Aus der Klinik der Orthopädie
der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf
Direktor: Univ-Prof. Dr. med. Rüdiger Krauspe

Vergleich degenerativer Veränderungen an Handgelenk und Handwurzel in Abhängigkeit von Kampfsporttechniken anhand von *Mixed Martial Arts* (*MMA*) und klassischem Boxen

Dissertation

zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin
der Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität
Düsseldorf

vorgelegt von
Falk Hilsmann

2019

Als Inauguraldissertation gedruckt mit der Genehmigung der

Medizinischen Fakultät der Heinrich-Heine-Universität Düsseldorf

gez.:

Dekan: Prof. Dr. Nikolaj Klöcker

Erstgutachter: Prof. Dr. med. Christoph Zilkens

Zweitgutacher: Prof. Dr. med. Sebastian Gehrmann

Meiner Familie

Teile dieser Arbeit wurden veröffentlicht:

C. Mayer, F. Hilsmann, J. Wiechmann, C. Zilkens, R. Krauspe, C. Schleich; Degenerative Veränderungen an Hand und Handgelenk bei MMA-Kämpfern – Eine MRT Studie im Vergleich zu Boxern Handchir Mikrochir Plast Chir. 2018 Jun; 50(3):184-189

Zusammenfassung

Mixed Martial Arts (*MMA*) ist ein Vollkontaktsport, der sowohl Techniken des Boden- und Ringkampfes als auch Tritt- und Schlagtechniken kombiniert. Im Gegensatz zum klassischen Boxen nutzen die Sportler beim *MMA* im Training und bei Wettkämpfen ungepolsterte Handschuhe, welche zusätzlich die Finger aussparen. Aufgrund der unterschiedlichen Handschuhe, sowie aufgrund spezifischer Kampftechniken (*ground and pound* als Beispiel) sind die Hände und Handgelenke der *MMA*-Kämpfer anderen Belastungen ausgesetzt als die der Boxer. Ziel dieser Arbeit war es, degenerative Veränderungen im Bereich der Hand und des Handgelenks von *MMA*-Kämpfern im Vergleich zu Boxern zu bestimmen. Die *MMA*-Kämpfer und Boxer, die sich aufgrund von Schmerzen in der Schlaghand in unserer Klinik vorstellten, wurden hinsichtlich Anamnese, klinischer Untersuchung sowie klinischer und radiologischer Scores retrospektiv ausgewertet und verglichen. In der Anamnese wurden Alter, Gewicht, Anzahl der wöchentlichen Trainingsstunden, Beruf und weitere sportliche Aktivitäten sowie Kämpfe, Jahre seit Beginn mit dem Kampfsport, frische und alte Verletzungen, erfragt. Die klinische Untersuchung umfasste Inspektion, Palpation, Sensibilitäts- und Kraftprüfung sowie Bewegungsumfang. Des Weiteren wurden die Ergebnisse klinischer Fragebögen und die Auswertung einer MRT-Untersuchung zum Vorstellungszeitpunkt bezüglich degenerativer Veränderungen zwischen beiden Gruppen verglichen. Die in der Anamnese erfragten Parameter zeigten einen signifikanten Unterschied. Signifikant unterschieden sich beide Sportlergruppen in Bezug auf die wöchentlichen Trainingsstunden. Die Ergebnisse der klinischen Fragebögen ergaben keine signifikanten Unterschiede, jedoch bestand der Trend, dass die Boxer mehr Schmerzen und größere Einschränkungen im Alltag angaben. Dies korrelierte nicht mit der Auswertung der MRT-Untersuchungen. Bei der Auswertung der MRT-Bilder wurden vier Kategorien untersucht: Bänder, Sehnen, Knochen und Faserknorpel. In der Kategorie „Knochen“ zeigten sich signifikante Unterschiede bezüglich der Schwere der degenerativen Veränderungen. Die *MMA*-Kämpfer litten unter signifikant ausgeprägteren Veränderungen der knöchernen Strukturen im Bereich der Hand und des Handgelenks im Vergleich zu den Boxern. Auch in den Kategorien „Bänder“ und „Faserknorpel“ zeigten sich bei den *MMA*lern schwerere degenerative Veränderungen im Vergleich zu den Boxern, jedoch waren die Unterschiede nicht signifikant. Sehnen im Bereich der Hand und des Handgelenks zeigten ein ähnliches Ausmaß degenerativer Veränderungen in beiden Gruppen, wobei sich beim überwiegenden Teil aller Sportler keine Veränderungen degenerativer Art zeigten.
Unterschiede bezüglich der wöchentlichen Trainingsstunden lassen sich dadurch erklären, dass *MMA*ler nicht nur Faustkampf, sondern auch Fuß- und Bodenkampftechniken trainieren. In dieser Untersuchung konnten erstmals signifikante Unterschiede hinsichtlich des Schweregrades von degenerativen Veränderungen an Strukturen der Hand und des Handgelenks bei den untersuchten Kampfsportlern nachgewiesen werden. Anhand größerer Patientengruppen sollten potentielle Ursachen hierfür (Handschuhe, Anzahl an Trainingsstunden, Kampftechniken) näher untersucht werden. Der Einfluss anderer Faktoren auf die Schwere degenerativer Veränderungen (Alter, Gewicht, Sieg oder Niederlage, Anzahl der Wettkampfrunden, adäquates Aufwärmen), deren Einfluss auf die Verletzungsrate bereits gezeigt wurde, sollte ebenfalls geprüft werden. Dies erfährt besondere Brisanz dadurch, dass ein Teil der jungen *MMA*-Kämpfer bereits unter radiologisch schweren degenerativen Veränderungen an Handgelenk und Handwurzel leidet.

Summary

Mixed Martial Arts is a full contact sport which includes the combination of different combat sports such as karate, boxing, kickboxing and jiu-jitsu, judo and wrestling. Fighters traditionally come from a particular discipline, but in MMA they combine striking and grappling techniques, both standing and on the ground. Boxing gloves protect the whole hand and are heavier compared to MMA gloves. In addition, MMA gloves spare the fingers out due to the grappling techniques. Because of the different gloves as well as due to specific grounding technique (ground and pound as an example of high intensity groundwork action), the hands and wrists of the MMA fighters are probably exposed to considerably higher loads than those of boxers. The aim of this study was the determination of the influence of techniques used in MMA on the occurrence of degenerative changes of the hand and wrist. This is of particular interest since there there is lacking evidence regarding the wirst injuries of MMA fighters.

To determine the influence of techniques used in MMA on the occurrence of degenerative changes athletes (MMA fighters and boxers) with chronic wrist pain were clinically examined. The clinical examination included inspection and palpation as well as the determination of the range of motion and muscle strength according to the British Medical Research Council. Furthermore, age, weight, experience, number of fights and weekly hours of training, prior injuries, occupation and other sportive activities of the athletes were recorded. To gather knowledge about the impediments and pain in everyday life, the athletes had to fill in different questionnaires like *The Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Score*, *Quick DASH Score*, *Mayo Wrist Score* and the *Michigan Hand Questionnaire (MHQ)*. To determine the degenerative changes, an MRI of the hand with chronic pain was evaluated by an experienced radiologist.

The parameters recorded in the patient history showed a significant difference. The boxers practised significantly less hours per week than the MMA fighters. The evaluation of the questionnaires showed that the boxers suffered more impediments and pain in everyday life. However, this statement contradicts the evaluations of the MRI examinations of athletes. The evaluation of the MRI images included four categories: ligaments, tendons, bones and fibrocartilage. In the category "bone", there were significant differences in the severity of degenerative changes. The MMA fighters suffered significantly increased changes in the bony structures in the area of the hand and the wrist compared to the boxers. Also in the categories "ligaments" and "fibrocartilage" the MMAs showed more severe degenerative changes compared to the boxers, but the differences were not significant. The tendons of the hand and wrist showed a similar degree of degenerative changes in both groups of athletes, with no degenerative changes occurring in the majority of athletes.

In this study, for the first time, significant differences in the severity of degenerative changes of the hand and wrist could be demonstrated. Further research is needed to determine the influence of factors like age, weight, number of fights, weekly training hours as well as hand protection and used techniques on the severity of degenerative changes of the hand and wrist. Moreover the influence of victory or loss, number of rounds per fight, performance level and height has to be considered. Because of the low-level clinical knowledge, there is no or little chance to prevent such damages to occur. A possible approach could be the investigation of the protective influence of warming up before training sessions or fights as well as afterwards. Therefore, further clinical research should focus on the prevention of degenerative changes of the hand and wrist of MMA fighters.

Abkürzungsverzeichnis

Abb.	Abbildung
Bspw.	beispielsweise
Bzw.	beziehungsweise
DASH	*Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand*
ECU	Extensor carpi ulnaris
KO	Knockout
LT-Band	Lunotriquetrales Band
MHQ	*Michigan Hand Outcomes Questionnaire*
MMA	*Mixed Martial Arts*
MRT	Magnetresonanztomographie
SL-Band	Skapholunären Bandes
SL-Dissoziation	Skapholunäre Dissoziation
TFCC	Triangulärer fibrokartilaginärer Komplex
TKO	Technischer Knockout

Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung 1

1.1 Einführung in das Thema 1

1.2 Allgemeiner Teil 3

1.2.1 Unterschiede MMA und Boxen 3

1.2.2 Das Handgelenk 5

1.2.3 Verletzungen beim *Mixed Martial Arts* und Boxen im Vergleich 12

1.2.4 Handgelenksverletzungen und –schmerz 15

1.2.5 Stand der Forschung 18

2 Ziel der Arbeit 19

3 Material und Methodik 20

3.1 Patientenkollektiv 20

3.2 Datenerhebung 20

3.3 Klinische Untersuchung 20

3.4 Radiologische Untersuchung 21

3.4.1 Beurteilung der Bänder 21

3.4.2 Beurteilung der Sehnen 23

3.4.3 Beurteilung der knöchernen Strukturen 24

3.4.4 Beurteilung des Faserknorpels 26

3.4.5 Tabelle zur Einteilung von Veränderungen im MRT nach Fredericson [82] 28

3.5 Scores 29

3.5.1 Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score 29

3.5.2 Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score 29

3.5.3 Michigan Hand Questionnaire 30

3.5.4 Mayo Wrist Score 30

3.6 Spezifische Tests 31
3.6.1 TFCC-Load-Test 31
3.6.2 TFCC-Lift-Test 31
3.7 Statistische Auswertung 31
4 Ergebnisse 32
4.1 Anamnese und klinische Untersuchung der Kollektive 32
4.1.1 Anamnese der Kollektive 32
4.1.2 Klinische Untersuchung der Kollektive 43
4.2 MRT-Auswertung 46
4.2.1 Bänder 46
4.2.2 Sehnen 48
4.2.3 Knochen 50
4.2.4 Faserknorpel 52
5 Diskussion 54
5.1 Vergleich der Anamnese der Kollektive und sich daraus ergebende Risiken 54
5.1.1 Anamnese der *MMA*ler und Boxer im Vergleich 54
5.1.2 Vergleich der klinischen Untersuchung der Kollektive 59
5.2 MRT-Auswertung 60
5.2.1 Ausrüstung 62
5.2.2 Handgelenksbewegungen und Kampftechniken 62
5.2.3 Training 67
5.3 Limitationen 68
5.4 Schlussfolgerung 68
6 Literaturverzeichnis 69
7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis 75
8 Untersuchungsbögen 78
8.1 *DASH Score* 78

8.2 *Quick DASH Score* 84

8.3 *MHQ* 86

8.4 *Mayo Wrist Score* 96

8.5 Fragebogen 98

9 Danksagung .....

1 Einleitung

1.1 Einführung in das Thema

Mixed Martial Arts (*MMA*) ist ein Vollkontaktsport, der sowohl Techniken des Boden- und Ringkampfes als auch Tritt- und Schlagtechniken aus Stand-Kampfsportarten kombiniert. Er vereint somit Elemente des Karate, Boxens und Thaiboxens sowie des Jiu-Jitsu, Judo und Ringens. Beim *MMA* treten zwei Sportler unbewaffnet gegeneinander an und versuchen durch Kombination verschiedener Techniken aus den oben beispielhaft genannten Kampfsportdisziplinen den Kampf zu gewinnen.

Wettkampfablauf: Ein Kampf kann vorzeitig durch Aufgabe (*submission*), Disqualifikation oder Knockout beendet werden. Beim Knockout unterscheidet man zwischen technischem Knockout (TKO), der Entscheidung des Schiedsrichters den Kampf abzubrechen oder dem Auftreten einer Verletzung, die den Sportler nachhaltig schädigt oder zu schädigen droht, und Knockout (KO), wenn ein Kämpfer nach einem Schlag oder Tritt das Bewusstsein verliert. Der Gegner kann sein Aufgeben (*submission*) durch Klopfen (*physical tap out*) oder verbale Äußerungen (*verbal tap out*) anzeigen. Ein Kampf, der nicht vorzeitig endet, kann entweder durch die drei Punktrichter entschieden (*decision*) oder als Unentschieden gewertet werden (*draw*). Während eines Kampfes sind Ringen (*grappling*), Aufgabegriffe (*submission holds*), Treten (*kicking*) und Schlagen (*striking*) erlaubt.

Ohne Differenzierung des Leistungsniveaus sind Aufgabe, TKO/KO und Punktentscheidung die häufigsten Kampfausgänge [1]. Im professionellen Bereich werden *MMA*-Kämpfe überwiegend durch TKO [2, 3], Aufgabe des Gegners [2, 3] und Punktentscheidung [3] entschieden, wobei stumpfer Gewalt gegen den Kopf eine besondere Bedeutung zukommt: Schläge gegen den Kopf des Gegners führen in zwei Drittel der Fälle zu einem TKO und in einem Drittel zu einem KO [4]. Muskuloskelettale Belastung, im Sinne von Gelenkblockaden, stumpfem orthopädischen Trauma oder dem Auftreten einer anderen Verletzung am Bewegungsapparat, ist der zweithäufigste Grund für das Ende eines Kampfes [4]. Somit sind Schläge gegen den Kopf nicht nur beim Boxen eine häufig verwendete Angriffsform, aber im Gegensatz zum Boxen werden beim *Mixed Martial Arts* Kämpfe

oft auch durch Aufgabe des Gegners entschieden [5]. Die Aufgabe des Gegners kann durch Aufgabegriffe und Blockade beziehungsweise Manipulation von Gelenken erzwungen werden und der Kampf wird mit nur wenigen Schlägen gegen Kopf und Körper des Gegners entschieden [5]. Die Blockade von Gelenken ist der häufigste Grund für einen Abbruch eines *MMA*-Kampfes durch muskuloskelettalen Stress [4]. Vergleicht man die KO-Rate beim *MMA* (3,3% [3] bis 6,4% [2, 6]) mit der beim Boxen (11,3% [7]), so ist diese beim *MMA* deutlich geringer. Das Risiko einen Kampf durch Knockout zu verlieren wird von verschiedenen Faktoren signifikant beeinflusst: Das Risiko, einen professionellen *MMA*-Kampf durch KO zu verlieren (12,8%), wird durch jeden vorherigen TKO/KO sowie ein Alter ≥ 35 Jahre gesteigert [6]. Jede weitere Runde beziehungsweise Minute und Kämpfe der Gewichtsklasse Mittelschwergewicht haben in niedrigeres Risiko [6]. Ähnliches gilt beim *MMA* auf professionellem Niveau für eine Niederlage durch TKO (21,2%): Das Risiko steigt durch ein Alter größer oder gleich 35 sowie die Gewichtsklasse Schwergewicht und verringert sich durch jede weitere Kampfminute sowie Runde [6].

Reglement: Die für das *MMA* gültigen Regeln werden durch die „*unified rules*“ der *Association of Boxing Comission* festgelegt. Nach diesen Regeln ist es den Sportlern unter anderem nicht erlaubt, Kopfstöße auszuführen, dem Gegner ins Auge zu bohren, zu spucken und Finger in Körperöffnungen des Kontrahenten zu stecken. Außerdem ist es verboten mit dem Ellbogen abwärts zu schlagen, Schläge auf die Wirbelsäule oder den Hinterkopf zu setzen oder mit der Ferse in die Nierenregion zu treten. Des Weiteren ist es untersagt, einen am Boden liegenden Gegner gegen den Kopf zu treten (*soccer kick/kicking the head*) oder Kniestöße gegen dessen Kopf auszuführen (*kneeing the head*) beziehungsweise auf dessen Körper zu stampfen, wenn er am Boden liegt (*stomping a grounded opponent*).
Kampfdauer: Ein Titelkampf geht über fünf Runden und jede Runde dauert fünf Minuten. Zwischen den Runden gibt es je eine Minute Pause. Nicht-Titelkämpfe sind kürzer und dauern drei Runden a fünf Minuten mit je einer Minute Pause.

Ausrüstung: Geschützt sind die Sportler durch einen Mundschutz, ein Suspensorium bei Männern beziehungsweise einen Brustprotektor bei Frauen sowie Handschuhe, die jeden Finger einzeln fassen und die Fingerspitzen aussparen, um diese für mögliche

Handgriffe nutzbar zu machen. Zusätzlich werden die Hände vor dem Kampf bandagiert.

Gewichtsklassen: Wie beim *Mixed Martial Arts* gibt es beim Boxen unterschiedliche Gewichtsklassen, welche vom Strohgewicht (*strawweight*) bis zum Superschwergewicht (*super heavyweight*) reichen [8].

1.2 Allgemeiner Teil

1.2.1 Unterschiede MMA und Boxen

Mixed Martial Arts wurde oft mit dem Boxsport verglichen (Abb. 1 und 2) und im Gegensatz zum Boxen gibt es beim *MMA,* wie in der Einleitung beschrieben, verschiedene Möglichkeiten einen Kampf zu gewinnen [5].

Ein weiterer Unterschied zwischen *MMA* und Boxen sind die verwendeten Handschuhe: Beim Boxen werden geschlossene, zehn bis 16 Unzen (ungefähr 280-450g) schwere Handschuhe getragen, beim *MMA* jedoch nur vier bis sechs Unzen (ungefähr 110-170g) schwere Handschuhe, die die Finger offen lassen [5]. Solche *MMA*-Handschuhe schützen mehr die Hand des Schlagausführenden Kämpfers, als dass sie die Schlagkraft reduzieren [5]. Ein Handschuh führt im Allgemeinen zu einer Reduktion der linearen Krafteinwirkung [9]. Jedoch führen *MMA*-Handschuhe bei Schlägen mit gleicher Kraft zu einer höheren Rotationkraft im Vergleich zu Boxhandschuhen [9]. Ähnliches gilt für Karatehandschuhe: Biomechanische Untersuchungen mit Karatehandschuhen, welche denen beim *MMA* genutzten Handschuhen ähneln, stellen die Effektivität der Handschuhe bezüglich der Reduktion der Krafteinwirkung bei Schlägen zum Kopf des Gegners in Frage [10, 11]. Zusammenfassend kann gesagt werden, dass der Nutzen von *MMA*-Handschuhen bezüglich der Reduktion der Schlagkraft vernachlässigbar ist und der Handschuh somit möglicherweise mehr die Hand des Angreifers als den Kopf des Verteidigers schützt [4, 10].

Eine zentrale Rolle bezogen auf das vorzeitige Enden eines *MMA*-Kampfes spielt die sogenannte *high intensity action*. Unter *high intensity action* versteht man Bewegungen mit dem Ziel, eine bestimmte Position zu erreichen bzw. eine günstige Position gegen den Gegner zu verteidigen oder den Versuch, den Gegner mit großer Kraft zu schlagen. Die Hälfte aller Kämpfe endete durch eine *high intensity groundwork action* und ein Drittel aller Kämpfe, die durch KO oder Aufgabe entschieden werden, durch eine *high intensity ground striking action*. Hierbei kommt besonders oft die Technik „*ground and*

pound“ zur Anwendung. Beim “*ground and pound*” fixiert der Kämpfer seinen Kontrahenten auf dem Boden. Dann schlägt er neben dem aus anderen Schlagsportarten bekannten Faustschlag auch mit dem ulnaren Anteil der geballten Faust auf den Kopf des am Boden liegenden Gegners ein. Der Kämpfer mit der besseren Position versucht, seinen Gegner durch wiederholte Schläge auszuknocken oder diesen zu Aufgabe zu zwingen [12]. Da der Kopf des Gegners durch das Aufliegen des Hinterkopfes am Boden nicht nach dorsal ausweichen kann, kommt es zu einer anderen Kraftübertragung in das Handgelenk als beim Boxen, da bei dieser Sportart ein Gegner nur im Stehen geschlagen werden darf und der Kopf im Stehen nach dorsal ausweichen kann.

Abbildung 1: MMA-Kämpfer [13]

Abbildung 2: Boxer [14]

1.2.2 Das Handgelenk

1.2.2.1 Anatomie

Das Handgelenk (Articulatio manus) ist unter Einbindung der Handwurzel das komplexeste Gelenk des Menschen [15, 16]. Es wird aus dem distalem Radioulnargelenk (Articulation radioulnaris distalis), Radiokarpalgelenk (Articulatio radiocarpalis), Mediokarpalgelenk (Articulatio mediocarpalis) und den interkarpalen Gelenken (Articulationes intercarpales) gebildet. Die Handwurzel setzt sich aus folgenden acht Handwurzelknochen zusammen (Abb. 3): Kahnbein (Os scaphoideum), Mondbein (Os lunatum), Dreiecksbein (Os triquetrum) und Erbsenbein (Os pisiforme), welche die proximale Reihe der Handwurzelknochen bilden sowie großes Vieleck (Os trapezium), kleines Vieleck (Os trapezoideum), Kopfbein (Os capitatum) und Hakenbein (Os hamatum), welche die distale Reihe bilden. Die Fixierung der Handwurzelknochen wird durch Ligamente gewährleistet, durch deren spezielle topographische Anordnung nicht nur die Stabilität, sondern auch die Beweglichkeit der Hand möglich wird [17]. Nach klassischen Konzepten kann die Handwurzel entweder in oben genannte proximale und distale Reihe oder in drei Säulen eingeteilt werden: eine zentrale (Os lunatum, Os capitatum, Os hamatum, Os trapezium, Os trapezoideum), eine mediale (Os triquetrum) und eine laterale (Os scaphoideum) Säule [18].

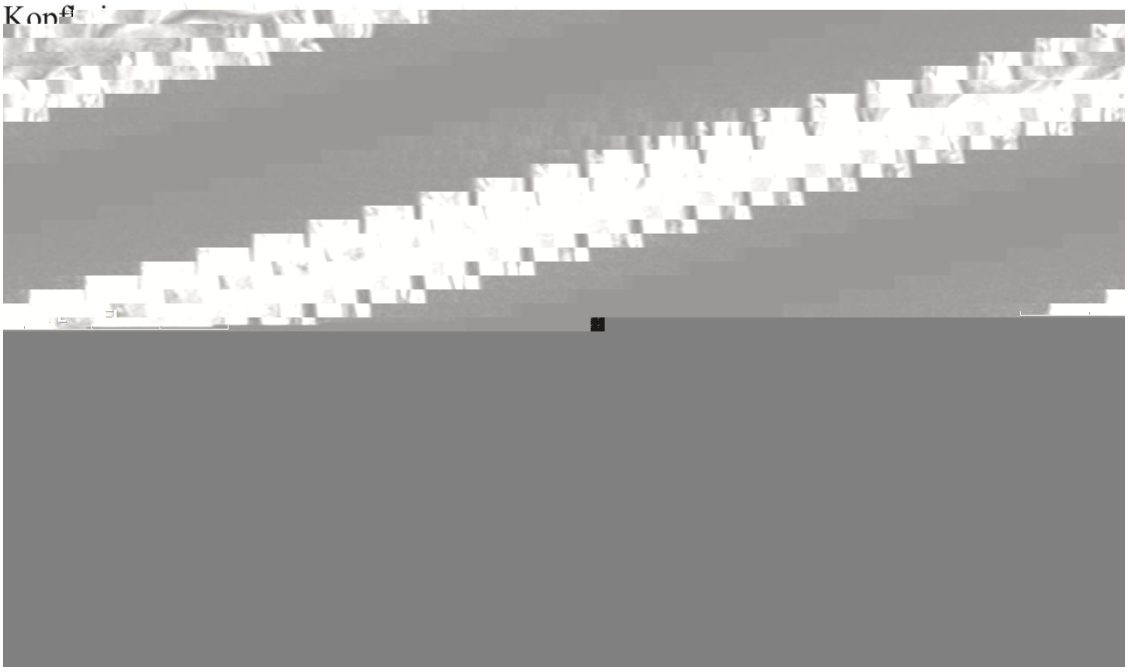

Abbildung 3 : Schematische Darstellung des Handgelenk (Ansicht von palmar)

1.2.2.1.1 Distales Radioulnargelenk (Articulation radioulnaris distalis)

Das Ellen-Speichen-Gelenk wird aus der Elle (Ulna) und der Speiche (Radius) gebildet und hat zwei Anteile: das proximale Radioulnargelenk (Articulatio radioulnaris proximalis), und das distale Radioulnargelenk (Articulatio radioulnaris distalis). Das distale Radioulnargelenk ist ein sogenanntes Zapfengelenk (Articulation trochoidea) und besteht aus zwei Kompartimenten: Die konvexe Gelenkfläche der Ulna artikuliert im longitudinalen Abschnitt mit der konkaven Pfanne der Incisura ulnaris des Radius. Im horizontalen Gelenkkompartiment gleitet der Discus ulnocarpalis, ein Teil des triangulären fibrokartilaginären Komplexes, synchron über den Ulnakopf und zusammen mit dem proximalen Radioulnargelenk finden hier Pronation und Supination statt.

1.2.2.1.1.1 Aufbau und Funktion des Triangulären Fibrokartilaginären Komplexes (TFCC)

Dem *TFCC* (ulnokarpaler Komplex) kommt im horizontalen Kompartiment des Handgelenks nicht nur die Führungsaufgabe bei Umwendbewegungen zu, sondern auch

3.4.5 Tabelle zur Einteilung von Veränderungen im MRT nach Fredericson [82]

Tabelle 2: Einteilung von Veränderungen im MRT nach Fredericson [82]

Struktur/ Grad	0 (Normal)	I (Leicht)	II (Mittelgradig)	III (Schwer)
Bänder	Einheitliche Dicke und klar abgegrenzte Ränder	Leicht irreguläre Verdickung und zerfaserte Ränder	Mittelgradig irreguläre Verdickung und zerfaserte Ränder	Schwere Ausdünnung und Abnutzung; Partielle oder komplette Durchtrennung
Sehnen	Einheitliche Dicke und klar abgegrenzte Ränder	Leichte Verdickung beziehungsweise hypertrophische Veränderungen und zerfaserte Ränder	Mittelgradige Verdickung beziehungsweise hypertrophische Veränderungen und zerfaserte Ränder; mittelgradige Ausdünnung und partielle Einrisse	Schwere diffuse Ausdünnung und partielle Einrisse; schwere fokale und komplette Einrisse
Knochen	Glatte, klar begrenzte, signalarme kortikale Ränder und subkortikales Signal des fetthaltigen spongiösen Knochenmarks; glatte Oberfläche, einheitliche Dicke und homogenes Signal des hyalinen Knorpels	Leichte kortikale Verdickung, Osteophytenbildung und kortikaler sowie subkortikaler Lochfraß; leicht inhomogen gesteigertes und niedriges Signal bei Aufweichung und fibrotischen Veränderungen; leichte fokale chondrale Fissuren und Brüche	Mittelgradig kortikale Verdickung, Osteophytenbil-dung und kortikaler sowie subkortikaler Lochfraß; mittelgradig inhomogen gesteigertes und niedriges Signal bei Aufweichung und fibrotischen Veränderungen; mittelgradig fokale chondrale Fissuren und Brüche	Schwere zystische Verände-rungen, kortikale sowie subkortikale trabekuläre Sklerose; schlecht begrenztes bis fleckenhaftes kortikal und subkortikal gesteigertes beziehungs-weise hohes Signal durch Knochen-ödem und Osteitis; schwere fokale Defekte bis diffuse Verdünnung
Faserknorpel	Signalarmes Material; glatte, klar begrenzte Ränder	Schlecht begrenztes, erhöhtes Signal innerhalb der Substanz; leicht irreguläre und unklare Ränder sowie Ausfransungen	Schlecht begrenztes erhöhtes Signal innerhalb der Substanz; mittelgradig irreguläre und unklare Ränder sowie Ausfransungen	Diskrete, fokale Einrisse; Loslösung und Ablösung des Faserknorpels von der knöchernen Anheftung

3.5 Scores

3.5.1 Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score

Der *Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Score* wurde vom *Institute for Work & Health* und der *American Academy of Orthopaedic Surgeons (AAOS)* zur subjektiven Beurteilung der Funktionalität der oberen Extremität entwickelt.

In dieser Arbeit wurde die deutsche Version benutzt [91]. Bei dieser Version besteht der Fragebogen aus drei Teilen, zwei obligaten und einem fakultativen mit jeweils fünf abgestuften Antwortkategorien. Den Kategorien sind Zahlenwerte zugeordnet, die von 1 („keine Schwierigkeit“) bis 5 („nicht möglich“) reichen. Der erste obligate Teil beschäftigt sich mit der Beurteilung der Funktion und beinhaltet 23 Fragen. Der zweite Teil enthält Fragen, um die Schwere von Symptomen zu beurteilen. Der dritte Teil ist optional und in zwei Module (Sport- und Musik- sowie Arbeits- und Berufs-Modul) mit jeweils vier Fragen aufgegliedert.

Die Auswertung des Fragebogens für die Bereiche Funktion und Symptome erfolgt nach folgender Formel: [(Summe der Antwortpunkte / n – 1) x 25], wobei n der Anzahl der beantworteten Fragen entspricht. Es dürfen jedoch für die Auswertung nicht mehr als drei Fragen unbeantwortet sein. Der dritte fakultative Teil wird nach folgender Formel ausgewertet: [(Summe der Antwortpunkte / 4 – 1) x 25]. Für die Auswertung eines optionalen Moduls dürfen keine Antworten fehlen.

Der *DASH Score* kann Werte von 0 bis 100 annehmen. Ein Wert von 0 entspricht einer optimalen Funktion ohne Beschwerden und ein Wert von 100 einer maximalen Funktionseinschränkung mit starken Beschwerden [92, 93].

3.5.2 Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand Score

Der *Quick Disabilities of the Arm, Shoulder and Hand (DASH) Score* ist eine gekürzte Version des *DASH Score* und beinhaltet statt 30 beziehungsweise 38 Fragen nur elf zu Funktion und Symptomen sowie je vier Fragen zu den optionalen Modulen Sport und Musik sowie Arbeit und Beruf, insgesamt also 19 Fragen. Der Test für die Kategorien „Funktion“ und „Symptome“ kann nur ausgewertet werden, wenn der Patient alle elf Fragen beantwortet hat. Als Rohwert werden die Antworten der Fragen eins bis elf addiert, anschließend wird der *Quick DASH Score* nach folgender Formel berechnet: [(Summe der Antwortpunkte / Anzahl der Fragen - 1) x 25]. Der optionale Teil wird analog zum optionalen des *DASH Score* ausgewertet. Wie beim *DASH Score* hat der

Patient bei einer Punktzahl von 0 ein optimales Ergebnis und bei einer Punktzahl von 100 eine maximale Funktionseinschränkung [93, 94].

3.5.3 Michigan Hand Questionnaire

Der *Michigan Hand Questionnaire (MHQ)* ist ein von der Universität Michigan entwickelter Fragebogen zur Gesundheitssituation der Hand. Der Patient wird zur Gesamtfunktion, zu Alltagstätigkeiten, zu Schmerz, zur Arbeitsleistung, zur Ästhetik und zu seiner Zufriedenheit mit der Funktion seiner Hand befragt. In dieser Arbeit wurde die deutsche Konsensusversion nach Knobloch, Kühn, Papst, Krämer und Vogt verwendet [95]. Der Fragebogen setzt sich aus je 20 unilateralen, 17 bilateralen und acht Fragen zur Person zusammen und beinhaltet somit insgesamt 65 Fragen.

Die Auswertung erfolgte über die Eingabe der vom Patienten gegebenen Antworten in eine Onlineversion des Fragebogens [96]. Berechnet wurden sechs Werte in Prozentangaben: Allgemeine Bewertung (*General Score*) und Bewertung von Arbeitsfähigkeit (*Work Score*), Schmerz (*Pain Score*), Aussehen (*Appearance Score*) sowie Endwertung (*Final Score*) und Michigan Hand Endergebnis (*Michigan Hand Outcome Score*). Ein Score von 100% bedeutet keinerlei Einschränkung, ein Score von 0% steht für eine maximale Einschränkung.

3.5.4 Mayo Wrist Score

Der *Mayo Wrist Score* ist eine Hilfe, um das Ausmaß der Einschränkung im Bereich des Handgelenks zu bestimmen. Es werden vier Kategorien abgefragt (Schmerz, Zufriedenheit, Bewegungsumfang und Griffstärke), wobei immer nach der Seite mit der Einschränkung gefragt wird. Die letzten beiden Kategorien „Bewegungsumfang“ und „Griffstärke“ werden in Relation zur Gegenseite bewertet. Die Angabe erfolgt in Prozent.

Den unterschiedlichen Antwortmöglichkeiten sind in allen vier Kategorien Punkte zugeordnet. Durch Addition aller Punkte erhält man das Gesamtergebnis. Folgende Punktzahlen entsprechen den Befunden „sehr gut“ bis „schlecht“: 90-100 Punkte „sehr gut“, 80-89 Punkte „gut“, 65-79 Punkte „befriedigend“ und weniger als 65 Punkte „schlecht“ [97].

3.6 Spezifische Tests

3.6.1 TFCC-Load-Test

Der *TFCC-Load*-Test dient der Detektion einer Verletzung im Bereich des *TFCC*. Bei der Untersuchung hält der Patient das zu untersuchende Handgelenk in neutraler Stellung. Der Untersucher übt axialen Druck auf den fünften Strahl der Hand aus. Nun wird das Handgelenk des Patienten passiv in Dorsalextension und Palmarflexion geführt. Der Test gilt als positiv, wenn der Patient während der Untersuchung ein Klicken und/oder Schmerz im Bereich des fünften Strahls der Hand wahrnimmt. Bei einem positiven Test ist eine Verletzung des *TFCC* vermutet werden [98].

3.6.2 TFCC-Lift-Test

Der *TFCC-Lift*-Test dient ähnlich dem *TFCC-Load*-Test der Feststellung von Verletzungen des *TFCC*. Der Patient hält den Ellbogen in 90° Flexion und die Hand in Supinationsstellung. Jetzt muss der Patient versuchen eine Palmarflexion im Handgelenk gegen Druck, zum Beispiel gegen die Hand des Untersuchers oder gegen die Unterseite einer Liege, durchzuführen. Nimmt er dabei ein Klicken und/oder Schmerzen im Bereich des *TFCC* wahr, ist der Test positiv. Bei positivem Testergebnis muss eine Verletzung des *TFCC* als Ursache der ausgelösten Symptomatik in Betracht gezogen werden [99]

3.7 Statistische Auswertung

Die erhobenen Daten werden in das Programm „SPSS, Version 23“ (IBM, Armonk, USA) überführt und statistisch analysiert. Die deskriptive Statistik umfasste die oben genannten Parameter. Aufgrund der Größe der Gruppe (n=21) musste eine Normalverteilung abgelehnt werden und deshalb wurde für die weiteren Auswertungen der Mann-Whitney-U-Test genutzt. Bei allen Tests galt eine Irrtumswahrscheinlichkeit von $p<0,05$ als signifikant. Ein Trend lag dann vor, wenn $0,05\leq p<0,1$ galt. Lag ein signifikantes Ergebnis vor, wurde die Effektstärke mit dem Korrelationskoeffizienten r nach Pearson unter zur Hilfenahme der folgenden Formel berechnet: $r = |Z:\sqrt{n}|$. Der Z-Wert konnte aus dem Ergebnis des Mann-Whitney-U-Tests abgelesen werden und n war die Anzahl der Probanden (n=21). Ein kleiner Effekt liegt bei r = 0,1 vor, bei r = 0,3 liegt ein mittlerer Effekt vor und bei r = 0.5 ist ein starker Effekt anzunehmen.

4 Ergebnisse

4.1 Anamnese und klinische Untersuchung der Kollektive

4.1.1 Anamnese der Kollektive

4.1.1.1 Patientenkollektiv

4.1.1.1.1 *MMA*ler

Es wurden elf *MMA*-Kämpfer mit einem Durchschnittsalter von 27,9 Jahren (± 6,7 Jahre) untersucht. Sie betrieben den Kampfsport durchschnittlich seit 6,5 Jahren (± 4 Jahre). Im Schnitt wogen sie 76,3 kg (± 12,3 kg) und bestritten bisher 13,3 Kämpfe (± 10,4 Kämpfe) (Abb.12). Bei acht Sportlern war die rechte Hand die Schlaghand und bei drei *MMA*-Kämpfern die linke.

4.1.1.1.2 Boxer

Es wurden zehn Boxer mit einem Durchschnittsalter von 23,5 Jahren (± 3,1 Jahre) untersucht, welche den Sport im Mittel seit 6,1 Jahren (± 4,7 Jahre) betrieben. Im Schnitt wogen sie 76 kg (± 7,8 kg) und bestritten bisher 27,5 Kämpfe (± 36,8) (Abb. 12). Bei sieben Boxern war die rechte Hand die Schlaghand und bei drei Boxern die linke.

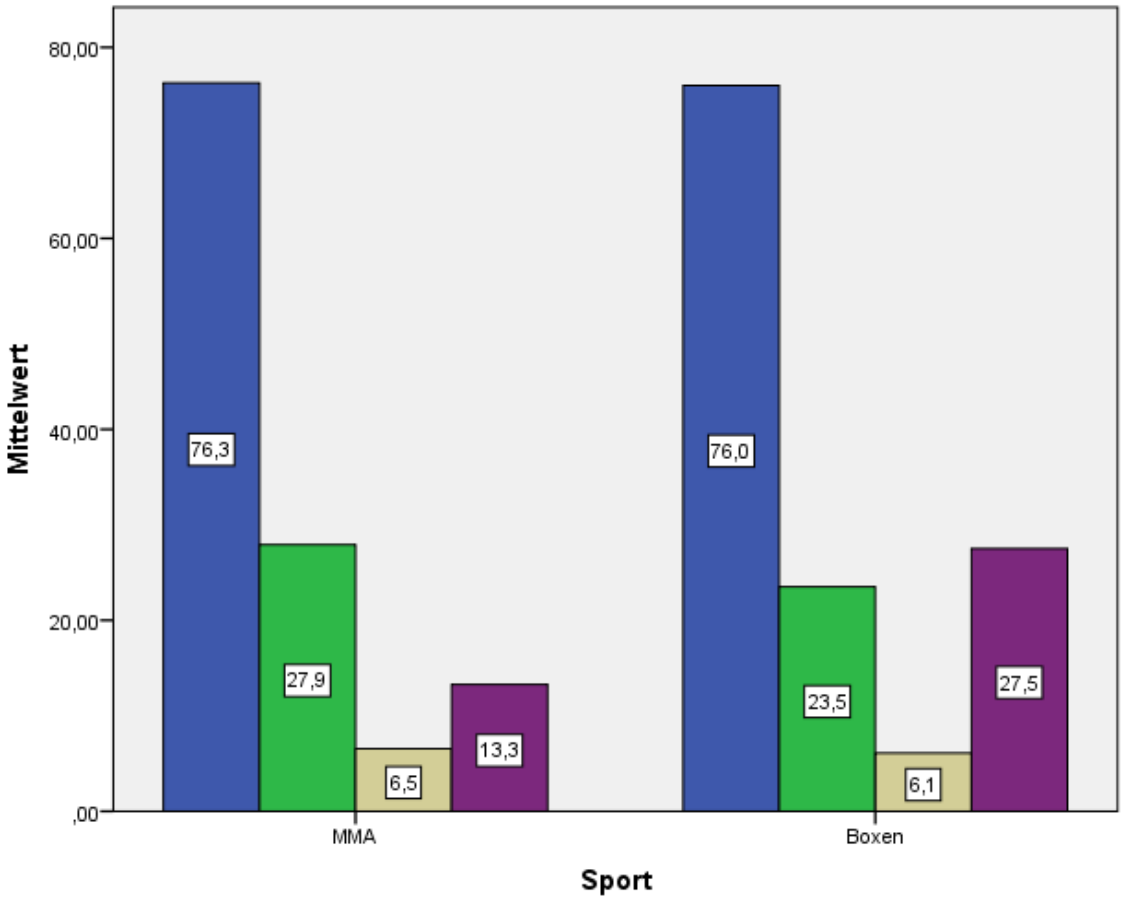

Abbildung 12 : Charakteristika der elf *MMA*ler und zehn Boxer (Gewicht (blau) in kg, Alter (grün) in Jahren, Erfahrung (beige) in Jahren, Anzahl der Kämpfe (lila) sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert)

4.1.1.1.3 Gruppenvergleich

Tabelle 3 : Charakteristika der elf *MMA*ler und zehn Boxer

	MMA	**Boxen**	**Signifikanzniveau**
Gewicht (kg)	76,3	76	0,756
Alter (Jahre)	27,9	23,5	0,152
Erfahrung (Jahre)	6,5	6,1	0,654
Kämpfe	13,3	27,5	0,863

Die statistische Analyse der in der Anamnese erhobenen Parameter, dargestellt in Tabelle 3, ergab für Gewicht und Erfahrung ähnliche Werte. Beide Gruppen unterscheiden sich bezüglich der Anzahl der Kämpfe: Die Boxer bestritten im Schnitt mehr als doppelt so viele Kämpfe wie die verglichenen *MMA*ler (27,5 Kämpfe versus

13,3 Kämpfe). Betrachtet man die Altersstruktur waren die Boxer im Schnitt 4,4 Jahre jünger als die *MMA*ler. Keiner der Unterschiede war signifikant.

4.1.1.2 Verletzungen

4.1.1.2.1 *MMA*ler

Vier Sportler gaben keine Verletzungen in der Vergangenheit an. Die restlichen sieben *MMA*ler gaben unterschiedliche Verletzungen an: Vier beschrieben Kapselverletzungen, zwei Sportler gaben Frakturen der Mittelhandknochen an und zwei Verletzungen des *TFCC* (Tabelle 4). Jedoch betraf eine der beiden berichteten Frakturen der Mittelhandknochen nicht die Schlaghand des Sportlers.

4.1.1.2.2 Boxer

Fünf der zehn Boxer gaben keine Verletzungen in der Vergangenheit an. Zwei Sportler beschrieben Kapselverletzungen, einer eine Fraktur des Mittelhandknochens und einer eine Verletzung des *TFCC* (Tabelle 4). Ein weiterer Boxer berichtete von Prellungen der Mittelhandknochen. Alle genannten Verletzungen betrafen die Schlaghand.

Tabelle 4 : Verletzungen

Verletzungsart	***MMA***	**Boxen**
Keine	4	5
Kapselverletzung	4	2
Fraktur Mittelhandknochen	2	1
Prellung Mittelhandknochen	0	1
Verletzung *TFCC*	2	1

4.1.1.3 Sozialanamnese (Beruf, Hobbys)

4.1.1.3.1 *MMA*ler

Sechs der elf Kampfsportler gaben an *MMA* professionell zu betreiben. Von den übrigen fünf Sportlern waren zwei Trainer (einer für *MMA* und einer für Boxen), einer Student, einer Arbeitssuchend und einer Manager.

Fünf Sportler gaben an außer dem Training keinen weiteren körperlichen Aktivitäten nachzugehen. Sechs *MMA*-Kämpfer gaben an zusätzliche Einheiten in Subdisziplinen

wie Boxen, Ringen, Jiu Jitsu und Kickboxen zu absolvieren. Zwei von diesen sechs gaben an zusätzlich noch Fußball zu spielen und einer, regelmäßig Joggen zu gehen.

4.1.1.3.2 Boxer

Zwei der zehn Boxer waren Studenten und einer Schüler. Zwei waren selbstständig (Optiker und Einzelhandel), drei waren angestellt (Verwaltungsfachangestellter, Hotelfachmann, KFZ-Mechaniker), einer war Kampfsporttrainer und einer professioneller Boxer.

Vier Boxer gaben an keine weiteren sportlichen Aktivitäten zu betreiben. Die übrigen sechs Sportler gaben an zusätzlich noch Sportarten wie Schwimmen (einer), Joggen (drei) und Fußball (vier) zu betreiben.

4.1.1.4 Einfluss der Handgelenksschmerzen auf den Alltag

Um den Einfluss der Handgelenksschmerzen auf den Alltag zu messen wurden der *DASH Score*, der *Quick DASH Score*, der *Mayo Wrist Score* und der *Michigan Hand Questionnaire* genutzt. Die Durchschnittswerte im Vergleich sind in Abbildung 13, 14 und 15 dargestellt.

4.1.1.4.1 *MMA*ler

4.1.1.4.1.1 DASH Score

Für den *DASH-Score* ergaben sich folgende Ergebnisse in der Gruppe der *MMA*-Kämpfer: *DASH Score* 6,67 (± 11,78), *DASH Score* Beruf 3,98 (± 14,58) und *DASH Score* Sport 17,61 (± 30,21).

4.1.1.4.1.2 Quick DASH Score

Der durchschnittliche *Quick DASH Score* betrug 8,89 (± 15,26).

4.1.1.4.1.3 Mayo Wrist Score

Das Durchschnittsergebnis aller Sportler des *Mayo Wrist Test* lag bei 81,36 Punkten (± 27,21 Punkte).

4.1.1.4.1.4 Michigan Hand Questionnaire

Die Auswertung des *MHQ* ergab für die dominante Schlaghand der *MMA*ler folgende Durchschnittswerte: *MHQ General* 91,58 (± 14,52), *MHQ Work* 86,36 (± 25,31), *MHQ Pain* 82,73 (± 30,11), *MHQ Appearance* 90,91 (± 21,17), *MHQ Final* 78,79 (± 36,54) und *MHQ Outcome* 87,55 (± 21,37).

4.1.1.4.2 Boxer

4.1.1.4.2.1 DASH Score

Für den *DASH Score* ergaben sich folgende Ergebnisse: *DASH Score* 16,58 (± 16,51), *DASH Score* Beruf 11,25 (± 15,25) und *DASH Score* Sport 24,38 (± 28,78).

4.1.1.4.2.2 Quick DASH Score

Der *Quick DASH Score* betrug im Mittel bei den Boxern 18,87 (± 21,83).

4.1.1.4.2.3 Mayo Wrist Score

Das Durchschnittsergebnis aller Sportler des *Mayo Wrist Test* lag bei 69,5 Punkten (± 19,01 Punkte).

4.1.1.4.2.4 Michigan Hand Questionnaire

Die Auswertung des *MHQ* ergab für die dominante Schlaghand der Boxer durchschnittlich folgende Werte: *MHQ General* 87,61 (± 11,26), *MHQ Work* 80,5 (± 19,36), *MHQ Pain* 78 (± 19,03), *MHQ Appearance* 94,37 (± 10,4), *MHQ Final* 72,48 (± 25,02) und *MHQ Outcome* 83,8 (± 11,59).

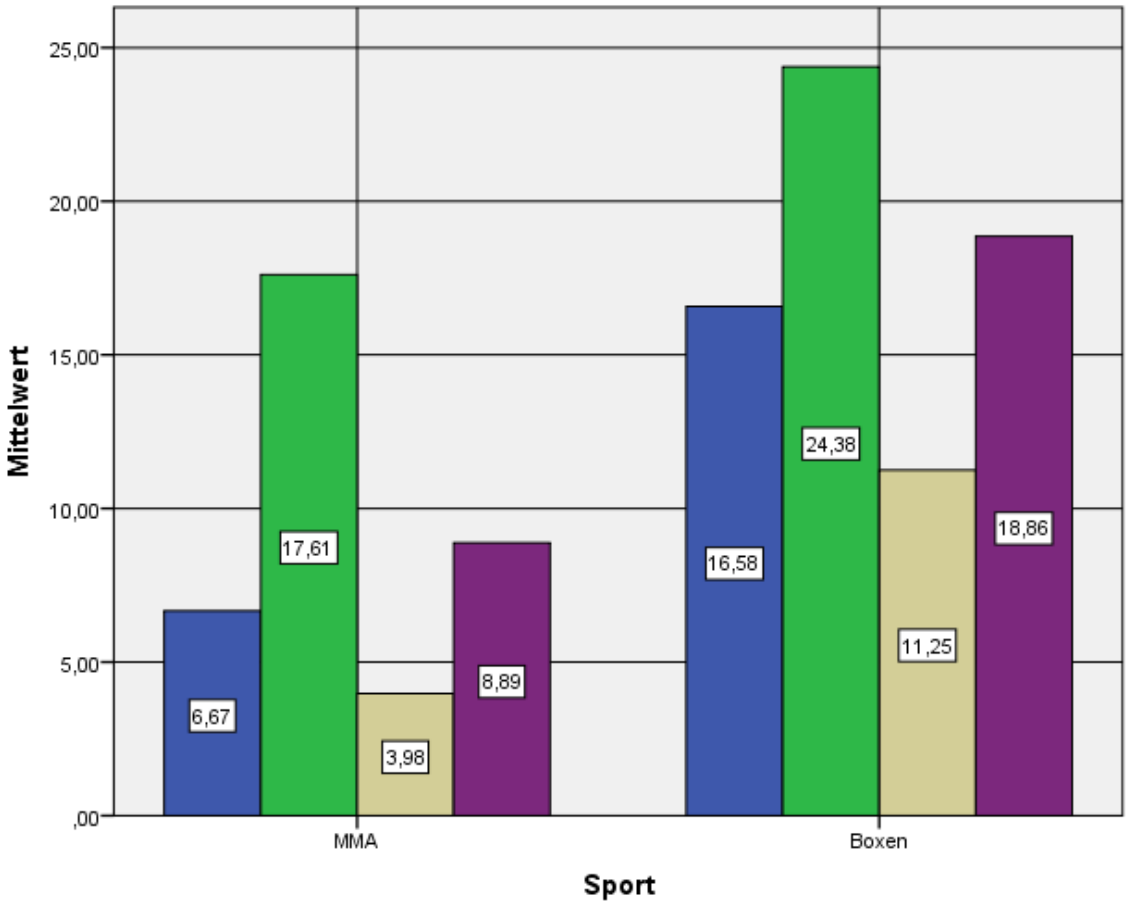

Abbildung 13 : Ergebnisse des *DASH* und *Quick DASH Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer (*DASH* (blau), D*ASH* Sport (grün), *DASH* Beruf (beige), *Quick DASH* (lila) sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert)

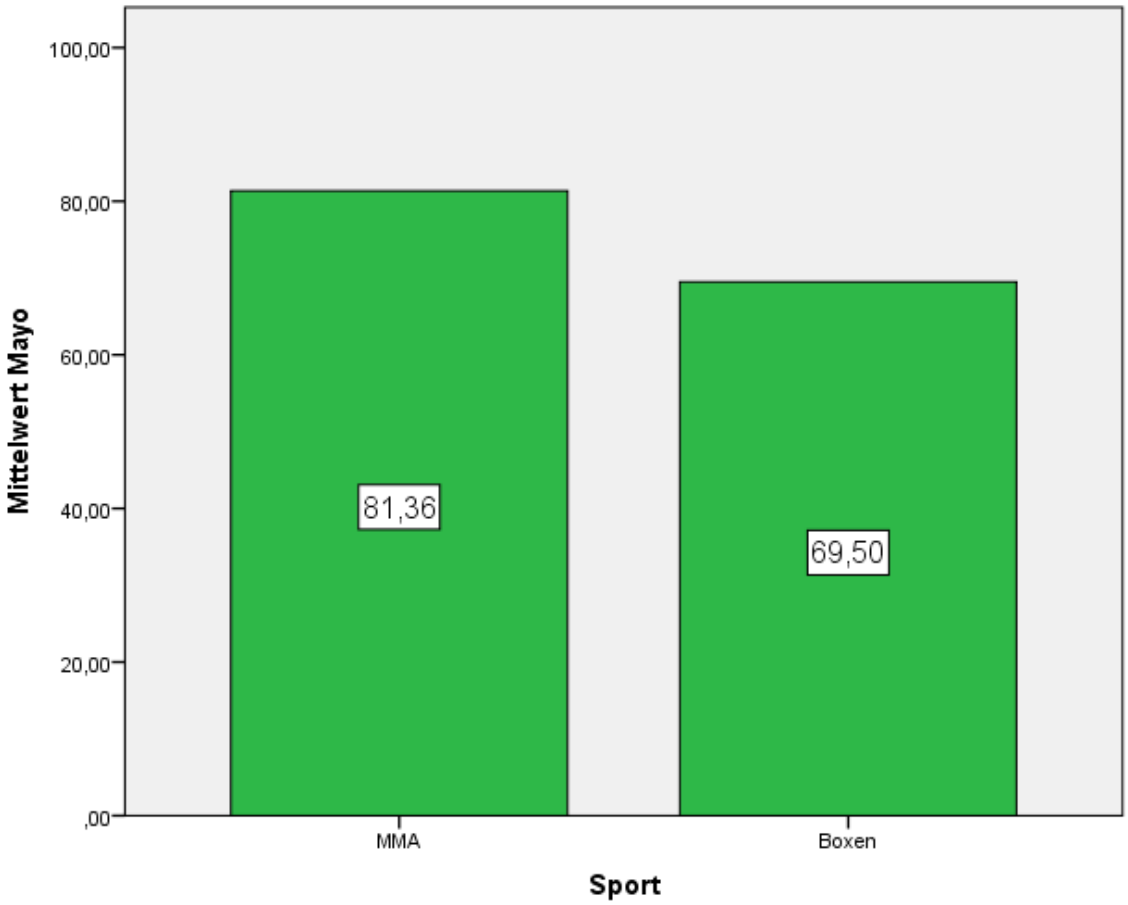

Abbildung 14 : Ergebnis des *Mayo Wrist Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer (*Mayo Wrist Score* (grün) sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert)

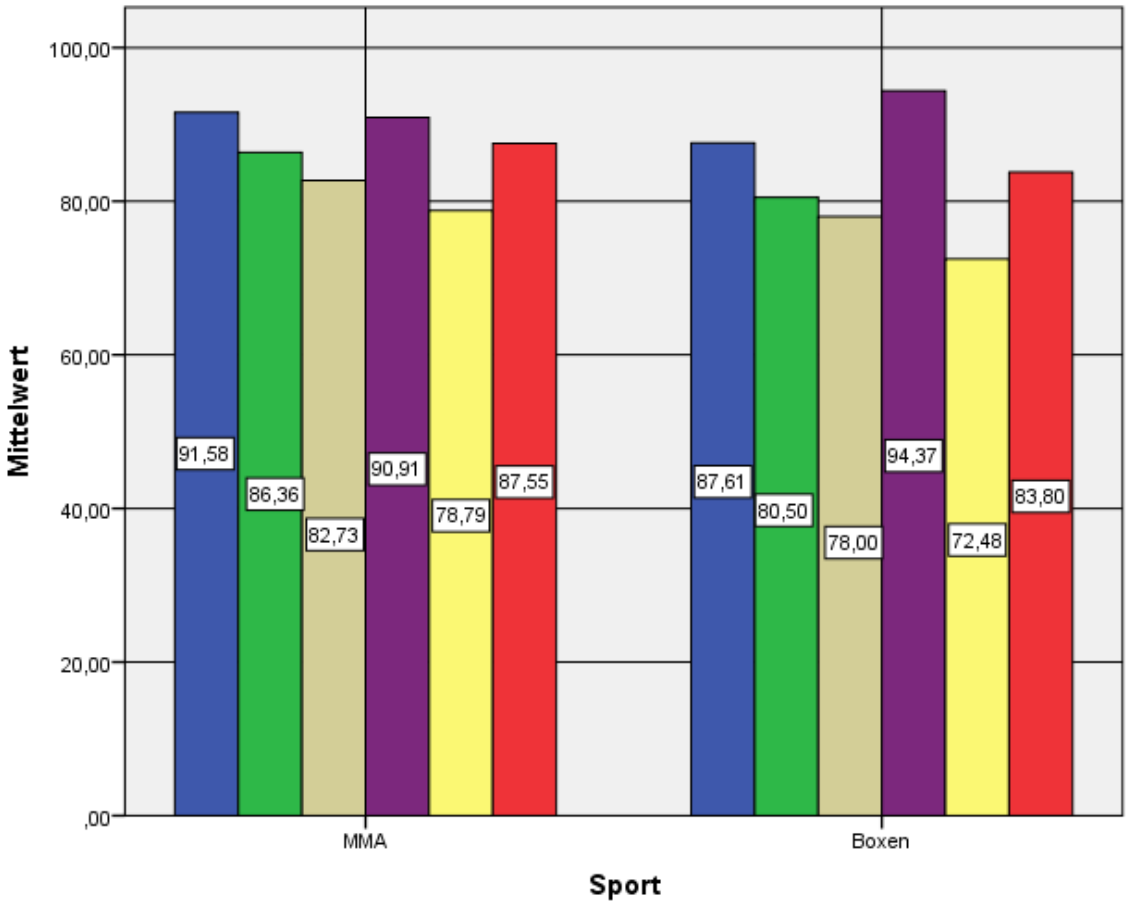

Abbildung 15 : Ergebnisse des *Michigan Hand Questionnaire* der elf *MMA*ler und zehn Boxer (*MHQ General* (blau), *MHQ Work* (grün), *MHQ Pain* (beige), *MHQ Appearance* (lila), *MHW Final* (gelb), *MHW Outcome* (rot) sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert)

4.1.1.4.3 Gruppenvergleich

4.1.1.4.3.1 DASH Score

Tabelle 5 : Ergebnisse des *DASH Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer

	MMA	***Boxen***	***Signifikanzniveau***
DASH	6,67	16,58	**0,051**
***DASH* Sport**	17,61	24,38	0,426
***DASH* Beruf**	3,98	11,25	0,152

Die in Tabelle 5 dargestellte statistische Analyse der Ergebnisse des *DASH Score* zeigte nicht signifikante Unterschiede zwischen den beiden Sportlergruppen. In allen Unterkategorien hatten die Boxer höhere Punktwerte im Vergleich zu den *MMA*-Kämpfern. Somit gaben die Boxer in den Fragenbögen größere Einschränkungen

und Schmerzen an. Ein Trend lag jedoch bezüglich des Ergebnisses des *DASH Score* zwischen den beiden Gruppen vor: Dieser Trend zeigt, dass Boxer eine höhere Punktzahl im *DASH Score* erzielen, was einer größeren Einschränkung beziehungsweise größeren Schmerzen in dieser Sportgruppe entspricht.

4.1.1.4.3.2 Quick DASH Score

Tabelle 6 : *Ergebnis des Quick DASH Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer

	MMA	**Boxen**	**Signifikanzniveau**
Quick DASH	8,89	18,87	0,114

Die statistische Auswertung des *Quick DASH Score* zeigte wie in Tabelle 6 dargestellt einen Unterschied zwischen den beiden Sportlergruppen. Die Boxer hatten eine mehr als doppelt so hohen Punktwert im Vergleich zu den *MMA*lern, jedoch war der Unterschied auch hier nicht signifikant. Der Aussage des *DASH Score* folgend gaben die Boxer auch in diesem Fragebogen größere Einschränkungen im Alltag sowie Schmerzen an.

4.1.1.4.3.3 Mayo Wrist Score

Tabelle 7 : Ergebnis des *Mayo Wrist Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer

	MMA	**Boxen**	**Signifikanzniveau**
Mayo Wrist Score	81,36	69,5	0,282

Die statistische Auswertung (Tabelle 7) der Ergebnisse des *Mayo Wrist Score* ergab einen um durchschnittlich 11,86 Punkte höheren Punktewert bei den *MMA*-Kämpfern, was einer geringeren Einschränkung des dominanten Handgelenks entspricht. Dieser Unterschied bezüglich des durchschnittlichen Wertes war, wie aus der Tabelle ersichtlich, aber nicht signifikant.

4.1.1.4.3.4 Michigan Hand Questionnaire

Tabelle 8 : Ergebnisse des *Michigan Hand Questionnaire* der elf *MMA*ler und zehn Boxer

	MMA	**Boxen**	**Signifikanzniveau**
MHQ General	91,58	87,61	**0,099**
MHQ Work	86,36	80,5	0,223
MHQ Pain	82,73	78	0,223
MHQ Appearance	90,91	94,37	0,973
MHQ Final	78,79	72,48	0,387
MHQ Outcome	87,55	83,8	0,152

Bei der Betrachtung der statistischen Auswertung des *Michigan Hand Questionnaire* (Tabelle 8) fällt auf, dass die Boxer in fünf der sechs Unterkategorien einen geringeren Punktwert erzielt haben, was größeren Einschränkungen oder Schmerzen entspricht. Diese Unterschiede sind jedoch nicht signifikant. Bezüglich der Unterkategorie *MHQ Gerneral* besteht aber ein Trend: Boxer haben größere Defizite im Vergleich zur *MMA*-Gruppe. Die einzige Kategorie, in der die Boxer eine höhere Zufriedenheit im Vergleich zu den *MMA*-Kämpfern angaben, war das „Aussehen“ (*MHQ Appearance*).

4.1.1.5 Trainingsstunden pro Woche

4.1.1.5.1 *MMA*ler

Die durchschnittliche Anzahl an Trainingsstunden pro Woche in der *MMA*-Gruppe betrug 19,5 Stunden (± 5,8 Stunden) (siehe Abb. 16).

4.1.1.5.2 Boxer

Die durchschnittliche Anzahl an Trainingsstunden pro Woche betrug bei den Boxern 8,5 Stunden (± 4,1 Stunden) (siehe Abb. 16).

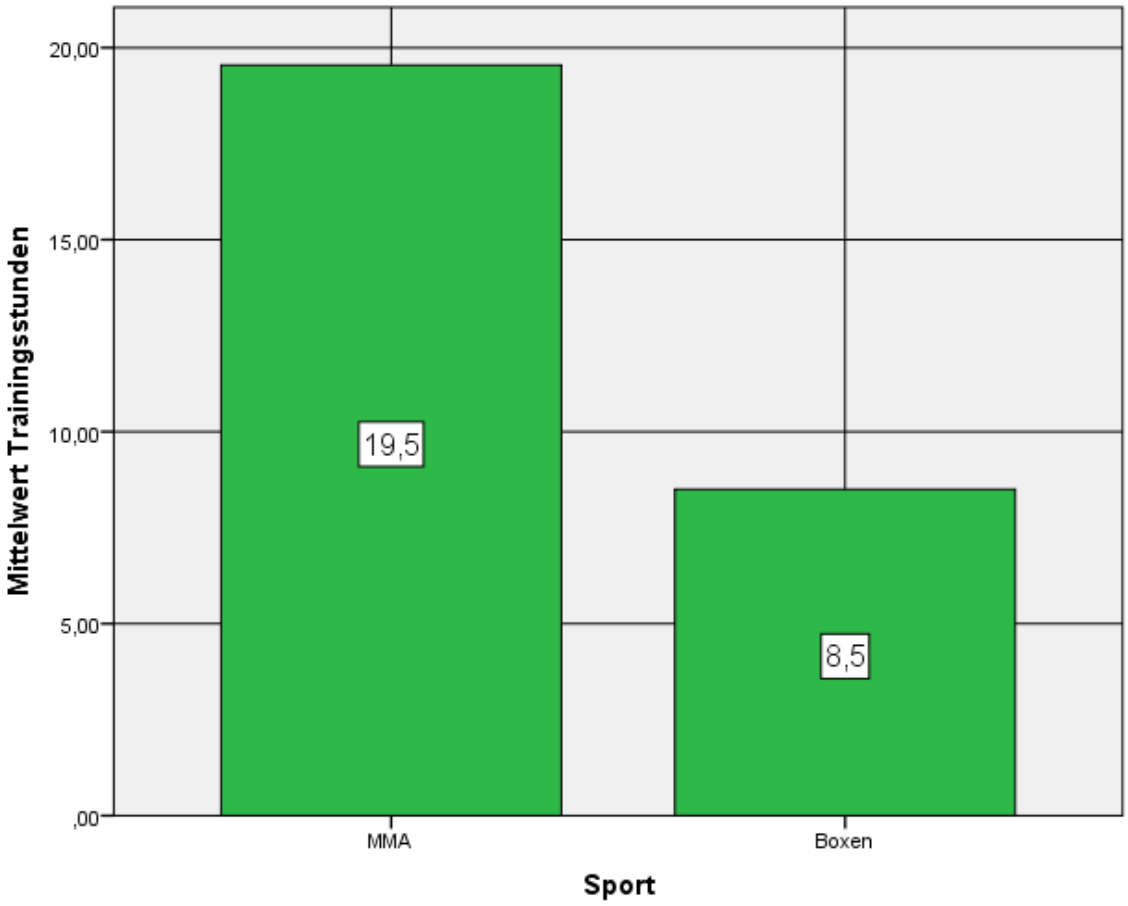

Abbildung 16 : Wöchentliche Trainingsstunden der elf *MMA*ler und zehn Boxer (Trainingsstunden (grün) in Stunden sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert)

4.1.1.5.3 Gruppenvergleich

Tabelle 9 : Wöchentliche Trainingsstunden der elf *MMA*ler und zehn Boxer

	MMA	**Boxen**	**Signifikanzniveau**
Trainingsstunden	19,5	8,5	**0,000**

Der aus Tabelle 9 ersichtliche signifikante Unterschied bezog sich auf den Parameter wöchentliche Trainingsstunden: Die durchschnittliche Trainingszeit in der Gruppe der *MMA*-Kämpfer war mit 19,5 Stunden pro Woche mehr als doppelt so hoch wie bei den Boxern (8,5 Stunden pro Woche), was einem signifikanten Unterschied entspricht (siehe Signifikanzniveau). Die berechnete Effektstärke entspricht mit r = 0,796 einem starken Effekt.

4.1.2 Klinische Untersuchung der Kollektive

4.1.2.1 Inspektion

4.1.2.1.1 *MMA*ler

Bei sechs *MMA*-Sportlern war die Inspektion der Hand unauffällig. Bei den übrigen fünf *MMA*-Kämpfern wurden folgende Auffälligkeiten beobachtet: Bei zwei Sportlern wurde eine unvollständige Flexion festgestellt. Von den drei übrigen Kämpfern wurden bei zweien eine Erhabenheit beziehungsweise Schwellung sowie bei einem eine Abweichung der Kontur des Handrückens beim Faustschluss festgestellt.

4.1.2.1.2 Boxer

Bei sieben Boxern war die Inspektion der Hand unauffällig. Bei den übrigen drei Boxern konnte folgende Auffälligkeiten festgestellt werden: Bei zwei Boxern war eine Narbe sichtbar und bei einem dritten wurde eine Erhabenheit im Bereich des Handgelenks beobachtet.

4.1.2.2 Palpation (inklusive TFCC-Lift- und Load-Test)

4.1.2.2.1 *MMA*ler

Die Palpation ergab bei sieben Kämpfern keine Auffälligkeiten. Drei *MMA*ler gaben eine Druckdolenz während der Untersuchung an. Des Weiteren war bei zwei Sportlern die bereits in der Inspektion auffällige Erhabenheit tastbar. Der *TFCC-Lift-Test* war bei zwei *MMA*-Sportlern an der linken Hand positiv und der *TFCC-Load-Test* nur bei einem dieser beiden an der linken Hand. Jedoch betrafen die positiven Tests bei beiden Kampfsportlern nicht die dominante Schlaghand.

4.1.2.2.2 Boxer

Die Palpation ergab bei acht Boxern keine Auffälligkeiten. Bei einem Boxer war die bereits in der Inspektion beschriebene Erhabenheit tastbar. Ein weiterer Boxer gab eine Druckdolenz während der Palpation an. Bei zwei Boxern war der *TFCC-Lift-Test* positiv, jedoch in beiden Fällen nicht für die dominante Schlaghand.

4.1.2.3 Sensibilität

4.1.2.3.1 *MMA*ler

Acht *MMA*-Kämpfer gaben während der Untersuchung keine sensiblen Ausfälle an. Drei Sportler gaben lokalisierte sensible Ausfälle an, wobei bei einem nicht die dominante Schlaghand betroffen war.

4.1.2.3.2 Boxer

Alle zehn Boxer gaben während der Untersuchung keine sensiblen Ausfälle an.

4.1.2.4 Kraft

4.1.2.4.1 *MMA*ler

Bei allen *MMA*-Kämpfern ergab die Krafteinteilung nach Janda für beide Seiten den Wert 5, was einer maximalen Kraft entspricht.

4.1.2.4.2 Boxer

Die Krafteinteilung nach Janda ergab für alle Boxer den Wert 5 für beide untersuchten Seiten.

4.1.2.5 Bewegungsumfang (Range of Motion)

4.1.2.5.1 *MMA*ler

Die Untersuchung der Beweglichkeit bei den *MMA*lern ergab folgende Ergebnisse (Abb.17): Die *Range of Motion* der dominanten Schlaghand betrug im Mittel 61°/0°/71° (± 16°/0°/11°) für Dorsalextension und Palmarflexion sowie 43°/0°/26° (± 11°/0°/7°) für Ulnarabduktion und Radialabduktion.

4.1.2.5.2 Boxer

Die Untersuchung der Beweglichkeit ergab folgende in Abbildung 17 dargestellte Ergebnisse: Die *Range of Motion* der dominanten Schlaghand der Boxer betrug im Mittel 60°/0°/69° (± 0°/0°/9°) für Dorsalextension und Palmarflexion sowie 37°/0°/27° (± 7°/0°/5°) für Ulnarabduktion und Radialabduktion.

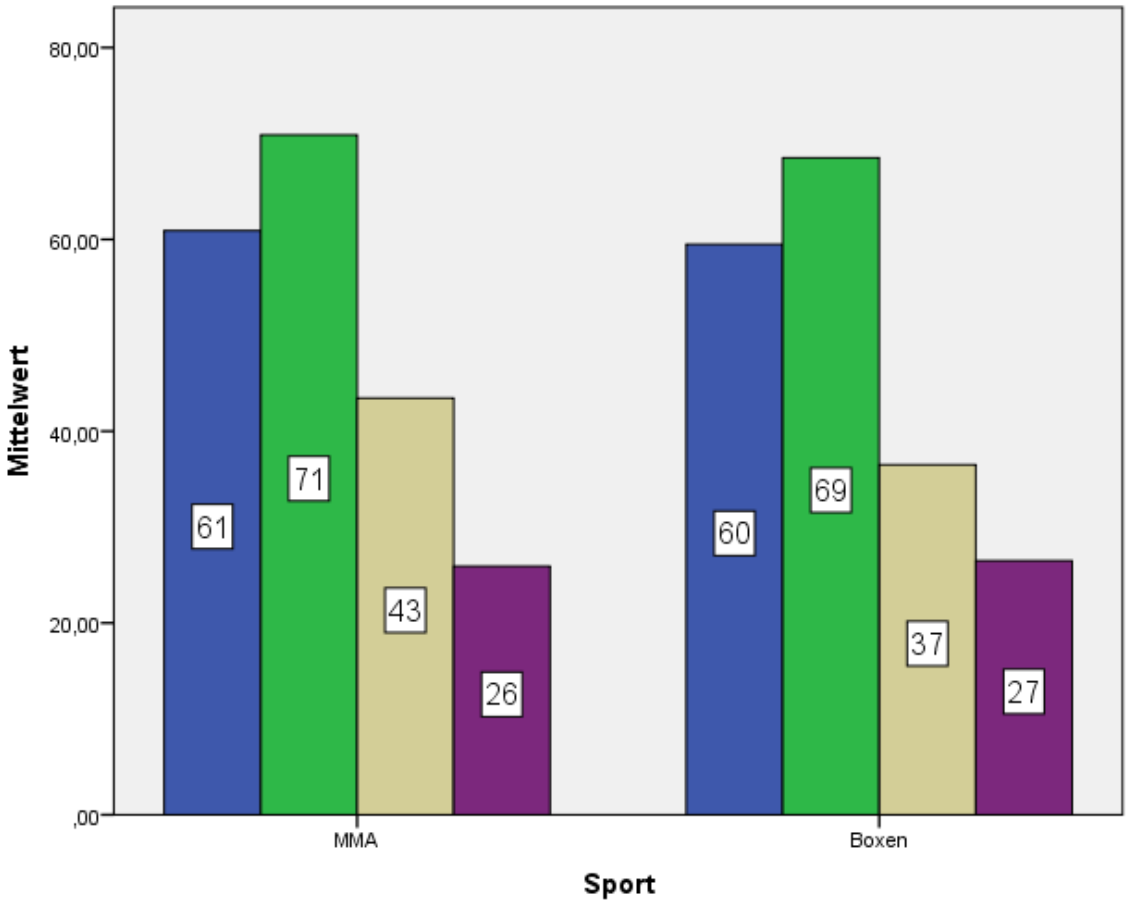

Abbildung 17 : *Range of Motion* der elf *MMA*ler und zehn Boxer (Dorsalextension (blau) in Grad, Palmarflexion (grün) in Grad, Ulnarabduktion (beige) in Grad, Radialabduktion (lila) in Grad sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert)

4.1.2.5.3 Gruppenvergleich

Tabelle 10 : *Range of Motion* der elf *MMA*ler und zehn Boxer

	MMA	**Boxen**	**Signifikanzniveau**
Dorsalextension (°)	61	60	0,512
Palmarflexion (°)	71	69	0,705
Ulnarabduktion (°)	43	37	0,197
Radialabduktion (°)	26	27	0,557

Die Untersuchung der *Range of Motion* ergab für beide Sportlergruppen ähnliche Ergebnisse (siehe Tabelle 10). Den größten Unterschied gab es bei der Ulnarabduktion, die im Schnitt bei den *MMA*lern um 6° größer war. Keiner der festgestellten Unterschiede bezüglich der Beweglichkeit des Handgelenks war signifikant.

4.2 MRT-Auswertung

4.2.1 Bänder

4.2.1.1 MMAler

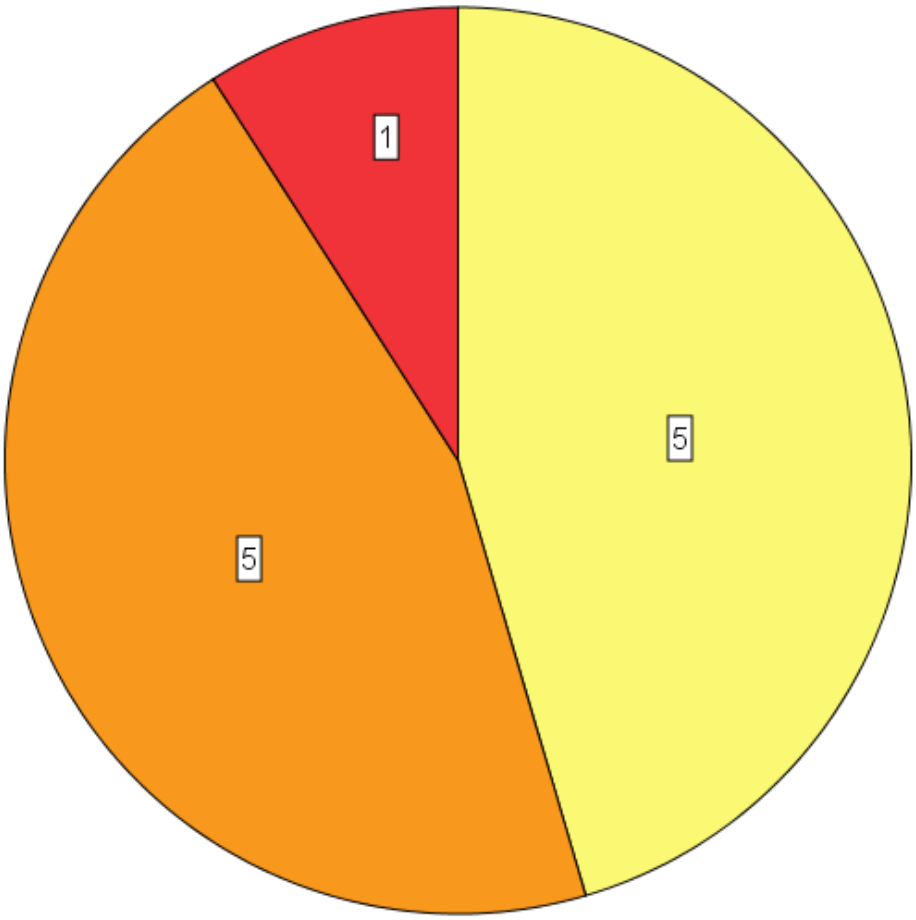

Abbildung 18 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Bänder" (Grad I (gelb), Grad II (orange), Grad III (rot) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der *MMA*ler (n=11)

Die Auswertung nach Fredericson ergab für die Kategorie „Bänder“ folgende Ergebnisse (Abb.18): Bei fünf *MMA*-Kämpfern (45,45%) wurde eine degenerative Veränderung des Grades I festgestellt. Bei weiteren fünf Sportlern zeigte sich eine degenerative Veränderung des Grades II und bei einem (9,09%) eine dem Grad III entsprechende Degeneration. Es gab keinen Kämpfer bei dem sich keine Veränderungen degenerativer Art (Grad 0) zeigten.

4.2.1.2 Boxer

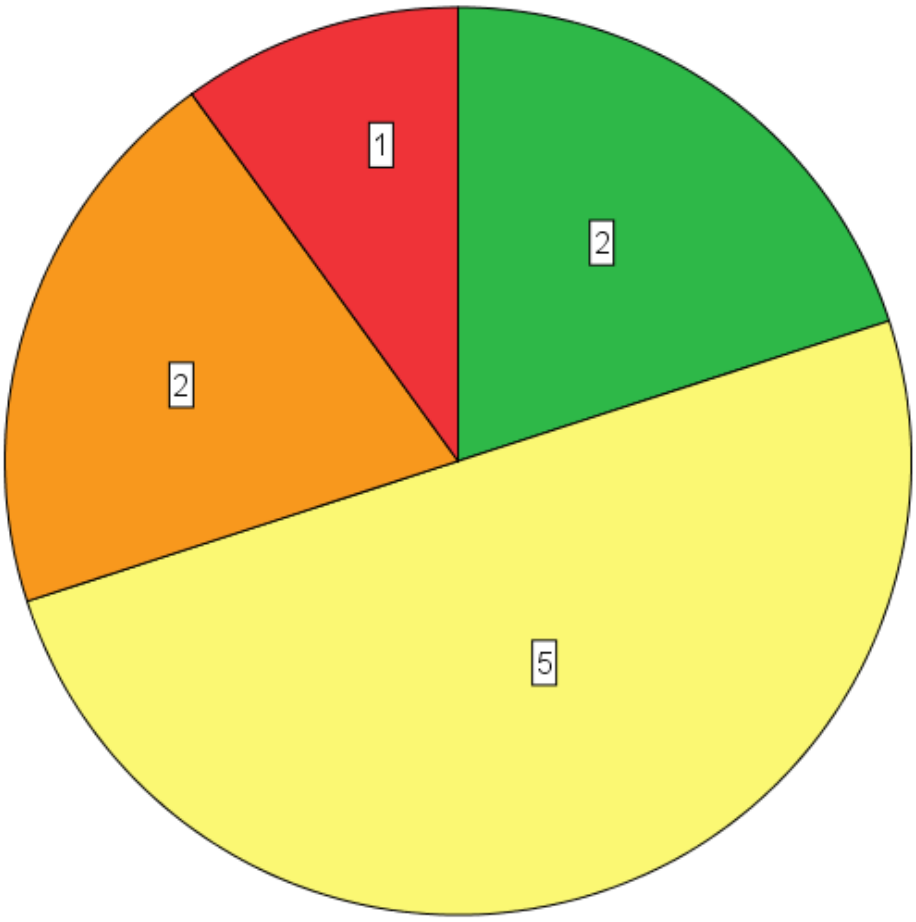

Abbildung 19 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Bänder" (Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange), Grad III (rot) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der Boxer (n=10)

In der Gruppe der Boxer zeigte sich folgende Verteilung (Abb. 19): bei zwei Sportlern wurden keine degenerativen Veränderungen festgestellt (20%). Bei 50% der Sportler wurden Veränderungen des Grades I in der MRT-Untersuchung gefunden. Bei zwei Boxern wurde eine degenerative Veränderungen des Grades II und bei einem des Grades III diagnostiziert.

4.2.1.3 Gruppenvergleich

Die festgestellten Unterschiede bezüglich der Schwere der degenerativen Veränderungen an den Bändern der Hand und des Handgelenks zwischen beiden Sportarten waren nicht signifikant. Die exakte Signifikanz für die Kategorie „Bänder“ betrug 0,251.

4.2.2 Sehnen

4.2.2.1 MMAler

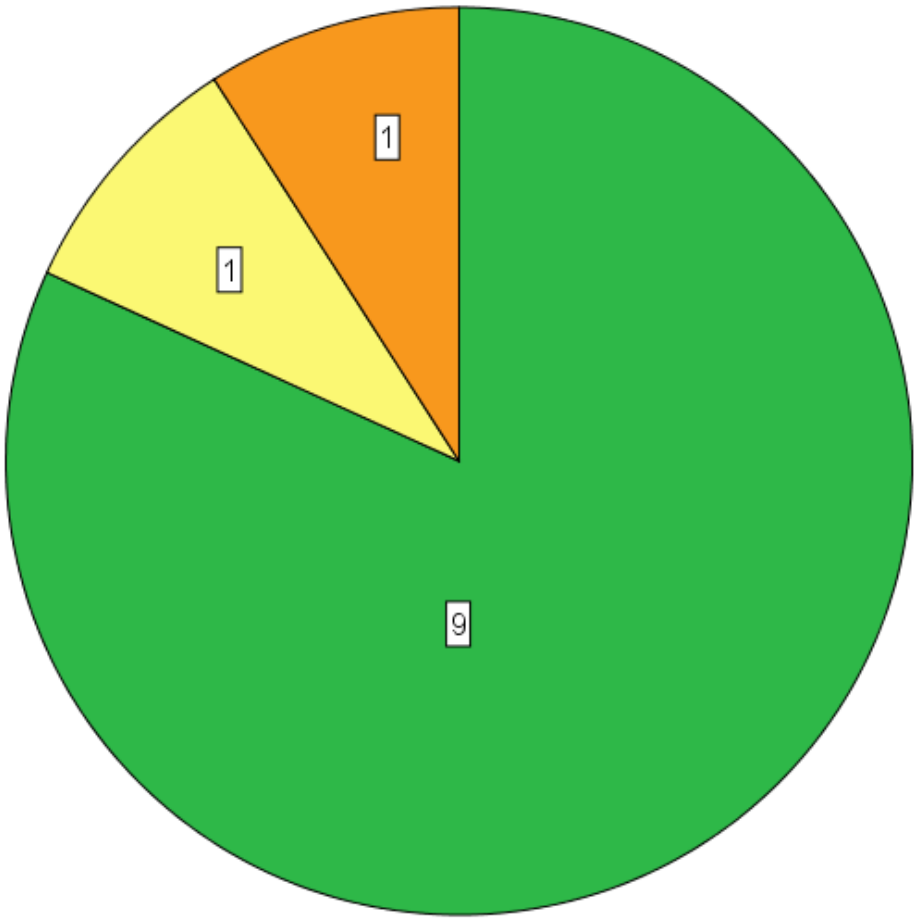

Abbildung 20 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Sehnen" (Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der *MMA*ler (n=11)

Für die Kategorie „Sehnen“ zeigten sich bei den *MMA*-Kämpfern folgende Verteilung der Grade nach Fredericson (Abb. 20): Bei 81,82% zeigten sich keine degenerativen Veränderungen (Grad 0). Bei den restlichen zwei Sportlern zeigten sich einmal degenerative Veränderungen, die dem Grad I nach Fredericson entsprachen, und einmal solche, die dem Grad II entsprachen. Degenerative Veränderungen des Grades III wurden bei keinem aus der Gruppe der *MMA*ler festgestellt.

4.2.2.2 Boxer

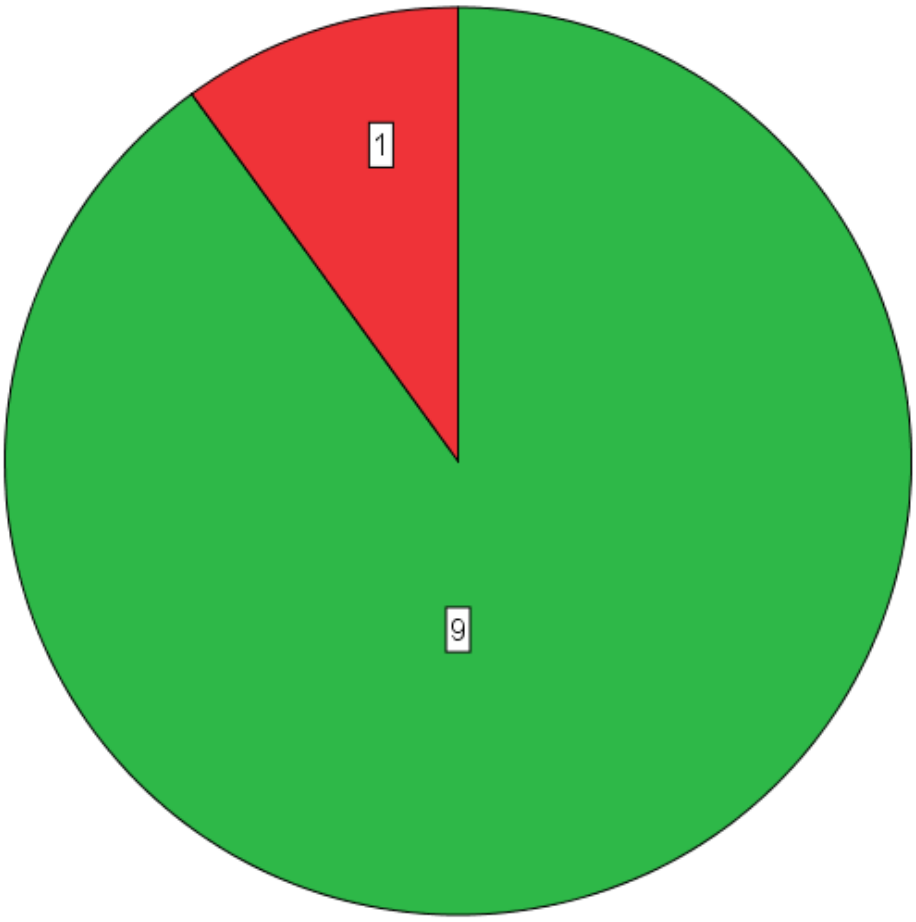

Abbildung 21 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Sehnen" in der Gruppe der Boxer

Wie aus Abbildung 21 ersichtlich zeigten sich bei 90% der Boxer in der Kategorie „Sehnen“ keine degenerativen Veränderungen, was dem Grad 0 nach Fredericson entsprach. Bei nur einem Boxer wurden schwere degenerative Veränderungen gefunden.

4.2.2.3 Gruppenvergleich

In der dieser Kategorie war die Verteilung der Schweregrade nach Fredericson sehr ähnlich zwischen beiden Gruppen. Die statistische Auswertung der Unterschiede zwischen beiden Sportlergruppen ergab somit keine Signifikanz. Die exakte Signifikanz betrug 0,809.

4.2.3 Knochen

4.2.3.1 MMAler

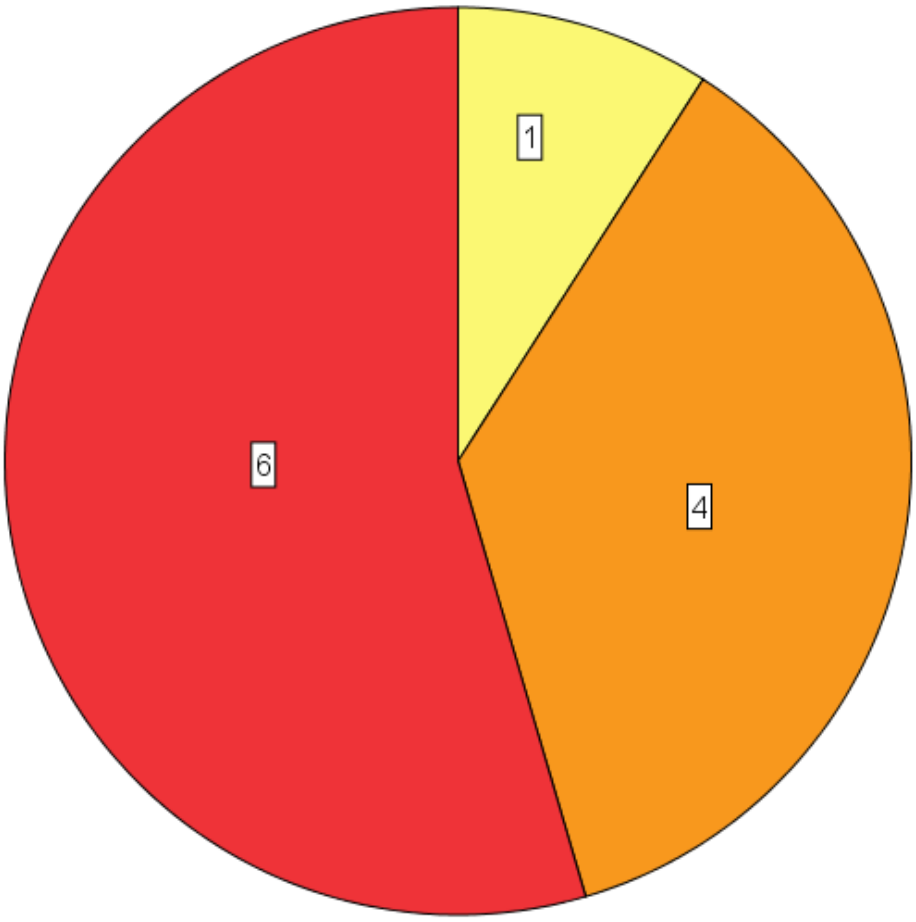

Abbildung 22 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Knochen"(Grad I (gelb), Grad II (orange), Grad III (rot) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der *MMA*ler (n=11)

In der Kategorie „Knochen“ zeigten sich degenerative Veränderungen (siehe Abb. 22). Bei 54,55% zeigten sich im MRT Veränderungen des Grades III. Von den restlichen fünf Kampfsportlern wurden bei vier Kämpfern degenerative Veränderungen des Grades II nach Fredericson und bei einem eine Degeneration des Grades I festgestellt. Bei keinem der elf Kämpfer wurde somit keine degenerative Veränderung diagnostiziert.

4.2.3.2 Boxer

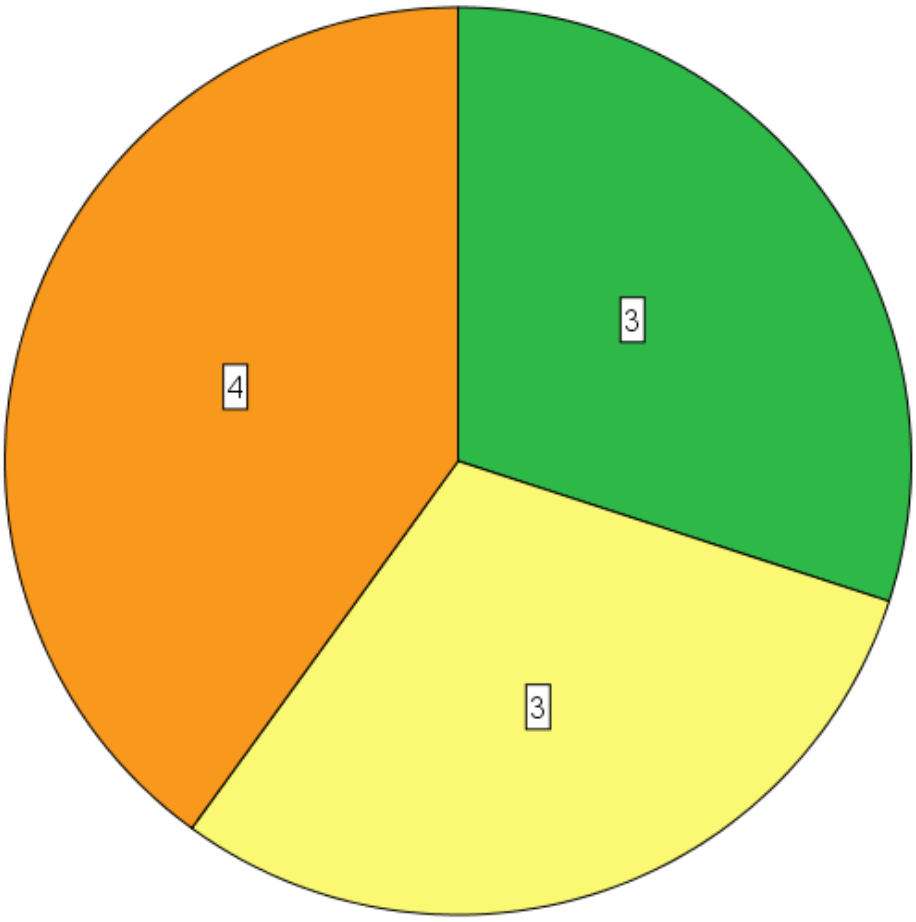

Abbildung 23 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Knochen"(Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der Boxer (n=10)

Bei der Untersuchung der Kategorie „Knochen“ zeigte sich eine relativ gleichmäßige Verteilung auf die Grade 0 bis II (siehe Abb. 23): Jeweils drei Boxer hatten keine degenerativen Veränderungen beziehungsweise Veränderungen, welche dem Grad I nach Fredericson entsprachen. Die restlichen 40% der Gruppe hatten Veränderungen des Grades II. Bei keinem Boxer wurden Veränderungen in der Untersuchung gefunden, die dem Grad III entsprachen.

4.2.3.3 Gruppenvergleich

Die festgestellten Unterschiede bezüglich der Schwere der degenerativen Veränderungen in der Kategorie „Knochen“ waren signifikant. Die exakte Signifikanz betrug 0,002. Die Effektstärke r betrug 0,667, womit ein starker Effekt zugrunde liegt.

4.2.4 Faserknorpel

4.2.4.1 MMAler

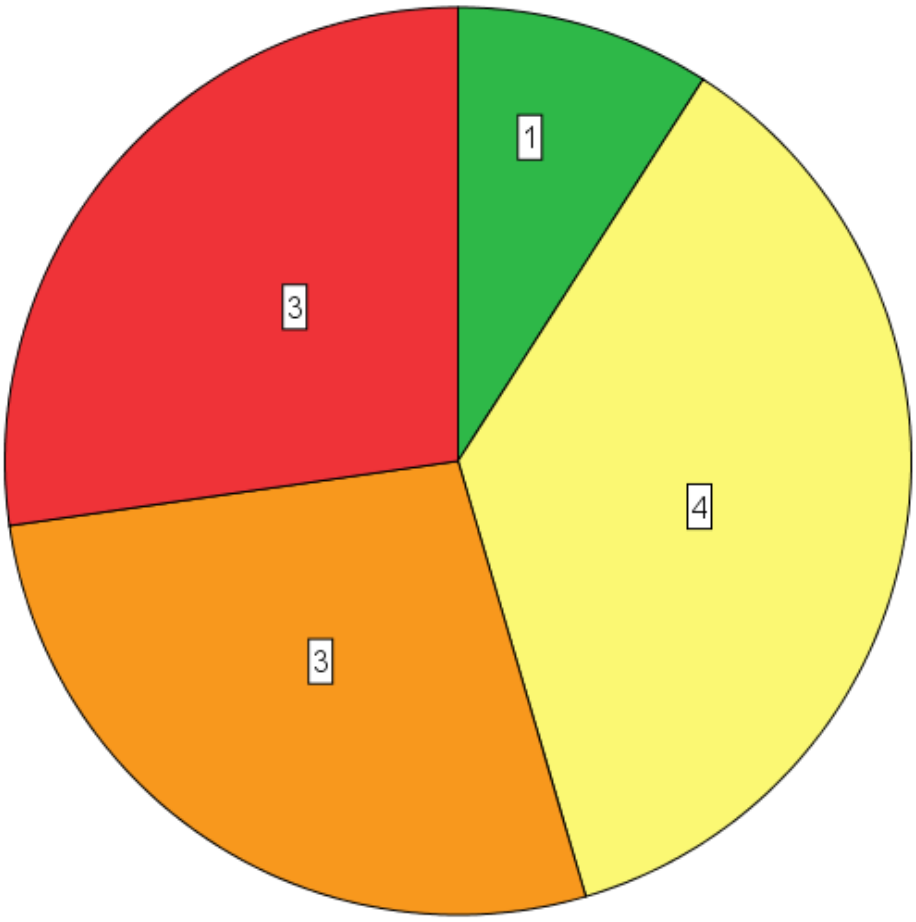

Abbildung 24 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Faserknorpel" (Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange), Grad III (rot) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der *MMA*ler (n=11)

Für die Kategorie „Faserknorpel“ ergab die Auswertung der MRTs folgende Verteilung der Grade nach Fredericson (Abb. 24): Am häufigsten kam Grad I mit 36,36% vor. Schwerwiegendere Veränderungen kamen bei sechs Sportlern vor, wobei jeweils dreimal Grad II und Grad III festgestellt wurde. Nur bei einem *MMA*-Kämpfer zeigten sich keine degenerativen Veränderungen.

4.2.4.2 Boxer

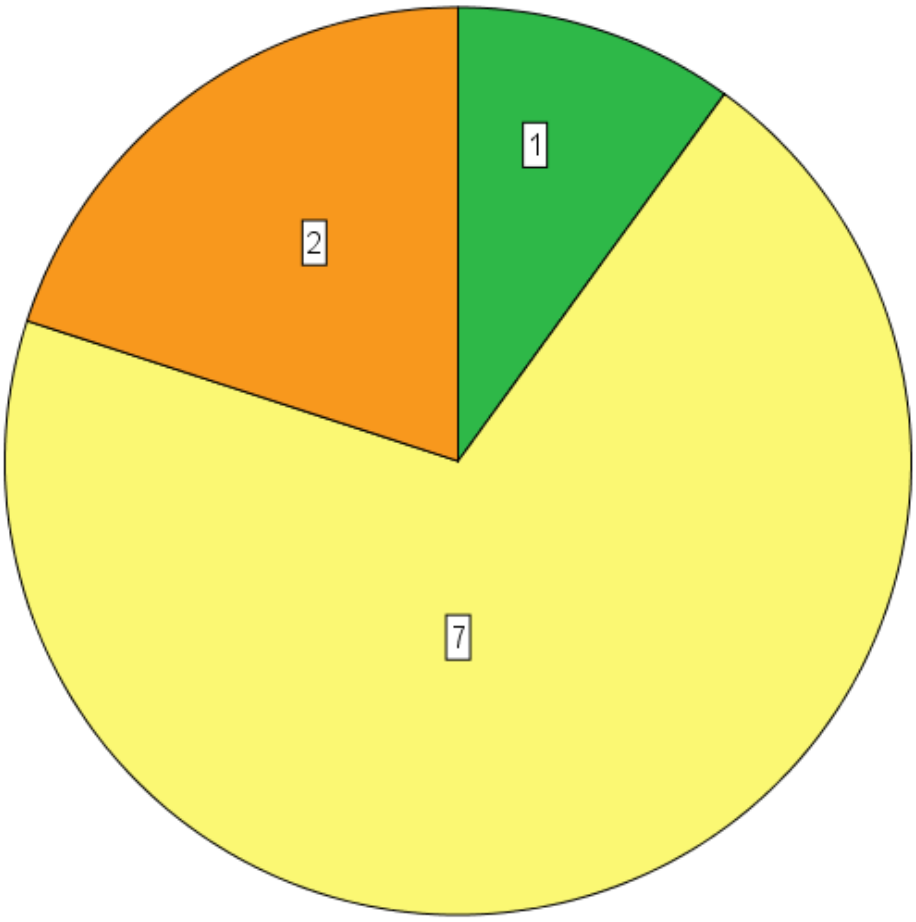

Abbildung 25 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Faserknorpel" (Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der Boxer (n=10)

Die Auswertung der MRT-Untersuchung ergab bei den Boxern folgende Verteilung (Abb. 25): Mit 70% kamen Veränderungen des Grades I am häufigsten vor. Bei zwei Boxern zeigten sich Veränderungen dem Grad II entsprechend. Bei einem Boxer wurden keine degenerativen Veränderungen festgestellt (Grad 0). Bei keinem der Boxer lagen schwere degenerative Veränderungen (Grad III) vor.

4.2.4.3 Gruppenvergleich

In der Kategorie „Faserknorpel“ zeigte sich ebenfalls ein Unterschied zwischen beiden Sportlergruppen. Die Auswertung der MRT-Bilder der schmerzhaften Schlaghand ergab bei den *MMA*lern schwere degenerative Veränderungen am *TFCC* im Vergleich zu den Boxern. Die exakte Signifikanz ergab den Wert 0.152, womit die Unterschiede in der Verteilung bezogen auf Schwere der degenerativen Veränderungen nicht signifikant waren.

5 Diskussion

5.1 Vergleich der Anamnese der Kollektive und sich daraus ergebende Risiken

5.1.1 Anamnese der *MMA*ler und Boxer im Vergleich

5.1.1.1 Patientenkollektiv

Die statistische Auswertung der Stammdaten ergibt keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Sportarten. Jedoch muss der Einfluss von Parametern wie Alter, Gewicht, Erfahrung oder Anzahl der Kämpfe auf das Auftreten von Verletzungen beziehungsweise degenerativen Veränderungen weiterhin beachtet werden. Nicht nur für *MMA* und Boxen, sondern auch für andere Sportarten wie beispielsweise Turnen und Golf wurden bereits Risikofaktoren bestimmt, welche zu einer Erhöhung der Verletzungswahrscheinlichkeit führen.

Die Altersstruktur beider Gruppen zeigt Unterschiede: Die *MMA*-Kämpfer sind im Schnitt 4,4 Jahre älter als die Boxer. DiFiori et al. zeigte, dass bei Turnern mit steigendem Alter Handgelenksschmerzen signifikant häufiger auftreten [75]. Dies könnte auch eine potentieller Einflussfaktor auf das Auftreten degenerativer Veränderungen in beiden hier untersuchten Sportlergruppen sein, da der Einfluss des Alters auf das Auftreten von Verletzungen allgemein schon gezeigt werden konnte [2, 51]. Ein weiterer Faktor, der das Auftreten von Handgelenksschmerzen bspw. bei Turnern signifikant beeinflusst, ist das Alter bei Beginn der Sportausübung [75]. Übertragen auf die beiden Gruppen ist die Erfahrung beziehungsweise die Zeit seit Beginn mit dem Kampfsport sehr ähnlich (6,5 Jahre *MMA* versus 6,1 Jahre Boxen), aber aufgrund der unterschiedlichen Altersstruktur waren die *MMA*-Kämpfer im Schnitt älter als sie mit der Sportart *MMA* begannen. Setzt man die Annahmen vom Turnen voraus, so könnte sowohl das höhere Alter als auch das höhere Alter zu Beginn mit dem Kampfsport die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Handgelenksschmerzen gesteigert haben. Ob die *MMA*ler vor dem Beginn mit *MMA* bereits einen anderen Kampfsport betrieben haben und wenn ja, welchen Einfluss das auf die Schwere der degenerativen Veränderungen haben könnte, lässt sich an diesem Punkt nicht weiter diskutieren, dies in der Anamnese nicht erfragt wurde.

Ein weiterer Faktor, der zu einer signifikanten Erhöhung der Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Handgelenksschmerzen und Verletzungen führt, ist das Gewicht. Bei jungen Ruderern stieg das Risiko einer akuten, jedoch nicht Handgelenkspezifischen Verletzung mit steigendem Gewicht signifikant an [81] und bei Turnern die Wahrscheinlichkeit des Auftretens von Handgelenksschmerzen [75]. Da das Gewicht sich in beiden Gruppen um weniger als ein Kilogramm unterscheidet, ist davon auszugehen, dass das Gewicht eine eher untergeordnete Rollte in Bezug auf Unterschiede bezüglich des Auftretens von Handgelenksschmerzen und -verletzungen beziehungsweise degenerativen Veränderungen spielt, auch wenn für *MMA* ein Einfluss auf die Verletzungsrate allgemein durch das Gewicht gezeigt werden konnte [53].

Der Einfluss von Wettkämpfen auf das Auftreten von Verletzungen ergab für die Sportarten Tennis, Tischtennis und Badminton einen signifikanten Einfluss [79]. Der Einfluss durch die Anzahl von Kämpfen muss in diesem Kollektiv jedoch kontrovers diskutiert werden: Obwohl die Boxer im Schnitt 14,2 Kämpfe mehr bestritten, sind die beobachteten degenerativen Veränderungen in dieser Sportart nicht signifikant vermindert im Vergleich zu den *MMA*lern. Für Boxer konnte bereits gezeigt werden, dass die Verletzungsrate von der Anzahl der Kämpfe beeinflusst wird [51]. Für Wettkämpfe beim *MMA* konnte gezeigt werden, dass die Verletzungsrate bei Titelkämpfen gegenüber Nicht-Titelkämpfen erhöht ist [53]. Der Einfluss dieses potentiellen Faktors auf das Entstehen von degenerativen Veränderungen kann jedoch nicht weiter diskutiert werden, da in der Anamnese der *MMA*-Kämpfern nicht zwischen Titel- und Nicht-Titelkämpfen unterschieden wurde. Somit bleibt die Frage offen, inwiefern sich die Anzahl der Kämpfe auf die Schwere der degenerativen Veränderungen ausgewirkt haben könnte.

Die Körpergröße hat bei jungen Ruderern einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von akuten, nicht Handgelenkspezifischen Verletzungen: Die Verletzungswahrscheinlichkeit nimmt mit steigender Körpergröße zu [81]. Ein Einfluss der Körpergröße bezogen auf die beiden Sportlergruppen kann jedoch nicht diskutiert werden, da die Körpergröße nicht erfasst wurde.

5.1.1.2 Vorerkrankungen

Der Vergleich der berichteten Verletzungen zwischen beiden Gruppen zeigt, dass es zu ähnlichen Verletzungen in Form von Kapselverletzungen, Frakturen beziehungsweise Prellungen der Mittelhandknochen sowie Verletzungen des *TFCC* kommt. Größere

Unterschiede im Verletzungsmuster und der Verletzungshäufigkeit zeigen sich zwischen beiden Gruppen nicht. Die weiter oben diskutierten Einflussfaktoren wie Alter, Alter zu Beginn der Sportausübung, Anzahl der Kämpfe sowie Gewicht müssen auch bei den Vorerkrankungen berücksichtigt werden. Ein weiterer Faktor ist die Tatsache, dass die Dokumentation der vorherigen Verletzungen nur auf der Anmanese durch die Sportler selbst beruht und keine ärztliche Dokumentation vorliegt.

5.1.1.3 Sozialanamnese (Beruf, Hobbys)

Vergleicht man die Berufe der beiden Sportlergruppen so fällt auf, dass in der Gruppe der *MMA*-Kämpfer sechs Sportler den Sport professionellem Niveau betreiben. Im Vergleich dazu ist es nur ein Sportler in der Gruppe der Boxern. Für andere Sportarten wie Golf und Turnen konnte gezeigt werden, dass das Leistungsniveau einen signifikanten Einfluss auf das Auftreten von Verletzungen hat. Professionelle Golfer verletzten sich häufiger, wobei die Hand beziehungsweise das Handgelenk signifikant häufiger betroffen waren [80]. Das selbe konnte für junge Turner gezeigt werden, welche sich mit steigendem Leistungsniveau signifikant häufiger verletzten [75]. Bezieht man diese Tatsache auf die beiden Sportlergruppen, so könnte es durch die höhere Anzahl an Profis unter den *MMA*lern zu einer Beeinflussung der degenerativen Veränderungen gekommen sein. Ein solcher Einfluss konnte im Bereich des *MMA* für das Auftreten von Verletzungen ebenfalls schon gezeigt werden [1, 54].

In der Gruppe der Boxer ist ein Boxer professioneller Trainer und ein anderer Boxer KFZ-Mechaniker. Diese beiden Berufe beinhalten durchaus eine höhere Belastung im Vergleich zu den übrigen Berufen der anderen Boxer. Auch in der Gruppe der *MMA*-Kämpfer gibt es zwei professionelle Trainer, bei denen diese Annahme ebenfalls gilt. Die Unterschiede bezüglich der Berufe in beiden Gruppen könnte eine Rolle spielen, da gezeigt werden konnte, dass Drücken und Ziehen [78] sowie Krafteinwirkung und Wiederholung [77] während der Arbeit das Auftreten von Handgelenksschmerzen signifikant beeinflussen.

Der Vergleich der Hobbys der beiden Kampfsportlergruppen zeigt, dass die Boxer in ihrer Freizeit keiner weiteren Belastung ihrer Handgelenke durch andere Sportarten ausgesetzt sind. Im Gegensatz dazu ist dies in der Gruppe der *MMA*ler nicht der Fall, da sechs der elf Sportler noch zusätzliches Training in Subsportarten betreiben, welche zu einer zusätzlichen Belastung ihrer Handgelenke führen. Dies führt dazu, dass die

effektive Trainingsstundenzahl pro Woche noch höher liegt als bereits in der Anamnese angegeben.
Zusammengefasst führen die weiteren körperlichen Aktivitäten bei den *MMA*-Kämpfern zu einer deutlich erhöhten Belastung der Handgelenke im Vergleich zu den Boxern. Dies könnte ein weiterer Faktor sein, der zu den festgestellten Unterschieden bezüglich der Schwere der degenerativen Veränderungen geführt haben könnte.

5.1.1.4 Einfluss der Handgelenksschmerzen auf den Alltag

Bezüglich der erhoben klinischen Scores ergeben sich keine signifikanten Unterschiede zwischen den untersuchten Gruppen. Jedoch besteht der Trend, dass Boxer höhere Punktzahlen im *DASH Score* erzielen. Das gleiche gilt für den *MHQ Gerneral*: In dieser Unterkategorie des *Michigan Hand Questionnaire* erzielen Boxer einem Trend folgend niedrigere Werte, was mit einer größeren Einschränkung zu vereinbaren ist. Fasst man die Aussagen der einzelnen Scores zusammen, kann man schlussfolgern, dass die Boxer im Vergleich zu den *MMA*-Kämpfern mehr Einschränkungen und Schmerzen angeben. Um die Aussagen der Scores interpretieren zu können, kann man unterschiedliche Studien betrachten: Beispielsweise für die Griffstärke konnte eine negative Korrelation mit dem *DASH Score* gezeigt werden [100]. Somit liegt die Annahme nahe, dass bei den Boxern eine erhöhte Einschränkung der Funktionalität des Handgelenks im Vergleich zu den *MMA*-Kämpfern vorliegt, welche sich jedoch nicht in der Beweglichkeitstestung widerspiegelt. Des Weiteren zeigt sich, dass sich der *MHQ* gegenüber dem *DASH Score* besser eignet, um funktionelle Veränderungen zu bestimmen [101]. Auch hier zeigt sich der genannte Unterschied zwischen den beiden Kampfsportgruppen, der sich aber auch in diesem Fall nicht in der *Range of Motion* bestätigen lässt.
Die generell erhöhten Werte des *Quick DASH Score* gegenüber dem *DASH Score* in beiden Gruppen sind ein typischer Unterschied zwischen beiden Varianten dieses Fragebogens: Es zeigte sich jedoch, dass beide gleichwertig sind und sich der *DASH Quick* sogar aufgrund seiner durchschnittlich höheren Punktezahl besser zu Detektion kleinerer Veränderungen eignet [102]. Der Unterschied zwischen beiden untersuchten Sportlergruppen ist in beiden Varianten des Tests gleich und entspricht einem Punktwert von circa zehn Punkten, wodurch der auch im *MHQ* gezeigte Unterschied bezüglich Einschränkungen und Schmerzen zwischen beiden Sportarten bestätigt wird.

Der Unterschied bezüglich Einschränkung und Schmerzen spiegelt sich bei der Auswertung der MRT-Bilder jedoch nicht wider. Vielmehr zeigen die MRT-Bilder der *MMA*ler größere degenerative Veränderungen als die der Boxer in der Vergleichsgruppe. Somit ist die Klinik beziehungsweise die Ergebnisse der klinischen Scores (*DASH, Mayo Wrist, MHQ)* nicht mit der Schwere der Degeneration in den einzelnen Gruppen zu vereinbaren. Gründe hierfür könnten beispielsweise unterschiedliches Schmerzempfinden oder auch unterschiedlich starke Adaptation an die Einschränkungen sein. Die Inkongruenz von Bildgebung und Klinik ist nicht neu: In einer Studie mit Sportlern ohne Schmerzen oder anderweitigen Symptomen im Bereich der Hand und des Handgelenks zeigten sich bei allen untersuchten Athleten mindestens milde degenerative Veränderungen [82]. Diese Tatsache wurde in einer weiteren Studie mit Probanden ohne jegliche Probleme im Bereich des Handgelenks bestätigt, in der sich das hohe Vorkommen klinisch stummer Befunde in der Bildgebung ebenfalls zeigte [89].

5.1.1.5 Wöchentliche Trainingsstunden

Die statistische Auswertung der in der Anamnese erfragten Trainingsparameter, ergibt bis auf eine Ausnahme keine signifikanten Unterschiede zwischen den *MMA*-Kämpfern und den Boxern. Ausnahme ist der signifikante Unterschied zwischen den beiden Gruppen bei den wöchentlichen Trainingsstunden zu finden, welche bei den *MMA*lern fast doppelt so hoch sind. Dieser Umstand kann dadurch erklärt werden, dass die *MMA*-Kämpfer nicht nur Faustkampf, sondern auch Bodenkampf und Fußkampftechniken trainieren. Somit bewirkt die fast doppelt so hohe Trainingszeit pro Woche nicht automatisch eine doppelt so hohe Belastung für Hand und Handgelenk im Vergleich zum Boxen. Die effektive wöchentliche Trainingszeit wird jedoch in der Gruppe der *MMA*-Kämpfer noch zusätzlich durch das Extratraining in Unterdisziplinen des *MMA* gesteigert, welche jedoch bei der statistischen Analyse nicht mitberechnet wurde.

In verschiedenen Studien über Handgelenksbelastende Sportarten wie Golf, Rudern und Turnen zeigte sich, dass das Trainingsausmaß einen signifikanten Einfluss auf die Verletzungswahrscheinlichkeit hat. Je mehr Zeit die Sportler im Training verbringen, desto höher ist das Verletzungsrisiko: Für Turnern steigt das Risiko mit der Anzahl wöchentlicher Trainingsstunden [75] und für Golfer steigt das selbige mit steigender Zeit auf dem Platz beziehungsweise der *Driving Range* sowie der Anzahl wöchentlicher

Golfrunden oder geschlagener Bälle [80]. Bei Ruderern steigt das Verletzungsrisiko, egal ob akut oder durch Überbelastung, ab einer bestimmten Anzahl von wöchentlichen Trainingseinheiten sowie mit steigender Anzahl von Monaten, die die Ruderer auf dem Wasser trainieren [81]. Überträgt man dies auf die beiden hier verglichenen Sportlergruppen, liegt es nahe, dass der signifikante Unterschied bezüglich der wöchentlichen Trainingszeiten sich auch auf die Schwere der degenerativen Veränderungen auswirkt haben könnte.

Den positiven protektiven Einfluss von adäquatem Aufwärmen beziehungsweise effektivem Dehnen auf das Verletzungsrisiko konnte in Studien über Turnen, Rudern und Schlagsportarten gezeigt werden: Das Verletzungsrisiko sinkt signifikant bei Golfern, die sich mehr als zehn Minuten aufwärmen [80], bei Ruderern, die sich täglich mehr als zehn Minuten oder mehr als 15 Minuten nach dem Training dehnen [81], sowie bei Tennis-, Tischtennis- und Badmintonspielern, die sich vor dem Spiel adäquat aufwärmen [79]. Der protektive Einfluss von adäquatem Aufwärmen durch Dehnungsübungen kann im vorliegenden Fall nicht diskutiert werden, da die Gewohnheiten bezüglich des Aufwärmprogramms in beiden Gruppen nicht erfragt wurden.

5.1.2 Vergleich der klinischen Untersuchung der Kollektive

5.1.2.1 Inspektion

Die Inspektion der Gruppen unterschied sich bezüglich der anatomischen Einschränkungen und Veränderungen, welche bei den *MMA*-Kämpfern häufiger und schwerwiegender waren. Dies könnte Ausdruck der unterschiedlichen Belastung für Hand und Handgelenk sein.

5.1.2.2 Palpation (inklusive TFCC-Lift- & -Load-Test)

Das vermehrte Vorkommen von Druckdolenz (vier von elf) während der Palpation bei den *MMA*-Kämpfern könnte durch die vermehrten degenerativen Veränderungen hervorgerufen werden, welche sich jedoch nicht in den klinischen Scores widergespiegelt haben.

Die positiven Tests bezüglich einer Verletzung des *TFCC* zeigen, dass es vermutlich auch zu vermehrter Belastung und degenerativen Veränderungen an der nicht dominanten Schlaghand der Sportler kommt.

5.1.2.3 Sensibilität

Die sensiblen Ausfälle, die nur in der Gruppe der *MMA*-Kämpfer auftraten, könnten Anzeichen dafür sein, dass es nicht nur zu degenerativen Veränderungen an Ligamenten, Sehnen, Knochen und Faserknorpel gekommen ist, sondern auch zu Veränderungen an Nerven, wobei anamnestisch keine Engpasssyndrome oder Voroperationen in diesen Gebieten bekannt waren. Zu solchen Veränderungen an Nerven scheint es bei den Boxern nicht gekommen zu sein.

5.1.2.4 Kraft

Es konnten keine Veränderungen bezüglich der Krafteinteilung nach Janda in beiden Sportlergruppen festgestellt werden. Somit scheint die Belastung in beiden Gruppen keine Auswirkung auf die Kraftgrade nach Janda bezogen auf das Handgelenk zu haben.

5.1.2.5 Bewegungsumfang (Range of Motion)

Der Vergleich des Bewegungsumfangs zwischen beiden Sportlergruppen zeigte bis auf den Wert der Ulnarabduktion nur ein bis zwei Grad Abweichung. Die um sechs Grad höhere Ulnarabduktion bei den *MMA*-Kämpfern könnte als Auswirkung oder Grundlage der vermehrten Belastung des ulnaren Anteil des Handgelenks gewertet werden: Diese vermehrte Belastung im Vergleich zu den Boxern könnte als Folge eine vermehrte Beweglichkeit durch gesteigerte Flexibilität der Bänder haben oder die vermehrte Flexibilität könnte Grundlage der vermehrten degenerativen Veränderung sein. Dass die *Range of Motion* durchaus Einfluss auf die Funktionalität des Handgelenks hat, konnte für die Griffstärke gezeigt werden, wobei hier eine positive Korrelation vorliegt [100]. Die daraus abgeleitete erhöhte beziehungsweise geringfügiger eingeschränkte Funktionalität in der Gruppe der *MMA*-Kämpfer steht im Widerspruch zu den Aussagen der klinischen Scores (*DASH* und *MHQ*).

5.2 MRT-Auswertung

Die Auswertung der MRT-Untersuchung der Schlaghand zeigte deutliche Unterschiede zwischen den beiden Sportlergruppen. Besonders deutlich waren diese in Bezug auf die Schwere der Degeneration der osteochondralen Anteile der Hand und des Handgelenks. Fasste man die Grade 0 und I sowie die Grade II und III nach Fredericson jeweils zusammen und verglich die Prozentverteilung, so ergab sich folgendes Bild: Über 90%

der *MMA*-Kämpfer hatten degenerative Veränderungen, die dem Grad II oder III entsprachen. Nur ein *MMA*-Kämpfer (<10%) hatte milde degenerative Veränderungen in der Bildgebung in Kategorie „Knochen“. In der Gruppe der Boxer hatten in derselben Kategorie 60% keine beziehungsweise nur milde degenerative Veränderungen (Grad 0 und I) im MRT der Schlaghand. Mittlere beziehungsweise schwere degenerative Veränderungen (Grad II und III) zeigten sich nur bei 40% der Boxer in Bezug auf die osteochondralen Strukturen. Somit konnte ein deutlicher Unterschied zwischen beiden Sportlergruppen gezeigt werden. Auch in der Kategorie „Faserknorpel“ zeigten sich bei den *MMA*-Kämpfern deutlich schwerere degenerative Veränderungen am *TFCC* im Vergleich zu den Boxern. Bei den *MMA*lern ergab sich folgende Verteilung: In etwas über 45% der Untersuchungen zeigten sich Veränderungen des Grades 0 und I sowie in knapp 55% mittlere beziehungsweise schwere degenerative Veränderungen (Grad II und III). Bei den Boxern hingegen hatten 80% keine oder nur milde Veränderungen und nur in 20% der Untersuchungen fanden sich mittlere oder schwere degenerativ Veränderungen am *TFCC*. In der Kategorie „Bänder“ waren die Unterscheide zwischen beiden Gruppen nicht ganz so groß wie in den beiden bisher beschriebenen Kategorien, aber auch hier konnten bei den *MMA*-Kämpfern schwerere degenerative Schäden festgestellt werden. Eine annähernd gleiche Prozentverteilung ergab sich in der letzten Kategorie „Sehnen“, in der in beiden Gruppen in ungefähr 90% der Untersuchungen keine beziehungsweise milde Veränderungen degenerativer Art zeigten. Aufgrund der Ergebnisse der MRT-Untersuchung stellte sich die Frage, wie es zu der stark vermehrten Degeneration der osteochondralen Anteile der Hand und des Handgelenks in der Gruppe der *MMA*-Kämpfer gekommen ist. Eine mögliche Erklärung wäre, dass es auch hier beispielsweise zu Stressreaktionen und okkulten Frakturen wie bei *low impact* Sportarten gekommen ist [63]. Die vermehrte degenerative Veränderung des *TFCC* bei *MMA*-Kämpfern hingegen könnte als Folge oder Korrelat der in der Fragestellung formulierten vermehrten Belastung des ulnaren Anteils der Hand beziehungsweise des Handgelenks im Vergleich zum Boxen gewertet werden. Diese Annahme basiert auf der Tatsache, dass es durch hochbelastende Bewegungen, Einstauchung sowie Rotation zu Verletzungen kommt [66, 67]. Auch die vermehrte Degeneration der Bänder bei den *MMA*lern im Vergleich zu den Boxern wirft die Frage des zugrunde liegenden Mechanismus auf. Eine mögliche Erklärung wären

Bandverletzungen auf der Grundlage von Manipulationen am Handgelenk [11] wie sie beispielsweise bei Aufgabegriffen vorkommen.

5.2.1 Ausrüstung

Einer der Gründe für die unterschiedliche Ausprägung der degenerativen Veränderungen könnten die verwendeten Handschuhe beim *MMA* und Boxen sein. Zwar dienen die *MMA*-Handschuhe dem Schutz der Hand der *MMA*ler, aber vermutlich nicht in dem Maße wie es die Boxhandschuhe tun, die mehr gepolstert sind und die gesamte Hand umfassen. Der geringere Schutz für Hand und Handgelenk durch die dünneren *MMA*-Handschuhe kam demnach sowohl im normalen wöchentlichen Training als auch bei Wettkämpfen zum Tragen. Für verschiedene Kampfsportarten konnte die Reduktion der Verletzungswahrscheinlichkeit an Hand und Handgelenk durch Tragen von Handschuhen schon gezeigt werden [84]. Die verringerte Verletzungswahrscheinlichkeit für die Boxer hätte wiederum einen präventiven Effekt mit vermutlich geringerer Degeneration der unterschiedlichen Strukturen der Hand und des Handgelenks zur Folge.

5.2.2 Handgelenksbewegungen und Kampftechniken

Beim Trainieren von Bodenkampftechniken kommt es zu einer anderen Belastung der Hand und des Handgelenk als beim Faustkampf, welcher im Boxsport ausschließlich trainiert wird. Eine solche Belastung könnte beispielsweise der Belastung beim Turnen ähneln: Beim Turnen kommt es bei unterschiedlichen Techniken zu repetitiver Belastung der Hand beziehungsweise des Handgelenks durch Extension und Flexion sowie Ulnar- und Radialabduktion. Schon junge Turner klagen oft über Schmerzen im Handgelenk [74-76]. Im Rahmen einer Studie zeigten sich bei der Untersuchung von Handgelenken symptomloser junger Turner (Durchschnittsalter 19,6 Jahre) bereits degenerative Veränderungen im MRT [82]: Im Gegensatz zum *MMA* und Boxen waren hier besonders die Sehnen von degenerativer Veränderung betroffen, da sich in 47% der Untersuchungen degenerative Veränderungen des Grades II und III zeigten. Sowohl bei den Boxern als auch bei den *MMA*-Kämpfern kommen solche schweren degenerativen Veränderungen nur zu ungefähr 10% vor. Eine ähnliche Verteilung der Schweregrade nach Fredericson ergibt sich zwischen Turnern und *MMA*-Kämpfern in den Kategorien „Bänder“ und „Faserknorpel“. 60% der Turner zeigten in der Kategorie „Bänder“ Veränderungen des Grades II und III [82] und bei den *MMA*-Kämpfern sind es knapp

55%. Bei der Beurteilung des *TFCC* wurden wie beschrieben bei knapp 55% der *MMA*ler mittlere beziehungsweise schwere degenerative Veränderungen festgestellt und in der Gruppe der untersuchten Turner kamen in 40% Veränderungen des Grades II und III vor [82]. Eine dem bei den Boxern ähnliche Verteilung ergab sich in der Kategorie „Knochen“: Bei den Turnern wurden in 70% [82] und bei den Boxern in 60% keine beziehungsweise milde degenerative Veränderungen festgestellt. Im Vergleich dazu kommen nur bei einem (<10%) *MMA*-Kämpfer nur milde degenerative Veränderungen vor. Es lässt sich schlussfolgern, dass Bewegungen im Handgelenk bei Turnern und *MMA*-Kämpfern zu ähnlichen degenerativen Veränderungen an Bändern und am *TFCC* führen beziehungsweise ähnliche Bewegungen oder Belastungen des Handgelenks zu genannten Veränderungen führen. Jedoch kann keine Aussage darüber getroffen werden, warum sich die Veränderungen an den Sehnen der Turner so stark von denen an den Sehnen der *MMA*-Kämpfer, aber auch der Boxern unterscheiden. Dass es an den knöchernen Strukturen der Hand zu ähnlichen Veränderungen bei Boxern und Turnern kommt, könnte sich unter anderem dadurch erklären, dass man in diesen Sportarten nicht mit der kaum geschützten Hand auf einen Gegner schlägt, was bezüglich der Krafteinwirkung auf den Knochen vermutlich schonender ist als beim *MMA*. Diese Annahme lässt sich durch eine Studie von Bartsch et al. stützen, welche eine Reduktion der linear einwirkenden Schlagkraft durch zunehmende Polsterung feststellte [9].

Bei anderen Sportarten, die die Hand und das Handgelenk der Athleten stark belasten, kommt ebenfalls es schon bei jungen Sportlern zu Verletzungen und Schmerzen: Beim Golf kommt es häufig zu Verletzungen der Führungshand [68], in der es durch repetitive Extension, Flexion, Radial- und Ulnarabduktion sowie Rotation zu Stress beziehungsweise Belastung kommt. Verletzungen durch Überbelastung überwiegen mit 80% gegenüber Verletzungen durch ein einzelnes Trauma [80]. Die degenerativen Veränderungen, die sowohl in der *MMA*- als auch in der Boxgruppe beobachtet werden, lassen sich ebenfalls anamnestisch nicht auf einzelne Traumata zurückführen und könnten somit eher als Folge von Überbelastung und subklinischen Verletzungen in Form von Stressreaktionen, Mikrotraumen und okkulten Frakturen der Hand und des Handgelenks interpretiert werden. Eine Studie mit jungen Ruderern zeigte, dass es in 80% der Fälle durch Überbelastung zu Verletzungen des Handgelenks kommt [81]. Ursachen für Verletzungen bei Ruderern sind übermäßige Bewegung im Handgelenk in Form von Rotation beim Ruderblatt abdrehen und Ulnardeviation in Kombination mit

Flexion und Extension beim Ruderschlag [81]. In einer Studie, die das Verletzungsrisiko beim Tennis, Badminton und Tischtennis miteinander verglich, lag dieses beim Tischtennis höher als bei den anderen beiden Sportarten [79]. Als Grund für die höhere Verletzungswahrscheinlichkeit wurden die für den Tischtennissport typischen kurzen, abrupten und extrem schnellen Bewegungen genannt [79]. Von solchen Verletzungen war am häufigsten das Schultergelenk der Sportler betroffen [79].
Alle Unfallmechanismen in den oben aufgeführten Sportarten kommen mit unterschiedlichem Anteil und unterschiedlicher Ausprägung auch beim *MMA* vor. So könnten sowohl Gemeinsamkeiten als auch Unterschiede bei auftretenden Verletzungen beziehungsweise degenerativen Veränderungen erklärt werden. Hier wird auch nochmals der Unterschied zum Boxen deutlich, da beim *MMA* die Hand und das Handgelenk nicht nur beim Faustkampf Belastung ausgesetzt sind, sondern auch beim Bodenkampf durch wie oben beschriebene Bewegungen und Zwangshaltungen. Das abrupte Abbremsen von Bewegungen sowie kurze und schnelle Bewegungen zum Beispiel beim *ground and pound* könnten ein weiterer Grund dafür sein, dass es beim *MMA* zu vermehrten degenerativen Veränderungen im Vergleich zum Boxen kommt.
Ein weiterer potentieller Faktor, der auf die Schwere der degenerativen Veränderungen wirken könnte, sind die unterschiedlichen Kampftechniken, die beim *MMA* im Gegensatz zum Boxen verwendet werden. Kampfsport kann grundsätzlich in drei Kategorien geteilt werden: Schlagsportarten, *Grappling* oder auch Griffkampf, bei dem unter anderem Aufgabegriffe, Hebel, Würfe und Würgegriffe verwendet werden sowie die Kombination beider genannter Kategorien. Studien zeigten Unterschiede der Verletzungsart je nach dominierender Kampftechnik. Kampfsportarten, bei denen hauptsächlich Schläge ausgeführt werden und es so zu einer axialen Belastung kommt, haben als häufigste Verletzungsarten Gesichts- und Kopfverletzungen sowie Frakturen und Luxationen [57, 83]. Zu Verstauchungen und degenerativen Veränderungen kommt es hingegen bei Sportarten, bei denen *Grappling* und somit auch Aufgabegriffe durch Manipulation von Gelenken dominieren [57, 83]. Eine Studie, bei der unterschiedliche Kampfsportarten untersucht wurden, zeigte, dass mehr Verletzungen in Verteidigungs- als in Angriffsstellung (47% vs. 29%) auftreten und es während des *Sparring* (Trainingskampf) sowie des *Grappling* am häufigsten zu Verletzungen kommt [84]. Das selbe gilt für Taekwondo, wo es zumeist in Verteidigungsstellung zu Verletzungen der oberen Extremität kommt, wenn diese den Rumpf vor Tritten schützt [85]. Das

Gegenteil ist beim Boxen der Fall, wo es zu Handverletzungen nur bei Schlagmanövern kommt, da nur mit dem Teil der Hand geschlagen werden darf, der vom Handschuh umfasst ist [85]. Da *MMA* eine Kombination aller hier aufgezählten Kampfsportarten ist, kommt es zu einer Überlagerung mit den für das Boxen typischen Verletzungen und zusätzlich zu den genannten Verletzungen in Verteidigungsstellung der oberen Extremität und Verletzungen während des *Grappling.* Daraus folgt möglicherweise ein im Gegensatz zum Boxen erweitertes Verletzungsspektrum auch in Form von degenerativen Veränderungen. Die festgestellten Unterschiede in Bezug auf die Schwere der degenerativen Veränderungen an den Bändern der Hand und des Handgelenks könnten auf dieser Grundlage beruhen. Bei der Anwendung von Aufgabegriffen könnte es zu Überdehnungen der Bänder bei den *MMA*-Kämpfern gekommen sein. Zu solchen Belastungen kommt es beim Boxen hingegen nicht, da diese Techniken nicht angewandt werden.

Die Unterschiede bezüglich der verwendeten Kampftechniken bei beiden verglichenen Sportarten werden nochmals deutlich, wenn man betrachtet, wie ein Kampf beim *MMA* verläuft und wie ein solcher vorzeitig beendet werden kann: Studien zeigten, dass das Verhältnis von *low intensity action* zu *high intensity action* 4:1 [86] beziehungsweise 3:1 bis 2:1 [87, 103]. Unter *low intensity action* versteht man Positionskampf oder Kampf in fester Position sowie Bewegungen ohne Widerstand oder mit einzelnen Attacken. In der letzten Runde eines *MMA*-Kampfes kommt es zu einem Anstieg von Aufgabe- und Würgegriffen durch den Kämpfer, der später den Kampf gewinnt [86]. Jedoch kam eine andere Studie zu dem Schluss, dass sich die Kampftechniken unterscheiden, je nachdem in welcher Runde ein Kampf endet: Endet er in den ersten beiden Runden, so kommen überwiegend Aufgabe- und Würgegriffe zum Einsatz und die Zeit in *low intensity groundwork action* ist geringer [103]. Die Zeit in *low intensity action* wird genutzt, um den Gegner zu kontrollieren und gezielt harte Schläge zu setzen, um die Siegchance zu erhöhen [103]. Weniger *low intensity action* beim Kämpfen im Stehen plus Eindringlichkeit in Aktionen im Bodenkampf erhöhen die Wahrscheinlichkeit einen Kampf in den ersten beiden Runden zu gewinnen [103]. Darüber hinaus zeigte sich, dass der Gewinner die Anzahl von Schlägen und *Takedown* Versuchen über die gesamte Distanz des Kampfes aufrecht erhalten kann im Gegensatz zum Verlierer [86]. Miarka et al. zeigten, dass leichtere *MMA*-Kämpfer mehr Zeit mit Bodenkampf und mit *high intensity action* während eines Kampfes verbringen im

Gegensatz zu schwereren Kämpfer, wobei sich diese Unterschiede mit steigender Rundenzahl angleichen [87]. Das Verhältnis von *high* zu *low intensity action* verschiebt sich von einem Übergewicht von *low intensity action* während des Kämpfens im Stand zu einem ausgeglichenen Verhältnis beim Bodenkampf [87]. Mit dem *ground and pound* bietet sich dem Sportler die Möglichkeit, einen Kampf nach Punkten oder vorzeitig für sich zu entscheiden. Die Zeit, die ein Sportler im Bodenkampf verbringt, ist durchschnittlich geringer als die Zeit im Stehen, aber deutlich intensiver bezogen auf Kraft und Schlagzahl mit weniger Regenerationszeit [87]. Eine weitere Studie fand heraus, dass besonders *Grappling* einem *MMA*-Kämpfer zum Sieg verhilft, da es hier nicht so sehr auf die genaue Technik beim Schlag selbst ankommt wie beim Kämpfen im Stehen, sondern mehr darauf, eine Position zu erlangen, in der man dem Gegner überlegen ist und aus dieser Position dann Schläge ausführen kann [88] wie beispielsweise beim *ground and pound*. Darüber hinaus kommt es nicht auf die gesteigerte Anzahl von beispielsweise Schlägen an, sondern vermehrt auf die Genauigkeit mit der zum Beispiel ein solcher Schlag ausgeführt wird, um einen Kampf für sich zu entscheiden [88, 104]. Beim Boxen entfällt dieser intensive Anteil des Bodenkampfes, der oft über Sieg oder Niederlage entscheidet. Somit kommt es bei den *MMA*lern vermutlich zu einer erhöhten Belastung durch den Bodenkampf in Form von *ground and pound* als Beispiel für *high intensity groundwork action* sowie durch Aufgabegriffe, die zu einer Manipulation an den Gelenken wie zum Beispiel dem Handgelenk führen. Eine mögliche Beeinflussung des Verhältnisses von *low intensity action* zu *high intensity action* durch den Kampfausgang (Sieg oder Niederlage) sowie die Anzahl der Runden eines Kampfes und das Gewicht der Kämpfer muss in Betracht gezogen werden. Jedoch kann diese nicht weiter diskutiert werden, da keine Angaben über diese potentiellen Einflussfaktoren getroffen werden können. Eine Beeinflussung der festgestellten degenerativen Veränderungen durch eben diese Faktoren ist sehr wahrscheinlich, da dies schon für die Verletzungswahrscheinlichkeit bei *MMA*-Kämpfern gezeigt werden konnte [1-3, 53]. Besonders der Einfluss durch *high intensity action* auf die Schwere der festgestellten degenerativen Veränderungen kann somit nicht weiter differenziert, sondern nur vermutet werden. Allgemein kann repetitive Belastung jedoch zu anatomischen Veränderungen führen beispielsweise durch subklinische Verletzungen, welche vom Sportler nicht wahrgenommen werden und als multiple Mikrotraumata einen additiven Effekt, auch in Abwesenheit einer

einzelnen maßgeblichen Verletzung haben [82]. Es könnte zu Verletzungen wie bei *low impact* Sportarten in Form von Stressreaktionen, Bandverletzungen und okkulten Frakturen gekommen sein [63]. Das Risiko einer sich aus solchen Belastungen ergebenden Gelenkdegeneration könnte wie erwähnt proportional zu folgenden Faktoren sein: Schwere der Gelenkflächenbelastung (*articular surface impact loading*), Inkongruenz der Gelenkoberfläche nach dem Heilungsprozess, verbleibende Gelenksinstabilität und Alter [105]. All diese potentiell wirksamen Faktoren unterscheiden sich bei den beiden untersuchten Gruppen vermutlich, wobei dies zumindest für die Faktoren Alter und Schwere der Gelenkflächenbelastung, welche unter anderem durch unterschiedliche Kampftechniken beeinflusst wird, gezeigt werden konnte. Im weiteren Sinne wurde auch der Faktor verbleibende Gelenkinstabilität untersucht, da unterschiedlich schwere Veränderungen am *TFCC* festgestellt wurden und dieser maßgeblich an der Stabilität des Handgelenks beteiligt ist.

5.2.3 Training

Ein dritter möglicher Faktor, der die unterschiedliche Schwere der degenerativen Veränderungen beeinflussen könnte, ist die Tatsache, dass es im Training mit einer höheren Wahrscheinlichkeit zu Verletzungen kommt: Dies konnte sowohl für Boxen mit 70% [59] und *MMA* mit 77,9% [54] gezeigt werden. Der signifikante Unterschied bezüglich wöchentlicher Trainingszeit muss wie erwähnt nicht zwangsläufig zu einer doppelt so hohen Belastung für Hand und Handgelenk führen, jedoch könnte dieser trotzdem einen gewissen Einfluss auf die degenerativen Veränderungen gehabt haben. Die doppelt so hohe Trainingszeit pro Woche wird auch zum Training von Bodenkampftechniken wie Ringen und Aufgabehaltegriffen genutzt. Solche Manipulationen an Gelenken wie beispielsweise dem Handgelenk führen wie beschrieben zu Gelenksverletzungen und degenerativen Veränderungen [4, 11, 57, 83]. Das erhöhte Verletzungsrisiko im Training könnte auch die Tatsache erklären, dass die Boxer trotz durchschnittlich höherer Kampfanzahl geringere degenerative Veränderungen haben. Dies lässt sich durch eine Studie stützen, die besagt, dass die absolute Zahl an Verletzungen an Hand und Handgelenk beim Boxen während der Wettkämpfe und des Trainings annähernd gleich ist bei 1000fach höherer Trainingszeit [55]. Somit könnte die geringere Zahl von wöchentlichem Training einen größeren präventiven Einfluss auf das Auftreten von degenerativen Veränderungen als die höhere Anzahl von Kämpfen pro Boxer im Vergleich zu den *MMA*lern.

5.3 Limitationen

Die Ergebnisse dieser Arbeit werden durch verschiedene Faktoren limitiert: Einerseits muss ein Einfluss von Faktoren wie Alter, Gewicht, Kampfsporterfahrung, Anzahl der Kämpfe und Trainingsstunden pro Woche auf die Schwere der degenerativen Veränderungen vermuten werden, kann aber nicht geklärt werden. Anderseits fehlen Angaben über adäquates Aufwärmen im Rahmen des Trainings für beide Sportarten sowie Aussagen über den Ausgang der Kämpfe und die Rundenanzahl. Des Weiteren wurde das Verhältnis von Boden- zu Stehendkampf im wöchentlichen Training nicht bestimmt. Ein weiterer möglicher Einflussfaktor ist die Tatsache, dass es zu Unterschieden in der Bildqualität der MRT-Bilder gekommen sein kann, da unterschiedliche Geräte verwendet wurden. Die Auflistung der vorherigen Verletzungen beruht auf der Aussage der Probanden und nicht auf ärztlicher Dokumentation, was bezüglich der Dokumentation zu Fehlern oder nicht dokumentierten Verletzungen geführt haben kann. Die Größe der Gruppe war auf 21 Probanden begrenzt, was zu einer erhöhten Anfälligkeit der berechneten Werte geführt haben könnte. All diese Faktoren können dazu geführt haben, dass es zu einer fehlerhaften Beurteilung des Einflusses der diskutierten Faktoren auf das Auftreten von Verletzungen beziehungsweise degenerativen Veränderungen gekommen ist.

5.4 Schlussfolgerung

In dieser Arbeit konnten erstmals schwerere degenerative Veränderungen an Strukturen der Hand und des Handgelenks sowohl bei *MMA*-Kämpfern als auch bei Boxern nachgewiesen werden. Des Weiteren konnten Unterschiede bezogen auf die Schwere der degenerativen Veränderungen gezeigt werden, wobei diese in der Kategorie „Knochen“ signifikant waren. Weitere longitudinale, mulitzentrische Untersuchungen mit größeneren Sportlergruppen sind erforderlich, um die multifaktoriellen Einflüsse auf die festgestellten degenerativen Veränderungen weiter zu unterschuchen. Durch solche Studien kann der Einfluss von sportspezifischen Faktoren wie Alter, Gewicht oder Trainingsstunden pro Woche bestimmt werden und anhand der neuen Erkenntnisse könnte bspw. eine Modifikation der Trainingsbedingungen durchgeführt werden. Das Ziel weiterer Studien sollten Maßnahmen zur Prävention solcher degenerativen Veränderungen bei jungen Sportlern sein.

6 Literaturverzeichnis

1. McClain, R., et al., *Injury profile of mixed martial arts competitors.* Clin J Sport Med, **2014**. 24(6): p. 497-501.
2. Bledsoe, G.H., et al., *Incidence of injury in professional mixed martial arts competitions.* J Sports Sci Med, **2006**. 5(CSSI): p. 136-42.
3. Ngai, K.M., F. Levy, and E.B. Hsu, *Injury trends in sanctioned mixed martial arts competition: a 5-year review from 2002 to 2007.* Br J Sports Med, **2008**. 42(8): p. 686-9.
4. Buse, G.J., *No holds barred sport fighting: a 10 year review of mixed martial arts competition.* Br J Sports Med, **2006**. 40(2): p. 169-72.
5. Walrod, B., *Current review of injuries sustained in mixed martial arts competition.* Curr Sports Med Rep, **2011**. 10(5): p. 288-9.
6. Hutchison, M.G., et al., *Head Trauma in Mixed Martial Arts.* Am J Sports Med, **2014**. 42(6): p. 1352-8.
7. Bledsoe, G.H., G. Li, and F. Levy, *Injury risk in professional boxing.* South Med J, **2005**. 98(10): p. 994-8.
8. Association of Boxing Commissions. *Unified Rules and Other Important Regulations of Mixed Martial Arts [Ultimate Fighting Championship Web site]*. **2009** [cited 2015 August 28]; Available from: http://www.ufc.com/discover/sport/rules-and-regulations#10.
9. Bartsch, A.J., et al., *Boxing and mixed martial arts: preliminary traumatic neuromechanical injury risk analyses from laboratory impact dosage data.* J Neurosurg, **2012**. 116(5): p. 1070-80.
10. Schwartz, M.L., et al., *Biomechanical study of full-contact karate contrasted with boxing.* J Neurosurg, **1986**. 64(2): p. 248-52.
11. Seidenberg, P.H., *Mixed martial arts: injury patterns and issues for the ringside physician.* Curr Sports Med Rep, **2011**. 10(3): p. 147-50.
12. del Vecchio, F.B., S.M. Hirata, and E. Franchini, *A review of time-motion analysis and combat development in mixed martial arts matches at regional level tournaments.* Percept Mot Skills, **2011**. 112(2): p. 639-48.
13. *MMA-Kämpfer*. [cited 2018 23.05.2018]; Available from: https://pxhere.com/de/photo/635877.
14. *Boxer*. [cited 2018 23.05.2018]; Available from: https://pxhere.com/de/photo/1255491.
15. Garcia-Elias, M., *Position Statement: Definition of Carpal Instability: The Anatomy and Biomechanics Committee of the International Federation of Societies for Surgery of the Hand2.* The Journal of Hand Surgery, **1999**. 24(4): p. 866-7.
16. Schmidt, H.M. and U. Lanz, *Chirurgische Anatomie der Hand*. **2003**, Stuttgart: Thieme 2. Auflage. 44-79.
17. Dobyns, J.H. and R.L. Linscheid, *A fifty-year overview of wrist instability.* Hand surgery, **2004**. 1: p. 461-79.
18. Taleisnik, J., *The wrist*. **1985**: Churchill Livingstone.
19. Van Schoonhoven, J. and U. Lanz, *Rund um den Ellenkopf: Verletzungsmuster und Klassifikationen* Handchirurgie, Mikrochirurgie, plastische Chirurgie, **1998**. 30(6): p. 351-60.
20. Bednar, M.S., S.P. Arnoczky, and A.J. Weiland, *The microvasculature of the triangular fibrocartilage complex: its clinical significance.* J Hand Surg Am, **1991**. 16(6): p. 1101-5.

21. Mikic, Z., *The blood supply of the human distal radioulnar joint and the microvasculature of its articular disk.* Clin Orthop Relat Res, **1992**. 275(275): p. 19-28.
22. Thiru, R.G., et al., *Arterial anatomy of the triangular fibrocartilage of the wrist and its surgical significance.* J Hand Surg Am, **1986**. 11(2): p. 258-63.
23. Uchiyama, S. and Y. Nakatsuchi, *Anatomical and radiological evaluation of the triangular fibrocartilage complex of the wrist.* J Hand Surg Br, **1994**. 19(3): p. 319-24.
24. Trumble, T.E., M. Gilbert, and N. Vedder, *Arthroscopic repair of the triangular fibrocartilage complex.* Arthroscopy, **1996**. 12(5): p. 588-97.
25. Palmer, A.K. and F.W. Werner, *The triangular fibrocartilage complex of the wrist--anatomy and function.* J Hand Surg Am, **1981**. 6(2): p. 153-62.
26. Palmer, A.K., et al., *Partial excision of the triangular fibrocartilage complex.* J Hand Surg Am, **1988**. 13(3): p. 391-4.
27. Koebke, J., *Anatomie des Handgelenkes und der Handwurzel.* Unfallchirurgie, **1988**. 14(2): p. 74-9.
28. Hara, T., et al., *Force distribution across wrist joint: application of pressure-sensitive conductive rubber.* J Hand Surg Am, **1992**. 17(2): p. 339-47.
29. Sokolow, C. and P. Saffar, *Anatomy and histology of the scapholunate ligament.* Hand Clin, **2001**. 17(1): p. 77-81.
30. Drewniany, J.J., A.K. Palmer, and A.E. Flatt, *The scaphotrapezial ligament complex: an anatomic and biomechanical study.* J Hand Surg Am, **1985**. 10(4): p. 492-8.
31. Taleisnik, J., *The ligaments of the wrist.* J Hand Surg Am, **1976**. 1(2): p. 110-8.
32. Mayfield, J.K., R.P. Johnson, and R.F. Kilcoyne, *The ligaments of the human wrist and their functional significance.* Anat Rec, **1976**. 186(3): p. 417-28.
33. Berger, R.A., *The gross and histologic anatomy of the scapholunate interosseous ligament.* J Hand Surg Am, **1996**. 21(2): p. 170-8.
34. Berger, R.A., et al., *The scapholunate ligament.* J Hand Surg Am, **1982**. 7(1): p. 87-91.
35. Garcia-Elias, M., *Kinetic analysis of carpal stability during grip.* Hand Clin, **1997**. 13(1): p. 151-8.
36. Berger, R.A., J.M. Kauer, and J.M. Landsmeer, *Radioscapholunate ligament: a gross anatomic and histologic study of fetal and adult wrists.* J Hand Surg Am, **1991**. 16(2): p. 350-5.
37. Feipel, V. and M. Rooze, *The capsular ligaments of the wrist: morphology, morphometry and clinical applications.* Surg Radiol Anat, **1999**. 21(3): p. 175-80.
38. Palmer, A.K. and F.W. Werner, *Biomechanics of the distal radioulnar joint.* Clin Orthop Relat Res, **1984**. 187(187): p. 26-35.
39. Rayhack, J.M., et al., *Posttraumatic ulnar translation of the carpus.* J Hand Surg Am, **1987**. 12(2): p. 180-9.
40. Horii, E., et al., *A kinematic study of luno-triquetral dissociations.* J Hand Surg Am, **1991**. 16(2): p. 355-62.
41. Mitsuyasu, H., et al., *The role of the dorsal intercarpal ligament in dynamic and static scapholunate instability.* J Hand Surg Am, **2004**. 29(2): p. 279-88.
42. Short, W.H., et al., *Biomechanical evaluation of ligamentous stabilizers of the scaphoid and lunate.* J Hand Surg Am, **2002**. 27(6): p. 991-1002.

43. Linscheid, R.L., et al., *Traumatic instability of the wrist. Diagnosis, classification, and pathomechanics.* J Bone Joint Surg Am, **1972**. 54(8): p. 1612-32.
44. Wolfe, S.W., C. Neu, and J.J. Crisco, *In vivo scaphoid, lunate, and capitate kinematics in flexion and in extension.* J Hand Surg Am, **2000**. 25(5): p. 860-9.
45. Schuind, F.A., et al., *A normal data base of posteroanterior roentgenographic measurements of the wrist.* J Bone Joint Surg Am, **1992**. 74(9): p. 1418-29.
46. Ruby, L.K., et al., *Relative motion of selected carpal bones: a kinematic analysis of the normal wrist.* J Hand Surg Am, **1988**. 13(1): p. 1-10.
47. Pappas, E., *Boxing, wrestling, and martial arts related injuries treated in emergency departments in the United States, 2002-2005.* J Sports Sci Med, **2007**. 6(CSSI-2): p. 58-61.
48. Zazryn, T.R., C.F. Finch, and P. McCrory, *A 16 year study of injuries to professional kickboxers in the state of Victoria, Australia.* Br J Sports Med, **2003**. 37(5): p. 448-51.
49. Gartland, S., M.H. Malik, and M.E. Lovell, *Injury and injury rates in Muay Thai kick boxing.* Br J Sports Med, **2001**. 35(5): p. 308-13.
50. Scoggin, J.F., 3rd, et al., *Assessment of injuries sustained in mixed martial arts competition.* Am J Orthop (Belle Mead NJ), **2010**. 39(5): p. 247-51.
51. Zazryn, T.R., P.R. McCrory, and P.A. Cameron, *Injury rates and risk factors in competitive professional boxing.* Clin J Sport Med, **2009**. 19(1): p. 20-5.
52. Zazryn, T.R., C.F. Finch, and P. McCrory, *A 16 year study of injuries to professional boxers in the state of Victoria, Australia.* Br J Sports Med, **2003**. 37(4): p. 321-4.
53. Lystad, R.P., K. Gregory, and J. Wilson, *The Epidemiology of Injuries in Mixed Martial Arts: A Systematic Review and Meta-analysis.* Orthop J Sports Med, **2014**. 2(1): p. 2325967113518492.
54. Rainey, C.E., *Determining the prevalence and assessing the severity of injuries in mixed martial arts athletes.* N Am J Sports Phys Ther, **2009**. 4(4): p. 190-9.
55. Loosemore, M., et al., *Hand and Wrist Injuries in Elite Boxing: A Longitudinal Prospective Study (2005-2012) of the Great Britain Olympic Boxing Squad.* Hand (N Y), **2017**. 12(2): p. 181-7.
56. McPherson, M. and W. Pickett, *Characteristics of martial art injuries in a defined Canadian population: a descriptive epidemiological study.* BMC Public Health, **2010**. 10: p. 795.
57. Armed Forces Health Surveillance Center, *Injuries Associated with Combat Sports, Active Component, U.S. Armed Forces,2010–2013.* MSMR, **2014**. 21(5): p. 16-8.
58. Potter, M.R., A.J. Snyder, and G.A. Smith, *Boxing injuries presenting to U.S. emergency departments, 1990-2008.* Am J Prev Med, **2011**. 40(4): p. 462-7.
59. Loosemore, M., et al., *Boxing injury epidemiology in the Great Britain team: a 5-year surveillance study of medically diagnosed injury incidence and outcome.* Br J Sports Med, **2015**. 49(17): p. 1100-7.
60. Karpman, S., et al., *Combative Sports Injuries: An Edmonton Retrospective.* Clin J Sport Med, **2016**. 26(4): p. 332-4.
61. Kochhar, T., et al., *Risk of cervical injuries in mixed martial arts.* Br J Sports Med, **2005**. 39(7): p. 444-7.
62. Noble, C., *Hand injuries in boxing.* Am J Sports Med, **1987**. 15(4): p. 342-6.

63. Bancroft, L.W., *Wrist injuries: a comparison between high- and low-impact sports.* Radiol Clin North Am, **2013**. 51(2): p. 299-311.
64. Shehab, R. and M.H. Mirabelli, *Evaluation and diagnosis of wrist pain: a case-based approach.* Am Fam Physician, **2013**. 87(8): p. 568-73.
65. Rettig, A.C., *Athletic injuries of the wrist and hand: part II: overuse injuries of the wrist and traumatic injuries to the hand.* Am J Sports Med, **2004**. 32(1): p. 262-73.
66. Yamabe, E., et al., *The athlete's wrist: ulnar-sided pain.* Semin Musculoskelet Radiol, **2012**. 16(4): p. 331-7.
67. Fufa, D.T. and C.A. Goldfarb, *Sports injuries of the wrist.* Curr Rev Musculoskelet Med, **2013**. 6(1): p. 35-40.
68. Hawkes, R., P. O'Connor, and D. Campbell, *The prevalence, variety and impact of wrist problems in elite professional golfers on the European Tour.* Br J Sports Med, **2013**. 47(17): p. 1075-9.
69. Crosby, N.E. and J.A. Greenberg, *Ulnar-sided wrist pain in the athlete.* Clin Sports Med, **2015**. 34(1): p. 127-41.
70. Coggins, C.A., *Imaging of ulnar-sided wrist pain.* Clin Sports Med, **2006**. 25(3): p. 505-26, vii.
71. Berger, R.A. and J.H. Dobyns, *Physical examination and provocative maneuvers of the wrist.* Imaging of the wrist and hand. WB Saunders, Philadelphia, **1996**.
72. Porteous, R., S. Harish, and N. Parasu, *Imaging of ulnar-sided wrist pain.* Can Assoc Radiol J, **2012**. 63(1): p. 18-29.
73. Thomas, R.E. and B.C. Thomas, *Systematic review of injuries in mixed martial arts.* Phys Sportsmed, **2018**. 46(2): p. 155-67.
74. DiFiori, J.P., *Overuse injury and the young athlete: the case of chronic wrist pain in gymnasts.* Curr Sports Med Rep, **2006**. 5(4): p. 165-7.
75. DiFiori, J.P., et al., *Factors associated with wrist pain in the young gymnast.* Am J Sports Med, **1996**. 24(1): p. 9-14.
76. Kox, L.S., et al., *Prevalence, incidence and risk factors for overuse injuries of the wrist in young athletes: a systematic review.* Br J Sports Med, **2015**. 49(18): p. 1189-96.
77. Thomsen, J.F., et al., *Risk factors for hand-wrist disorders in repetitive work.* Occup Environ Med, **2007**. 64(8): p. 527-33.
78. Andersen, J.H., J.P. Haahr, and P. Frost, *Risk factors for more severe regional musculoskeletal symptoms: a two-year prospective study of a general working population.* Arthritis Rheum, **2007**. 56(4): p. 1355-64.
79. Kondric, M., et al., *Injuries in Racket Sports among Slovenian Players.* Collegium Antropologicum, **2011**. 35(2): p. 413-7.
80. Gosheger, G., et al., *Injuries and overuse syndromes in golf.* Am J Sports Med, **2003**. 31(3): p. 438-43.
81. Smoljanovic, T., et al., *Traumatic and overuse injuries among international elite junior rowers.* Am J Sports Med, **2009**. 37(6): p. 1193-9.
82. Fredericson, M., et al., *Magnetic resonance imaging abnormalities in the shoulder and wrist joints of asymptomatic elite athletes.* PM R, **2009**. 1(2): p. 107-16.
83. Jensen, A.R., et al., *Injuries Sustained by the Mixed Martial Arts Athlete.* Sports Health, **2017**. 9(1): p. 64-9.

84. Diesselhorst, M.M., et al., *Survey of upper extremity injuries among martial arts participants.* Hand Surg, **2013**. 18(2): p. 151-7.
85. Drury, B.T., T.P. Lehman, and G. Rayan, *Hand and Wrist Injuries in Boxing and the Martial Arts.* Hand Clin, **2017**. 33(1): p. 97-106.
86. Miarka, B., et al., *Comparisons: Technical-Tactical and Time-Motion Analysis of Mixed Martial Arts by Outcomes.* J Strength Cond Res, **2016**. 30(7): p. 1975-84.
87. Miarka, B., et al., *Comparisons of Time-motion Analysis of Mixed Martial Arts Rounds by Weight Divisions.* International Journal of Performance Analysis in Sport, **2015**. 15: p. 1189-201.
88. James, L.P., et al., *Identifying the performance characteristics of a winning outcome in elite mixed martial arts competition.* J Sci Med Sport, **2017**. 20(3): p. 296-301.
89. Couzens, G., et al., *Positive magnetic resonance imaging findings in the asymptomatic wrist.* ANZ J Surg, **2014**. 84(7-8): p. 528-32.
90. Janda, V., *Muscle strength in relation to muscle length, pain and muscle imbalance.* International Perspectives in Physical Therapy, **1993**: p. 83-.
91. Germann, G., G. Wind, and A. Harth, *[The DASH(Disability of Arm-Shoulder-Hand) Questionnaire--a new instrument for evaluating upper extremity treatment outcome]*. Handchir Mikrochir Plast Chir, **1999**. 31(3): p. 149-52.
92. Health, I.f.W. *DASH Fragebogen*. **2012** [cited 2015 29.09.2015]; Available from: http://www.dash.iwh.on.ca/sites/dash/public/translations/DASH_German_2012.pdf.
93. Health, I.f.W. *DASH Fragebogen Auswertung*. [cited 2015 29.09.2015]; Available from: http://www.dash.iwh.on.ca/sites/dash/public/translations/Scoring_DASH_German.pdf.
94. Health, I.f.W. *Quick DASH Fragebogen*. **2015** [cited 2015 29.09.2015]; Available from: http://www.dash.iwh.on.ca/sites/dash/public/translations/QuickDASH_German_2015.pdf.
95. Knobloch, et al. *Michigan Hand Questionnaire (MHQ) Konsensusversion Deutsch* [cited 2015 29.09.2015]; Available from: http://sitemaker.umich.edu/mhq/files/mhqKonsensusDeutschwithcopyright.PDF.
96. Orthopaedicscores. *Michigan Hand Outcome Questionnaire*. [cited 2015 29.09.2015]; Available from: http://www.orthopaedicscore.com/scorepages/Michigan_Hand_Outcome_Questionnaire.html.
97. Traumascores. *Mayo Wrist Score*. [cited 2015 29.09.2015]; Available from: http://www.traumascores.com/index.php/scores2/27-handgelenk-und-hand/198-196.
98. Manusov, E.G., *Hand and wrist injuries.* Pediatric sports medicine for primary care, 1st edn. Lippincott Williams & Wilkins, Philadelphia, **2002**: p. 367-84.
99. Buterbaugh, G.A., T.R. Brown, and P.C. Horn, *Ulnar-sided wrist pain in athletes.* Clin Sports Med, **1998**. 17(3): p. 567-83.
100. Klum, M., et al., *Predicting grip strength and key pinch using anthropometric data, DASH questionnaire and wrist range of motion.* Arch Orthop Trauma Surg, **2012**. 132(12): p. 1807-11.

101. Horng, Y.S., et al., *Responsiveness of the Michigan Hand Outcomes Questionnaire and the Disabilities of the Arm, Shoulder, and Hand questionnaire in patients with hand injury.* J Hand Surg Am, **2010**. 35(3): p. 430-6.
102. Gummesson, C., M.M. Ward, and I. Atroshi, *The shortened disabilities of the arm, shoulder and hand questionnaire (QuickDASH): validity and reliability based on responses within the full-length DASH.* BMC Musculoskelet Disord, **2006**. 7: p. 44.
103. Miarka, B., et al., *Differences by Ending Rounds and Other Rounds in Time-Motion Analysis of Mixed Martial Arts: Implications for Assessment and Training.* J Strength Cond Res, **2018**. 32(2): p. 534-44.
104. James, L.P., *Order from chaos: unravelling the determinants of mixed martial arts performance.* Br J Sports Med, **2018**.
105. Buckwalter, J.A. and T.D. Brown, *Joint injury, repair, and remodeling: roles in post-traumatic osteoarthritis.* Clin Orthop Relat Res, **2004**. 423(423): p. 7-16.

7 Abbildungs- und Tabellenverzeichnis

Abbildung 1: MMA-Kämpfer [13] 4
Abbildung 2: Boxer [14] 4
Abbildung 3 : Schematische Darstellung des Handgelenk (Ansicht von palmar) 6
Abbildung 4: MRT-Untersuchung eines rechten Handgelenk mit Darstellung eines intakten SL-Bandes (Grad 0 nach Fredericson) (Ansicht von dorsal) 22
Abbildung 5: MRT-Untersuchung eines rechten Handgelenk mit Verdacht auf Bandruptur zwischen Os capitatum, Os scaphoideum und Os trapezoideum (Grad III nach Fredericson) (seitliche Ansicht) 22
Abbildung 6: MRT-Untersuchung eines rechten Handgelenk ohne degenerativen Veränderungen an den Sehnen (Grad 0 nach Fredericson) (seitliche Ansicht) 23
Abbildung 7: MRT-Untersuchung eines rechten Handgelenk mit Darstellung einer starken Tendinopathie mit Auftreibung und Signalsteigerung der Extensorensehne (Grad III nach Fredericson) (seitliche Ansicht) 24
Abbildung 8: MRT-Untersuchung eines rechten Handgelenk ohne degenerativen Veränderungen am Knochen (Grad 0 nach Fredericson) (Ansicht von dorsal) 25
Abbildung 9: MRT- Untersuchung eines rechten Handgelenk mit Verdacht auf knöchernen Ausriss des TFCC am Processus styloideus ulnae (Grad III nach Fredericson) (Ansicht von dorsal) 26
Abbildung 10: MRT-Untersuchung eines rechten Handgelenk mit Signalsteigerung im Bereich des *TFCC* (Grad I nach Fredericson) (Ansicht von dorsal) 27
Abbildung 11: MRT-Untersuchung eines rechten Handgelenkes mit Riss des *TFCC* (Grad III nach Fredericson) (Ansicht von dorsal) 27
Abbildung 12 : Charakteristika der elf *MMA*ler und zehn Boxer (Gewicht (blau) in kg, Alter (grün) in Jahren, Erfahrung (beige) in Jahren, Anzahl der Kämpfe (lila) sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert) 33
Abbildung 13 : Ergebnisse des *DASH* und *Quick DASH Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer (*DASH* (blau), D*ASH* Sport (grün), *DASH* Beruf (beige), *Quick DASH* (lila) sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert) 37
Abbildung 14 : Ergebnis des *Mayo Wrist Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer (*Mayo Wrist Score* (grün) sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert) 38
Abbildung 15 : Ergebnisse des *Michigan Hand Questionnaire* der elf *MMA*ler und zehn Boxer (*MHQ General* (blau), *MHQ Work* (grün), *MHQ Pain* (beige), *MHQ Appearance*

(lila), *MHW Final* (gelb), *MHW Outcome* (rot) sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert)..... 39
Abbildung 16 : Wöchentliche Trainingsstunden der elf *MMA*ler und zehn Boxer (Trainingsstunden (grün) in Stunden sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert) 42
Abbildung 17 : *Range of Motion* der elf *MMA*ler und zehn Boxer (Dorsalextension (blau) in Grad, Palmarflexion (grün) in Grad, Ulnarabduktion (beige) in Grad, Radialabduktion (lila) in Grad sowie in den weißen Kästen der jeweilige Mittelwert) . 45
Abbildung 18 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Bänder" (Grad I (gelb), Grad II (orange), Grad III (rot) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der *MMA*ler (n=11)..... 46
Abbildung 19 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Bänder" (Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange), Grad III (rot) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der Boxer (n=10)..... 47
Abbildung 20 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Sehnen" (Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der *MMA*ler (n=11)..... 48
Abbildung 21 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Sehnen" in der Gruppe der Boxer..... 49
Abbildung 22 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Knochen"(Grad I (gelb), Grad II (orange), Grad III (rot) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der *MMA*ler (n=11) 50
Abbildung 23 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Knochen"(Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der Boxer (n=10)..... 51
Abbildung 24 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Faserknorpel" (Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange), Grad III (rot) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der *MMA*ler (n=11) 52
Abbildung 25 : Verteilung der Grade nach Fredericson in der Kategorie "Faserknorpel" (Grad 0 (grün), Grad I (gelb), Grad II (orange) sowie die absolute Anzahl in den weißen Kästchen) in der Gruppe der Boxer (n=10) 53

Tabelle 1 : Kraftgrade nach Janda [90]..... 21

Tabelle 2: Einteilung von Veränderungen im MRT nach Fredericson [82] 28
Tabelle 3 : Charakteristika der elf *MMA*ler und zehn Boxer 33
Tabelle 4 : Verletzungen 34
Tabelle 5 : Ergebnisse des *DASH Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer 39
Tabelle 6 : *Ergebnis des Quick DASH Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer 40
Tabelle 7 : Ergebnis des *Mayo Wrist Score* der elf *MMA*ler und zehn Boxer 40
Tabelle 8 : Ergebnisse des *Michigan Hand Questionnaire* der elf *MMA*ler und zehn Boxer 41
Tabelle 9 : Wöchentliche Trainingsstunden der elf *MMA*ler und zehn Boxer 42
Tabelle 10 : *Range of Motion* der elf *MMA*ler und zehn Boxer 45

8 Untersuchungsbögen

8.1 *DASH Score*

ANLEITUNG

Dieser Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Beschwerden als auch mit Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen.

Bitte beantworten Sie *alle Fragen* gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit gehabt haben, eine der unten aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die Ihrer Meinung nach *am ehesten* zutreffen würde.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausüben. Antworten Sie Ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.

Bitte schätzen Sie Ihre Fähigkeit ein, wie Sie folgende Tätigkeiten in der vergangenen Woche durchgeführt haben, indem Sie die entsprechende Zahl ankreuzen.

	Keine Schwierig-keiten	**Geringe Schwierig-keiten**	**Mäßige Schwierig-keiten**	**Erhebliche Schwierig-keiten**	**Nicht möglich**
1. Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2. Schreiben	1	2	3	4	5
3. Einen Schlüssel umdrehen	1	2	3	4	5
4. Eine Mahlzeit zubereiten	1	2	3	4	5
5. Eine schwere Tür aufstoßen	1	2	3	4	5
6. Einen Gegenstand über Kopfhöhe auf ein Regal stellen	1	2	3	4	5
7. Schwere Hausarbeit (z. B Wände abwaschen, Boden	1	2	3	4	5

putzen)					
8. Garten- oder Hofarbeit	1	2	3	4	5
9. Betten machen	1	2	3	4	5
10. Eine Einkaufstasche oder einen Aktenkoffer tragen	1	2	3	4	5
11. Einen schweren Gegenstand tragen (über 5kg)	1	2	3	4	5
12. Eine Glühbirne über Ihrem Kopf auswechseln	1	2	3	4	5
13. Ihre Haare waschen oder föhnen	1	2	3	4	5
14. Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
15. Einen Pullover anziehen	1	2	3	4	5
16. Ein Messer benutzen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
17. Freizeitaktivitäten, die wenig körperliche Anstrengung verlangen (z. B. Karten spielen, Stricken, usw.)	1	2	3	4	5
18. Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5
19. Freizeitaktivitäten, bei denen Sie Ihren Arm frei bewegen (z. B. Badminton, Frisbee)	1	2	3	4	5
20. Mit Fortbewegungsmitteln	1	2	3	4	5

zurecht zu kommen (um von einem Platz zum anderen zu gelangen)					
21. Sexuelle Aktivität	1	2	3	4	5
	Überhaupt nicht	**Ein wenig**	**Mäßig**	**Ziemlich**	**Sehr**
22. In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt?	1	2	3	4	5
	Überhaupt nicht einge-schränkt	**Ein wenig einge-schränkt**	**Mäßig einge-schränkt**	**Sehr einge-schränkt**	**Nicht möglich**
23. Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt?	1	2	3	4	5
Bitte schätzen Sie die Schwer e der folgenden Symptome während der letzten Woche ein.	**Keine**	**Leichte**	**Mäßige**	**Starke**	**Sehr starke**
24. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
25. Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand während der Ausführung einer bestimmten Tätigkeit	1	2	3	4	5
26. Kribbeln (Nadelstiche)	1	2	3	4	5

in Schulter, Arm oder Hand					
27. Schwächegefühl in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
28. Steifheit in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
	Keine Schwierig-keiten	**Geringe Schwierig-Keiten**	**Mäßige Schwierig-keiten**	**Erhebliche Schwierig-keiten**	**Nicht möglich**
29. Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich?	1	2	3	4	5
	Stimme überhaupt nicht zu	**Stimme nicht zu**	**Weder Zustim-mung noch Ablehnung**	**Stimme zu**	**Stimme sehr zu**
30. Aufgrund meiner Probleme im Schulter-, Arm- oder Handbereich empfinde ich meine Fähigkeiten als eingeschränkt, ich habe weniger Selbstvertrauen oder ich fühle, dass ich mich weniger nützlich machen kann.	1	2	3	4	5

DASH Wert für Behinderung/Symptome = ([(Summe der n Antwortpunkte) - 1] x 25) : n, wobei n der Anzahl der beantworteten Fragen entspricht

Wurden mehr als 3 Fragen nicht beantwortet, so darf ein DASH Wert nicht berechnet werden.

SPORT- UND MUSIK-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf das Spielen Ihres Musikinstrumentes oder auf das Ausüben Ihr es Sports oder auf beides.

Wenn Sie mehr als ein Instrument spielen oder mehr als eine Sportart ausüben (oder beides), so beantworten Sie bitte die Fragen in Bezug auf das Instrument oder die Sportart, die für Sie am wichtigsten ist.

Bitte geben Sie dieses Instrument beziehungsweise diese Sportart hier an:

Ich treibe keinen Sport oder spiele kein Instrument (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt.

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierig-keiten	**Geringe Schwierig-keiten**	**Mäßige Schwierig-keiten**	**Erhebliche Schwierig-keiten**	**Nicht möglich**
1. In der üblichen Art und W eise Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben?	1	2	3	4	5
3. So gut Ihr Musikinstrument zu spielen oder Sport zu treiben wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher	1	2	3	4	5

gewohnte Zeit mit dem Spielen Ihres Musikinstrumentes oder mit Sporttreiben zu verbringen?					

ARBEITS- UND BERUFS-MODUL (OPTIONAL)

Die folgenden Fragen beziehen sich auf den Einfluss Ihres Schulter-, Arm- oder Handproblems auf Ihre Arbeit (einschließlich Haushaltsführung, falls dies Ihre Hauptbeschäftigung ist).

Bitte geben Sie Ihre/n Arbeit/Beruf hier an:

Ich bin nicht berufstätig (Sie können diesen Bereich auslassen).

Bitte kreuzen Sie die Zahl an, die Ihre körperlichen Fähigkeiten in der vergangenen Woche am besten beschreibt.

Hatten Sie irgendwelche Schwierigkeiten:

	Keine Schwierig-keiten	**Geringe Schwierig-keiten**	**Mäßige Schwierig-keiten**	**Erhebliche Schwierig-keiten**	**Nicht möglich**
1. In der üblichen Art und Weise zu arbeiten?	1	2	3	4	5
2. Aufgrund der Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand Ihre übliche Arbeit zu erledigen?	1	2	3	4	5
3. So gut zu arbeiten wie Sie es möchten?	1	2	3	4	5
4. Die bisher gewohnte	1	2	3	4	5

Zeit mit Ihrer Arbeit zu verbringen?					

Auswertung der optionalen Module: Die Antwortpunkte der Fragen werden summiert; durch 4 (Anzahl der Fragen) dividiert; 1 wird subtrahiert und danach mit 25 multipliziert.

Für die Auswertung eines optionalen Moduls dürfen keine Antworten fehlen.

8.2 *Quick DASH Score*

ANLEITUNG

Dieser Fragebogen beschäftigt sich sowohl mit Ihren Beschwerden als auch mit Ihren Fähigkeiten, bestimmte Tätigkeiten auszuführen.

Bitte beantworten *Sie alle Fragen* gemäß Ihrem Zustand in der vergangenen Woche, indem Sie einfach die entsprechende Zahl ankreuzen.

Wenn Sie in der vergangenen Woche keine Gelegenheit gehabt haben, eine der unten aufgeführten Tätigkeiten durchzuführen, so wählen Sie die Antwort aus, die Ihrer Meinung nach *am ehesten* zutreffen würde.

Es ist nicht entscheidend, mit welchem Arm oder welcher Hand Sie diese Tätigkeiten ausüben. Antworten Sie Ihrer Fähigkeit entsprechend, ungeachtet, wie Sie die Aufgaben durchführen konnten.

Nr.	Fähigkeit	**Keine Schwie-rigkeit**	**Geringe Schwie-rigkeit**	**Mäßige Schwie-rigkeit**	**Erhebliche Schwie-rigkeit**	**Nicht Mög-lich**
1.	Ein neues oder fest verschlossenes Glas öffnen	1	2	3	4	5
2.	Schwere Hausarbeit (z.B. Wände abwaschen, Boden Putzen	1	2	3	4	5
3.	Eine Einkaufstasche oder	1	2	3	4	5

	einen Koffer tragen					
4.	Ihren Rücken waschen	1	2	3	4	5
5.	Ein Messer benützen, um Lebensmittel zu schneiden	1	2	3	4	5
6.	Freizeitaktivitäten, bei denen auf Ihren Arm, Schulter oder Hand Druck oder Stoß ausgeübt wird (z.B. Golf, Hämmern, Tennis, usw.)	1	2	3	4	5

		Überhaupt nicht	**Ein wenig**	**Mäßig**	**Ziemlich**	**Sehr**
7.	In welchem Ausmaß haben Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme Ihre normalen Sozialen Aktivitäten mit Familie, Freunden, Nachbarn oder anderen Gruppen während der vergangenen Woche beeinträchtigt?	1	2	3	4	5
8.	Waren Sie in der vergangenen Woche durch Ihre Schulter-, Arm- oder Handprobleme in Ihrer Arbeit	1	2	3	4	5

	oder anderen alltäglichen Aktivitäten eingeschränkt?					
		Keine	**leichte**	**Mäßige**	**Starke**	**Sehr starke**
9.	Schmerzen in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
		Kein	**leichtes**	**Mäßiges**	**Starkes**	**Sehr starkes**
10.	Kribbeln (Nadelstiche) in Schulter, Arm oder Hand	1	2	3	4	5
		Keine Schwie-rigkeiten	**Geringe Schwie-rigkeiten**	**Mäßige Schwie-rigkeiten**	**Erhebliche Schwierigkeiten**	**Nicht Möglich**
11.	Wie groß waren Ihre Schlafstörungen in der letzten Woche aufgrund von Schmerzen im Schulter-, Arm- oder Handbereich?	1	2	3	4	5

***Quick*DASH Wert für Behinderung/Symptome = ([Summe der n Antwortpunkte / n]-1) x 25** wobei n der Zahl der beantworteten Fragen entspricht.

Wurden mehr als 1 Frage nicht beantwortet, so darf ein *Quick*DASH Wert nicht berechnet werden.

8.3 *MHQ*

Michigan Hand Questionnaire (MHQ) Konsensusversion Deutsch

Karsten Knobloch, Marie Kühn, Stephan Papst, Robert Krämer, Peter M. Vogt

Plastische, Hand- und Wiederherstellungschirurgie, Med. Hochschule Hannover

I. Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Funktion Ihrer Hand/Ihres Handgelenks während der vergangenen Woche (Bitte kreisen Sie eine Antwort pro Frage ein)

A. Die folgenden 5 Fragen beziehen sich auf Ihre rechte Hand/Ihr rechtes Handgelenk

1. Wie gut beurteilen sie die allgemeine Funktion Ihrer rechten Hand?

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

2. Wie gut war die Beweglichkeit Ihrer rechten Finger?

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

3. Wie gut war die Beweglichkeit Ihres rechten Handgelenks?

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

4. Wie war die Kraft Ihrer rechten Hand?

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

5. Wie war die Sensibilität (das Gefühl) Ihrer rechten Hand?

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

B. Die folgenden 5 Fragen beziehen sich auf ihre linke Hand/Ihr linkes Handgelenk

1. Wie gut beurteilen sie die allgemeine Funktion Ihrer linken Hand?

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

2. Wie gut war die Beweglichkeit Ihrer linken Finger?

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

3. Wie gut war die Beweglichkeit Ihres linken Handgelenks

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

4. Wie war die Kraft Ihrer linken Hand?

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

5. Wie war die Sensibilität (das Gefühl) Ihrer linken Hand?

Sehr gut – Gut – Mittelmäßig – Schlecht – Sehr schlecht

II. Die folgenden Fragen beziehen sich auf die Geschicklichkeit Ihrer Hände bei bestimmten Tätigkeiten während der letzten Woche (Bitte kreisen Sie eine Antwort pro Frage ein)

A. Wie schwierig war es für Sie, die folgenden Tätigkeiten mit Ihrer rechten Hand auszuführen?

1. Drehen eines Türknaufes

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

2. Aufheben einer Münze

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

3. Ein Glas Wasser halten

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

4. Einen Schlüssel im Schloss umdrehen

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

5. Eine Bratpfanne halten

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

B. Wie schwierig war es für Sie, die folgenden Tätigkeiten mit Ihrer linken Hand auszuführen?

1. Drehen eines Türknaufes

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

2. Aufheben einer Münze

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

3. Ein Glas Wasser halten

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

4. Einen Schlüssel im Schloss umdrehen

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

5. Eine Bratpfanne halten

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

C. Wie schwierig war es für Sie, die folgenden Tätigkeiten mit beiden Händen auszuführen?

1. Öffnen eines Glases

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig

– Sehr schwierig

2. Ein Hemd/eine Bluse zuknöpfen

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

3. Mit Messer und Gabel essen

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

4. Eine Einkaufstasche tragen

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

5. Geschirr spülen

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

6. Haare waschen

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

7. Schuhe zuknöpfen/Knoten knüpfen

Überhaupt nicht schwierig – Etwas schwierig – Mittelmäßig schwierig – Schwierig – Sehr schwierig

III. Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihren normalen Arbeitsalltag (sowohl Hausarbeit als auch Beruf, Schule) während der letzten 4 Wochen. (Bitte kreisen Sie eine Antwort pro Frage ein)

1. Wie oft waren Sie aufgrund von Problemen mit Ihren Händen/Handgelenken unfähig, ihre Arbeit zu verrichten?

Immer – Oft – Manchmal – Selten – Nie

2. Wie oft waren Sie aufgrund von Problemen mit Ihren Händen/Handgelenken gezwungen, ihren Arbeitstag zu verkürzen?

Immer – Oft – Manchmal – Selten – Nie

3. Wie oft mussten Sie es bei der Arbeit aufgrund von Problemen mit Ihren Händen/Handgelenken ruhiger angehen lassen?

Immer – Oft – Manchmal – Selten – Nie

4. Wie oft konnten Sie aufgrund von Problemen mit Ihren Händen/Handgelenken bei der Arbeit weniger als geplant leisten?

Immer – Oft – Manchmal – Selten – Nie

5. Wie oft haben Sie aufgrund von Problemen mit Ihren Händen/Handgelenken länger für Aufgaben bei der Arbeit gebraucht?

Immer – Oft – Manchmal – Selten – Nie

IV. Die folgenden Fragen beziehen sich darauf, wie stark die Schmerzen in Ihren Händen/Handgelenken in der letzten Woche waren. (Bitte kreisen Sie eine Antwort pro Frage ein)

1. Wie oft haben Sie Schmerzen in der Hand/dem Handgelenk?

Immer – Oft – Manchmal – Selten – Nie

Falls Sie die Frage IV-1 mit „Nie“ beantwortet haben, überspringen Sie bitte die folgenden Fragen und blättern Sie eine Seite weiter.

2. Bitte beschreiben Sie den Schmerz in Ihren Händen/Handgelenken

1. Sehr schwach

2. Schwach

3. Mäßig

4. Stark

5. Sehr stark

3. Wie oft störten die Schmerzen in Ihren Händen/Handgelenken Ihren Schlaf?

Immer – Oft – Manchmal – Selten – Nie

4. Wie oft behinderten Sie die Schmerzen in Ihren Händen/Handgelenken bei Ihren täglichen Aktivitäten (z.B. essen oder baden)?

Immer – Oft – Manchmal – Selten – Nie

5. Wie oft machten Sie die Schmerzen in Ihren Händen/Handgelenken unglücklich?

Immer – Oft – Manchmal – Selten – Nie

V. A. Die folgenden Fragen beziehen sich auf die äußere Erscheinung (das Aussehen) Ihrer rechten Hand während der letzten Woche. (Bitte kreisen Sie eine Antwort pro Frage ein)

1. Ich war zufrieden mit der äußeren Erscheinung (dem Aussehen) meiner rechten Hand.

Ich stimme vollständig zu – Ich stimme zu – Ich stimme weder zu noch dagegen – Ich stimme nicht zu – Ich stimme überhaupt nicht zu

2. Ich fühlte mich aufgrund des Aussehens meiner rechten Hand in der Öffentlichkeit

manchmal unwohl.

Ich stimme vollständig zu – Ich stimme zu – Ich stimme weder zu noch dagegen – Ich stimme nicht zu – Ich stimme überhaupt nicht zu

3. Das äußere Erscheinungsbild (das Aussehen) meiner rechten Hand deprimierte

mich.

Ich stimme vollständig zu – Ich stimme zu – Ich stimme weder zu noch dagegen – Ich stimme nicht zu – Ich stimme überhaupt nicht zu

4. Das äußere Erscheinungsbild (das Aussehen) meiner rechten Hand störte mich in meinen normalen sozialen Aktivitäten

Ich stimme vollständig zu – Ich stimme zu – Ich stimme weder zu noch dagegen – Ich stimme nicht zu – Ich stimme überhaupt nicht zu

B. Die folgenden Fragen beziehen sich auf die äußere Erscheinung (das Aussehen) ihrer linken Hand während der letzten Woche. (Bitte kreisen Sie eine Antwort pro Frage ein)

1. Ich war zufrieden mit der äußeren Erscheinung (dem Aussehen) meiner linken Hand.

Ich stimme vollständig zu – Ich stimme zu – Ich stimme weder zu noch dagegen – Ich stimme nicht zu – Ich stimme überhaupt nicht zu

2. Ich fühlte mich aufgrund des Aussehens meiner linken Hand in der Öffentlichkeit

manchmal unwohl.

Ich stimme vollständig zu – Ich stimme zu – Ich stimme weder zu noch dagegen – Ich stimme nicht zu – Ich stimme überhaupt nicht zu

3. Das äußere Erscheinungsbild (das Aussehen) meiner linken Hand deprimierte mich.

Ich stimme vollständig zu – Ich stimme zu – Ich stimme weder zu noch dagegen – Ich stimme nicht zu – Ich stimme überhaupt nicht zu

4. Das äußere Erscheinungsbild (das Aussehen) meiner linken Hand störte mich in meinen normalen sozialen Aktivitäten

Ich stimme vollständig zu – Ich stimme zu – Ich stimme weder zu noch dagegen – Ich stimme nicht zu – Ich stimme überhaupt nicht zu

VI. A. Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre Zufriedenheit mit Ihrer rechten Hand/Handgelenk während der letzten Woche. (Bitte kreisen Sie eine Antwort pro Frage ein)

1. Allgemeine Funktion Ihrer rechten Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

2. Beweglichkeit Ihrer Finger Ihrer rechten Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

3. Beweglichkeit Ihres rechten Handgelenkes

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

4. Kraft Ihrer rechten Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

5. Schmerzstärke in Ihrer rechten Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

6. Sensibilität (Gefühl) in Ihrer rechten Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

B. Die folgenden Fragen beziehen sich auf Ihre Zufriedenheit mit Ihrer linken Hand/Handgelenkwährend der letzten Woche. (Bitte kreisen Sie eine Antwort pro Frage ein)

1. Allgemeine Funktion Ihrer linken Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

2. Beweglichkeit Ihrer Finger Ihrer linken Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

3. Beweglichkeit Ihres linken Handgelenkes

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

4. Kraft Ihrer linken Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

5. Schmerzstärke in Ihrer linken Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

6. Sensibilität (Gefühl) in Ihrer linken Hand

Sehr zufrieden – Zufrieden – Weder zufrieden noch unzufrieden – Etwas unzufrieden –

Sehr unzufrieden

8.4 *Mayo Wrist Score*

Kategorie	Punkte	Befund
Schmerz	25	kein Schmerz
	20	leichter Schmerz bei starker Aktivität
	20	Schmerz nur bei Wetteränderung
	15	mittelgradiger Schmerz bei starker Aktivität
	15	leichter Schmerz bei Alltagstätigkeiten
	5	mittelgradiger Schmerz bei Alltagstätigkeiten
	0	Ruheschmerz
Zufriedenheit	25	sehr zufrieden
	20	mittelmäßig zufrieden

	10	nicht zufrieden aber arbeitsfähig
	0	nicht zufrieden, arbeitsunfähig
Bewegungsumfang	25	100% der Gegenseite
	15	75–99% der Gegenseite
	10	50–74% der Gegenseite
	5	25–49% der Gegenseite
	0	0–24% der Gegenseite
Griffstärke (Grobgriff)	25	100% der Gegenseite
	15	75–99% der Gegenseite
	10	50–74% der Gegenseite
	5	25–49% der Gegenseite
	0	0–24% der Gegenseite
Endergebnis (Punkte)	90–100	sehr gut
	80–89	Gut
	65–79	Befriedigend
	<65	Schlecht

8.5 Fragebogen

Name:

Alter: **Kämpfe:**

Beruf: **Verletzungen:**

***MMA*/Boxen seit:** **Schlaghand:**

Training h/Woche: **andere Sportarten:**

Gewicht:

Inspektion:

Palpation:

Sensibilität:

Bewegungsumfang:

Kraft:

Spezielle Tests: **TFCC Load:**

TFCC Lift:

Scores: **DASH:**

Quick DASH:

Mayo Wrist:

MHQ: Gerneral / Work / Pain / Appearance / Final / Outcome

9 Danksagung

An gegebener Stelle möchte ich den Personen danken, die mich bei der Arbeit an dieser Studie und beim Schreiben der Dissertation unterstützt haben.

Als erstes möchte ich Prof. Dr. Rüdiger Krauspe danken, für die Überlassung des Themas sowie die Möglichkeit in seiner Klinik zu promovieren.

Ganz herzlich möchte ich mich bei meinem Doktorvater Herrn PD Dr. med. Christoph Zilkens bedanken, der mir von Beginn dieser Arbeit an zur Seite gestanden hat und sich stets Zeit für mich nahm.

Mein persönlicher Dank gilt Herrn Dr. Constanin Mayer, der mich stetig begleitet und unterstützt hat. Durch seine freundliche und verständnisvolle Art hat er mich stets motiviert und mich unterstützt. Ohne seine Ratschläge und die kritische Auseinandersetzung mit dem Thema wäre diese Arbeit nicht möglich gewesen.

Mein ganz besonderer Dank gilt Julius Wiechmann, ohne den diese Arbeit nicht entstanden wäre. Durch ihn habe ich mich kritisch mit dem Thema *Mixed Martial Arts* auseinander gesetzt und er war maßgeblich an der Ausarbeitung des Themas beteiligt.

Bedanken möchte ich außerdem bei Herr PD Dr. Christoph Schleich, der mir bei der radiologischen Auswertung des Bildmaterials stets helfend zur Seite stand.

Falk Hilsmann