

**Aus der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische- und
Wiederherstellungschirurgie**

der Universität Würzburg

Direktor: Professor Dr. med. R. Meffert

**Verletzungen im Tennis – eine
Langzeitanalyse von ambitionierten Freizeit-
und Leistungsspielern**

Inaugural - Dissertation

zur Erlangung der Doktorwürde der

Medizinischen Fakultät

der Julius-Maximilians-Universität Würzburg

vorgelegt von

Julian Flügel

geboren in Karlsruhe

Würzburg, Juli 2017



Referent: Prof. Dr. med. R. Meffert

Korreferent: Prof. Dr. med. P. Raab

Dekan: Prof. Dr. med. M. Frosch

Tag der mündlichen Prüfung: 12.07.2018

Der Promovend ist Arzt.

Meiner Familie in Liebe und Dankbarkeit gewidmet

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	IV
1 Einleitung	1
1.1 Die Geschichte des Tennis	1
1.2 Entstehung und die Organisation des internationalen Tennis	2
1.2.1 International Tennis Federation (ITF)	2
1.2.2 Association of Tennis Professionals (ATP)	2
1.2.3 Women´s Tennis Association (WTA)	3
1.3 Der Deutsche Tennisbund (DTB)	3
1.3.1 Geschichte.....	3
1.3.2 Mannschaftswettbewerb- die Medenspiele.....	4
1.3.3 Leistungsklassen	4
1.4 Der Tennissport.....	4
1.5 Ausrüstung.....	5
1.5.1 Tennisschläger	5
1.5.2 Der „sweet spot“	6
1.5.3 Tennissaite	7
1.6 Tennisverletzungen in der Literatur.....	9
1.7 Fragestellung	10
2 Material und Methoden.....	11
2.1 Studiendesign	11
2.2 Probandenakquise	11
2.3 Probandenkollektiv	12
2.3.1 Einschlusskriterien.....	12
2.3.2 Ausschlusskriterien.....	12
2.4 Aufbau des retrospektiven Fragebogens.....	12
2.5 Aufbau der prospektiven Studie	13
2.5.1 Ablauf der prospektiven Studie.....	14
2.6 Verletzungskategorisierung.....	14
2.7 Definitionen von Sportverletzungen	16
2.7.1 Verletzung	16

2.7.2	Akute Verletzung	16
2.7.3	Chronische Beschwerden.....	17
2.7.4	Wettkampfverletzung.....	17
2.7.5	Trainingsverletzung	17
2.8	Berechnung der Verletzungsinzidenz.....	17
2.9	Berechnung der Schweregrade akuter Verletzungen.....	17
2.10	Datenerhebung	18
3	Ergebnisse	19
3.1	Ergebnisse der retrospektiven Studie.....	19
3.1.1	Soziodemographische Daten.....	19
3.1.2	Allgemeines Verletzungsrisiko	20
3.1.3	Akute Verletzungen	21
3.1.4	Akute Verletzungen bei Männern und Frauen	25
3.1.5	Akute Bauchmuskelerletzungen und deren Risikofaktoren.....	31
3.1.6	Aufwärmprogramm - Vergleich zwischen Männern und Frauen ...	33
3.1.7	Schweregrad akuter Verletzungen in Bezug auf Verletzungsdauer..	34
3.1.8	Bodenbelagabhängige Verletzungen.....	35
3.1.9	Chronische Beschwerden.....	36
3.1.10	Chronische Beschwerden bei Männern und Frauen	39
3.1.11	Chronische Rumpfbeschwerden und deren Risikofaktoren.....	44
3.1.12	Chronische Beschwerden der oberen Extremität in Abhängigkeit von Tennisschlägereigenschaften	45
3.2	Ergebnisse der prospektiven Studie.....	48
3.2.1	Soziodemographische Daten.....	48
3.2.2	Allgemeines Verletzungsrisiko	49
3.2.3	Verletzungsprofil.....	50
3.2.4	Akute Verletzungen	51
3.2.5	Chronische Beschwerden.....	53
3.2.6	Verletzungsprofil bei Männern und Frauen.....	56
3.2.7	Häufigkeit einer Tendinopathie an der oberen Extremität in Abhängigkeit vom Schlägergewicht	59

3.2.8	Häufigkeit einer Tendinopathie an der oberen Extremität in Abhängigkeit von der Besaitungshärte	60
3.2.9	Häufigkeit einer Tendinopathie an der oberen Extremität in Abhängigkeit von der Tennissaite	60
4	Diskussion.....	61
4.1	Diskussion der angewandten Methoden	61
4.1.1	Akutes Verletzungsprofil ambitionierter Freizeit- und Leistungsspieler	62
4.1.2	Chronisches Beschwerdeprofil ambitionierter Freizeit- und Leistungsspieler	67
4.1.3	Die besondere Stellung des Rumpfes im Tennissport	69
4.1.4	Geschlechterunterschied bei Verletzungen im ambitionierten Freizeit- und Leistungstennis	72
4.1.5	Chronische Beschwerden in Abhängigkeit von Tennisschläger und Material	74
4.2	Ausblick.....	77
5	Zusammenfassung	78
6	Literaturverzeichnis.....	80
7	Appendix	86
7.1	Abbildungsverzeichnis.....	86
7.2	Tabellenverzeichnis.....	88
7.3	Tabellen	89
7.4	Fragebogen zu Verletzungen im Tennissport.....	97
7.5	Danksagung	108

Abkürzungsverzeichnis

ATP	Association of Tennis Professionals
DTB	Deutscher Tennis Bund
FAI	Femoroacetabuläres Impingement
ITF	International Tennis Federation
LK	Leistungsklasse
Mio	Millionen
NTRP	National Tennis Rating Program
Sd	Standardabweichung
v.a.	vor allem
Verl.	Verletzung
WTA	Women's Tennis Association

1 Einleitung

1.1 Die Geschichte des Tennis

Die Geschichte des Tennis geht auf das 13. Jahrhundert zurück. Es wurde damals von Mönchen in Nordfrankreich in den Innenhöfen vieler Klöster mit der bloßen Hand gespielt, daher der Name „Jeu de paume“. Hieraus entwickelten sich zwei Spielarten. Zum einen das volkstümliche „Jeu de longue paume“, welches unter freiem Himmel stattfand, zum anderen das elitäre „Jeu de courte paume“, welches auf angelegten Spielfeldern gespielt wurde.

Die Blütezeit des „Jeu de paume“ war das 16. und 17. Jahrhundert. Trotz der Verbote aus den vergangenen Jahrhunderten, die vor allem gegen das bürgerliche „Jeu de longue paume“ mit Platzverboten oder Gefängnisstrafen (1477) belegt waren, entwickelte sich das „Jeu de paume“ zum Volkssport. Die Begeisterung und die Bewunderung für den Sport zogen sich durch alle sozialen Schichten und weiteten sich auf England, Schottland und Amerika aus. Es wurden zahlreiche Tennisplätze und „Ballhäuser“ errichtet, in denen das Ballspiel betrieben wurde. Erste Tennisplätze wurden in Deutschland während des 16. und 17. Jahrhunderts gebaut. Mitte des 17. und Anfang des 18. Jahrhunderts ging die Begeisterung am „Jeu de paume“ deutlich zurück. Gründe dafür waren neben den uneinheitlichen Spielregeln und Spielplätzen die zunehmende kriminelle Entwicklung.

Eine neue Variante verbreitete sich Ende des 19. Jahrhunderts unter dem Namen „Lawn Tennis“ (Rasentennis), welches Major Walter C. Wingfield entwickelte und 1874 patentieren ließ. Befürworter des „Jeu de paume“ bewirkten eine Namensänderung ihres Spiels zu „Real Tennis“, um sich gegen die neue Welle abzugrenzen. Major Walter C. Wingfield vereinfachte das Spiel und es wurde erstmals über ein Netz gespielt. Das Interesse an der neuen Spielart wurde daraufhin immer größer. Der Durchbruch erfolgte im Jahr 1877, als das erste Rasentennisturnier vom „All England Croquet and Lawn Tennis Club“ in Wimbledon ausgetragen wurde. (Stemmler, 1988)

Die ersten Meisterschaften und Gründungen von Tennisverbänden in Amerika, Australien und Frankreich hatten ebenfalls ihre Anfänge am Ende des 19.

Jahrhunderts. Heute gehören sie zusammen mit den Wimbledon Championships zu den wichtigsten Tennisturnieren der Welt, den sogenannten „Grand Slam- Turnieren“. (Gillmeister, 1990)

1.2 Entstehung und die Organisation des internationalen Tennis

1.2.1 International Tennis Federation (ITF)

Der internationale Tennissport wird vom Weltverband ITF organisiert. Gegründet wurde der Verband bereits am 1. März 1913 unter dem Namen „International Lawn Tennis Federation“ (ILTF). Im Jahr 1977 wurde die ILTF umbenannt und nennt sich bis heute „International Tennis Federation“. Der ITF gehören 210 nationale Tennisverbände an. Die Federation ist Ausrichter der vier Grand-Slam- Turniere, der Olympischen Spiele, des Davis- und Fed- Cups, der internationalen Circuit-Turniere und des Hopman Cups. Des Weiteren kümmert sich der Weltverband um die weltweite Entwicklung und Förderung des Tennis und ist für die Spielregeln verantwortlich. (ITF, 2015)

Der ITF untergeordnet sind die ATP World Tour (Association of Tennis Professionals) und die WTA (Women’s Tennis Association).

1.2.2 Association of Tennis Professionals (ATP)

Die ATP wurde 1972 gegründet und hatte das Ziel, die Organisation und die Verantwortung der Herrentennisturniere zu bündeln. Ein Jahr später wurde ein Ranglistensystem eingeführt. Nach einem Streik der männlichen Tennisspieler im Jahr 1988 erfolgte die Namensänderung zur „ATP Tour“. Grundlage des Widerstands war das limitierte Mitspracherecht der Spieler. Ursprünglich wurde das Turniergeschehen von Turnierdirektoren und Vertretern der ITF und ATP bestimmt.

Die zukünftigen Jahre waren vom Erfolg gekrönt. Es gelang namhafte Sponsoren langfristig zu binden, hochdotierte Fernsehverträge abzuschließen, die ATP World Tour auszubauen und die Spieler sowie das Tennis besser zu vermarkten. Seit 2009 bis heute heißt die ATP Tour nun ATP World Tour. (ATPWorldTour, 2015)

1.2.3 Women´s Tennis Association (WTA)

Der weibliche Gegenspieler zur ATP World Tour ist die WTA. Gegründet wurde die WTA im Jahr 1973 von Billie Jean King, der Gewinnerin der ersten „Virgin Slims Series“. In die Welt gerufen wurde die „Virgin Slims Series“, ursprünglich eine Turnierserie von 19 Tennisturnieren, von der Herausgeberin des „World Tennis“ Magazins Gladys Heldman. Im Jahr 1970 unterschrieben 9 Tennisspieler („The Original 9“) einen 1 Dollar Vertrag mit Gladys Heldman, der sie berechnigte, an der „Virgin Slims Series“ anzutreten. Mit der Gründung der WTA 1973 folgte die Einführung einer Weltrangliste, Ausweitung der Damenturniere auf insgesamt 47 Turniere, eine bessere Vermarktung des Frauentennis und eine allmählich Anpassung an die männlichen Preisgelder. (WTATour, 2015)

1.3 Der Deutsche Tennisbund (DTB)

1.3.1 Geschichte

Der erste deutsche Tennisverein wurde 1881 in Baden-Baden gegründet. Allerdings waren die beiden Hamburger Vereine Pöseldorfer L.T.V. (1890) und Harvestehuder L.T.C (1891) abwechselnd die Austragungsorte der ersten deutschen Meisterschaften (1892). Heute wird dort das ATP-Turnier von Hamburg ausgetragen. Unter dem Namen „Lawn-Tennis-Bund“ wurde am 09.05.1902 der deutsche Tennisverband gegründet. Der erste Präsident war Carl August von der Meden. Zum Andenken an von der Meden nach seinem Tod 1911 wurde von der Lawn-Tennis-Gilde eine Stiftung ins Leben gerufen, welche die Grundlage der heute bekannten Medenspiele stellt. (Gillmeister, 1990)

Nach dem zweiten Weltkrieg erfolgte 1949 die Neugründung des Verbandes unter dem bis heute gültigen Namen „Deutscher Tennis Bund“ (DTB, 2015).

Den großen Tennisboom erfuhr Deutschland in den 80iger Jahren. Einen erheblichen Anteil daran hatten Boris Becker und Steffi Graf, die zu dieser Zeit ebenfalls ihre größten Erfolge ihrer Karriere feierten. Die Begeisterung am Tennissport führte zu steigenden Mitgliederzahlen, die sich innerhalb von

10 Jahren verdoppelten und auf über 2 Millionen Mitglieder anstiegen. Trotz der aktuell sinkenden Mitgliederzahlen und den fehlenden großen Tennisdoloren im deutschen Tennissport ist der DTB mit 1,4 Millionen Mitgliedern der größte Tennisverband der Welt. (DTB, 2015)

1.3.2 Mannschaftswettbewerb - die Medenspiele

Der DTB ist in 18 Landesverbände unterteilt. Der bayrische Landesverband ist der mitgliederstärkste Verband. Jedes Jahr werden im Sommer die nach von der Meden benannten Medenspiele (Saisonmannschaftsspiele) der Damen, Herren und Junioren/Innen ausgetragen. Die Spiele werden auf Bundes-, Landes- und Bezirksebene in den entsprechenden Ligen von Bundeliga bis zur Kreisklasse ausgespielt. Eine Mannschaft wird je nach Liga aus vier bis sechs Spielern gebildet. Ausgespielt werden abhängig von der Mannschaftsgröße vier oder sechs Einzel und zwei oder drei Doppel.

1.3.3 Leistungsklassen

Die Mannschaftsaufstellung erfolgt anhand der Leistungsklassen (LK). Jeder Tennisspieler, der an dem Wettspielbetrieb teilnimmt, ist gemäß seiner Spielstärke in eine entsprechende Leistungsklasse eingeteilt. Die besten Spieler sind der 1. Leistungsklasse, die schlechtesten Spieler der 23. Leistungsklasse zugeordnet.

1.4 Der Tennissport

Tennis gehört zu den Rückschlagspielen und wird in allen sozialen Schichten gespielt. Es kann von jung bis alt, unabhängig vom Spielniveau, auf unterschiedlichem Untergrund (z.B. Sand, Rasen, Granulat, Teppich) sowie im Sommer als auch im Winter gespielt werden.

Die Ansprüche an einen Tennisspieler sind sehr hoch. Neben den körperlichen Voraussetzungen ist die mentale Stärke von entscheidender Bedeutung. Wichtige Fertigkeiten sind Kondition (Kraft, Ausdauer, Schnelligkeit, Beweglichkeit), Koordination, taktisch-kognitive Fähigkeiten, Ballgefühl und eine gute Schlagtechnik.

Auf dem Platz wird ein Punkt zwischen zwei Spielern oder zwei Paaren (Doppel) ausgespielt. Mit dem Schläger wird der Tennisball über das Netz in das gegnerische Feld gespielt. Ziel ist es, Punkte zu gewinnen, indem man eigene Fehler vermeidet, den Gegner zu Fehlern zwingt oder direkte Punkte erzielt.

1.5 Ausrüstung

Für ein Tennisspiel benötigt man Tennisschläger, Tennisbälle, Schuhe und eine entsprechende Bekleidung. Die geeignete Ausrüstung, insbesondere die richtige Schlägerwahl, ist für einen Tennisspieler, v.a. für den Profispieler von entscheidender Bedeutung. Mit der Verwendung von verschiedenen Tennissaiten stehen weitere Anpassungen an die eigene Spielweise zur Verfügung. Zweifellos hat auch die richtige Schuhwahl abhängig vom Untergrund und die Beschaffenheit der Tennisbälle großen Einfluss auf das Spiel und auf das Befinden des Spielers selbst.

1.5.1 Tennisschläger

Wie bereits oben erwähnt, entwickelte sich der Tennisschläger zum wichtigsten Tennisutensil bzw. Arbeitsgerät des Tennissportlers. Erste Nachweise, dass Schläger für das Spiel benutzt wurden, gehen auf das Jahr 1495 zurück (Stemmler, 1988).

Die ITF legte 1981 zur Vereinheitlichung die Maße und das Besaitungsmuster der Tennisschläger fest. Dem Einfallsreichtum für Schlägerformen war bis dato keine Grenzen gesetzt. (Kuebler, 1995)

Seit Ende des 15. Jahrhunderts bis in die 70er Jahre des 20. Jahrhunderts wurden die Tennisschläger aus Vollholz oder aus Holz in Schichtbauweise gefertigt. Daneben wurden in den 1920igern die Schlägerrahmen aus Stahl oder Aluminium hergestellt. Eine Revolution fand zwischen den 1970igern und 1980igern statt. Der Holzrahmen wurde allmählich von Graphit, Karbon und Titan abgelöst. (Kuebler, 1995)

Die stetige technologische Weiterentwicklung der Tennisschläger führte in den letzten Jahrzehnten zu einer Reduzierung des Schlägergewichts von ca. 400g (Holzschläger) bis auf teilweise weniger als 250g. Auf diese Weise gelingt es den Spielern den Schläger schneller zu beschleunigen und eine höhere Schlaggeschwindigkeit zu erzielen. Die Schläger wurden nicht nur leichter, sondern auch weniger biegsam. Die erhöhte Rahmensteifigkeit verursacht nicht nur geringere Vibrationen und folglich ein komfortableres Schlaggefühl, sondern erhöht zusätzlich die Schlägerenergie. Der Hintergrund für die erhöhte Schlägerenergie ist damit zu erklären, dass weniger Energie in die Verformung des Rahmens verloren geht und auf diese Weise mehr Energie auf den Ball übertragen wird. Die stetigen Fortentwicklungen der Materialien haben unter anderem zu der Entstehung des modernen Powertennis beigetragen. (Miller und Cross, 2003)

1.5.2 Der „sweet spot“

Unter diesem Begriff werden die Bereiche auf dem Saitenbett verstanden, welche dem Spieler ermöglichen, sowohl die größtmögliche Ballgeschwindigkeit und Kontrolle zu realisieren als auch die optimale Vibrationsdämpfung zu erfahren. Es können drei Bereiche unterschieden werden:

- 1) Vibration node: Dieser Bereich liegt nahezu in der Mitte des Schlägers. Hier werden nur minimale Schwingungen und Vibrationen am Schlägergriff wahrgenommen. (Hennig, 2007)

- 2) Centre of percussion (COP): Physikalisch entsteht beim Auftreffen des Balls auf das Saitenbett eine Rotations- und eine Translationsbewegung des Tennisschlägers. Im COP heben sich diese Bewegungen beinahe gegenseitig auf und bewirken somit lediglich geringe Vibrationen und Erschütterungen am Griff des Tennisschlägers. (Hennig, 2007)

- 3) Power Zone: In dieser Zone kann die größte Power (Ballgeschwindigkeit) entfaltet werden. Der Bereich der Power Zone entspricht bei ruhenden Schlägern dem Schwerpunkt, bei schwingenden Schläger bewegt sich die Zone in Richtung Schlägerspitze. (Miller, 2006)

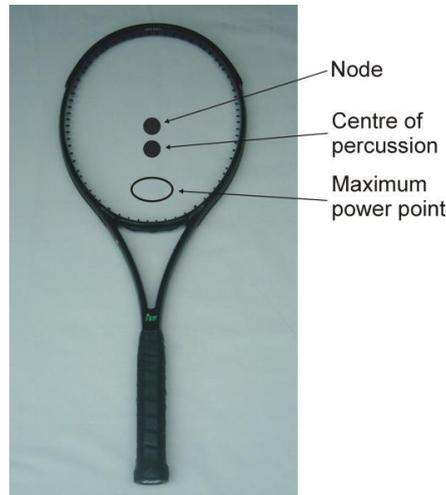


Bild: Brody (2002)

1.5.3 Tennissaite

Erst mit der Saite ist der Tennisschläger vollständig und spiefertig. Sie verleiht, abhängig von der verwendeten Saite, dem Schläger einen bestimmten Charakter. Zu den wichtigsten Eigenschaften einer Saite zählen Elastizität und Haltbarkeit. Der Markt der Saiten ist groß und unübersichtlich. Es gibt aktuell keine einheitlichen Parameter, nach denen die Saiten getestet und bewertet werden. Letztendlich entscheidet jeder Spieler primär nach dem Schlaggefühl.

Grundsätzlich können zwei verschiedene Arten von Saiten unterschieden werden. Es gibt Naturdarmsaiten und Kunstsaiten. Die Herstellung erstgenannter erfolgt aus Kuhdärmen und besticht mit ihrer Elastizität. Aufgrund der hohen Kosten, der Witterungsempfindlichkeit und der relativ geringen Haltbarkeit bei Topspin lastigem Spiel wird sie hauptsächlich von den professionellen Tennisspielern gespielt und zählt mit ihren Eigenschaften als Maßstab für die Kunstsaiten.

Kunstsaiten werden aus verschiedenen Materialien hergestellt und sind im Wesentlichen aus Mehrfachfasern oder Einfachfasern aufgebaut. Einfachfasern (Monofilamentsaiten) wie Nylon- oder Polyestersaiten sind starre und

preiswertere Saiten. Demgegenüber stehen die Mehrfachfasern (Multifilamentsaiten), deren Herstellung aufwendiger und teurer ist. Ihr besonderer Aufbau verleiht ihnen eine hohe Elastizität, welche am nächsten an die Naturdarmsaiten heranreicht. Wegen der relativ langen Haltbarkeit, dem geringeren Preis und einer guten Topspin- Übertragung auf den Ball sind die Kunstsaiten im Freizeit- und Amateursport sehr beliebt.

Unter einer Hybridsaite versteht man eine Kombination aus zwei verschiedenen Saiten. Dazu werden die Längssaiten, welche aufgrund der höheren Beanspruchung schneller reißen, meistens mit einer haltbaren Kunstsaiten (z.B. Monofilamentsaiten) und die Quersaiten mit einer elastischen Multifilament- oder Naturdarmsaite besaitet. Dadurch werden die besten Eigenschaften kombiniert und die Kosten pro Besaitung reduziert.

Weitere Anpassungen können durch die Besaitungshärte erfolgen. Diese Möglichkeit wird im folgendem kurz beschrieben.

Je nach Anspruch des Spielers können die Tennisschläger hart oder weich besaitet werden. Eine harte Besaitung verspricht mehr Kontrolle und weniger Beschleunigung des Balles. Wohingegen eine weiche Besaitung exakt den umgekehrten Effekt hat (Cross, 2000). Im Allgemeinen geben die Saiten ca. 95% der aufgenommenen Energie wieder zurück an den Ball (Cross *et al.*, 2000).

Brody begründet die vermehrte Ballgeschwindigkeit bei geringerer Besaitungshärte mit der vergleichsweise geringeren Rigidität der Saite. Dadurch besitzt die Saite die Fähigkeit mehr Energie aufzunehmen und diese wieder an den Ball zu übertragen. Das Ergebnis ist eine 1-2% höhere Ballgeschwindigkeit. Für eine maximal mögliche Ballgeschwindigkeit ist eine geringe Rigidität der Saiten entscheidend, die durch folgende Faktoren herabgesetzt werden kann: (Brody, 2002)

- Geringe Besaitungshärte
- Elastischere Saiten (z.B. Naturdarmsaiten)
- Größere Schlagfläche (längere Saiten)
- Dickere Saitenstärke

1.6 Tennisverletzungen in der Literatur

Tennis ist keine Kontaktsportart und gehört nicht zu den Risikosportarten. Allerdings bedingen ständige Richtungswechsel, explosive Sprints, abrupte Abstoppbewegungen sowie repetitive Schlagbewegungen akute Verletzungen und/oder chronische Beschwerden. Die Verletzungswahrscheinlichkeit liegt abhängig von den Studien zwischen 0,04 bis 3 Verletzungen pro 1000 Spielstunden (Pluim *et al.*, 2006).

Erste Untersuchungen, die sich mit Tennisverletzungen beschäftigten, wurden Ende der 70er Jahre durchgeführt (Biener und Caluori, 1977; Von Salis-Soglio, 1979). In seiner Studie mit 126 untersuchten Tennisspielern zeigt von Krämer *et al.*, dass mit 38,8% die Epicondylitis humeri lateralis (radialis) zu den häufigsten Überlastungsschäden gehört. Als Risikofaktoren wurden höheres Alter sowie die Verwendung von Metallschlägern im Gegensatz zu Holzschlägern identifiziert. Da Kunststoffschläger damals noch wenig verbreitet waren, konnte über das Verletzungsprofil bei Verwendung von Kunststoffschlägern keine Aussage getroffen werden. (Von Krämer und Schmitz-Beuting, 1979)

Über die Jahre bis zur jüngsten Vergangenheit nahm die Zahl an veröffentlichten Artikeln über Tennis zu. Zwischen den Jahren 2000 und 2005 wurden ca. 159 Studien über Tennis publiziert. Die meisten Arbeiten wurden über den Bewegungsapparat (82,17%) veröffentlicht, davon befassten sich 65% mit dem Ellenbogengelenk. Bei den bisherigen Untersuchungen kam der Spielausrüstung kaum eine Bedeutung zu. (Maquirriain, 2005)

Entgegen der Mutmaßung, dass sich bei den vorhergehenden Studien über den Bewegungsapparat bezüglich der Verletzungen eine einheitliche Tendenz erkennen ließe, zeigte die Literaturrecherche ein inhomogenes Bild. Die letzte große Untersuchung von professionellen Tennisspielern wurde 2016 von Mc Curdie *et al.* veröffentlicht. Diese Studie wertete alle Verletzungen aus, die sich während der Wimbledon Championships von 2003 bis 2012 ereigneten. Bei den Profispielern stellte sich ein vermehrtes Auftreten von Verletzungen an der unteren Extremität heraus. Am häufigsten kam es zu Schulter- und Knieverletzungen. (McCurdie *et al.*, 2016)

Bei der Literaturrecherche fiel auf, dass eine Vielzahl von Studien zu Verletzungshäufigkeiten und –lokalisationen existieren, welche jedoch keinen Zusammenhang zwischen Verletzungshäufigkeit und verwendetem Material herstellen. Des Weiteren fehlten einheitliche Definitionen und Einteilungen von Tennisverletzungen, wodurch sich bisherige Studien nur schwer vergleichen lassen. Es wurden mehr Studien mit professionellen Tennisspielern durchgeführt als mit Freizeit- oder Vereinsspielern. Diese machen jedoch den Großteil der Tennisspieler aus.

1.7 Fragestellung

Diese Arbeit untersucht das Verletzungsprofil von ambitionierten Freizeit- und Leistungstennisspielern. Dabei erfolgt eine Einteilung in akute Verletzungen und chronische Beschwerden (Sportschäden). Die Verletzungen und Sportschäden werden systematisch nach Körperregionen, verletzten Strukturen und geschlechtsspezifischen Unterschieden aufgegliedert. Ein weiterer Fokus liegt auf der Analyse des Einflusses der Spielausrüstung auf chronische Überlastungsschäden.

Folgende Fragen sollen durch die Studie beantwortet werden:

- Welche sind die häufigsten akuten Verletzungen im Amateur- und Leistungssport?
- Welche sind die häufigsten chronischen Überlastungsschäden im Amateur- und Leistungssport?
- Unterscheidet sich das akute oder chronische Verletzungsprofil von Männern und Frauen?
- Welchen Einfluss hat ein Aufwärmprogramm auf muskuläre Verletzungen?
- Wie sieht das Verletzungsprofil bei unterschiedlichen Tennisböden aus?
- Hat das Spielmaterial (Schlägergewicht, Saite, Bespannungshärte) Einfluss auf die Entwicklung von Überlastungsschäden?

2 Material und Methoden

2.1 Studiendesign

Die Tennisstudie erstreckt sich über einen Zeitraum von zweieinhalb Jahren (April 2010 – September 2012) und basiert auf einem retrospektiven und einem prospektiven Teil.

Aufgrund der besseren Lesbarkeit wird im Folgenden die männliche Form von „Tennispieler“, „Spieler“, „Teilnehmer“, usw. gewählt. Dies schließt alle Geschlechter ein.

Für den retrospektiven Teil der Studie konnten insgesamt 600 Tennispieler gewonnen werden, bei einer Drop-out-Rate von 1,25%. Die Befragung der gesamten Teilnehmer startete im März 2010 mittels eines speziell erstellten Fragebogens (siehe Appendix) und konnte im September 2011 vollständig abgeschlossen werden.

Der prospektive Teil begleitete die Spieler über drei Sommersaisons (2010, 2011, 2012) und über zwei Wintersaisons (2010/2011, 2011/2012). Der Start war im Mai 2010 mit Beginn der Medenspiele, das Ende im September 2012. Für die prospektive Studie konnten 299 Tennispieler gewonnen werden (Drop-out-Rate: 1,14%).

2.2 Probandenakquise

Vor der Sommersaison 2010 wurde an alle Mannschaftsführer in Unterfranken, Franken und Bayern der Fragebogen über Tennisverletzungen per Email verschickt. Der Fragebogen wurde in den Mannschaften verteilt und ausgefüllt zurückgesendet. Das Hauptaugenmerk lag auf der Gewinnung von Teilnehmern aus dem Bezirk Unterfranken. Weitere Teilnehmer wurden durch einen Aufruf in der bundesweit veröffentlichten Tenniszeitung „tennis“ (Ausgabe: Juli 2010), Onlinestellung des Fragebogens auf tennisspezifischen Internetseiten (Saitenforum, Badischer Tennisverband), Verbreitung des Fragebogens in den sogenannten Social-Networks (Studivz, Facebook, Twitter) sowie durch direkte

Befragung von Teilnehmern auf Damen- und Herrenturnieren in Unterfranken und Baden- Württemberg mobilisiert.

2.3 Probandenkollektiv

2.3.1 Einschlusskriterien

In die Studie wurden alle aktiven Tennisspieler jeglicher Spielstärke (Kreisklasse bis Bundesliga) und jeden Alters, die in einer Damen- oder Herrenmannschaft spielten, aufgenommen.

2.3.2 Ausschlusskriterien

Von der Studie wurden alle jugendlichen Tennisspieler, die nicht in einer Damen- oder Herrenmannschaft spielten, ausgeschlossen.

2.4 Aufbau des retrospektiven Fragebogens

Der Fragebogen ist auf drei Säulen aufgebaut und beinhaltet insgesamt 61 Fragen. Bei den Fragen handelt es sich hauptsächlich um geschlossene Fragen. Offene Fragen zum Verletzungsmechanismus finden sich am Ende jeder akuten Verletzung.

Die erste Säule des Fragebogens unterteilt sich in einen persönlichen und in einen allgemeinen Abschnitt. Im persönlichen Abschnitt können Angaben zum Alter, Gewicht, Körpergröße, Geschlecht, Seite der Schlaghand und zur Schlagtechnik der Rückhand (einhändig oder beidhändige Schlagtechnik) gemacht werden. Der allgemeine Teil untergliedert sich in Fragen zur Spielstärke, zum persönlichen Aufwärmprogramm und zum verwendeten Tennisschlägermaterial. Diese Fragen dienen bei der späteren Auswertung dazu, Rückschlüsse auf bestimmte chronische Beschwerden zu ziehen.

Die zweite Säule des Fragebogens befasst sich ausschließlich mit den akut zugezogenen Tennisverletzungen. Hierbei konnten die Teilnehmer ihre bisherigen Verletzungen nach ihrer Lokalisation angeben. Anschließend wurden bis zu drei Verletzungen genauer erfragt. Eingegangen wurde auf die

Verletzungssituation, die Therapie, Verletzungsdauer, die Ursache und auf den Verletzungsmechanismus.

Die chronischen Beschwerden werden im letzten Teil des Fragebogens analysiert. Die Fragen nehmen Bezug auf die Lokalisation, durchgeführte Therapie, Ursachen der Beschwerden und den Therapieerfolg.

2.5 Aufbau der prospektiven Studie

Ziel der prospektiven Studie war es, sämtliche Verletzungen und Beschwerden der Spieler über fünf Saisons (Sommer und Winter) zu dokumentieren. Dabei lag der Schwerpunkt vor allem auf den Sommersaisons. Während dieser Periode trainieren die Amateur- und Vereinsspieler vermehrt, um sich auf die Medenspiele und auf zusätzliche Tennisturniere vorzubereiten.

Zu Beginn der prospektiven Studie wurden bei allen Teilnehmern die Standardinformationen über Alter, Geschlecht, Körpergröße, Körpergewicht, die Seite der Schlaghand und die Schlagtechnik der Rückhand sowie das Material (Schläger, Tennissaite, Besaitungshärte) aufgenommen.

Im Falle einer neuen Tennisverletzung wurde dem Spieler ein zusätzlicher Fragekatalog zugeschickt.

Dieser beinhaltete nachstehende Fragen über:

- die Verletzung: Verletzungslokalisierung, Verletzungsdiagnose, Schmerzcharakter, Therapie, Dauer der Verletzungspause, Beschwerdefreiheit, Verletzungsmechanismus.
- die Rahmenbedingungen: Aufwärmprogramm, Bodenbelag, Trainings- oder Wettkampfverletzung.

2.5.1 Ablauf der prospektiven Studie

Monatliche Erinnerungsemails an die Teilnehmer gewährleistete eine lückenlose Dokumentation des Gesundheitszustands. Neben der Aufnahme von neuen Verletzungen, konnten Veränderungen im Heilungsprozess bei bestehenden Verletzungen registriert sowie verletzungsfreie Intervalle dokumentiert werden.

Vereinsspieler aus Würzburg und dem Landkreis Würzburg wurden an die Ambulanz des Universitätsklinikums Würzburg angebunden. Bei allen anderen Spielern erfolgte die Vorstellung und Behandlung bei ihren heimatnahen Ärzten. Bagatellverletzungen, bei denen es keine ärztliche Konsultation Bedarf, wurde mittels des Fragenkatalogs und/oder durch persönliche Kontaktaufnahme eine möglichst exakte Diagnose gestellt.

2.6 Verletzungskategorisierung

Als Grundlage der Datenerfassung sowie zur Einteilung und Definition von Tennisverletzungen wurde das "Consensus Statement on Epidemiological Studies of Medical Conditions in Tennis" von Pluim et al. verwendet und auf den Amateur- und Freizeitsport zugeschnitten (Pluim *et al.*, 2009).

Die Einteilung der Tennisverletzungen nach der Lokalisation und der Art der Verletzung erfolgte anhand der entsprechenden Tabellen nach Pluim et al. (2009). Nicht kategorisierbare Antworten wurden unter dem Begriff „keine Diagnose“ zusammengefasst. In dieser Studie wurden keine Systemerkrankungen berücksichtigt. Tabelle 1 zeigt die verwendete Einteilung der Körperregionen in die Haupt- und Untergruppen.

Tabelle 1 Main Grouping and Sub-categories for Classifying the Location of Medical Conditions

Main Grouping (Körperbereiche)	Sub-category (Körperregionen)
Head and neck	Head/face
	Neck/ cervical spine
Upper limbs	Shoulder/ clavicle
	Upper arm
	Elbow
	Forearm
	Wrist
	Hand/ finger/ thumb
Trunk	Sternum/ ribs/ upper back
	Abdomen
	Lower back/ pelvis/ sacrum
Lower limbs	Hip/ groin
	Thigh
	Knee
	Lower leg/ Achilles tendo
	Ankle
	Foot/ toe
Other	Location unspecified

Die Einteilung der Verletzungen erfolgte gemäß den Kategorien, die in Tabelle 2 abgebildet sind. Eine weitere Differenzierung der Verletzungen in die Untergruppen, wird von Pluim et al. bei Studien mit großen Teilnehmerzahlen empfohlen (Pluim *et al.*, 2009).

Tabelle 2 Main Groupings and Sub-categories for Classifying the Types of Injuries

Main Grouping	Sub-category
Bone	Fracture
	Other bone fracture
Joint (none-bone) and ligament	Dislocation/ subluxation/ instability
	Ligament injury
	Lesion of meniscus/ articular cartilage
	Synovitis
Muscle and tendo	Muscle rupture/ tear/ spasm/ cramp
	Tendo tear/ tendopathy/ bursitis
Skin	Haematoma/ contusion/ bruise
	Abrasion, laceration
Central/ peripheral nervous system	Consussion
	Structural brain injury
	Nerve injury
Other	Visceral
	Dental injury
	Undiagnosed injury

2.7 Definitionen von Sportverletzungen

Die verwendeten Definitionen von Pluim et al. werden im folgendem aufgeführt (Pluim *et al.*, 2009):

2.7.1 Verletzung

Jede Verletzung, die sich ein Tennisspieler unabhängig vom medizinischen Handlungsbedarf und der Dauer der Verletzungspause im Training oder Wettkampf zuzieht, zählt als Verletzung.

Für die prospektive Studie wurde die Verletzungsdefinition weiter spezifiziert und eine Verletzung, die zu einer Abwesenheit von Training und / oder Wettkampf von mindestens 24 h geführt hat, definiert.

2.7.2 Akute Verletzung

Eine akute Verletzung bezieht sich auf ein spezifisches, feststellbares Verletzungsereignis oder beim plötzlichen Auftreten von Schmerzen.

2.7.3 Chronische Beschwerden

Eine chronische Beschwerde bezieht sich auf einen Überlastungszustand, welcher sich über einen längeren Zeitraum hinzieht und/oder zur allmählichen Zunahme der Beschwerden ohne ein entsprechendes Verletzungsereignis führt. Des Weiteren können die Beschwerden sowohl in Ruhe als auch unter Belastung auftreten. Chronische Beschwerden können auch auf Grund einer akuten Verletzung entstehen und werden als sogenannten Sportschaden bezeichnet.

2.7.4 Wettkampfverletzung

Unter einer Wettkampfverletzung versteht man jede Verletzung, die sich im Wettkampf ab dem Betreten des Tennisplatzes bis zum Spielende ereignet.

2.7.5 Trainingsverletzung

Unter eine Trainingsverletzung fallen alle Verletzungen im Rahmen von sportlichen Aktivitäten, die zur Aufrechterhaltung oder Verbesserung der Spielfertigkeiten oder des Leistungsvermögens eines Tennisspielers führen.

2.8 Berechnung der Verletzungsinzidenz

Die Berechnung der Verletzungsinzidenz wurde nach unten stehender Formel berechnet.

$$\text{Verletzungsinzidenz} = (\text{Anzahl der Spielverletzungen} / \text{Spielstunden}) \times 1000$$

2.9 Berechnung der Schweregrade akuter Verletzungen

Der Schweregrad einer Verletzung wurde durch die Summe der Verletzungstage definiert (Pluim *et al.*, 2009).

Tabelle 3 Schweregradeinteilung einer Verletzung

Schweregrad der Verletzung	Verletzungstage
Milde Verletzung	1-7 Tage
Moderate Verletzung	8-28 Tage
Ernste Verletzung	28 Tage-6 Monate
Langzeitverletzung	>6 Monate

2.10 Datenerhebung

Die Aufbereitung der Daten und die Erstellung der Diagramme erfolgte mit SPSS (IBM SPSS Statistics 23) und Microsoft Office Excel 2007. Der Großteil der Ergebnisse wurde deskriptiv betrachtet und als Mittelwert und Standardabweichung wiedergegeben. Statistisch signifikante Ergebnisse wurden mittels Chi-Quadrat getestet und ein Signifikanzniveau kleiner 5% ($p < 0,05$) als statistisch signifikant gewertet.

3 Ergebnisse

Im Folgenden werden zunächst die Ergebnisse der retrospektiven und anschließend die Ergebnisse der prospektiven Studie veranschaulicht. Zur besseren Übersicht sind nur die häufigsten Verletzungen dargestellt. Die vollständigen Ergebnisse sind in Tabellen im Anhang aufgeführt.

3.1 Ergebnisse der retrospektiven Studie

3.1.1 Soziodemographische Daten

Von den 600 befragten Teilnehmern, die in die retrospektive Studie eingebunden wurden, waren 59% (n= 354) Männer und 41% (n= 246) Frauen. Die Verteilung von Alter, Körpermaße und Leistungsklassen (LK) ist in der folgenden Tabelle 4 zu sehen.

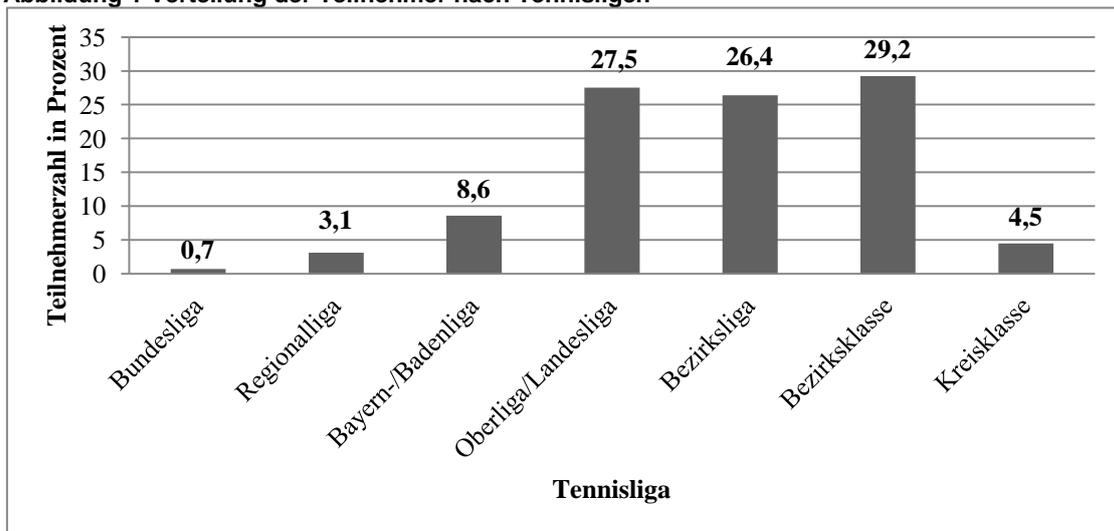
Tabelle 4 Alter, Körpermaße und Leistungsklassen der Teilnehmer

	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Größe (cm)	LK
Mittelwert (Sd)	24,8 (6,58)	72,3 (11,83)	179,4 (26,30)	8,7 (6,01)

Die Auswertung der Daten zeigte, dass die Tennisspieler den Vorhandschlag zu 90,2% (n= 541) mit der rechten Hand und lediglich 9,8% (n= 59) mit der linken Hand ausführen. Des Weiteren bevorzugt die Mehrheit (77,8%; n= 467) die beidhändige Rückhandschlagtechnik. Einhändig wird die Rückhand in 22,2% (n= 133) der Fälle gespielt. Das untersuchte Probandenkollektiv wies eine Spielerfahrung von durchschnittlich $16,6 \pm 6,4$ Jahren auf. Das Trainingspensum betrug im Mittel $4,7 \pm 4,0$ Stunden pro Woche. Der Trainingshöchstwert lag bei 28 Stunden pro Woche. Zwei Spieler machten keine Angaben zur Spielerfahrung und zum Trainingspensum.

Abbildung 1 zeigt die Zugehörigkeit der Spieler zu der Tennisliga, in welcher sie zum Zeitpunkt der Erhebung spielten. Die Bandbreite der Spielstärke umfasste Kreisliga- bis hin zu Bundesliganiveau. Der Großteil der Spieler bewegte sich sportlich zwischen Bezirksklasse und Ober-/Landesliga. Von 21 Spielern fehlen die Angaben zu ihrem Spielniveau.

Abbildung 1 Verteilung der Teilnehmer nach Tennisligen



3.1.2 Allgemeines Verletzungsrisiko

Insgesamt wurden 1012 Verletzungen mit dem Fragebogen bei einem maximal möglichen Erfassungsvolumen von 3600 Verletzungen erfasst. Die durchschnittliche Verletzungshäufigkeit lag in dieser Studie bei 1,7 Verletzungen pro Tennisspieler im Leistungs- und ambitionierten Freizeitsport.

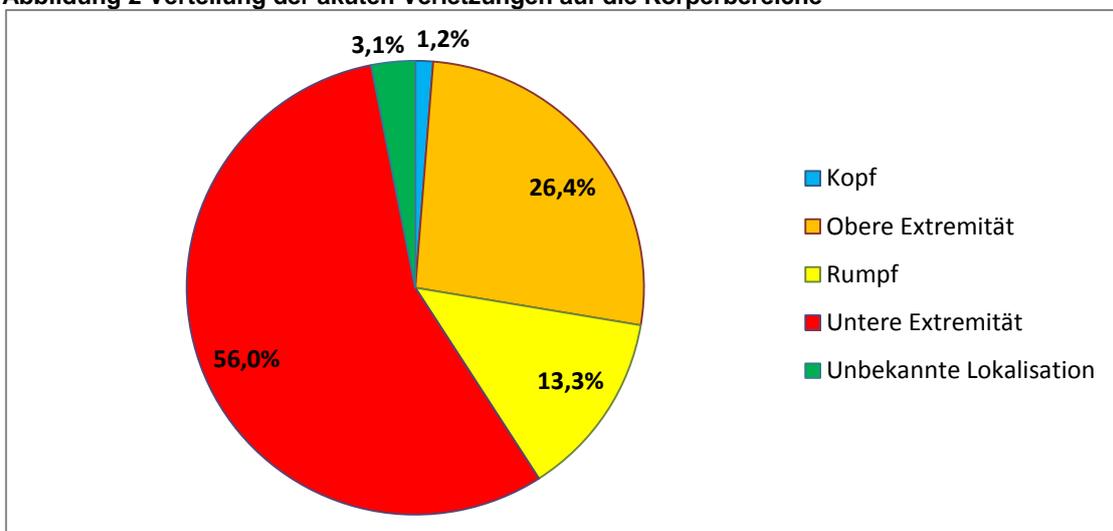
Von den 600 Tennisspielern waren insgesamt 81,7% (n= 490) der Spieler schon einmal verletzt und 18,3% (n= 110) der Spieler hatten sich bis zum Zeitpunkt der Datenerfassung noch keine Verletzung zugezogen. Im Geschlechtervergleich waren die Männer mit 85,0% (n= 300) signifikant häufiger verletzt als die Frauen ($p = 0,02$). Die Verletzungsquote bei den weiblichen Spielerinnen lag bei 77,0% (n= 190).

Die Aufteilung der registrierten Verletzungen in akute Verletzungen und chronische Beschwerden ergab ein Verhältnis von 64,1% (n= 648) akute Verletzungen und 35,9% (n= 364) chronische Beschwerden.

3.1.3 Akute Verletzungen

Abbildung 2 stellt die Verteilung der akuten Verletzungen auf die entsprechenden Körperbereiche Kopf, obere Extremität, Rumpf und untere Extremität dar. Demzufolge ist die untere Extremität mit mehr als der Hälfte aller Verletzungen die anfälligste Region für akute Tennisverletzungen. Die weiteren Verletzungen verteilen sich zu einem Viertel auf die obere Extremität und zu 13,3% auf den Rumpf. Verletzungen am Kopf sind selten und machen 1,2% der Verletzungen aus.

Abbildung 2 Verteilung der akuten Verletzungen auf die Körperbereiche



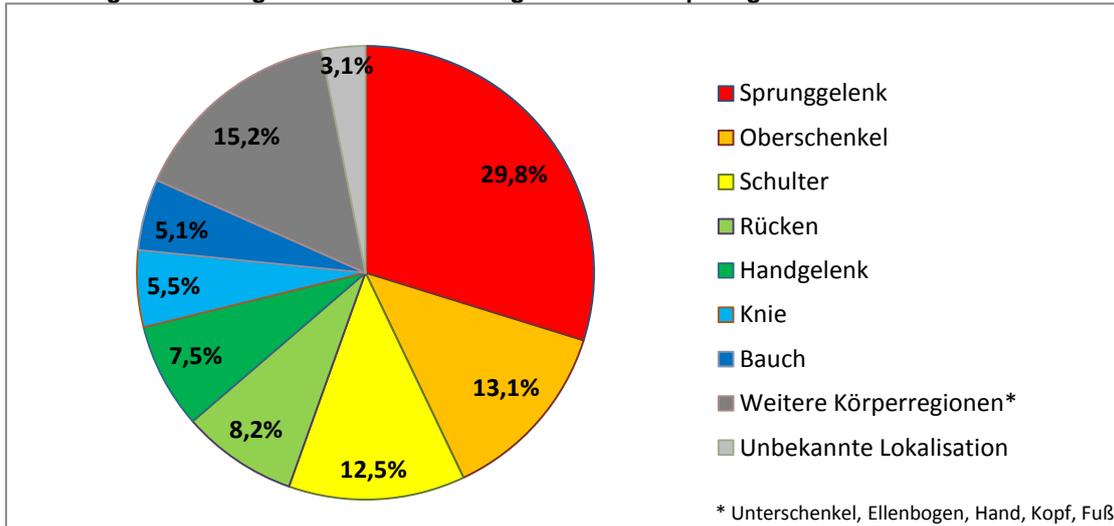
Die Aufgliederung der akuten Verletzungen auf die Körperregionen ist in Abbildung 3 zu sehen. Die häufigste akute Verletzung an der unteren Extremität und des gesamten Körpers ist das Sprunggelenk mit 29,8% aller Verletzungen. Die zweithäufigste Verletzung ist ebenfalls an der unteren Extremität lokalisiert und betrifft den Oberschenkel.

Der Schulter können 12,5% der Verletzungen zugeordnet werden. Sie stellt den am dritthäufigsten verletzten Körperbereich dar und ist die verletzungsanfälligste Körperregion an der oberen Extremität. Handgelenksverletzungen sind die zweithäufigsten Verletzungen an der oberen Extremität und ereigneten sich in 7,5% der Fälle auf dem Tennisplatz.

Akute Verletzungen am Rumpf (13,3%) spielen im Vergleich zu den Verletzungen an der oberen und unteren Extremität eine untergeordnete Rolle.

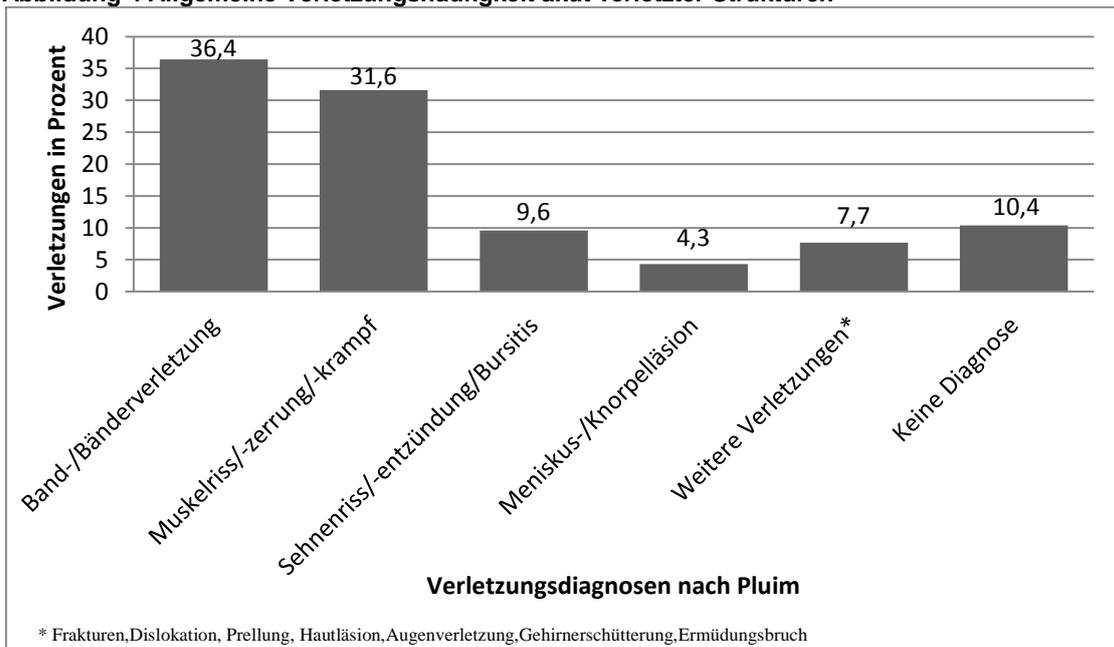
Dennoch ist der Rücken mit 8,2% die viertanfälligste Körperregion des Tennisspielers.

Abbildung 3 Verteilung der akuten Verletzungen auf die Körperregionen



Das Bild der verletzten Strukturen wird bei den akuten Verletzungen von Verletzungen der Bänder (36,4%) und der Muskulatur (31,6%) geprägt. Zwei Drittel aller akuten Verletzungen zählen zu diesen beiden Kategorien. Sehnenverletzungen treten nur zu 10,2% auf. Zu Meniskus- und Knorpelverletzungen kommt es im Verhältnis selten (vgl. Abbildung 4).

Abbildung 4 Allgemeine Verletzungshäufigkeit akut verletzter Strukturen



Die Verteilung der verletzten Strukturen nach Pluim et al. hinsichtlich der sieben am häufigsten verletzten Körperregionen ist in Abbildung 5 zu sehen (Pluim *et al.*, 2009). Verletzungen an den Bändern erlitten die Spieler am Sprunggelenk, Handgelenk und am Knie. Zu den prädisponierten Körperregionen für Muskelverletzungen gehören der Oberschenkel, Bauch und die Schulter.

Auffallend hoch ist die Verletzungsrate der Bandstrukturen am Sprunggelenk mit 29,0%. Bei keiner anderen Körperregion ist eine ähnlich hohe Verletzungsanfälligkeit der Bandstrukturen zu erkennen. Neben den Bandverletzungen kam es v.a. zu Muskelverletzungen an der unteren Extremität. Zu den prädisponierten Körperregionen gehören der Oberschenkel (12,8%) und Unterschenkel (3,9%, siehe Tabelle im Anhang).

Die akuten Schulterverletzungen (12,5%) unterteilen sich hauptsächlich in Muskel- und Sehnenverletzungen. Schulterschmerzen traten überwiegend nach unkontrollierten oder kraftvollen Überkopfbewegungen auf und führten zu einer Entzündung der Sehnen oder zu muskulären Problemen. Bei 3,3% der Schulterverletzungen konnte keine eindeutige Zuteilung in die Verletzungskategorien nach Pluim et al. erfolgen (Pluim *et al.*, 2009).

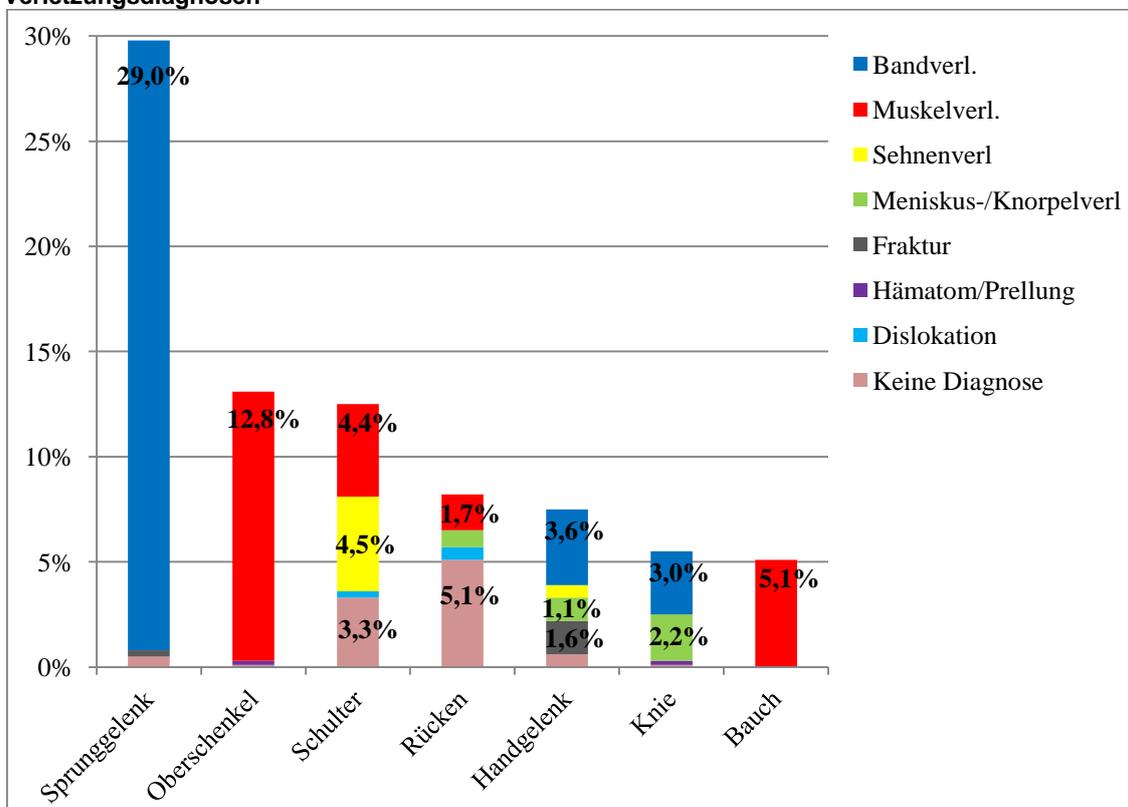
Rückenverletzungen, die während des Tennisspiels auftraten, waren zum einen auf muskuläre Probleme zurückzuführen, zum anderen spielten bandscheibenbedingte Beschwerden und dislozierte Wirbelkörper eine Rolle. Fünf Spieler berichteten von einer Bandscheibenprotusion vor allem im LWS-Bereich, bei weiteren vier wurde eine Spondylolisthesis festgestellt. Ein Teil der akuten Rückenverletzungen (5,1%) konnte nicht nach Pluim et al. eingeteilt werden und wurde unter „keine Diagnose“ geführt (Pluim *et al.*, 2009). Demgegenüber waren alle akuten Verletzungen, die den Bauch betrafen, durch Muskelverletzungen (5,1%) bedingt.

Am Handgelenk kam es häufig zu Verletzungen des Bandapparates (3,6%), welche durch Handgelenksdistorsionen (unsauberen Treffpunkt, Sturz) ausgelöst wurden. Zu den schwereren Verletzungen am Handgelenk zählten die Handgelenksfrakturen mit 1,6% (n= 10) der akuten Verletzungen. Acht Frakturen ereigneten sich beim Sturz auf die Hand. Diese konnten in fünf

distale Radiusfrakturen, eine Ulnafraktur, eine Fraktur des Processus styloideus radii (knöcherne Absplitterung) und eine Scaphoidfraktur spezifiziert werden. Zwei weitere Frakturen wurden als Ermüdungsbrüche des distalen Radius angegeben. 1,1% der Verletzungen bezogen sich auf eine Meniskus- oder Gelenkknorpellassion. Darunter fielen Diagnosen wie Verletzung des Discus triangularis (n= 5) und Chondromalazie des Handgelenks (n= 2). Vier Handgelenksverletzungen konnten nicht weiter differenziert werden und wurden unter dem Begriff „keine Diagnose“ geführt.

Die sechsthäufigste akute Tennisverletzung betrifft das Kniegelenk. Auf dem Tennisplatz zogen sich die Spieler zum einen Bandverletzungen (3,0%; n= 19) und zum anderen Meniskusläsionen (2,2%; n= 14) am Knie zu. Die verletzten Bandstrukturen umfassten teilweise komplexe Knieverletzungen: Kniegelenksdistorsionen (n= 9), Kreuzbandrisse (n= 4), Kreuzband- und Innenbandanriss (n= 2), Seitenbandabriss mit einem Meniskusriss (n= 2), Unhappy Triad (n= 1), Kreuzbandriss mit einer Meniskusläsion (n= 1).

Abbildung 5 Häufigkeit von akuten Verletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen

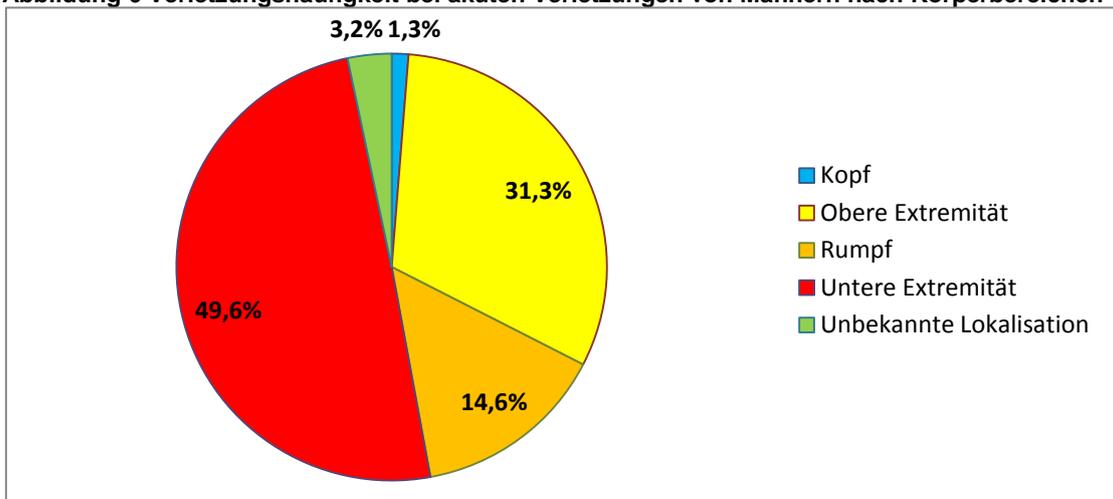


3.1.4 Akute Verletzungen bei Männern und Frauen

Verletzungsprofil der Männer

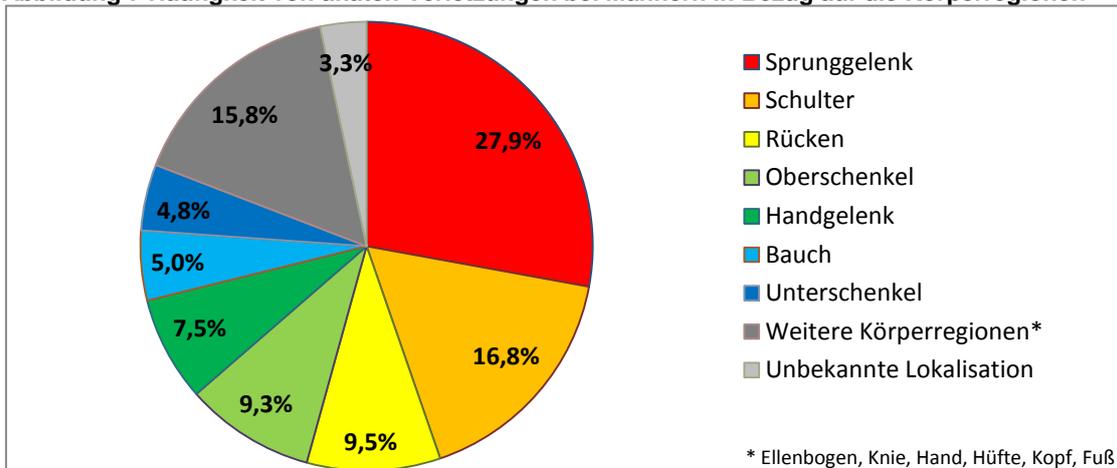
Die akuten Verletzungen der Männer (n= 401) ereignen sich zu 49,6% an der unteren Extremität, zu 31,3% an der oberen Extremität und zu 14,6% am Rumpf. Kopfverletzungen kommen mit 1,3% sehr selten vor und spielen im Verletzungsprofil eine untergeordnete Rolle.

Abbildung 6 Verletzungshäufigkeit bei akuten Verletzungen von Männern nach Körperbereichen



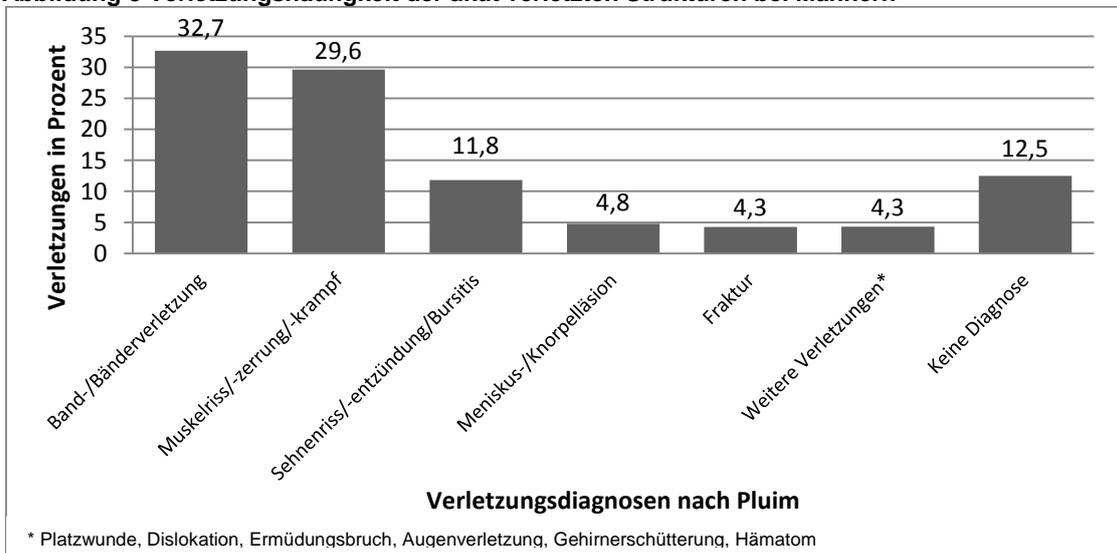
Auch bei Männern machen Verletzungen der unteren Extremität v.a. Sprunggelenks- und Oberschenkelverletzungen den Großteil der akuten Verletzungen aus. An der oberen Extremität sind Schulterverletzungen vorherrschend. (siehe Abbildung 7)

Abbildung 7 Häufigkeit von akuten Verletzungen bei Männern in Bezug auf die Körperregionen



In Abbildung 8 ist die Verletzungshäufigkeit von Bändern, Muskulatur, Sehnen, Menisken und Knorpel sowie von Knochen bei Männern zu sehen. Deutlich erkennbar ist, dass über 60% der Verletzungen entweder Band- oder Muskelverletzungen sind. Die Verteilung der verletzten Strukturen in Bezug auf die Körperregionen ist in Abbildung 9 dargestellt.

Abbildung 8 Verletzungshäufigkeit der akut verletzten Strukturen bei Männern



Mit Abstand am häufigsten treten bei Männern mit insgesamt 27,9% akute Sprunggelenksverletzungen auf. Zu den weiteren verletzungsanfälligen Körperregionen gehören bei Männern der Reihe nach Schulter, Rücken, Oberschenkel und Handgelenk.

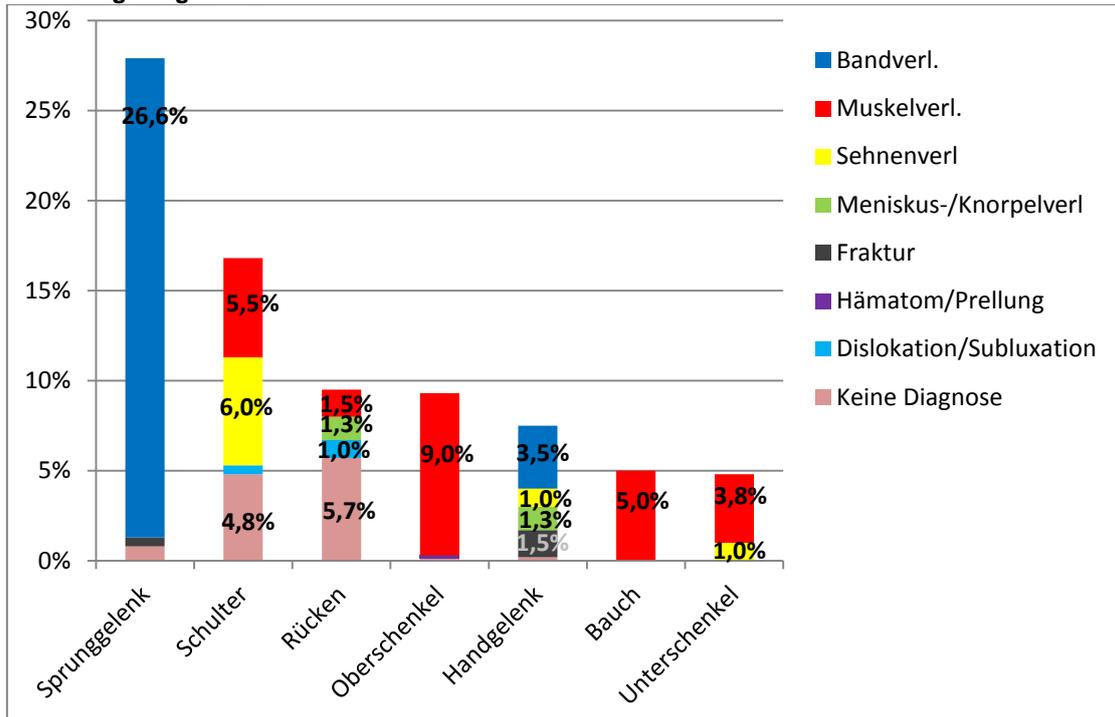
Die Hauptursache der Verletzungen am Sprunggelenk sind Verletzungen des Bandapparates (26,6%). An der Schulter traten ähnlich viele Sehnen- bzw. Muskelverletzungen auf. Bei 4,8% der Verletzungen konnte keine eindeutige Verletzungseinteilung erfolgen.

Am dritthäufigsten treten bei Tennisspielern akute Rückenverletzungen auf. Bei einem kleinen Teil der Verletzungen konnte die Ursache der Schmerzen festgestellt werden. 1,5% der Verletzungen waren muskulären Ursprungs. Bei den anderen Verletzungen handelte es sich um Bandscheibenprotusionen und Spondylolisthesen.

Das akute Verletzungsbild am Handgelenk ist vielseitiger. Dominiert wird es von Verletzungen am komplexen Bandapparat des Handgelenks. Handgelenksfrakturen kommen in 1,5% und Verletzungen des Gelenkknorpels bzw. des TFCC-Komplexes (triangulärer fibroartilaginärer Komplex) in 1,3 % der Fälle vor.

Am Oberschenkel, Bauch und Unterschenkel zeigen sich primär Muskelverletzungen. Neben muskulären Verletzungen am Unterschenkel kommt es zu Verletzungen an der Achillessehne (3 Achillessehnenrupturen, 1 Achillessehnenentzündung).

Abbildung 9 Häufigkeit von akuten Verletzungen von Männern in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen



Verletzungsprofil der Frauen

Bei den Frauen verteilen sich die 247 akuten Verletzungen zu 66,8% auf die untere Extremität. Der Anteil an Verletzungen an der oberen Extremität und am Rumpf ist deutlich geringer und liegt wie in Abbildung 10 zu sehen bei 18,0% bzw. bei 11,1%. Kopfverletzungen treten auch bei den Frauen nur selten auf.

Abbildung 10 Verletzungshäufigkeit bei akuten Verletzungen von Frauen nach Körperregionen

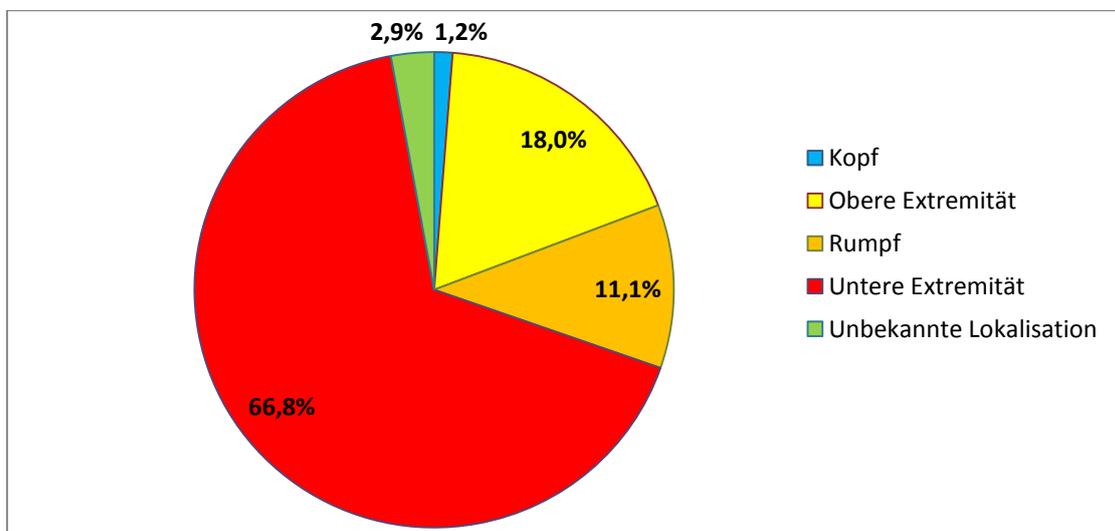
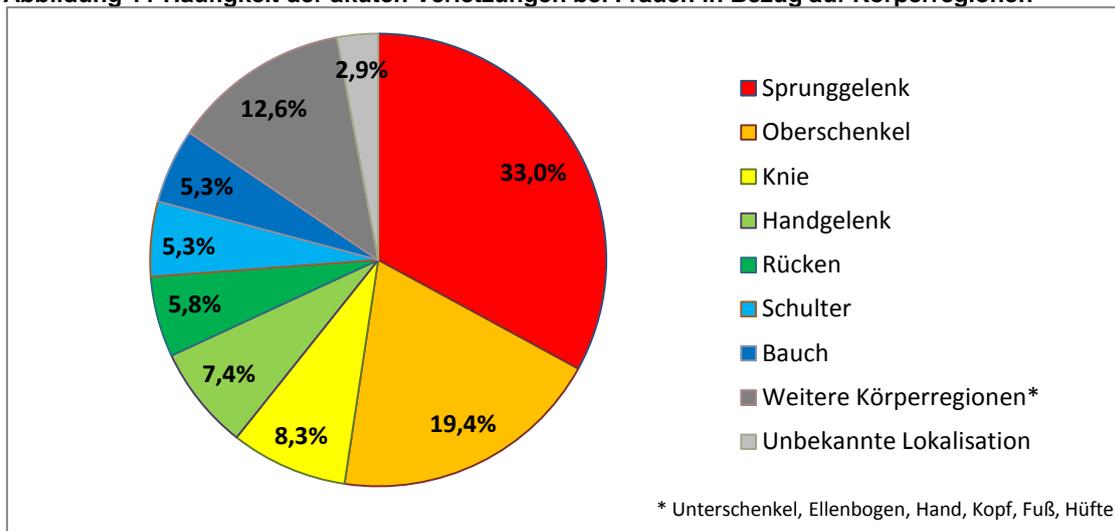


Abbildung 11 veranschaulicht die Verletzungshäufigkeit von Frauen hinsichtlich der Körperregionen. Beherrscht wird das Verletzungsbild vor allem von Sprunggelenksverletzungen, die ein Drittel der verletzten Körperregionen und die Hälfte der Verletzungen an der unteren Extremität darstellen. Eine hohe Verletzungsanfälligkeit geht auch vom Oberschenkel aus. Jede fünfte Verletzung zählte hierzu. An der oberen Extremität verletzten sich die Frauen am häufigsten am Handgelenk, gefolgt von Schulterverletzungen.

Abbildung 11 Häufigkeit der akuten Verletzungen bei Frauen in Bezug auf Körperregionen



Die folgende Abbildung (Abbildung 12) zeigt welche Strukturen an den betroffenen Körperregionen hauptsächlich verletzt waren. Demnach verletzten sich die Frauen am Sprunggelenk ausschließlich die Bänder. Am Oberschenkel und am Bauch treten demgegenüber vorwiegend Muskelverletzungen auf.

Akute Kniegelenksverletzungen zählen zu den dritthäufigsten Verletzungen bei den Frauen und 4,9% (n= 12) der Verletzungen gehen auf Läsionen der Bänder zurück. Hierunter zählen Kniegelenksdistorsionen (n= 6), Kreuzbandrisse (n= 2) und komplexe Knieverletzungen im Sinne von Kreuzbandrissen mit zusätzlichen Begleitverletzungen (Meniskusläsionen und/oder Innenbandverletzungen; n= 4). Isolierte Meniskusläsionen kommen bei 2,6% der Verletzungen vor.

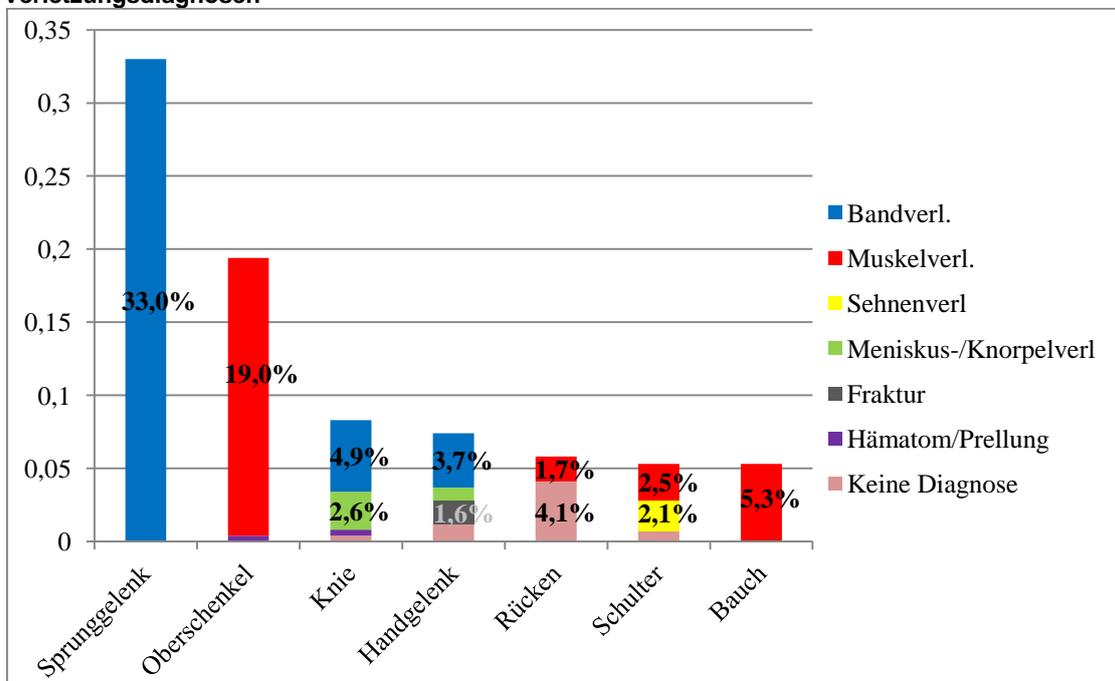
Handgelenksverletzungen unterteilen sich vorzugsweise in Bandverletzungen (3,7%), Handgelenksfrakturen (1,6%) und Meniskus- /Gelenkläsionen (0,9%).

Als Ursache für die Bandverletzungen wurden primär Handgelenksdistorsionen genannt. Bei zwei Spielerinnen wurde eine Contusio des Discus triangularis diagnostiziert, die der Verletzungsdiagnose Meniskus- /Gelenkläsion zugeordnet wurde.

Die Genese der akuten Rückenverletzungen wurde meist nicht angegeben. Bei denjenigen, die eine Angabe machten, waren es Verletzungen muskulärer Natur.

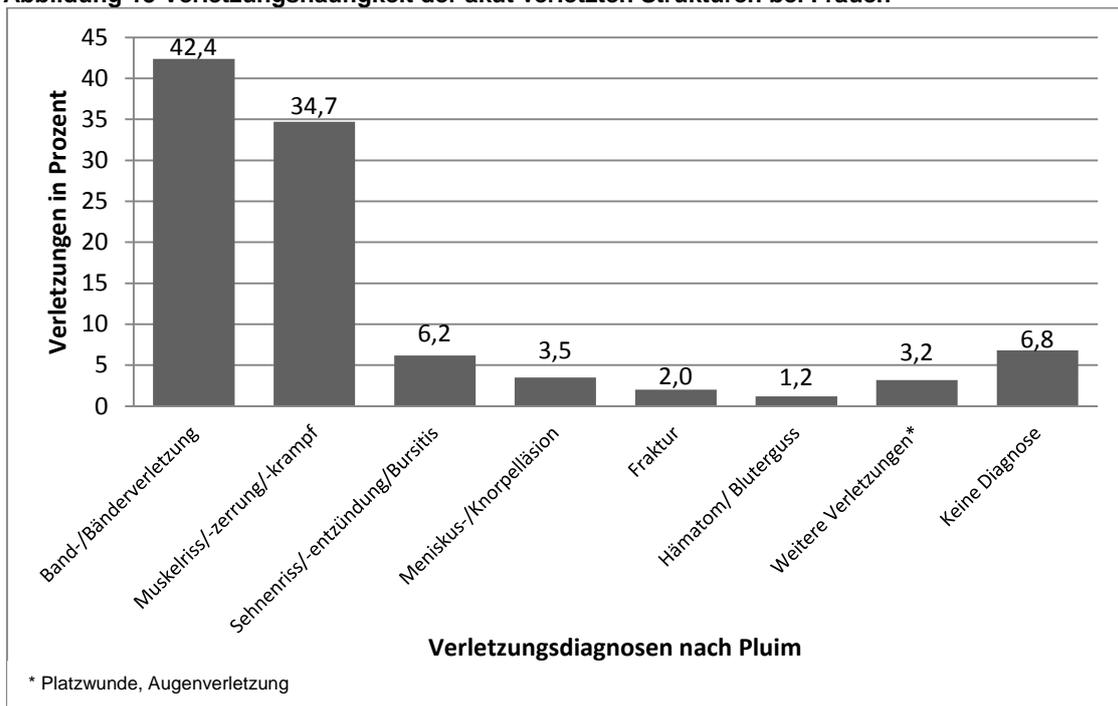
Im Schulterbereich ziehen sich die Frauen zu fast gleichen Teilen muskuläre (2,5%) wie tendinöse (2,1%) Verletzungen zu.

Abbildung 12 Häufigkeit der akuten Verletzungen bei Frauen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen



Die alleinige Betrachtung der verletzten Strukturen zeigt eine deutliche Verletzungshäufung von akuten Band- und Muskelverletzungen, die nahezu ausschließlich am Sprunggelenk bzw. am Oberschenkel zu finden sind. Zu anderen Verletzungen kam es selten (vgl. Abbildung 13).

Abbildung 13 Verletzungshäufigkeit der akut verletzten Strukturen bei Frauen



3.1.5 Akute Bauchmuskelerletzungen und deren Risikofaktoren

Die prozentualen Angaben der akuten Bauchmuskelerletzungen in den folgenden Schaubildern beziehen sich jeweils auf die Verletzungshäufigkeit innerhalb der einzelnen Kategorien bzw. Einteilungen.

Die Auswertung der Bauchmuskelerletzungshäufigkeit in Bezug auf Alter, LK-Positionierung und Ligazugehörigkeit ergibt folgende Ergebnisse.

Es ist zu erkennen, dass bei den Tennisspielern der Bundes-/ Baden- und Bayernliga bzw. mit niedriger LK-Platzierung die akuten Bauchmuskelerletzungen prozentual häufiger in ihrer Gruppe auftreten als bei Spielern in den unteren Ligen bzw. mit höheren LK-Positionen (Abbildung 14; Abbildung 15).

Abbildung 14 Häufigkeit von Bauchmuskelerletzungen innerhalb der jeweiligen Tennisliga

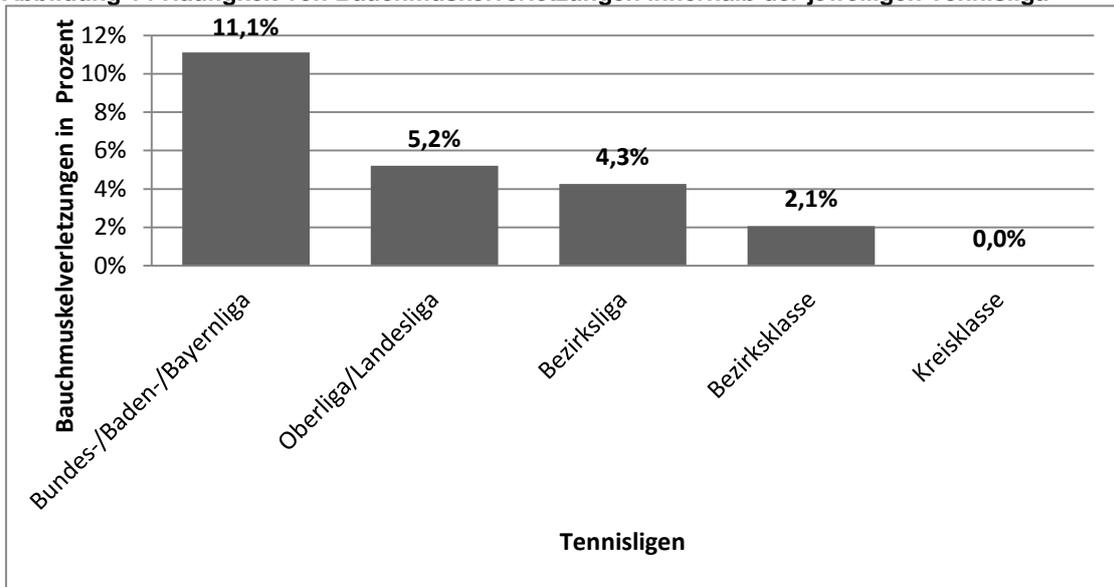


Abbildung 15 Häufigkeit von Bauchmuskelerletzungen innerhalb der jeweiligen LK

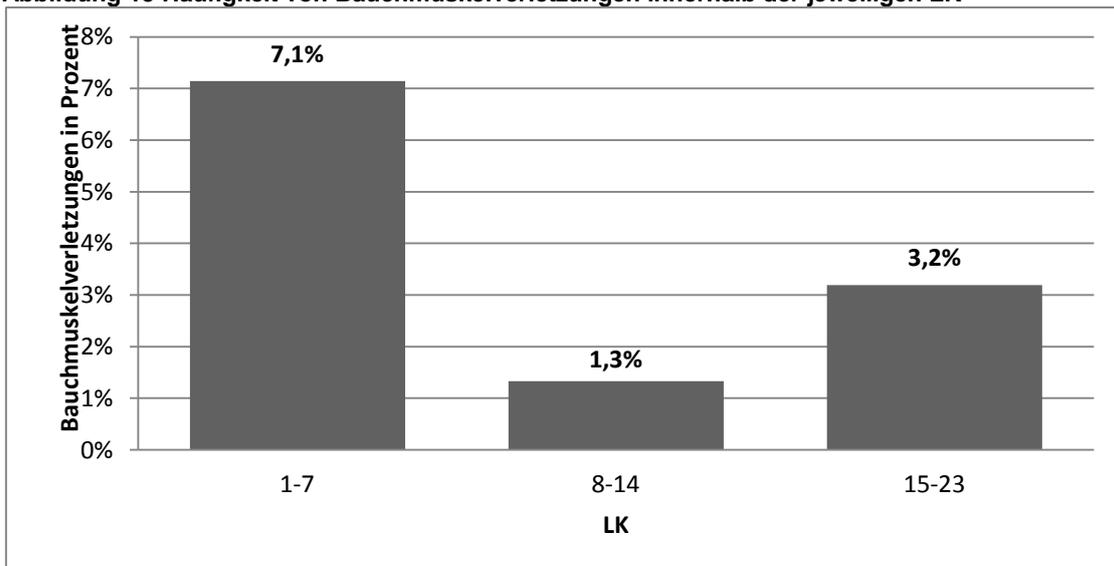
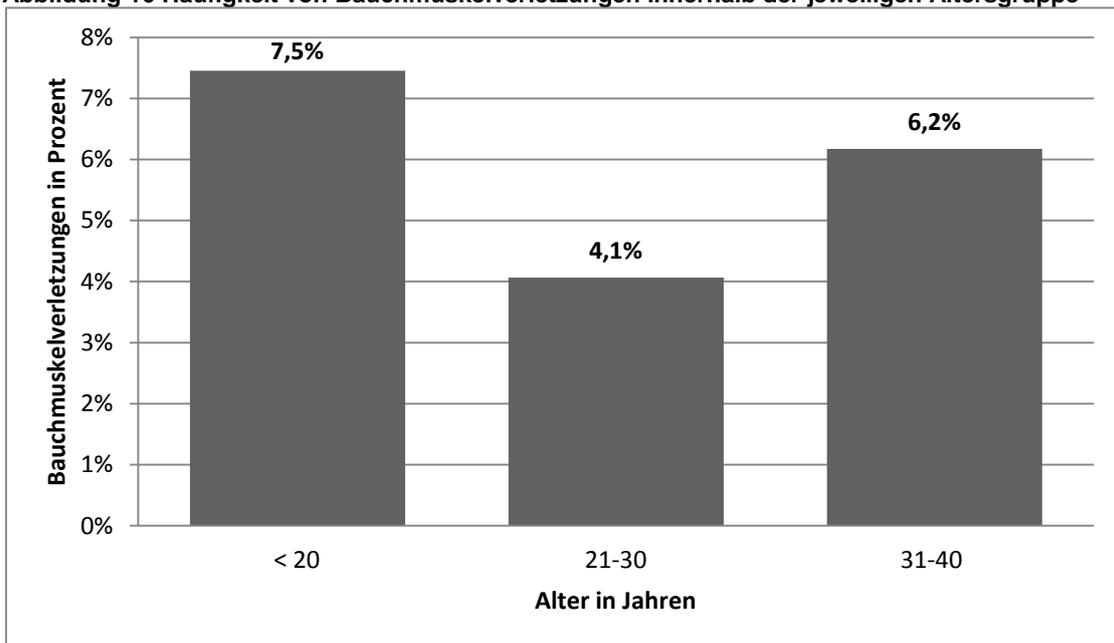


Abbildung 16 zeigt das Risiko einer Bauchverletzung in Abhängigkeit vom Alter. Augenscheinlich haben Spieler unter 20 Jahren häufiger akute Bauchmuskelerletzungen (7,5%) als Spieler zwischen 21 und 30 Jahren (4,1%). Das Risiko einer Bauchmuskelerletzung steigt mit einem Alter über 31 Jahre wieder an (6,2%).

Abbildung 16 Häufigkeit von Bauchmuskelerletzungen innerhalb der jeweiligen Altersgruppe



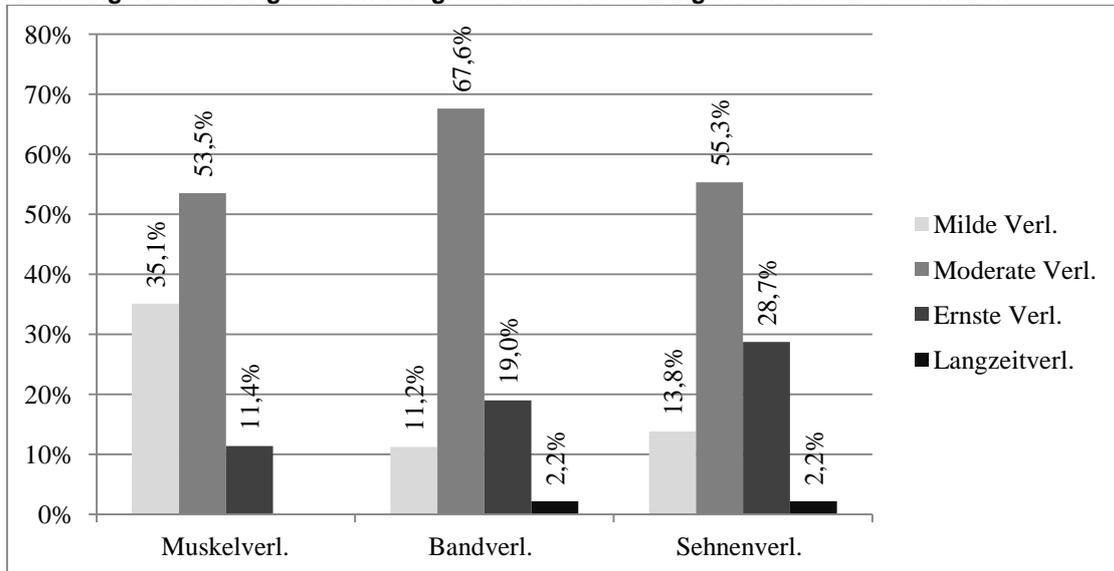
3.1.6 Aufwärmprogramm - Vergleich zwischen Männern und Frauen

Die Statistik zeigt einen signifikanten Unterschied ($\chi^2(6) = 17,93$, $p < 0,01$) zwischen dem Aufwärmverhalten von Männern und Frauen. Entgegen der statistischen Erwartung wärmten sich mehr Männer und weniger Frauen kürzer als 5 Minuten und mehr Frauen und weniger Männer länger als 10 Minuten auf. Bei der deskriptiven Betrachtung von muskulären Verletzungen in Abhängigkeit von der Aufwärmdauer bei Männern und Frauen zeigt sich, dass doppelt so viele Frauen mit einer muskulären Verletzung kein Aufwärmprogramm durchführten (Frauen 24,4% vs. Männer 11,5%). Des Weiteren fällt auf, dass ein längeres Aufwärmprogramm (> 10 Minuten) zu deutlich weniger akuten Muskelverletzungen sowohl bei Männern als auch bei Frauen (Männer 5,3% vs. Frauen 7,7%) führte. In der Studie führten 73,3% der Tennisspieler ein Aufwärmprogramm durch.

3.1.7 Schweregrad akuter Verletzungen in Bezug auf Verletzungsdauer

Die Schweregradeinteilung akuter Verletzungen gemessen an der verletzungsbedingten Pausendauer gemäß Tabelle 3 (Abschnitt 2.9) ergibt folgende Ergebnisse.

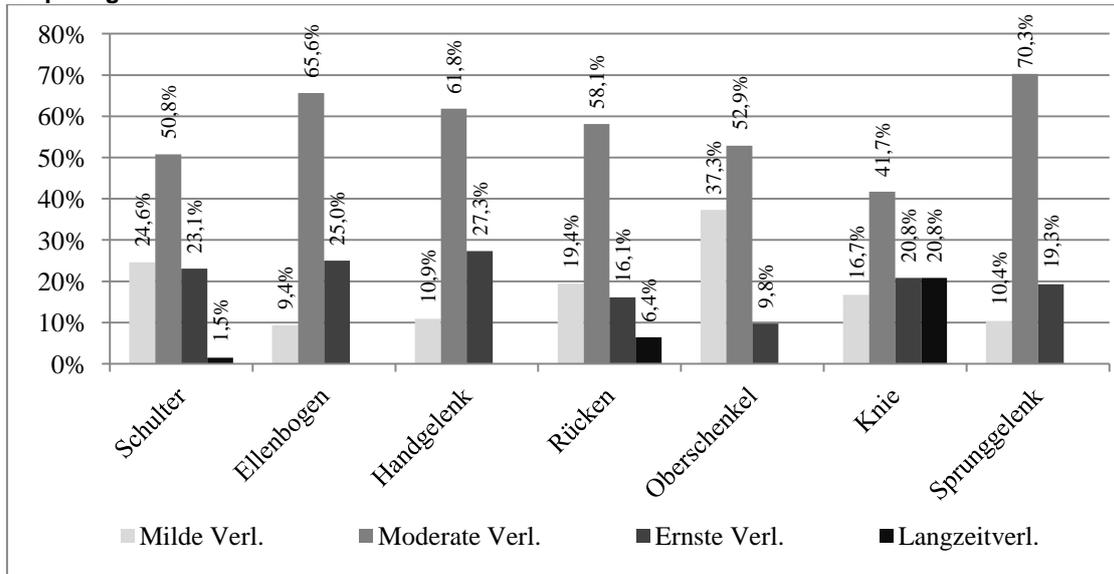
Abbildung 17 Verteilung der Schweregrade akuter Verletzungen auf verletzte Strukturen



Bei Band-, Muskel- und Sehnenverletzungen handelt es sich in über der Hälfte der Fälle um moderate Verletzungen. Ernste Verletzungen treten hauptsächlich bei Sehnenverletzungen (28,7%) auf, gefolgt von Bandverletzungen (19,0%) und Muskelverletzungen (11,4%). Letztere sind zu einem großen Teil (35,1%) milde Verletzungen. Dagegen ist der Anteil der milden Verletzungen bei Band- und Sehnenverletzungen deutlich geringer.

Weiterhin wurde der Schweregrad der Verletzungen an den tennisspezifischen Körperregionen (Sprunggelenk, Oberschenkel, Kniegelenk, Handgelenk, Ellenbogen, Schulter, Rücken) untersucht und es zeigen sich folgende Resultate:

Bei allen Körperregionen bis auf das Kniegelenk treten in über 50 % der Fälle moderate Verletzungen auf. Die meisten Langzeitverletzungen (20,8%) werden am Kniegelenk verzeichnet. Ernste Verletzungen zeigen sich am Handgelenk (27,3%), Ellenbogen (25,0%), Schulter (23,1%), Kniegelenk (20,8%) und am Sprunggelenk (19,3%).

Abbildung 18 Verteilung der Schweregrade akuter Verletzungen auf tennisspezifische Körperregionen

3.1.8 Bodenbelagabhängige Verletzungen

In der Studie spielten die Teilnehmer im Sommer auf Sandplätzen, im Winter auf Teppich- und Granulatböden. Da sich die häufigsten akuten Tennisverletzungen an den Bändern am Sprunggelenk manifestieren, wird das Hauptaugenmerk im Folgenden auf eben diese gelegt.

Die Auswertung zeigt, dass von allen Verletzungen, die auf Teppichboden auftreten, 45,2% Bandverletzungen sind. Auf Granulat- und Sandboden lag die Häufigkeit der akuten Bandverletzungen bei 41,3% und 31,0%.

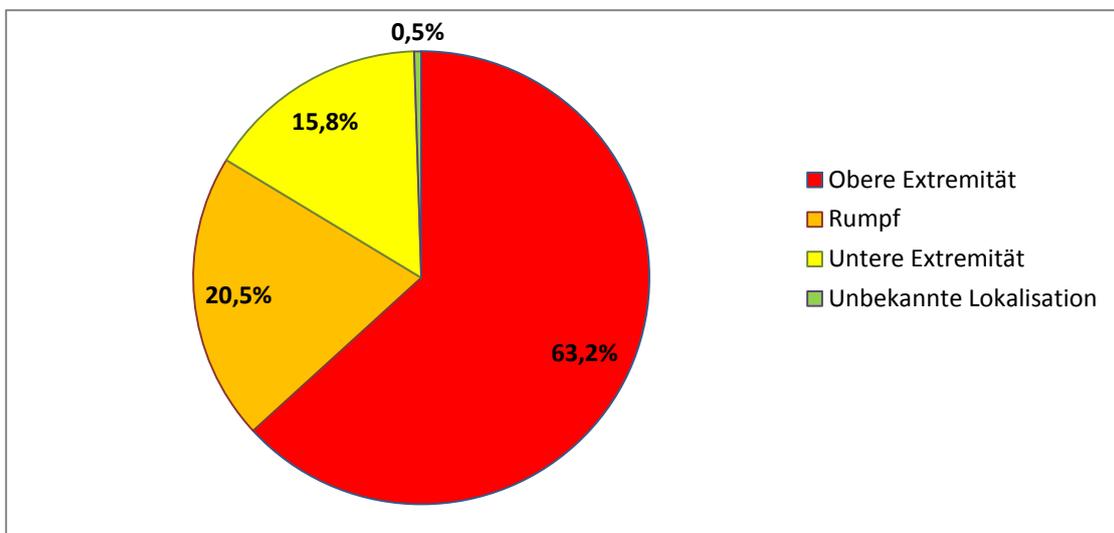
Der Vergleich zwischen Männern und Frauen ergibt, dass Frauen auf Teppichboden häufiger akute Bandverletzungen erleiden (63,3%) als Männer (35,2%). Ebenso verhält es sich auf Sand – und Granulatboden:

Bandverletzungen treten bei Frauen auf Sandboden in 35,7% und auf Granulatboden in 36,8% der Fälle auf, während Männer mit 28,1% Bandverletzungen auf Sand- und 8,6% Bandverletzungen auf Granulatboden weniger häufiger betroffen sind.

3.1.9 Chronische Beschwerden

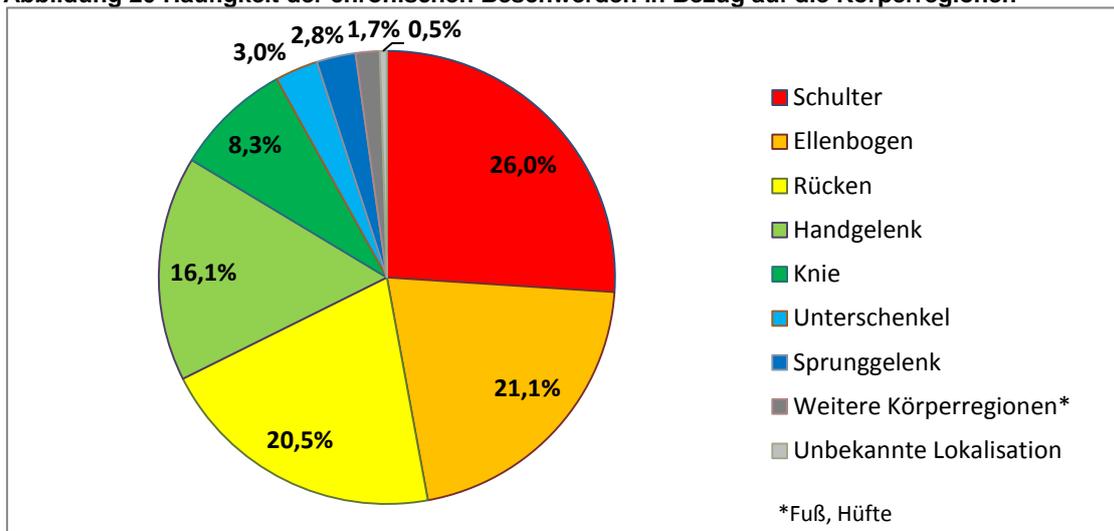
Der kommende Abschnitt beschäftigt sich mit der Auswertung der chronischen Beschwerden (n= 364), die sich bei den Tennisspielern im Laufe ihrer Tennislaufbahn manifestierten. Die Auswertung der chronischen Beschwerden zeigt, dass sich die Beschwerden bevorzugt an der oberen Extremität (63,2%; n= 228) ausbildeten. Prädisponierte Körperregionen sind die Schulter (26,0%) und der Ellenbogen (21,1%) (vgl. Abbildung 20).

Abbildung 19 Verteilung der chronischen Beschwerden auf die Körperbereiche



Am Rumpf mit den zweithöchsten Verletzungszahlen treten die Beschwerden einzig am Rücken auf. Chronische Bauchmuskelbeschwerden werden nicht beschrieben. Beschwerden der unteren Extremität kommen zu 15,8% vor und betreffen zu 8,3% das Kniegelenk.

Abbildung 20 Häufigkeit der chronischen Beschwerden in Bezug auf die Körperregionen



Die Verletzungskategorie „Sehnenriss/ Sehnenentzündung/ Bursitis“ prägt das Bild der chronischen Beschwerden (siehe Abbildung 22). Dabei stehen die Sehnenentzündungen im Vordergrund. Sehnenreizungen bzw. Tendinopathien treten an der Schulter (20,8%), am Ellenbogen (20,5%) und am Handgelenk (11,1%) auf. Weitere Verletzungsdiagnosen an der oberen Extremität sind: Schulterinstabilität (0,6%), Chondromalazie an den betroffenen Gelenkabschnitten (1,1% Handgelenk, 0,3% Ellenbogengelenk) und Stressfrakturen (0,3% Handgelenk).

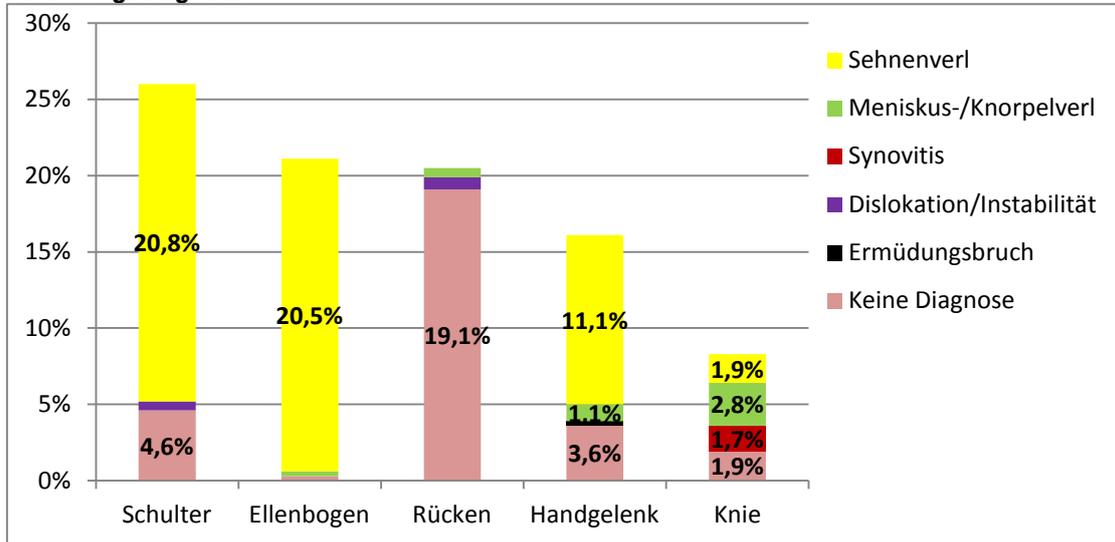
Viele Rückenbeschwerden blieben undiagnostiziert, die Spieler konnten daher keine Aussagen zu den Ursachen machen. Bei den anderen Spielern führten Bandscheibenprotusionen (0,6%) und Spondylolisthesen (0,8%) zu den Beschwerden.

Beschwerden am Kniegelenk werden zu 2,8% durch Meniskusläsionen, 1,9% durch ein Patellaspitzenyndrom und zu 1,7% durch eine Entzündung im Sinne einer Synovialitis ausgelöst. Am Unterschenkel entwickelt sich durch das Tennisspielen in 2,2% der Fälle eine Achillodynie.

Chronische Sprunggelenksbeschwerden sind Langzeitfolgen von früheren Bänderverletzungen am Sprunggelenk (2,2%). Die Spieler verspürten eine Instabilität oder berichteten über weiterbestehende Schmerzen am oberen Sprunggelenk. Weitere Teilnehmer (0,3%) berichteten über Beschwerden durch

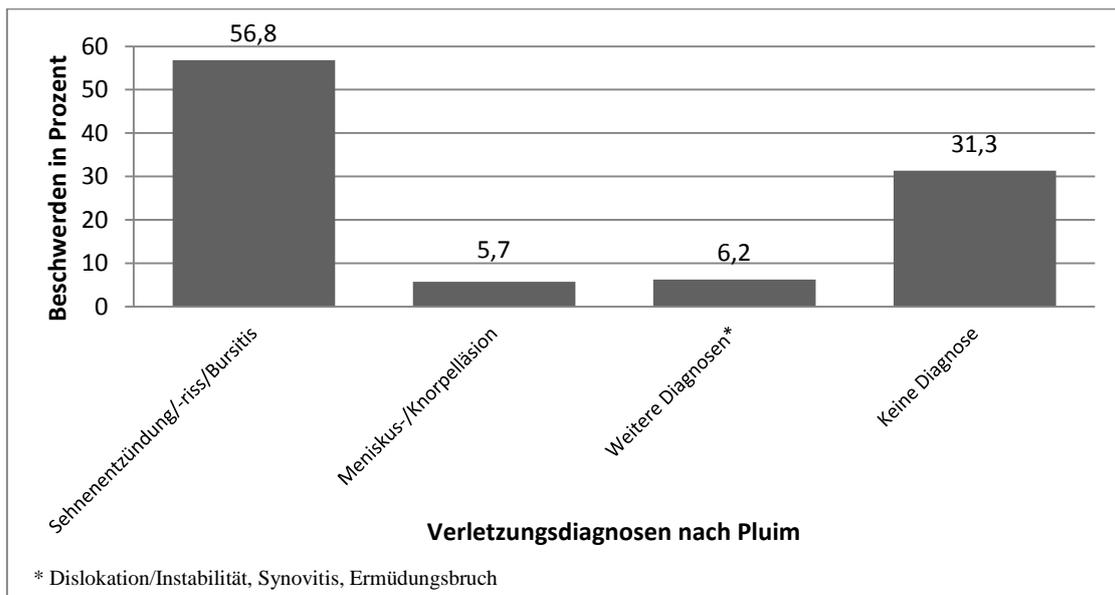
Knorpelläsionen im Sprunggelenk. Ursache von Fußbeschwerden waren Marschfrakturen oder eine Plantarfasziitis.

Abbildung 21 Häufigkeit der chronischen Beschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen



Wie oben bereits erwähnt, sind Tendinopathien (56,8%) die Hauptursache von Überlastungsbeschwerden. Meniskus- und Knorpelläsionen spielen eine untergeordnete Rolle. Bei knapp einem Drittel aller Beschwerden kann keine eindeutige Struktur zugeordnet werden. Dies liegt v.a. an den undiagnostizierten Rückenbeschwerden.

Abbildung 22 Häufigkeit der chronisch überlasteten Strukturen

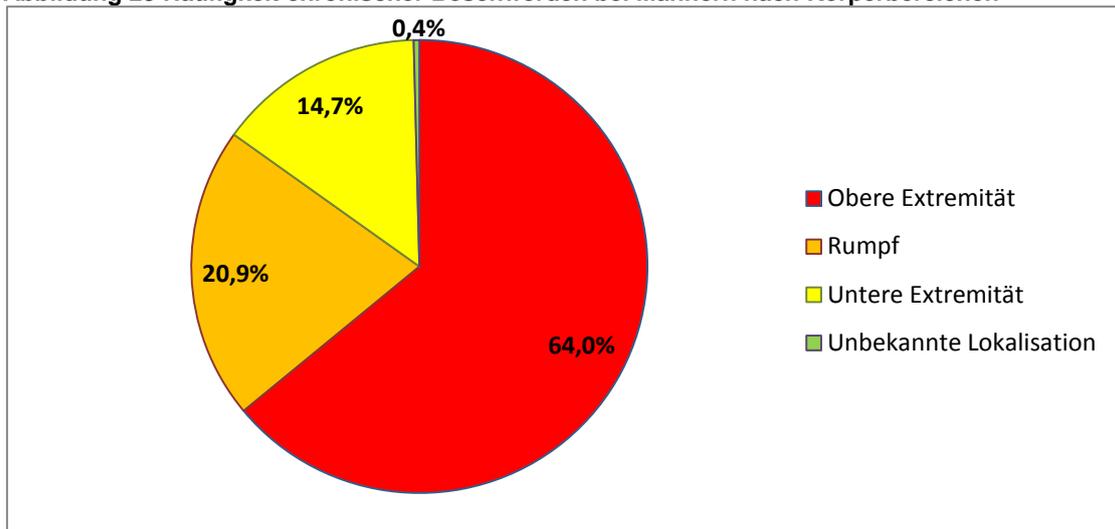


3.1.10 Chronische Beschwerden bei Männern und Frauen

Chronische Beschwerden bei Männern

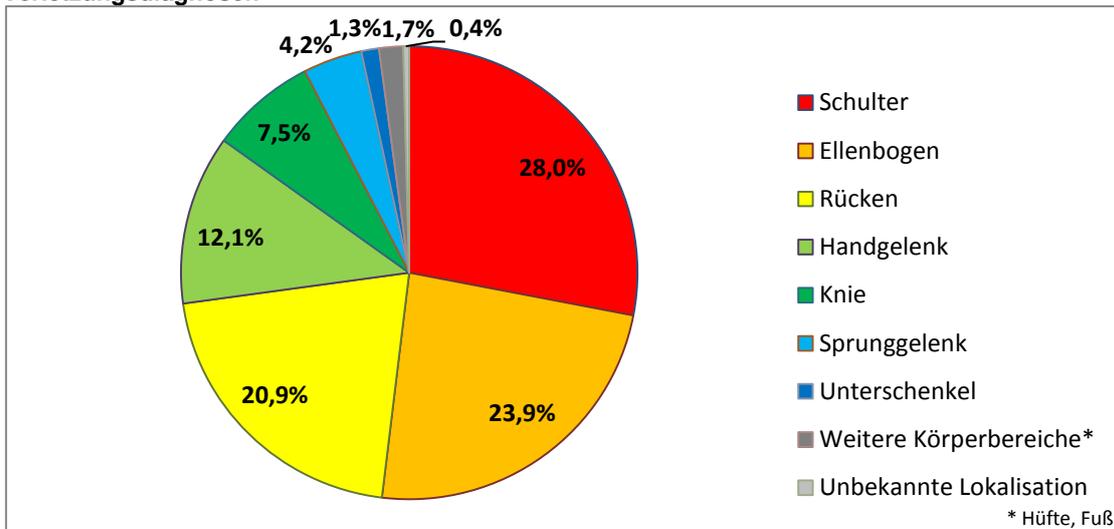
Chronische Beschwerden bei Männern (n= 240) verteilen sich zu 64,0% auf die obere Extremität. Die weiteren Beschwerden sind zu 20,9% am Rumpf und zu 14,7% an der unteren Extremität lokalisiert.

Abbildung 23 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Männern nach Körperbereichen



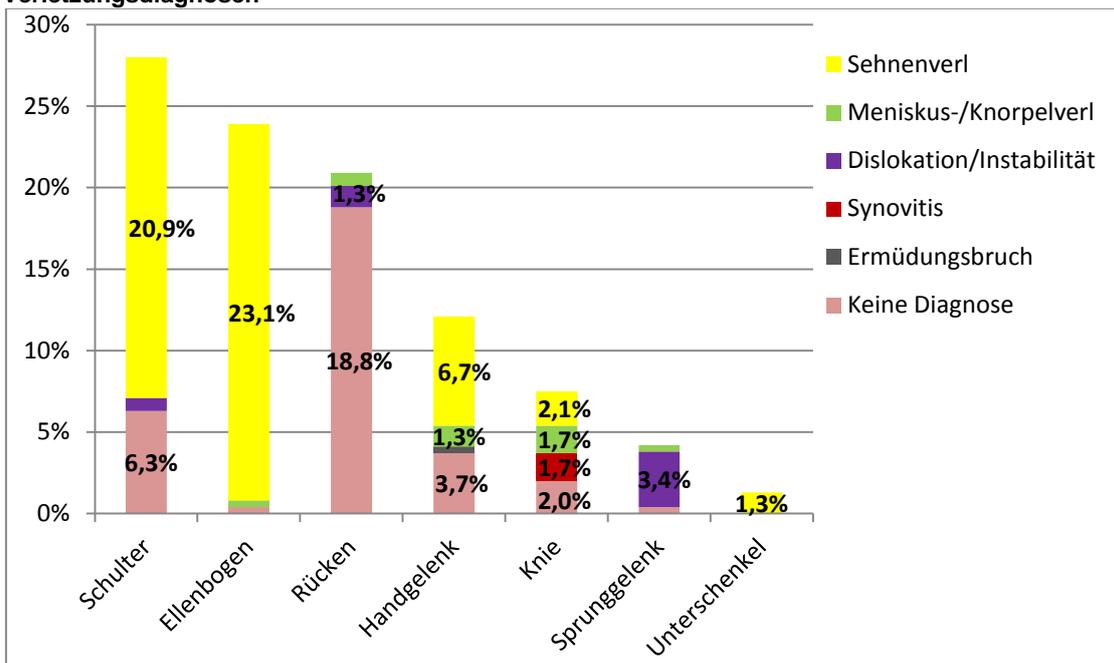
Zu den Körperregionen mit den meistzählenden Beschwerden an der oberen Extremität zählen bei den Männern die Schulter (28,0%), Ellenbogen (23,9%) und das Handgelenk (12,1%). Eine untergeordnete Rolle spielt die untere Extremität bei den chronischen Beschwerden. Es entwickelte sich in lediglich 7,5% der Fälle Kniegelenksbeschwerden. Jede fünfte chronische Beschwerde konnte dem Rumpf bzw. dem Rücken zugeordnet werden. Muskuläre Überlastungsschäden am Bauch wurden nicht dokumentiert.

Abbildung 24 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Männern in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen



Am häufigsten war das Auftreten von Tendinopathien am Ellenbogen (23,1%) und an der Schulter (20,9%). Weitere Sehnenreizungen wurden am Handgelenk (6,7%) festgestellt. Am Knie (2,1%) und Unterschenkel (1,3%) zeigte sich das klinische Bild eines Patellaspitzensyndroms und einer Achillodynie. Der Großteil der Rückenbeschwerden blieb undiagnostiziert. Ein Instabilitätsgefühl und Folgebeschwerden am Sprunggelenk konnten nur bei den männlichen Spielern verzeichnet werden.

Abbildung 25 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Männern in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen

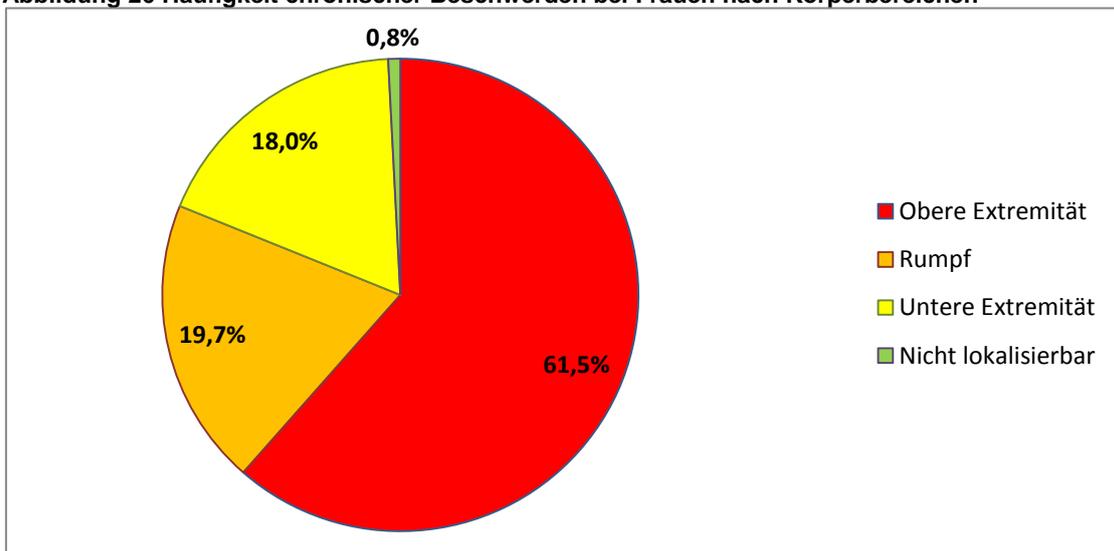


Chronische Beschwerden bei Frauen

Ein Drittel aller chronischen Beschwerden (n= 124) betrifft die Tennisspielerinnen. Der überwiegende Teil dieser chronischen Beschwerden (61,5%) ist an der oberen Extremität lokalisiert. Die weiteren Beschwerden sind jeweils zu knapp einem Fünftel am Rumpf und an der unteren Extremität zu finden.

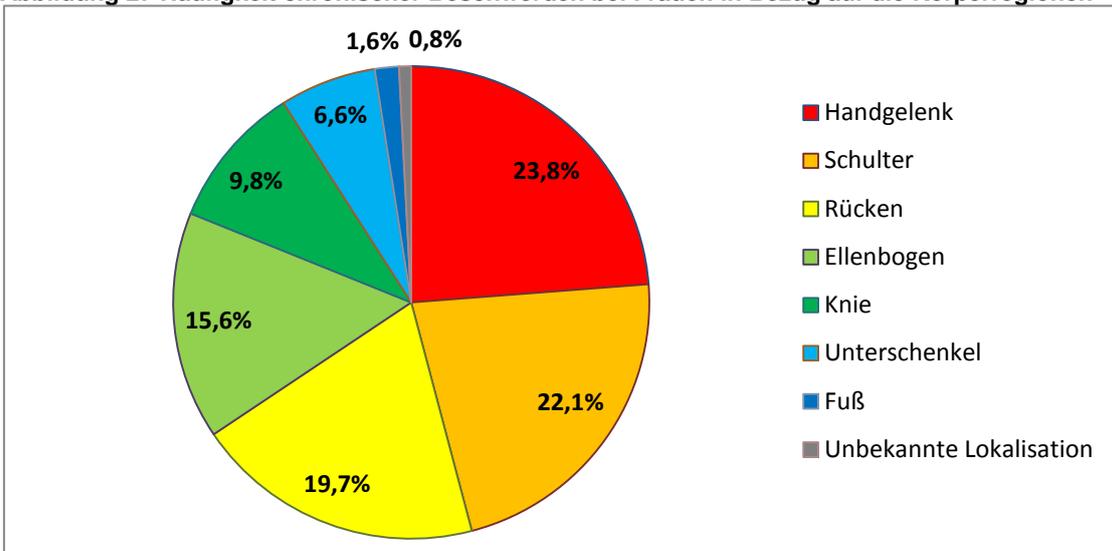
Im Vergleich zu den Männern kommt es bei den Frauen zu mehr chronischen Beschwerden an der unteren Extremität und zu weniger Beschwerden an der oberen Extremität. Die Beschwerdeanfälligkeit am Rumpf ist bei beiden Geschlechtern in etwa gleich.

Abbildung 26 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Frauen nach Körperbereichen



In Abbildung 27 ist zu sehen, dass die chronischen Beschwerden der Spielerinnen vorwiegend am Handgelenk, an der Schulter, am Rücken und am Ellenbogen zu finden sind. Die meist betroffene Körperregion der unteren Extremität ist das Kniegelenk (9,8%).

Abbildung 27 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Frauen in Bezug auf die Körperregionen

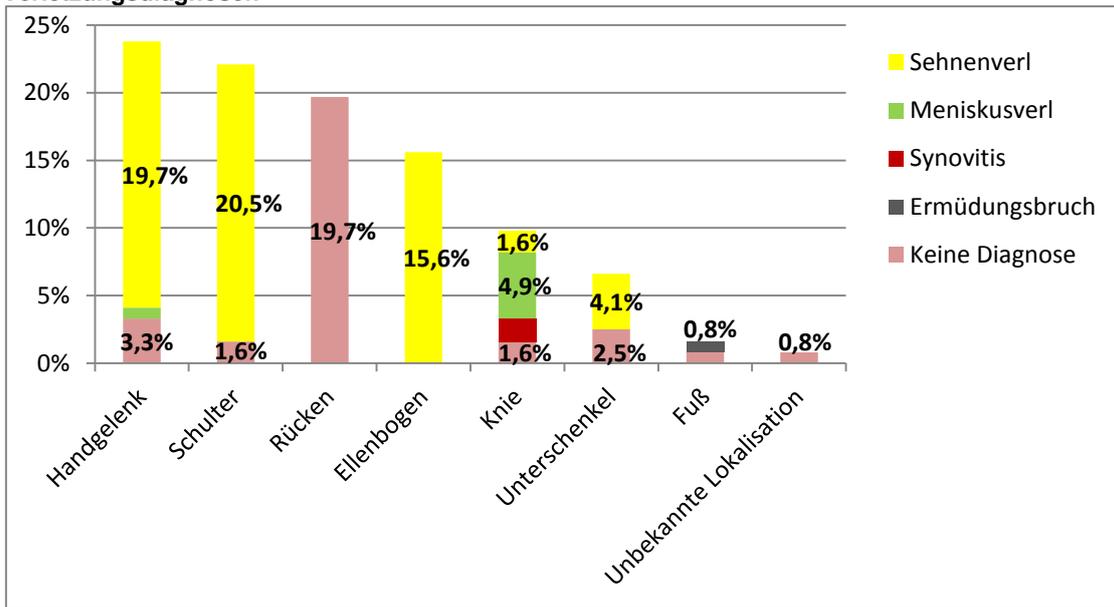


Die häufigste Diagnose aller chronischen Beschwerden ist die Tendinopathie. Diese entwickelte sich bei den Frauen an der oberen Extremität zu 20,5% an der Schulter, zu 19,7% am Handgelenk und zu 15,6% am Ellenbogen.

An der unteren Extremität traten Tendinopathien bevorzugt am Unterschenkel als Entzündungen der Achillessehne auf. Zu den Hauptbeschwerden am Kniegelenk gehören Meniskus- und Knorpelläsionen, wobei fünf retropatellare Knorpelschäden und einen Meniskusriss auftraten.

Rumpfbeschwerden treten bei Frauen wie auch bei Männern ausschließlich am Rücken auf.

Abbildung 28 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Frauen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen



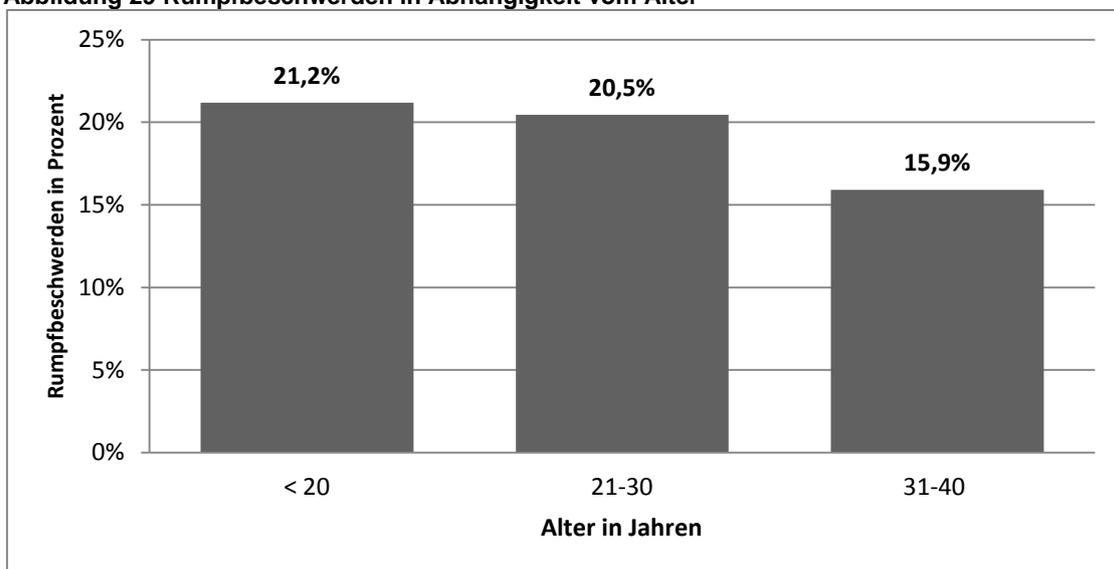
Das Beschwerdeprofil beider Geschlechter unterscheidet sich in der Häufigkeit der betroffenen Körperregion. Bei den Frauen besteht eine erhöhte Gefahr für Überlastungsschäden am Handgelenk und an der Schulter. Im Gegensatz dazu fanden sich Überlastungsschäden bei den Männern an der Schulter und am Ellenbogen. Bei beiden Geschlechtern ist eine hohe Anfälligkeit für Rückenbeschwerden (ca. 20%) erkennbar.

3.1.11 Chronische Rumpfbeschwerden und deren Risikofaktoren

Untersucht wurde die Abhängigkeit von chronischen Rumpfbeschwerden im Hinblick auf die Risikofaktoren Alter, LK- Platzierung und Tennisligazugehörigkeit.

In Abbildung 29 ist die altersabhängige Ausprägung von Rumpfbeschwerden zu sehen. Mit zunehmendem Alter zeigt sich ein Rückgang der Rumpfbeschwerden. Spieler unter 20 Jahren hatten vermehrt Rumpfbeschwerden (21,2%) beim Tennisspielen.

Abbildung 29 Rumpfbeschwerden in Abhängigkeit vom Alter



Eine deskriptive Betrachtung der Entstehung von Rumpfbeschwerden zeigt eine Tendenz, dass Spieler mit einer höheren LK-Platzierung (LK > 8), die in niedrigeren Tennisligen spielten, häufiger an Rumpfbeschwerden litten als besserspielende Teilnehmer. Diese Beobachtung ist in Abbildung 30 und Abbildung 31 dargestellt.

Abbildung 30 Rumpfbeschwerden in Abhängigkeit von der Leistungsklasse

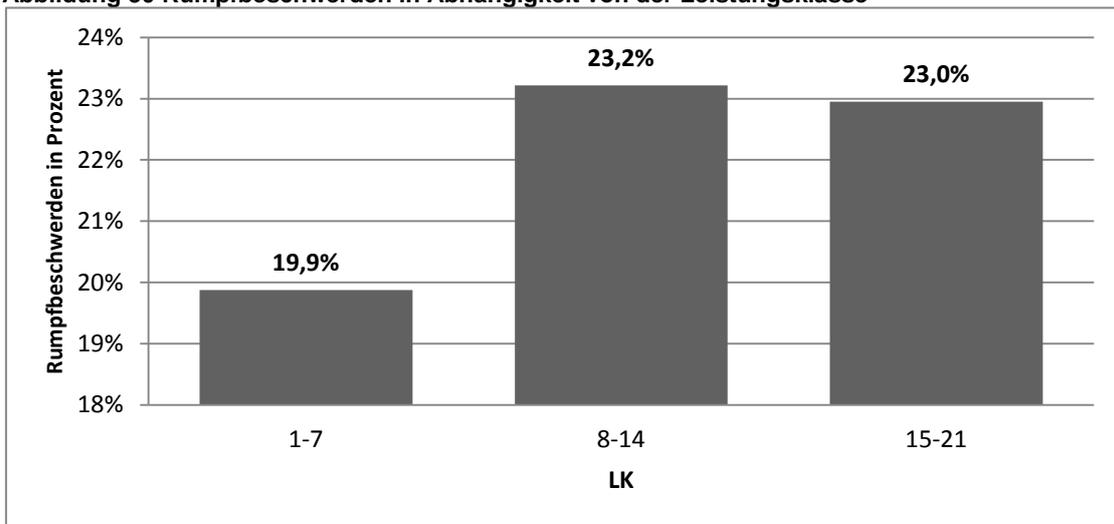
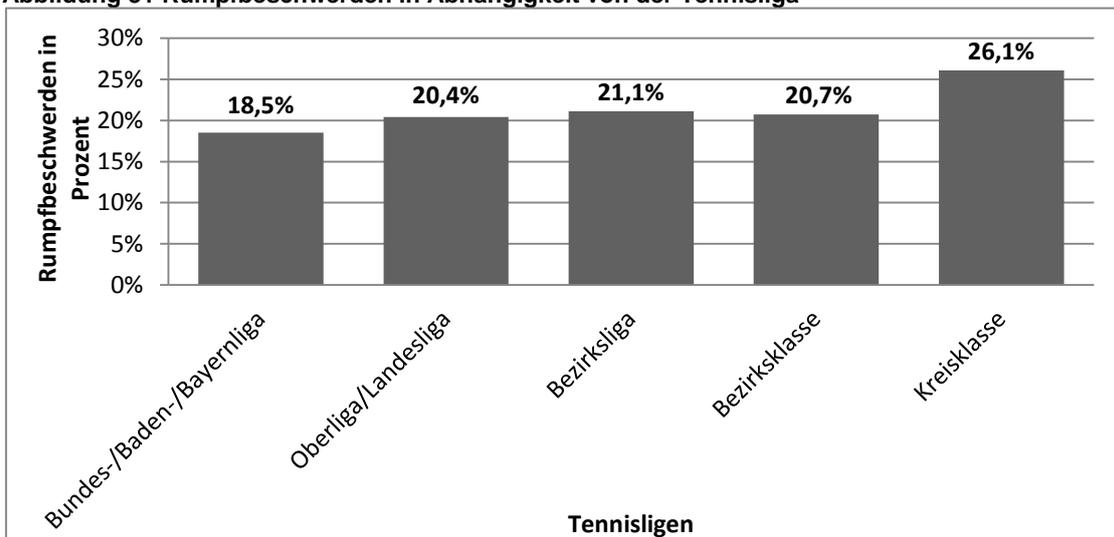


Abbildung 31 Rumpfbeschwerden in Abhängigkeit von der Tennisliga



3.1.12 Chronische Beschwerden der oberen Extremität in Abhängigkeit von Tennisschlägereigenschaften

Die nachstehende Untersuchung beschäftigt sich mit Zusammenhängen zwischen chronischen Beschwerden an der oberen Extremität und Schlägereigenschaften.

Tabelle 5 stellt die Häufigkeit chronischer Tendinopathien der oberen Extremität in Abhängigkeit zum Schlägergewicht dar. Zu sehen ist, dass sich chronische Tendinopathien beim Gebrauch von leichten (< 300 Gramm) als auch schweren (>300 Gramm) Tennisschlägern prozentual gleichhäufig entwickeln.

Tabelle 5 Häufigkeit der Tendinopathie in Abhängigkeit vom Schlägergewicht

		Schlägergewicht		Gesamt
		< 300 Gramm	> 300 Gramm	
Chronische Tendinopathie	Anzahl	78	70	148
	Prozent	28,6%	30,7%	29,5%
Keine chronische Tendinopathie	Anzahl	195	158	353
	Prozent	71,4%	69,3%	70,5%

Die weiteren Tabellen zeigen den Einfluss von Besaitungshärte (Tabelle 6), Verwendung von Vibrationsdämpfern (Tabelle 7) und den verschiedenen Saitenarten (Tabelle 8) auf die Entstehung chronischer Tendinopathien der oberen Extremität. Es ergeben sich keine Unterschiede bzgl. der Sehnenentzündungen bei weichen oder harten Besaitungen, bei unterschiedlichen Saitenarten oder ob ein Vibrationsdämpfer verwendet wurde oder nicht.

Tabelle 6 Häufigkeit der Tendinopathie in Abhängigkeit zur Besaitungshärte

		Besaitungshärte		Gesamt
		< 25 kg	>25 kg	
Chronische Tendinopathie	Anzahl	69	77	146
	Prozent	29,2%	26,2%	27,5%
Keine chronische Tendinopathie	Anzahl	167	217	384
	Prozent	70,8%	73,8%	72,5%

Tabelle 7 Häufigkeit der Tendinopathie in Abhängigkeit von der Verwendung eines Vibrationsdämpfers

		Vibrationsdämpfer		Gesamt
		Ja	Nein	
Chronische Tendinopathie	Anzahl	133	33	167
	Prozent	27,3%	30,8%	27,8%
Keine chronische Tendinopathie	Anzahl	354	74	433
	Prozent	72,7%	69,2%	72,2%

Tabelle 8 Häufigkeit der Tendinopathie in Abhängigkeit zur Tennissaite

		Tennissaite				Gesamt
		Darm	Mono-filament	Multi-filament	Hybrid	
Chronische Tendinopathie	Anzahl	12	85	32	20	149
	Prozent	33,3%	30,7%	25,0%	25,0%	28,6%
Keine chronische Tendinopathie	Anzahl	24	192	96	60	372
	Prozent	66,7%	69,3%	75,0%	75,0%	71,4%

Des Weiteren wurde ein Zusammenhang zwischen den Altersgruppen (< 20 Jahre, 20- 30 Jahre, > 30 Jahre), den Tennisligen (Bundes-/Baden-Bayernliga, Ober- und Landesliga, Bezirksliga, Bezirks- und Kreisklasse), dem Trainingsumfang (Stunden pro Woche) und der Entstehung von Sehnenentzündungen gesucht. Auf deskriptiver Ebene zeigen sich ähnliche Ausprägungen von Tendinopathien in allen drei Altersgruppen (< 20 Jahre: 22,8% Tendinopahtie vs. 28,4% keine Tendinopahtie; 20-30 Jahre: 59,3% Tendinopahtie vs. 55,7% keine Tendinopathie; > 30 Jahre: 18,0% Tendinopahtie vs. 15,5% keine Tendinopahtie).

Die Entstehung von chronischen Sehnenbeschwerden an der oberen Extremität war bei allen Studienteilnehmern vergleichbar, unabhängig von Tennisliga oder Trainingsumfang der einzelnen Tennisspieler (Bundes-/Baden- Bayernliga: 13,2% Tendinopahtie vs. 11,5% keine Tendinopahtie; Ober- und Landesliga: 25,7% vs. 26,8% keine Tendinopahtie; Bezirksliga: 28,1% vs. 24,5%; Bezirks- und Kreisklasse: 28,2% Tendinopathie vs. 34,2% keine Tendinopathie; Trainingsumfang: 0-5 h/ Woche: 73,1% Tendinopathie vs. 76,7% keine Tendinopahtie; 6-10 h/ Woche: 18,6% Tendinopahtie vs. 17,8%keine Tendinopahtie; >10 h/ Woche: 7,8% Tendinopahtie vs. 5,3% keine Tendinopathie).

Im Allgemeinen ergibt die Auswertung, dass weder tennisschlägerspezifische Unterschiede noch Spielklasse, Alter oder Trainingsumfang auf die Genese einer Tendinopathie an der oberen Extremität haben.

3.2 Ergebnisse der prospektiven Studie

In diesem Abschnitt werden die Ergebnisse der prospektiven Studie, deren Untersuchungszeitraum sich über zweieinhalb Jahre erstreckte und die von regelmäßigen Befragungen begleitet wurde, dargestellt.

3.2.1 Soziodemographische Daten

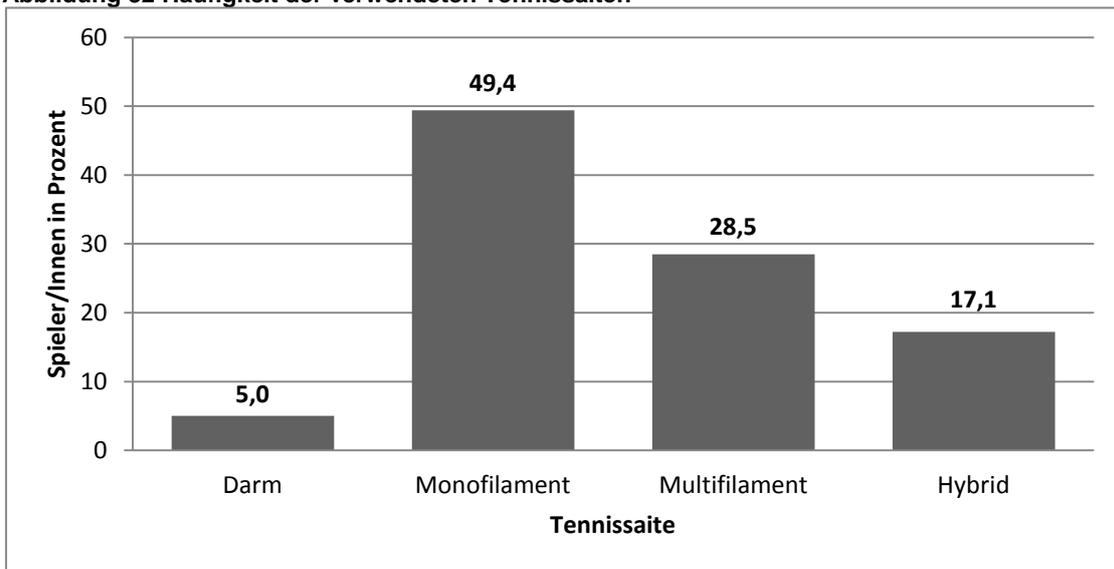
Die prospektive Studie umfasst insgesamt 299 Tennisspieler. Die teilnehmenden Tennisspieler waren zu 55,2% Männer (n= 165) und zu 44,8% (n= 134) Frauen. Tabelle 9 gibt Auskunft über Alter, Körpergröße und Körpergewicht der Teilnehmer.

Tabelle 9 Alter, Körpergröße und Körpergewicht der prospektiven Teilnehmer (n= 299)

	Alter (Jahre)	Gewicht (kg)	Größe (cm)
Mittelwert (Sd)	26,5 (7,6)	72,6 (12)	177,9 (8,9)

Die tennisspezifische Auswertung ergibt, dass die untersuchten Spieler ihren Vorhandschlag zu 80,7% mit dem rechten und zu 9,1% mit dem linken Arm ausführen. Eine beidhändige Rückhand spielen 70,9%. Einhändig wird die Rückhand in 18,9% der Fälle gespielt. Insgesamt machten 10,2% (n= 30) keine Angaben zur Vorhand- und Rückhandschlagtechnik. Des Weiteren beträgt das durchschnittliche Trainingspensum des Kollektivs 5,4 \pm 3,4 Stunden pro Woche. Das Tennisschlägergewicht betrug im Mittel 300,8 Gramm (200g bis 349g). Die Besaitungshärte der Tennisschläger lag zwischen 20,0 kg und 29,0 kg. Wie häufig eine Tennissaite verwendet wird ist in Abbildung 32 sichtbar. Fast die Hälfte aller Spieler spielen mit einer Monofilamentsaite. Darmsaiten werden am wenigsten verwendet.

Abbildung 32 Häufigkeit der verwendeten Tennissaiten



3.2.2 Allgemeines Verletzungsrisiko

Im Beobachtungszeitraum der prospektiven Studie wurden insgesamt 50 Verletzungen festgestellt, die sich auf 41 Tennisspieler verteilten (Verletzungsrisiko: 1,2 Verletzungen pro Spieler). Dabei können 20 Verletzungsdiagnosen unterschieden werden. Innerhalb der zweieinhalb Jahre verletzten sich 13,7% (n= 41) der Spieler, 86,3% (n= 258) hatten keine Verletzung. Das Verletzungsverhältnis zwischen Männern und Frauen fällt mit 62,0% (n= 31) zu 38,0% (n= 19) zu Lasten der Männer aus.

Die Verletzungsinzidenz wurde anhand der bereits beschriebenen und dargestellten Formel für die prospektive Studie berechnet (vgl. Kap. 2.8).

Für das prospektive Kollektiv wurden zur Berechnung der Spielstunden pro Jahr zum einem die Trainingsstunden sowie die Spielstunden der Medenspiele im Sommer hinzugezogen.

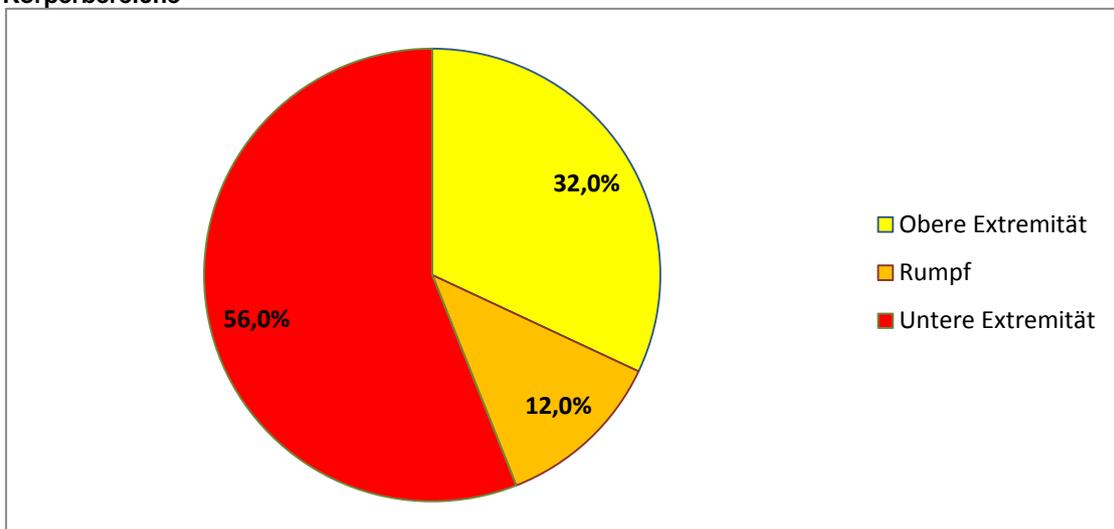
Bei durchschnittlich 5,4 Trainingsstunden pro Woche ergibt sich für alle 299 Teilnehmer ein Trainingsstundenwert von 83 959 Stunden pro Jahr. Aufgrund der Einschlusskriterien der Studie konnte davon ausgegangen werden, dass alle Spieler in der Sommersaison an durchschnittlich sechs Medenspielen aktiv teilnahmen und jeweils ein Einzel sowie ein Doppel bestritten. Des Weiteren wurde eine durchschnittliche Spielzeit von 90 Minuten

pro Einzel- und Doppelspiel angenommen. Somit berechnet sich eine Spielzeit für die sechs Medenspieltage von 5 382 Stunden für die 299 Tennisspieler (3 Stunden x 6 Medenspieltage x 299 Teilnehmer = 5382 Stunden). In der Summe der Trainingsstunden pro Jahr und der Spielzeit der Medenspiele im Sommer ergibt sich eine Gesamtspielzeit der Teilnehmer von 89 341 Stunden pro Jahr. Im Durchschnitt wurden 13 akute Verletzungen pro Jahr registriert (2011: 12 akute Verletzungen; 2012: 14 akute Verletzungen). Aus diesen Daten konnte eine Verletzungsinzidenz von 0,15 Verletzungen/ 1000 Stunden für die prospektive Studie ermittelt werden.

3.2.3 Verletzungsprofil

Die Verletzungen der prospektiven Studie teilen sich gemäß Abbildung 33 wie folgt auf. Die Mehrheit (56,0%; n= 28) der prospektiv erfassten Verletzungen entsteht an der unteren Extremität. Die weiteren Verletzungen können zu 32% (n= 16) der oberen Extremität und zu 12% (n= 6) dem Rumpf zugeordnet werden.

Abbildung 33 Gesamtverletzungshäufigkeit aller prospektiven Verletzungen in Bezug auf die Körperbereiche

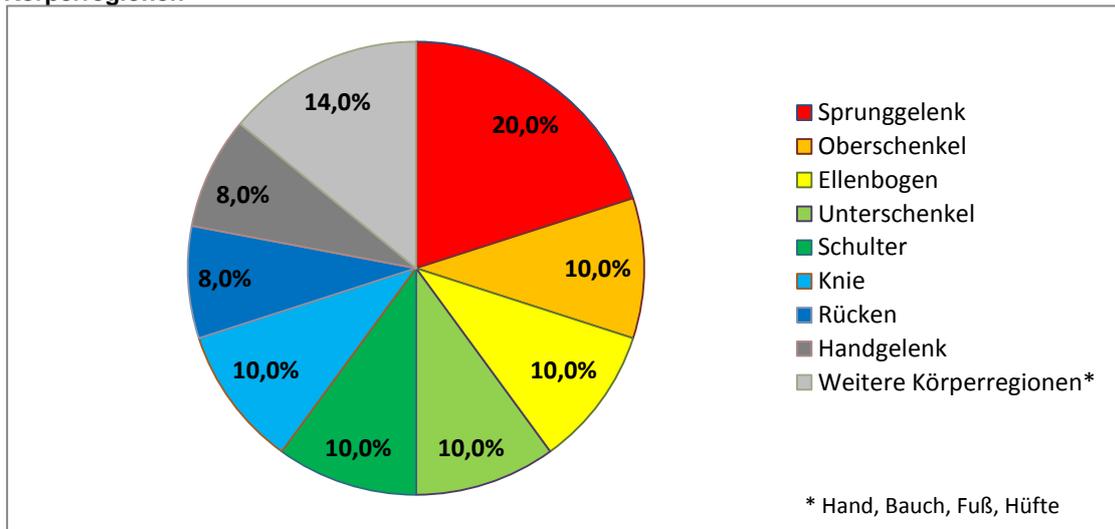


Das Sprunggelenk ist die meist verletzte Körperregion der Tennisspieler (20,0%; n= 10) und die verletzungsanfälligste Region der unteren Extremität. Der Oberschenkel ist mit 12,0% (n= 6) der Verletzungen betroffen. Das Pendant zu den Sprunggelenksverletzungen an der unteren Extremität sind die

Ellenbogenverletzungen (10%; n= 5) an der oberen Extremität, die hier zu den häufigsten Verletzungen zählen.

Handgelenk- und Schulterverletzungen kommen zu gleichen Teilen mit jeweils 8% (n= 4) der Verletzungen vor. Am Rumpf kommt es in erster Linie zu Rückenverletzungen mit ebenfalls 8 % (n= 4).

Abbildung 34 Gesamtverletzungshäufigkeit prospektiver Verletzungen in Bezug auf die Körperregionen



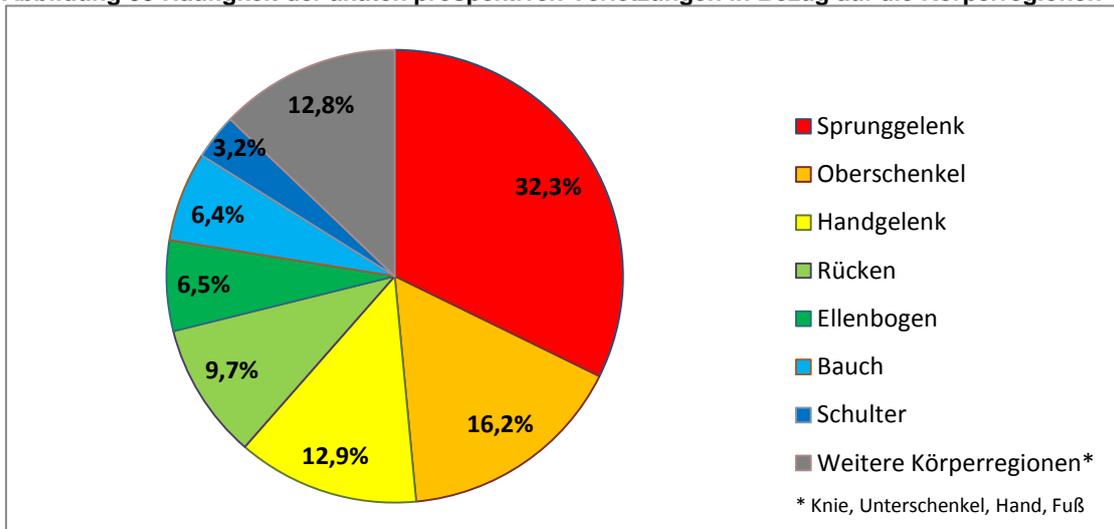
3.2.4 Akute Verletzungen

Zu akuten Verletzungen kommt es in 62,0% (n= 31) der Verletzungsfälle in der prospektiven Studie. Diese verteilen sich zu 25,8% (n= 8) auf die obere Extremität und zu 16,1% (n= 5) auf den Rumpf. Die meisten akuten Verletzungen treten an der unteren Extremität (58,1%; n= 18) auf.

Es manifestieren sich ein Drittel der akuten Verletzungen am Sprunggelenk. Damit ist das Sprunggelenk - wie auch schon in der retrospektiven Auswertung - das mit Abstand verletzungsanfälligste Gelenk bei Tennisspielern.

Die verletzungsanfälligste Region der oberen Extremität ist das Handgelenk mit 12,9% und der Ellenbogen mit 6,5%. Akute Rückenverletzungen treten bei 9,7% (n= 3) der Spieler auf.

Abbildung 35 Häufigkeit der akuten prospektiven Verletzungen in Bezug auf die Körperregionen



Die weitaus am häufigsten gestellte Diagnose war „akute Bandverletzung“. Am Sprunggelenk zeigte sich in 32,2% der Fälle eine Bandverletzung. Am Kniegelenk zog sich ein Spieler eine Ruptur des vorderen Kreuzbandes zu.

Am Handgelenk wurden ausschließlich Handgelenksdistorsionen (12,9%) diagnostiziert. Ein zu später Treffpunkt war zumeist der Auslöser akuter Handgelenksschmerzen. Die daraus entstandene Zerrung der Bandhaltestrukturen des Handgelenks konnte mit einer Verletzungspause und exzentrischen Kraftübungen zur Stärkung des radiocarpalen Gelenks aufgehoben werden.

Ein weiterer Spieler berichtete nach einem solchen Ereignis über starke und langanhaltende Schmerzen im Handgelenk, vor allem beim Vorhandschlag. Eine Magnetresonanztomographie ergab letztendlich eine Zerrung des ulnocarpalen Bandkomplexes und eine Zerrung des M. extensor und flexor carpi ulnaris.

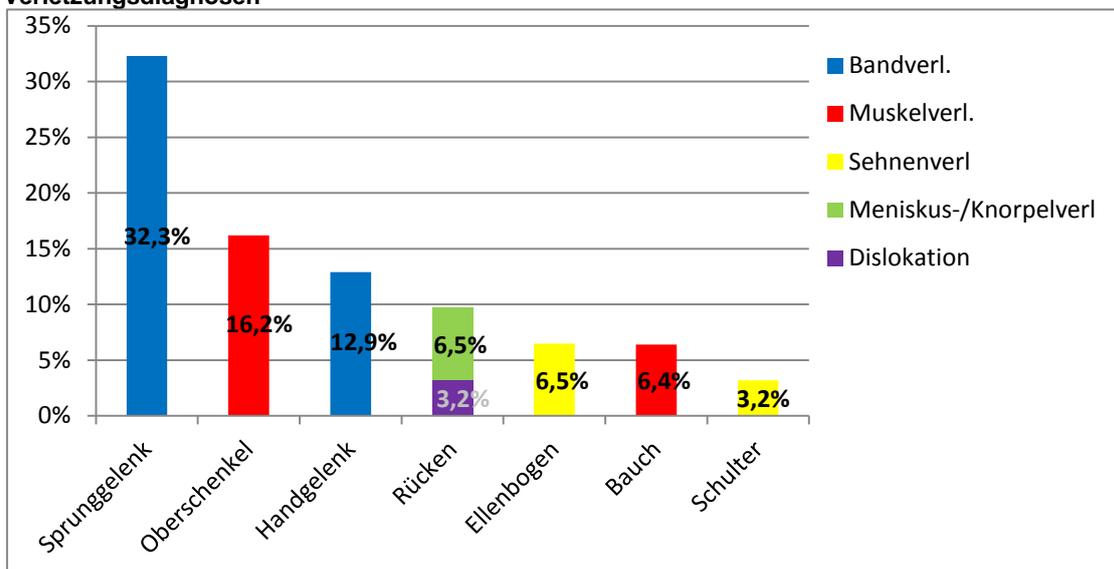
Am zweithäufigsten traten Muskelzerrungen (25,8%) auf, welche hauptsächlich am Oberschenkel lokalisiert wurden. Zu Sehnenverletzungen kam es am Ellenbogen sowie an der Schulter im Sinne einer Epikondylitis humeri radialis und eines akuten Impingements.

Schmerzen am Rumpf konnten in akute Rückenschmerzen und Bauchmuskelerkrankungen differenziert werden. Rückenschmerzen wurden

durch eine Spondylolisthesis und in zwei Fällen durch Bandscheibenvorfälle ausgelöst.

Eine Torsionsfraktur entstand am Phalanx proximalis durch Hängenbleiben des kleinen Fingers am Schläger. Am fünften Mittelfußknochen verspürte eine Spielerin einen plötzlichen Schmerz während eines Wettkampfspiels. Der Verdacht auf eine Ermüdungsfraktur am Metatarsale fünf wurde durch eine MRT-Aufnahme bestätigt.

Abbildung 36 Häufigkeit der akuten prospektiven Verletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen

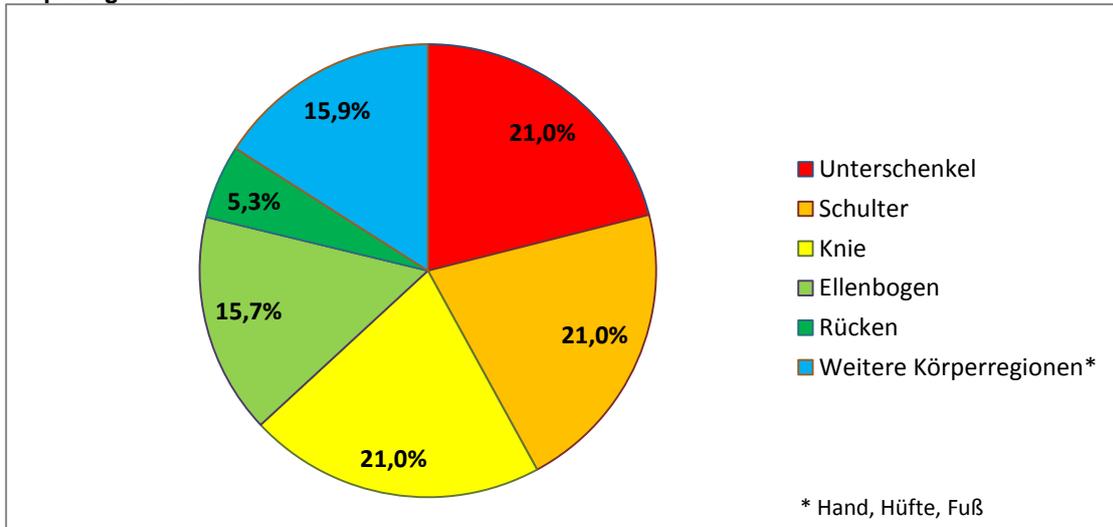


3.2.5 Chronische Beschwerden

Von den Gesamtverletzungen sind 38,0% (n= 19) chronische Beschwerden. Diese verteilen sich zu 52,6% (n= 10) auf die untere Extremität. Auf die obere Extremität fallen 42,1% (n= 8) der Beschwerden. Chronische Rumpfbeschwerden sind der kleinste Teil mit 5,3% (n= 1).

Die genaue Aufschlüsselung der chronischen Beschwerden in Körperregionen ist in Abbildung 37 dargestellt. An Unterschenkel, Schulter und am Kniegelenk lassen sich jeweils 21,0% der chronischen Beschwerden feststellen. Ellenbogenbeschwerden entwickeln sich in 15,8%. Die restlichen Körperregionen sind zu 5,3% betroffen.

Abbildung 37 Häufigkeit der chronischen prospektiven Beschwerden in Bezug auf die Körperregionen



Vorherrschend kam es bei den chronischen Beschwerden zu Entzündungen der Muskelsehnen (73,4%, vgl. Abbildung 38). An der Achillessehne beklagten 4 Spieler Beschwerden, die sich im Rahmen einer Achillodynie diagnostisch erfassen ließen.

An der oberen Extremität kam es an der Schulter und am Ellenbogen zu Sehnenentzündungen. Zwei von vier Spielern mit chronischen Schulterbeschwerden ließen eine Magnetresonanztomographie von ihrer Schulter anfertigen. Ein Spieler berichtete von einer bestehenden Impingementsymptomatik. Die Schnittbildgebung ergab eine Entzündung der Supraspinatus- und der Bicepssehne. Das MRT eines anderen Spielers zeigte eine floride den M. Supraspinatus bedrängende AC-Gelenkarthrose. Bei den anderen zwei Spielern wurde kein MRT durchgeführt. Anhand der klinischen Untersuchung und des Beschwerdebilds konnte die Verdachtsdiagnose „Tendinitis der Supraspinatussehne“ durch einen Arzt gestellt werden.

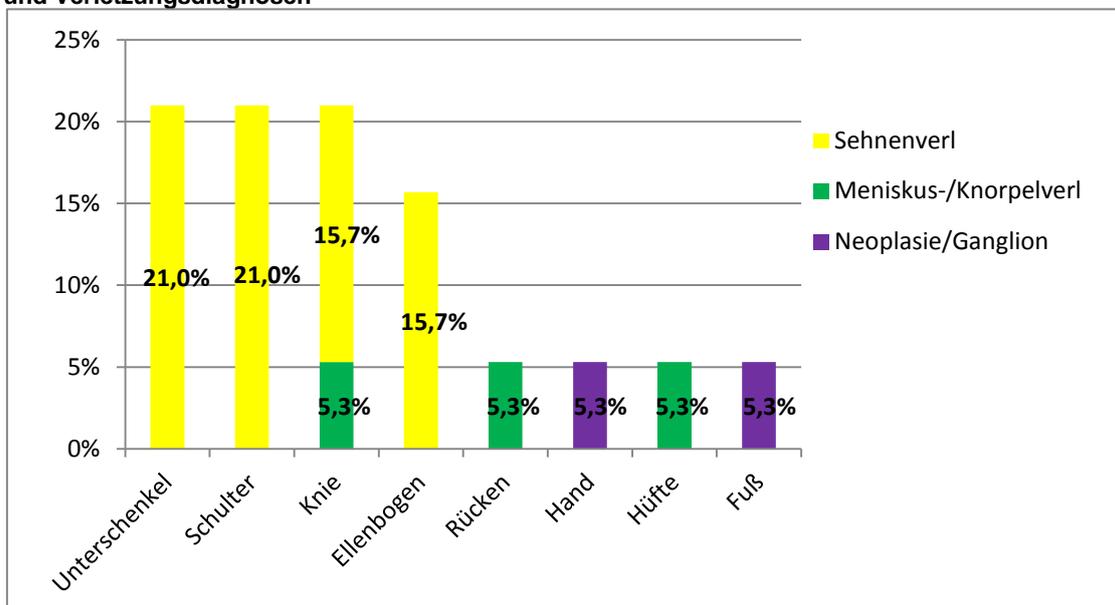
Am Ellenbogen zeigte sich bei drei Spielern klinisch eine Epikondylitis humeri radialis.

Die Knorpelläsion am Kniegelenk respektive an der Patellarrückfläche stellte sich im MRT als Chondromalazie patellae heraus. Die anderen Beschwerden im Bereich der Patella wurden klinisch dem Patellaspitzensyndrom zugeordnet.

Am Handrücken und im Bereich der Fußsohle bzw. Ferse entwickelte sich bei zwei Spielern eine schmerzhafte Schwellung (V.a. Sehnenscheidenganglion). Am Fuß bestätigte sich die Verdachtsdiagnose und das Ganglion wurde operativ entfernt. Das Ganglion an der Hand konnte durch eine MRT-Untersuchung nicht bestätigt werden. Die verordnete konservative Therapie bewirkte eine weitgehende Schmerzlinderung.

Die Diagnosen zu den weiteren Körperregionen werden aufgrund der geringen Häufigkeit nur noch genannt: Bandscheibenprotusion LWK 2/3 und Femoroacetabuläres Impingement (FAI).

Abbildung 38 Häufigkeit der chronischen prospektiven Beschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen



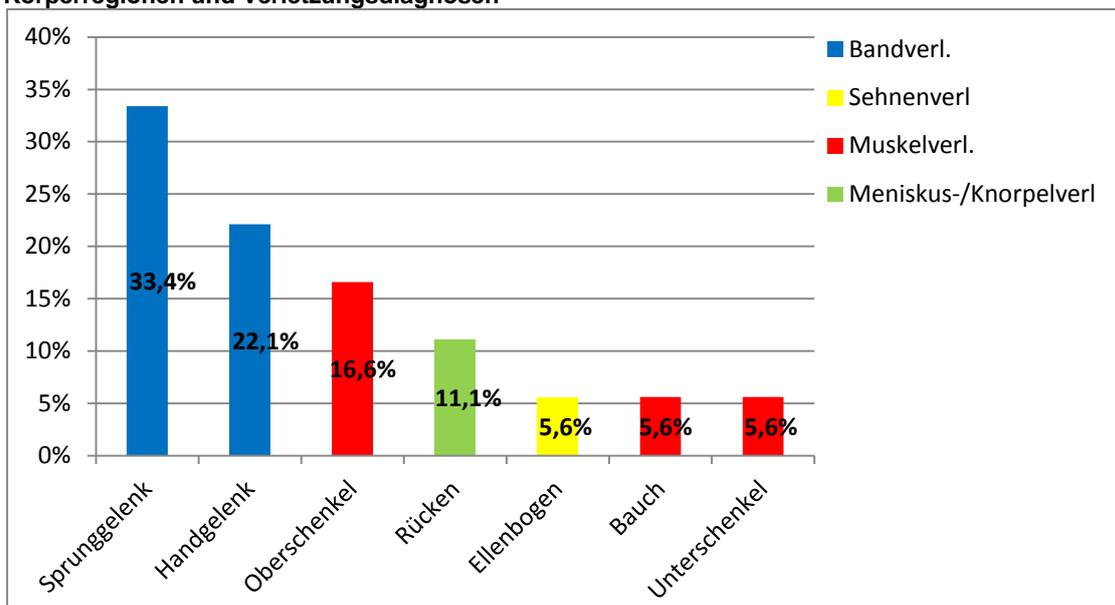
3.2.6 Verletzungsprofil bei Männern und Frauen

Akutes Verletzungsprofil bei Männern

Die akuten Verletzungen der Männer verteilen sich zu 55,6% (n=10) auf die untere Extremität, zu 27,7% (n=5) auf die obere Extremität und zu 16,7 % (n=3) auf den Rumpf.

In der prospektiven Untersuchung ist das Sprunggelenk die verletzungsanfälligste Körperregion bei Männern mit 33,4%. Die zweithäufigste akute Verletzung sind Handgelenksdistorsionen gefolgt von Muskelzerrungen am Oberschenkel. Schulterverletzungen kamen bei den Männern während des Beobachtungszeitraums nicht vor. Auslöser der Rückenschmerzen waren bei den Männern Spondylolisthesis und Bandscheibenprotusionen.

Abbildung 39 Häufigkeit der akuten prospektiven Männerverletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen

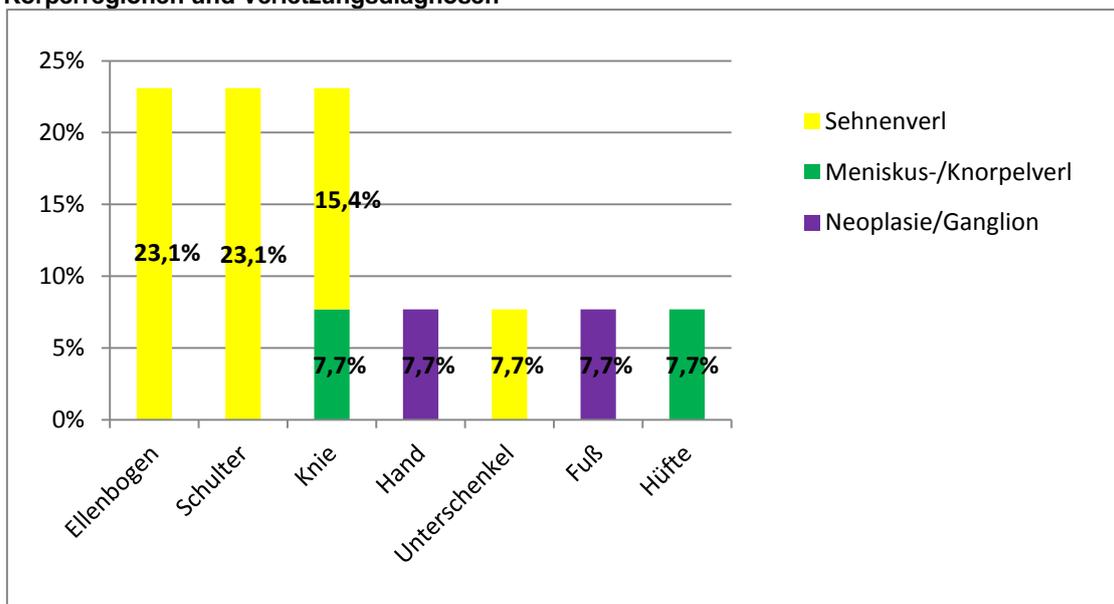


Chronisches Beschwerdeprofil bei Männern

Chronischen Beschwerden sind in dieser Studie nur an der oberen und unteren Extremität zu finden. An der oberen Extremität mit 53,9% (n= 7) und an der unteren Extremität mit 46,1% (n= 6).

Chronische Beschwerden am Ellenbogen-, Schulter- und Kniegelenk treten bei den Männern am häufigsten auf. Tendinopathien (69,3%) prägen das Beschwerdebild an diesen Körperregionen (Abbildung 40). Am Kniegelenk entwickelte sich bei zwei Spielern eine Patellasehnenentzündung, bei einem Spieler ein retropatellarer Knorpelschaden. Das FAI wurde bei einem Spieler beschrieben.

Abbildung 40 Häufigkeit der chronisch prospektiven Männerbeschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen

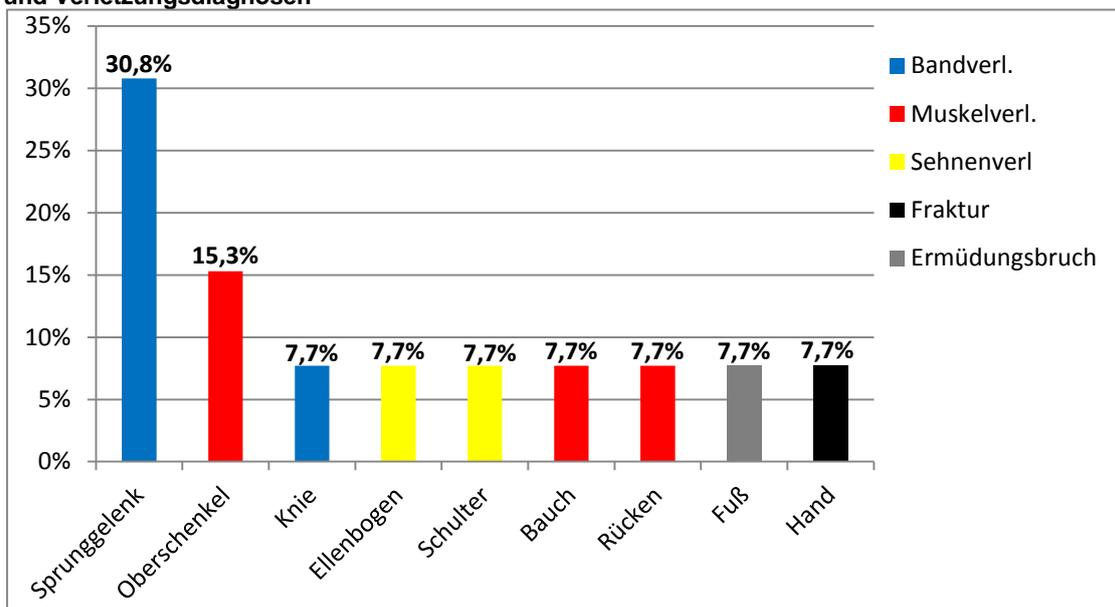


Akutes Verletzungsprofil bei Frauen

Akute Verletzungen bei Frauen sind zu 61,5% (n= 8) an der unteren Extremität zu finden. Zu 23,1% (n= 3) fallen die Verletzungen auf die obere Extremität und zu 15,4% (n= 2) auf den Rumpf.

Bei den Frauen sind Bänderrisse am Sprunggelenk und Muskelzerrungen am Oberschenkel die vorherrschenden Verletzungen (Abbildung 41).

Abbildung 41 Häufigkeit der akuten prospektiven Frauenverletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen

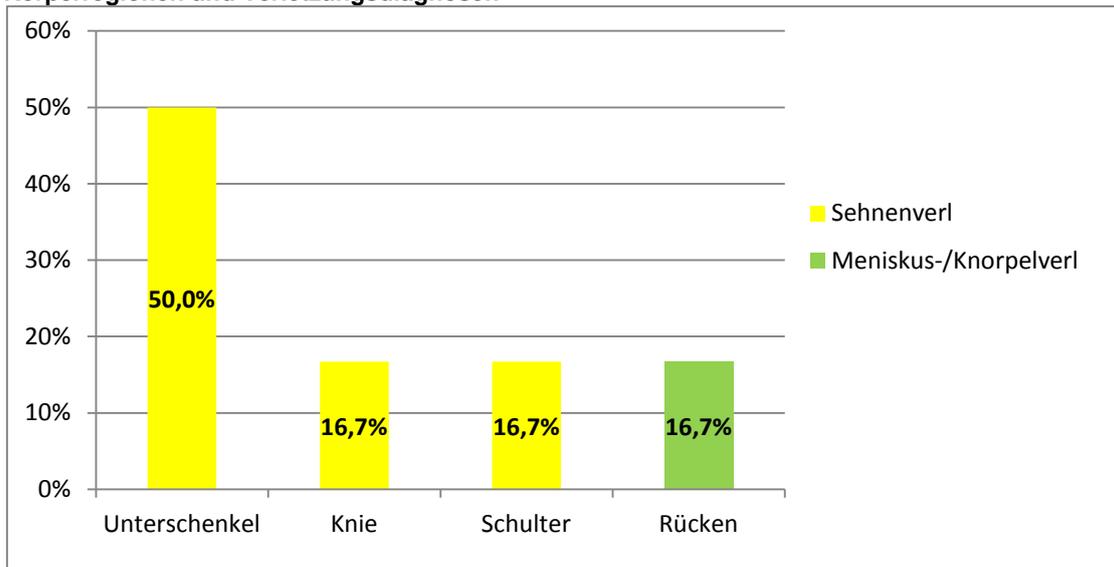


Chronisches Beschwerdeprofil bei Frauen

Das chronische Beschwerdeprofil von Frauen zeigt im Gegensatz zu den Männern in der prospektiven Studie eine erhöhte Anfälligkeit der unteren Extremität (66,7%; n= 4). An der oberen Extremität und am Rumpf kommt bei den Frauen je eine chronische Beschwerde (16,7%) vor.

Dominiert wird das Bild von chronischen Sehnenentzündungen (83,3%), die sich primär an der Achillessehne (50%) manifestieren. Weiter kommt es zum Patellaspitzensyndrom am Kniegelenk und zum Impingement-Syndrom an der Schulter. Am Rücken wurde bei einer Spielerin eine Bandscheibenprotusion im LWK 2/3 Bereich festgestellt.

Abbildung 42 Häufigkeit der chronisch prospektiven Frauenbeschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen



3.2.7 Häufigkeit einer Tendinopathie an der oberen Extremität in Abhängigkeit vom Schlägergewicht

Insgesamt gibt es neun Spieler mit Tendinopathie an der oberen Extremität. Die Verteilung der Sehnenverletzungen auf die Schulter und den Ellenbogen ist in Tabelle 10 zu sehen. Daraus lässt sich erkennen, dass sich augenscheinlich bei schweren Tennisschlägern mit über 301 Gramm mehr Tendinopathien (Epikondylitis humeri radialis) am Ellenbogen ausbilden. Leichte Schläger führen zu Sehnenentzündungen an der Schulter.

Tabelle 10 Häufigkeit der Tendinopathie an der oberen Extremität in Bezug auf das Schlägergewicht

Körperregion		Schlägergewicht		Gesamt
		200g bis 300g	301g bis 350g	
Schulter	Anzahl	3	1	4
	Prozent	75,0%	25,0%	100,0%
Ellenbogen	Anzahl	1	4	5
	Prozent	20,0%	80,0%	100,0%

3.2.8 Häufigkeit einer Tendinopathie an der oberen Extremität in Abhängigkeit von der Besaitungshärte

Aus Tabelle 11 wird ersichtlich, dass sich eine Tendinopathie an der Schulter vermehrt bei Besaitungshärten unter 25kg entwickeln. Am Ellenbogen zeigt sich ein relativ ausgeglichenes Verhältnis.

Tabelle 11 Häufigkeit der Tendinopathie an der oberen Extremität in Bezug auf die Besaitungshärte

Körperregion		Besaitungshärte		Gesamt
		20kg bis 25kg	25,5kg bis 30kg	
Schulter	Anzahl	3	1	4
	Prozent	75,0%	25,0%	100,0%
Ellenbogen	Anzahl	2	3	5
	Prozent	40,0%	60,0%	100,0%

3.2.9 Häufigkeit einer Tendinopathie an der oberen Extremität in Abhängigkeit von der Tennissaite

Die Häufigkeit des Auftretens einer Tendinopathie an der oberen Extremität abhängig von der Art der Tennissaite (Monofilament-, Multifilament- und Hybridsaiten) veranschaulicht Tabelle 12. Am Ellenbogen führt die Verwendung einer Monofilamentsaite bei 60% der Spieler zu einer Epikondylitis humeri radialis. An der Schulter kommt es zu einer Gleichverteilung auf alle drei Saitenarten.

Tabelle 12 Häufigkeit der Tendinopathie an der oberen Extremität in Bezug auf die Tennissaite

Körperregion		Saitenart			Gesamt
		Monofilament	Multifilament	Hybrid	
Schulter	Anzahl	1	1	2	4
	Prozent	25,0%	25,0%	50,0%	100,0%
Ellenbogen	Anzahl	3	1	1	5
	Prozent	60,0%	20,0%	20,0%	100,0%

4 Diskussion

In der Literatur liegt das Hauptinteresse in der Untersuchung von professionellen Tennisspielern, obwohl der Großteil der 1,4 Millionen organisierten Tennisspieler in Deutschland (DTB, 2015) zu den Freizeit- und Leistungsspielern gehört. Grund für diese Verteilung ist zum einen die individuelle und bessere medizinische Betreuung der Tennisspieler im Profisport und die damit verbundene einfachere Datensammlung. Zum anderen ist das Interesse an der Analyse von Verletzungsrisiken im Profisportbereich sehr groß, um Verletzungen frühzeitig vorzubeugen und dadurch die Ausfallzeiten auf dem Tennisplatz zu minimieren.

Diese Arbeit befasst sich mit dem Verletzungs- und Beschwerdeprofil von Freizeit- und Leistungsspielern, die in einer großangelegten retrospektiven und prospektiven Studie untersucht wurden. Der Altersdurchschnitt der Teilnehmer betrug 24,8 Jahre im retrospektiven Teil und 26,5 Jahre im prospektiven Teil. Des Weiteren wurden die Auswirkungen von unterschiedlichen Schlägerparametern auf die Entstehung von Überlastungsschäden an der oberen Extremität beleuchtet.

Wichtige Fragestellungen in der Erstellung des Verletzungs- und Beschwerdeprofils sind: An welchen Körperregionen manifestieren sich akute Verletzungen und chronische Beschwerden am häufigsten? Gibt es Geschlechterunterschiede und Zusammenhänge mit Verletzungsprofilen von Profisportlern? Diese Punkte sollen im Folgenden diskutiert werden.

4.1 Diskussion der angewandten Methoden

Die Fragebögen der retrospektiven Studie wurden zum Großteil selbstständig von den Teilnehmern ausgefüllt. Dadurch kam es neben teils unvollständigen Angaben zu Laiendiagnosen. In diesen Fällen wurden die Teilnehmer anhand ihrer angegebenen E-mailadressen kontaktiert, um unklare Angaben richtig zu stellen. Andernfalls wurden unvollständige oder fehlerhafte Fragebögen aussortiert.

Demgegenüber steht die prospektive Studie. Diese zeichnete sich durch eine sehr gute Kommunikation mit den Spielern aus. Es konnte ein lückenloser Verletzungsverlauf sichergestellt werden. Die verletzten Spieler wurden während ihrer Verletzungs-, Genesungs- und Rehabilitationsphase begleitet und einige aktiv betreut. Dadurch war es möglich medizinisch bestätigte Diagnosen zu stellen bzw. zu erhalten.

4.1.1 Akutes Verletzungsprofil ambitionierter Freizeit- und Leistungsspieler

Das akute Verletzungsprofil wurde hinsichtlich der verletzten Körperbereiche, Körperregionen und Verletzungsdiagnosen untersucht. Im Freizeit- und Leistungsbereich ergeben die retrospektiven und prospektiven Auswertungen, dass der verletzungsanfälligste Körperbereich die untere Extremität ist (retrospektiv: 58,2%, prospektiv: 58,1%). Obere Extremität, Rumpf und vor allem Kopfverletzungen spielen eine untergeordnete Rolle. Damit decken sich die Ergebnisse mit der Literatur. Unabhängig vom Studiendesign (retro-, prospektiv, Definitionen, Kollektiv) traten die akuten Tennisverletzungen überwiegend an der unteren Extremität auf, gefolgt von Verletzungen an der oberen Extremität und am Rumpf (Chard und Lachmann, 1987; Gaw *et al.*, 2014; Hjelm *et al.*, 2012; Hutchinson *et al.*, 1995; Kibler und Safran, 2000a; Kim *et al.*, 2015; Krause und Pöttinger, 1988; Kuhne *et al.*, 2004; Maquirriain und Baglione, 2015; McCurdie *et al.*, 2016; Sell *et al.*, 2012).

Widersprüchliche Resultate ergeben sich in der Literatur hinsichtlich der Körperregion, bei der die meisten akuten Verletzungen vorkommen. In dieser Studie treten am häufigsten Sprunggelenksverletzungen (29,8%) auf gefolgt von Oberschenkel- und Schulterverletzungen (Oberschenkel: 13,1%, Schulter 12,5%).

Ältere Studien, welche sich mit Freizeit- und Leistungsspielern beschäftigten, spiegeln ein anderes Verletzungsbild wieder. Eine Untersuchung von Hutchinson *et al.* mit 1440 Leistungsspielern, die über 6 Jahre beobachtet wurden, bezeichnete Rückenverletzungen als die primäre akute Verletzung, gefolgt von Oberschenkel-, Schulter- und

Sprunggelenksverletzungen (Hutchinson *et al.*, 1995). Krause *et al.* beschreiben die Schulterverletzungen mit 19,6%, Sprunggelenks- und Rückenverletzungen mit 13,6% als die häufigsten akuten Tennisverletzungen (Krause und Pöttinger, 1988). Chard und Lachmann untersuchten das Verletzungsprofil von 131 Freizeitspielern mit dem Ergebnis, dass akute Verletzungen überdurchschnittlich oft am Kniegelenk, am Rücken und am Ellenbogengelenk auftreten (Chard und Lachmann, 1987).

Dementgegen stehen die aktuellsten Untersuchungen sowohl im Profisport als auch im Amateurbereich. Sell *et al.* befassten sich mit dem Verletzungsprofil professioneller Tennisspieler bei den US-Open. Sprunggelenksverletzungen stellten sich bei der Langzeituntersuchung (1994-2009) als häufigste akute Verletzung heraus. Weitere Verletzungen wurden am Handgelenk, am Kniegelenk, am Fuß und Schultergelenk festgestellt (Sell *et al.*, 2012).

Die neuste Studie, eine Verletzungsanalyse von Wimbledon (2003- 2012), zählt Sprunggelenksverletzungen mit zu den häufigsten Verletzungen bei Männern. In den Jahren 2011 und 2012 traten diese am zweithäufigsten auf, mit zunehmender Tendenz (McCurdie *et al.*, 2016).

Eine großangelegte retrospektive Auswertung von 492.000 Tennisspielern aus dem nichtprofessionellen Bereich von Gaw *et al.*, die sich in den Ambulanzen der Vereinigten Staaten von Amerika vorstellten, zeigt eine Verletzungshäufigkeit des Sprunggelenks in 47,2% der Fälle (Gaw *et al.*, 2014). Weitere Studien, die das Ergebnis stützen sind von Hjelm *et al.* Kühne *et al.*, Baxter *et al.* und von Reece *et al.* (Baxter- Jones *et al.*, 1993; Hjelm *et al.*, 2012; Kuhne *et al.*, 2004; Reece *et al.*, 1986).

Mit den Ergebnissen dieser Studie konnte der aktuelle Trend hinsichtlich der hohen Verletzungsinzidenz am Sprunggelenk bestätigt werden. Insbesondere wird die These durch die Ergebnisse des prospektiven Teils dieser Tennisstudie unterstützt, die eine akute Verletzungsanfälligkeit des Sprunggelenks von 32,2% aller Verletzungen feststellte. Das Auftreten der akuten Verletzungen an der unteren Extremität, insbesondere am Sprunggelenk, kann in Zusammenhang mit der Weiterentwicklung des Tennis zum schnelleren,

intensiveren und athletischeren Spiel gesehen werden. So kam es laut Okholm *et al.* in den letzten zehn Jahren vermehrt zu verletzungsbedingten Absagen von weiblichen und männlichen Profispielern bei Tennisturnieren (Okholm Kryger *et al.*, 2015). Verantwortlich dafür sind sicher auch die komplexen Bewegungsanforderungen auf dem Tennisplatz. Schnelle Richtungswechsel, plötzliche Sprint- und Abstoppbewegungen, Rotationsbewegungen sowie seitliches Rutschen zum Ball führen zu hohen Belastungen vornehmlich am Sprunggelenk und prädestinieren Verletzungen an der unteren Extremität.

Der Hauptanteil akuter Verletzungen in dieser Studie ist muskuloskelettaler Genese. Dabei prägen Verletzungen des Bandapparates und Muskelverletzungen das Verletzungsbild (68,0%). Distorsionen des Bandapparates am oberen Sprunggelenk sind in der retro- wie auch prospektiven Studie die häufigsten Tennisverletzungen. Diese Resultate werden auch von weiteren Studien gestützt (Gaw *et al.*, 2014; Hjelm *et al.*, 2012; Sell *et al.*, 2012; Winge *et al.*, 1989).

Insgesamt traten 36,4% Distorsionen bzw. Verletzungen der Bänder auf, welche zu 29,0% das Sprunggelenk betreffen. Zusätzlich kam es zu Handgelenks- und Kniegelenksdistorsionen, wobei am Knie auch schwerere Verletzungen wie Kreuzbandrupturen und Teilrupturen der Seitenbänder die Folge waren.

Gemäß Hertel kommt es typischerweise zu Sprunggelenksdistorsionen, wenn Calcaneus und Talus eine übermäßige Supination erfahren und der Unterschenkel gleichzeitig in Inversionsstellung gerät (Hertel, 2002). Hohe und intensive Bewegungsanforderungen auf dem Tennisplatz mit schnellen Richtungswechseln und gleichzeitigen Rutsch- und Rotationsbewegungen beim Schlagen des Balls sind die Gründe für die hohe Verletzungsinzidenz am Sprunggelenk. Des Weiteren spielen der Reibungskoeffizient, abhängig von Bodenbelag und Schuhwahl, eine entscheidende Rolle. Das Risiko, eine Sprunggelenksdistorsion auf Hallenböden zu erleiden, war in der retrospektiven Auswertung erhöht (Teppich: 45,2%; Granulat: 41,3%). Insbesondere Frauen aber auch Männer verletzten sich vermehrt die Bänder am Sprunggelenk auf

Teppichboden (Frauen: 63,3%; Männer: 35,28). Die erhöhte Verletzungsrate ist mit dem erhöhten Reibungskoeffizienten auf den Hallenböden zu erklären. Somit kommt es bei Rutschbewegungen nicht zum Gleiten sondern eher zum Blockieren des Schuhs, was zu einem Supinationsereignis führen kann (Stussi und Stacoff, 1993). Um unkontrollierbare Bewegungen zu vermeiden und damit eine Verletzung zu verhindern, sehen Krabbe et al. die passende Schuhwahl zum Bodenbelag als besonders wichtig an (Krabbe *et al.*, 1992).

Muskeln sind die zweithäufigste akut verletzte Struktur in dieser Studie (31,6%). Hauptsächlich davon betroffen sind die Oberschenkel-, Bauch-, Schulter- und Unterschenkelmuskulatur. Das zeigte auch analog die Untersuchung von jugendlichen Leistungsspielern und erwachsenen Profispielern. Bei beiden stehen die Muskelverletzungen im Vordergrund (Sell *et al.*, 2012; Silva *et al.*, 2003). Eine vergleichbare Studie im Freizeit- und Leistungsbereich von Kühne et al. stellt ebenfalls eine vermehrte Anfälligkeit von Muskeln, besonders im Oberschenkelbereich, fest (Kuhne *et al.*, 2004).

Inwieweit sich ein präventives Aufwärmprogramm auf Muskelverletzungen auswirkt, führte in dieser Studie zu folgendem Ergebnis: Der Großteil der Spieler mit muskulären Problemen hatte sich zuvor aufgewärmt (M=88,5%, F=75,6%). Allerdings zeigte sich bei der Betrachtung der Aufwärmdauer, dass ein längeres Aufwärmprogramm (> 10min) zu deutlich weniger Muskelverletzungen führte. Ein signifikanter Unterschied ($p < 0,05$) kann bzgl. des Aufwärmverhaltens von Männern und Frauen festgestellt werden. Es wärmten sich mehr Männer und weniger Frauen kürzer als fünf Minuten und mehr Frauen und weniger Männer über 10 Minuten auf. Laut Silva et al. führen die meisten Tennisspieler kein angemessenes Aufwärmprogramm vor dem Training oder Match bzw. kein Stretching nach einem Training oder Match durch (Silva *et al.*, 2003). Dass ein Stretchingprogramm muskuloligamentäre Verletzungen reduzieren kann, wurde bei Fußballern festgestellt, die ein zusätzliches dreiminütiges Aufwärm- und Stretchingprogramm in der Halbzeitpause absolvierten (Bixler und Jones, 1992). Somit stellt sich die Frage, ob ein zusätzliches Aufwärm- und Stretchingprogramm zwischen den Sätzen

auch im Tennis das Risiko von muskuloligamentären Verletzungen reduzieren würde.

Das Verletzungsrisiko von Sportarten wird anhand der Verletzungsinzidenz (Verletzungen pro 1000h) gemessen. Damit können Sportarten und Studien besser miteinander verglichen werden.

Die Problematik, gegenwärtige Tennisstudien miteinander zu vergleichen, besteht laut Pluim et al. vor allem darin, dass neben den unterschiedlichen Probandenkollektiven und Bedingungen insbesondere uneinheitliche Definitionen und Methoden in den jeweiligen Studien verwendet werden. Damit wird auch die hohe Diskrepanz der Verletzungsinzidenz von 0,04 bis 3 Verletzungen pro 1000 Spielstunden, je nach Studie, erklärt. (Pluim *et al.*, 2009)

Im Badminton liegt die Verletzungsinzidenz zwischen 0,9 und 5,1 Verletzungen pro 1000 Stunden (Miyake *et al.*, 2016). Bei Zweikampfsportarten wie Fußball ist das Verletzungsrisiko wesentlich höher. Eine neue Studie über den America-Cup 2015 berechnete ein Verletzungsrisiko von 17,25 Verletzungen pro 1000 Stunden (Pangrazio und Forriol, 2016). Berechnet wurde die Verletzungsinzidenz dieser Studie mit den Daten aus der prospektiven Studie. Die Berechnung ergab eine Verletzungsinzidenz von 0,15 Verletzungen pro 1000 Stunden. Damit zeigt auch die vorliegende Studie ein geringeres Verletzungsrisiko beim Tennis im Vergleich zum Badminton, einer anderen Rückschlagsportart.

Ein weiterer Indikator zur Einschätzung des Verletzungsrisikos einer Sportart ist die Schweregradeinteilung der Verletzungen nach Verletzungstagen. Die akuten Verletzungen der retrospektiven Studie wurden danach kategorisiert. An den tennistypischen Körperbereichen gehören über 50% der Verletzungen zu den moderaten Verletzungen (2 bis 4 Wochen). Insbesondere am Sprunggelenk kam es in 70,3% der Fälle zu moderaten Verletzungen. Eine Ausnahmestellung nimmt das Kniegelenk ein. Dort entstanden die meisten ernstesten Verletzungen und Langzeitverletzungen (ernste Verletzungen: 20%; Langezeitverletzungen: 20%), die durch Meniskus- oder Kreuzbandverletzungen ausgelöst wurden.

Bei der Untersuchung der verletzten Strukturen ist ein ähnlicher Trend zu erkennen. Die häufigste verletzte Struktur ist der Bandapparat. Die meisten Bandverletzungen zählen zu den moderaten Verletzungen. Bei den Sehnenverletzungen traten vermehrt ernste Verletzungen (28,7%) auf, die zu langwierigeren Behandlungen führten.

Zusammenfassend lässt sich festhalten, dass der Tennissport zu den verletzungsarmen Sportarten gehört. Ein Großteil der Verletzungen bedingen nur eine kurze Verletzungspause.

4.1.2 Chronisches Beschwerdeprofil ambitionierter Freizeit- und Leistungsspieler

Die Literatur belegt ein mehrheitliches Auftreten von chronischen Beschwerden an der oberen Extremität (Hjelm *et al.*, 2012; Jayanthi *et al.*, 2005; Kuhne *et al.*, 2004; Von Krämer und Schmitz-Beuting, 1979; Winge *et al.*, 1989).

Diese Auffassung konnte mit der retrospektiven Datenanalyse untermauert werden. Knapp zwei Drittel der chronischen Beschwerden sind an der oberen Extremität lokalisiert (63,2%). Die repetitiven Schlagbewegungen, insbesondere Überkopfbewegungen bzw. Schläge über der Horizontalebene sowie Vibrationen, die durch den Ballkontakt ausgelöst werden, können zu Mikrotraumata und Entzündungen von Muskelsehnen führen und dadurch Schmerzen am Arm verursachen. Die vorherrschende Diagnose, die von den Spielern mit Überlastungsschäden angegeben wurde, sind Tendinopathien (56,8%). Die am häufigsten geschädigte Körperregion war die Schulter (26,0%), gefolgt von Ellenbogen- (21,1%) und Handgelenk (16,1%). Ähnliche Ergebnisse zeigten die Studien von Winge *et al.*, Kühne *et al.* und Krause *et al.* (Krause und Pöttinger, 1988; Kuhne *et al.*, 2004; Winge *et al.*, 1989).

Die Ursache für die hohe Anfälligkeit für Überlastungsbeschwerden der Schulter ist in der deutlichen Belastung bei Überkopfbewegungen zu suchen. Dabei kommt es zur Einklemmung der Rotatorenmanschette unter das Akromion (Chinn *et al.*, 1974) und letztendlich zu Entzündungen, Verschleiß und Beschwerden. Zusätzlich wird beim Aufschlag laut Kibler *et al.* 21% der Kraft aus der Schulter und 15% aus dem Ellenbogen generiert. Der Hauptanteil der

Kraft beim Aufschlag (54%) wird aus den Beinen und dem Rumpf erzeugt (Kibler und Safran, 2000b). Diese Angaben variieren mit hoher Wahrscheinlichkeit in Abhängigkeit von der Aufschlagtechnik. Daraus folgt, dass Spieler mit einer technisch fehlerhaften Aufschlagtechnik mehr Kraft aus dem Arm entwickeln als Spieler mit einer besseren Technik und dadurch eher Probleme an der Schulter auftreten. Diese Meinung vertreten auch Jayanthi et al. (Jayanthi *et al.*, 2005). Gründe für die Entstehung von Überlastungsschäden sehen sie in einer fehlerhaften Technik, die zu einer Unterbrechung der Kraftentfaltung von den Beinen und Rumpf bis in die obere Extremität führt. Dadurch muss mehr Kraft durch die Muskulatur der oberen Extremität generiert werden, um sehr hohe Ballgeschwindigkeiten zu erreichen. In der Entwicklung von Überlastungsschäden am Ellenbogen spielen die Spielfrequenz, das Material und das Alter, insbesondere die Degeneration des Muskelsehnenapparates, eine entscheidende Rolle (Gruchow und Pelletier, 1979). Dies belegt auch die Studie von Jayanthi et al. In dieser Studie entwickelten 20% der untersuchten Freizeit- und Mannschaftsspieler mit einem Altersdurchschnitt von 46,9 Jahren Ellenbogenbeschwerden (Jayanthi *et al.*, 2005).

Möglichkeiten chronischen Schulterbeschwerden präventiv entgegenzuwirken sehen Kibler et al. in bestimmten Stretchingübungen die ein größeres Bewegungsausmaß des Schultergelenks bewirken und somit das Risiko für Überlastungsschäden reduzieren. Als eine Ursache wird das eingeschränkte Bewegungsausmaß der Schulter angesehen. (Kibler und Chandler, 2003)

Zusätzlich ist die richtige Schlägerwahl bzw. das richtige Schlägergewicht von entscheidender Bedeutung. Die Studie von Creveaux et al. belegt, dass mehr Kraft bei Verwendung von leichteren Schlägern im Vergleich zu schwereren Schlägern benötigt wird, um die gleiche Ballgeschwindigkeit zu erreichen (Creveaux *et al.*, 2013).

Im Gegensatz zu der retrospektiven Auswertung traten bei der prospektiven Studie mehr chronische Beschwerden an der unteren Extremität auf (52,6%). Am häufigsten betroffen waren der Unterschenkel und das Kniegelenk. An diesen Regionen kam es zu Tendinopathien an der Achilles- und Patellarsehne.

An der oberen Extremität waren Schulter und Ellenbogen von Überlastungsschäden betroffen.

Eine ähnliche Verteilung der Beschwerden in Richtung der unteren Extremität (47,7%) stellen auch Sell et al. fest. Es zeigen sich bei den Profisportlern bevorzugt Beschwerden an den Sehnen von Knie- und Sprunggelenk. Für die tennistypischen Bewegungen auf dem Platz werden explosive Muskelkontraktionen benötigt, welche zu hohen Belastungen an der Patellarsehne führen. Durch repetitive Sprung- und Sprintbewegungen kommt es zu erhöhten Belastungen an der Achillessehne. Beides kann zu Beschwerden an den jeweiligen Sehnen führen. Die starke Beanspruchung der unteren Extremität und die Belastung der entsprechenden Strukturen wird in der Studie von Sell et al. vor allem mit dem Bodenbelag (Hartplatz), auf dem die US-Open ausgetragen werden, erklärt. (Sell *et al.*, 2012)

Laufbewegungen werden auf Hartplatz anders als auf Sandplatz abrupt beendet und verursachen dadurch höhere Kräfte auf den Muskelsehnenbandapparat. Rutschen auf Sand ist demgegenüber schonender. Die Ergebnisse der prospektiven Studie sind bei insgesamt nur 13 chronischen Beschwerdeereignisse im Beobachtungszeitraum wenig aussagekräftig. Das absolute Auftreten von Achillessehnen- und Patellarsehnenbeschwerden ist im Vergleich mit der Studie von Kühne et al. als durchschnittlich zu werten (Kühne *et al.*, 2004).

4.1.3 Die besondere Stellung des Rumpfes im Tennissport

Der Rumpf spielt beim Tennis eine zentrale Rolle als Stabilisator und bei der Kraftentwicklung. Alle Schläge vom Aufschlag bis zum Volley bedingen eine Rotationsbewegung des Oberkörpers und haben damit Einfluss auf die muskuloskelettalen Strukturen am Bauch und am Rücken. Besonders der Aufschlag führt zu einer hohen Belastung der Wirbelsäule und der Rückenmuskulatur. Kibler stellte fest, dass 51% der Bewegungsenergie und 54% von der gesamten Kraft beim Aufschlag aus den Beinen, der Hüfte und dem Rumpf generiert werden (Kibler, 1995).

Nicht nur bei leistungsorientierten Jugendlichen und bei den Profis nimmt der Rumpf eine besondere Stellung ein, sondern auch im Amateurbereich. Die retrospektiven Daten zeigen, dass sich in erster Linie am Rumpf (20,5%) Überlastungsschäden entwickeln. Zu einem ähnlichen Ergebnis kommt auch die Studie von Kühne et al., in der Freizeit- und Mannschaftsspieler untersucht wurden (Kühne et al., 2004). Studien aus dem Profisport belegen eine hohe Verletzungsanfälligkeit des Rückens auch schon im Jugendbereich (Hutchinson et al., 1995; Kim et al., 2015; Silva et al., 2003).

Neben chronischen Schulter- und Ellenbogenbeschwerden waren Rückenbeschwerden die dritthäufigste Überlastungsfolge. Dieses Ergebnis wird durch die Studie von Winge et al. mit dänischen Jungprofis mit einem vergleichbaren Altersdurchschnitt von 22,2 Jahren unterstützt (Winge et al., 1989). Zu den Risikofaktoren für die Entstehung von chronischen Rückenbeschwerden zählen in dieser Studie ein Alter unter 30 Jahren sowie ein niederklassiges Spielniveau (Kreisklasse, LK > 8). Ebenfalls findet diese Feststellung in der Studie von Chow et al. Bestätigung, die sich mit der Belastungsanforderung des Rumpfes bei Aufschlägen befasst. Hierbei wurden die Belastungen von fortgeschrittenen (NTRP 5,5) und weniger fortgeschrittenen (NTRP 4,5 und 5) Spielern untersucht. Die amerikanische Einteilung der Spielstärke (**N**ational **T**ennis **R**ating **P**rogram) reicht von 1 (Anfänger) bis 7 (Weltklassespieler). Das Ergebnis ergab, dass die weniger guten Spieler beim Aufschlag anfälliger für Rückenverletzungen waren. Die Ursache sehen Chow et al. (2009) in der vermehrten Extension im Bereich des unteren Rückens und eine erhöhte Muskelaktivität (M. rectus abdominis, M. obliquus internus und externus, M. erector spinae) während der Beschleunigungsphase im Vergleich zu den fortgeschrittenen Spielern. (Chow et al., 2009),

Daneben verteilen sich die akuten Rumpfverletzungen in der vorliegenden retrospektiven Studie im Bereich des vorderen Rumpfes ausschließlich auf Bauchmuskelerletzungen. Am Rücken beruhen sie auf einer muskulären und ossären Genese. Im Gegensatz zu den Überlastungsschäden konnte eine

erhöhte Verletzungsanfälligkeit für Bauchmuskelerletzungen bei Spielern unter 20 Jahren ($p=0,017$) mit einer LK- Platzierung besser als sieben und mit einem hohen Spielniveau (Bundes-/ Baden-/ , Bayernliga), festgestellt werden.

Schlussfolgernd ist das vermehrte Auftreten von Überlastungsschäden am Rücken bei Freizeitspielern zu einem gewissen Teil mit einer unvollkommenen Aufschlagtechnik erklärbar. Ein ungenauer Ballwurf beim Aufschlag kann zur vermehrten Extensionen im Rücken und damit zu einer erhöhten Belastung auf die Wirbelsäule führen. Das gehäufte Auftreten von akuten Bauchmuskelerletzungen bei hochklassigen Tennisspielern ist damit zu erklären, dass der Aufschlag bzw. die Aufschlaggeschwindigkeit mit steigender Spielklasse an Bedeutung zunimmt und dadurch die Bauchmuskulatur in der Beschleunigungsphase sehr stark beansprucht wird.

Als Verletzungsprophylaxe sollten ein individuelles Stretchingprogramm und ein adäquates Krafttraining absolviert werden. Schon im jugendlichen Leistungsbereich wurde eine geringe Beweglichkeit der unteren Wirbelsäule festgestellt und in Zusammenhang mit Rückenbeschwerden gebracht (Chandler *et al.*, 1990). In der Untersuchung von Granhed *et al.* führt intensives Gewichtheben zu einer Zunahme des Mineralgehalts in der Lendenwirbelsäule, wodurch zusätzliche Belastungen von der Wirbelsäule besser toleriert werden (Granhed *et al.*, 1987). Dies bestätigt den hohen Stellenwert eines zusätzlichen Krafttrainings als Verletzungsprophylaxe insbesondere bei Rückenbeschwerden.

Am Rumpf zeigte sich sowohl bei der Auswertung der akuten Verletzungen als auch der chronischen Beschwerden der größte Teil an nicht diagnostizierten Verletzungen. Das liegt zum einem daran, dass die meisten Tennisverletzungen keine schwerwiegenden Verletzungen sind und die wenigsten Spieler im Freizeit- und Vereinsbereich sofort einen Arzt aufsuchen. Des Weiteren ist die Diagnostik von Rückenverletzungen nicht immer einfach. Zur genauen Ursachenforschung ist neben der klinischen Untersuchung die MRT-Untersuchung von entscheidender Bedeutung, die allerdings nicht bei jeder Verletzung oder Beschwerde indiziert ist.

4.1.4 Geschlechterunterschied bei Verletzungen im ambitionierten Freizeit- und Leistungstennis

Der Ergebnisvergleich von Studien mit einem ähnlichen Kollektiv und vergleichbarer Spielstärke gestaltet sich schwer. Gründe dafür sind, dass das Interesse in der Literatur vorwiegend auf der Verletzungs- und Bewegungsanalyse junger Spieler liegt, um falsche Bewegungsmuster und Verletzungsrisiken frühzeitig zu erkennen. Weitere Aufmerksamkeit gilt dem Profisport. Allerdings geben die wenigsten Auswertungen Auskunft über das differenzierte Geschlechterprofil hinsichtlich akuter Verletzungen und Überlastungsschäden. Allen Studien gemein, ist die Verteilung der Gesamtverletzungen sowohl bei den Männern als auch den Frauen primär auf die untere Extremität, nachfolgend auf die obere Extremität und den Rumpf (McCurdie *et al.*, 2016; Okholm Kryger *et al.*, 2015; Sell *et al.*, 2012).

In dieser retrospektiven Studie zeigte sich ein deutlich häufigeres Auftreten von akuten Verletzungen an der unteren Extremität bei Frauen als bei Männern. Ebenso war in dieser Studie die Wahrscheinlichkeit für Oberschenkel- und Knieverletzungen bei den Frauen doppelt so hoch wie bei Männern. Am Oberschenkel waren Muskelverletzungen vorherrschend. In der Untersuchung von Okhol *et al.*, welche die Gründe und Ursachen für Turnierabsagen und Spielabbrüche im Profisport erforschten, wurde ebenfalls festgestellt, dass sich Frauen signifikant häufiger an der unteren Extremität verletzen als Männer und dass Muskelverletzungen am Oberschenkel bei Frauen der Hauptgrund für Spielabsagen waren (Okholm Kryger *et al.*, 2015).

Des Weiteren ist in der retrospektiven Studie auffällig, dass bei Frauen eine 10% höhere Verletzungsrate an Bandverletzungen vorliegt. Im Vergleich zu den männlichen Sportlern ist besonders das Risiko für eine Bandverletzung am Kniegelenk (Kreuz- und/oder Seitenbänder) 2,7 fach erhöht. Gründe für das prädisponierte Auftreten von Kreuzbandverletzungen bei Frauen werden in den anatomischen, biomechanischen und hormonellen Unterschieden im Vergleich zu Männern gesehen (Grabau *et al.*, 2011; Sallis *et al.*, 2001). Entgegen der These, dass im professionellen Tennis die Verletzungsinzidenz bei den Frauen höher ist als bei den Männern (McCurdie *et al.*, 2016; Okholm Kryger *et al.*,

2015), belegte die Studie im ambitionierten Freizeit- und Leistungsbereich ein signifikant höheres Verletzungsrisiko bei Männern. Bei den Männern ereigneten sich doppelt so viele Verletzungen an der oberen Extremität. Auch weisen sie ein dreifach höheres Risiko an Schulterverletzungen auf. Gerade im Herrentennis ist der Aufschlag von entscheidender Bedeutung. In den letzten Jahren nahm die Aufschlaggeschwindigkeit des ersten und zweiten Aufschlags bei sinkender Doppelfehlerquote stetig zu (Cross und Pollard, 2009). Damit steigt die Schulterbelastung und somit das Verletzungsrisiko. Auch im Vereinstennis spielt der Aufschlag bei den Herren eine wichtigere Rolle als bei den Frauen. Dies führt letztendlich zu einem erhöhten Verletzungsrisiko.

Das Überlastungsprofil von Männern und Frauen wurde bisher weder im professionellen noch im Amateurbereich untersucht. Übereinstimmungen zwischen beiden Geschlechtern wurden in der Verteilung der chronischen Beschwerden auf die Körperbereiche festgestellt. Hauptsächlich entwickelten sich die Schäden an der oberen Extremität. Des Weiteren dominierten Tendinopathien das Beschwerdeprofil, die sich bei Männern bevorzugt an Schulter und am Ellenbogen, bei den Frauen am Handgelenk und ebenfalls an der Schulter ausprägten. Wie bereits erwähnt, führen repetitive Schlag- und Überkopfbewegungen zur Entstehung der Tendinopathien in diesen Bereichen. Eine andere mögliche Erklärung für die Genese chronischer Beschwerden im Bereich der oberen Extremität könnte in dem verwendeten Schlägermaterial liegen, womit sich das folgende Kapitel beschäftigt.

4.1.5 Chronische Beschwerden in Abhängigkeit von Tennisschläger und Material

Das Alter, zum Großteil die individuelle Leistungsfähigkeit des Sportlers im Sinne von Kondition, Technik sowie anatomische Disposition, gesundheitliche Grundlagen und psychische Fähigkeiten, auch die Ballauswahl, Bodenbelag und Wetter sind Faktoren, die eine tragende Rolle in Bezug auf das Verletzungsrisiko spielen. Es stellt sich in der Studie die Frage, in wieweit die Eigenschaften eines Tennisschlägers Einfluss auf chronische Beschwerden am Schlagarm haben.

Wie in der Einleitung beschrieben, gibt es heutzutage eine große Auswahl an Tennisschlägern und zusätzliche Optimierungsmöglichkeiten, die die Eigenschaft des Tennisschlägers beeinflussen können. Letzte Untersuchungen widmen ihre Aufmerksamkeit in teils experimentellen Versuchen den Tennisschlägerspezifikationen und deren Auswirkung auf die Ballgeschwindigkeit und das Vibrationsverhalten (Cross, 2000; Cross, 2001; Cross und Bower, 2001; Cross *et al.*, 2000; Hatch *et al.*, 2006; Miller und Cross, 2003).

Untersuchungen, die einen direkten Zusammenhang zwischen Schlägereigenschaften wie Schlägergewicht, Tennissaite, Besaitungshärte, Vibrationsdämpfer und den Überlastungsschäden an der oberen Extremität herstellen, sind bis zum jetzigen Zeitpunkt noch nicht durchgeführt worden.

Ein vorherrschender Glaube in der Tennisszene ist, dass sich mit einem Vibrationsdämpfer die Schlägervibrationen reduzieren lassen. Diese Vorstellung konnte in verschiedenen experimentellen Untersuchungen nicht nachgewiesen werden. Mohr *et al.* beschreiben den Begriff Vibrationsdämpfer sogar als irreführend (Mohr *et al.*, 2008). Die Untersuchungen von Stroede *et al.*, Li *et al.* und Mohr *et al.* sagen aus, dass die hohen Frequenzen der Saitenvibrationen beim Treffpunkt durch den Vibrationsdämpfer reduziert bzw. verschoben werden (Li *et al.*, 2004; Mohr *et al.*, 2008; Stroede *et al.*, 1999). Infolgedessen kommt es zu einem veränderten Ton im Treffpunkt („Ping“). Allerdings werden die tiefen Vibrationen, welche vom Schlägerrahmen durch das Treffen des Balls ausgehen und sich auf das Handgelenk und auf den gesamten Vorderarm

ausbreiten, durch einen Vibrationsdämpfer nicht absorbiert (Mohr *et al.*, 2008; Stroede *et al.*, 1999). Li *et al.* und Mohr *et al.* sehen die Aufgabe des Dämpfers alleine in der Veränderung der Akustik und zur psychologischen Unterstützung (Li *et al.*, 2004; Mohr *et al.*, 2008).

In der vorliegenden Studie benutzten 81,2% der Teilnehmer einen Vibrationsdämpfer beim Tennis. Trotzdem traten bei den Spielern Überlastungsschäden auf. Es machte keinen Unterschied, ob die Spieler einen Dämpfer verwendeten oder nicht. In beiden Gruppen entwickelten sich ähnlich viele chronische Beschwerden am Schlagarm. Damit bestätigen die Ergebnisse die These, dass Vibrationsdämpfer einen akustischen Effekt, aber keinen „protektiven Einfluss auf Überlastungsschäden haben. Interessanterweise reduzieren weiche Griffbänder signifikant die Schlägervibrationen auf das Handgelenk (Hatze, 1992; Wilson und Davis, 1995). Dieser Fakt ist meiner Meinung nach im Freizeit- und Amateursport nicht sehr bekannt. In dieser Studie wurde der Einfluss von Griffbändern nicht beachtet. Demnach bleibt anzunehmen, dass der Großteil der Tennisspieler den Vibrationsdämpfer aus akustischen Gründen verwendet und das Griffband unbewusst als Vibrationsdämpfer dient.

Das weitere Interesse gilt den Auswirkungen von Schlägergewicht (leicht vs. schwer) von Besaitungen (weich vs. hart) und von den unterschiedlichen Besaitungsarten auf das Risiko für die Entstehung einer Tendinopathie an der oberen Extremität. Mit leichteren Schlägern, härteren und rigideren Saiten (z. B. Monofilamentsaiten) wird mehr Kraft benötigt (Creveaux *et al.*, 2013) um dieselbe Ballgeschwindigkeit zu erreichen als mit schwereren Schlägern sowie weicheren und elastischeren Saiten. Zudem werden bei leichteren Schlägern mit härteren und rigideren Saiten mehr Schlägervibrationen auf den Arm übertragen.

Dass aufgrund dieser Aussagen eine höhere Belastung der entsprechenden Gelenke gegeben ist und somit die Inzidenz an Tendinopathien zunimmt, wird durch die retrospektive Auswertung nicht bestätigt. Es zeigten sich keine Unterschiede in den einzelnen Gruppen mit Schlägergewichten über und unter

300 Gramm, Besaitungshärten von mehr und weniger als 25 kg und zwischen rigiden und elastischen Saiten. Zu erklären sind die Ergebnisse womöglich damit, dass für die Genese einer Tendinopathie die Unterschiede zwischen den einzelnen Gruppen zu marginal sind und zu keinen wesentlicheren Entzündungszuständen führen. Wahrscheinlich spielen andere Einflussfaktoren wie Technik, Spielniveau und Alter eine bedeutendere Rolle.

Einige Autoren vertreten die Meinung, dass gerade Überlastungsschäden am Handgelenk und am Ellenbogen durch eine schlechte Schlagtechnik und deswegen vorwiegend im Freizeitbereich auftreten (Blackwell und Cole, 1994; Hennig *et al.*, 1992; Kelley *et al.*, 1994; Rettig, 2004). Eine weitere Theorie besagt, dass zum einen die Schlägervibrationen bei der beidhändigen Rückhand zusätzlich von der nicht-dominanten Hand aufgenommen werden und zum anderen durch das beidhändige Schlagen eine stabilere Situation im Treffpunkt vorliegt als bei einer einhändigen Rückhand. Ein geringeres Auftreten von epikondylitischen Beschwerden am Ellenbogen bei beidhändiger Rückhandschlagtechnik konnte nicht durch eine verminderte Aktivität der Handgelenksex tensoren im Vergleich zur einhändigen Schlagtechnik erklärt werden (Giangarra *et al.*, 1993). Vielmehr wird häufiger eine fehlerhafte Schlagtechnik bei der einhändigen Rückhand als Ursache gesehen (Giangarra *et al.*, 1993).

Verletzungen an der Schulter sind aufgrund der Anatomie des Schultergelenks und den komplexen Schlagbewegungen deutlich komplizierter. Die repetitiven Bewegungen, insbesondere die Abduktions- und Außenrotationsbewegungen bei Überkopfbällen können Auslöser von SLAP-Läsionen (superior labral tear from anterior to posterior), GIRD-Syndromen (glenohumerales Innenrotationsdefizit), Skapuladysplasien und Verletzungen der Rotatorenmanschette sein (Kibler *et al.*, 2013; Myers *et al.*, 2006) und somit zu schmerzhaften Überlastungsschäden an der Schulter führen.

Einer kurzen Erwähnung bedarf es bzgl. der Ergebnisse der prospektiven Studie. Schwerere Tennisschläger verursachten mehr Beschwerden am Ellenbogen, wohingegen leichtere Schläger augenscheinlich zu mehr Überlastungsschäden an der Schulter führten. Weichere Besaitungen (< 25 kg)

erhöhten das Risiko, Tendinopathien an der Schulter zu entwickeln. Allerdings müssen dabei die niedrigen Fallzahlen berücksichtigt werden. Mit diesen Ergebnissen kann ein Teil der oben aufgestellten Hypothese bestätigt werden. Um gleiche Ballgeschwindigkeiten zu erreichen, muss mit einem leichteren Tennisschläger mehr Muskelkraft aufgewendet werden als mit einem schweren Schläger. Dies bestätigt auch die Untersuchung von Creveaux *et al.* beim Aufschlag (Creveaux *et al.*, 2013). Des Weiteren stellte sich heraus, dass beim Aufschlag bei Amateurspielern im Vergleich zu Profis eine erhöhte Krafteinwirkung auf das Schulter- und Ellenbogengelenk herrscht (Martin *et al.*, 2013). Grund hierfür ist wahrscheinlich eine fehlerhafte Aufschlagtechnik, die zu einer erhöhten Schulterbelastung führt. Ein schwerer Schläger hat dagegen den Nachteil, dass bei nicht optimaler Schlagtechnik und muskulären Defiziten die Belastung im Ellenbogen steigt. Nicht ganz klar ist, welche Ursache eine weichere Besaitungshärte für die Entstehung von Tendinopathien an der Schulter hat. Ein Grund hierfür könnten die geringen Fallzahlen sein.

4.2 Ausblick

Mit dieser Studie konnte das Verletzungs- und Beschwerdepfeil im ambitionierten Freizeit- und Leistungssport gut dokumentiert werden. Als nächstes gilt es, zu untersuchen, wie lange bestimmte Vibrationen auf den Arm einwirken müssen, um Tendinopathien auszulösen. Des Weiteren wäre von Interesse, die Tennisschläger nach ihren Schlägervibrationsbereichen einzuteilen, um sie als armschonend oder armbelastend zu bezeichnen. Damit könnte die Lücke zwischen den experimentellen Untersuchungen und den klinischen Beschwerden der Tennisspieler geschlossen werden.

5 Zusammenfassung

Die vorliegende Arbeit befasst sich mit Tennisverletzungen im ambitionierten Freizeit- und Leistungsbereich. Ziel dieser Arbeit war es, Verletzungen und Überlastungsschäden nach Häufigkeit, Lokalisation und Vorkommen bei Männern und Frauen zu untersuchen. Des Weiteren wurde der Zusammenhang zwischen chronischen Beschwerden an der oberen Extremität und Schlägereigenschaften wie Gewicht, Besaitungshärte und Saitenart analysiert. Hierzu wurden deutschlandweit 600 Tennisspieler befragt und 299 Tennisspieler über zweieinhalb Jahre lang beobachtet.

Es zeigte sich, dass im ambitionierten Freizeit- und Leistungsbereich die akuten Verletzungen zum Großteil (58,2%) an der unteren Extremität auftreten. Am verletzungsanfälligsten ist das Sprunggelenk, hier manifestieren sich 29,8% aller akuten Verletzungen. Die Mehrheit der verletzten Strukturen sind Bänder (36,4%) und Muskeln (31,6%).

Das chronische Beschwerdeprofil wird überwiegend durch Überlastungsschäden an der oberen Extremität, insbesondere an der Schulter (26,0%) und am Ellenbogengelenk (21,1%), charakterisiert. Ursache der Beschwerden sind v.a. Tendinopathien (56,8%). Als Stabilisator spielt der Rumpf eine zentrale Rolle im Tennis. Demnach manifestieren sich 20,5% der Überlastungsschäden als Rückenbeschwerden. Zu den Risikofaktoren zählen ein Alter unter 30 Jahren sowie ein niederklassiges Spielniveau.

Im Geschlechtervergleich sind Männer signifikant ($p < 0,05$) häufiger verletzt als Frauen und haben ein dreifach höheres Risiko für Schulterverletzungen. Frauen hingegen haben ein doppelt so hohes Risiko für Oberschenkelverletzungen und ein 2,7-fach höheres Risiko für Bandverletzungen am Knie.

Mit einem Verletzungsrisiko von 0,15 Verletzungen/ 1000h und überwiegend leichten bis moderaten Verletzungen zählt Tennis zu den risikoarmen Sportarten. Im Vergleich zeigte sich ein sehr ähnliches Verletzungs- bzw. Beschwerdeprofil bei ambitionierten Freizeit- und Leistungsspielern einerseits und professionellen Tennisspielern andererseits.

Mit der retrospektiven Arbeit konnte kein signifikanter Zusammenhang ($p > 0,05$) zwischen verschiedenen Schlägereigenschaften (Gewicht, Besaitungshärte, Saitenart) und der Ausprägung von chronischen Beschwerden an der oberen Extremität festgestellt werden. Die prospektiven Ergebnisse zeigen bei geringen Fallzahlen augenscheinlich mehr Beschwerden am Ellenbogen bei schwereren Tennisschlägern. Leichtere Schläger ($< 300\text{g}$) und weichere Besaitungen ($< 25\text{kg}$) erhöhen das Risiko, Tendinopathien an der Schulter zu entwickeln. Weiterführend gilt es, einen Zusammenhang zwischen Dauer und Anzahl von schädlichen Schlägervibrationen und der Entstehung von Überlastungsschäden an der oberen Extremität zu finden.

6 Literaturverzeichnis

ATPWorldTour (2015). ATP-Worldtour- History.

URL: <http://www.atpworldtour.com/en/corporate/history> [21.11.2015].

Baxter- Jones, A., Maffulli, N. und Helms, P. (1993). Low injury rates in elite athletes. *Arch Dis Child* 68, 130-132.

Biener, K. und Caluori, P. (1977). Sports accidents of tennis players *Med Klin* 72, 754-757.

Bixler, B. und Jones, R. L. (1992). High-school football injuries: effects of a post-halftime warm-up and stretching routine. *Fam Pract Res J* 12, 131-139.

Blackwell, J. R. und Cole, K. J. (1994). Wrist kinematics differ in expert and novice tennis players performing the backhand stroke: implications for tennis elbow. *J Biomech* 27, 509-516.

Brody, H. (2002). The Tennis Racquet. *Handbook of Sports Medicine and Science: Tennis* pp. 29-38.

Chandler, T. J., Kibler, W. B., Uhl, T. L., Wooten, B., Kiser, A. und Stone, E. (1990). Flexibility comparisons of junior elite tennis players to other athletes. *The American journal of sports medicine* 18, 134-136.

Chard, M. D. und Lachmann, S. M. (1987). Racquet sports--patterns of injury presenting to a sports injury clinic. *Br J Sports Med* 21, 150-153.

Chinn, C. J., Priest, J. D. und Kent, B. E. (1974). Upper extremity range of motion, grip strength, and girth in highly skilled tennis players. *Phys Ther* 54, 474-483.

Chow, J. W., Park, S. A. und Tillman, M. D. (2009). Lower trunk kinematics and muscle activity during different types of tennis serves. *Sports medicine, arthroscopy, rehabilitation, therapy & technology : SMARTT* 1, 24, doi: 10.1186/1758-2555-1-24.

Creveaux, T., Dumas, R., Hautier, C., Mace, P., Cheze, L. und Rogowski, I. (2013). Joint Kinetics to Assess the Influence of the Racket on a Tennis Player's Shoulder. *Journal of sports science & medicine* 12, 259-266.

Cross, R. (2000). Flexible beam analysis of the effects of string tension and frame stiffness on racket performance. *Sports Engineering Volume 3*, pages 111–122.

Cross, R. (2001). Why bows get stiffer and racquets get softer when the strings are added. *American Journal of Physics* 69, 907-910.

- Cross, R. und Bower, R. (2001). Measurements of string tension in a tennis racket. *Sports Engineering* 4, 165- 175.
- Cross, R., Crawford, L. und Andruczyk, D. (2000). Laboratory testing of tennis strings. *Sports Engineering Volume* 3, pages 219–230.
- Cross, R. und Pollard, G. (2009). Grand Slam men's singles tennis 1991—2009 Serve speeds and other related data. *ITF Coaching and Sport Science Review* 16, 8-10.
- DTB (2015). Deutscher Tennis Bund- Historie.
URL: <http://www.dtb-tennis.de/Verband/Wir-ueber-uns/Historie> [22.11.2015].
- Gaw, C. E., Chounthirath, T. und Smith, G. A. (2014). Tennis-related injuries treated in United States emergency departments, 1990 to 2011. *Clinical journal of sport medicine : official journal of the Canadian Academy of Sport Medicine* 24, 226-232, doi: 10.1097/JSM.000000000000029.
- Giangarra, C. E., Conroy, B., Jobe, F. W., Pink, M. und Perry, J. (1993). Electromyographic and cinematographic analysis of elbow function in tennis players using single- and double-handed backhand strokes. *The American journal of sports medicine* 21, 394-399.
- Gillmeister, H. (1990). Kulturgeschichte des Tennis. 259-297.
- Grabau, D. E., Vitzthum, K., Mache, S., Groneberg, D. A. und Quarcoo, D. (2011). Cruciate ligament injuries under gender aspects. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 25, 235-240, doi: 10.1055/s-0031-1281708.
- Granhed, H., Jonson, R. und Hansson, T. (1987). The loads on the lumbar spine during extreme weight lifting. *Spine* 12, 146-149.
- Gruchow, H. W. und Pelletier, D. (1979). An epidemiologic study of tennis elbow. Incidence, recurrence, and effectiveness of prevention strategies. *The American journal of sports medicine* 7, 234-238.
- Hatch, G. F., 3rd, Pink, M. M., Mohr, K. J., Sethi, P. M. und Jobe, F. W. (2006). The effect of tennis racket grip size on forearm muscle firing patterns. *The American journal of sports medicine* 34, 1977-1983, doi: 10.1177/0363546506290185.
- Hatze, H. (1992). The effectiveness of grip bands in reducing racquet vibration transfer and slipping. *Med Sci Sports Exerc* 24, 226-230.
- Hennig, E. M. (2007). Influence of racket properties on injuries and performance in tennis. *Exerc Sport Sci Rev* 35, 62-66, doi: 10.1249/JES.0b013e31803ec43e.

Hennig, E. M., Rosenbaum, D. und Milani, T. L. (1992). Transfer of tennis racket vibrations onto the human forearm. *Med Sci Sports Exerc* 24, 1134-1140.

Hertel, J. (2002). Functional Anatomy, Pathomechanics, and Pathophysiology of Lateral Ankle Instability. *Journal of athletic training* 37, 364-375.

Hjelm, N., Werner, S. und Renstrom, P. (2012). Injury risk factors in junior tennis players: a prospective 2-year study. *Scand J Med Sci Sports* 22, 40-48, doi: 10.1111/j.1600-0838.2010.01129.x.

Hutchinson, M. R., Laprade, R. F., Burnett, Q. M., 2nd, Moss, R. und Terpstra, J. (1995). Injury surveillance at the USTA Boys' Tennis Championships: a 6-yr study. *Med Sci Sports Exerc* 27, 826-830.

ITF (2015). The International Tennis Federation- History. URL: <http://www.itftennis.com/about/organisation/history.aspx> [17.11.2015].

Jayanthi, N., Sallay, P., Hunker, P. und Przybylski, M. (2005). Skill-level related injuries in recreational competition tennis players. *Med Sci Tennis* 10, 12–15.

Kelley, J. D., Lombardo, S. J., Pink, M., Perry, J. und Giangarra, C. E. (1994). Electromyographic and cinematographic analysis of elbow function in tennis players with lateral epicondylitis. *The American journal of sports medicine* 22, 359-363.

Kibler, W. B. (1995). Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities. *Clin Sports Med* 14, 79-85.

Kibler, W. B. und Chandler, T. J. (2003). Range of motion in junior tennis players participating in an injury risk modification program. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia* 6, 51-62.

Kibler, W. B., Kuhn, J. E., Wilk, K., Sciascia, A., Moore, S., Laudner, K., Ellenbecker, T., Thigpen, C. und Uhl, T. (2013). The disabled throwing shoulder: spectrum of pathology-10-year update. *Arthroscopy : the journal of arthroscopic & related surgery : official publication of the Arthroscopy Association of North America and the International Arthroscopy Association* 29, 141-161 e126, doi: 10.1016/j.arthro.2012.10.009.

Kibler, W. B. und Safran, M. R. (2000a). Musculoskeletal injuries in the young tennis player. *Clin Sports Med* 19, 781-792.

Kibler, W. B. und Safran, M. R. (2000b). Pediatric and adolescent sports injuries. *Clin Sports Med.* 19, 781-792.

Kim, J. Y., Moon, S. J., Yoo, J. H., Kim, J. H., Sohn, D. W., Jung, J. H. und Kim, W. S. (2015). Survey for Musculoskeletal Pain of Korean Junior Tennis Players. *Korean J Sports Med* 33, 83-87.

Krabbe, B., Farkas, R. und Baumann, W. (1992). Stress on the upper ankle joint in tennis-specific forms of movement. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 6, 50-57, doi: 10.1055/s-2007-993527.

Krause, R. und Pöttinger, P. (1988). Tennisverletzungen von Leistungsspielern. *Prakt Sport-Traumatolo. Sportmed*, 47-49.

Kuebler, S. (1995). Buch der Tennisrackets von den Anfängen im 16. Jahrhundert bis etwa 1990. 9-34.

Kuhne, C. A., Zettl, R. P. und Nast-Kolb, D. (2004). Injuries- and frequency of complaints in competitive tennis- and leisure sports. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 18, 85-89, doi: 10.1055/s-2004-813049.

Li, F. X., Fewtrell, D. und Jenkins, M. (2004). String vibration dampers do not reduce racket frame vibration transfer to the forearm. *J Sports Sci* 22, 1041-1052, doi: 10.1080/02640410410001729982.

Maquirriain, J. (2005). Analysis of Tennis-Related Scientific Literature. *Medicine and Science in Tennis* 10, 10-11.

Maquirriain, J. und Baglione, R. (2015). Epidemiology of tennis injuries: An eight-year review of Davis Cup retirements. *European journal of sport science*, 1-5, doi: 10.1080/17461391.2015.1009493.

Martin, C., Bideau, B., Ropars, M., Delamarche, P. und Kulpa, R. (2013). Upper limb joint kinetic analysis during tennis serve: Assessment of competitive level on efficiency and injury risks. *Scand J Med Sci Sports*, doi: 10.1111/sms.12043.

McCurdie, I., Smith, S., Bell, P. H. und Batt, M. E. (2016). Tennis injury data from The Championships, Wimbledon, from 2003 to 2012. *Br J Sports Med*, doi: 10.1136/bjsports-2015-095552.

Miller, S. (2006). Modern tennis rackets, balls, and surfaces. *Br J Sports Med* 40, 401-405, doi: 10.1136/bjism.2005.023283.

Miller, S. und Cross, R. (2003). Equipment and advanced performance. *Biomechanics of Advanced Tennis*, Edition: 1, Publisher: International Tennis Federation, Editors: B. Elliott, M. Reid, M. Crespo, , pp.179-200.

Miyake, E., Yatsunami, M., Kurabayashi, J., Teruya, K., Sekine, Y., Endo, T., Nishida, R., Takano, N., Sato, S. und Jae Kyung, H. (2016). A Prospective

- Epidemiological Study of Injuries in Japanese National Tournament-Level Badminton Players From Junior High School to University. *Asian journal of sports medicine* 7, e29637, doi: 10.5812/asjms.29637.
- Mohr, S., Cottey, R., Lau, D., Gillet, C., Kotze, J., Jolly, M. und Schwenger, R. (2008). Dynamics of a String-Bed Damper on Tennis Rackets. *The Engineering of Sport* 7 Vol.2 179-189.
- Myers, J. B., Laudner, K. G., Pasquale, M. R., Bradley, J. P. und Lephart, S. M. (2006). Glenohumeral range of motion deficits and posterior shoulder tightness in throwers with pathologic internal impingement. *The American journal of sports medicine* 34, 385-391, doi: 10.1177/0363546505281804.
- Okholm Kryger, K., Dor, F., Guillaume, M., Haida, A., Noirez, P., Montalvan, B. und Toussaint, J. F. (2015). Medical reasons behind player departures from male and female professional tennis competitions. *The American journal of sports medicine* 43, 34-40, doi: 10.1177/0363546514552996.
- Pangrazio, O. und Forriol, F. (2016). Epidemiology of soccer players traumatic injuries during the 2015 America Cup. *Muscles, ligaments and tendons journal* 6, 124-130, doi: 10.11138/mltj/2016.6.1.124.
- Pluim, B. M., Fuller, C. W., Batt, M. E., Chase, L., Hainline, B., Miller, S., Montalvan, B., Renstrom, P., Stroia, K. A., Weber, K. und Wood, T. O. (2009). Consensus statement on epidemiological studies of medical conditions in tennis, April 2009. *Br J Sports Med* 43, 893-897, doi: 10.1136/bjmsm.2009.064915.
- Pluim, B. M., Staal, J. B., Windler, G. E. und Jayanthi, N. (2006). Tennis injuries: occurrence, aetiology, and prevention. *Br J Sports Med* 40, 415-423, doi: 10.1136/bjmsm.2005.023184.
- Reece, L., Fricker, P. und Maguire, K. (1986). Injuries to elite young tennis players at the Australian Institute of Sports. *Sci Med Sport*, 11–15.
- Rettig, A. C. (2004). Athletic injuries of the wrist and hand: part II: overuse injuries of the wrist and traumatic injuries to the hand. *The American journal of sports medicine* 32, 262-273.
- Sallis, R. E., Jones, K., Sunshine, S., Smith, G. und Simon, L. (2001). Comparing sports injuries in men and women. *Int J Sports Med* 22, 420-423, doi: 10.1055/s-2001-16246.
- Sell, K., Hainline, B., Yorio, M. und Kovacs, M. (2012). Injury trend analysis from the US Open Tennis Championships between 1994 and 2009. *Br J Sports Med*, doi: 10.1136/bjsports-2012-091175.

Silva, R. T., Takahashi, R., Berra, B., Cohen, M. und Matsumoto, M. H. (2003). Medical assistance at the Brazilian juniors tennis circuit--a one-year prospective study. *Journal of science and medicine in sport / Sports Medicine Australia* 6, 14-18.

Stemmler, T. (1988). Vom Jeu de paume zum Tennis. 9-80.

Stroede, C. L., Noble, L. und Walker, H. S. (1999). The effect of tennis racket string vibration dampers on racket handle vibrations and discomfort following impacts. *J Sports Sci* 17, 379-385, doi: 10.1080/026404199365894.

Stussi, E. und Stacoff, A. (1993). [Biomechanical and orthopedic problems of tennis and indoor sports shoe]. *Sportverletzung Sportschaden : Organ der Gesellschaft für Orthopädisch-Traumatologische Sportmedizin* 7, 187-190, doi: 10.1055/s-2007-993505.

Von Krämer, J. und Schmitz-Beuting, J. (1979). Überlastungsschäden am Bewegungsapparat bei Tennisspielern. *Deutsche Zeitung für Sportmedizin* 2, 44-46.

Von Salis-Soglio, G. (1979). Sportverletzungen und Sportschäden beim Tennis. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 29, 244-248.

Wilson, J. F. und Davis, J. S. (1995). Tennis racket shock mitigation experiments. *J Biomech Eng* 117, 479-484.

Winge, S., Jorgensen, U. und Lassen Nielsen, A. (1989). Epidemiology of injuries in Danish championship tennis. *Int J Sports Med* 10, 368-371, doi: 10.1055/s-2007-1024930.

WTATour (2015). WTA-Tour- History.

URL: <http://www.wtatennis.com/scontent/article/2951989/title/about-the-wta> [21.11.2015].

7 Appendix

7.1 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Verteilung der Teilnehmer nach Tennisligen	20
Abbildung 2 Verteilung der akuten Verletzungen auf die Körperbereiche	21
Abbildung 3 Verteilung der akuten Verletzungen auf die Körperregionen	22
Abbildung 4 Allgemeine Verletzungshäufigkeit akut verletzter Strukturen.....	22
Abbildung 5 Häufigkeit von akuten Verletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	24
Abbildung 6 Verletzungshäufigkeit bei akuten Verletzungen von Männern nach Körperbereichen.....	25
Abbildung 7 Häufigkeit von akuten Verletzungen bei Männern in Bezug auf die Körperregionen.....	26
Abbildung 8 Verletzungshäufigkeit der akut verletzten Strukturen bei Männern	26
Abbildung 9 Häufigkeit von akuten Verletzungen von Männern in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	28
Abbildung 10 Verletzungshäufigkeit bei akuten Verletzungen von Frauen nach Körperregionen.....	28
Abbildung 11 Häufigkeit der akuten Verletzungen bei Frauen in Bezug auf Körperregionen.....	29
Abbildung 12 Häufigkeit der akuten Verletzungen bei Frauen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	30
Abbildung 13 Verletzungshäufigkeit der akut verletzten Strukturen bei Frauen	31
Abbildung 14 Verteilung der chronischen Beschwerden auf die Körperbereiche	36
Abbildung 15 Häufigkeit der chronischen Beschwerden in Bezug auf die Körperregionen.....	37
Abbildung 16 Häufigkeit der chronischen Beschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	38
Abbildung 17 Häufigkeit der chronisch überlasteten Strukturen.....	38
Abbildung 18 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Männern nach Körperbereichen.....	39
Abbildung 19 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Männern in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	40
Abbildung 20 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Männern in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	
Abbildung 21 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Frauen nach Körperbereichen.....	41
Abbildung 22 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Frauen in Bezug auf die Körperregionen.....	42

Abbildung 23 Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Frauen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	43
Abbildung 24 Rumpfbeschwerden in Abhängigkeit vom Alter	44
Abbildung 25 Rumpfbeschwerden in Abhängigkeit von der Leistungsklasse ...	45
Abbildung 26 Rumpfbeschwerden in Abhängigkeit von der Tennisliga	45
Abbildung 27 Bauchmuskelerletzungen in Abhängigkeit der Tennisliga	32
Abbildung 28 Bauchmuskelerletzungen in Abhängigkeit von der LK.....	32
Abbildung 29 Bauchmuskelerletzungen in Abhängigkeit vom Alter	33
Abbildung 30 Verteilung der Schweregrade akuter Verletzungen auf verletzte Strukturen	34
Abbildung 31 Verteilung der Schweregrade akuter Verletzungen auf tennisspezifische Körperregionen	35
Abbildung 32 Häufigkeit der verwendeten Tennissaiten.....	49
Abbildung 33 Gesamtverletzungshäufigkeit aller prospektiven Verletzungen in Bezug auf die Körperbereiche	50
Abbildung 34 Gesamtverletzungshäufigkeit prospektiver Verletzungen in Bezug auf die Körperregionen.....	51
Abbildung 35 Häufigkeit der akuten prospektiven Verletzungen in Bezug auf die Körperregionen.....	52
Abbildung 36 Häufigkeit der akuten prospektiven Verletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	53
Abbildung 37 Häufigkeit der chronischen prospektiven Beschwerden in Bezug auf die Körperregionen.....	54
Abbildung 38 Häufigkeit der chronischen prospektiven Beschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	55
Abbildung 39 Häufigkeit der akuten prospektiven Männerverletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	56
Abbildung 40 Häufigkeit der chronisch prospektiven Männerbeschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	57
Abbildung 41 Häufigkeit der akuten prospektiven Frauenverletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	58
Abbildung 42 Häufigkeit der chronisch prospektiven Frauenbeschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen	59

7.2 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Main Grouping and Sub-categories for Classifying the Location of Medical Conditions	15
Tabelle 2 Main Groupings and Sub-categories for Classifying the Types of Injuries.....	16
Tabelle 3 Schweregradeinteilung einer Verletzung	17
Tabelle 4 Alter, Körpermaße und Leistungsklassen der Teilnehmer	19
Tabelle 5 Häufigkeit der Tendinopathie in Abhängigkeit vom Schlägergewicht	46
Tabelle 6 Häufigkeit der Tendinopathie in Abhängigkeit zur Besaitungshärte..	46
Tabelle 7 Häufigkeit der Tendinopathie in Abhängigkeit von der Verwendung eines Vibrationsdämpfers	46
Tabelle 8 Häufigkeit der Tendinopathie in Abhängigkeit zur Tennissaite	46
Tabelle 9 Alter, Körpergröße und Körpergewicht der prospektiven Teilnehmer (n= 299).....	48
Tabelle 10 Häufigkeit der Tendinopathie an der oberen Extremität in Bezug auf das Schlägergewicht	59
Tabelle 11 Häufigkeit der Tendinopathie an der oberen Extremität in Bezug auf die Besaitungshärte.....	60
Tabelle 12 Häufigkeit der Tendinopathie an der oberen Extremität in Bezug auf die Tennissaite	60

7.3 Tabellen

Tab. Häufigkeit akuter Verletzungen auf die Körperregionen, Kap. 3.1.3

Kopf	Schulter	Ellenbogen	Handgelenk	Hand	Rücken	Bauch	Hüfte	Oberschenkel	Knie	Unterschenkel	Sprunggelenk	Fuß	Unbekannte Lokalisation
1,2%	12,5%	3,9%	7,5%	2,5%	8,2%	5,1%	1,9%	13,1%	5,5%	4,8%	29,8%	0,9%	3,1%

Tab. Häufigkeit akute Verletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap. 3.1.3

Körperregionen	Band- verl.	Muskel- verl.	Sehnen - Verl.	Meniskus-/ Knorpelverl.	Fraktur	Hämatom / Prellung	Dislokation/ Instabilität	Platzwunde	Augenverl.	Gehirn- erschütterung	Ermüdungs- -bruch	Keine Diagnose
Sprunggelenk	29,0%	-	-	-	0,3%	-	-	-	-	-	-	0,5%
Oberschenkel	-	12,8%	-	-	-	0,2%	-	-	-	-	-	0,1%
Schulter	-	4,4%	4,5%	-	-	-	0,3%	-	-	-	-	3,3%
Rücken	-	1,7%	-	0,8%	-	-	0,6%	-	-	-	-	5,1%
Handgelenk	3,6%	-	0,6%	1,1%	1,6%	-	-	-	-	-	-	0,6%
Knie	3,0%	-	-	2,2%	-	0,2%	-	-	-	-	-	0,1%
Bauch	-	5,1%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unterschenkel	-	3,9%	0,7%	-	-	-	-	0,2%	-	-	-	-
Ellenbogen	-	0,2%	3,0%	-	0,2%	-	-	-	-	-	-	0,5%
Hand	0,8%	-	-	-	0,9%	-	-	0,8%	-	-	-	-
Hüfte	-	1,1%	0,6%	0,2%	-	-	-	-	-	-	-	-
Kopf	-	-	-	-	-	-	-	0,6%	0,4%	0,2%	-	-
Fuß	-	-	0,2%	-	0,4%	-	-	-	-	-	0,3%	-
Unbekannte Lokalisation	-	2,4%	-	-	-	0,5%	-	-	-	-	-	0,2%

Tab. Häufigkeit akuter Verletzungen der Männer auf die Körperregionen, Kap. 3.1.4

Kopf	Schulter	Ellenbogen	Handgelenk	Hand/Finger/ Daumen	Rücken	Bauch	Hüfte	Oberschenkel	Knie	Unterschenkel/ Achillessehne	Sprunggelenk	Fuß	Unbekannte Lokalisation
1,3%	16,8%	4,0%	7,5%	3,0%	9,5%	5,0%	2,8%	9,3%	3,8%	4,8%	27,9%	1,0%	3,3%

Tab. Häufigkeit akuter Verletzungen der Männer in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap. 3.1.4

Körperregionen	Band- verl.	Muskel- verl.	Sehnen- verl.	Meniskus- verl.	Fraktur	Hämatom	Dislokation	Platzwunde	Augenverl	Gehirnerschütterung	Ermüdungsbruch	Keine Diagnose
Sprunggelenk	26,6%	-	-	-	0,5%	-	-	-	-	-	-	0,8%
Schulter	-	5,5%	6,0%	-	-	-	0,5%	-	-	-	-	4,8%
Rücken	-	1,5%	-	1,3%	-	-	1,0%	-	-	-	-	5,7%
Oberschenkel	-	9,0%	-	-	-	0,2%	-	-	-	-	-	0,1%
Handgelenk	3,5%	-	1,0%	1,3%	1,5%	-	-	-	-	-	-	0,2%
Bauch	-	5,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Unterschenkel	-	3,8%	1,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Ellenbogen	-	0,3%	2,8%	-	0,3%	-	-	-	-	-	-	0,6%
Knie	1,8%	-	-	2,0%	-	-	-	-	-	-	-	-
Hand	0,8%	-	-	-	1,5%	-	-	0,7%	-	-	-	-
Hüfte	-	1,5%	1,0%	0,3%	-	-	-	-	-	-	-	-
Kopf	-	-	-	-	-	-	-	0,8%	0,3%	0,3%	-	-
Fuß	-	-	-	-	0,5%	-	-	-	-	-	0,5%	-
Unbekannte Lokalisation	-	3,0%	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0,3%

Tab. Häufigkeit akuter Verletzungen der Frauen auf die Körperregionen, Kap. 3.1.4

Kopf	Schulter	Ellenbogen	Handgelenk	Hand	Rücken	Bauch	Hüfte	Oberschenkel	Knie	Unterschenkel	Sprunggelenk	Fuß	Unbekannte Lokalisation
1,2%	5,4%	3,7%	7,4%	1,6%	5,8%	5,4%	0,4%	19,4%	8,3%	4,9%	33,0%	0,9%	2,9%

Tab. Häufigkeit akuter Verletzungen der Frauen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap. 3.1.4

Körperregionen	Band- verl.	Muskel- verl.	Sehnen- verl.	Meniskus-/ Knorpelverl.	Fraktur	Hämatom/Prellung	Platzwunde	Augenverl.	Keine Diagnose
Sprunggelenk	33,0%	-	-	-	-	-	-	-	-
Oberschenkel	-	19,0%	-	-	-	0,4%	-	-	-
Knie	4,9%	-	-	2,6%	-	0,4%	-	-	0,4%
Handgelenk	3,7%	-	-	0,9%	1,6%	-	-	-	1,2%
Rücken	-	1,7%	-	-	-	-	-	-	4,1%
Schulter	-	2,5%	2,1%	-	-	-	-	-	0,7%
Bauch	-	5,3%	-	-	-	-	-	-	-
Unterschenkel	-	4,1%	0,4%	-	-	0,4%	-	-	-
Ellenbogen	-	-	3,3%	-	-	-	-	-	0,4%
Hand	0,8%	-	-	-	-	-	0,8%	-	-
Kopf	-	-	-	-	-	-	0,4%	0,8%	-
Fuß	-	-	0,4%	-	0,4%	-	-	-	-
Hüfte	-	0,4%	-	-	-	-	-	-	-
Unbekannte Lokalisation	-	1,7%	-	-	-	-	1,2%	-	-

Tab. Häufigkeit chronischer Beschwerden auf die Körperregionen, Kap. 3.1.5

Schulter	Ellenbogen	Rücken	Handgelenk	Knie	Unterschenkel	Sprunggelenk	Fuß	Hüfte	Unbekannte Lokalisation
26,0%	21,1%	20,5%	16,1%	8,3%	3,0%	2,8%	1,1%	0,6%	0,5%

Tab. Häufigkeit chronischer Beschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap. 3.1.5

Körperregionen	Sehnenverl.	Meniskus-/Knorpelverl.	Dislokation/Instabilität	Synovitis	Ermüdungsbruch	Keine Diagnose
Schulter	20,8%	-	0,6%	-	-	4,6%
Ellenbogen	20,5%	0,3%	-	-	-	0,3%
Rücken	-	0,6%	0,8%	-	-	19,1%
Handgelenk	11,1%	1,1%	-	-	0,3%	3,6%
Knie	1,9%	2,8%	-	1,7%	-	1,9%
Unterschenkel	2,2%	-	-	-	-	0,8%
Sprunggelenk	-	0,3%	2,2%	-	-	0,3%
Fuß	0,3%	-	-	-	0,6%	0,2%
Hüfte	-	0,6%	-	-	-	-
Unbekannte Lokalisation	-	-	-	-	-	0,5%

Tab. Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Männern in Bezug auf die Körperregionen, Kap. 3.1.6

Schulter	Ellenbogen	Rücken	Handgelenk	Knie	Unterschenkel	Sprunggelenk	Fuß	Hüfte	Unbekannte Lokalisation
28,0%	23,9%	20,9%	12,1%	7,5%	1,3%	4,2%	0,9%	0,8%	0,4%

Tab. Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Männern in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap. 3.1.6

Körperregionen	Sehnenverl.	Meniskus/ Knorpelverl.	Dislokation/Instabilität	Synovitis	Ermüdungsbruch	Keine Diagnose
Schulter	20,9%	-	0,8%	-	-	6,3%
Ellenbogen	23,1%	0,4%	-	-	-	0,4%
Rücken	-	0,8%	1,3%	-	-	18,8%
Handgelenk	6,7%	1,3%	-	-	0,4%	3,7%
Knie	2,1%	1,7%	-	1,7%	-	2,0%
Sprunggelenk	-	0,4%	3,4%	-	-	0,4%
Unterschenkel	1,3%	-	-	-	-	-
Hüfte	-	0,8%	-	-	-	-
Fuß	0,5%	-	-	-	0,4%	-
Unbekannte Lokalisation	-	-	-	-	-	0,4%

Tab. Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Frauen in Bezug auf die Körperregionen, Kap. 3.1.6

Schulter	Ellenbogen	Rücken	Handgelenk	Knie	Unterschenkel	Fuß	Unbekannte Lokalisation
22,1%	15,6%	19,7%	23,8%	9,8%	6,6%	1,6%	0,8%

Tab. Häufigkeit chronischer Beschwerden bei Frauen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap. 3.1.6

Körperregionen	Sehnenverl.	Meniskusverl.	Synovitis	Ermüdungsbruch	Keine Diagnose
Handgelenk	19,7%	0,8%	-	-	3,3%
Schulter	20,5%	-	-	-	1,6%
Rücken	-	-	-	-	19,7%
Ellenbogen	15,6%	-	-	-	-
Knie	1,6%	4,9%	1,7%	-	1,6%
Unterschenkel	4,1%	-	0	-	2,5%
Fuß	-	-	-	0,8%	0,8%
Unbekannte Lokalisation	-	-	-	-	0,8%

Tab. Gesamtverletzungshäufigkeit prospektiver Verletzungen in Bezug auf die Körperregionen, Kap. 3.2.3

Sprunggelenk	Oberschenkel	Ellenbogen	Unterschenkeln	Schulter	Knie	Rücken	Handgelenk	Hand	Bauch	Fuß	Hüfte
20,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	10,0%	8,0%	8,0%	4,0%	4,0%	4,0%	2,0%

Tab. Häufigkeit der akuten prospektiven Verletzungen in Bezug auf die Körperregionen, Kap. 3.2.4

Sprunggelenk	Oberschenkel	Handgelenk	Rücken	Ellenbogen	Bauch	Schulter	Hand	Knie	Unterschenkel	Fuß
32,3%	16,2%	12,9%	9,7%	6,5%	6,4%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%	3,2%

Tab. Häufigkeit der akuten prospektiven Verletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap.3.2.4

Körperregionen	Bandverl.	Muskelverl.	Sehnenverl.	Meniskusverl.	Fraktur	Dislokation	Ermüdungsbruch
Sprunggelenk	32,3%	-	-	-	-	-	-
Oberschenkel	-	16,2%	-	-	-	-	-
Handgelenk	12,9%	-	-	-	-	-	-
Rücken	-	-	-	6,5%	-	3,2%	-
Ellenbogen	-	-	6,5%	-	-	-	-
Bauch	-	6,4%	-	-	-	-	-
Unterschenkel	-	3,2%	-	-	-	-	-
Knie	3,2%	-	-	-	-	-	-
Hand	-	-	-	-	3,2%	-	-
Schulter	-	-	3,2%	-	-	-	-
Fuß	-	-	-	-	-	-	3,2%

Tab. Häufigkeit der chronischen prospektiven Beschwerden in Bezug auf die Körperregionen, Kap. 3.2.5

Unterschenkel	Schulter	Knie	Ellenbogen	Rücken	Hand	Hüfte	Fuß
21,0%%	21,0%	21,0%	15,7%	5,3%	5,3%	5,3%	5,3%

Tab. Häufigkeit der chronischen prospektiven Beschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap.3.2.5

Körperregionen	Sehnenverl.	Meniskus-/Knorpelverl.	Neoplasie/Ganglion
Unterschenkel	21,0%	-	-
Schulter	21,0%	-	-
Knie	15,7%	5,3%	-
Ellenbogen	15,7%	-	-
Rücken	-	5,3%	-
Hand	-	-	5,3%
Hüfte	-	5,3%	-
Fuß	-	-	5,3%

Tab. Häufigkeit der akuten prospektiven Männerverletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap. 3.2.6

Körperregionen	Bandverl.	Muskelverl.	Sehnenverl.	Meniskus-/Knorpelverl.
Sprunggelenk	33,4%	-	-	-
Handgelenk	22,1%	-	-	-
Oberschenkel	-	16,6%	-	-
Rücken	-	-	-	11,1%
Ellenbogen	-	-	5,6%	-
Bauch	-	5,6%	-	-
Unterschenkel	-	5,6%	-	-

Tab. Häufigkeit der chronisch prospektiven Männerbeschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap. 3.2.6

Körperregionen	Neoplasie/Ganglion	Sehnenverl.	Meniskus-/Knorpelverl.
Ellenbogen	-	23,1%	-
Schulter	-	23,1%	-
Knie	-	15,4%	7,7%
Hand	7,7%	-	-
Unterschenkel	-	7,7%	-
Fuß	7,7%	-	-
Hüfte	-	-	7,7%

Tab. Häufigkeit der akuten prospektiven Frauenverletzungen in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap. 3.2.6

Körperregionen	Bandverl.	Muskelverl.	Sehnenverl.	Fraktur	Ermüdungsbruch
Sprunggelenk	30,8%	-	-	-	-
Oberschenkel	-	15,3%	-	-	-
Knie	7,7%	-	-	-	-
Ellenbogen	-	-	7,7%	-	-
Schulter	-	-	7,7%	-	-
Bauch	-	7,7%	-	-	-
Rücken	-	7,7%	-	-	-
Fuß	-	-	-	-	7,7%
Finger	-	-	-	7,7%	-

Tab. Häufigkeit der chronisch prospektiven Frauenbeschwerden in Bezug auf Körperregionen und Verletzungsdiagnosen, Kap.3.2.6

Körperregionen	Sehnenverl	Meniskus-/Knorpelverl
Unterschenkel	50,0%	-
Knie	16,7%	-
Schulter	16,7%	-
Rücken	-	16,7%

7.4 Fragebogen zu Verletzungen im Tennissport

Persönliche Daten:

1. E-Mail Adresse:
2. Alter:
3. Gewicht (in kg):
4. Körpergröße (in cm):
5. Geschlecht: männlich weiblich
6. Schlaghand: rechts links
7. Rückhand: einhändig beidhändig

Allgemeines:

1.1. Welche Leistungsklasse (LK 1-23) haben Sie?

LK (bitte eintragen)

1.2. In welcher Mannschaft, Liga und an welcher Position spielen Sie in der jetzigen Saison?

Mannschaft: Herren, Damen, Herren 30, Damen 30, Herren 40, Damen 40, Herren 50, Damen 50, Herren 60+, Damen 60+

Liga	Position					
Bundesliga	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Regionalliga	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Badenliga/Bayernliga	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Oberliga/Landesliga	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Bezirksliga 1	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Bezirksliga 2	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Bezirksklasse 1	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Bezirksklasse 2	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Kreisklasse 1	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Kreisklasse 2	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>
Kreisklasse 3	1. <input type="checkbox"/>	2. <input type="checkbox"/>	3. <input type="checkbox"/>	4. <input type="checkbox"/>	5. <input type="checkbox"/>	6. <input type="checkbox"/>

1.3. Wie lange Spielen Sie schon Tennis?

(bitte in Jahren angeben)

1.4. Wie häufig trainieren Sie insgesamt pro Woche?

(bitte in Stunden angeben)

1.5. Wie wärmen Sie sich vor Ihrem Training bzw. Ihrem Einzel auf?

- Warmlaufen ohne Dehnen
- Warmlaufen mit Dehnen
- Warmlaufen mit Sidesteps, Kreuzschritt, Armkreisen, usw.
- Seilspringen
- gar nicht
- andere Aufwärmethode (kurze Beschreibung):

1.6. Wie lange dauert Ihr Aufwärmprogramm?

- < 5 min
- 5 min
- 5-10 min
- 10-15 min
- > 15 min

1.7. Spielen Sie neben den Mannschaftsspielen (Ligaspielen) noch zusätzliche Tennisturniere?

Falls ja wie viele?

- Ja
- Nein

Anzahl der Turniere:

1.8. Haben Sie eine Ranglistenposition?

- Ja
- Nein

1.9. Benutzen Sie zur Unterstützung Ihrer Gelenke eine Bandage bzw. Tape?

- Ja
- Nein

Wo:

- Sprunggelenk
- Kniegelenk
- Ellenbogengelenk
- Handgelenk
- Schultergelenk

Warum:

- vorbeugend
- verletzungsbedingt

1.10. Von welcher Tennisschlägerfirma ist Ihr Schläger?

- Wilson
Babolat
Dunlop
Head
Völkl
Prince
sonstige:

1.11. Mit was für eine Art von Saite ist Ihr Tennisschläger bespannt?

- Darm
Monofilament
Multifilament
Hybrid

1.12. Mit wie viel Kilogramm lassen Sie ihren Tennisschläger bespannen?

(bitte in Kilogramm angeben)

1.13. Spielen Sie mit einem Vibrationsdämpfer?

- Ja
 Nein

1.14. Wie schwer ist ihr Tennisschläger?

(bitte in Gramm angeben)

1.15. Betreiben Sie noch andere Sportarten? (mehrere Antworten möglich)

- Fußball
Basketball
Badminton
Volleyball
Klettern
Joggen
Nordic Walking
Schwimmen
Fahrradfahren
Mountainbiking
Fitnessstudio
Ski/Snowbaord
andere:

Akute Verletzungen:

2.1. Haben Sie sich beim Tennis spielen schon einmal verletzt?

- Ja
 Nein

Wie oft? (bitte als Zahl angeben)

Wenn Ja, wo: (mehrere Antworten möglich)

- Kopf
Auge
Schultergelenk
Ellenbogengelenk
(„Tennisarm“)
Handgelenk
Krampf, **obere Extremität**

Kniegelenk:

- Meniskusschaden
Kreuzbandriss
Seitenbandabriss

- Sprunggelenk (Bänderriss)
Krampf, **untere Extremität**

- Blasen (Hand, Fuß)
Knochenbruch
Prellung

Muskelzerrung:

- Wadenmuskulatur
Oberschenkelmuskulatur
Bauchmuskulatur
Rückenmuskulatur

andere Verletzungen:

2.2.1. Fragen zu Ihrer 1. Verletzung, falls vorhanden! Welche:

Haben Sie sich im Training oder im Wettkampf verletzt?

- Wettkampf
- Training

Auf was für einem **Tennisplatzbelag**, haben Sie sich verletzt?

- Sandplatz
- Teppichboden
- Granulatboden
- Hartplatz

Hatten Sie sich davor richtig aufgewärmt?

- Ja
- Nein

Wann haben Sie sich verletzt?

- letzte Saison
- letzten 5 Jahren
- Tennislaufbahn

Wie wurde Ihre Verletzung behandelt?

- konservativ ohne Physiotherapie
- konservativ mit Physiotherapie
- operativ
- keine Behandlung

Wie lange mussten Sie pausieren?

- 1 Woche
- 2 Wochen
- 1 Monat
- 3 Monate
- 6 Monate
- 12 Monate
- 24 Monate
- länger

Woran lag es Ihrer Meinung nach, dass Sie sich verletzt haben?

- Überlastung
- körperliche Defizite
- mangelnde Vorbereitung
- äußere Umstände (z.B. Linie, Tennisball, usw.)

Sind Sie jetzt beschwerdefrei?

- Ja
- Nein

Wie war der Verletzungsmechanismus („wie ist es passiert“)? (kurze Beschreibung)

2.2.2. Fragen zu Ihrer 2. Verletzung, falls vorhanden! Welche:

Haben Sie sich im Training oder im Wettkampf verletzt?

- Wettkampf
- Training

Auf was für einem **Tennisplatzbelag**, haben Sie sich verletzt?

- Sandplatz
- Teppichboden
- Granulatboden
- Hartplatz

Hatten Sie sich davor richtig aufgewärmt?

- Ja
- Nein

Wann haben Sie sich verletzt?

- letzte Saison
- letzten 5 Jahren
- Tennislaufbahn

Wie wurde Ihre Verletzung behandelt?

- konservativ ohne Physiotherapie
- konservativ mit Physiotherapie
- operativ
- keine Behandlung

Wie lange mussten Sie pausieren?

- 1 Woche
- 2 Wochen
- 1 Monat
- 3 Monate
- 6 Monate
- 12 Monate
- 24 Monate
- länger

Woran lag es Ihrer Meinung nach, dass Sie sich verletzt haben?

- Überlastung
- körperliche Defizite
- mangelnde Vorbereitung
- äußere Umstände (z.B. Linie, Tennisball, usw.)

Sind Sie jetzt beschwerdefrei?

- Ja
 Nein

Wie war der Verletzungsmechanismus („wie ist es passiert“)? (**kurze Beschreibung**)

2.2.3. Fragen zu Ihrer **3. Verletzung**, falls vorhanden! Welche:

Haben Sie sich im Training oder im Wettkampf verletzt?

- Wettkampf
 Training

Auf was für einem **Tennisplatzbelag**, haben Sie sich verletzt?

- Sandplatz
 Teppichboden
 Granulatboden
 Hartplatz

Hatten Sie sich davor richtig aufgewärmt?

- Ja
 Nein

Wann haben Sie sich verletzt?

- letzte Saison
 letzten 5 Jahren
 Tennislaufbahn

Wie wurde Ihre Verletzung behandelt?

- konservativ ohne Physiotherapie
 konservativ mit Physiotherapie
 operativ
 keine Behandlung

Wie lange mussten Sie pausieren?

- 1 Woche
 2 Wochen
 1 Monat
 3 Monate
 6 Monate
 12 Monate
 24 Monate
 länger

Woran lag es Ihrer Meinung nach, dass Sie sich verletzt haben?

- Überlastung
- körperliche Defizite
- mangelnde Vorbereitung
- äußere Umstände (z.B. Linie, Tennisball, usw.)

Sind Sie jetzt beschwerdefrei?

- Ja
- Nein

Wie war der Verletzungsmechanismus („wie ist es passiert“)? (**kurze Beschreibung**)

Textfeld für Zusatzinformationen (bitte entsprechende Fragennr. mitangeben):

Chronische Verletzungen:

3.1. Haben bzw. hatten Sie durch Ihre Verletzung (falls vorhanden) chronische Schäden, die sich beim Tennis spielen jetzt noch bemerkbar machen bzw. machten?

- Ja
- Nein

3.2. Haben Sie **chronische** Schmerzen, die sich aufgrund des Tennis spielens (z.B. Überbelastung) entwickelt haben?

- Ja
- Nein

Wenn Ja, wo:

- Tennisarm
- Schulterschmerzen
- Knieschmerzen
- Rückenschmerzen
- Schmerzen am Sprunggelenk
- Ermüdungsbrüche

andere Lokalisation:

3.3.1. Angaben zur Ihrer 1. **chronischen** Verletzung, falls vorhanden! Welche:

Wodurch sind diese besser geworden

- konservativ ohne Physiotherapie
- konservativ mit Physiotherapie
- Operation
- Schlägerwechsel
- Saitenwechsel
- Umstellen der Schlagtechnik
- Tragen von Bandagen
- Krafttraining
- keine Behandlung

andere Therapie:

Woran machen Sie ihre chronische Verletzung fest?

- Überlastung
- mangelnde Vorbereitung
- körperliche Defizite
- falsche Technik

andere Umstände:

Sind Sie jetzt beschwerdefrei?

- Ja
- Nein

3.3.2. Angaben zur Ihrer 2. **chronischen** Verletzung, falls vorhanden! Welche:

Wodurch sind diese besser geworden

- konservativ ohne Physiotherapie
- konservativ mit Physiotherapie
- Operation
- Schlägerwechsel
- Saitenwechsel
- Umstellen der Schlagtechnik
- Tragen von Bandagen
- Krafttraining
- keine Behandlung

andere Therapie:

Woran machen Sie ihre chronische Verletzung fest?

- Überlastung
- mangelnde Vorbereitung
- körperliche Defizite
- falsche Technik

andere Umstände:

Sind Sie jetzt beschwerdefrei?

- Ja
- Nein

3.3.3. Angaben zur Ihrer **3. chronischen** Verletzung, falls vorhanden! Welche:

Wodurch sind diese besser geworden

- konservativ ohne Physiotherapie
- konservativ mit Physiotherapie
- Operation
- Schlägerwechsel
- Saitenwechsel
- Umstellen der Schlagtechnik
- Tragen von Bandagen
- Krafttraining
- keine Behandlung

andere Therapie:

Woran machen Sie ihre chronische Verletzung fest?

- Überlastung
- mangelnde Vorbereitung
- körperliche Defizite
- falsche Technik

andere Umstände:

Sind Sie jetzt beschwerdefrei?

- Ja
- Nein

Textfeld für Zusatzinformationen (bitte entsprechende Fragennr. mitangeben):

Ort, Datum

7.5 Danksagung

Herrn Univ.-Prof. Dr. R. Meffert, Direktor der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und Wiederherstellungschirurgie des Universitätsklinikums Würzburg, meinem Doktorvater, danke ich für die Möglichkeit, in seiner Abteilung zu promovieren und für die Überlassung des spannenden Themas.

Großen Dank möchte ich Herrn Dr. med. K. Fehske aussprechen, der mich als Oberarzt am Universitätsklinikum Würzburg über die gesamte Promotionsphase betreute. Ich bedanke mich vielmals für die fachliche Beratung und die Ermöglichung von Kongressteilnahmen, die bereichernd, motivierend und inspirierend waren, sowie für seinen erfahrenen und prüfenden Blick bei der Korrektur dieser Dissertation.

Mein Dank gilt auch all denjenigen, die mir geholfen haben die Fragebögen unter den Tennisspielern zu verteilen und die Tennisstudie bekannt zu machen.

Bedanken möchte ich mich auch bei allen Tennisspielern, die sich die Mühe gemacht haben an der Studie teilzunehmen und sich entschlossen haben die prospektive Studie mit ihrer Teilnahme zu unterstützen.

Abschließend bedanke ich mich bei meiner tollen Familie, meiner Partnerin und meinen Freunden, die mich immer wieder motivierten und bei Fragen mit konstruktiven Lösungen zur Seite standen. Ganz besonders dankbar bin ich meinen Eltern Sibylle und Thomas und meiner Schwester Anke, die mir bisher alles ermöglichten.