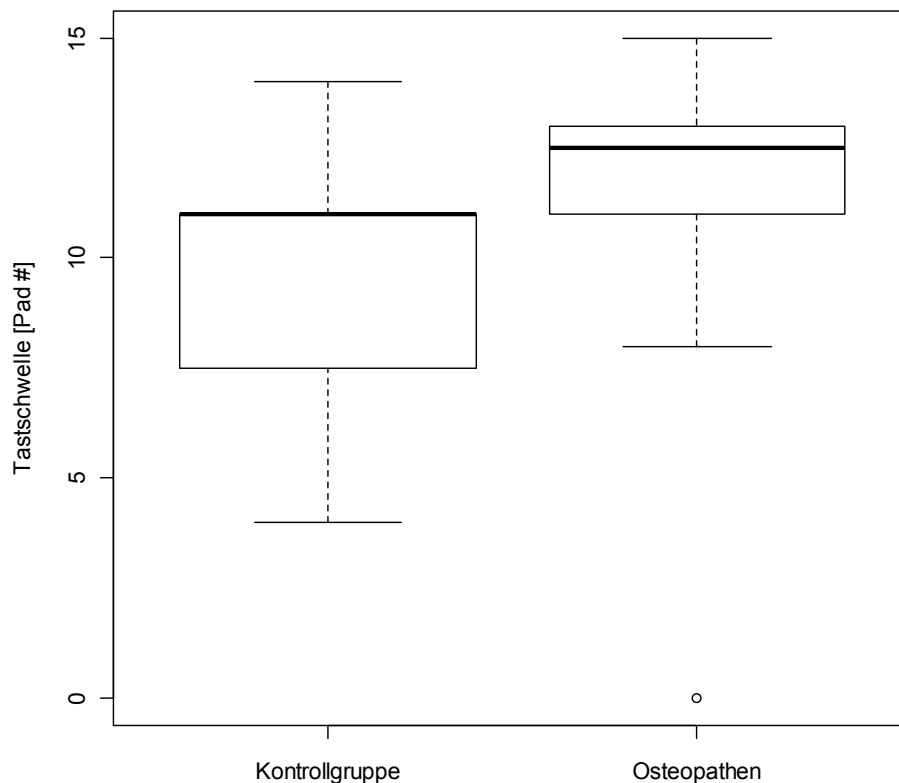


Abbildung 13: Box-Whisker Plot der Tastschwellen (links: Kontrollgruppe, rechts: Osteopathen); Median (dicke horizontale Linie), Interquartilsbereich (Box), Wertebereich (Whisker), Ausreißer (o)

Die statistische Analyse der Tastschwellen ergab einen signifikanten Unterschied der zwei Gruppen (Mann-Whitney U-Test, $p=0.03783$).

Identifikation fehlerhafter Schwellen-Pads

In Tabelle 1 ist eine Auffälligkeit zu entdecken, nämlich dass das Schwellen-Pad #11 bei 13 von 32 Probanden als Tastschwelle identifiziert wurde. Daher wird im Folgenden eine weitere Darstellung der Daten eingeführt, nämlich die Häufigkeit der korrekt identifizierten Pads innerhalb jeder Gruppe (siehe Abbildung 14).

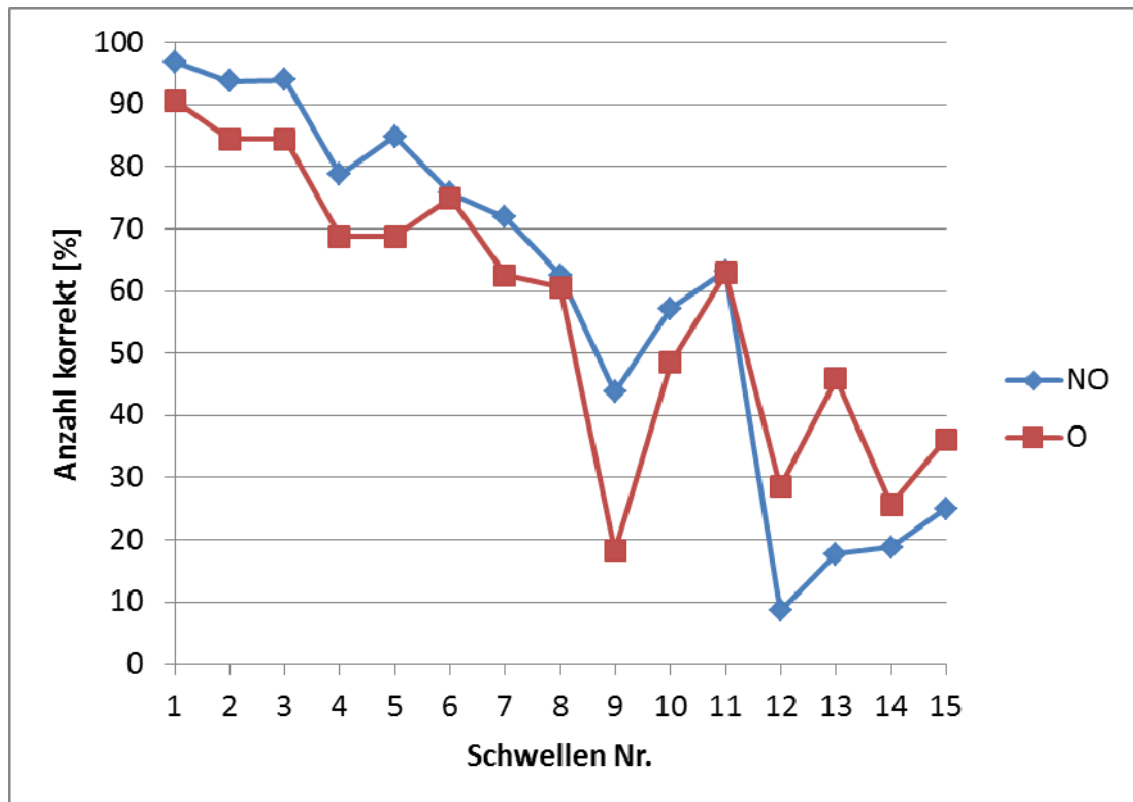


Abbildung 14: Gruppenmittel der korrekt erkannten Schwellen-Pads (NO...Kontrollgruppe, O...Osteopathen)

In Abbildung 14 wird ersichtlich, dass zwei Datenpunkte in der Gruppenanalyse sehr auffallend sind, nämlich die Schwellen #9 und #12. Bei diesen Schwellen-Pads liegt die Erkennungsrate in beiden Gruppen deutlich unter jener der Nachbar-Pads. Eine auffällig hohe Trefferquote, wieder im Vergleich zu den direkten Nachbar-Pads, erzielten beide Gruppen für Pad #11. Während den Tests ist optisch schon aufgefallen, dass Pad #9 Wellen in der Abdeckfolie aufweist, ebenso Pad #11. Bei Pad #12 konnte keine makroskopische Auffälligkeit festgestellt werden. Weitere Untersuchungen der Pads #9 und #11 ergaben, dass die Welle der Abdeckfolie bei Pad #9 etwa 90° zur

darunterliegenden zu identifizierenden Struktur ausgerichtet war, bei Pad #11 in etwa parallel. Diese optischen Auffälligkeiten konnten in den Daten als systematischer Fehler verifiziert werden. Für die folgenden Analysen wurden die Daten der Schwellen #9 und #11 von der Bestimmung der Tastschwelle ausgenommen.



Abbildung 15: Pad Nummer 9, Unebenheiten in der Trennfolie erkennbar



Abbildung 16: Pad Nummer 11, Unebenheiten in der Trennfolie erkennbar



Abbildung 17: Pad Nummer 12 zum Vergleich, keine Unebenheiten erkennbar

Die Wellen in der Abdeckfolie stehen bei Pad #9 etwa 90° zu den Rillen, wohingegen die Wellen in der Abdeckfolie beim Pad #11 parallel zu den Rillen verlaufen. Da die Wellung von Pad #9 und #11 erst während der laufenden Messdatenerhebung auffiel, wurden diese Pads aus Konsistenzgründen im gesamten Messverlauf verwendet. Anhand eines individuellen Datensatzes wird die Bestimmung der Tastschwelle nach Entfernung der Daten der Schwellen-Pads #9 und #11 veranschaulicht.

Individueller Datensatz ohne Schwellen-Pads #9 und #11

Man sieht in Abbildung 18, dass nach der Entfernung der Schwellenpads # 9 und #11 der Fehler von Proband P32 bis zur Schwellen-Pad #10 immer unter 20° lag und ab Schwelle-Pad #12 immer darüber (vergleiche dazu Abbildung 10). Aus diesem Datensatz ist die Tastschwelle eindeutig abzulesen, sie liegt bei der Schwellen-Pad #10. Im Vergleich, unter Einschluss aller Pads, lag bei Proband P32 die Tastschwelle bei Pad #11.

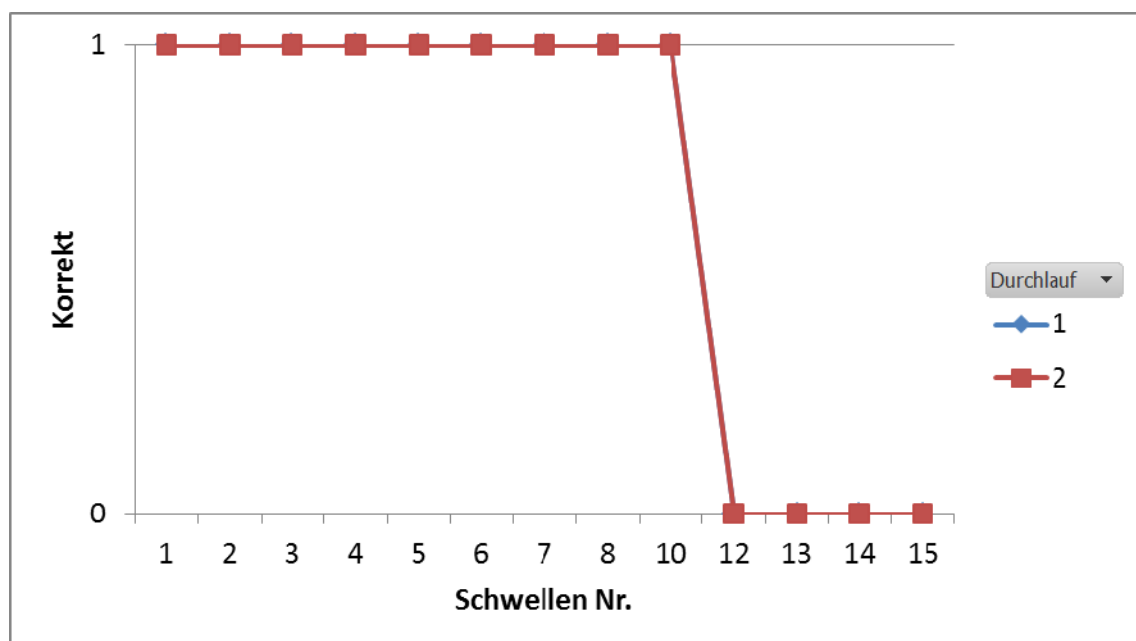


Abbildung 18: Korrekt identifizierte Schwellen, Proband P32, unter Ausschluss der Pads #9 und #11
(1 ... korrekt, 0 ... falsch)

Die Rohdaten wurden neu gesichtet und, wie oben beschrieben, neue Tastschwellen ermittelt.

Tabelle 3: Individuelle Tastschwellen von Osteopathen und der Kontrollgruppe unter Ausschluss der Pads #9 und #11

	Probanden ID	Tastschwelle
Kontrollgruppe	P2	10
	P4	13
	P6	6
	P16	6
	P17	8
	P18	8
	P19	10
	P20	10
	P21	6
	P22	14
	P23	4
	P24	7
	P25	10
	P26	10
	P29	3
	P32	10
		Median
Osteopathen	P1	8
	P3	13
	P5	7
	P7	13
	P8	10
	P9	15
	P10	13
	P11	15
	P12	12
	P13	0
	P14	15
	P15	8
	P27	13
	P28	10
	P30	8
P31	13	
	Median	12,5

Der Unterschied der Tastschwellen beider Gruppen (siehe Tabelle 3) ist im Vergleich zur Analyse unter Einschluss aller Pads deutlicher (vgl. Tabelle 2), nämlich liegt der Median der Kontrollgruppe jetzt bei #9 (entspricht 1,4 mm), die Osteopathen erreichten einen Median von 12,5, liegt also zwischen Pad #12 und #13 (entspricht 0,7 mm). Abbildung 19 stellt die Daten als Box-Whisker-Plot dar. Der Unterschied der Tastschwellen wurde wiederum als statistisch signifikant bewertet (Mann-Whitney U-Test, $p=0,0373$).

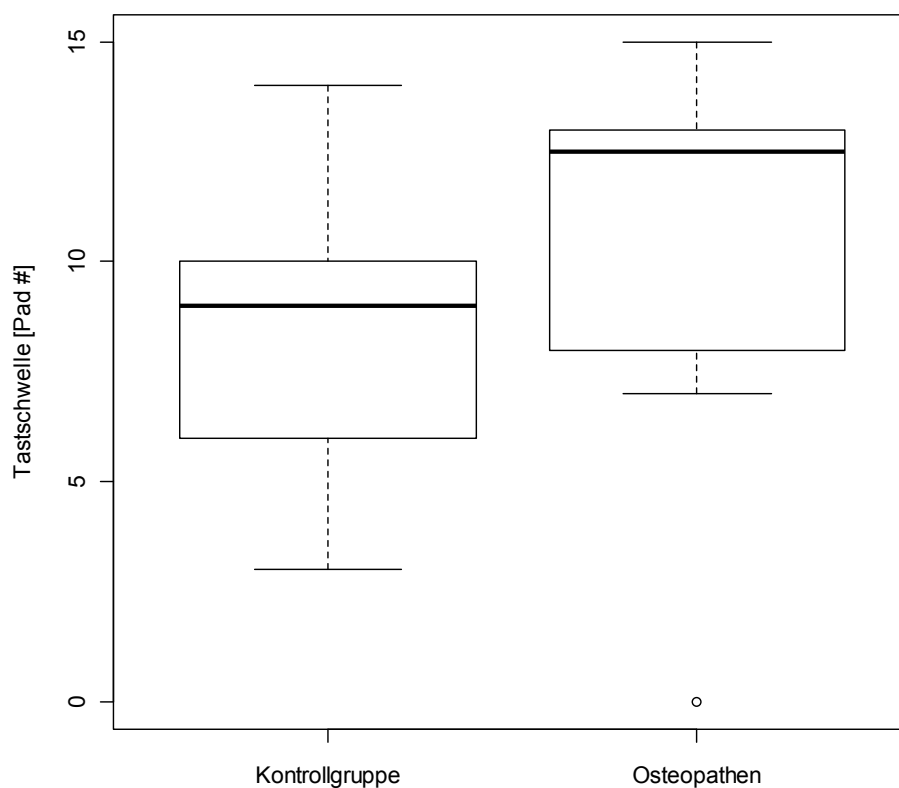


Abbildung 19: Box-Whisker-Plot der Tastschwellen (links: Kontrollgruppe, rechts: Osteopathen), nach Entfernung des Pad #9 und #11

4.2 Haptik Figuren Test

In diesem Kapitel werden die Ergebnisse des Haptik Figuren Tests erklärt. Die individuellen Trefferquoten beim HFT der beiden Gruppen sind in der folgenden Tabelle aufgelistet. Die Medianwerte beider Gruppen liegen bei 100%. In beiden Gruppen ist ein Sättigungseffekt zu beobachten, d.h. 10 von 16 Probanden der Kontrollgruppe absolvierten den Test fehlerfrei, sowie 11 von 16 Osteopathen. Wie in Abbildung 20 deutlich zu erkennen liegt die geringste Trefferquote in der Kontrollgruppe bei 75% (P6), bei den Osteopathen bei 87,5% (P14, P27). Die statistische Analyse mit dem Mann-Whitney U-Test ergab keinen signifikanten Unterschied ($p=0.45$).

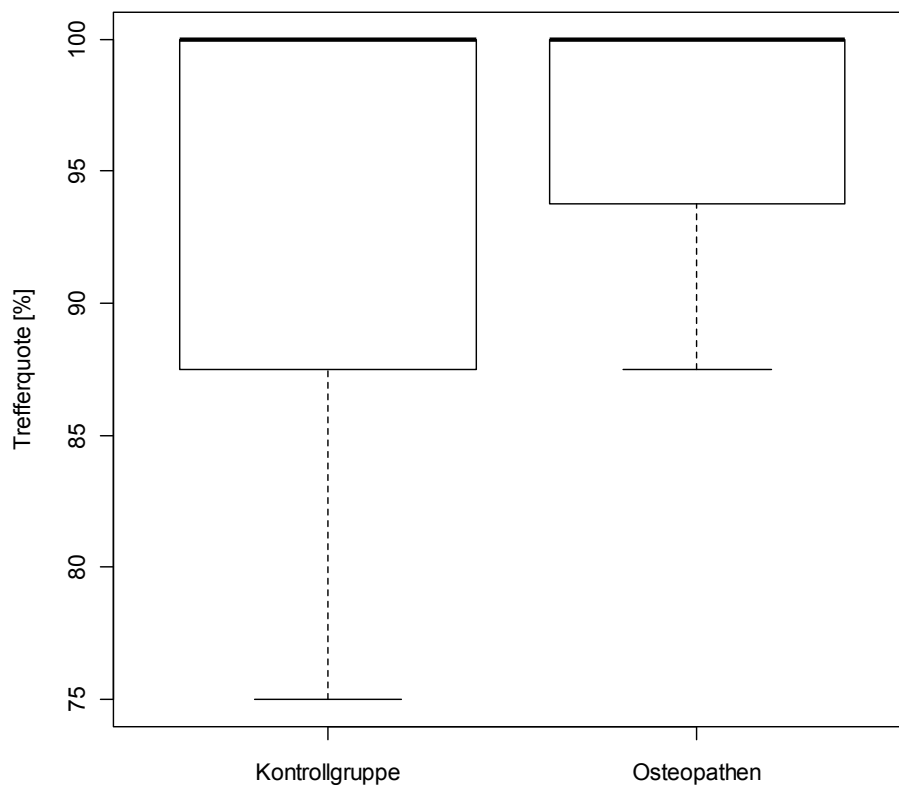


Abbildung 20: HFT Erkennungsrate von Osteopathen und der Kontrollgruppe

Tabelle 4: HFT Erkennungsrate von Osteopathen und der Kontrollgruppe

	Probanden ID	Trefferquote [%]
Kontrollgruppe	P2	81,25
	P4	87,5
	P6	75
	P16	100
	P17	100
	P18	100
	P19	100
	P20	100
	P21	100
	P22	100
	P23	81,25
	P24	87,5
	P25	100
	P26	100
	P29	93,75
	P32	100
	Median	100
Osteopathen	P1	100
	P3	100
	P5	100
	P7	100
	P8	100
	P9	100
	P10	100
	P11	100
	P12	100
	P13	93,75
	P14	87,5
	P15	93,75
	P27	87,5
	P28	93,75
	P30	100
	P31	100
	Median	100

5 Diskussion

In diesem Kapitel werden im ersten Teil die Ergebnisse der Untersuchung für den Haptik Schwellen Test und im zweiten Teil die Ergebnisse des Haptik Figuren Test in Hinblick auf die jeweilige Hypothese diskutiert. Im letzten Teil werden allgemeine Erkenntnisse beschrieben, ein Ausblick für weitere Studienmöglichkeiten gegeben und die Grenzen dieser Arbeit aufgezeigt.

5.1 *Haptik Schwellen Test*

Wird nun die Hypothese „Osteopathen haben eine niedrigere Tastschwelle als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen“ in Bezug zu den Ergebnissen gebracht, kann gesagt werden, dass Osteopathen tatsächlich eine statistisch signifikant niedrigere Tastschwelle aufweisen als die Kontrollgruppe. Die Nullhypothese wurde somit widerlegt.

Während der Messdatenerhebung kam es zu optischen Auffälligkeiten bei zwei Schwellen-Pads, welche Unebenheiten in der Abdeckfolie aufwiesen. In der ersten Bestimmung der Tastschwellen für alle Probanden konnte diese Auffälligkeit auch in den Trefferquoten der einzelnen Pads verifiziert werden. Die statistische Analyse der Tastschwellen ergab unter Verwendung aller Pads schon einen signifikanten Unterschied der zwei Gruppen (Mann-Whitney U-Test, $p=0.038$). Der Median der Tastschwellen bei der Kontrollgruppe lag bei #11 (entspricht 1,0 mm) und der für die Osteopathen lag bei #13 (entspricht 0,6 mm). Bei den als fehlerhaft identifizierten Pads handelt es sich um Pad #9 und #11. Diese Haptik Schwellen-Pads liegen in dem Bereich, in der auch die Tastschwellen der Probanden laut persönlichem Gespräch mit Dr. Grunwald zu erwarten gewesen wären. Die Tatsache, dass die zu erwartenden Tastschwellen den Bereich der beschädigten Pads abdeckten, stellte die Aussagekraft der Daten und die Widerlegung der Nullhypothese in Frage. Nach der Entfernung der Rohdaten von Schwellen Pad #9 und #11 wurden neuerlich die Tastschwellen für alle Probanden bestimmt. Erstaunlich war, dass der Unterschied der Tastschwellen beider Gruppen im Vergleich zur ersten Analyse unter Einschluss aller Pads nun größer wurde. Jetzt lag der Median für die Kontrollgruppe bei #9

(entspricht 1,4 mm) und für die Osteopathen bei 12,5, zwischen #12 und #13 (entspricht 0,7 mm). Auch die statistische Analyse der Tastschwellen ergab wiederum einen statistische signifikanten Unterschied ($p=0,037$). Ein „Ausreißer“ in den Daten war Proband P13, für den sich keine Tastschwelle ermitteln ließ. Eine Wiederholung der nicht eindeutigen Ergebnisse aus den ersten beiden Durchläufen ergab, dass keines der Schwellen-Pads korrekt identifiziert werden konnte. Bei 17 von 37 Messungen wurde ein Winkelfehler von $90^{\circ} \pm 10^{\circ}$ festgestellt. Es liegt die Vermutung nah, dass der Proband die Wellen identifizieren konnte, jedoch die räumliche Orientierung nicht korrekt gelang. Die möglichen Gründe dafür sind nicht bekannt.

In der Auswertung des HST wurde Richtig (unter 20°) und Falsch (über 20°) ermittelt. Zur genaueren Auswertung und Analyse der Daten könnte in weiteren Studien eine Winkelskala im Messaufbau angebracht werden (siehe Spezialfall P13), um den Winkelfehler genau ermitteln zu können. In dieser Arbeit wurde zwar der Winkel im Protokollbogen notiert. Der Winkel wurde jedoch in 10° Abständen geschätzt. Interessante Auffälligkeiten haben sich gezeigt, konnten aber aufgrund der Ungenauigkeit der Winkelmessung nicht für weiterführende Analysen verwendet werden. Der Spezialfall P13 wurde im Kapitel 4.1 detailliert beschrieben.

In der Literatur wird die neuronale Plastizität von Grunwald (2001) als Anpassungsfähigkeit infolge von Lernprozessen beschrieben. Jenkins & Merzenich (1987) beschrieben zuerst anhand von Studien an Affen die Ausdehnung des somatosensorischen Kortex durch Stimulation eines spezifischen Bereichs der Haut. Eine weitere Studie, allerdings beim Menschen, von Karni (1995) beschrieb ebenfalls Veränderungen der kortikalen Repräsentation infolge von motorischen Lernprozessen. Buanomo & Merzenich (1998) zeigen auf, dass peripheres Training eine kortikale Veränderung aufgrund der Plastizität bedingt. Elbert et al. (1995) und Ragert (2004) beschreiben, dass zunehmende Stimulation eines spezifischen Bereichs der Haut bei Berufsmusikern eine Ausdehnung des somatosensorischen Kortex im Bereich des Parietallappens zur Folge hat. Bedeutende Osteopathen sind der Überzeugung, dass der Tastsinn letztendlich nur durch tägliche Übung, also durch das tägliche Praktizieren am Patienten geschult werden kann (vgl. Still in Patterson 2000, Frymann 2007, Liem 2010). Untersuchungen zur Veränderung

des somatosensorischen Kortex von Osteopathen wurden bisher keine durchgeführt. In einer Kooperation mit einer neurophysiologischen Forschungseinrichtung könnten etwa Messinstrumente wie ein fMRT (lokalisiert die Aktivitäten in Hirnarealen und misst deren Stärke) verwendet werden, um haptische Fähigkeiten objektiv zu messen. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass mehrere Studien bei verschiedenen Personengruppen eine kortikale Plastizität aufgrund von Lernprozessen nachweisen. Die Plastizität dient als Erklärungsmodell für die Verfeinerung der taktilen Wahrnehmung durch Wiederholung einer beruflichen oder trainingsähnlichen Tätigkeit und wird daher auch als Erklärungsmodell für die Annahme, dass Osteopathen eine feinere Tastwahrnehmung entwickeln, benutzt.

Der Tastsinn wurde durch den HST und HFT geprüft. Aus der Arbeit geht jedoch nicht hervor, ob Osteopathen die Verfeinerung des Tastsinnes erst im Zuge der Ausbildung erworben haben, oder ob sie dieses feinere Gespür schon mit in die Ausbildung gebracht haben. Um diese Frage zu klären, könnte die Tastfähigkeit in weiteren Masterarbeiten geklärt werden. In einem longitudinalen Studiendesign könnten Osteopathen zu Beginn und Ende der osteopathischen Ausbildung intraindividuell verglichen werden. Weiters wären auch intrapersonelle Veränderungen durch Training am Patienten mit den HST Pads von Interesse. Still (in Patterson 2000), Krause (2008) und Pleger (2001) postulieren einen solchen Trainingseffekt bei Osteopathen. Weiters könnten die Tastschwellen mit dem HST in Bezug auf das Geschlecht von Osteopathen erhoben werden. Interessant ist es sicher auch, langjährige, in der Praxis sehr erfahrene Osteopathen zu testen.

Welche Zusammenhänge im sensomotorischen und kognitiven System des Menschen genau für verbesserte haptische Leistungen verantwortlich sind, gilt es seitens der Wissenschaft in Zukunft weiter zu klären. Dies kann nicht mit dieser Arbeit beantwortet werden. Die Erforschung der haptischen Fähigkeiten ist ein relativ junges Wissensgebiet und aufgrund ihrer Komplexität laut Goldstein (1997) entsprechend schwierig zu erforschen.

Studien an Blinden von Axelrod (1959), Sathian & Zangaladze (1997) und Röder, Rösler & Neville (1996) beschrieben in ihren Resultaten eine Veränderung der Zweipunktschwellen, jedoch nicht in der Absolutschwelle. Eine neugewonnene, unerwartete Erkenntnis war, dass die Zweipunktschwelle nicht

nur für den Zeigefinger (dem Hauptlesefinger) sondern auch für den kleinen Finger der Hauptlesehhand erniedrigt war. Der kleine Finger spielte jedoch keine Rolle beim Braille lesen. Die Autoren folgerten, dass das spezifische taktile-perzeptuelle Lernen auf andere Finger zu generalisieren scheint. Dies ist eine sehr spannende Erkenntnis, weil als Analogie dazu Osteopathen auch nicht im Arbeitsalltag Wellenmuster ertasten und parallel ausrichten. Trotzdem gelingt diese Aufgabe Osteopathen, laut den Resultaten des HST in dieser Arbeit, besser als der nicht trainierten Kontrollgruppe. Es liegt die Vermutung nahe, dass das spezifische taktile-perzeptuelle Lernen auch Auswirkungen auf die haptische Erkennungs- und Orientierungsdiskrimination hat.

Die oben beschriebenen Studien haben ausschließlich die **passive Wahrnehmung** mit Hilfe taktiler Messinstrumente getestet. Die Messgeräte waren der Semmes Weinstein Monofilament Test und der Zweipunktdiskriminationstest. Diese Masterarbeit hat im Unterschied dazu die **aktive Wahrnehmung** getestet. Ermöglicht wurde dies durch die Neuentwicklung der Haptik-Pads des Haptik Labors der Uni Leipzig. Diese neuen haptischen Messgeräte stellen im Moment die einzig erhältlichen Messinstrumente zur Testung der **aktiven Tastschwelle** dar, darum werden sie in dieser Arbeit verwendet.

Auffällig war für den Untersucher auch die Beobachtung, dass die Probanden durch den HST trotz Pausen zwischen den Testdurchläufen sehr gefordert waren. Nach Absolvierung von zwei Durchläufen waren die meisten Probanden müde, sodass eine dritte Wiederholung des Tests mit Ausnahme vereinzelter uneindeutiger Datenpunkte praktisch ausgeschlossen war. Aufzeichnungen zeigten, dass die Gesamtdauer der Messdatenerhebung zwischen etwa 30 Minuten und 1 ½ Stunden lag. Für weitere Studien wird unter anderem aufgrund der Dauer ausschließlich eine Durchführung des HST empfohlen. Für berufstätige Probanden war eine Testdauer von einer Stunde praktikabel. Längere Testzeiten waren im Zuge dieser Studie nicht der Regelfall und im Zuge der Freiwilligkeit auch nicht vertretbar.

Weiters wurde beobachtet, dass Osteopathen mit einem gewissen Erfolgsdruck an den Test herangingen. Während der Untersuchungssituation waren die Osteopathen subjektiv beobachtet nervöser als Probanden der Kontrollgruppe. Der HST wurde als erster Test in der Messdatenerhebung durchgeführt. Der

Erfolgsdruck und die daraus resultierende Nervosität könnte erklären, warum die Trefferquote der Osteopathen bei den ersten fünf Haptik-Pads etwa 10 Prozentpunkte unter der Trefferquote der Kontrollgruppe zu liegen kommt (vgl. Abbildung 14).

Aufgrund der kleinen Stichprobengröße wurden keine Auswertungen bezüglich Alter, Geschlecht, Berufserfahrung oder Praxisstunden durchgeführt, obwohl sie in den Untersuchungsprotokollen abgefragt wurden. Auch die gemessene Evaluierungszeit zum Ertasten einer Tastschwelle wurde nicht weiter ausgewertet, da die Probanden laut Studienanweisung so viel Zeit zur Erkennung hatten, wie sie benötigten.

5.2 Haptik Figuren Test

Die Null-Hypothese „Osteopathen haben eine gleiche oder niedrigere haptische Erkennungsrate als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen.“ konnte durch die aktuelle Arbeit nicht widerlegt werden, d.h., zwischen den zwei Gruppen war kein signifikanter Unterschied messbar. Eine mögliche Ursache für den nicht beobachteten Unterschied der beiden Gruppen ist vermutlich auf den zu leichten Schwierigkeitsgrad des Tests zurückzuführen. Die Ergebnisse des Haptik Figuren Tests zeigen in beiden Gruppen starke Sättigungseffekte, d.h., 21 der 32 getesteten Probanden bestanden den Test fehlerfrei. Daraus kann der Schluss gezogen werden, dass der HFT für die aktuelle Fragestellung, also die Unterscheidung der haptisch-visuellen Fähigkeiten von Osteopathen und einer Normalgruppe, zu einfach war. Ein kleiner Hinweis auf einen möglichen Unterschied der beiden Gruppen lässt sich dennoch aus den Ergebnissen ablesen. Die Erkennungsrate lag bei der Kontrollgruppe immer über 75% und das untere Quartil bei 87,5%, d.h. 75% der Probanden hatten eine Erkennungsrate größer als 87,5%. Die Osteopathen hingegen erreichten immer eine Trefferquote von mindestens 87,5%. Auch das untere Quartil lag höher als bei der Kontrollgruppe, nämlich bei 93,75%.

Die Aussagekraft der HFT Pads für vergleichbare Probandengruppen könnte vermutlich erhöht werden, indem Pads mit unterschiedlichen Schwierigkeitsgraden, z.B. durch Aufbringen von unterschiedlich dicken bzw. flexiblen Abdeckfolien, zur Verwendung kommen. Weiters wäre die Verwendung

kleinerer Strukturen eine Möglichkeit, den Schwierigkeitsgrad des HFT zu erhöhen. Eine dritte Möglichkeit, den HFT zu modifizieren, wäre die Verwendung weniger, aber ähnlicher überschwelliger Strukturen, die oftmals unter Zeitdruck abgefragt werden. Ähnliche Testmethoden kommen zum Beispiel beim visuellen Aufmerksamkeits-/Belastungstests d2 Test von Brickenhamp (2010) zum Einsatz.

Ein Vergleich mit den Tastschwellen, die mit dem HST bestimmt wurden, untermauert die Annahme, dass der HFT für beide Gruppen zu einfach war. Die HST Tastschwellen liegen bei 1,4 mm (Kontrollgruppe) und 0,7 mm (Osteopathen). Im Vergleich dazu beträgt die Abmessung der HFT Symbole 1 mm in der Breite, allerdings enthalten die Formen wesentlich mehr Informationen, die ausgewertet werden können.

5.3 Allgemeine Diskussion

Wie schon durch Klatzky & Ledermann (1987) beschrieben, sind zur Ermittlung der haptischen Schwelle individuelle explorative Bewegungen der untersuchten Person notwendig. Die Probanden entwickelten im Laufe des Tests unterschiedliche Explorationsstrategien, zum Beispiel mit dem Zeigefinger der dominanten Hand zu tasten, mit beiden Zeigefingern zu tasten, im Kreis über die Oberfläche zu fahren, mit viel oder wenig Druck zu tasten, das Pad langsam zu drehen...usw. Eine systematische Beobachtung und Beschreibung der Explorationsstrategien wurden im Zuge dieser Arbeit allerdings nicht durchgeführt. Die Entwicklung der Explorationsstrategie geschieht typisch während des ersten Testdurchlaufs, kann sich allerdings bei Erreichen der Tastschwelle verändern z.B. die Bewegungsamplituden werden kleiner, Probanden arbeiten ruhiger, fokussierter und konzentrierter. In diesem Zusammenhang wäre es interessant, den Test an den gleichen Probanden mehrmals durchzuführen, um eventuelle Lern- und Trainingseffekte aufzeigen zu können.

Interessant ist auch die Beobachtung, dass der Zeitpunkt der Messdatenerhebung eine große Rolle in Bezug auf die Müdigkeit, bzw. Konzentrationsfähigkeit des Probanden spielt und somit auch in Hinblick auf die haptischen Erkennungsleistungen. Probanden, die am Abend getestet wurden, waren subjektiv müder und hatten mehr Schwierigkeiten sich zu konzentrieren,

als Probanden, die am Vormittag oder Nachmittag getestet wurden. Nachdem bei den ersten beiden Tests die Probanden den Teststart erst nach 21:00 hatten und beide sehr starke Probleme hatten, ihre Konzentration zu halten, wurde für alle weiteren Probanden der Testbeginn auf spätestens 20:00 angesetzt.

Im Entstehungsprozess der Arbeit stellte sich die Frage, wie man Palpation testen kann. Die Literaturrecherche, Gespräche und Diskussionen mit Osteopathen und Experten aus dem Bereich der Psychophysik ergaben, dass die Haptik-Pads zum momentanen Wissensstand die einzig verfügbaren Messgeräte sind. Es wurde auch über den Aufbau und Bau von möglichen haptischen Testgeräten für den osteopathischen Bereich nachgedacht. Die Entwicklung eines solchen Gerätes würde den Zeitrahmen einer Masterthese allerdings bei weitem überschreiten. Die verwendeten Messgeräte stellen somit eine erste Annäherung dar, um die Palpation quantitativ zu erfassen. Diese ist mit der Einschränkung verbunden, dass die Palpation ein sehr vielschichtiger Prozess ist, an dem viele Sinnessysteme verknüpft sind und erst ein Bruchteil ihrer Komplexität verstanden ist. Zum Beispiel inkludieren osteopathische Tests noch andere Wahrnehmungen, wie eine dreidimensionale Erfassung der Strukturen, propriozeptive Informationen der Gelenksstellungen des ganzen Körpers, Temperatur der Haut, Atemrhythmus und viele mehr, die in diesen Tests nicht abgefragt werden. Weiters stellt die osteopathische Therapie eine Arbeit an lebendem Gewebe dar, dessen Strukturen sehr unterschiedlich sind zu den Reliefs und Strukturen der Haptik-Pads.

Bei der vorliegenden Arbeit handelt es sich um die erste osteopathische Grundlagenarbeit in Österreich, die psychophysikalische Messdaten im Bereich der haptischen Palpationsfähigkeit von Osteopathen generiert hat. Sie liefert erstmals eine statistisch signifikante Aussage über die Tastschwellen von Osteopathen. Mit dieser Arbeit gelang es, die philosophischen Diskussionen zum Thema Palpation in der Osteopathie um den Aspekt von reproduzierbaren psychophysikalischen Messmethoden zu bereichern. Die Ergebnisse dieser Arbeit belegen, dass Osteopathen tatsächlich geringere haptische Tastschwellen haben als Nicht-Osteopathen. Somit stellt die vorliegende Arbeit eine Basis für die zukünftige Erforschung der haptischen Wahrnehmung in der Osteopathie dar.

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

In der Arbeit mit dem Titel „Palpation und Osteopathie – ein psychophysikalischer Hintergrund“ wurden zunächst die Grundlagen erarbeitet und Begriffsdefinitionen gegeben. Es wurde aufgezeigt, dass es zwei Arten von Berührung gibt, eine **passive Berührung / die taktile Wahrnehmung** und eine **aktive Berührung / die haptische Wahrnehmung**. Gesunde Menschen, darunter auch Osteopathen, nehmen ihre Umwelt aktiv wahr, daher ist die haptische Wahrnehmung der Schlüssel zur Identifizierung von Gegenständen. Zur Objektidentifikation benötigt man das **sensorische**, **motorische** und das **kognitive** System, welche alle voneinander abhängig und daher neuronal miteinander verbunden sind. Weiters ist zu erwähnen, dass es bestimmte Explorationsbewegungen gibt, um einen Gegenstand zu ertasten, welche jedoch individuell verschieden sein können. Von Anfang der menschlichen Entwicklung an besteht ein enger Zusammenhang zwischen dem Nervensystem und der Haut, sie entstehen nämlich in der Embryonalzeit aus demselben Keimblatt. Als Fötus und Baby reagiert der Mensch aktiv auf äußere Reize, mit zunehmender Kindesentwicklung entdeckt er seine Umwelt zunehmend aktiver. Durch die aktive Erfassung der Umwelt und durch bestimmte Lebenseinflüsse, wie die Ausübung bestimmter Berufe oder auch Sinneseinschränkungen, wie zum Beispiel bei Blindheit, kommt es zu lernabhängigen physiologischen und anatomischen Anpassungsprozessen im Gehirn. Dies wird von mehreren Autoren als neuronale Plastizität beschrieben. Um Empfindungen des Tastsinnes messbar zu machen, benötigt man Methoden der Psychophysik. In dieser Arbeit wird die untere **Absolutschwelle** gemessen. Sie gibt jene Reizstärke an, bei der gerade noch eine Wahrnehmung stattfindet. Weiters wird die **Zweipunktschwelle**, der örtliche Abstand, bei dem gerade noch zwei Spitzen getrennt erkannt werden, die gleichzeitig auf die Haut aufgesetzt werden, zum besseren Verständnis der zitierten Literatur beschrieben. Weiters wird versucht, eine Begriffsdefinition für die **Palpation** zu geben, wobei sich herausgestellt hat, dass sie in der Literatur zum Großteil in ihrer **Art** und **Weise** beschrieben wird, nur Einzelne wagen eine Definition. Herausgearbeitet wird weiters noch die

Wichtigkeit der Palpation in der osteopathischen Diagnostik, die durch mehrere Osteopathen im Laufe der Geschichte beschrieben wird.

Mittels zweier Tests zur Erfassung der aktiven Wahrnehmung soll erhoben werden, ob Osteopathen eine feinere Tastfähigkeit besitzen als eine untrainierte Kontrollgruppe. Zur Verwendung kommen der Haptik Schwellen Test und der Haptik Figures Test des Haptiklabors der Uni Leipzig. In Form einer Querschnittsstudie wurden 16 Osteopathen und 16 Nicht-Osteopathen über einen Zeitraum von vier Monaten getestet. Obwohl beim Haptik Schwellen Test zwei der Test-Pads als fehlerhaft identifiziert werden konnten, kann ein statistisch signifikanter Unterschied beschrieben werden. Wird nun die Hypothese des HST „Haben Osteopathen eine niedrigere Tastschwelle als die Kontrollgruppe der Nicht- Osteopathen.“ in Bezug zu den Ergebnissen gebracht, dann kann gesagt werden, dass die Osteopathen eine statistisch signifikant niedrigere Tastschwelle aufweisen als die Kontrollgruppe. Die Nullhypothese wurde somit widerlegt. Osteopathen haben also eine geringere untere Absolutschwelle als die Kontrollgruppe.

Die Null-Hypothese des HFT „Osteopathen haben eine gleiche oder niedrigere haptische Erkennungsrate als die Kontrollgruppe der Nicht-Osteopathen.“ konnte durch die aktuelle Arbeit nicht widerlegt werden, d.h., zwischen den zwei Gruppen war kein signifikanter Unterschied messbar. Für den Haptik Figures Test waren die Unterschiede also nicht signifikant. Eine mögliche Ursache für den nicht beobachteten Unterschied der beiden Gruppen ist vermutlich auf den zu leichten Schwierigkeitsgrad des Tests zurückzuführen.

Die Erkenntnisse dieser Arbeit sind vermutlich von Interesse für alle Osteopathen, da bis zu diesem Zeitpunkt keine quantitativen Studien zum Thema Tastfähigkeit von Osteopathen vorlagen. Basierend auf dieser Arbeit und den daraus gezogenen Erkenntnissen können weitere Studien geplant und durchgeführt werden. Weiters ist sie für das Haptiklabor der Uni Leipzig unter der Leitung von Dr. Grunwald von Interesse. Die Notwendigkeit einer Weiterentwicklung der Haptik-Pads, im Speziellen eine Abstufung der Schwierigkeitsgrade der HFT-Pads, kann aus den ersten Daten mit Osteopathen und untrainierten Versuchspersonen abgeleitet werden.

Diese Arbeit liefert auch Interessierten, Kritikern und Befürwortern der Osteopathie, erstmals statistisch signifikante, quantitative Daten zur haptischen

Tastfähigkeit von Osteopathen. Somit könnte sie auch für Autoren von Büchern und Fachartikeln von Interesse sein, welches bereits bekundet wurde.

In immer mehr Veröffentlichungen und Berichten über Gesundheitssysteme wird das Schlagwort „Evidenz basierte Medizin“ genannt. Dieser Begriff deutet darauf hin, dass es in Zukunft vermutlich immer wichtiger sein wird, durch Studien die Arbeit und Effektivität der Arbeit von Osteopathen zu belegen, zu beschreiben und kritisch zu betrachten. Insofern ist es auch für die Osteopathie, ihre Entwicklung und eventuelle Anerkennung wichtig, mehr quantitative Studien durchzuführen. Zur Erfassung der haptischen Fähigkeiten von Osteopathen werden in Zukunft noch bessere Messgeräte zur Verfügung stehen und es wird gegebenenfalls in interdisziplinären Kooperation möglich sein, noch spezifischere Tests für den Bereich der Osteopathie zu entwickeln und evaluieren.

7

Summary

Aim and scope of this paper

The aim of this paper is to find out whether osteopaths have better haptic perception than non-osteopaths because of their daily work with patients. In this paper, continuous osteopathic work is considered to hone haptic skills. The focus is on active haptic perception, as osteopaths work actively with their hands. Active perception in osteopaths was tested and compared to a non-osteopath control group using the following haptic tests: the haptic threshold test (HTT) and the haptic symbols test (HST) developed by the Haptic Research Laboratory at the University of Leipzig. Based on these tests, this paper answers the following questions:

- A) Do osteopaths have a lower haptic threshold than the non-osteopath control group?
- B) Do osteopaths outperform the non-osteopath control group in terms of haptic recognition?

Summary of the basic principles

The basic principles of touch and palpation are as follows. There are two different types of touching: **tactile perception**, which is also described as **passive** touch (i.e. being touched) and **active** perception, which requires active use of your hands and is known as **haptics**. Passive touch plays an important role in foetal and infant periods. However, with time, infants become more active in their ability to touch and act as they increasingly develop their sensory motor skills. In adults, tactile perception plays a role when they are touched by other people and e.g. by therapists or osteopaths. However, as human beings, we primarily take an active approach in our everyday lives (see Ayres 1984, Frymann 2007, Goldstein 1997, Grunwald 2001). Three perceptive systems need to interact to ensure that we are able to identify an object with the help of our hands: the **sensory**, the **motor** and the **cognitive** systems. The sensory system transmits impressions gained by cutaneous senses such as touch, temperature, information about surface texture, as well as positions of hands and fingers. The motor system enables us to move

our hands and fingers over an object to then perceive it with our sensory system. The cognitive system connects and compares sensory and motor information on a neuro-physiological level and allows us to draw conclusions and to react (see Buanamano 2008, Goldstein 1997, Grunwald 2001). An object is explored with so-called **exploratory movements**, which can be combined in various ways. The development of haptic perception skills, including exploratory movement skills, is closely linked to a child's motor sensory development. By actively touching an object, the human being learns and experiences. Impulses are transformed by the receptors located in our fingers and transmitted to the cortex via the spinal cord. In the cortex, physiological processes take place which may cause anatomical changes. This process is called neuronal plasticity and is defined as the degree of adaptability to natural surroundings, work and general circumstances. In a study of monkeys Jenkins & Merzenich (1987) described an expansion of the somato-sensory cortex triggered by cutaneous stimulation. A few years later Karni (1995) was able to find changes also in the representation of the human cortex in a similar study. Changes in the brain caused by certain activity were found by Elbert et al. (1995) and Ragert (2004) in professional pianists, and also by Pascual-Leone et al. (1993) in blind Braille readers. Ragert (2004) described a type of metaplasticity of the human brain in professional pianists caused by repeated palpatory training. Pleger (2001) confirmed in his study that therapists' daily work has a training effect on therapists. To sum up, it can be said that multiple studies among various groups have proven that cortical plasticity can be attributed to learning processes.

Plasticity serves as an explanatory model for improving haptic skills through repetitive haptic activities. It is therefore used as a model to explain the hypothesis that osteopaths develop enhanced haptic perception skills.

Defining palpation

For a better understanding, palpation and diagnostics in osteopathy are explained. Definitions of palpation are hard to find in the literature. Rather, palpation is generally described by its effect. It serves as a basis for diagnosing and treating patients appropriately and is essential for any osteopath. Liem (2010) set out to provide a definition of palpation by defining it as a perception of boundaries. Andrew Taylor Still, the founder of osteopathy, considered palpation

the basis for any osteopathic technique. In line with Still, Fryette (1983) declared the tactile sense an osteopath's key asset. She believed an osteopath's career success to be directly linked to how well-developed his or her tactile sense was. **Osteopathic diagnostics** are made up of three cornerstones: structural, craniosacral and visceral diagnostics. In structural diagnostics, joints, muscles, tendons and bones are examined. In craniosacral diagnostics the inherent motion of the craniosacral system is assessed. Visceral diagnostics look at the movement of internal organs.

Osteopaths postulate that palpation is learned and trained through hands-on experience with patients (see Frymann 2007, Liem 2006, Still in Patterson 2000). However, this effect has not been measured.

Tactile psychophysics

Next, insight into the science of psychophysics is provided. Psychophysics measure perception in quantitative terms and research the correlation between certain impulses and the sensations they trigger. Psychophysics enable us to quantify haptic perception e.g. by determining absolute thresholds. The lower absolute threshold is the lowest impulse level that still triggers some kind of haptic perception. The two-point threshold, on the other hand, is the threshold at which a haptic impulse's two different spatial details can still be perceived separately. A study conducted by Axelrod (1959), Sathian & Zangaladze (1997) and Röder, Rösler & Neville (1996) among blind individuals found that the two-point thresholds had changed as a consequence of training, whereas the absolute threshold had not. A new unexpected outcome of this research was that the two-point threshold was lower not only for the index finger (the main finger used for reading) but also for the little finger on the main reading hand. This is remarkable because the little finger on the main reading hand is not used for reading Braille. The authors concluded that the tactile perceptual learning process for a specific finger seemed to apply equally to the remaining fingers. These findings lead to the hypothesis that specific tactile-perceptual learning also affects haptic object recognition and haptic discrimination of spatial orientations in osteopaths.

Measuring osteopathic palpation

In the osteopathic literature only one qualitative thesis has been written on the topic of palpation by Blois (2005). At seven osteopathic schools all over the world, a total of 200 students were interviewed on what their palpation was like and how it had developed during their education. Furthermore, nine osteopathic teachers were interviewed on the palpatory development of their students in the course of their education. However, there are no quantitative studies at all. Considering the importance of palpation in osteopathic therapy, this is astounding. The literature review was therefore expanded to include research on tactile and haptic perception in other occupational groups and patients.

There are various clinical studies on tactile perception of different patient and volunteer groups. However, apart from one, they all deal exclusively with tactile perception. Clearly, there is a lack of studies researching haptic perception, partly because there are no instruments to measure and evaluate it. The first studies on active perception were conducted by Grunwald (2004) on anorexic patients. This master thesis tests the active haptic perception of osteopaths and untrained individuals, as described in more detail in the following chapter on methods.

Methods

To measure the haptic performance of osteopaths and the non-osteopath control group, haptic pads developed by Dr. Grunwald at the Haptic Research Laboratory at the University of Leipzig were used. Up until 2010 Dr. Grunwald recommended neurological tests for measuring tactile and haptic perception. These neurological tests work well for testing tactile, i.e. passive perception. The tests generally used for measuring absolute tactile thresholds are the Semmes Weinstein monofilament test and the two-point discriminator. These instruments test an impulse range that lies within the thresholds of untrained individuals. Lower tactile thresholds can therefore not be measured. Due to these inaccuracies in measuring and to the fact that the assessment of tactile perception is inadequate for this thesis, this paper exclusively uses haptic (active) tests, i.e. the haptic threshold test (HTT) and the haptic symbols test (HST).

Haptic Threshold Test

The **HTT** is a tool to assess active haptic thresholds in human subjects. Haptic pads are used to measure the lower absolute threshold of osteopaths and the non-osteopath control group. Volunteers have to identify hidden reliefs through their own active exploratory movements (see Ledermann & Klatzky, 1987). The relief, in this case parallel grooves, are hidden under an opaque surface film and can therefore not be identified visually. The degree of difficulty is adjusted by changing the size of the stimuli structure (simple to difficult). With their eyes open, volunteers palpate parallel reliefs and try to align them as required, i.e. parallel to a stationary control pad. The task is considered to be successfully completed if the reliefs are arranged within an error range of less than 20° angle. Apart from the basic task of discriminating differences, orientation has to be discriminated in this test as well. This is why, according to Grunwald (2010), the HTT is ideal for test situations in professional or job-related areas of use. The distance between the reliefs is 3000 µm from peak to peak in threshold pad #1 and only 200 µm in the most difficult threshold pad #15. The test starts with the most simple threshold pad #1. The degree of difficulty is then constantly increased until all pads up to pad #15 are tested. After pad #15, there is a 2 minute break, before all pads are run again in reverse order starting with threshold pad #15 and ending with threshold pad #1. Contradictory results from the first and second run are re-tested individually in a validation test, starting with the more difficult pads. The haptic threshold is defined as the highest value that can be reproduced correctly twice.

Haptic Symbols Test

The **HST**, just like the **HTT** described above, is aimed at testing active perception. The **HST** is particularly designed to test haptic-visual performance. Similar to the **HTT**, there is a symbol hidden under an opaque surface film, which has to be palpated and then assigned to a visual symbol. Volunteers have to palpate 16 different haptic symbol pads presented in random order. A sheet depicting visual representations of the symbols that are to be palpated lies in front of the volunteer, who then has to point to the appropriate symbol (the so-called symbol visualisation). During the test, notes are made on whether or not the volunteer identified a symbol correctly. Just like for the **HTT**, there is no time limit.

Results

The **HTT** raw data have been analysed to determine haptic thresholds for all volunteers, as summarised in table 1. Table 1 shows a difference in thresholds between the two groups. The control group median was 11, while the osteopath group achieved a median of 13. The statistical analysis of the haptic threshold values showed a significant difference between the two groups (Mann-Whitney-U test, $p=0.038$).

An analysis of the medians showed irregularities in threshold pads #9, #11 and #12. Thirteen out of 32 volunteers were found to have thresholds at pad #11. While conducting the tests, it became obvious that pad #9 was somewhat uneven on the surface, as was pad #11. Pad #12 did not show any macroscopic visual abnormalities. The irregularities were reflected in the results and were identified as systematic errors. Pad #9 featured a relatively low recognition rate compared to the preceding and following pads, while the recognition rate for pad #11 was relatively high. In the subsequent analyses the data provided by threshold pads #9 and #11 were therefore ignored. The raw data were re-examined, and, as described above, newly adjusted thresholds were ascertained.

Table 1: Individual haptic thresholds in osteopaths and the control group

	volunteer ID	threshold (pad #)
control group	V2	11
	V4	13
	V6	6
	V16	11
	V17	11
	V18	8
	V19	11
	V20	11
	V21	6
	V22	14
	V23	4
	V24	7
	V25	11
	V26	11
	V29	11
	V32	11
	median	11
osteopaths	V1	11
	V3	13
	V5	11
	V7	13
	V8	11
	V9	15
	V10	13
	V11	15
	V12	12
	V13	0
	V14	15
	V15	8
	V27	13
	V28	11
	V30	8
V31	13	
	median	13

Table 2: Individual thresholds in osteopaths and the control group excluding pads #9 and #11

	volunteer ID	thresholds
control group	V2	10
	V4	13
	V6	6
	V16	6
	V17	8
	V18	8
	V19	10
	V20	10
	V21	6
	V22	14
	V23	4
	V24	7
	V25	10
	V26	10
	V29	3
	V32	10
	median	9
osteopaths	V1	8
	V3	13
	V5	7
	V7	13
	V8	10
	V9	15
	V10	13
	V11	15
	V12	12
	V13	0
	V14	15
	V15	8
	V27	13
	V28	10
	V30	8
	V31	13
	median	12.5

The difference in thresholds between the two groups (see table 2) is now even more evident than in the analysis based on the entire set of pads (see table 1). The control group median is now at 9 and the osteopaths' median at 12.5. The

difference in the haptic thresholds was again assessed as being statistically significant (Mann-Whitney-U test, $p=0.037$).

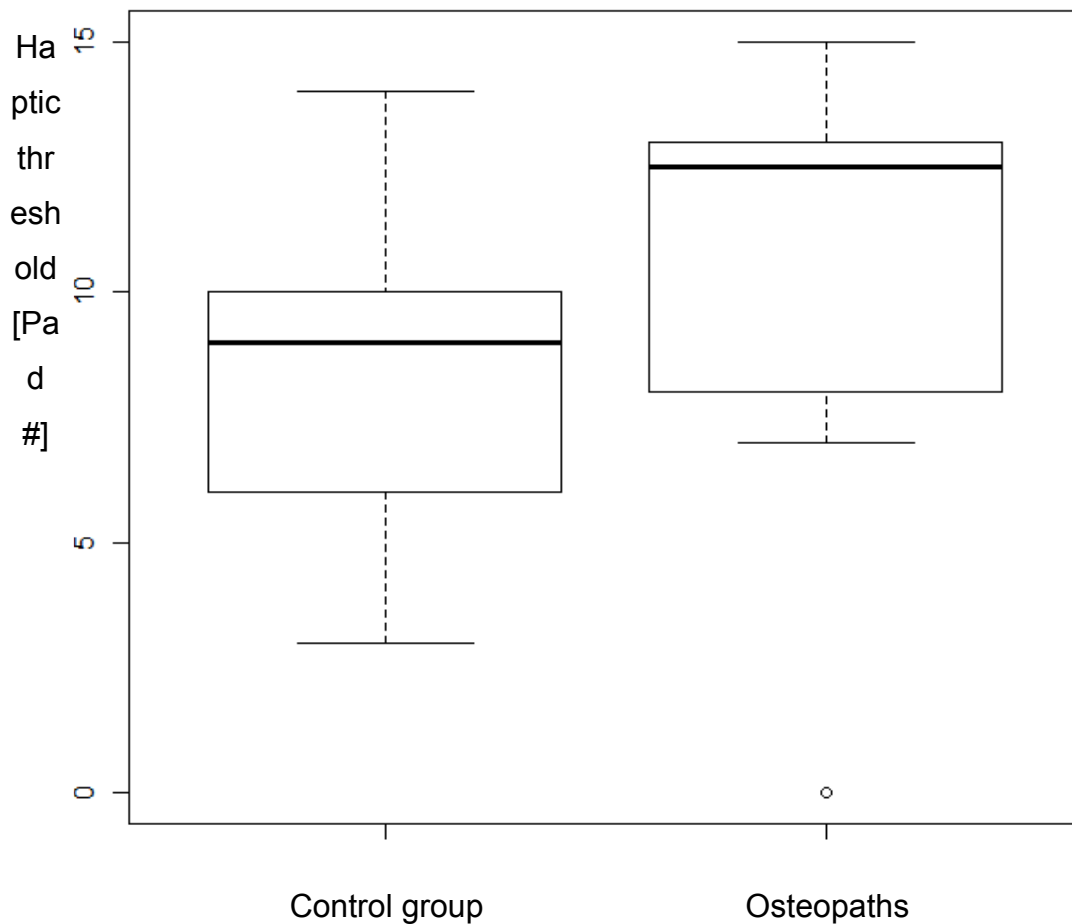


Figure 1: Box-whisker plot for control group (left) and osteopath (right) thresholds, disregarding pads #9 and #11

The medians achieved by both groups in the HST were 100% (see table 3). In both groups, there is a strong saturation effect; ten out of 16 control group volunteers and 11 out of 16 osteopaths achieved a recognition rate of 100%. The lowest recognition rates attained were 75% (P6) in the control group and 87.5% (P14, P27) in the osteopath group. The statistical analysis based on the Mann-Whitney U test showed no significant difference ($p=0.45$). One possible explanation for the insignificant difference between the two groups seems to lie in

the test's low level of difficulty and the resulting saturation effects (frequent recognition rate of 100%).

Table 3: HST recognition rate of osteopaths and the control group

	volunteer ID	recognition rate [%]
control group	P2	81,25
	P4	87,5
	P6	75
	P16	100
	P17	100
	P18	100
	P19	100
	P20	100
	P21	100
	P22	100
	P23	81,25
	P24	87,5
	P25	100
	P26	100
	P29	93,75
	P32	100
	median	100
osteopaths	P1	100
	P3	100
	P5	100
	P7	100
	P8	100
	P9	100
	P10	100
	P11	100
	P12	100
	P13	93,75
	P14	87,5
	P15	93,75
	P27	87,5
	P28	93,75
	P30	100
P31	100	
	median	100

Conclusion and prospects in osteopathy

When the initial hypothesis of the HTT that “osteopaths have lower haptic thresholds than the non-osteopath control group” is juxtaposed with the results of the study, it can be said that osteopaths indeed have a statistically significant lower haptic threshold than the control group. The null hypothesis has therefore been disproved.

The null hypothesis for the HST, “osteopaths have the same or lower haptic recognition rate than the non-osteopath control group,” was not disproved by this study. No significant difference could be measured between the two groups. This can most likely be attributed to the test’s low degree of difficulty.

The author recommends that further HTT studies on osteopaths should be conducted. In particular, haptic perception could be tested in a longitudinal study at the beginning and the end of the osteopathic education programme. At the same time possible individual training effects through daily work with patients could be assessed, as e.g. described by Still (in Patterson 2000) and Krause (2008).

This paper presents the first Austrian study on the principles of osteopathic work to generate psychophysical performance data for haptic palpation skills of osteopaths. The study is the first to provide statistically significant results on lower haptic thresholds in osteopaths. It has added a new aspect to the philosophical discussion on palpation in osteopathic work by using reproducible psychophysical measurement methods. For the first time critics and advocates of osteopathy are provided with quantitative data. This thesis could therefore also be of interest to authors of books and papers. Indeed, enquiries have already been made in this respect. The outcome of this study proves that osteopaths do have lower haptic thresholds than non-osteopaths. Therefore this serves as a basis for future research on haptic perception in osteopathic work.

Literature

- Ayres, A. J. *Bausteine der kindlichen Entwicklung*. Berlin: Springer, (1984)
- Blois, A. *Etude qualitative sur la sensibilite palpatoire des étudiants en osteopathie*. Montreal,(2005).
- Buanamano, D. , Merzenich, M. *Cortical Plasticity- From Synapses to Maps*. California: Neuroscience, (1998).
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E. *Increased cortical representation of fingers of the left hand in string players*. Science. (1995) 270, 305-307.
- Fryette, H.H. *Principes de la technique osteopathique*. Paris: traduit par Abehsera, A., Do. Et BurtyF, Malaine, (1983).
- Frymann, V. (2007) Titel der Originalausgabe *The Collected Papers of Viola M Frymann Legacy of osteopathy to Children. Die gesammelten Schriften von Viola m. Frymann, DO. Das osteopathische Erbe für Kinder.* : Pähl: Jolandos Verlag, (1998).
- Goldstein, E. B Originaltitel: *Sensation and Perception*. Wahrnehmungspsychologie - Eine Einführung. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag. (1997).
- Grunwald, M., Beyer L. *Der bewegte Sinn*. Basel- Boston- Berlin: Birkhäuser Verlag, (2001).
- Grunwald, M . *Worlds of Feeling*. Scientific American Mind: Dez, 2004, 56-61.

- Grunwald, M. *Gefühlte Welten*. Gehirn und Geist, 3, (2004) 18-23.
- Grunwald, M. Testmanuals – *Haptikschwellenpad*. Haptikforschungszentrum Leipzig. (2010) S.2.
- Jenkins, W.M.; Merzenich, M. M. and M.T. Ochs *Behaviorally controlled differential use of restricted hand surfaces induce changes in the cortical representation of the hand in area 3b of adult owl monkeys*. Society of Neuroscience. Abstract 10:665 (Listed in the bibliography for Abstract 11:965): 303(September 18, 1987).
- Krause, R. *Palpation- Wahrnehmung – Heilung*. Stuttgart:Sonntag Verlag. (2008).
- Lederman, S.J. & Klatzky, R. L. *Hand Movements: A window into haptic object recognition*. Cognitive Psychology, 19, 342-368 (1987).
- Liem, T Leitfaden Osteopathie- *Parietale Techniken*. 3. Auflage. München: Urban & Fischer Verlag, (2010).
- Pascual-Leone, A., Torres, F.: *Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers*. Annals of Neurology 34:33-37, (1993).
- Patterson, Michael, *Palpation: What is its role in osteopathic medicine*. JAQA. Volume 100 (2000).
- Röder, B., Rösler, F., Henninghausen, E., Näcker, F.: *Event- related potentials during auditory and somatosensory discrimination in sighted and blind human subjects*. Cognitive Brain Research 4:77-93 (1996).

Röder, B., Rösler, G., F., Neville, H.J.: *Effects of interstimulus interval on auditory event-related potentials in congenitally blind and normally sighted humans*. Neuroscience Letters 264: 1-4 (1999).

Sathian, K. , Zangaladze, A. *Tactile learning is task specific but transfers between fingers*. Perception & Psychophysics 59:119-128 (1997).

8 Literatur

Abraham, W.C. & Bear, M.F. (1996) Metaplasticity: the plasticity of synaptic plasticity. Trends of Neuroscience 19, 126-130.

Ayres, A. J. (1984) Bausteine der kindlichen Entwicklung. Springer Verlag: Berlin

Axelrod, S. (1959) Effects of early blindness: Performance of blind and sighted children on tactile and auditory tasks. New York: American Foundation for the blind.

Barral, J.P. (2005) Lehrbuch der viszeralen Osteopathie. 2. Auflage. Urban & Fischer: München

Blois, A. (2005) Etude qualitative sur la sensibilite palpatoire des étudiants en osteopathie. Unpublished masterthesis. Montreal: Canada

Becker, R. (2000) The stillness of life. Stillness Press, LLC. : Oregon. USA

Bernard, H. E. (2000) Osteopathic Practice. JAOA Volume 100. 390.

Buanamano, D. , Merzenich, M. (1998) Cortical Plasticity- From Synapses to Maps. Neuroscience: California

Brickenkamp, R., Schmidt-Atzert, L., Liepmann D. (2010) Test d2 – Revision. Aufmerksamkeits- und Konzentrationstest. 1. Auflage. Göttingen: Hogrefe Verlag

Campenhausen, Ch. (1993) Die Sinne des Menschen. Einführung in die Psychophysik der Wahrnehmung. Georg Thieme Verlag Stuttgart- New York.

- Craig, J. Lyle K. A. (2001) Comparison of tactile spatial sensitivity on the palm and fingerpad. *Perception & Psychophysics*. 63(2), 337-347.
- Croibier, A. (2006): Diagnostik in der Osteopathie. München: Urban & Fischer Verlag
- Crosby, P. (1989) Comparison of two point discrimination testing devices. Baltimore
- Desrosiers, J. Hebert, R., Bravo G., Dutil, E. (1996) Hand sensibility of healthy older people. *American Journal of Geriatric Society*, 44(8): 974-8 August.
- Eck, M. (2007) Medizinisch-diagnostisches Instrument zur Messung der Zweipunkte-Diskrimination für die quantitative Analyse der taktilen Ästhesie. (DE202007008164U1 15.11.2007) Bad Neustadt, Deutschland
- Elbert, T., Pantev, C., Wienbruch, C., Rockstroh, B. & Taub, E.. (1995) Increased cortical representation of fingers of the left hand in string players. *Science*, 1995; 270, 305-307.
- Fechner, G. T.: (1886) *Elemente der Psychophysik Teil 1*. Breitkopf & Härtel
- Freyette, H. H. (1983) *Principes de la technique osteopathique traduit par Abehsera, A., Do. Et Burty F, Malaine, Paris*
- Frymann, V. (2007) *Die gesammelten Schriften von Viola M. Frymann, DO. Das osteopathische Erbe für Kinder*. Jolandos Verlag: Pähl.
- Gibson, J. J. (1973) *Die Sinne und der Prozess der Wahrnehmung*. Bern: Huber (Original erschienen 1966 in Boston bei Houghton Mifflin Company)

erschienen unter dem Titel: The senses considered as perceptual systems).

Goldstein, E. B. (1997) Wahrnehmungspsychologie- Eine Einführung. Heidelberg: Spektrum Akademischer Verlag.

Goldstein, E. B. (2008) Sensation and Perception. Wadsworth, Pacific Grove Usa

Greenman, Ph. (2005) Lehrbuch der osteopathischen Medizin. 3. Auflage. Stuttgart: Haug Verlag. 13-17; 177-184.

Grunwald, M., Beyer, L. (2001) Der bewegte Sinn. Basel- Boston- Berlin: Birkhäuser Verlag.

Grunwald, M. (2004) Gefühlte Welten. Gehirn und Geist, 3, 18-23.

Grunwald, M. (2004) Worlds of Feeling. Scientific American Mind., Dez, 56-61.

Grunwald, M. (2010) Haptic Pads: Eine neue Methode zur Messung und zum Training haptischer Wahrnehmungsleistung. Manuelle Medizin.6/2010, S4.

Grunwald, M. (2010) Testmanuals – Haptikschwellenpad. Haptikforschungszentrum Leipzig. S.2.

Guttman, G. (Hrsg). (1994) Allgemeine Psychologie- Experimentalpsychologische Grundlagen. WUV – Universitätsverlag.

Hagendorf, H., Krümmenbacher, J., Müller J., Schubert T., (2011) Wahrnehmung und Aufmerksamkeit. Berlin- Heidelberg, Springer Verlag.

Hebgen E. (2008) Viszeralosteopathie- Grundlagen und Techniken, Hippokrates Verlag: Stuttgart.

- Heller, M. A., Schiff, W. (Hrsg): (1991) The psychology of touch. Hillsdale: Lawrence Erlbaum Associates, Publishers, pp.139-161.
- Hildebrand, H.(1998) Pschyrembel- Klinisches Wörterbuch 258 Auflage. Berlin: Gruyter Verlag S. 1186.
- Jenkins, W.M.; Merzenich, M. M. and Ochs, M.T. (September 18, 1987). "Behaviorally controlled differential use of restricted hand surfaces induce changes in the cortical representation of the hand in area 3b of adult owl monkeys". *Soc. Neuroscience*. Abstract 10:665 (Listed in the bibliography for Abstract 11:965): 303.
- Karni, A., Meyer, G., Jezzard, P. (1995). Functional MRI evidence for adult motor cortex plasticity during motor skill learning. *Nature* 377:155-158.
- Kern, Th. (2009) Entwicklung haptischer Geräte: Ein Einstieg für Ingenieure. Springer Verlag: Berlin- Heidelberg.
- Krause, R. (2008) Palpation- Wahrnehmung – Heilung. Sonntag Verlag: Stuttgart.
- Lederman, S.J. & Klatzky, R. L. (1987) Hand Movements: A window into haptic object recognition. *Cognitive Psychology*, 19, 342-368.
- Lederman, S.J. & Klatzky, R. L. (1987) Haptic classification of common objects: Knowledge-driven exploration. *Cognitive Psychology*, 22, 421-459.
- Liem, T. (2001) Kraniosakrale Osteopathie. Stuttgart: Hippokrates.
- Liem, T. (2006) Morphodynamik in der Osteopathie- Grundlagen und Anwendung am Beispiel der kranialen Sphäre. Hippokrates Verlag: Hamburg.

Liem, T. (2010) Leitfaden Osteopathie- Parietale Techniken. 3. Auflage. Urban & Fischer Verlag: München.

Meßlinger, K. (2010) Somatoviszzerale Sensibilität. In Klinke, R., Pape, H., Kurtz, A., Silbernagl St. (2010). Physiologie.(6. Auflage), (S. 645-647) Thieme Verlag: Stuttgart.

Melchior, H.; (2007) Is there a relationship between light touch pressure sensation and functional hand ability?, April, 15; 29(7):567.75.

Mitchell, F. Jr. (1976) The training an measurement of sensory literacy in relation to osteopathic structural an palpatory diagnosis, Year book of the American Academy of Osteopathy;NA :120-127.

Mitchell, F. (1976) Training and measurement of sensory literacy, Journal of American Osteopathic Association, June , S.874-884.

Muzzi, D. (2005) Palpation und Forschung. Osteopathische Medizin. 13-16.

Natterer, P. (2011) Philosophie des Geistes. Mit einem systematischen Abriss zur Biologischen Psychologie und zur Kognitionswissenschaft. Books on Demand GmbH : Norderstedt.

Pascual- Leone, A., Torres, F. (1993) Plasticity of the sensorimotor cortex representation of the reading finger in Braille readers. Annals of Neurology 34:33-37.

Patterson, M. (2000) Palpation: What is its role in osteopathic medicine. JAQA. Volume 100.

- Pleger, B. (2001) Shifts in cortical representations predict human discrimination improvement. *National Academy of Science USA* 98(21):12255-12260.
- Ragert, P., Schmidt, A., Altenmüller, E., Dinse, H.(2004) Superior tactile performance and learning in professional pianists: evidence for meta-plasticity in musicians. *European Journal of Neuroscience*. Volume 19: 473-478.
- Recanzone, G. H., Jenkins, W.M. Hrodek, G.T.& Merzenich, M. (1992) Frequency discrimination training engaging a restricted skin surface of a cutaneous response zone in cortical area 3a. *Journal of Neurophysiology*. 67: 1057-1070.
- Röder, B., Rösler, F., Henninghausen, E., Näcker, F. (1996) Event- related potentials during auditory and somatosensory discrimination in sighted and blind human subjects. *Cognitive Brain Research* 4:77-93.
- Röder, B., Rösler, G., F., Neville, H. J. (1999) Effects of interstimulus interval on auditory event- related potentials in congenitally blind and normally sighted humans. *Neuroscience Letters* 264: 1-4.
- Sathian, K. , Zangaladze, A. (1997) Tactile learning is task specific but transfers between fingers. *Perception & Psychophysics* 59:119-128.
- Scheepers, C., Steding- Albrecht, U. Jehn, D. (2007) *Ergotherapie - vom Behandeln zum Handeln. Lehrbuch für die Ausbildung und Praxis*. 3. Auflage. Stuttgart: Georg Thieme Verlag.

Sutherland, W. G. (1967) Contribution of thought. Sutherland Cranial Teaching Foundation1.

Sommerfeld, P. (2009) Das Dilemma der osteopathischen Hände. DO; 7(2): S. 32-34.

Stevens, S.S.(1975) Psychophysics. Introduction to ist Perceptual, Neural and Social Prospects. New York. Wiley.

Trowbridge, C. (1991) Andrew Taylor Still. Truman State University Press: Jolandos.

Van Vliet, D. (1993) Duration of contact time alters cutaneous pressure threshold measurements. Toronto, Ontario, Canada

Von Campenhausen, C. (1993) Die Sinne des Menschen. Einführung in die Psychophysik der Wahrnehmung. Zweite, völlig neu bearbeitete Auflage. Stuttgart: Georg Thieme.

Weber, H.(1851) Die Lehre vom Tastsinn und Gemeingefühl. 2. Auflage. Braunschweig: Breitkopf und Härtel.

9 Anhang

9.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Typische psychometrische Funktion, Schwelle bei Reizgröße 8....	19
Abbildung 2: Ideale psychometrische Funktion, Schwelle bei Reizgröße 8	19
Abbildung 3: Messanordnung des Haptik Schwellen Test, links das fix montierte Referenzpad, rechts das drehbare, austauschbare Schwellenpad	28
Abbildung 4: Unterseite der Testplatte, die Gradanzeige ist ersichtlich	29
Abbildung 5: HST Referenz Pad	31
Abbildung 6: „Korrektes“ Ergebnis, Winkelfehler unter 20°	33
Abbildung 7: „Falsches“ Ergebnis, Winkelfehler über 20°	33
Abbildung 8: Haptik Figuren Test Pad	34
Abbildung 9: Schematischer Aufbau eines HFT-Pads. (a) Aufbau eines einzelnen Haptik-Pads (2, 3 = Trennschichten, 4 = oberer Rahmen, 5 = Relief, 6 = Bodenplatte; (b) durchsichtige Darstellung ohne Trennfolie; (c) Trennfolie über dem Reliefstimulus (Grunwald 2010, S. 4).....	35
Abbildung 10: Korrekt identifizierte Schwellen, Proband P32 (1 ... korrekt, 0 ... falsch)	39
Abbildung 11 Besonderheiten der Schwellen bei Proband Nummer 13.....	40
Abbildung 12 Schwellenbestimmung bei Proband Nr. 13	40
Abbildung 13: Box-Whisker Plot der Tastschwellen (links: Kontrollgruppe, rechts: Osteopathen); Median (dicke horizontale Linie), Interquartilsbereich (Box), Wertebereich (Whisker), Ausreißer (o)	42
Abbildung 14: Gruppenmittel der korrekt erkannten Schwellen-Pads (NO...Kontrollgruppe, O...Osteopathen)	43
Abbildung 15: Pad Nummer 9, Unebenheiten in der Trennfolie erkennbar.....	44
Abbildung 16: Pad Nummer 11, Unebenheiten in der Trennfolie erkennbar.....	44
Abbildung 17: Pad Nummer 12 zum Vergleich, keine Unebenheiten erkennbar	44
Abbildung 18: Korrekt identifizierte Schwellen, Proband P32, unter Ausschluss der Pads #9 und #11 (1 ... korrekt, 0 ... falsch).....	45
Abbildung 19: Box-Whisker-Plot der Tastschwellen (links: Kontrollgruppe, rechts: Osteopathen), nach Entfernung des Pad #9 und #11	47

Abbildung 20: HFT Erkennungsrate von Osteopathen und der Kontrollgruppe...	48
Abbildung 21: HST Messaufbau (Draufsicht)	137
Abbildung 22: HST Messaufbau (Untersicht)	137
Abbildung 23: HFT Stimuli (Oben: Beispiel-Pad (Draufsicht), Unten: Stimuli (Untersicht))	138

9.2

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Technische Eigenschaften der HST Schwellen-Pads	32
Tabelle 2: Individuelle Tastschwellen von Osteopathen und der Kontrollgruppe	41
Tabelle 3: Individuelle Tastschwellen von Osteopathen und der Kontrollgruppe unter Ausschluss der Pads #9 und #11	46
Tabelle 4: HFT Erkennungsrate von Osteopathen und der Kontrollgruppe	49
Tabelle 5: Demographische Übersicht	87
Tabelle 6: Detailfragen speziell für Osteopathen	88
Tabelle 7: Individuelle Messdaten HST (0 ... Falsch, 1 ... Richtig)	88
Tabelle 8: Individuelle Messdaten HFT (Präsentation ... Reihenfolge der Stimuli; 0 ... Falsch, 1 ... Richtig)	125

9.3 *Glossar*

Kongenital: von Geburt an

Vestibuläre Wahrnehmung: Wahrnehmung des Gleichgewichts

Propriozeptive Wahrnehmung: Wahrnehmung der Tiefensensibilität.
Wahrnehmung der Stellung und Bewegung des Körpers im Raum.

Perkussion: Beklopfen der Körperoberfläche, um aus den Verschiedenheiten des Schalls auf die Ausdehnung und Beschaffenheit darunterliegender Körperteile zu schließen

Auskultation: Abhören der im Körper entstehenden Geräusche und Töne

Endgefühl der Bewegung: beschreibt die Qualität des Bewegungsendes. z.B.:
Knöchernen Strukturen haben ein hartes Endgefühl

Explorative Bewegung: eine erforschende, untersuchende Bewegung

9.4 **Untersuchungsprotokoll**

1. **Haptik- Figuren Test**

- Die Aufgabe besteht darin, das Symbol zu ertasten und auf das gleiche Symbol auf der Karte zu zeigen
- Es besteht keine Zeitbeschränkung
- Die Augen können geöffnet bleiben
- Die Exploration kann mit jedem Finger und mit jeder Hand erfolgen.
- ! Nicht mit den Fingernägeln explorieren!
- ! Nicht mit extrem starkem Druck arbeiten!

Bist du (Sind Sie) für die Testdurchführung bereit?

Reihenfolge der Pads ist zufällig

- Das Haptik-Pad darf nicht gedreht oder rotiert werden

2. **Haptik Schwellen Test Beispieldurchlauf**

- Die Aufgabe besteht darin, die nachfolgend gereichten Schwellen Pads in gleicher Weise auszurichten, wie das Beispiel-Pad auf dem Testboard.

Beispiel-Pad auf das Testboard legen

- Bitte orientieren sie/du das Pad in entsprechender Weise
- Es besteht keine Zeitbeschränkung
- Die Exploration kann mit jedem Finger und mit jeder Hand erfolgen.
- ! Nicht mit den Fingernägeln explorieren!
- ! Nicht mit extrem starkem Druck arbeiten!

Nun werden nacheinander Schwellenpads gereicht, das fühlbare Relief wird immer enger und damit schwerer fühlbar.

15 Schwellenpads werden gereicht

Begonnen wird mit dem einfachsten Nr.1 – bis zum schwierigsten mit der Nr. 15

danach 2 Minuten Pause

Nr. 15-1

Osteopathen

W or M

Ausbildungsjahre: _____

Abschlussjahr: _____

Berufserfahrung: _____

Praxisarbeitsstunden pro Woche _____

Alter: _____

Welchen Stellenwert hat die Palpation in deinem/Ihrem osteopathischen Handeln?

Hat die Palpation einen hohen Stellenwert in deinem/Ihrem osteopathischen Handeln?

trifft zu	trifft eher zu	weder noch	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
1	2	3	4	5

Hat die Palpation einen niedrigen Stellenwert in deinem/Ihrem osteopathischen Handeln?

trifft zu	trifft eher zu	weder noch	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
1	2	3	4	5

NichtOsteopathen

W oder M

Beruf : _____

Musizieren sie? Ja Nein

(Blinde, Musiker, manuelle Therapeuten, Masseur sind von der Studie ausgeschlossen)

Alter : _____

Welchen Stellenwert hat die Palpation in deinem/Ihrem täglichen Handeln?

Hat die Palpation einen hohen Stellenwert in deinem/ Ihrem täglichen Handeln?

trifft zu	trifft eher zu	weder noch	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
1	2	3	4	5

Hat die Palpation einen niedrigen Stellenwert in deinem /Ihrem täglichen Handeln?

trifft zu	trifft eher zu	weder noch	trifft eher nicht zu	trifft nicht zu
1	2	3	4	5

9.5 Demographie

Tabelle 5: Demographische Übersicht

ID	Gruppe	Alter	Geschlecht	Beruf	Messbeginn
1	O	36	M	Dr. Med / Osteopath	12:00
2	NO	39	W	Dipl. Krankenschwester	20:00
3	O	36	W	Dr. Med / Osteopathin	13:00
4	NO	45	W	Hausfrau	20:00
5	O	38	W	Osteopathin	10:00
6	NO	41	W	Geschäftsführerin	09:30
7	O	40	M	Osteopath	20:30
8	O	43	M	Osteopath	19:30
9	O	33	M	Osteopath	19:30
10	O	35	W	Osteopathin	16:00
11	O	31	W	Osteopathin	14:00
12	O	48	M	Osteopath	13:00
13	O	40	M	Osteopath	19:40
14	O	31	W	Osteopathin	20:30
15	O	33	W	Osteopathin	14:00
16	NO	37	W	Dr. der Volkskunde	20:00
17	NO	35	W	Sozialpädagogin	20:20
18	NO	36	M	Bauingenieur	20:45
19	NO	34	W	Architektin	19:30
20	NO	34	M	Dr. der Biologie	21:00
21	NO	31	W	Dolmetscherin	20:00
22	NO	37	M	Dr. der Physik	20:40
24	NO	41	W	Krankenschwester	20:00
25	NO	29	W	Krankenschwester in Karenz	19:50
26	NO	31	M	Spediteur	20:00
27	O	36	W	Osteopathin	19:20
28	O	59	W	Osteopathin	15:15
29	NO	41	M	Förster / EDV Beauftragter	20:00
30	O	59	W	Osteopathin	18:50
31	O	49	M	Osteopathin	17:00
32	NO	34	W	Studentin/Mutter	20:00
23	NO	36	M	Kaufmann	22:30

Tabelle 6: Detailfragen speziell für Osteopathen

ID	Abschlussjahr	Berufserfahrung (Jahre)	Praxisstunden pro Woche	Hoher Stellenwert	Niedriger Stellenwert
1	2006	5	25	Ja	N/A
3	2002	9	20	Ja	N/A
5	2009	2	25	Ja	N/A
7	2003	8	45	Ja	N/A
8	2007	4	45	Ja	N/A
9	2009	2	35	Ja	N/A
10	2007	4	25	Ja	Nein
11	2008	3	35	Ja	N/A
12	2003	8	30	Ja	Nein
13	2008	8	25	Ja	Nein
14	2009	2	38	Ja	Nein
15	2011	1	35	Ja	Nein
27	2009	2	15	N/A	Ja
28	1997	14	30	Ja	Nein
30	1999	12	25	Ja	N/A
31	1998	13	40	Ja	N/A

9.6 Messergebnisse (Rohdaten)

9.6.1 Haptik Schwellen Test

Tabelle 7: Individuelle Messdaten HST (0 ... Falsch, 1 ... Richtig)

ID	Gruppe	Durchlauf	Schwellen Nr.	Winkelfehler [°]	Richtig/Falsch	Explorationszeit [sec]
1	O	1	1	2	1	30
1	O	1	2	2	1	30
1	O	1	3	2	1	45
1	O	1	4	20	1	40
1	O	1	5	10	1	44
1	O	1	6	2	1	40
1	O	1	7	10	1	50
1	O	1	8	2	1	121
1	O	1	9	75	0	76
1	O	1	10	30	0	40
1	O	1	11	2	1	120

1	O	1	12	90	0	22
1	O	1	13	85	0	143
1	O	1	14	0	1	29
1	O	1	15	75	0	30
1	O	2	15	45	0	60
1	O	2	14	90	0	60
1	O	2	13	90	0	54
1	O	2	12	10	1	160
1	O	2	11	0	1	45
1	O	2	10	90	0	25
1	O	2	9	85	0	20
1	O	2	8	2	1	30
1	O	2	7	15	1	32
1	O	2	6	5	1	112
1	O	2	5	2	1	54
1	O	2	4	18	1	25
1	O	2	3	0	1	35
1	O	2	2	18	1	25
1	O	2	1	0	1	20
1	O	3	12	75	0	45
1	O	3	14	90	0	60
2	NO	1	1	0	1	7
2	NO	1	2	18	1	6
2	NO	1	3	0	1	12
2	NO	1	4	0	1	25
2	NO	1	5	2	1	48
2	NO	1	6	10	1	20
2	NO	1	7	20	1	35
2	NO	1	8	2	1	24
2	NO	1	9	0	1	45
2	NO	1	10	20	1	40
2	NO	1	11	25	0	31
2	NO	1	12	90	0	36
2	NO	1	13	70	0	38
2	NO	1	14	85	0	12
2	NO	1	15	0	1	27
2	NO	2	15	50	0	46
2	NO	2	14	0	1	30
2	NO	2	13	60	0	21
2	NO	2	12	90	0	27
2	NO	2	11	20	1	12
2	NO	2	10	90	0	28
2	NO	2	9	20	1	31
2	NO	2	8	45	0	45
2	NO	2	7	2	1	10
2	NO	2	6	3	1	11

2	NO	2	5	2	1	16
2	NO	2	4	18	1	11
2	NO	2	3	2	1	16
2	NO	2	2	20	1	27
2	NO	2	1	18	1	12
2	NO	3	10	0	1	37
2	NO	3	11	0	1	7
3	O	1	1	2	1	54
3	O	1	2	2	1	38
3	O	1	3	18	1	30
3	O	1	4	30	0	40
3	O	1	5	45	0	37
3	O	1	6	5	1	50
3	O	1	7	70	0	97
3	O	1	8	45	0	39
3	O	1	9	18	1	24
3	O	1	10	2	1	18
3	O	1	11	0	1	30
3	O	1	12	45	0	50
3	O	1	13	20	1	23
3	O	1	14	20	1	45
3	O	1	15	85	0	37
3	O	2	15	45	0	83
3	O	2	14	30	0	22
3	O	2	13	20	1	28
3	O	2	12	75	0	21
3	O	2	11	20	1	24
3	O	2	10	20	1	23
3	O	2	9	2	1	13
3	O	2	8	20	1	98
3	O	2	7	20	1	40
3	O	2	6	2	1	23
3	O	2	5	10	1	11
3	O	2	4	0	1	13
3	O	2	3	0	1	12
3	O	2	2	2	1	23
3	O	2	1	10	1	30
3	O	3	14	70	0	40
4	NO	1	1	0	1	26
4	NO	1	2	18	1	28
4	NO	1	3	20	1	25
4	NO	1	4	45	0	23
4	NO	1	5	18	1	29
4	NO	1	6	2	1	30
4	NO	1	7	12	1	21
4	NO	1	8	70	0	20

4	NO	1	9	30	0	25
4	NO	1	10	45	0	20
4	NO	1	11	80	0	19
4	NO	1	12	90	0	14
4	NO	1	13	10	1	14
4	NO	1	14	80	0	11
4	NO	1	15	18	1	12
4	NO	2	15	30	0	11
4	NO	2	14	90	0	15
4	NO	2	13	2	1	23
4	NO	2	12	90	0	17
4	NO	2	11	110	0	12
4	NO	2	10	45	0	27
4	NO	2	9	90	0	18
4	NO	2	8	20	1	18
4	NO	2	7	85	0	17
4	NO	2	6	80	0	18
4	NO	2	5	90	0	14
4	NO	2	4	22	0	16
4	NO	2	3	2	1	14
4	NO	2	2	0	1	10
4	NO	2	1	10	1	8
5	O	1	1	0	1	16
5	O	1	2	0	1	32
5	O	1	3	0	1	21
5	O	1	4	18	1	23
5	O	1	5	2	1	7
5	O	1	6	0	1	51
5	O	1	7	20	1	22
5	O	1	8	0	1	10
5	O	1	9	45	0	60
5	O	1	10	20	1	24
5	O	1	11	0	1	18
5	O	1	12	25	0	24
5	O	1	13	45	0	9
5	O	1	14	90	0	10
5	O	1	15	45	0	27
5	O	2	15	2	1	3
5	O	2	14	40	0	13
5	O	2	13	70	0	43
5	O	2	12	90	0	44
5	O	2	11	20	1	9
5	O	2	10	90	0	29
5	O	2	9	5	1	25
5	O	2	8	25	0	8
5	O	2	7	2	1	11

5	O	2	6	2	1	42
5	O	2	5	0	1	11
5	O	2	4	0	1	8
5	O	2	3	5	1	11
5	O	2	2	0	1	20
5	O	2	1	0	1	5
5	O	3	15	30	0	19
6	NO	1	1	0	1	55
6	NO	1	2	2	1	33
6	NO	1	3	2	1	57
6	NO	1	4	0	1	40
6	NO	1	5	2	1	24
6	NO	1	6	0	1	25
6	NO	1	7	30	0	90
6	NO	1	8	2	1	90
6	NO	1	9	70	0	70
6	NO	1	10	0	1	34
6	NO	1	11	2	1	28
6	NO	1	12	90	0	74
6	NO	1	13	90	0	45
6	NO	1	14	50	0	45
6	NO	1	15	22	0	17
6	NO	2	15	70	0	68
6	NO	2	14	30	0	32
6	NO	2	13	10	1	28
6	NO	2	12	75	0	34
6	NO	2	11	25	0	33
6	NO	2	10	22	0	49
6	NO	2	9	0	1	17
6	NO	2	8	90	0	47
6	NO	2	7	10	1	33
6	NO	2	6	0	1	32
6	NO	2	5	0	1	17
6	NO	2	4	0	1	18
6	NO	2	3	18	1	20
6	NO	2	2	2	1	22
6	NO	2	1	0	1	31
6	NO	3	13	90	0	24
7	O	1	1	0	1	120
7	O	1	2	0	1	180
7	O	1	3	18	1	180
7	O	1	4	0	1	120
7	O	1	5	5	1	75
7	O	1	6	0	1	85
7	O	1	7	2	1	160
7	O	1	8	75	0	172

7	0	1	9	80	0	88
7	0	1	10	80	0	50
7	0	1	11	20	1	190
7	0	1	12	20	1	90
7	0	1	13	15	1	195
7	0	1	14	80	0	180
7	0	1	15	20	1	195
7	0	2	15	40	0	150
7	0	2	14	75	0	155
7	0	2	13	20	1	120
7	0	2	12	30	0	120
7	0	2	11	90	0	110
7	0	2	10	90	0	150
7	0	2	9	85	0	100
7	0	2	8	2	1	173
7	0	2	7	70	0	120
7	0	2	6	40	0	200
7	0	2	5	0	1	90
7	0	2	4	18	1	180
7	0	2	3	0	1	42
7	0	2	2	0	1	75
7	0	2	1	0	1	45
8	0	1	1	0	1	20
8	0	1	2	0	1	30
8	0	1	3	0	1	30
8	0	1	4	20	1	20
8	0	1	5	18	1	35
8	0	1	6	10	1	28
8	0	1	7	10	1	40
8	0	1	8	40	0	80
8	0	1	9	80	0	20
8	0	1	10	18	1	70
8	0	1	11	10	1	40
8	0	1	12	10	1	40
8	0	1	13	30	0	40
8	0	1	14	80	0	60
8	0	1	15	90	0	30
8	0	2	15	90	0	60
8	0	2	14	70	0	19
8	0	2	13	30	0	40
8	0	2	12	90	0	30
8	0	2	11	70	0	30
8	0	2	10	20	1	20
8	0	2	9	90	0	20
8	0	2	8	20	1	50
8	0	2	7	18	1	20

8	0		2	6	10	1	20
8	0		2	5	8	1	17
8	0		2	4	10	1	30
8	0		2	3	18	1	17
8	0		2	2	5	1	10
8	0		2	1	10	1	30
8	0		3	10	18	1	60
8	0		3	11	20	1	20
8	0		3	12	70	0	40
8	0		3	13	90	0	60
9	0		1	1	0	1	10
9	0		1	2	2	1	15
9	0		1	3	0	1	20
9	0		1	4	10	1	67
9	0		1	5	5	1	30
9	0		1	6	0	1	45
9	0		1	7	20	1	60
9	0		1	8	20	1	40
9	0		1	9	90	0	90
9	0		1	10	20	1	50
9	0		1	11	5	1	30
9	0		1	12	80	0	46
9	0		1	13	0	1	60
9	0		1	14	10	1	40
9	0		1	15	5	1	10
9	0		2	15	5	1	30
9	0		2	14	18	1	28
9	0		2	13	21	0	30
9	0		2	12	30	0	10
9	0		2	11	5	1	25
9	0		2	10	0	1	90
9	0		2	9	90	0	14
9	0		2	8	0	1	60
9	0		2	7	60	0	60
9	0		2	6	18	1	20
9	0		2	5	0	1	50
9	0		2	4	5	1	8
9	0		2	3	0	1	30
9	0		2	2	0	1	10
9	0		2	1	0	1	20
1	0	0	1	1	18	1	20
1	0	0	1	2	5	1	10
1	0	0	1	3	10	1	10

1						
0	O	1	4	10	1	8
1						
0	O	1	5	0	1	9
1						
0	O	1	6	18	1	9
1						
0	O	1	7	0	1	30
1						
0	O	1	8	5	1	45
1						
0	O	1	9	85	0	60
1						
0	O	1	10	95	0	55
1						
0	O	1	11	25	0	60
1						
0	O	1	12	75	0	120
1						
0	O	1	13	18	1	100
1						
0	O	1	14	85	0	60
1						
0	O	1	15	18	1	30
1						
0	O	2	15	45	0	25
1						
0	O	2	14	45	0	20
1						
0	O	2	13	18	1	30
1						
0	O	2	12	20	1	25
1						
0	O	2	11	25	0	37
1						
0	O	2	10	5	1	27
1						
0	O	2	9	70	0	60
1						
0	O	2	8	85	0	35
1						
0	O	2	7	5	1	34
1						
0	O	2	6	5	1	30
1						
0	O	2	5	0	1	35
1	O	2	4	15	1	33

0						
1						
0	O	2	3	20	1	90
1						
0	O	2	2	0	1	120
1						
0	O	2	1	0	1	19
1						
0	O	3	13	20	1	20
1						
0	O	3	14	70	0	20
1						
1	O	1	1	10	1	20
1						
1	O	1	2	19	1	20
1						
1	O	1	3	45	0	50
1						
1	O	1	4	0	1	60
1						
1	O	1	5	0	1	40
1						
1	O	1	6	20	1	20
1						
1	O	1	7	18	1	15
1						
1	O	1	8	18	1	20
1						
1	O	1	9	5	1	30
1						
1	O	1	10	18	1	20
1						
1	O	1	11	18	1	50
1						
1	O	1	12	85	0	30
1						
1	O	1	13	45	0	50
1						
1	O	1	14	25	0	30
1						
1	O	1	15	20	1	19
1						
1	O	2	15	90	0	47
1						
1	O	2	14	18	1	30
1						
1	O	2	13	27	0	30

1						
1	O	2	12	30	0	27
1						
1	O	2	11	5	1	20
1						
1	O	2	10	0	1	60
1						
1	O	2	9	90	0	60
1						
1	O	2	8	90	0	30
1						
1	O	2	7	3	1	10
1						
1	O	2	6	8	1	12
1						
1	O	2	5	0	1	5
1						
1	O	2	4	0	1	10
1						
1	O	2	3	0	1	30
1						
1	O	2	2	0	1	50
1						
1	O	2	1	0	1	10
1						
1						
1	O	3	14	90	0	15
1						
1	O	3	15	20	1	10
1						
1	2 O	1	1	0	1	50
1						
1	2 O	1	2	75	0	40
1						
1	2 O	1	3	29	0	30
1						
1	2 O	1	4	70	0	20
1						
1	2 O	1	5	80	0	16
1						
1	2 O	1	6	85	0	30
1						
1	2 O	1	7	70	0	40
1						
1	2 O	1	8	30	0	35
1						
1	2 O	1	9	90	0	30
1						
1	O	1	10	45	0	24

2						
1						
2	O	1	11	85	0	60
1						
2	O	1	12	0	1	40
1						
2	O	1	13	85	0	20
1						
2	O	1	14	85	0	30
1						
2	O	1	15	10	1	20
1						
2	O	2	15	85	0	25
1						
2	O	2	14	85	0	10
1						
2	O	2	13	70	0	20
1						
2	O	2	12	20	1	19
1						
2	O	2	11	90	0	40
1						
2	O	2	10	25	0	20
1						
2	O	2	9	80	0	40
1						
2	O	2	8	25	0	20
1						
2	O	2	7	80	0	17
1						
2	O	2	6	30	0	15
1						
2	O	2	5	18	1	15
1						
2	O	2	4	45	0	20
1						
2	O	2	3	20	1	40
1						
2	O	2	2	20	1	50
1						
2	O	2	1	0	1	20
1						
2	O	3	11	0	1	18
1						
3	O	1	1	90	0	60
1						
3	O	1	2	90	0	60

1						
3	0	1	3	30	0	80
1						
3	0	1	4	60	0	65
1						
3	0	1	5	80	0	60
1						
3	0	1	6	120	0	70
1						
3	0	1	7	45	0	60
1						
3	0	1	8	110	0	60
1						
3	0	1	9	5	1	40
1						
3	0	1	10	25	0	40
1						
3	0	1	11	45	0	60
1						
3	0	1	12	45	0	57
1						
3	0	1	13	85	0	160
1						
3	0	1	14	80	0	45
1						
3	0	1	15	80	0	10
1						
3	0	2	15	45	0	80
1						
3	0	2	14	90	0	40
1						
3	0	2	13	85	0	100
1						
3	0	2	12	0	1	30
1						
3	0	2	11	19	1	100
1						
3	0	2	10	18	1	27
1						
3	0	2	9	85	0	30
1						
3	0	2	8	5	1	40
1						
3	0	2	7	22	0	40
1						
3	0	2	6	85	0	35
1	0	2	5	90	0	58

3						
1						
3	O	2	4	110	0	30
1						
3	O	2	3	85	0	45
1						
3	O	2	2	90	0	10
1						
3	O	2	1	30	0	20
1						
3	O	3	8	90	0	30
1						
3	O	3	9	90	0	30
1						
3	O	3	11	85	0	40
1						
3	O	3	12	90	0	15
1						
3	O	3	13	75	0	50
1						
4	O	1	1	21	0	46
1						
4	O	1	2	18	1	220
1						
4	O	1	3	10	1	72
1						
4	O	1	4	45	0	200
1						
4	O	1	5	45	0	60
1						
4	O	1	6	18	1	84
1						
4	O	1	7	90	0	120
1						
4	O	1	8	17	1	90
1						
4	O	1	9	90	0	120
1						
4	O	1	10	40	0	37
1						
4	O	1	11	2	1	37
1						
4	O	1	12	30	0	140
1						
4	O	1	13	20	1	100
1						
4	O	1	14	30	0	42

1						
4	O	1	15	75	0	50
1						
4	O	2	15	0	1	22
1						
4	O	2	14	25	0	50
1						
4	O	2	13	15	1	28
1						
4	O	2	12	0	1	23
1						
4	O	2	11	90	0	110
1						
4	O	2	10	30	0	7
1						
4	O	2	9	80	0	20
1						
4	O	2	8	10	1	52
1						
4	O	2	7	70	0	120
1						
4	O	2	6	18	1	50
1						
4	O	2	5	85	0	60
1						
4	O	2	4	85	0	60
1						
4	O	2	3	90	0	5
1						
4	O	2	2	110	0	60
1						
4	O	2	1	20	1	39
1						
4	O	3	13	20	1	56
1						
4	O	3	14	40	0	100
1						
4	O	3	15	18	1	120
1						
5	O	1	1	0	1	25
1						
5	O	1	2	2	1	50
1						
5	O	1	3	2	1	100
1						
5	O	1	4	18	1	79
1	O	1	5	0	1	50

5						
1						
5	0	1	6	0	1	74
1						
5	0	1	7	0	1	60
1						
5	0	1	8	2	1	100
1						
5	0	1	9	45	0	60
1						
5	0	1	10	45	0	60
1						
5	0	1	11	30	0	69
1						
5	0	1	12	85	0	67
1						
5	0	1	13	50	0	108
1						
5	0	1	14	0	1	57
1						
5	0	1	15	0	1	43
1						
5	0	2	15	30	0	90
1						
5	0	2	14	30	0	104
1						
5	0	2	13	60	0	100
1						
5	0	2	12	90	0	67
1						
5	0	2	11	20	1	120
1						
5	0	2	10	0	1	120
1						
5	0	2	9	90	0	180
1						
5	0	2	8	20	1	21
1						
5	0	2	7	18	1	50
1						
5	0	2	6	2	1	50
1						
5	0	2	5	45	0	45
1						
5	0	2	4	0	1	50
1						
5	0	2	3	0	1	50

1							
5	O	2	2	0	1		27
1							
5	O	2	1	0	1		27
1							
6	NO	1	1	8	1		9
1							
6	NO	1	2	18	1		9
1							
6	NO	1	3	10	1		12
1							
6	NO	1	4	20	1		30
1							
6	NO	1	5	10	1		14
1							
6	NO	1	6	18	1		10
1							
6	NO	1	7	30	0		27
1							
6	NO	1	8	22	0		53
1							
6	NO	1	9	90	0		19
1							
6	NO	1	10	20	1		10
1							
6	NO	1	11	2	1		13
1							
6	NO	1	12	70	0		24
1							
6	NO	1	13	85	0		25
1							
6	NO	1	14	70	0		16
1							
6	NO	1	15	85	0		19
1							
6	NO	2	15	18	1		41
1							
6	NO	2	14	22	0		30
1							
6	NO	2	13	30	0		10
1							
6	NO	2	12	30	0		20
1							
6	NO	2	11	5	1		30
1							
6	NO	2	10	85	0		5
1							
1	NO	2	9	90	0		5

6						
1						
6	NO	2	8	20	1	10
1						
6	NO	2	7	45	0	12
1						
6	NO	2	6	10	1	15
1						
6	NO	2	5	50	0	2020
1						
6	NO	2	4	20	1	10
1						
6	NO	2	3	0	1	30
1						
6	NO	2	2	18	1	40
1						
6	NO	2	1	0	1	6
1						
7	NO	1	1	10	1	50
1						
7	NO	1	2	9	1	40
1						
7	NO	1	3	5	1	30
1						
7	NO	1	4	0	1	20
1						
7	NO	1	5	18	1	16
1						
7	NO	1	6	18	1	30
1						
7	NO	1	7	20	1	40
1						
7	NO	1	8	20	1	35
1						
7	NO	1	9	90	0	30
1						
7	NO	1	10	45	0	24
1						
7	NO	1	11	2	1	60
1						
7	NO	1	12	20	1	40
1						
7	NO	1	13	22	0	20
1						
7	NO	1	14	90	0	30
1						
7	NO	1	15	10	1	20

1							
7	NO	2	15	45	0		25
1							
7	NO	2	14	75	0		10
1							
7	NO	2	13	50	0		20
1							
7	NO	2	12	22	0		19
1							
7	NO	2	11	0	1		40
1							
7	NO	2	10	0	1		20
1							
7	NO	2	9	2	1		40
1							
7	NO	2	8	10	1		20
1							
7	NO	2	7	20	1		17
1							
7	NO	2	6	22	0		15
1							
7	NO	2	5	2	1		15
1							
7	NO	2	4	2	1		20
1							
7	NO	2	3	0	1		40
1							
7	NO	2	2	0	1		50
1							
7	NO	2	1	2	1		20
1							
7	NO	3	12	85	0		20
1							
8	NO	1	1	2	1		25
1							
8	NO	1	2	10	1		13
1							
8	NO	1	3	22	0		10
1							
8	NO	1	4	20	1		17
1							
8	NO	1	5	18	1		33
1							
8	NO	1	6	19	1		7
1							
8	NO	1	7	10	1		18
1							
1	NO	1	8	10	1		34

8						
1						
8	NO	1	9	2	1	17
1						
8	NO	1	10	90	0	18
1						
8	NO	1	11	90	0	9
1						
8	NO	1	12	90	0	12
1						
8	NO	1	13	110	0	11
1						
8	NO	1	14	25	0	4
1						
8	NO	1	15	130	0	12
1						
8	NO	2	15	0	1	11
1						
8	NO	2	14	85	0	9
1						
8	NO	2	13	50	0	16
1						
8	NO	2	12	75	0	22
1						
8	NO	2	11	18	1	22
1						
8	NO	2	10	40	0	44
1						
8	NO	2	9	85	0	40
1						
8	NO	2	8	5	1	23
1						
8	NO	2	7	20	1	36
1						
8	NO	2	6	18	1	12
1						
8	NO	2	5	20	1	28
1						
8	NO	2	4	0	1	24
1						
8	NO	2	3	20	1	20
1						
8	NO	2	2	22	0	10
1						
8	NO	2	1	5	1	9
1						
9	NO	1	1	0	1	30

1						
9	NO	1	2	2	1	29
1						
9	NO	1	3	0	1	13
1						
9	NO	1	4	0	1	30
1						
9	NO	1	5	2	1	29
1						
9	NO	1	6	2	1	38
1						
9	NO	1	7	10	1	32
1						
9	NO	1	8	90	0	120
1						
9	NO	1	9	2	1	60
1						
9	NO	1	10	2	1	43
1						
9	NO	1	11	20	1	33
1						
9	NO	1	12	45	0	28
1						
9	NO	1	13	75	0	29
1						
9	NO	1	14	85	0	40
1						
9	NO	1	15	75	0	18
1						
9	NO	2	15	85	0	28
1						
9	NO	2	14	25	0	20
1						
9	NO	2	13	75	0	40
1						
9	NO	2	12	30	0	30
1						
9	NO	2	11	2	1	35
1						
9	NO	2	10	18	1	20
1						
9	NO	2	9	90	0	22
1						
9	NO	2	8	25	0	24
1						
9	NO	2	7	70	0	22
1						
1	NO	2	6	0	1	42

9						
1						
9	NO	2	5	0	1	18
1						
9	NO	2	4	2	1	19
1						
9	NO	2	3	5	1	10
1						
9	NO	2	2	0	1	18
1						
9	NO	2	1	0	1	50
1						
9	NO	3	11	0	1	38
2						
0	NO	1	1	0	1	15
2						
0	NO	1	2	0	1	26
2						
0	NO	1	3	2	1	26
2						
0	NO	1	4	20	1	19
2						
0	NO	1	5	0	1	24
2						
0	NO	1	6	70	0	45
2						
0	NO	1	7	0	1	30
2						
0	NO	1	8	0	1	33
2						
0	NO	1	9	18	1	39
2						
0	NO	1	10	0	1	40
2						
0	NO	1	11	2	1	55
2						
0	NO	1	12	90	0	33
2						
0	NO	1	13	45	0	32
2						
0	NO	1	14	18	1	56
2						
0	NO	1	15	22	0	46
2						
0	NO	2	15	50	0	29
2						
0	NO	2	14	40	0	26

2						
0	NO	2	13	90	0	90
2						
0	NO	2	12	30	0	24
2						
0	NO	2	11	25	0	62
2						
0	NO	2	10	0	1	27
2						
0	NO	2	9	5	1	27
2						
0	NO	2	8	20	1	20
2						
0	NO	2	7	2	1	19
2						
0	NO	2	6	2	1	20
2						
0	NO	2	5	10	1	24
2						
0	NO	2	4	0	1	67
2						
0	NO	2	3	2	1	17
2						
0	NO	2	2	10	1	15
2						
0	NO	2	1	10	1	10
2						
0	NO	3	11	0	1	40
2						
1	NO	1	1	0	1	40
2						
1	NO	1	2	0	1	18
2						
1	NO	1	3	10	1	50
2						
1	NO	1	4	24	0	60
2						
1	NO	1	5	5	1	90
2						
1	NO	1	6	0	1	38
2						
1	NO	1	7	10	1	45
2						
1	NO	1	8	0	1	100
2						
1	NO	1	9	80	0	40
2	NO	1	10	25	0	90

1						
2						
1	NO	1	11	18	1	90
2						
1	NO	1	12	80	0	90
2						
1	NO	1	13	90	0	60
2						
1	NO	1	14	45	0	40
2						
1	NO	1	15	70	0	40
2						
1	NO	2	15	45	0	25
2						
1	NO	2	14	10	1	120
2						
1	NO	2	13	50	0	80
2						
1	NO	2	12	90	0	60
2						
1	NO	2	11	40	0	90
2						
1	NO	2	10	21	0	50
2						
1	NO	2	9	90	0	18
2						
1	NO	2	8	80	0	50
2						
1	NO	2	7	90	0	40
2						
1	NO	2	6	5	1	50
2						
1	NO	2	5	10	1	20
2						
1	NO	2	4	10	1	50
2						
1	NO	2	3	0	1	30
2						
1	NO	2	2	0	1	30
2						
1	NO	2	1	0	1	29
2						
1	NO	3	10	10	1	60
2						
2	NO	1	1	0	1	40
2						
2	NO	1	2	0	1	18

2						
2	NO	1	3	0	1	50
2						
2	NO	1	4	17	1	60
2						
2	NO	1	5	20	1	90
2						
2	NO	1	6	5	1	38
2						
2	NO	1	7	5	1	45
2						
2	NO	1	8	5	1	100
2						
2	NO	1	9	45	0	40
2						
2	NO	1	10	90	0	90
2						
2	NO	1	11	15	1	90
2						
2	NO	1	12	40	0	90
2						
2	NO	1	13	0	1	60
2						
2	NO	1	14	10	1	40
2						
2	NO	1	15	20	1	40
2						
2	NO	2	15	100	0	25
2						
2	NO	2	14	10	1	120
2						
2	NO	2	13	30	0	80
2						
2	NO	2	12	22	0	60
2						
2	NO	2	11	90	0	90
2						
2	NO	2	10	18	1	50
2						
2	NO	2	9	100	0	18
2						
2	NO	2	8	20	1	50
2						
2	NO	2	7	0	1	40
2						
2	NO	2	6	0	1	50
2	NO	2	5	4	1	20

2						
2						
2	NO	2	4	5	1	50
2						
2	NO	2	3	2	1	30
2						
2	NO	2	2	18	1	30
2						
2	NO	2	1	0	1	60
2						
4	NO	1	1	0	1	47
2						
4	NO	1	2	0	1	30
2						
4	NO	1	3	0	1	41
2						
4	NO	1	4	2	1	25
2						
4	NO	1	5	20	1	37
2						
4	NO	1	6	80	0	60
2						
4	NO	1	7	0	1	32
2						
4	NO	1	8	110	0	45
2						
4	NO	1	9	90	0	7
2						
4	NO	1	10	90	0	39
2						
4	NO	1	11	40	0	18
2						
4	NO	1	12	60	0	54
2						
4	NO	1	13	80	0	8
2						
4	NO	1	14	90	0	33
2						
4	NO	1	15	60	0	67
2						
4	NO	2	15	70	0	62
2						
4	NO	2	14	10	1	49
2						
4	NO	2	13	45	0	34
2						
4	NO	2	12	2	1	16

2						
4	NO	2	11	70	0	32
2						
4	NO	2	10	0	1	35
2						
4	NO	2	9	70	0	35
2						
4	NO	2	8	25	0	33
2						
4	NO	2	7	10	1	21
2						
4	NO	2	6	70	0	58
2						
4	NO	2	5	5	1	24
2						
4	NO	2	4	30	0	25
2						
4	NO	2	3	2	1	22
2						
4	NO	2	2	10	1	19
2						
4	NO	2	1	2	1	10
<hr/>						
2						
4	NO	3	10	30	0	54
2						
4	NO	3	11	10	1	30
2						
4	NO	3	12	60	0	42
<hr/>						
2						
5	NO	1	1	0	1	43
2						
5	NO	1	2	10	1	28
2						
5	NO	1	3	0	1	45
2						
5	NO	1	4	0	1	35
2						
5	NO	1	5	0	1	50
2						
5	NO	1	6	2	1	65
2						
5	NO	1	7	2	1	55
2						
5	NO	1	8	0	1	104
2						
5	NO	1	9	5	1	51
2	NO	1	10	18	1	71

5						
2						
5	NO	1	11	20	1	24
2						
5	NO	1	12	80	0	112
2						
5	NO	1	13	22	0	48
2						
5	NO	1	14	90	0	36
2						
5	NO	1	15	5	1	56
2						
5	NO	2	15	90	0	12
2						
5	NO	2	14	90	0	30
2						
5	NO	2	13	75	0	18
2						
5	NO	2	12	75	0	14
2						
5	NO	2	11	25	0	11
2						
5	NO	2	10	10	1	20
2						
5	NO	2	9	5	1	10
2						
5	NO	2	8	5	1	15
2						
5	NO	2	7	0	1	15
2						
5	NO	2	6	0	1	50
2						
5	NO	2	5	0	1	20
2						
5	NO	2	4	0	1	30
2						
5	NO	2	3	20	1	10
2						
5	NO	2	2	10	1	20
2						
5	NO	2	1	0	1	20
2						
5	NO	3	11	10	1	50
2						
6	NO	1	1	0	1	9
2						
6	NO	1	2	0	1	11

2							
6	NO	1	3	0	1		12
2							
6	NO	1	4	10	1		6
2							
6	NO	1	5	0	1		25
2							
6	NO	1	6	0	1		13
2							
6	NO	1	7	2	1		15
2							
6	NO	1	8	18	1		35
2							
6	NO	1	9	10	1		44
2							
6	NO	1	10	2	1		71
2							
6	NO	1	11	5	1		33
2							
6	NO	1	12	90	0		37
2							
6	NO	1	13	0	1		71
2							
6	NO	1	14	70	0		27
2							
6	NO	1	15	110	0		28
2							
6	NO	2	15	110	0		7
2							
6	NO	2	14	70	0		11
2							
6	NO	2	13	21	0		19
2							
6	NO	2	12	110	0		25
2							
6	NO	2	11	0	1		33
2							
6	NO	2	10	15	1		77
2							
6	NO	2	9	10	1		41
2							
6	NO	2	8	18	1		58
2							
6	NO	2	7	10	1		20
2							
6	NO	2	6	2	1		30
2							
6	NO	2	5	0	1		23

6						
2						
6	NO	2	4	10	1	12
2						
6	NO	2	3	5	1	23
2						
6	NO	2	2	10	1	24
2						
6	NO	2	1	0	1	14
2						
7	O	1	1	0	1	14
2						
7	O	1	2	0	1	30
2						
7	O	1	3	2	1	30
2						
7	O	1	4	2	1	23
2						
7	O	1	5	0	1	6
2						
7	O	1	6	0	1	55
2						
7	O	1	7	20	1	19
2						
7	O	1	8	0	1	77
2						
7	O	1	9	90	0	24
2						
7	O	1	10	90	0	24
2						
7	O	1	11	10	1	9
2						
7	O	1	12	90	0	20
2						
7	O	1	13	0	1	20
2						
7	O	1	14	25	0	15
2						
7	O	1	15	85	0	41
2						
7	O	2	15	0	1	32
2						
7	O	2	14	90	0	20
2						
7	O	2	13	10	1	14
2						
7	O	2	12	90	0	2

2						
7	0	2	11	0	1	14
2						
7	0	2	10	70	0	30
2						
7	0	2	9	85	0	52
2						
7	0	2	8	75	0	69
2						
7	0	2	7	20	1	11
2						
7	0	2	6	0	1	2
2						
7	0	2	5	0	1	36
2						
7	0	2	4	0	1	5
2						
7	0	2	3	10	1	42
2						
7	0	2	2	0	1	18
2						
7	0	2	1	0	1	30
<hr/>						
2						
7	0	3	13	20	1	53
2						
7	0	3	14	30	0	104
2						
7	0	3	15	90	0	48
<hr/>						
2						
8	0	1	1	0	1	38
2						
8	0	1	2	0	1	48
2						
8	0	1	3	0	1	29
2						
8	0	1	4	20	1	100
2						
8	0	1	5	2	1	82
2						
8	0	1	6	30	0	77
2						
8	0	1	7	70	0	55
2						
8	0	1	8	30	0	55
2						
8	0	1	9	90	0	49
2	0	1	10	0	1	54

8						
2						
8	O	1	11	19	1	36
2						
8	O	1	12	85	0	71
2						
8	O	1	13	50	0	48
2						
8	O	1	14	18	1	64
2						
8	O	1	15	30	0	34
2						
8	O	2	15	40	0	73
2						
8	O	2	14	90	0	127
2						
8	O	2	13	25	0	98
2						
8	O	2	12	90	0	45
2						
8	O	2	11	0	1	60
2						
8	O	2	10	0	1	48
2						
8	O	2	9	0	1	29
2						
8	O	2	8	20	1	12
2						
8	O	2	7	20	1	28
2						
8	O	2	6	18	1	12
2						
8	O	2	5	0	1	66
2						
8	O	2	4	0	1	29
2						
8	O	2	3	0	1	28
2						
8	O	2	2	0	1	18
2						
8	O	2	1	0	1	7
2						
9	NO	1	1	20	1	30
2						
9	NO	1	2	0	1	46
2						
9	NO	1	3	2	1	27

2						
9	NO	1	4	70	0	46
2						
9	NO	1	5	30	0	6
2						
9	NO	1	6	2	1	32
2						
9	NO	1	7	25	0	32
2						
9	NO	1	8	90	0	20
2						
9	NO	1	9	18	1	26
2						
9	NO	1	10	10	1	21
2						
9	NO	1	11	20	1	17
2						
9	NO	1	12	90	0	16
2						
9	NO	1	13	75	0	12
2						
9	NO	1	14	60	0	15
2						
9	NO	1	15	60	0	8
2						
9	NO	2	15	5	1	5
2						
9	NO	2	14	90	0	17
2						
9	NO	2	13	90	0	15
2						
9	NO	2	12	25	0	15
2						
9	NO	2	11	10	1	21
2						
9	NO	2	10	40	0	20
2						
9	NO	2	9	90	0	15
2						
9	NO	2	8	70	0	24
2						
9	NO	2	7	10	1	20
2						
9	NO	2	6	30	0	17
2						
9	NO	2	5	18	1	15
2						
9	NO	2	4	30	0	13

9						
2						
9	NO	2	3	5	1	20
2						
9	NO	2	2	30	0	22
2						
9	NO	2	1	30	0	10
3						
0	O	1	1	5	1	120
3						
0	O	1	2	18	1	99
3						
0	O	1	3	18	1	99
3						
0	O	1	4	90	0	300
3						
0	O	1	5	90	0	241
3						
0	O	1	6	30	0	138
3						
0	O	1	7	0	1	119
3						
0	O	1	8	2	1	180
3						
0	O	1	9	85	0	93
3						
0	O	1	10	90	0	90
3						
0	O	1	11	75	0	150
3						
0	O	1	12	20	1	134
3						
0	O	1	13	85	0	128
3						
0	O	1	14	20	1	90
3						
0	O	1	15	0	1	118
3						
0	O	2	15	85	0	35
3						
0	O	2	14	75	0	95
3						
0	O	2	13	18	1	50
3						
0	O	2	12	50	0	68
3						
0	O	2	11	60	0	217

3						
0	0	2	10	90	0	39
3						
0	0	2	9	70	0	75
3						
0	0	2	8	18	1	67
3						
0	0	2	7	30	0	33
3						
0	0	2	6	0	1	59
3						
0	0	2	5	30	0	80
3						
0	0	2	4	22	0	87
3						
0	0	2	3	10	1	58
3						
0	0	2	2	30	0	77
3						
0	0	2	1	0	1	66
3						
1	0	1	1	0	1	75
3						
1	0	1	2	18	1	74
3						
1	0	1	3	0	1	34
3						
1	0	1	4	45	0	155
3						
1	0	1	5	85	0	69
3						
1	0	1	6	85	0	65
3						
1	0	1	7	85	0	64
3						
1	0	1	8	50	0	40
3						
1	0	1	9	70	0	45
3						
1	0	1	10	20	1	170
3						
1	0	1	11	75	0	30
3						
1	0	1	12	70	0	30
3						
1	0	1	13	2	1	71
3	0	1	14	10	1	48

1						
3						
1	O	1	15	90	0	142
3						
1	O	2	15	70	0	22
3						
1	O	2	14	90	0	18
3						
1	O	2	13	0	1	25
3						
1	O	2	12	20	1	47
3						
1	O	2	11	0	1	10
3						
1	O	2	10	90	0	19
3						
1	O	2	9	90	0	47
3						
1	O	2	8	0	1	14
3						
1	O	2	7	0	1	19
3						
1	O	2	6	0	1	23
3						
1	O	2	5	0	1	30
3						
1	O	2	4	0	1	21
3						
1	O	2	3	0	1	22
3						
1	O	2	2	0	1	40
3						
1	O	2	1	0	1	26
3						
1	O	3	14	0	1	57
3						
2	NO	1	1	0	1	8
3						
2	NO	1	2	10	1	17
3						
2	NO	1	3	10	1	12
3						
2	NO	1	4	10	1	12
3						
2	NO	1	5	10	1	17
3						
2	NO	1	6	10	1	20

3						
2	NO	1	7	10	1	29
3						
2	NO	1	8	10	1	30
3						
2	NO	1	9	20	1	100
3						
2	NO	1	10	20	1	45
3						
2	NO	1	11	30	0	43
3						
2	NO	1	12	50	0	46
3						
2	NO	1	13	50	0	41
3						
2	NO	1	14	40	0	12
3						
2	NO	1	15	90	0	9
3						
2	NO	2	15	90	0	21
3						
2	NO	2	14	70	0	53
3						
2	NO	2	13	70	0	41
3						
2	NO	2	12	90	0	25
3						
2	NO	2	11	20	1	28
3						
2	NO	2	10	0	1	40
3						
2	NO	2	9	90	0	42
3						
2	NO	2	8	20	1	51
3						
2	NO	2	7	18	1	40
3						
2	NO	2	6	0	1	63
3						
2	NO	2	5	0	1	90
3						
2	NO	2	4	0	1	17
3						
2	NO	2	3	0	1	9
3						
2	NO	2	2	0	1	11
3	NO	2	1	10	1	28

2						
3						
2	NO	3	11	0	1	57
2						
3	NO	1	1	8	1	60
2						
3	NO	1	2	5	1	40
2						
3	NO	1	3	8	1	60
2						
3	NO	1	4	30	0	49
2						
3	NO	1	5	30	0	60
2						
3	NO	1	6	80	0	80
2						
3	NO	1	7	80	0	40
2						
3	NO	1	8	45	0	30
2						
3	NO	1	9	90	0	15
2						
3	NO	1	10	40	0	30
2						
3	NO	1	11	90	0	40
2						
3	NO	1	12	30	0	30
2						
3	NO	1	13	20	1	21
2						
3	NO	1	14	40	0	50
2						
3	NO	1	15	25	0	30
2						
3	NO	2	15	80	0	12
2						
3	NO	2	14	80	0	30
2						
3	NO	2	13	25	0	18
2						
3	NO	2	12	2	1	14
2						
3	NO	2	11	30	0	11
2						
3	NO	2	10	5	1	20
2						
3	NO	2	9	90	0	10

2							
3	NO	2	8	0	1		15
2							
3	NO	2	7	30	0		15
2							
3	NO	2	6	10	1		50
2							
3	NO	2	5	0	1		20
2							
3	NO	2	4	0	1		30
2							
3	NO	2	3	25	0		10
2							
3	NO	2	2	20	1		20
2							
3	NO	2	1	5	1		20
2							
3	NO	3	3	18	1		45
2							
3	NO	3	4	0	1		60
2							
3	NO	3	5	70	0		50
2							
3	NO	3	6	80	0		50
2							
3	NO	3	12	80	0		40
2							
3	NO	3	13	21	0		20

9.6.2 Haptik Figuren Test

Tabelle 8: Individuelle Messdaten HFT (Präsentation ... Reihenfolge der Stimuli; 0 ... Falsch, 1 ... Richtig)

ID	Gruppe	Stimulus Nr.	Präsentation	Explorationszeit [sec]	Richtig/Falsch
1	O	14	3	12	1
1	O	9	13	9	1
1	O	24	15	20	1
1	O	29	10	12	1
1	O	15	6	17	1
1	O	23	14	8	1
1	O	37	8	18	1
1	O	25	1	35	1
1	O	7	7	26	1

1	O	17	2	15	1
1	O	5	4	17	1
1	O	4	9	27	1
1	O	18	12	10	1
1	O	19	5	13	1
1	O	36	16	12	1
1	O	1	11	10	1
2	NO	14	11	26	0
2	NO	9	3	7	1
2	NO	24	9	13	1
2	NO	29	15	5	1
2	NO	15	6	12	1
2	NO	23	4	30	0
2	NO	37	16	3	1
2	NO	25	14	9	1
2	NO	7	8	28	1
2	NO	17	13	16	1
2	NO	5	5	9	1
2	NO	4	10	9	0
2	NO	18	1	14	1
2	NO	19	7	5	1
2	NO	36	2	8	1
2	NO	1	12	9	1
3	O	14	2	19	1
3	O	9	15	11	1
3	O	24	13	10	1
3	O	29	8	15	1
3	O	15	12	18	1
3	O	23	14	9	1
3	O	37	7	13	1
3	O	25	6	35	1
3	O	7	10	14	1
3	O	17	5	7	1
3	O	5	1	20	1
3	O	4	9	33	1
3	O	18	3	12	1
3	O	19	11	6	1
3	O	36	16	30	1
3	O	1	4	17	1
4	NO	14	3	74	1
4	NO	9	9	23	1
4	NO	24	14	25	1
4	NO	29	4	16	1
4	NO	15	16	29	1
4	NO	23	12	9	1
4	NO	37	1	11	1

4	NO	25	14	25	1
4	NO	7	10	20	1
4	NO	17	5	76	0
4	NO	5	13	8	1
4	NO	4	6	21	1
4	NO	18	7	56	1
4	NO	19	11	7	1
4	NO	36	8	17	0
4	NO	1	2	11	1
5	O	14	5	30	1
5	O	9	10	11	1
5	O	24	11	21	1
5	O	29	14	37	1
5	O	15	3	20	1
5	O	23	9	11	1
5	O	37	1	44	1
5	O	25	7	48	1
5	O	7	2	21	1
5	O	17	6	30	1
5	O	5	4	35	1
5	O	4	15	6	1
5	O	18	12	29	1
5	O	19	16	6	1
5	O	36	8	40	1
5	O	1	13	7	1
6	NO	14	4	24	0
6	NO	9	15	39	1
6	NO	24	12	90	0
6	NO	29	19	37	1
6	NO	15	2	30	1
6	NO	23	9	25	1
6	NO	37	6	10	1
6	NO	25	1	49	0
6	NO	7	7	34	1
6	NO	17	3	20	1
6	NO	5	11	25	1
6	NO	4	5	19	1
6	NO	18	16	37	1
6	NO	19	8	25	1
6	NO	36	14	14	0
6	NO	1	13	21	1
7	O	14	12	50	1
7	O	9	3	45	1
7	O	24	6	50	1
7	O	29	7	23	1
7	O	15	14	10	1

7	O	23	15	30	1
7	O	37	8	55	1
7	O	25	11	21	1
7	O	7	16	50	1
7	O	17	5	60	1
7	O	5	4	60	1
7	O	4	13	60	1
7	O	18	9	30	1
7	O	19	2	50	1
7	O	36	1	27	1
7	O	1	10	10	1
8	O	14	1	10	1
8	O	9	15	5	1
8	O	24	3	20	1
8	O	29	7	10	1
8	O	15	11	9	1
8	O	23	8	17	1
8	O	37	6	20	1
8	O	25	9	30	1
8	O	7	2	10	1
8	O	17	4	30	1
8	O	5	5	10	1
8	O	4	13	5	1
8	O	18	14	7	1
8	O	19	16	6	1
8	O	36	10	20	1
8	O	1	12	8	1
9	O	14	15	17	1
9	O	9	4	18	1
9	O	24	14	28	1
9	O	29	10	19	1
9	O	15	1	16	1
9	O	23	13	6	1
9	O	37	16	20	1
9	O	25	12	20	1
9	O	7	5	27	1
9	O	17	8	30	1
9	O	5	7	30	1
9	O	4	6	9	1
9	O	18	9	17	1
9	O	19	3	19	1
9	O	36	11	17	1
9	O	1	2	30	1
10	O	14	2	10	1
10	O	9	13	6	1
10	O	24	1	38	1

10	O	29	10	8	1
10	O	15	6	10	1
10	O	23	7	50	1
10	O	37	8	8	1
10	O	25	16	16	1
10	O	7	3	18	1
10	O	17	14	5	1
10	O	5	15	30	1
10	O	4	5	5	1
10	O	18	11	30	1
10	O	19	12	25	1
10	O	36	4	50	1
10	O	1	9	9	1
11	O	14	15	14	1
11	O	9	4	50	1
11	O	24	16	16	1
11	O	29	7	10	1
11	O	15	11	5	1
11	O	23	10	7	1
11	O	37	9	10	1
11	O	25	1	10	1
11	O	7	14	10	1
11	O	17	3	30	1
11	O	5	2	20	1
11	O	4	12	7	1
11	O	18	6	8	1
11	O	19	5	15	1
11	O	36	13	10	1
11	O	1	8	12	1
12	O	14	2	10	1
12	O	9	6	10	1
12	O	24	1	20	1
12	O	29	11	6	1
12	O	15	10	15	1
12	O	23	12	14	1
12	O	37	15	4	1
12	O	25	9	10	1
12	O	7	3	11	1
12	O	17	7	10	1
12	O	5	8	60	1
12	O	4	5	10	1
12	O	18	13	15	1
12	O	19	14	21	1
12	O	36	4	10	1
12	O	1	16	2	1
13	O	14	4	30	1

13	O	9	9	18	1
13	O	24	6	20	0
13	O	29	15	20	1
13	O	15	12	18	1
13	O	23	8	17	1
13	O	37	14	28	1
13	O	25	3	20	1
13	O	7	5	50	1
13	O	17	16	20	1
13	O	5	10	40	1
13	O	4	1	20	1
13	O	18	7	20	1
13	O	19	11	20	1
13	O	36	2	50	1
13	O	1	13	20	1
14	O	14	13	60	1
14	O	9	3	46	1
14	O	24	14	120	0
14	O	29	11	11	1
14	O	15	12	8	1
14	O	23	15	31	1
14	O	37	16	6	1
14	O	25	7	25	1
14	O	7	2	36	1
14	O	17	10	31	1
14	O	5	9	26	1
14	O	4	8	34	0
14	O	18	4	56	1
14	O	19	6	15	1
14	O	36	1	41	1
14	O	1	5	25	1
15	O	14	7	25	1
15	O	9	14	16	1
15	O	24	12	22	1
15	O	29	16	30	1
15	O	15	9	16	1
15	O	23	5	10	1
15	O	37	1	13	1
15	O	25	13	40	1
15	O	7	4	21	1
15	O	17	6	22	0
15	O	5	15	20	1
15	O	4	2	16	1
15	O	18	10	20	1
15	O	19	8	15	1
15	O	36	11	12	1

15	O	1	3	10	1
16	NO	14	9	40	1
16	NO	9	5	9	1
16	NO	24	10	86	1
16	NO	29	15	14	1
16	NO	15	3	12	1
16	NO	23	12	20	1
16	NO	37	3	20	1
16	NO	25	1	33	1
16	NO	7	7	21	1
16	NO	17	8	9	1
16	NO	5	16	17	1
16	NO	4	2	25	1
16	NO	18	6	18	1
16	NO	19	14	18	1
16	NO	36	4	17	1
16	NO	1	11	30	1
17	NO	14	16	15	1
17	NO	9	12	9	1
17	NO	24	15	7	1
17	NO	29	2	10	1
17	NO	15	4	6	1
17	NO	23	7	40	1
17	NO	37	5	7	1
17	NO	25	13	6	1
17	NO	7	10	10	1
17	NO	17	9	7	1
17	NO	5	1	9	1
17	NO	4	6	11	1
17	NO	18	11	10	1
17	NO	19	3	14	1
17	NO	36	8	8	1
17	NO	1	14	6	1
18	NO	14	8	5	1
18	NO	9	10	4	1
18	NO	24	16	5	1
18	NO	29	1	2	1
18	NO	15	6	6	1
18	NO	23	11	4	1
18	NO	37	2	5	1
18	NO	25	12	5	1
18	NO	7	7	6	1
18	NO	17	13	6	1
18	NO	5	5	4	1
18	NO	4	9	4	1
18	NO	18	15	5	1

18	NO	19	3	4	1
18	NO	36	4	4	1
18	NO	1	14	5	1
19	NO	14	2	17	1
19	NO	9	11	17	1
19	NO	24	4	18	1
19	NO	29	16	7	1
19	NO	15	7	9	1
19	NO	23	10	24	1
19	NO	37	15	12	1
19	NO	25	9	15	1
19	NO	7	3	11	1
19	NO	17	8	21	1
19	NO	5	12	8	1
19	NO	4	1	18	1
19	NO	18	5	20	1
19	NO	19	14	7	1
19	NO	36	13	11	1
19	NO	1	6	9	1
20	NO	14	7	11	1
20	NO	9	14	8	1
20	NO	24	10	11	1
20	NO	29	1	20	1
20	NO	15	15	9	1
20	NO	23	11	5	1
20	NO	37	4	7	1
20	NO	25	9	35	1
20	NO	7	6	11	1
20	NO	17	12	12	1
20	NO	5	13	29	1
20	NO	4	5	8	1
20	NO	18	8	39	1
20	NO	19	2	13	1
20	NO	36	3	14	1
20	NO	1	16	9	1
21	NO	14	2	40	1
21	NO	9	7	20	1
21	NO	24	13	23	1
21	NO	29	12	21	1
21	NO	15	14	15	1
21	NO	23	16	40	1
21	NO	37	6	9	1
21	NO	25	1	60	1
21	NO	7	11	11	1
21	NO	17	15	11	1
21	NO	5	9	20	1

21	NO	4	3	80	1
21	NO	18	5	44	1
21	NO	19	10	11	1
21	NO	36	8	12	1
21	NO	1	4	35	1
22	NO	14	4	20	1
22	NO	9	15	9	1
22	NO	24	10	8	1
22	NO	29	12	7	1
22	NO	15	9	4	1
22	NO	23	8	5	1
22	NO	37	13	7	1
22	NO	25	5	10	1
22	NO	7	3	6	1
22	NO	17	7	10	1
22	NO	5	2	5	1
22	NO	4	6	9	1
22	NO	18	1	10	1
22	NO	19	11	6	1
22	NO	36	14	18	1
22	NO	1	7	5	1
24	NO	14	7	30	1
24	NO	9	2	7	0
24	NO	24	10	14	1
24	NO	29	12	11	0
24	NO	15	15	8	1
24	NO	23	1	15	1
24	NO	37	11	6	1
24	NO	25	8	18	1
24	NO	7	13	6	1
24	NO	17	5	6	1
24	NO	5	16	17	1
24	NO	4	9	7	1
24	NO	18	4	15	1
24	NO	19	14	11	1
24	NO	36	3	15	1
24	NO	1	6	5	1
25	NO	14	13	109	1
25	NO	9	7	7	1
25	NO	24	3	31	1
25	NO	29	1	18	1
25	NO	15	11	10	1
25	NO	23	16	10	1
25	NO	37	2	16	1
25	NO	25	5	34	1
25	NO	7	9	5	1

25	NO	17	15	27	1
25	NO	5	10	13	1
25	NO	4	4	15	1
25	NO	18	6	50	1
25	NO	19	12	18	1
25	NO	36	7	17	1
25	NO	1	14	5	1
26	NO	14	14	8	1
26	NO	9	5	12	1
26	NO	24	3	8	1
26	NO	29	1	9	1
26	NO	15	15	5	1
26	NO	23	11	12	1
26	NO	37	10	8	1
26	NO	25	12	7	1
26	NO	7	4	9	1
26	NO	17	16	9	1
26	NO	5	2	8	1
26	NO	4	6	8	1
26	NO	18	7	6	1
26	NO	19	13	8	1
26	NO	36	9	11	1
26	NO	1	8	11	1
27	O	14	11	30	1
27	O	9	5	28	1
27	O	24	7	27	0
27	O	29	1	10	1
27	O	15	10	13	1
27	O	23	14	26	1
27	O	37	15	9	1
27	O	25	13	25	1
27	O	7	6	8	1
27	O	17	9	9	1
27	O	5	8	21	1
27	O	4	4	35	0
27	O	18	3	27	1
27	O	19	12	18	1
27	O	36	16	29	1
27	O	1	2	25	1
28	O	14	14	5	1
28	O	9	13	5	1
28	O	24	7	8	1
28	O	29	3	20	1
28	O	15	15	4	1
28	O	23	5	12	1
28	O	37	1	40	1

28	O	25	10	20	1
28	O	7	11	16	1
28	O	17	16	11	1
28	O	5	6	54	1
28	O	4	8	5	1
28	O	18	9	29	1
28	O	19	4	31	1
28	O	36	12	20	0
28	O	1	2	10	1
29	NO	14	13	18	1
29	NO	9	7	24	1
29	NO	24	11	40	1
29	NO	29	12	5	1
29	NO	15	15	7	1
29	NO	23	9	14	1
29	NO	37	1	12	1
29	NO	25	8	41	1
29	NO	7	4	11	1
29	NO	17	6	34	1
29	NO	5	10	12	1
29	NO	4	2	16	1
29	NO	18	16	24	1
29	NO	19	14	15	1
29	NO	36	5	16	0
29	NO	1	3	5	1
30	O	14	12	11	1
30	O	9	6	49	1
30	O	24	2	152	1
30	O	29	1	18	1
30	O	15	10	10	1
30	O	23	4	19	1
30	O	37	16	7	1
30	O	25	5	28	1
30	O	7	13	10	1
30	O	17	7	11	1
30	O	5	3	45	1
30	O	4	15	69	1
30	O	18	9	33	1
30	O	19	11	9	1
30	O	36	8	43	1
30	O	1	14	24	1
31	O	14	4	36	1
31	O	9	13	9	1
31	O	24	9	18	1
31	O	29	7	24	1
31	O	15	1	12	1

31	O	23	5	18	1
31	O	37	16	15	1
31	O	25	11	9	1
31	O	7	6	27	1
31	O	17	8	12	1
31	O	5	2	20	1
31	O	4	15	10	1
31	O	18	3	29	1
31	O	19	12	26	1
31	O	36	10	10	1
31	O	1	14	8	1
32	NO	14	5	28	1
32	NO	9	3	19	1
32	NO	24	1	95	1
32	NO	29	13	14	1
32	NO	15	6	18	1
32	NO	23	16	17	1
32	NO	37	9	15	1
32	NO	25	8	32	1
32	NO	7	15	9	1
32	NO	17	4	18	1
32	NO	5	2	12	1
32	NO	4	10	8	1
32	NO	18	12	29	1
32	NO	19	14	23	1
32	NO	36	7	30	1
32	NO	1	11	10	1
23	NO	14	4	30	1
23	NO	9	7	19	1
23	NO	24	2	38	1
23	NO	29	13	23	1
23	NO	15	16	10	1
23	NO	23	9	120	0
23	NO	37	14	5	1
23	NO	25	1	100	1
23	NO	7	3	30	0
23	NO	17	11	18	1
23	NO	5	8	20	1
23	NO	4	10	60	0
23	NO	18	5	15	1
23	NO	19	6	16	1
23	NO	36	12	15	1
23	NO	1	15	6	1

9.7 Messgeräte

9.7.1 Haptik Schwellen Test

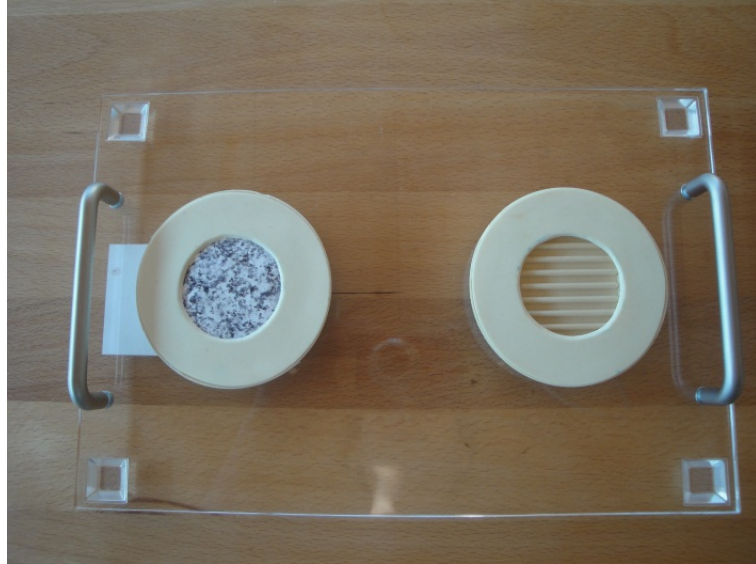


Abbildung 21: HST Messaufbau (Draufsicht)



Abbildung 22: HST Messaufbau (Untersicht)

9.7.2 Haptik Figuren Test



Abbildung 23: HFT Stimuli (Oben: Beispiel-Pad (Draufsicht), Unten: Stimuli (Untersicht))

Test Setting

3. Haptik- Figuren Test

- Die Aufgabe besteht darin das Symbol zu ertasten und auf das gleiche Symbol auf der Karte zu zeigen
- Es besteht keine Zeitbeschränkung
- Die Augen können geöffnet bleiben
- Die Exploration kann mit jedem Finger und mit jeder Hand erfolgen.
- ! Nicht mit den Fingernägeln explorieren!
- ! Nicht mit extrem starkem Druck arbeiten!

Bist du (Sind Sie) für die Testdurchführung bereit?

Reihenfolge der Pads ist zufällig

- Das Haptik-Pad darf nicht gedreht oder rotiert werden

4. Haptik Schwellen Test Beispieldurchlauf

- Die Aufgabe besteht darin, die nachfolgend gereichten Schwellen Pads in gleicher Weise auszurichten, wie das Beispiel Pad auf dem Testboard.

Beispiel Pad auf das Testboard legen

- Bitte orientieren Sie/du das Pad in entsprechender Weise
- Es besteht keine Zeitbeschränkung

- Die Exploration kann mit jedem Finger und mit jeder Hand erfolgen.
- ! Nicht mit den Fingernägeln explorieren!
- ! Nicht mit extrem starkem Druck arbeiten!

Nun werden nacheinander Schwellenpads gereicht und das fühlbare Relief wird immer enger und damit wird es schwerer fühlbar.

15 Schwellenpads werden gereicht

Begonnen wird mit dem einfachsten Nr.1 – bis zum schwierigsten mit der Nr..

15 danach 2 Minuten Pause

Nr. 15-1