

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann -

# Prävention von Sprunggelenksverletzungen beim Basketball durch den Einsatz von Orthesen oder propriozeptivem Training

INAUGURAL - DISSERTATION

zur

Erlangung des doctor medicinae

der Medizinischen Fakultät der  
Westfälischen Wilhelms-Universität Münster

vorgelegt von

Schröter, Ralf  
Lafayette / USA

2007

Gedruckt mit der Genehmigung der Medizinischen Fakultät der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster.

Dekan: Univ.-Prof. Dr. med. V. Arolt

1. Berichterstatter: Prof. Dr. rer. soc. D. Rosenbaum

2. Berichterstatter: Priv.-Doz. Dr. med. W. Petersen

Tag der mündlichen Prüfung: 27.06.2007

Aus dem Universitätsklinikum Münster  
Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie  
- Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. W. Winkelmann -

## **Zusammenfassung**

### **Prävention von Sprunggelenksverletzungen beim Basketball durch den Einsatz von Orthesen oder propriozeptivem Training**

Schröter, Ralf

Sprunggelenksverletzungen treten gehäuft bei Ballsportarten, z.B. beim Basketball, auf und können zu langen Ausfallzeiten führen. Zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen werden stabilisierende (Orthesen oder Tape) oder physiotherapeutische Maßnahmen (Propriozeptionstraining) empfohlen, deren Wirksamkeit diskutiert wird. Ziel dieser prospektiv-randomisierten Studie war die Untersuchung des Einflusses der genannten Maßnahmen zur Verletzungsprävention bei Basketballspielern.

334 aktive Basketballer aller Leistungsklassen nahmen an der Studie teil. Die Spieler wurden in drei Gruppen randomisiert: Eine Orthesengruppe wurde mit Sprunggelenksorthesen ausgestattet, eine Trainingsgruppe führte regelmäßig ein Propriozeptionstraining durch, und eine Kontrollgruppe trainierte ohne spezielle Präventionsmaßnahmen. Über einen Beobachtungszeitraum von einer Saison wurden alle bei Training und Spielen erlittenen Verletzungen erfasst.

Von 108 Verletzungen betrafen 54 % das Sprunggelenk. Die auf die Expositionszeit relativierte Verletzungshäufigkeit lag in der Kontrollgruppe mit 3,26 Verletzungen pro 1000 Sportteilnahmen am höchsten. In der Propriozeptionstrainingsgruppe lag sie mit 1,97 pro 1000 Teilnahmen am Sport deutlich niedriger. Die geringste Verletzungsrate von 1,00 pro 1000 Sportteilnahmen wiesen die Spieler der Orthesengruppe auf.

Die Verletzungsstatistik bestätigt die zuvor berichtete Häufigkeit von Sprunggelenksverletzungen im Basketball. Die signifikanten Unterschiede zwischen der Orthesengruppe und der Kontrollgruppe und nicht signifikante, aber deutliche Unterschiede zwischen der Trainingsgruppe und der Kontrollgruppe belegen den positiven Effekt der untersuchten Präventivmaßnahmen. Damit können beide Maßnahmen zur Prophylaxe von Erst- und Wiederholungsverletzungen im Bereich des Sprunggelenks empfohlen werden.

## Inhaltsverzeichnis

<b>1</b>	<b>Einleitung.....</b>	<b>1</b>
1.1	Bedeutung der Sprunggelenksdistorsion .....	1
1.2	Verletzungsmechanismus .....	1
1.3	Chronische Instabilität und Propriozeption .....	2
1.4	Prävention durch Propriozeptionstraining .....	4
1.5	Prävention durch Orthesen .....	5
1.6	Fragestellung.....	7
<b>2</b>	<b>Material und Methoden.....</b>	<b>8</b>
2.1	Probanden .....	8
2.2	Studiendesign.....	8
2.3	Untersuchungsgruppen .....	11
2.3.1	Trainingsgruppe (n=116) .....	11
2.3.2	Orthesengruppe (n=93) .....	12
2.3.2.1	Aircast AirGo Orthese .....	12
2.3.2.2	Sonstige Orthesen .....	13
2.3.3	Kontrollgruppe (n=125).....	13
2.4	Studiendurchführung .....	13
2.4.1	Beobachtungszeitraum.....	13
2.4.2	Kontakt zu den Vereinen .....	14
2.4.3	Erfassung der Spieler .....	14
2.4.4	Erfassung der Teilnahmen am Sport.....	14
2.4.5	Erfassung der Verletzungen.....	14
2.4.6	Definition der Verletzung .....	15
2.5	Auswertung.....	15
2.5.1	Allgemeine Verletzungsstatistik .....	15
2.5.2	Verletzungen des Sprunggelenks .....	15
2.5.3	Statistische Auswertung.....	16

<b>3 Ergebnisse.....</b>	<b>18</b>
3.1 Allgemeine Verletzungsstatistik.....	18
3.1.1 Geschlechtsspezifische Merkmale.....	20
3.1.2 Leistungsspezifische Merkmale.....	21
3.2 Verletzungen des Sprunggelenks.....	22
3.2.1 Verletzungsanalyse.....	22
3.2.2 Sprunggelenksverletzungen in den Untersuchungsgruppen.....	25
3.2.2.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede.....	27
3.2.2.2 Leistungsspezifische Unterschiede.....	28
3.2.3 Sprunggelenksverletzungen nach Vorverletzungen.....	29
<b>4 Diskussion.....</b>	<b>30</b>
4.1 Die allgemeine Verletzungsstatistik im Vergleich mit der Literatur.....	30
4.1.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede.....	35
4.1.2 Leistungsspezifische Unterschiede.....	36
4.2 Analyse der Verletzungen des Sprunggelenks.....	37
4.2.1 Verletzungszeitpunkt.....	37
4.2.2 Verletzungsmechanismus.....	38
4.2.3 Wiederholungsverletzungen.....	40
4.2.4 Sportabbruch und Behandlung.....	40
4.2.5 Sportpause.....	41
4.2.6 Schuhalter.....	41
4.3 Die Wirksamkeit der untersuchten Präventionsmaßnahmen.....	42
4.3.1 Die Kontrollgruppe.....	42
4.3.2 Die Trainingsgruppe.....	42
4.3.2.1 Das Trainingsprogramm.....	43
4.3.2.2 Die Belastungsparameter.....	44
4.3.2.3 Wirksamkeit bei stabilen/ instabilen Sprunggelenken.....	44
4.3.2.4 Analyse der Verletzungen.....	45
4.3.2.5 Inzidenz von Knieverletzungen.....	46
4.3.2.6 Probleme bei der Compliance.....	47

4.3.2.7	Verbesserung der Effektivität durch die Kombination mit zusätzlichen Maßnahmen.....	47
4.3.3	Die Orthesengruppe .....	48
4.3.3.1	Wirksamkeit von Orthesen bei vorverletzten/ gesunden Sprunggelenken .....	50
4.3.3.2	Analyse der Verletzungen.....	51
4.3.3.3	Inzidenz von Knieverletzungen .....	52
4.3.3.4	Probleme bei der Compliance.....	52
4.3.3.5	Langzeiteffekte .....	55
4.3.3.6	Effekte einseitiger Nutzung der Orthese auf die kontra- laterale Seite.....	56
4.4	Die Interventionsgruppen im Vergleich .....	57
4.4.1	Die Wirksamkeit der Interventionsmaßnahmen im Vergleich .....	57
4.4.2	Die Wirksamkeit der Interventionsmaßnahmen in Abhängigkeit vom Geschlecht.....	58
4.4.3	Die Wirksamkeit der Interventionsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Leistungsklasse .....	59
4.4.4	Vor- und Nachteile der Interventionsmaßnahmen.....	61
4.4.4.1	Vor- und Nachteile des Trainingsprogramms.....	61
4.4.4.2	Vor- und Nachteile bei der Anwendung von Orthesen .....	62
4.5	Methodische Überlegungen – Methodenkritik .....	64
4.5.1	Studiendesign.....	64
4.5.1.1	Repräsentation der Ligen.....	64
4.5.1.2	Randomisierung.....	65
4.5.2	Studiendurchführung.....	66
4.5.2.1	Dokumentation .....	66
4.5.2.2	Probleme in der Trainingsgruppe .....	67
4.5.2.3	Probleme in der Orthesengruppe .....	67
4.6	Empfehlungen.....	69
4.6.1	Kombination von Sprunggelenksorthesen und Propriozeptionstraining... 71	71
4.6.2	Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit als Basis- maßnahme .....	71

4.7 Weitere Möglichkeiten der Prävention.....	72
4.8 Schlussfolgerung.....	74
<b>Literaturverzeichnis .....</b>	<b>75</b>
<b>Danksagung.....</b>	<b>81</b>

**Anhang**

Anhang 1: Propriozeptionstraining im Basketball

Anhang 2: Erfassungsbogen

Anhang 3: Einsätze im Sport

Anhang 4: Fragebogen zur Verletzungsanalyse

# 1 Einleitung

## 1.1 Bedeutung der Sprunggelenksdistorsion

Distorsionen im oberen Sprunggelenk gehören zu den häufigsten Sport- und Alltagsverletzungen des menschlichen Bewegungsapparats. Kontaktsportarten wie Basketball, Handball, Fußball und Volleyball weisen ein besonders hohes Risiko auf <sup>(3,21)</sup>. Beim Basketball betrifft jede zweite Verletzung das Sprunggelenk <sup>(60)</sup>. Zudem ist dies die häufigste schwere Verletzung. Sprunggelenksverletzungen verursachen mehr als die Hälfte der Ausfallzeiten von Spielern <sup>(41)</sup>. Diese Spieler stehen der Mannschaft unter Umständen in entscheidenden Situationen nicht zu Verfügung. Ebenso bedeutend sind die für das Gesundheitssystem und die Spieler entstehenden Kosten durch die Behandlung der Verletzungen <sup>(47,43)</sup>. Die verletzungsbedingte Beeinflussung von Alltagsaktivitäten führt zu weiteren Auswirkungen abseits des Sports <sup>(20)</sup>.

Mc Kay et al. ermittelten anhand von 10.393 Sportteilnahmen am Basketball eine Verletzungsrate von 3,85 Verletzungen pro 1000 Einsätze am Sport. Spieler, die sich in der Vergangenheit schon einmal am Bandapparat verletzt hatten, wiesen im Vergleich zu den vorher unverletzten Spielern ein fünfmal höheres Risiko einer erneuten Distorsion an gleicher Stelle auf <sup>(40)</sup>. Tropp et al. untersuchten das Verletzungsrisiko bei Fußballspielern. 11 % der vorher unverletzten Spieler erlitten innerhalb einer Saison eine Sprunggelenksdistorsion. Dagegen verletzten sich 25 % der Spieler, die in ihrer Vorgeschichte schon einmal am Sprunggelenk verletzt waren <sup>(70)</sup>.

## 1.2 Verletzungsmechanismus

Die Sprunggelenksdistorsion entsteht durch eine Überschreitung der physiologischen Bewegungstoleranz in Supinations- oder Pronationsrichtung. Sie kann sowohl durch forcierte Extremlastungen (Einwirkung großer Kräfte) als auch durch Bagateltraumata (Kontrollverlust, inadäquate neuromuskuläre Reaktion) ausgelöst werden. Wenn die Belastung des Bandapparats die Widerstandsfähigkeit des Gewebes übersteigt, werden die Bänder beschädigt <sup>(24)</sup>.

Beim Basketball entstehen 45 % aller Sprunggelenksverletzungen bei Landungen, davon die Hälfte bei Landungen auf Füßen anderer Spieler. 30 % der Verletzungen treten bei plötzlichen Richtungswechseln auf und bei 10 % sind Kollisionen mit Mitspielern verantwortlich. Weitere Ursachen sind Stürze, Stolpern und plötzliches Abstoppen <sup>(40)</sup>.

Der größte Teil aller Sprunggelenksverletzungen sind Distorsionen des fibularen Bandapparats (85 %) <sup>(62,76)</sup>. Das Lig. talofibulare anterior ist aufgrund seines Verlaufes am häufigsten betroffen, bei schweren Verletzungen nimmt meist zusätzlich das Lig. calcaneofibulare Schaden. Nur selten kommt es zu einer dreifachen Bänderläsion, wobei auch das Lig. talofibulare posterior Schaden nimmt (10 %) <sup>(13)</sup>. Es kommt zu Distorsionen und (Teil-)Rupturen dieser Bänder, wobei die Differenzierung klinisch oft nicht sicher getroffen werden kann. Zusätzlich entsteht ein Weichteilschaden in den benachbarten Strukturen. Traditionell unterteilt man die Sprunggelenksdistorsion in drei Schweregrade: Grad I ist durch eine Dehnung der Lig. talofibulare anterior und calcaneofibulare definiert, bei Grad II kommt es zu einer Teilruptur des Lig. talofibulare anterior und einer Dehnung des Lig. calcaneofibulare. Grad III wird durch die Ruptur der Lig. talofibulare anterior und calcaneofibulare sowie der Teilruptur des Lig. talofibulare posterior charakterisiert <sup>(21,38)</sup>.

Klinisch stehen bei dem klassischen Supinationstrauma die schmerzbedingte Reduktion der Funktion sowie das oft erhebliche Hämatom im Vordergrund <sup>(13)</sup>. In Abhängigkeit von der Schwere der Verletzung ist die Funktion nach wenigen Tagen bis einigen Monaten wieder hergestellt <sup>(24)</sup>.

### **1.3 Chronische Instabilität und Propriozeption**

Nach akuten oder rezidivierenden Distorsionen des Sprunggelenks entwickelt sich in 10 - 30 % aller Fälle eine chronische Instabilität <sup>(50)</sup>. Sie zeigt sich neben wiederholten Distorsionen durch Schwierigkeiten beim Gehen oder Laufen auf unebenem Gelände, eventuell verbunden mit belastungsabhängigen Schmerzen und lateraler Schwellneigung <sup>(35,50)</sup>. Viele der Betroffenen spüren zudem die Instabilität des Gelenkes. In der angelsächsischen Literatur wird in diesem Zusammenhang von einem Gefühl des „giving way of the ankle“ gesprochen, welches Freeman erstmalig formulierte <sup>(15)</sup>.

Die chronische Instabilität ist durch eine mechanische und eine funktionelle Komponente gekennzeichnet <sup>(24,50)</sup>. Die mechanische Instabilität wird durch eine Zunahme der laxität und damit der passiven Beweglichkeit des Gelenks charakterisiert. Sie kann klinisch und radiologisch gemessen werden <sup>(24)</sup>, ist aber nur bei weniger als der Hälfte aller Patienten mit chronischer Sprunggelenksinstabilität nachweisbar <sup>(62)</sup>. Die funktionelle Instabilität führt man auf Defizite in der Propriozeption, der neuromuskulären Kontrolle, der Muskelkraft und der Gleichgewichtskontrolle zurück <sup>(15,24,75)</sup>. Diese Komponente ist nicht eindeutig zu diagnostizieren. Die Propriozeption nimmt jedoch eine zentrale Rolle ein <sup>(15,24,27,34)</sup>. Man geht davon aus, dass in den meisten Fällen eine Kombination der mechanischen und funktionellen Instabilität vorliegt <sup>(62,24)</sup>.

Propriozeption (Tiefensensibilität) ist die Wahrnehmung von Gelenkbewegung und Gelenkposition über spezielle sensorische Rezeptoren (Propriozeptoren) <sup>(34)</sup>. Die Propriozeptoren befinden sich in der Muskulatur sowie in Bändern und Gelenken. Sie registrieren Informationen über Muskelspannung, Muskellänge, Gelenkstellung und Gelenkbewegung. Die propriozeptiven Afferenzen werden zum Teil monosynaptisch auf Rückenmarksebene verschaltet (propriozeptive Reflexe), der Hauptanteil wird jedoch im Kleinhirn unter Einbeziehung weiterer Afferenzen vom Vestibularapparat und von den Mechanorezeptoren der Haut (Exterozeptoren) verarbeitet <sup>(58)</sup>. Diese Verschaltung ermöglicht die Koordinierung und Stabilisierung von Bewegung. Gandevia et al. konnten nachweisen, dass die Wahrnehmung aktiver und passiver Bewegungen allein durch Gelenkrezeptoren nur eingeschränkt möglich ist. Erst in der kombinierten Wahrnehmung durch Gelenk-, Muskel- und Hautrezeptoren verbesserte sich die Propriozeptivität signifikant <sup>(17)</sup>. Aufgrund der wesentlichen Beeinflussung der Propriozeption durch die Afferenzen der Mechanorezeptoren der Haut werden die Hautrezeptoren in der neurowissenschaftlichen Literatur als Teil der Propriozeption verstanden <sup>(34)</sup>.

Bei der Sprunggelenksdistorsion stehen Läsionen von Bändern und Weichteilen infolge einer Überdehnung im Vordergrund. Dadurch werden auch Teile des propriozeptiven Systems irritiert <sup>(34,38)</sup>. Durch eine veränderte Rückmeldung der Propriozeptoren kommt es zu einem Verlust von neuromuskulärer Kontrolle <sup>(62,34)</sup>. Dieses neuromuskuläre Defizit macht sich z.B. durch eine verringerte Gleichgewichtskontrolle, einen reduzierten Gelenkpositionssinn sowie durch eine verlängerte Muskelreaktionszeit und eine schwä-

chere Reflexantwort der Fibularisgruppe bemerkbar <sup>(23)</sup>. An Basketballspielern mit beidseitigen Sprunggelenksdistorsionen konnte ein reduzierter Gelenkpositions- und Gleichgewichtssinn gemessen werden <sup>(16)</sup>. Willems et al. verglichen den aktiven und passiven Gelenkpositionssinn einer Kontrollgruppe mit drei weiteren Gruppen: einer chronisch instabilen Gruppe, einer Gruppe mit einer Sprunggelenksdistorsion innerhalb der letzten zwei Jahren ohne Instabilität und einer Gruppe mit einer Sprunggelenksdistorsion vor drei bis fünf Jahren ohne Instabilität. Die Analyse ergab, dass der aktive Gelenkpositionssinn in der chronisch instabilen Gruppe nahe der maximalen Inversionsstellung signifikant ungenauer war. Zwischen den anderen Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede. Die chronisch instabile Gruppe wies ebenfalls eine signifikant geringere Kraft der Evertoren auf <sup>(75)</sup>.

Diese Zusammenhänge lassen darauf schließen, dass durch eine Verbesserung der Propriozeption die funktionelle Komponente der chronischen Instabilität behandelt werden kann <sup>(23)</sup>. Dies kann sowohl durch ein entsprechendes Propriozeptionstraining <sup>(12)</sup> als auch durch das Tragen von Orthesen erreicht werden <sup>(27,62)</sup> (vgl. 1.5). Orthesen beeinflussen durch Stabilisierung und Einschränkung bestimmter Bewegungsebenen zusätzlich die mechanische Komponente <sup>(19,11)</sup>.

## 1.4 Prävention durch Propriozeptionstraining

Die Ziele des Propriozeptionstrainings sind die Aktivierung propriozeptiver Reflexe und die Schulung motorischer Abläufe <sup>(59)</sup>. Dadurch wird die Funktion intakter Propriozeptoren gefördert und die neuromuskuläre Steuerung verbessert <sup>(14,15)</sup>. Ein umfassendes Propriozeptionstraining führt zu einer Optimierung der motorischen Kontrolle auf drei Ebenen: Ebene der spinalen Reflexe, der Hirnstammaktivität und der kognitive Bewegungsprogrammierung <sup>(34)</sup>. Das in die Regelkreise eingebundene Kleinhirn fördert die neuromuskulären, koordinativen Fähigkeiten des Bewegungsapparats <sup>(58)</sup>. Osborne et al. beobachteten, dass sich nach einem achtwöchigen Trainingsprogramm auf dem Therapiekreisel die Muskelreaktionszeit signifikant verkürzte <sup>(46)</sup>. In der klinischen Rehabilitation von Sprunggelenksdistorsionen gilt das propriozeptive Training als Standard <sup>(38)</sup>. Aber auch bei gesunden Probanden können so propriozeptive Fähigkeiten verbessert werden <sup>(25)</sup>.

Über die Wirksamkeit eines Propriozeptionstrainings zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen existieren nur wenige groß angelegte Studien. Eils und Rosenbaum konnten in ihren Untersuchungen nach propriozeptivem Training u.a. eine Verbesserung des Gleichgewichts feststellen. Im folgenden Jahr reduzierte sich die Anzahl der Sprunggelenksdistorsionen in der Interventionsgruppe um 60 % <sup>(12)</sup>. Die Studie erforderte für die Durchführung des Propriozeptionstrainings jedoch einen hohen apparativen Aufwand und wurde nur mit einer geringen Probandenzahl durchgeführt. Tropp et al. konnten durch ein Propriozeptionstraining mit Therapiekreiseln die Häufigkeit von Sprunggelenksverletzungen im Fußball vermindern <sup>(70)</sup>. Für das Training wurden allerdings nur Probanden mit instabilen Sprunggelenken zugelassen, weshalb keine Aussagen darüber getroffen werden konnten, ob auch Spieler mit unverletzten Sprunggelenken von dem Propriozeptionstraining profitiert hätten. Verhagen et al. ließen 614 Volleyballspieler ein propriozeptives Trainingsprogramm durchführen. Es beinhaltete Übungen im Stand und auf dem Therapiekreisel und wurde in jedes Warm-up integriert. Sie verglichen die Verletzungen über eine Saison mit denen der Kontrollgruppe (486 Spieler) und wiesen mit 0,5 Verletzungen/1000h in der Trainingsgruppe gegenüber zu 0,9 Verletzungen/1000h in der Kontrollgruppe eine signifikante Reduktion der Verletzungshäufigkeit nach. Spieler, die an gleicher Stelle vorverletzt waren, profitierten besonders von dem Training. Dagegen nahm bei vorgeschädigten Kniegelenken die Häufigkeit von Überlastungsschäden an diesen zu <sup>(71)</sup>. Ob die Ergebnisse dieser Studie auf die Sportart Basketball übertragbar sind, wurde noch nicht geklärt. Zwar zählen beide Sportarten zu den Risikosportarten mit einem hohen Anteil von Sprüngen und Landungen, jedoch stehen bei beiden Sportarten unterschiedliche Bewegungsabläufe im Vordergrund.

## 1.5 Prävention durch Orthesen

Der Wirkungsmechanismus der Sprunggelenksorthesen wurde in der Vergangenheit oft diskutiert. Man ist der Ansicht, dass die Orthesen über zwei verschiedene Wege wirken <sup>(49)</sup>: Einerseits führen die mechanischen Eigenschaften zu einer Stabilisierung des Sprunggelenks, die in Inversions- und Eversionsrichtung besonders effektiv ist <sup>(11)</sup>. Bei Inversionsstress kommt es zu einer signifikanten Reduzierung der Inversionsbewe-

gung<sup>(30)</sup>. Andererseits zeigt sich ein propriozeptiver Effekt durch die Orthesen<sup>(27)</sup>. Ähnlich wie der Tapeverband können auch Orthesen über die Stimulierung von Hautrezeptoren propriozeptive Reaktionen faszilitieren und dadurch verbessern<sup>(62)</sup>.

Viele Studien haben den Einsatz von Orthesen als wirksame Präventionsmaßnahme von Sprunggelenksverletzungen in verschiedenen Sportarten bestätigt<sup>(21)</sup>. Tropp et al. beobachteten männliche Fußballspieler, eingeteilt in eine Kontrollgruppe (171 Probanden) und in eine mit Sprunggelenksorthesen ausgerüstete Gruppe (60 Probanden), über eine Spielsaison. 17 % der Kontrollgruppenspieler erlitten eine Sprunggelenksdistorsion, dagegen nur 3 % in der Orthesengruppe<sup>(70)</sup>. Surve et al. führten ebenfalls an Fußballspielern eine ähnliche Studie durch und verglichen zusätzlich innerhalb beider Gruppen Spieler mit negativer (371 Probanden) und positiver (258 Probanden) Verletzungsvorgeschichte. Die Spieler wurden randomisiert in Kontroll- und Orthesengruppe eingeteilt. 33 Spieler aus der Kontrollgruppe und 32 Spieler aus der Orthesengruppe verletzten ihr Sprunggelenk zum ersten Mal, hingegen traten bei den Spielern mit positiver Verletzungsvorgeschichte 31 Distorsionen in der Kontrollgruppe und nur fünf Distorsionen in der Orthesengruppe auf<sup>(68)</sup>. Diese Ergebnisse lassen darauf schließen, dass die Wirksamkeit der Sprunggelenksorthesen bei Spielern mit vorbestehenden Verletzungen höher ist. Für die Sportart Basketball ist erst eine einzige groß angelegte Studie veröffentlicht worden: Sitler et al. untersuchten die Wirksamkeit von Sprunggelenksorthesen zur Verletzungsprävention anhand von 13.430 Sportteilnahmen. In der Orthesengruppe (789 Probanden) reduzierten sich die Verletzungsfälle gegenüber der Kontrollgruppe (812 Probanden) um zwei Drittel (11 zu 35 Verletzungen)<sup>(65)</sup>. Diese Studie wurde jedoch ausschließlich mit jungen männlichen Rekruten durchgeführt und ist somit für den Vereinssport nicht repräsentativ. Eine repräsentative Studienpopulation sollte männliche und weibliche Spieler verschiedener Leistungsklassen umfassen.

Da die angesprochenen Studien über zehn Jahre alt sind und sich die Orthesen in dieser Zeit weiterentwickelt haben, ist die Anwendung von Sprunggelenksorthesen zur Verletzungsprävention neu zu evaluieren.

## 1.6 Fragestellung

Wie eingangs beschrieben, ist die Gefahr einer Sprunggelenksverletzung beim Basketball besonders hoch. Die Kombination von hoher Inzidenz, bedeutsamen Auswirkungen auf die Einsatzfähigkeit und hohem Risiko von Folgeverletzungen sollte zur Einführung effektiver prophylaktischer Maßnahmen führen. Zwei Möglichkeiten zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen wurden eingangs beschrieben: die Durchführung eines Propriozeptionstrainings und die Anwendung von Sprunggelenksorthesen.

Die Wirksamkeit von Orthesen zur Verletzungsprävention gilt im Allgemeinen als nachgewiesen (evidence based) <sup>(21)</sup>, auch wenn für die Sportart Basketball bis jetzt nur wenige Studien publiziert wurden. In der vorliegenden Arbeit kommt eine neue, schlanke Orthese zum Einsatz. Neben der Wirksamkeit zur Verletzungsprävention soll untersucht werden, ob sich bei Spielern, die eine Orthese tragen, die Verletzungsmuster verändern. Außerdem soll die Compliance der Probanden bezüglich der Anwendung von Orthesen hinterfragt werden.

Dem Propriozeptionstraining wird im Cochrane Review <sup>(21)</sup> nur eine eingeschränkte Evidenz zur Prävention von Sprunggelenksdistorsionen zugesprochen. Hier wurden jedoch nur Studien mit Übungen auf dem Therapiekreisel berücksichtigt. Komplexe Übungsprogramme könnten die Wirksamkeit des Propriozeptionstrainings verbessern. In dieser Studie soll ein komplexes Übungsprogramm regelmäßig zur Anwendung kommen und die Wirksamkeit systematisch überprüft werden. Zusätzlich soll auch in dieser Interventionsgruppe untersucht werden, ob sich Verletzungsmuster verändern und wie sich die Compliance der Probanden zu dem Trainingsprogramm verhält.

In der Literatur wurde noch keine relevante Arbeit publiziert, die die Wirksamkeit von Orthesen und Propriozeptionstraining zur Prophylaxe von Sprunggelenksverletzungen im Basketball innerhalb einer Studienpopulation verglichen hat. Dieser Vergleich soll unter Beachtung der Vor- und Nachteile beider Methoden durchgeführt werden.

Vorab wird eine aktuelle und repräsentative Verletzungsstatistik für den deutschen Basketballsport aufgestellt. Hier soll zum einen der Stellenwert der Sprunggelenksverletzung geklärt werden, zum anderen Verletzungsmuster analysiert sowie geschlechts- und leistungsspezifische Merkmale untersucht werden.

## 2 Material und Methoden

### 2.1 Probanden

An der Studie beteiligten sich 334 Spieler zwischen 14 und 43 Jahren aus 12 Damen- und 22 Herrenmannschaften. Die anthropometrischen Daten können aus Tabelle 1 entnommen werden. Alle Probanden trainierten regelmäßig im Verein und wiesen mindestens zwei Basketballeinsätze pro Woche auf.

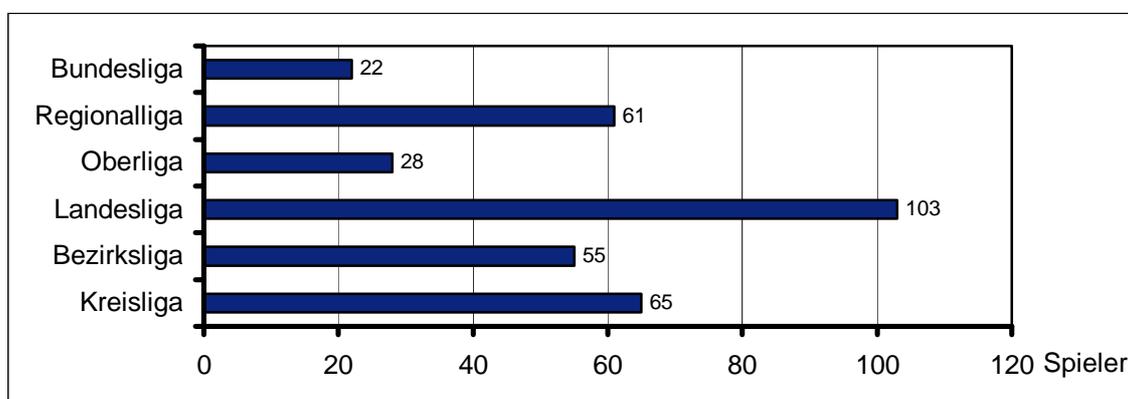
**Tabelle 1:** anthropometrische Daten nach Geschlecht (Mittelwert  $\pm$  Standardabweichung, Spannweite)

	Alter (Jahre)	Größe (m)	Gewicht (kg)	BMI (kg/m <sup>2</sup> )
Herren n=207	24,4 $\pm$ 6,4 (14-43)	1,89 $\pm$ 0,09 (1,65-2,11)	85,3 $\pm$ 13,8 (50-142)	23,7 $\pm$ 2,7 (16,3-35,9)
Damen n=127	25 $\pm$ 6,8 (15-43)	1,75* $\pm$ 0,07 (1,61-1,92)	68,1* $\pm$ 9,2 (53-98)	22,1* $\pm$ 2,2 (18,0-30,1)

\* signifikante Unterschiede zwischen Damen und Herren ( $p < 0,05$ )

### 2.2 Studiendesign

Damen- und Herrenmannschaften aus allen Ligen zwischen Bundesliga (höchste Liga) und Kreisliga (niedrigste Liga) wurden eingeladen, sich an der Studie zu beteiligen. Abbildung 1 zeigt die Zusammensetzung der Studienpopulation nach Ligenzugehörigkeit. Die meisten Spieler kamen aus Mannschaften der Landesliga, wenige aus Bundesligamannschaften.



**Abbildung 1:** Verteilung auf die Ligen

Anhand der Ligenzugehörigkeit wurden die Damen- und Herrenmannschaften in je zwei Leistungsklassen zusammengefasst, die zwei unterschiedliche Leistungsniveaus repräsentieren. Auch in der Literatur hat sich die Einteilung in „elite“ und „recreational“ bewährt. Der oberen Leistungsklasse wurden die drei oberen Ligen (Oberliga, Regionalliga und Bundesliga, im Folgenden „1. LK“ genannt), der unteren Leistungsklasse die drei unteren Ligen (Kreisliga, Bezirksliga und Landesliga, im Folgenden „2. LK“ genannt) zugeteilt (Tabelle 2). Die Zusammenfassung der verschiedenen Ligen in zwei Leistungsklassen hat den Vorteil, größere Gruppenstärken zu erreichen und daher möglichst aussagekräftige und vergleichbare Ergebnisse zu erhalten. Der Übergang von der unteren zur oberen Leistungsklasse wurde zwischen Landesliga und Oberliga gelegt, da ab der Oberliga das Betreiben dieser Sportart deutlich mehr im Zeichen des Wettkampf- und Leistungssports steht als in den Ligen unterhalb. Dies wird zum Beispiel an der Trainingsintensität deutlich: Die Spieler der Oberliga erreichten innerhalb der Saison durchschnittlich 63 Teilnahmen am Sport, die Spieler der Landesliga hingegen nur 51 Teilnahmen am Sport. Tabelle 3 zeigt die Intensität des Sporeinsatzes innerhalb der Klassierungen. In den Feldern wird die Anzahl der Sporeinsätze pro Spieler während der Basketballsaison 2003/ 2004 angegeben. Diese Durchschnittswerte zeigen ebenfalls einen signifikanten Unterschied und unterstützen damit den Klassenübergang an dieser Stelle.

**Tabelle 2:** Verteilung der Spieler auf die Klassen (n=334)

	Herren	Damen
1. LK	79	32
2. LK	127	96

**Tabelle 3:** Sporeinsätze pro Spieler

	Herren	Damen
1. LK	85	80
2. LK	53*	41*

\* signifikante Unterschiede ( $p < 0,05$ )

Die Einteilung in die Studiengruppen Trainingsgruppe, Orthesengruppe und Kontrollgruppe erfolgte zunächst randomisiert. In einigen Fällen konnte die Randomisierung

nicht stringent eingehalten werden, da einige Mannschaften bzw. Spieler nur dann einer Teilnahme an der Studie zustimmten, wenn sie bei der Zuteilung bestimmte Gruppen ausschließen durften. In diesen Fällen erfolgte die Randomisierung nur innerhalb der von den Mannschaften bzw. Spielern akzeptierten Gruppen. Nach erfolgter Einteilung durften keine zusätzlichen Maßnahmen zur Stärkung des Sprunggelenks oder zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen durchgeführt werden.

An der Trainingsgruppe konnten die Mannschaften organisationsbedingt nur geschlossen teilnehmen, der Orthesen- bzw. Kontrollgruppe konnten sowohl ganze Mannschaften als auch einzelne Spieler zugewiesen werden. Alle Leistungsklassen beinhalten die drei Gruppen Trainingsgruppe, Orthesengruppe und Kontrollgruppe (Tabelle 4).

**Tabelle 4:** Verteilung der Spieler auf die Gruppen (n=334)

<b>Spieler</b>	<b>Trainingsgruppe</b>	<b>Orthesengruppe</b>	<b>Kontrollgruppe</b>
Herren, 1. LK	29	31	19
Herren, 2. LK	49	30	48
Damen, 1. LK	11	3	18
Damen, 2. LK	27	29	40
<b>Summe</b>	<b>116</b>	<b>93</b>	<b>125</b>

Tabelle 5 zeigt die nach den drei Studiengruppen aufgeschlüsselten anthropometrischen Daten der Studienteilnehmer im Vergleich.

**Tabelle 5:** Anthropometrische Daten nach Gruppenzugehörigkeit (Mittelwert ± Standardabweichung)

	<b>n</b>	<b>Alter (Jahre)</b>	<b>Größe (m)</b>	<b>Gewicht (kg)</b>
Trainingsgruppe, Herren	79	23,1±5,7	1,91±0,09	84,7±14,5
Trainingsgruppe, Damen	37	22,5±7,0	1,75±0,06	67,4±9,7
Orthesengruppe, Herren	61	24,0±4,7	1,89±0,09	86,4±14,3
Orthesengruppe, Damen	32	27,8±6,0	1,75±0,06	68,8±7,9
Kontrollgruppe, Herren	67	26,2±7,9	1,88±0,08	84,4±12,7
Kontrollgruppe, Damen	58	25,1±6,4	1,76±0,08	68,1±9,8

## 2.3 Untersuchungsgruppen

### 2.3.1 Trainingsgruppe (n=116)

Zu Beginn der Saison vermittelte ein speziell geschulter Physiotherapeut den Mannschaften theoretische Hintergründe und praktische Aspekte des Trainings. Im Anschluss leitete er die Übungen an, deren Überwachung im Verlauf der Saison die speziell instruierten Trainer übernahmen. Nach den ersten drei Wochen und zur Anleitung der im weiteren Verlauf eingeführten Modifikationen des Trainings wurden die Mannschaften wiederholt besucht. Zusätzlich erhielten die Mannschaften Broschüren, in denen der theoretische Hintergrund, die methodischen Grundlagen sowie die einzelnen Übungen detailliert erläutert wurden. Spieler, die zusätzlich Sprunggelenksorthesen trugen oder mehr als zwei Trainingseinheiten in Folge verpassten, wurden von der Auswertung ausgeschlossen.

Bei dem Propriozeptionstraining handelte es sich um ein Multistationstraining, welches sechs Stationen umfasste und in einer Trainingseinheit zweimal zu durchlaufen war, um beide Füße gleichermaßen zu beanspruchen. Das Programm dauerte 15 Minuten und wurde einmal wöchentlich nach kurzem Warm-up dem regulären Training vorgeschaltet. Es enthielt spezielle Übungen zur Verbesserung von Koordination und Gleichgewicht unter Berücksichtigung einer physiologischen Körper- und Beinachsenstellung. Als Übungsmaterialien dienten Turnbänke, weiche und feste Matten, Kippelbretter und Deuserbänder. In einer ersten Stufe wurden Grundübungen vermittelt, deren Schwierigkeit und Intensität durch Modifikationen im Laufe der Saison zweimal erhöht wurde. Das Trainingsprogramm wird in Anhang 1 ausführlich dokumentiert.

Das in der Studie verwendete Propriozeptionstraining wurde in Zusammenarbeit mit der Schule für Physiotherapie des Universitätsklinikums Münster entwickelt. Als methodische Grundlage diente ein Trainingsprogramm, welches ebenfalls dort entwickelt wurde und bereits erfolgreich bei Patienten mit chronisch instabilen Sprunggelenken zum Einsatz gekommen war <sup>(12,48)</sup>. Die Übungen wurden modifiziert, um sie auf die Sportart Basketball auszurichten. Außerdem sollten sie mit geringem zusätzlichem Aufwand in jeder normal ausgestatteten Turnhalle durchführbar sein.

### 2.3.2 Orthesengruppe (n=93)

Die Orthesengruppe umfasste 93 Spieler, davon trugen 66 Spieler die AirGo Orthese der Firma Aircast (Aircast Europa GmbH, Georg-Wiesböck-Ring 12, D-83115 Neubu-ern), die von dieser Firma in entsprechender Anzahl für die Studie zur Verfügung ge-stellt wurde. 27 Spieler nutzten ihre eigenen Orthesen. Hier wurden sowohl semirigide als auch weiche Orthesen akzeptiert. Die Orthesen waren bei jeder Sportteilnahme zu tragen. Das Sprunggelenk durfte durch keine zusätzlichen speziellen Übungen trainiert werden.

Sieben Spieler trugen an beiden Füßen Orthesen, die restlichen Spieler entschieden sich für eine Seite. Daraus ergab sich eine Gesamtanzahl von 100 Orthesen an 93 Spielern: 66 AirGo-Orthesen der Firma Aircast und 34 weitere Orthesen.

#### 2.3.2.1 Aircast AirGo Orthese

Die Orthese AirGo (früher AirSport) der Firma Aircast besteht aus zwei Hartschalen, die unter der Ferse und vor dem Sprunggelenk elastisch miteinander verbunden sind. Die Innenseiten der anatomisch geformten Kunststoff-hartschalen sind mit komprimierbarem Schaumstoff aus-gepolstert. Die Orthese wird mit zwei Zügeln am Sprunggelenk fixiert. Der erste Zügel verläuft hinter der Achillessehne, der zweite Zügel wird vom lateralen Fußrand aus spiralförmig um das Sprunggelenk nach proximal geführt (Abbildung 2). Beide Zügel werden mittels Klettverschluss befestigt. Um eine optimale Stützfunktion zu gewährleisten, muss die Orthese im Schuh getragen werden. Sie ist in den Größen small, me-dium und large lieferbar.



**Abbildung 2:**  
Die AirGo Orthese

### 2.3.2.2 Sonstige Orthesen

Bei den privaten Orthesen handelte es sich sowohl um semirigide, als auch um weiche Modelle. Mit 14 Orthesen war das Modell Malleoloc der Firma Bauerfeind in dieser Gruppe am häufigsten vertreten. Es folgten ASO (Basko) mit sieben und epX (Lohmann & Rauscher) mit drei Modellen. Eine genaue Übersicht verschafft Tabelle 6.

**Tabelle 6:** sonstige Orthesen (n=34)

HERSTELLER, Modell (falls bekannt)	n
BAUERFEIND, Malleoloc	14
BASKO, ASO	7
LOHMANN & RAUSCHER, epX Sprunggelenkbandage	3
AIRCAST, Aircast Sportschiene	1
MÜLLER	1
NIKE	1
OFA BAMBERG GmbH, Push Aequi	1
WARNCKE, Mikros	1
UNBEKANNTER HERSTELLER, Active	1
nicht näher bezeichnet	4

### 2.3.3 Kontrollgruppe (n=125)

Die 125 Spieler der Kontrollgruppe trainierten wie gewohnt. Ihr Training durfte keine speziellen propriozeptiven Übungen enthalten. Spieler, die zwischenzeitlich Orthesen trugen, wurden aus der Gruppe ausgeschlossen.

## 2.4 Studiendurchführung

### 2.4.1 Beobachtungszeitraum

Der Beobachtungszeitraum dieser prospektiv geführten Studie war die Basketballsaison 2003/ 2004. In Abhängigkeit von den Spielplänen erstreckte sich die Saison für die meisten Mannschaften über sechs Monate von Oktober 2003 bis April 2004.

### **2.4.2 Kontakt zu den Vereinen**

Vier Monate vor Beginn der Basketballsaison 2003/ 2004 wurden zahlreiche Basketballmannschaften aller Leistungsklassen in näherer und weiterer Umgebung Münsters kontaktiert. Der Westdeutsche Basketball Verband (WBV) sowie der Deutsche Basketball Bund (DBB) unterstützten die Suche nach Ansprechpartnern. Es wurde Informationsmaterial versandt, ebenso bestand telefonischer Kontakt zu den Vereinsvorsitzenden und Trainern. Zusätzlich wurden Informationsveranstaltungen durchgeführt und Ausgänge angebracht.

### **2.4.3 Erfassung der Spieler**

Vorab war von jedem Spieler ein Erfassungsbogen auszufüllen (Anhang 2), der neben den anthropometrischen Daten auch Informationen über vorangegangene Verletzungen, insbesondere der Sprunggelenke, abfragte. Zusätzlich wurden Auskünfte über bereits durchgeführte präventive Maßnahmen eingeholt.

### **2.4.4 Erfassung der Teilnahmen am Sport**

Die Trainer erhielten für jeden Spieler ein kalenderähnliches Protokollblatt, das der Erfassung der Sportteilnahmen diente (Anhang 3). Jede Trainingseinheit und jedes Spiel musste durch eine Markierung des entsprechenden Datums festgehalten werden. Der Trainer durfte zu seiner Entlastung nach entsprechenden Instruktionen auch die Spieler mit der Erfassung ihrer Sportteilnahmen beauftragen. Am Ende der Saison wurden die Protokollblätter von allen Mannschaften eingesammelt.

### **2.4.5 Erfassung der Verletzungen**

Im Falle einer Verletzung war von dem betroffenen Spieler oder seinem Trainer ein spezieller Fragebogen zur Verletzungsanalyse auszufüllen (Anhang 4). Dieser Fragebogen wurde speziell für dieses Vorgehen entwickelt. Er gibt dem Spieler in Form von Listen Auswahlmöglichkeiten über den Zeitpunkt, die Lokalisation und die Ursache der Verletzung vor. Hinzu kommen einige präzise Fragen zum Bewegungsablauf, zur Behandlung, zur Diagnose und zur getragenen Schutzausrüstung. Um eine möglichst lü-

ckenlose Erfassung aller Verletzungen zu gewährleisten, wurden die Trainer mehrmals in der Saison telefonisch und schriftlich kontaktiert, informiert und abgefragt, ob Verletzungen oder andere Ausfälle stattgefunden haben. So konnte die Datenerhebung kontinuierlich erfolgen.

#### **2.4.6 Definition der Verletzung**

Eine Verletzung wurde als ein Ereignis definiert, welches den Spieler zum Abbruch des Trainings oder Spiels zwingt und/ oder zum Ausfall der folgenden Einheit(en) führt.

### **2.5 Auswertung**

#### **2.5.1 Allgemeine Verletzungsstatistik**

Für die allgemeine Verletzungsstatistik wurden alle während der Basketballsaison 2003/ 2004 gemeldeten Verletzungen nach Lokalisation und Häufigkeit sortiert und die zugehörigen relativen Werte in prozentuale Anteile umgerechnet. Da die allgemeine Verletzungsstatistik gruppenübergreifend alle Verletzungen einschließt, beinhaltet sie auch die Verletzungen der Spieler, die aus den einzelnen Gruppen ausgeschlossen wurden.

#### **2.5.2 Verletzungen des Sprunggelenks**

Die Bandverletzungen des Sprunggelenks wurden innerhalb der drei Untersuchungsgruppen sowie nach Geschlecht und Leistungsklasse ausgewertet. Wiederholungsverletzungen (ein Fall) wurden zunächst mitgezählt, mussten jedoch für die analytische Statistik ausgeschlossen werden. Um vergleichbare Aussagen über die Verletzungshäufigkeit in den einzelnen Gruppen zu ermöglichen, wurde die Anzahl der Verletzungen jeweils auf 1000 Teilnahmen am Sport relativiert.

Zu diesem Zweck erfolgte nach Studienende die Auszählung der Sportteilnahmen aller Spieler. In den Fällen, in denen die Protokollblätter nach Studienende nicht eingegangen

waren (7,8 %), wurden die Anzahl der Sportteilnahmen anhand der Trainingsprotokolle des Trainers ermittelt. Waren keine Trainingsprotokolle vorhanden, schätzte der Trainer die Sportteilnahmen der betroffenen Spieler anhand der Trainingsfrequenz, der Anzahl der Spiele und der Fehlzeiten.

Die Verletzungsdaten und Sportteilnahmen von Spielern, welche die Studie nicht beendeten, wurden in der Auswertung bis zu dem Zeitpunkt ihres Ausscheidens als Studienteilnehmer berücksichtigt.

### **2.5.3 Statistische Auswertung**

Die deskriptive Statistik erfolgte unter Verwendung der Standardsoftware Microsoft Excel 2002 (Microsoft, Redmond, USA). Es wurden die statistischen Größen Mittelwert, Standardabweichung, Spannweite und relative Häufigkeit ermittelt.

Bei einer Probandenzahl von 334 Personen kann von einer hinreichenden Normalverteilung ausgegangen werden, sodass parametrische Testverfahren zur Anwendung herangezogen werden konnten. Hierfür wurde ebenfalls das Programm Microsoft Excel 2002 verwendet.

Zur Überprüfung von Unterschieden bezüglich der anthropometrischen Daten der Spieler wurde der unabhängige t-Test verwendet. Die Varianz (homoskedastisch oder heteroskedastisch) wurde zuvor mit dem F-Test ermittelt.

Die Irrtumswahrscheinlichkeiten unterliegen den üblichen Signifikanzniveaus und sind wie folgt definiert:

$p > 0,05$  nicht signifikant (ns)

$p < 0,05$  signifikant (\*)

Neben der deskriptiven Analyse und den parametrischen Tests wurden die Daten mittels einer hierarchischen logistischen Regression analysiert <sup>(61)</sup>. Dieser Ansatz wurde gewählt, um die Abhängigkeit zwischen multiplen Beobachtungen jeder Versuchsperson (linker und rechter Fuß) und multiplen Teilnahmen am Sport zu berücksichtigen. Um das Modell anwenden zu können, mussten Wiederholungsverletzungen ausgeschlossen werden (ein Fall in der Kontrollgruppe der Herren, untere Leistungsklasse). Das zugrun-

de liegende hierarchische Modell setzt sich aus zwei Modellebenen zusammen: Auf der ersten Ebene wird das Verletzungsrisiko jedes einzelnen Fußes mit einem gewöhnlichen logistischen Regressionsansatz modelliert. Eine Indikatorvariable zeigt an, ob der Fuß behandelt wurde oder nicht, ohne die verschiedenen Arten der Behandlung zu unterscheiden. Auf der zweiten Ebene wird die Zugehörigkeit zu den drei Gruppen (Kontrollgruppe, Trainingsgruppe und Orthesengruppe) in Form eines Zufallseffekts modelliert. Die Erwartungswerte dieser Zufallseffekte geben die entsprechenden erwarteten Verletzungsrisiken der drei Gruppen an.

Die Schätzung der Parameter des hierarchischen Modells wurde mittels eines Restricted Maximum Likelihood-Ansatzes auf der Basis eines marginalen Modells (population average model) durchgeführt.

In den letzten Jahren hat sich durch den Bedarf an gesundheitsökonomischen Bewertungen von Therapien die „Number Needed to Treat“ (NNT) zunehmend etabliert <sup>(32)</sup>. Sie beschreibt, wie viele Personen eine Maßnahme ausführen müssen, um ein Ereignis zu verhindern. Um die verschiedenen Gruppen zu vergleichen, wurden daher die Ergebnisse sowohl als Odds Ratio (Chancenverhältnis) als auch als NNT dargestellt. p-Werte kleiner 0,05 wurden als statistisch signifikant interpretiert.

Zur Auswertung der Daten (hierarchische logistische Regression) wurde das Softwarepaket HLM 6.0 (Scientific Software International, Lincolnwood, Illinois) verwendet.

### 3 Ergebnisse

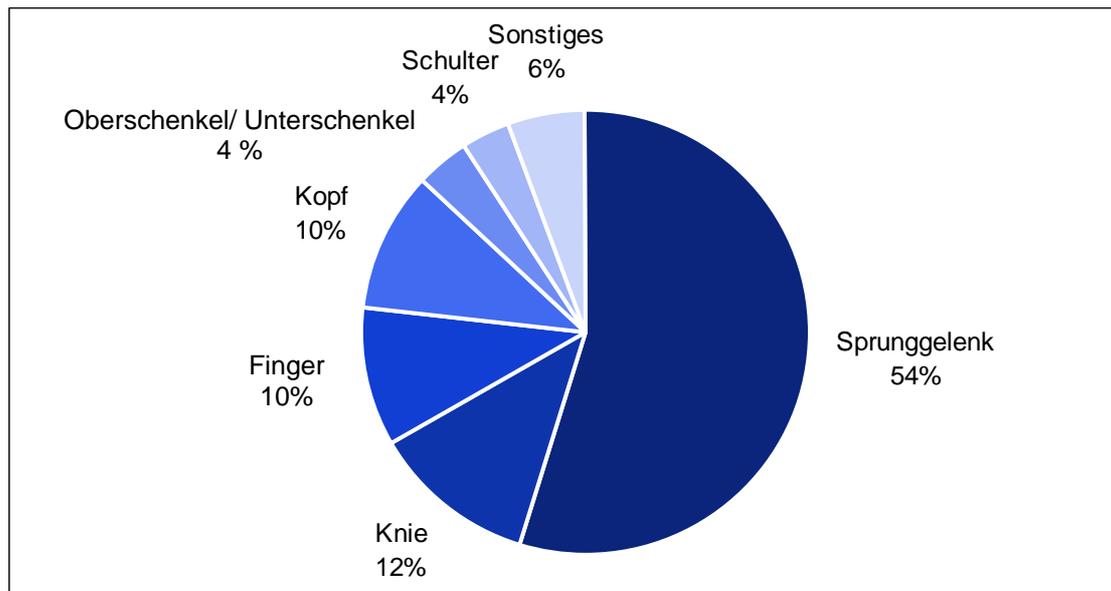
#### 3.1 Allgemeine Verletzungsstatistik

Für die allgemeine Verletzungsstatistik wurden die drei Untersuchungsgruppen zusammengefasst und alle protokollierten Verletzungen ausgewertet. Hierzu zählten auch die Sprunggelenksverletzungen, die aus methodischen Gründen beim Vergleich der Gruppen nicht berücksichtigt werden konnten, z.B. Verletzungen der kontralateralen Seite bei den Spielern der Orthesengruppe, die nur auf einer Seite eine Orthese getragen haben. Ebenso wurden Verletzungen von Spielern einbezogen, die aufgrund der Ausschlusskriterien nicht im Gruppenvergleich gewertet werden konnten.

In dem Beobachtungszeitraum wurden 108 Verletzungen gezählt. Eine Übersicht geben Tabelle 7 und Abbildung 3.

**Tabelle 7:** Allgemeine Verletzungsstatistik, Übersicht

Verletzungsregionen	n	n	Diagnosen
Sprunggelenk	59	59	Distorsionen, Bänderrisse/ -anrisse
Kniegelenk	13	9	Distorsionen, Bänderrisse/ -anrisse
		3	Prellungen
		1	Gelenkkontusion
Finger	11	10	Distorsionen, Bänderrisse/ -anrisse
		1	Luxation
Kopf	11	4	Nasenbeinbrüche
		3	Platzwunden
		2	Gehirnerschütterungen
		2	Netzhautprellungen
Ober- & Unterschenkel	4	3	Muskelzerrungen
		1	Fibulafraktur
Schulter	4	2	Prellungen (1x mit folgender Bursitis)
		2	Distorsionen
Sonstige	6	3	Rückenverletzungen
		2	Achillessehnenreizungen
		1	Ellbogenverletzung



**Abbildung 3:** Allgemeine Verletzungsstatistik, relative Darstellung

Als Verletzungsschwerpunkt trat mit 59 Verletzungen das obere Sprunggelenk hervor, dies entsprach 54 % aller Verletzungen. Es handelte sich ausnahmslos um Bänderdehnungen und -(an)risse. Traumata mit knöcherner Beteiligung blieben aus. Die Sprunggelenksverletzungen werden im Abschnitt 3.2 ausführlich analysiert.

13 Verletzungen (12 %) betrafen das Kniegelenk. Auch hier standen Bänderläsionen im Vordergrund. Es kam zu neun Distorsionen, von denen vier so schwer waren, dass sie operativ behandelt werden mussten. Zwei Drittel der Distorsionen traten bei schnellem Richtungswechsel mit festgestelltem Fuß auf. Bei den restlichen Verletzungen handelte es sich um Prellungen durch Zusammenstöße mit Gegenspielern und in einem Fall um eine Gelenk- bzw. Knorpelkontusion bei der Landung nach einem Korbleger.

Bei den elf Fingerverletzungen handelte es sich ausschließlich um Verletzungen der Gelenke. Neben einer Luxation verteilte sich der Rest auf Stauchungen und Distorsionen der Gelenkkapsel, teils auch mit Riss oder Anriss derselben. Daumen und Mittelfinger waren die am häufigsten betroffenen Finger. Mit Ausnahme eines Falls wurden die Finger durch harten Ballkontakt verletzt.

Mit elf Kopfverletzungen war der Kopf genauso oft wie die Finger betroffen. Vier Nasenbeinbrüche, drei Platzwunden sowie eine Gehirnerschütterung entstanden beim

Kampf um den Ball durch Kontakt mit gegnerischen Ellbögen oder Köpfen. Die zweite Gehirnerschütterung wurde durch zwei aufeinander folgende harte Ballkontakte verursacht. Des Weiteren wurden zwei Netzhautprellungen dokumentiert. In beiden Fällen geriet ein Finger eines Gegenspielers in das betroffene Auge.

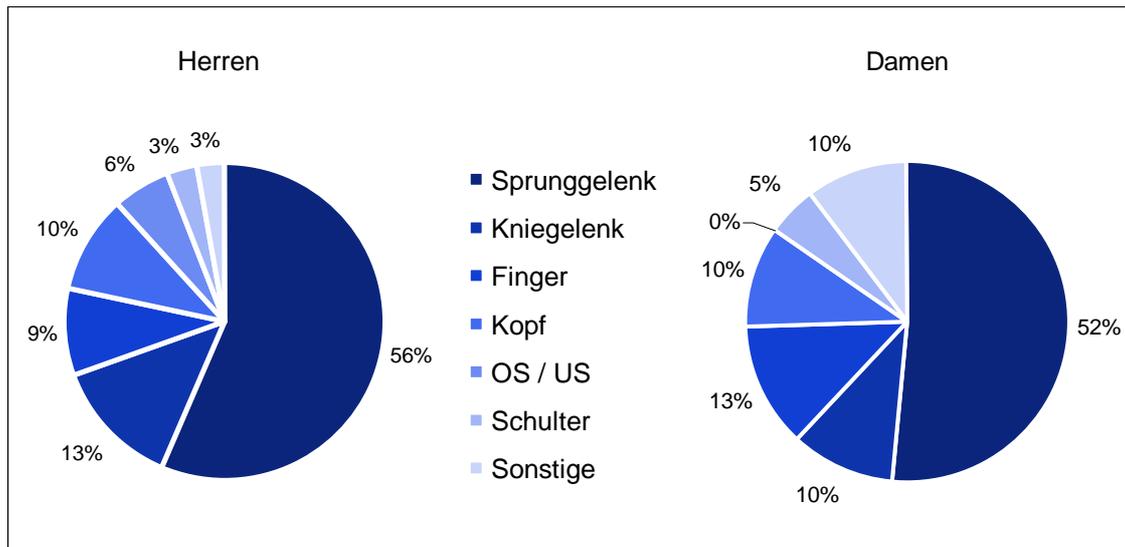
Im Oberschenkel-/ Unterschenkelbereich standen Beschwerden am muskulären Apparat im Vordergrund. Bei zwei Spielern kam es zu Zerrungen im Adduktorenbereich, ein Spieler musste wegen einer Zerrung der Wadenmuskulatur aussetzen. Zu der Fibulafraktur führte ein direktes Anpralltrauma mit Ball und Gegenspieler.

Die Schulterverletzungen teilten sich in Prellungen und Distorsionen auf. Während die zwei Prellungen auf direkten Anpralltraumata beruhten, entstanden die beiden Distorsionen zwar auch durch äußere Einflüsse, jedoch auf indirektem Wege über eine Hebelwirkung der Arme.

Sechs Verletzungen wurden in der Rubrik „Sonstige Verletzungen“ zusammengefasst. Zu den drei Rückenverletzungen zählten eine Prellung nach Gegnerkontakt, ein Lumbago nach ungünstiger Landung sowie ein schmerzhafter Hartspann nach übertriebenem Training. Die zwei Achillessehnenentzündungen traten nach Laufübungen auf. Eine weitere Verletzung betraf das Ellbogengelenk. Es handelte sich um eine Kontaktverletzung, der genaue Verletzungsmechanismus konnte jedoch nicht eruiert werden.

### **3.1.1 Geschlechtsspezifische Merkmale**

Die Verletzungsfälle der Damen und Herren wiesen eine ähnliche Verteilung auf die verschiedenen Körperregionen auf (Abbildung 4). Sprunggelenksverletzungen dominierten bei beiden Geschlechtern deutlich. Bei den Damen folgten an zweiter Stelle die Fingerverletzungen noch vor den Knieverletzungen. Bei den Herren fanden sich hier umgekehrte Verhältnisse. Kopfverletzungen hatten in beiden Gruppen denselben Anteil und standen an vierter Stelle. Die restlichen 12 % bzw. 15 % betrafen Verletzungen des Ober- und Unterschenkels, der Schulter und sonstigen Verletzungen. Hier fiel auf, dass die Damen im Gegensatz zu den Herren in keinem Fall Beschwerden im Bereich des Ober- oder Unterschenkels angaben. Dafür überwogen bei den Damen die sonstigen, nicht separat klassifizierten Verletzungen.



**Abbildung 4:** Geschlechtsspezifische Merkmale: Verteilung der Verletzungen

Von 210 Herren verletzten sich innerhalb einer Saison 61 Spieler, dies entspricht einem Anteil von 29,0 % (Tabelle 8). Bei den Spielerinnen lagen ähnliche Verhältnisse vor: Im gleichen Zeitraum verletzten sich 35 der 128 Damen, dies entspricht einen Anteil von 27,3 %. Zwölf Spieler verletzten sich mehrfach. Unter Berücksichtigung dieser Mehrfachverletzungen errechnet sich eine allgemeine Verletzungsrate von 0,32 pro Saison. Auch hier liegen die Werte der Damen und Herren dicht beieinander (0,30 vs. 0,33).

**Tabelle 8:** Geschlechtsspezifische Merkmale: Allgemeine Verletzungsstatistik

	Spieler	Verletzte Spieler	Verletzungen	Anteil verletzter Spieler	Verletzungsrate
Herren	210	61	69	29,0 %	0,33
Damen	128	35	39	27,3 %	0,30

### 3.1.2 Leistungsspezifische Merkmale

Betrachtet man die Verletzungsrate nach den Ligen geordnet, so fällt auf, dass in den höheren Ligen ein erhöhtes Verletzungsrisiko besteht (Abbildung 5). Während sich in den höheren Ligen jeder zweite Spieler innerhalb einer Saison verletzte, zog sich in den niedrigeren Ligen im gleichen Zeitraum nur jeder fünfte eine Verletzung zu. Es gab

keine Beziehungen zwischen Verletzungsart oder -ort und Spielklasse. Die verschiedenen Verletzungen fanden sich in allen Klassen wieder.

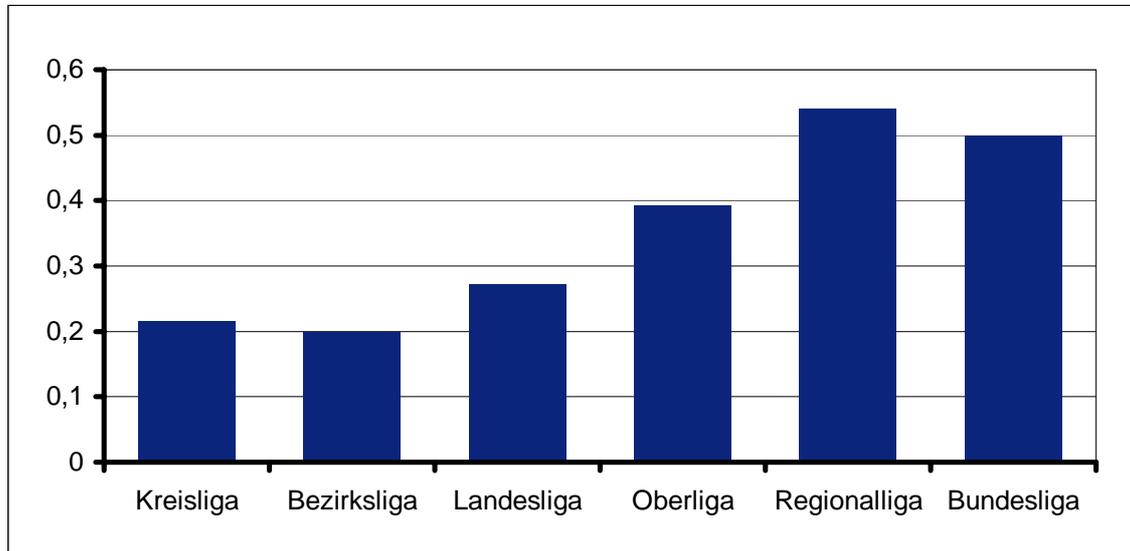


Abbildung 5: Verletzungsraten nach Ligen

## 3.2 Verletzungen des Sprunggelenks

### 3.2.1 Verletzungsanalyse

Von den 59 berichteten Sprunggelenksverletzungen lagen 55 Fragebögen zur Auswertung vor. Das Ergebnis ist in Tabelle 9 zusammengefasst. Die Hälfte der Verletzungen ereignete sich beim Training, die andere Hälfte während der Spieleinsätze. Hier traten die meisten Verletzungen im mittleren Spielzeitbereich auf, beim Training eher etwas später, durchschnittlich 53 Minuten nach dem Aufwärmen. Beim Aufwärmen gab es zwei Verletzungen, beim Abwärmen keine. 80 % der Verletzungen im Spiel entstanden während des Angriffs, 20 % bei der Abwehr.

Ursächlich stand bei 64 % aller Verletzungen der Kontakt mit einem Gegenspieler im Vordergrund, meist durch Auftreten auf den gegnerischen Fuß mit nachfolgendem Umknicken. Die Verletzungen ohne Spielerkontakt ereigneten sich überwiegend beim Laufen und Abstoppen sowie bei der Landung nach Sprüngen.

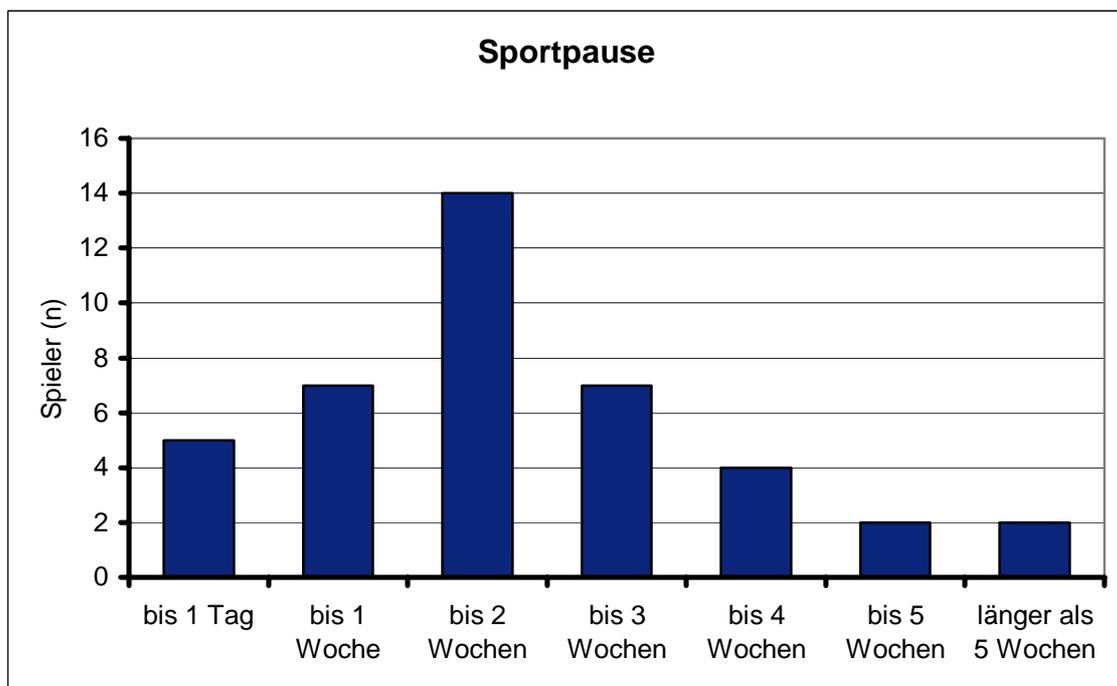
**Tabelle 9:** Auswertung der Fragebögen zur Verletzungsanalyse (n=55)

---

27	Verletzungen während des Trainings
2	Verletzungen beim Aufwärmen
25	Verletzungen während des Trainings, durchschnittlich nach 53 Minuten
0	Verletzungen beim Abwärmen
27	Verletzungen während eines Spiels
0	Verletzungen beim Aufwärmen
6	Verletzungen im 1. Viertel
8	Verletzungen im 2. Viertel
8	Verletzungen im 3. Viertel
4	Verletzungen im 4. Viertel
0	Verletzungen beim Abwärmen
1	ohne Angabe
20	Verletzungen im Angriff
5	Verletzungen in der Abwehr
2	ohne Angabe
1	ohne Angabe
35	Verletzungen mit Gegnerkontakt
16	Verletzungen bei Landung nach Sprung auf Fuß eines Gegners
12	Verletzungen durch Tritt auf den Fuß eines Gegners
4	Verletzungen durch Zusammenstoß
3	Verletzungen durch direkte Einwirkung eines gegnerischen Fußes
20	Verletzungen ohne Gegnerkontakt
8	Verletzungen beim Laufen (mit/ ohne Richtungswechsel) oder Abstoppen
8	Verletzungen bei Landung nach Sprung
2	Verletzungen durch Tritt auf Ball
2	ohne Angabe
51	sofortige Unterbrechungen des Sparteinsatzes
3	Fortsetzungen des Sparteinsatzes mit späterem Abbruch
1	ohne Angabe
34	sofortige Behandlung
14	spätere Behandlung
7	ohne Angabe
2,4	Wochen Sportpause (Mittelwert)
12,7	Monate Schuhalter (Mittelwert)

---

In fast allen Fällen (94 %) wurde der Spieleinsatz sofort unterbrochen, lediglich 6 % der verletzten Spieler spielten zunächst weiter und pausierten nachfolgend. Die Behandlung der Verletzungen begann in 70,8 % der Fälle noch am Spielfeldrand, in den übrigen Fällen später. Kühlung (71,7 %), Kompression (32,6 %) und Hochlagerung (28,3 %) waren die am häufigsten durchgeführten Erstmaßnahmen. 41,3 % der verletzten Spieler begaben sich in ärztliche Behandlung. Die anschließende Sportpause (Abbildung 6) betrug im Mittel 2,4 Wochen. 80,5 % der Spieler waren nach drei Wochen wieder einsatzbereit, in 12,2 % der Fälle reichte sogar ein Tag Sportpause aus. Ausfallzeiten über vier Wochen waren selten (9,8 %).



**Abbildung 6:** Durchschnittliche Sportpause nach Verletzung

Das Alter der Sportschuhe war sehr unterschiedlich und betrug einen halben Monat bis zu 4,5 Jahren. 70 % der Schuhe waren nicht älter als ein Jahr. Das mittlere Alter der Sportschuhe betrug 12,7 Monate.

15,0 % der Damen verletzten sich am Sprunggelenk, bei den Herren lag der Anteil der Verletzten mit 16,7 % etwas höher. Analysiert man die Fragebögen zur Erfassung der Sprunggelenksverletzungen geschlechtsabhängig, so fallen unterschiedliche Angaben

bei der Verletzungsursache auf (Abbildung 7). Stellt man den Verletzungen mit äußeren Einflüssen (Verletzungen mit Gegnerkontakt, Verletzungen durch Tritt auf den Ball) die Verletzungen ohne äußere Einflüsse gegenüber (Verletzungen während des Laufens und Springens), ergibt sich ein Verhältnis von 2,5:1 bei den Herren bzw. 1,4:1 bei den Damen. Bei den Damen entsteht demnach im Vergleich zu den Herren ein größerer Teil der Verletzungen ohne äußere Einwirkungen, insbesondere mit weniger gegnerischer Einwirkung. Weitere geschlechtsspezifische Tendenzen konnten nicht nachgewiesen werden.

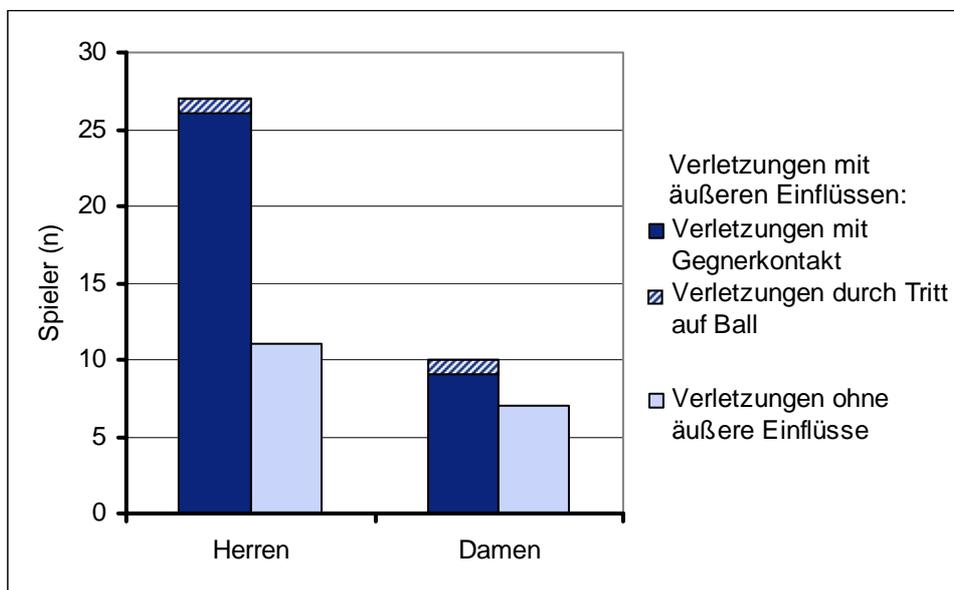


Abbildung 7: Ätiologie der Sprunggelenksverletzungen getrennt nach Geschlecht

### 3.2.2 Sprunggelenksverletzungen in den Untersuchungsgruppen

Tabelle 10 gibt einen Überblick über die Sprunggelenksverletzungen in den verschiedenen Untersuchungsgruppen sowie über die Ergebnisse der analytischen Statistik.

Die 125 Spieler der Kontrollgruppe erreichten 7367 Teilnahmen am Sport. Bei 24 Verletzungen betrug die Verletzungshäufigkeit 3,26 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport. Es wurden die Bandverletzungen beider Füße gezählt.

In der Trainingsgruppe hatten die 116 Spieler 6615 mal am Sport partizipiert, dabei kam es zu 13 Verletzungen. Dies ergab eine Verletzungshäufigkeit von 1,97 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport. Da das Trainingsprogramm so ausgelegt war, dass beide Füße mit gleicher Intensität trainiert wurden, konnten die Bandverletzungen beider Füße gezählt werden.

Die Orthesengruppe setzte sich aus 93 Spielern mit 100 Orthesen zusammen. Da folglich viele Spieler nur eine Orthese getragen haben, wurde in einem ersten Schritt die Verletzungshäufigkeit pro Fuß mit Orthese ermittelt, um sie anschließend auf das Fußpaar (beidseits mit Orthesen ausgestattet) hochzurechnen. Das Endergebnis ist somit mit den Verletzungshäufigkeiten der anderen Gruppen vergleichbar.

Die 100 mit Orthesen ausgestatteten Füße wurden insgesamt 5980 mal eingesetzt. Dabei entstanden drei Verletzungen, in denen drei verschiedene Orthesen jeweils ein Mal involviert waren: AirGo, Aircast Sportschiene und epX. Daraus ergab sich eine Verletzungshäufigkeit von 0,50 Verletzungen pro Fuß pro 1000 Teilnahmen am Sport. Unter der Annahme, dass sich beide Füße eines Spielers unabhängig voneinander verletzen (vgl. 4.3.3.6), ist das für einen Fuß errechnete Risiko zu verdoppeln, um die Verletzungshäufigkeit von Spielern, die an beiden Füßen mit Orthesen ausgerüstet sind, zu erhalten. In diesem Fall ergab sich eine Verletzungshäufigkeit von 1,00 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport.

**Tabelle 10:** Sprunggelenksverletzungen in den Untersuchungsgruppen

	Trainingsgruppe	Orthesengruppe	Kontrollgruppe
Einsätze im Sport	6615	5980	7367
Verletzungen	13	3	24
Verletzungshäufigkeit (Verletzungen/1000 Teilnahmen am Sport)	<b>1,97</b>	0,50 (pro Fuß) <b>1,00</b>	<b>3,26</b>
weiterführende Statistik: Intervention vs. Kontrolle			
Odds Ratio	0,31	0,61	
95%-Konfidenzintervall	0,1-0,96	0,34-1,11	
p-Wert	0,106	0,042	
NNT*	11	6	

\* Beobachtungseinheiten sind Spieler mit 70 Sportteilnahmen pro Saison. 70 Sportteilnahmen werden bei zwei Trainingseinheiten pro Woche und Teilnahme an den Spielen erreicht.

### 3.2.2.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede

Die geschlechtsspezifische Analyse der Sprunggelenksverletzungen (vgl. 3.2.1) zeigte, dass sich die Herren in Relation zur Spielerzahl etwas häufiger verletzten als die Damen (16,7 % vs. 15,0 %). Wird als präziseres Maß statt der Spielerzahl die Summe der Sportteilnahmen der Damen bzw. Herren als Bezug gewählt, kehrt sich die Tendenz um, da die Herren insgesamt häufiger am Sport teilnahmen als die Damen: In allen Gruppen lag die Verletzungshäufigkeit der Herren unterhalb der der Damen (Tabelle 11 und 12). Dabei zeigte sich in den Interventionsgruppen ein deutlicherer Unterschied als in der Kontrollgruppe: Während die Differenz in der Kontrollgruppe zwischen Damen und Herren nur 0,25 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport betrug, vergrößerte sich diese auf 0,46 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport in der Orthesengruppe bzw. auf 1,16 Verletzungen pro 1000 Sportteilnahmen in der Trainingsgruppe. Die geringste Verletzungshäufigkeit wies die Orthesengruppe der Herren auf, die höchste Verletzungsrate die Kontrollgruppe der Damen. Die statistische Auswertung zeigte jedoch weder bei den Damen noch bei den Herren eine signifikante Verminderung der Verletzungshäufigkeit durch die Interventionsmaßnahmen, auch wenn das Signifikanzniveau bei den Herren nur knapp verfehlt wurde.

**Tabelle 11:** Auswertung getrennt nach Geschlecht: **Teilnahmen am Sport (Verletzungen)**

	Trainingsgruppe	Orthesengruppe	Kontrollgruppe
Herren	4834 (8)	4499 (2)	4132 (13)
Damen	1781 (5)	1481 (1)	3235 (11)

**Tabelle 12:** Auswertung getrennt nach Geschlecht: **Verletzungsstatistik**

	Trainingsgruppe	Orthesengruppe	Kontrollgruppe
Herren	<b>Verletzungshäufigkeit</b> (Verletzungen/1000 Teilnahmen am Sport)	<b>1,65</b>	<b>0,89</b>
	p-Wert (Intervention vs. Kontrolle)	0,053	0,051
	NNT*	10	6
Damen	<b>Verletzungshäufigkeit</b> (Verletzungen/1000 Teilnahmen am Sport)	<b>2,81</b>	<b>1,35</b>
	p-Wert (Intervention vs. Kontrolle)	0,852	0,378
	NNT*	24	7

\* Beobachtungseinheiten sind Spieler mit 70 Sportteilnahmen pro Saison. 70 Sportteilnahmen werden bei zwei Trainingseinheiten pro Woche und Teilnahme an den Spielen erreicht.

### 3.2.2.2 Leistungsspezifische Unterschiede

Die nach Leistungsklassen getrennte Auswertung zeigte unterschiedliche Verletzungshäufigkeiten in den Interventionsgruppen der beiden Leistungsklassen (Tabelle 13 und 14). Die Trainingsgruppe und die Orthesengruppe der oberen Leistungsklasse wiesen höhere Verletzungsraten auf als die Vergleichsgruppen der unteren Leistungsklasse. Zwischen den Kontrollgruppen gab es nahezu keine Differenz: Hier betrug der Unterschied nur 0,05 Verletzungen pro 1000 Sportteilnahmen. Dagegen ergab die Differenz zwischen den Leistungsklassen in der Orthesengruppe 0,63 Verletzungen pro 1000 Sportteilnahmen bzw. in der Trainingsgruppe 0,87 Verletzungen pro 1000 Sportteilnahmen zu Gunsten der oberen Leistungsklasse. Die geringste Verletzungshäufigkeit wies die Orthesengruppe der unteren Leistungsklasse auf (0,68 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport), die höchste Verletzungsrate die Kontrollgruppen der oberen und unteren Leistungsklasse (3,23 bzw. 3,28 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport). Auch in der nach Leistungsklassen getrennten Auswertung war die Reduktion der Verletzungshäufigkeit durch die Maßnahmen der Interventionsgruppen nicht signifikant.

**Tabelle 13:** Auswertung getrennt nach Leistungsklasse: **Teilnahmen am Sport (Verletzungen)**

	Trainingsgruppe	Orthesengruppe	Kontrollgruppe
1. LK	2842 (7)	3048 (2)	3402 (11)
2. LK	3773 (6)	2932 (1)	3965 (13)

**Tabelle 14:** Auswertung getrennt nach Leistungsklasse : **Verletzungsstatistik**

	Trainingsgruppe	Orthesengruppe	Kontrollgruppe
1. LK	<b>Verletzungshäufigkeit</b> (Verletzungen/1000 Teilnahmen am Sport)	<b>2,46</b>	<b>1,31</b>
	p-Wert (Intervention vs. Kontrolle)	0,426	0,244
	NNT*	19	7
2. LK	<b>Verletzungshäufigkeit</b> (Verletzungen/1000 Teilnahmen am Sport)	<b>1,59</b>	<b>0,68</b>
	p-Wert (Intervention vs. Kontrolle)	0,077	0,076
	NNT*	8	5

\* Beobachtungseinheiten sind Spieler mit 70 Sportteilnahmen pro Saison. 70 Sportteilnahmen werden bei zwei Trainingseinheiten pro Woche und Teilnahme an den Spielen erreicht.

### 3.2.3 Sprunggelenksverletzungen nach Vorverletzungen

Tabelle 15 zeigt in der ersten Spalte die Zusammensetzung der einzelnen Untersuchungsgruppen bzw. des Gesamtkollektivs im Hinblick auf die Verletzungsvorgeschichte. Die Hälfte der Sprunggelenke aller Basketballspieler waren bis zum Zeitpunkt der Datenerhebung einmal oder häufiger verletzt. Zwei Drittel aller Spieler, die sich während des Beobachtungszeitraums verletzten, waren bereits an gleicher Stelle vorverletzt. Betrachtet man die Untersuchungsgruppen separat, zeigt sich in der Kontrollgruppe und in der Trainingsgruppe eine ähnliche Aufteilung: Zirka zwei Drittel aller Verletzungen waren Wiederholungsverletzungen. In der Orthesengruppe waren alle Distorsionen Wiederholungsverletzungen, Erstverletzungen kamen nicht vor. Bei zwei Verletzungen konnten eventuell vorhandene Vorverletzungen nicht eruiert werden.

**Tabelle 15:** Sprunggelenksverletzungen nach Vorverletzungen

Gruppe (Anteil unverletzte / vorverletzte Sprunggelenke)	Erstverletzungen	Zweitverletzungen (oder mehr)	keine Angaben	
Trainingsgruppe (52 % / 48 %)	4 (31 %)	9 (69 %)		
Orthesengruppe (45 % / 55 %)	0 (0 %)	3 (100 %)		
Kontrollgruppe (53 % / 47 %)	7 (29 %)	15 (63 %)	2 (8 %)	
Summe (50 % / 50 %)	13 (28 %)	32 (68 %)	2 (5 %)	

## 4 Diskussion

Die Anwendung von Sprunggelenksorthesen und die Durchführung propriozeptiver Trainingsprogramme sind viel diskutierte Möglichkeiten, um Sprunggelenksverletzungen zu reduzieren. Das Ziel dieser prospektiv-randomisierten Studie war die Untersuchung der Wirksamkeit solcher Maßnahmen zur Verletzungsprävention im Basketball. Des Weiteren sollte eine aktuelle Verletzungstatistik erhoben werden. Die Ergebnisse zeigen, dass mehr als die Hälfte aller Verletzungen im Basketball Sprunggelenksverletzungen sind. Die Anwendung von Sprunggelenksorthesen erweist sich als wirksamste Maßnahme zur Verletzungsprävention, die Verletzungshäufigkeit verringert sich signifikant. Auch durch Propriozeptionstraining kann die Häufigkeit von Sprunggelenksverletzungen reduziert werden.

### 4.1 Die allgemeine Verletzungstatistik im Vergleich mit der Literatur

Basketball zählt zu den Sportarten mit den höchsten Verletzungsraten und wird von Backx et al. den Hochrisikosportarten zugeordnet <sup>(3)</sup>. Hochrisikosportarten sind durch Körperkontakt, häufiges Springen und Landen sowie durch Ausübung in der Halle charakterisiert.

Verschiedene Untersuchungen haben sich mit der Verletzungstatistik der Sportart Basketball befasst, kamen jedoch zu uneinheitlichen Ergebnissen (Tabelle 16).

In der vorliegenden Untersuchung betreffen die meisten Unfälle den Bandapparat des oberen Sprunggelenks (54,6 %). Da die allgemeine Verletzungstatistik auf den gemeldeten Verletzungen aller drei Studiengruppen (Trainingsgruppe, Orthesengruppen und Kontrollgruppe) sowie auf Spielern, die aus diesen Gruppen ausgeschlossen wurden, basiert, könnte die Anzahl von Sprunggelenksverletzungen noch höher sein, wenn man annimmt, dass in der Praxis ein geringerer Anteil von Spielern Prävention durch Propriozeptionstraining oder Orthesen betreibt als in der Studienpopulation. Doch auch unge-

**Tabelle 16:** Verteilung von Basketballverletzungen auf Körperregionen, Ergebnisse verschiedener Studien (Zeitraum der Datenerhebung), häufigste Verletzung unterstrichen

	<b>Verfasser (2003-2004)</b>	Raschka <sup>(60)</sup> (1988)	Knobloch <sup>(31)</sup> (1996-1997)	Powell <sup>(56)</sup> (1995-1998)	Messina <sup>(42)</sup> (1996-1997)	McKay <sup>(41)</sup> (1991-1992)
Sprunggelenk	<b><u>54,6</u></b>	<u>54,7</u>	23,4	<u>38,0</u>	<u>31,5</u>	21,1
Knie	<b>12,0</b>	12,5	1,9	13,3	14,2	13,7
Hand/ Finger	<b>10,2</b>	21,9	<u>64,3</u>	10,9	8,5	16,8
Kopf	<b>10,2</b>	4,7	5,4	8,5	10,9	<u>23,7</u>
Oberschenkel/ US	<b>3,7</b>	2,4	0,9	15,3	14,1	6,3
Schulter	<b>3,7</b>	n.k.	0,2	2,4	3,7	4,2
Sonstiges	<b>5,6</b>	4,0	3,3	11,6	17,2	14,2

achtet dieser Überlegung ist in der vorliegenden Untersuchung die Distorsion des oberen Sprunggelenks quantitativ die bedeutendste Verletzung in dieser Sportart. Häufig betroffen sind des Weiteren die Knie (12,0 %), die Finger (10,2 %) sowie der Kopf (10,2 %).

Da die Registrierung und Protokollierung der Verletzungen in dieser Untersuchung von den Spielern bzw. Trainern abhängig war, wurde durch klare Kriterien und Instruktionen (kontinuierlicher Kontakt mit den Trainern, Fragebögen, etc.) versucht, Fehler bei der Verletzungserfassung möglichst gering zu halten. Vor allem bei kleineren Verletzungen kann jedoch nicht ausgeschlossen werden, dass einzelne Fälle nicht vorschriftsmäßig dokumentiert worden sind.

Die Studie von Raschka et al. basierte auf 128 Verletzungen, die dem Versicherungsbüro des Landessportverbands Schleswig-Holstein gemeldet wurden<sup>(60)</sup>. Auch hier nahmen die Sprunggelenkstraumata mit 54,7 % den größten Anteil ein. Dieses Ergebnis steht im Einklang mit dem der vorliegenden Studie. Der Anteil der Knieverletzungen ist ebenfalls ähnlich. Bei den Hand- bzw. Fingerverletzungen fällt ein deutlicher Unterschied auf: Der Anteil dieser Verletzungen war in Raschkas Arbeit mit 21,9 % doppelt so hoch wie in der vorliegenden Untersuchung. Eine Möglichkeit, die zu einer Reduktion der Hand- und Fingerverletzungen beigetragen haben könnte, ist die Einführung einer neuen FIBA-Regel 1998, die vorschreibt, dass die Trikots in den Hosen zu tragen sind. Früher entstand ein Teil der Verletzungen dadurch, dass Finger in den weiten Shirts hängen blieben. Möglicherweise hat sich auch das Training im letzten Jahrzehnt

in die Richtung verändert, dass Fingerfertigkeit und -koordination vermehrt berücksichtigt wurden. Der Anteil der Kopfverletzungen ist in der vorliegenden Untersuchung doppelt so hoch wie in der Raschkas. Da Kopfverletzungen zum größten Teil aus dem Gegnerkontakt beim Kampf um den Ball entstehen, könnte ein Anstieg der Kopfverletzungen auch dafür sprechen, dass das Basketballspiel im Laufe der Zeit härter geworden ist. Die Verteilung der weiteren Verletzungen ist ähnlich. Da die restlichen Verletzungen auf wenigen Fallzahlen beruhen, sind die geringen Unterschiede zu der vorliegenden Studie nicht aussagekräftig.

Die Vergleichbarkeit der beiden Untersuchungen ist durch die unterschiedliche Datenbeschaffung eingeschränkt. Während in der vorliegenden Studie jede Verletzung, die zum Abbruch des Spiels und/ oder zum Ausfall der nächsten Trainingseinheit geführt hat, in die Statistik einging, basierte Raschkas Untersuchung auf Verletzungen, die dem Versicherungsbüro des Landessportverbands Schleswig-Holstein gemeldet wurden. Raschka entgingen somit die Verletzungen, die die Spieler ohne ärztliche Hilfe behandelten. Jedoch sind auch diese Verletzungen relevant, da nur in wenigen Verletzungsfällen ärztliche Hilfe in Anspruch genommen wird (in 28 % aller Verletzungsfälle, bei leichten Verletzungen nur in 18 % der Fälle) <sup>(41)</sup>. Aber gerade die leichten bis mittelschweren Verletzungen machen den größten Anteil aller Unfälle aus <sup>(41,56)</sup>.

Eine weitere Arbeit aus dem deutschen Raum befasst sich mit Basketballverletzungen im Schulsport. Diese Studie von Knobloch et al. basierte auf 431 Verletzungen, die über Durchgangsärzte bei dem Gemeindeunfallverband (GUV) Niedersachsen gemeldet wurden <sup>(31)</sup>. Im Gegensatz zu den Ergebnissen der vorliegenden Studie führten hier mit 64,3 % deutlich die Hand- und Fingererletzungen. Dieser vergleichsweise hohe Anteil dürfte nach Knobloch an basketballspieltechnischen und propriozeptiven Defiziten liegen, die Schüler gegenüber Sportlern, die regelmäßig Basketball spielen, aufweisen könnten. Die anderen Verletzungslokalisationen waren vergleichsweise unterrepräsentiert, vor allem die Knieverletzungen, welche mit 1,9 % in dieser Studienpopulation eine untergeordnete Rolle einnahmen.

Auch bei dieser retrospektiv durchgeführten Untersuchung ist ein Informationsverlust vom Verletzungsfall bis zur Meldung der Verletzung nicht auszuschließen. Verletzungen, die nicht als Schulsportunfall behandelt wurden, fanden keinen Eingang in diese

Statistik. Der direkte Vergleich der Ergebnisse mit der vorliegenden Studie wird durch die unterschiedliche Studienpopulation erschwert. Während die Schüler nur einige Male im Schuljahr Basketball spielten, hatten die Basketballspieler der vorliegenden Studie den Sport regelmäßig mit mindestens zwei Einsätzen pro Woche betrieben.

Powell et al. <sup>(56)</sup> und Messina et al. <sup>(42)</sup> untersuchten in ihren umfangreichen prospektiven Studien amerikanische High School-Teams. Dazu wurden bei 12.914 Spielereinsätze bzw. während 290.636 Spielerstunden Verletzungen von Trainern erfasst. Es galt die gleiche Verletzungsdefinition wie in der vorliegenden Studie, zusätzlich wurden sämtliche Fälle gezählt, bei denen ein Arzt konsultiert wurde oder Kopf oder Gesicht involviert waren. Die prozentuale Repräsentation der einzelnen Verletzungslokalisationen dieser beiden Studien ist grundsätzlich der vorliegenden Studie ähnlich. Der Anteil der Sprunggelenksverletzungen ist in den beiden Studien etwas niedriger (38,0 % / 31,5 %), der Anteil der Ober- und Unterschenkelverletzungen deutlich höher (15,3 % / 14,1 %).

Die Verletzungen wurden wie in der vorliegenden Studie durch die Trainer mithilfe von Protokollsystemen erfasst. Ein wesentlicher Unterschied zu der vorliegenden Studie liegt, ähnlich wie bei der Untersuchung von Knobloch et al., in der Studienpopulation: Zu den Probanden gehörten ausschließlich amerikanische High School-Teams, das Alter der Spieler betrug daher 14 bis 18 Jahre.

McKay et al. verfassten eine groß angelegte Studie zur Untersuchung von Basketballverletzungen in Australien <sup>(41)</sup>. Dazu wurden 10.393 Basketballteilnahmen in höheren und niedrigeren Leistungsklassen von Physiotherapiestudenten und Sanitätern beobachtet. Für Verletzungen galten dieselben Kriterien, welche auch in der vorliegenden Studie für die Wertung einer Verletzung erfüllt sein mussten. Zusätzlich wurden die Einschlusskriterien um einen Punkt erweitert: Es wurden auch Verletzungen gezählt, bei denen die Spieler weiterspielten, dabei aber sichtbare Einschränkungen zeigten. Im Vordergrund standen Verletzungen des Kopfes (inkl. Verletzungen des Nackens, 23,7 %) sowie Verletzungen des Sprunggelenks (21,1 %). Während in dieser Untersuchung verhältnismäßig viele Kopfverletzungen registriert wurden, war der Anteil der Sprunggelenksverletzungen vergleichsweise unterrepräsentiert.

Es liegt nahe, dass sich die Erweiterung der Verletzungsdefinition auch auf die verschiedenen Anteile der verletzten Körperregionen auswirkte, da so mehr leichte Verlet-

zungen gezählt werden konnten. Dadurch bildeten in dieser Untersuchung die leichten Verletzungen einen besonders hohen Anteil aller Verletzungen: 82,2 % aller erfassten Verletzungen waren so gering, dass entweder mit Einschränkungen weiter gespielt werden konnte oder die Sportpause weniger als eine Woche betrug.

Zusammenfassend ist festzuhalten, dass die vielen vorhandenen Studien über Basketballverletzungen zu verschiedenen Verletzungsanteilen und -häufigkeiten kommen. Gründe für die Unterschiede liegen einerseits in verschiedenen Studienpopulationen (Alter der Spieler, Leistungsklasse, Intensität, mit der die Sportart betrieben wird), andererseits in differierenden Studiendesigns (prospektiv vs. retrospektiv, unterschiedliche Definitionen eines Verletzungsfalls). Verletzungsschwerpunkte sind in allen Studien die Sprunggelenke, die Kniegelenke und die Finger, die zusammen den größten Anteil ausmachen. In vier der sechs Studien führen die Sprunggelenksverletzungen die Liste der Verletzungshäufigkeiten an. Auf Platz zwei folgen hier die Knieverletzungen. Bei zwei Studien liegen die Handverletzungen bzw. die Kopfverletzungen an erster Stelle. Bei diesen beiden Studien folgen die Sprunggelenksverletzungen auf dem zweiten Rang. In keiner der Untersuchungen fanden sich Angaben, in welchem Umfang die Spieler während der Studien Orthesen, Tapeverbände oder andere Maßnahmen zur Verletzungsprävention genutzt hatten.

In der vorliegenden Studie stellen die Sprunggelenksverletzungen mit 54,6 % den größten Anteil aller Verletzungen im Basketball. Dies bestätigt das Ergebnis von Raschka et al., deren Untersuchung ebenfalls auf deutsche Basketballspieler aller Leistungsklassen basierte, auch wenn sich deren Verletzungsstatistik auf Meldungen an das Versicherungsbüro des Landessportverbands bezog. Basketball ist somit eine Hochrisikosportart für Sprunggelenksverletzungen.

#### 4.1.1 Geschlechtsspezifische Unterschiede

In der Literatur wird bereits seit langer Zeit diskutiert, ob die Verletzungsraten, -muster oder -schweregrade männlicher und weiblicher Basketballspieler vergleichbar sind. Ein vergleichbares allgemeines Verletzungsrisiko ergaben Untersuchungen von Lanese et al. <sup>(33)</sup> für College-Mannschaften, von McKay et al. <sup>(41)</sup> für australische Mannschaften und von Messina et al. <sup>(42)</sup> sowie von Powell et al. <sup>(56)</sup> für amerikanische High School-Teams. Während sich bei McKay auch die Verletzungslokalisationen nicht signifikant unterschieden, gab es in den Studien von Messina und Powell bei den Damen signifikant mehr Knieverletzungen und bei den Herren signifikant mehr Verletzungen im Gesichtsbereich. Unterschiede bezüglich der Schweregrade der Verletzungen wurden nur in der Untersuchung von Powell nachgewiesen. Hier erlitten die Damen mehr schwere Verletzungen als die Herren. Hosea et al. verglichen 1384 Knie- und Sprunggelenksverletzungen von Frauen und Männern in Schul- und College-Mannschaften <sup>(26)</sup>. In ihren Ergebnissen hatten die Damen sowohl bei den Knieverletzungen (RR 1,92:1) als auch bei den Sprunggelenksverletzungen (RR 1,25:1) ein erhöhtes Verletzungsrisiko. Bei den Sprunggelenksverletzungen betraf dies jedoch nur den Grad I (leichte Verletzung). Grad II und III ergaben keine signifikanten Unterschiede. Beynon et al. untersuchten Sprunggelenksverletzungen bei 118 Sportlern und Sportlerinnen aus den Bereichen Soccer, Lacrosse und Feldhockey <sup>(5)</sup>. Sie konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen Frauen und Männern feststellen. Vier Jahre später führte er eine weitere Studie durch, an der auch Basketballspieler teilnahmen, aber nur Sportler eingeschlossen wurden, die bis dahin noch unverletzt waren <sup>(6)</sup>. Bei dieser Untersuchung wiesen die Basketballspielerinnen ein gegenüber den Männern um den Faktor 4,11 erhöhtes Risiko auf, eine Sprunggelenksdistorsion zu erleiden.

In der vorliegenden Studie unterscheiden sich die Verletzungsraten nur minimal (0,33 pro Saison bei den Herren vs. 0,30 pro Saison bei den Damen). Die Unterschiede bezüglich der Verletzungslokalisationen sind ebenfalls gering: Die Sprunggelenksverletzungen führen jeweils deutlich, der Anteil der Knieverletzungen ist bei den Damen im Gegensatz zu den Untersuchungen von Messina und Powell etwas niedriger als bei den Herren und liegt nach den Handverletzungen an dritter Stelle. Bei den Herren folgen die Knieverletzungen an zweiter und die Handverletzungen an dritter Stelle. Auffällig ist,

dass bei den Damen keine Verletzungen im Ober- bzw. Unterschenkelbereich registriert wurden. Hingegen verletzten sich dort 6 % der Herren, dabei handelte es sich überwiegend um Zerrungen. Es ist unwahrscheinlich, dass sich die Damen in diesen Bereichen nicht verletzen. Daher könnte vermutet werden, dass es bei den Damen zwar auch Verletzungen, vor allem Zerrungen, in diesen Bereichen gab, diese jedoch nicht so schwer waren, dass sie die zu Beginn der Studie definierten Verletzungskriterien erfüllten. Da der Schweregrad von Verletzungen in dieser Studie nicht beurteilt wurde, kann diese Vermutung jedoch nicht belegt werden.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass die Verletzungsraten und -muster im Basketball aufgrund der geringen Unterschiede eher sportspezifisch als geschlechtsspezifisch sind. Dieses Ergebnis weicht bezüglich der Verletzungsmuster von der Studienlage ab, da ein Großteil der Untersuchungen eine erhöhte Inzidenz von Knieverletzung bei Frauen nachwies<sup>(1,2,26,42,56)</sup>. Einige Studien dokumentieren bei den Sportlerinnen ebenfalls eine erhöhte Inzidenz von Sprunggelenksverletzungen<sup>(6,26)</sup>.

#### **4.1.2 Leistungsspezifische Unterschiede**

Nur wenige Studien beziehen sich in ihren Ausführungen auch auf das Leistungsniveau der Mannschaften. McKay et al. verglichen in ihrer Verletzungsanalyse erstmals Verletzungshäufigkeiten innerhalb verschiedener Leistungsklassen<sup>(41)</sup>. Ihre Untersuchungen ergaben zwar keine signifikanten Unterschiede, trotzdem kam es im Profibereich zu mehr Unfällen als im Amateurbereich. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie zeigen einen ähnlichen Trend: Während sich in den oberen Ligen jeder zweite Spieler im Laufe einer Saison verletzte, verletzte sich in den unteren Ligen nur jeder fünfte. Hosea et al. verglichen Sprunggelenksverletzungen zwischen High School-Mannschaften und Mannschaften aus den Sportprogrammen von College und Universität<sup>(26)</sup>. Sie wiesen ein um den Faktor 2,2 erhöhtes Verletzungsrisiko für die College-Mannschaften nach.

Das erhöhte Verletzungsrisiko der Mannschaften aus den oberen Leistungsklassen könnte durch einen engagierteren und aggressiveren Spieleinsatz und durch die vermehrte Exposition (z.B. erhöhte Trainingsfrequenz) erklärt werden.

## 4.2 Analyse der Verletzungen des Sprunggelenks

Kapital 4.1 zeigte, dass die Verletzungen des Sprunggelenks studienübergreifend zu den häufigsten im Basketball gehören. Im Folgenden werden daher diese Verletzungen differenziert analysiert.

### 4.2.1 Verletzungszeitpunkt

Die Hälfte der Sprunggelenksverletzungen wurde während der Trainingseinheiten verursacht, die andere Hälfte trat bei den Spielen auf. Das Verhältnis zwischen Spiel- und Trainingsfrequenz lag im Schnitt bei 1:2,3. Berücksichtigt man, dass der Zeitaufwand für das Training wesentlich höher ist als für die Spiele, lässt sich schlussfolgern, dass das Verletzungsrisiko während der Spiele erhöht war, da hier bei geringerer Expositionszeit fast die gleiche Anzahl an Verletzungsfällen vorlag. Dieses Ergebnis ist mit vielen Studien konsistent <sup>(2,22,42,43)</sup>. Einige Studien berichten hingegen, dass während des Trainings mehr Verletzungen auftreten. Diese Studien berücksichtigen aber meist nicht die Expositionshäufigkeit <sup>(5,56)</sup>. Das erhöhte Verletzungsrisiko während des Spiels könnte durch einen risikoreicheren Spieleinsatz bei höherer körperlicher Belastung erklärt werden.

Sprunggelenksverletzungen können zu jedem Zeitpunkt auftreten. Während der Spiele traten im zweiten und dritten Viertel die meisten Verletzungen auf. Diese Zahlen sind jedoch schwer zu interpretieren, da die Spieler im Spielverlauf mehrfach ausgewechselt werden können. Das heißt, die in diesem Zeitraum verletzten Spieler können sowohl schon die gesamte Zeit gespielt haben als auch gerade erst eingewechselt worden sein. Trotzdem konnte im mittleren Spielzeitbereich eine erhöhte Verletzungshäufigkeit nachgewiesen werden. Womöglich handelt es sich hier um spielbestimmende Phasen, die eine aggressivere Spielweise mit erhöhtem Risiko zur Folge haben.

Im Training gab es nur zwei Verletzungen während der Aufwärmphase, die restlichen Verletzungen entstanden zu einem deutlich späteren Zeitpunkt, durchschnittlich 53 Minuten nach dem Warm-up. Bei Trainingseinheiten mit einer effektiven Trainingszeit von 90 Minuten entstanden somit die meisten Verletzungen im letzten Drittel der Trainingseinheit, wobei zwei Drittel der Verletzungen durch Trainingsspiele verursacht

wurden. Dies verdeutlicht, dass die meisten Verletzungen im Basketball während des Spiels entstehen, beim Training wie beim Wettkampf. Verletzungen während bestimmter Trainingsübungen oder -formen treten hingegen selten auf.

Nur wenige Studien haben den Zusammenhang zwischen Dauer der sportlichen Belastung und Auftreten einer Verletzung untersucht. Es wird angenommen, dass das Risiko zum Ende einer Sporeinheit sowie am Anfang der Saison am größten ist <sup>(22)</sup>. Saisonale Verletzungshäufungen konnten in der vorliegenden Studie jedoch nicht nachgewiesen werden. Verletzungen in der Vorsaison wurden nicht erfasst, da der Beobachtungszeitraum erst mit der Hauptsaison begann.

Die meisten Verletzungen während des Spiels entstanden beim Angriff (80 %), der Rest bei der Abwehr (20 %). Offensivaktionen scheinen also ein deutlich höheres Risiko aufzuweisen. Während in dieser Studie nach der Aktion gefragt wurde, unter der es zu der Verletzung kam (Angriff, Abwehr, weitere), ermittelten Sitler et al. die Verletzungshäufigkeit nach Spielerposition. Hier verteilte sich das Gros der Verletzungen zu fast gleichen Teilen auf die Angriffs- und Abwehrspieler (39 % und 43 %). Spieler, die im Mittelfeld positioniert waren, wurden mit 17 % vergleichsweise selten betroffen <sup>(65)</sup>.

#### **4.2.2 Verletzungsmechanismus**

Springen, Landen, Laufen mit schnellen Richtungswechseln und Beschleunigung sind für das Basketballspiel charakteristische und gleichsam für die Entstehung von Sprunggelenksdistorsionen typische Bewegungsabläufe <sup>(40)</sup>. Somit ist nachvollziehbar, dass in der vorliegenden Untersuchung fast die Hälfte der Verletzungen bei Landungen (44 %) und 36 % der Verletzungen bei schnellen Laufbewegungen entstanden.

Basketball ist eine Sportart mit vielen Körperkontakten. Es überrascht daher nicht, dass bei der Mehrzahl der Verletzungen (64 %) der Gegnerkontakt im Vordergrund steht. Neben direkten Zusammenstößen und Tritten in den Fußbereich ist das Auftreten auf einen anderen Fuß, entweder bei der Landung nach einem Sprung oder beim Laufen, der häufigste Mechanismus zur Sprunggelenksdistorsion mit Gegnerkontakt.

Ob dieser Mechanismus zu einer Verletzung führt, wird durch äußere und innere Faktoren beeinflusst. Während der Fuß des Gegenspielers einen äußeren Faktor darstellt, bil-

det das neuromuskuläre System des betroffenen Spielers einen wichtigen Teil der inneren Faktoren. Das neuromuskuläre System ist in diesem Fall für die Koordination der Sprung- bzw. Laufbewegung und für die motorische Reaktion beim Aufkommen auf den gegnerischen Fuß verantwortlich. Es stellt sich die Frage, ob durch Beeinflussung des neuromuskulären Systems das Verletzungsrisiko bei Verletzungen mit Gegnerkontakt verringert werden kann. Beispielsweise könnte durch ein Propriozeptionstraining versucht werden, die Reaktionen dieses Systems zu verbessern.

Verletzungen ohne Kontakt entstehen beim Laufen, vor allem bei plötzlichem Richtungswechsel, beim Abstoppen und bei der Landung nach Sprüngen. Da die Verletzungsentstehung in diesen Fällen frei von Fremdeinwirkungen ist, wird sie hauptsächlich von physischen und propriozeptiv-koordinativen Fähigkeiten beeinflusst. Ein Training, welches diese Punkte berücksichtigt, könnte zu einer Reduzierung der Verletzungshäufigkeit führen. Die Förderung von Kraft und Flexibilität, ein Propriozeptionstraining, wie es in der vorliegenden Studie durchgeführt wurde, und das Erlernen bestimmter Landungs- bzw. Bewegungstechniken könnten Ansatzpunkte dazu sein.

Werden die beiden Kategorien „Verletzungen mit Gegnerkontakt“ und „Verletzungen ohne Gegnerkontakt“ geschlechtsspezifisch ausgewertet, fällt eine interessante Tendenz auf: Bei den Herren überwiegen die Kontaktverletzungen mit 2,5:1, bei den Damen nur mit 1,4:1. 13 % der Herren verletzten sich am Sprunggelenk mit Gegnerkontakt, dagegen nur 8 % der Damen. Bei den Männern wurde demnach ein höherer Anteil von Sprunggelenksverletzungen durch Körperkontakt verursacht. Möglicherweise ist die Spielart im Herrenbereich härter bzw. körperbetonter als bei den Damen. Die Anteile der Sprunggelenksverletzungen ohne Gegnerkontakt liegen mit 5 % (m) bzw. 6 % (w) sehr dicht beieinander. In dieser Kategorie scheint es keine geschlechtsspezifischen Unterschiede zu geben. Es ist zu beachten, dass die erfolgten Berechnungen nur Tendenzen aufzeigen.

### 4.2.3 Wiederholungsverletzungen

Bei 68 % aller Sprunggelenksdistorsionen, die in der vorliegenden Untersuchung erfasst wurden, handelte es sich um Wiederholungsverletzungen. In diesen Fällen war das betroffene Gelenk schon mindestens einmal verletzt. Andere Studien berichten von 70 bis zu 73 % Wiederholungsverletzungen <sup>(24,40,74)</sup>. Nach McKay et al. besteht nach einer Distorsion in der Vorgeschichte sogar ein fünfmal höheres Risiko für eine erneute Verletzung an gleicher Stelle <sup>(40)</sup>. Damit ist die positive Verletzungsanamnese ein bedeutender Risikofaktor für Sprunggelenksverletzungen <sup>(6,24,40,43)</sup>. Für die erhöhte Verletzungsgefahr werden v.a. posttraumatische propriozeptive Defizite verantwortlich gemacht <sup>(24,27,34)</sup>. Eine unzureichende Rehabilitation erhöht das Risiko zusätzlich <sup>(43)</sup>.

Um auf den besonderen Stellenwert der initialen Sprunggelenksverletzung als Risikofaktor aufmerksam zu machen, bedarf es intensiver Aufklärungsarbeit. Die Spieler sollten in diesem Zusammenhang für die Prävention, aber auch für die professionelle Behandlung nach einer Verletzung sensibilisiert werden.

### 4.2.4 Sportabbruch und Behandlung

94 % der verletzten Spieler brachen den Sporeinsatz unmittelbar nach der Sprunggelenksdistorsion ab, 71 % behandelten die Verletzung durch Sofortmaßnahmen. Nur 41,3 % gaben eine ärztliche Behandlung an. Da auf dem Fragebogen zur Verletzungsanalyse nur nach der Behandlung allgemein und nicht ausdrücklich nach der Inanspruchnahme ärztlicher Hilfe gefragt wurde, könnte der Anteil ärztlicher Behandlungen auch höher liegen. Allerdings ist aus der Literatur bekannt, dass Sprunggelenksverletzungen selten professionell behandelt werden, nur 43 - 45 % der verletzten Spieler suchen einen Arzt zur Therapie dieser auf <sup>(40,66)</sup>. In der fehlenden oder falschen Behandlung könnte ein wichtiger Grund für das häufige Auftreten von Wiederholungsverletzungen liegen. Es wurde bereits gezeigt, dass eine strukturierte, professionelle Therapie bzw. Rehabilitation vor Wiederholungsverletzungen schützen kann <sup>(12,74)</sup>.

#### 4.2.5 Sportpause

Die durchschnittliche Sportpause betrug 2,4 Wochen, 63,4 % der verletzten Spieler waren nach zwei Wochen, 80,5 % nach drei Wochen wieder einsatzbereit. Die Ergebnisse von Prebble et al. waren ähnlich, hier erholten sich 72 % der Spieler nach zwei Wochen<sup>(57)</sup>. Während in McKays Untersuchung nur 45,9 % der verletzten Spieler eine Woche oder längerer aussetzten<sup>(40)</sup>, benötigten in der vorliegenden Studie 80,5 % der Spieler diese Zeit. Die unterschiedlichen Größenordnungen könnten unter anderem über die Verletzungsdefinition McKays erklärt werden, durch die auch leichtere Verletzungen erfasst wurden (vgl. 4.1).

Die gegenüber anderen Sportverletzungen vergleichsweise langen Sportpausen belegen die Bedeutung der Sprunggelenksverletzungen: Sie verursachen mit 54,2 % den größten Anteil der gesamten Ausfallzeiten im Basketball<sup>(41)</sup>.

#### 4.2.6 Schuhalter

Das Alter der Schuhe war zum Zeitpunkt der Verletzung sehr unterschiedlich, der Mittelwert betrug 12,7 Monate (0,5 - 54 Monate). Zwischen Schuhalter und Verletzung konnte keine Korrelation festgestellt werden. Auch in der Literatur konnten keine Informationen zu dieser Beziehung gefunden werden, sodass wahrscheinlich kein Zusammenhang zwischen Schuhalter und Verletzungsrisiko besteht.

### **4.3 Die Wirksamkeit der untersuchten Präventionsmaßnahmen**

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der drei Studiengruppen Kontrollgruppe, Trainingsgruppe und Orthesengruppe im Einzelnen diskutiert und in die Literatur eingeordnet. Darüber hinaus wird bei den Interventionsgruppen die Diskussion auf weitere Punkte, wie die Beeinflussung von Knieverletzungen und Probleme bei der Compliance, ausgeweitet. Zusätzlich soll auf methodenspezifische Fragestellungen eingegangen werden. Im Kapitel 4.4 folgt der Vergleich der Interventionsgruppen.

#### **4.3.1 Die Kontrollgruppe**

Die Kontrollgruppe repräsentiert einen Querschnitt von Spielern aller in Deutschland vertretenen Basketballligen, die keine spezielle Prävention von Sprunggelenksverletzungen betreiben. In dieser Gruppe lag die Verletzungshäufigkeit bei 3,26 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport. Dieser Wert ist mit Angaben aus der Literatur vergleichbar. McKay et al. kamen bei einer ähnlichen Studienpopulation in Australien auf 3,85 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport, in ihrer Studie wurden allerdings weder Ausrüstung noch Trainingsgewohnheiten kontrolliert <sup>(41)</sup>. In der Untersuchung von Sitler et al. betrug die Verletzungshäufigkeit 5,2 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport. Wie in der vorliegenden Studie handelt es sich auch bei diesem Wert um die Verletzungshäufigkeit einer Kontrollgruppe, die Studienpopulation ist jedoch deutlich different, da sie ausschließlich aus männliche Kadetten mit wenigen Sportteilnahmen bestand (vgl. 4.3.3) <sup>(65)</sup>. Möglicherweise würde durch ein intensiveres sportartspezifisches Training die Verletzungshäufigkeit in dieser Studie niedriger liegen.

#### **4.3.2 Die Trainingsgruppe**

Durch ein gezieltes Propriozeptionstraining kann die Inzidenz von Verletzungen der unteren Extremität in vielen Bereichen des Sports erheblich reduziert werden <sup>(7,51,67,70,71,73)</sup>. Das in der vorliegenden Studie eingesetzte Trainingsprogramm führte zu einer Reduktion der Sprunggelenksverletzungen um 40 % gegenüber der Kontrollgruppe. Die Berechnung der NNT zeigte, dass elf Spieler das Trainingsprogramm durchführen müssen, um eine Verletzung pro Saison zu verhindern (NNT=11). Für die Berech-

nung wurde angenommen, dass die Spieler 70 Sportteilnahmen pro Saison aufweisen. Diese Anzahl wird bei zwei Trainingseinheiten pro Woche und der Teilnahme an den meisten der Spiele erreicht. Somit basierte die angegebene NNT auf einen durchschnittlich aktiven Basketballspieler. Setzt man eine höhere Sportexposition voraus, würde dies zu einer niedrigeren NNT führen. Spieler mit einer geringeren Sportexposition würden dagegen die NNT anheben. Um kein verfälschtes Ergebnis zu erhalten, muss die Studienpopulation ungefähr die Sportexposition aufweisen, von der bei der NNT-Berechnung ausgegangen wird.

Da die meisten Mannschaften aus zehn bis zwölf Spielern bestehen, kann durch das Trainingsprogramm in jedem Team durchschnittlich eine Sprunggelenksverletzung verhindert werden. Somit hat diese Untersuchung gezeigt, dass ein gezieltes Propriozeptionstraining auch in der Sportart Basketball eine Möglichkeit zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen darstellt, auch wenn das Ausmaß der Verletzungsreduktion in der vorliegenden Studie statistisch nicht signifikant war ( $p=0,106$ ).

#### **4.3.2.1 Das Trainingsprogramm**

Zahlreiche Studien belegen, dass sich propriozeptive Fähigkeiten durch Gleichgewichts- und Koordinationsübungen verbessern lassen <sup>(12,25,37,46,53,76)</sup>. Als Grundlage für die Konzipierung des Übungsprogramms der vorliegenden Untersuchung diente die Studie von Eils und Rosenbaum, in der von Probanden mit chronisch instabilen Sprunggelenken ein spezielles propriozeptives Trainingsprogramm mit unterschiedlichen Trainingshäufigkeiten durchgeführt wurde <sup>(12)</sup>. Es konnte gezeigt werden, dass sich die Propriozeption, die anhand von ausgewählten Parametern gemessen wurde, signifikant verbesserte. Es gab keine Unterschiede zwischen den Probanden mit einer Trainingseinheit und denen mit drei Trainingseinheiten pro Woche. In dem anschließenden eineinhalbjährigen Follow-up kam es zu signifikant weniger Verletzungen als vor dem Trainingsprogramm.

Die Übungen wurden für die vorliegende Studie so modifiziert, dass sie mit geringem Aufwand von den Vereinen selbstständig durchgeführt werden konnten. Zusätzlich wurden sportarttypische Bewegungsabläufe in das Programm integriert.

Übungen auf dem Therapiekreisel und dem Kippelbrett sind im Rahmen von Präventions- und Rehabilitationsprogrammen am ausführlichsten untersucht und zeigen eine Verbesserung der Propriozeption bzw. eine Verminderung der Häufigkeit von Verletzungen der unteren Extremität <sup>(25,46,51,67,70,71,73)</sup>. Sprungübungen auf weichen Matten scheinen ebenso eine gute Möglichkeit zu sein, Bewegungskontrolle, Koordination und Propriozeption zu verbessern <sup>(51)</sup>. Diese Erkenntnisse stehen im Einklang mit dem physiotherapeutischen Verständnis von Koordinations- und Propriozeptionstraining und spiegeln sich in dem Übungsprogramm der vorliegenden Studie wieder.

Für die Rehabilitation gilt schon lange, dass die Kombination verschiedener Übungen zu besseren Ergebnissen führt <sup>(76)</sup>. Es liegt daher nahe, dass für ein Präventionstraining ähnliche Prinzipien gelten sollten. Aus diesem Grund enthielt das Trainingsprogramm der vorliegenden Studie abwechslungsreiche Übungen, die den Sportler durch verschiedene Reize forderte.

#### **4.3.2.2 Die Belastungsparameter**

Mit einer Trainingsfrequenz von einer Trainingseinheit pro Woche und einer Belastungsdauer von 15 Minuten konnte eine deutliche, wenn auch nicht signifikante Reduktion der Verletzungshäufigkeit erreicht werden (s.o.). Genaue, allgemein anerkannte Belastungs- und Dosierparameter wie z.B. beim Krafttraining sind für das Koordinationstraining nicht beschrieben <sup>(48)</sup>. Das Ergebnis zeigt jedoch, dass die in diesem Trainingsprogramm verwendeten Umfänge ausreichen, Anpassungsreaktionen und damit Trainingseffekte zu erzielen. Möglicherweise wäre bei einer höheren Trainingshäufigkeit das Ergebnis deutlicher, dies war aber nicht mit den Trainingsabläufen der meisten Mannschaften kompatibel und daher für diese Untersuchung ungeeignet. Die in der Literatur beschriebenen Trainingsprogramme wurden zwei- bis fünfmal pro Woche durchgeführt, sind aber auf andere Sportarten ausgelegt und in der Regel wesentlich kürzer <sup>(70,71)</sup> und weniger variabel <sup>(70,73)</sup>.

#### **4.3.2.3 Wirksamkeit bei stabilen/ instabilen Sprunggelenken**

In vielen klinischen Studien zur Verletzungsprophylaxe durch Propriozeptionstraining wurden nur Probanden mit instabilen Sprunggelenken bzw. rezidivierenden Distorsio-

nen berücksichtigt <sup>(4,12,70)</sup>. Lange Zeit war daher nicht eindeutig gesichert, in wieweit sich die in diesen Studien gewonnen Ergebnisse auf die Verletzungsprophylaxe gesunder Probanden übertragen lassen <sup>(53)</sup>, denn es gibt nur wenige Informationen über Effekte eines Propriozeptionstrainings zur Primärprävention von Sprunggelenksdistorsionen <sup>(10)</sup>. An der Untersuchung von Verhagen et al. nahmen Probanden mit und ohne Vorverletzungen teil <sup>(71)</sup>. Innerhalb der Interventionsgruppe konnte für die Spieler mit positiver Verletzungsanamnese ein größerer Effekt nachgewiesen werden. Daher liegt die Vermutung nahe, dass das Training eher im Sinne einer sekundären Prävention wiederkehrender (chronischer) Sprunggelenksdistorsionen zu sehen ist <sup>(71)</sup>, bei denen verminderte propriozeptive Fähigkeiten eine Komponente der Pathogenese darstellen <sup>(62,34,24)</sup>. Durch das Training können die propriozeptiven Fähigkeiten wiederhergestellt werden <sup>(38)</sup>. Es ist jedoch zu bedenken, dass auch unverletzte Spieler propriozeptive Defizite aufweisen können und somit für zukünftige Sprunggelenksdistorsionen gefährdet sind <sup>(39)</sup>. Außerdem lässt sich das neuromuskuläre System auch ohne ein propriozeptives Defizit verbessern <sup>(25)</sup>. Diese Überlegungen könnten erklären, warum die Ergebnisse der vorliegenden Studie der Darstellung von Verhagen et al. widersprechen, denn hier profitieren von dem Trainingsprogramm neben den vorverletzten Spielern auch die unverletzten Spieler: Die Sprunggelenke der vorliegenden Studie waren in der Trainingsgruppe zu Studienbeginn zu 52 % unverletzt und zu 48 % vorverletzt. Die während der Saison aufgetretenen Verletzungen setzten sich zu 31 % aus Erst- und zu 69 % aus Wiederholungsverletzungen zusammen. Diese Daten zeigen, dass gerade die Erstverletzungen durch das Propriozeptionstraining vermindert wurden.

#### **4.3.2.4 Analyse der Verletzungen**

Es gab keinen bevorzugten Zeitpunkt innerhalb der Saison, an dem es zu einer Häufung von Verletzungen kam. Es wäre denkbar, dass das Verletzungsrisiko in den ersten Wochen der Saison erhöht ist, wenn man unterstellt, dass es eine gewisse Zeit erfordert, bis das Trainingsprogramm Effekte zeigt. Da sich aber die Verletzungen ohne erkennbare Häufung über die gesamte Saison verteilten, könnte man annehmen, dass sich gewisse Trainingseffekte, die zu einem verbesserten Schutz vor Sprunggelenksdistorsionen bereits ausreichen, schon sehr früh einstellen.

Bei der Verletzungsanalyse fällt auf, dass vor allem Verletzungen ohne Gegnerkontakt abnahmen. Vergleicht man die Verletzungsmuster zwischen der Kontroll- und der Trainingsgruppe, standen in der Kontrollgruppe zwölf Verletzungen mit Gegnerkontakt zehn Verletzungen ohne Gegnerkontakt gegenüber (relatives Risiko auf 1000 Sportteilnahmen: 1,81 vs. 1,68), zwei Angaben zum Verletzungsmuster fehlten. In der Trainingsgruppe gab es zehn Unfälle mit Gegnereinwirkung, aber nur drei ohne Gegnereinwirkung (relatives Risiko auf 1000 Sportteilnahmen: 1,51 vs. 0,50). Diese Tendenzen lassen vermuten, dass sich die Verbesserung der Propriozeption durch Propriozeptionstraining vor allem auf Verletzungen ohne äußere Einflüsse auswirkt. Hier konnte die Verletzungsrate um den Faktor drei gesenkt werden. Obwohl zu solchen differenzierten Beobachtungen keine Angaben in der Literatur gefunden werden konnten, erscheinen sie insofern nachvollziehbar, als dass bei der Verletzungsentstehung ohne Gegnerkontakt (z.B. bei einer Laufbewegung) die propriozeptiven Leistungen bzw. die Interventionsmöglichkeiten durch Bewegungskoordination und -programmierung eine größere Rolle spielen als bei der Verletzungsentstehung mit Gegnerkontakt (z.B. durch Tritt auf einen Fuß des Gegners). Liegt der Verletzung ein durch äußere Einflüsse gestörter Bewegungsablauf zu Grunde, dürften verschiedene Faktoren die Verletzungsgefahr erhöhen: es werden z.B. bereits programmierte Bewegungsmuster unterbrochen bzw. von außen unvorhergesehen verändert. Des Weiteren könnten auf den Fuß unerwartete Kraft- und Hebelverhältnisse einwirken, die ihn in unphysiologische Positionen drängen und so das Verletzungsrisiko erhöhen.

#### **4.3.2.5 Inzidenz von Knieverletzungen**

Immer wieder wird die Inzidenz von Knieverletzungen in die Betrachtung von Trainingsprogrammen einbezogen <sup>(4,7,36,51,71,73)</sup>. Verhagen et al. registrierte bei seinem Propriozeptionstraining zur Verminderung von Sprunggelenksverletzungen im Volleyball eine signifikant höhere Inzidenz von Überlastungsverletzungen vorgeschädigter Kniegelenke <sup>(71)</sup>. Der Großteil der Studien zeigte indes keine oder sogar positive Effekte eines Propriozeptionstrainings auf Kniegelenksverletzungen <sup>(4,7,36,51,73)</sup>. Mit der vorliegenden Studie konnten diesbezüglich keine repräsentativen Aussagen für die Sportart Basketball getroffen werden. Die Hauptschwierigkeit bei dem Nachweis von Effekten lag in der im Vergleich zu anderen Sportarten (Volleyball, Handball) geringen Inzidenz von

Kniegelenksdistorsionen. Drei Distorsionen in der Kontrollgruppe (2,40 % der Spieler, relatives Risiko: 0,41 Verletzungen auf 1000 Sportteilnahmen) und je eine Distorsion in der Trainings- (0,86 % der Spieler, relatives Risiko: 0,15 Verletzungen auf 1000 Sportteilnahmen) und Orthesengruppe (2,00 % der Spieler, relatives Risiko: 0,33 Verletzungen auf 1000 Sportteilnahmen) lassen jedoch vermuten, dass die Inzidenz von Kniegelenksdistorsionen durch dieses Trainingsprogramm tendenziell eher vermindert wird.

#### **4.3.2.6 Probleme bei der Compliance**

Zu Beginn der Studie waren alle Mannschaften motiviert, nicht zuletzt durch den Reiz der neuen Übungen. Im Verlauf der Saison sank jedoch die Anziehungskraft dieser sich wöchentlich wiederholenden Übungen und damit auch die Compliance einiger Mannschaften bzw. Spieler. Fehlende Compliance zeigte sich z.B. durch verminderte Sorgfalt bei der Durchführung der Übungen oder durch Aussetzen des Trainingsprogramms. Zum einen vermissten diese Mannschaften trotz zweimaliger Variationen mehr Abwechslung in den Übungen, zum anderen wurde vor allem den Amateurmansschaften der Aufwand des Trainings mit der Zeit zu groß. Bei einigen dieser Mannschaften bzw. Spieler bestand zunehmend der Wunsch, die für das Trainingsprogramm benötigte Zeit anderweitig zu nutzen. In diesen Mannschaften bestand scheinbar eher der Anspruch, kurzfristig Spaß am Spiel zu haben, als Gedanken über mögliche Sportverletzungen nachzugehen und entsprechenden Aufwand zu deren Prävention zu betreiben.

Die Mannschaften im oberen Leistungsbereich führten das Trainingsprogramm erheblich disziplinierter aus. Ihnen war der Aspekt der Verletzungsprävention bewusst und wesentlich wichtiger. Hier waren Probleme in der Compliance von geringerer Bedeutung.

#### **4.3.2.7 Verbesserung der Effektivität durch die Kombination mit zusätzlichen Maßnahmen**

In manchen Präventionsprogrammen wird das Propriozeptionstraining mit einer theoretischen Lerneinheit (Informationen über Risikofaktoren, Behandlung und Rehabilitation von Verletzungen, theoretische Überlegungen und Hintergrund des Präventionsprogramms) und mit einem technischem Trainingsprogramm (Sicherheitstraining, in dem

verletzungsanfällige Bewegungsmuster analysiert und abtrainiert bzw. durch andere Techniken ersetzt werden) verknüpft<sup>(4,73)</sup>. Eine Kombination mit solchen Maßnahmen erscheint sinnvoll, jedoch können unter diesen Bedingungen nicht die Effekte der Einzelmaßnahmen beurteilt werden. Aus diesem Grund wurde das Propriozeptionstraining, dessen Wirksamkeit durch die vorliegende Studie evaluiert werden sollte, nur durch eine theoretische Einführung ergänzt, um den Hintergrund und die Prinzipien dieser Trainingsmethode zu vermitteln.

### **4.3.3 Die Orthesengruppe**

Die vorliegende Studie zeigt, dass das Tragen von Sprunggelenksorthesen die Häufigkeit von Distorsionen des fibularen Bandapparates beim Basketball um den Faktor drei reduziert. Die Verletzungshäufigkeit der Orthesengruppe unterscheidet sich signifikant von der Kontrollgruppe ( $p=0,042$ ). Dieses Ergebnis steht im Einklang mit der Literatur. In umfassenden empirischen Untersuchungen konnte die Wirksamkeit von Sprunggelenksorthesen für viele Sportarten und Aktivitäten nachgewiesen werden<sup>(18,65,67,68,70)</sup>. Die übergreifende Analyse eines Cochrane Reviews<sup>(21)</sup>, in dem die Ergebnisse von fünf Studien mit insgesamt 3682 Probanden eingingen, ergab eine gute Evidenz für die präventive Wirksamkeit von Sprunggelenksorthesen bezüglich Sprunggelenksdistorsionen in Hochrisikosportarten (z.B. Basketball, Soccer, Volleyball). Weitere Reviews schließen sich dieser Meinung an<sup>(20,49,69)</sup>.

Die Berechnung der NNT (vgl. 4.3.2) ergab, dass in der vorliegenden Studie sechs Spieler mit einer Sprunggelenksorthese ausgerüstet werden müssen, um während einer Saison eine Verletzung zu verhindern ( $NNT=6$ ). Olmsted et al. ermittelten NNTs von zwei Studien<sup>(65,68)</sup>, die sich ebenfalls mit der Prävention von Sprunggelenksverletzungen durch die Anwendung von Orthesen beschäftigt haben<sup>(45)</sup>. Sie differenzierten zusätzlich zwischen negativer und positiver Verletzungsanamnese und errechneten NNTs zwischen 39 und 57 bei negativer bzw. 5 und 18 bei positiver Verletzungsanamnese. Ein direkter Vergleich zwischen den Werten verschiedener Studien ist jedoch nicht zulässig, da der Zeitraum, über den die Intervention angewandt wird und auf den sich die NNT bezieht, in den einzelnen Studien unterschiedlich lang ist.

Garrick und Requa untersuchten schon Anfang der siebziger Jahre die Rolle von externen Stabilisierungshilfen zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen im Basketball<sup>(18)</sup>. Hier stand allerdings der Tapeverband im Mittelpunkt der Studie, nur eine kleine Subpopulation wurde nachträglich mit einer elastischen Orthese versorgt. Während der Tapeverband in allen Untergruppen (hohe Schuhe/ flache Schuhe, Erstverletzungen/ Vorverletzungen) eine gute Effektivität zeigte, konnte die Orthesengruppe die Ergebnisse nochmals verbessern. Es ist anzumerken, dass die vor 30 Jahren errechneten Verletzungsraten fünfmal höher waren als in den jüngeren Studie. Über die Gründe kann nur gemutmaßt werden, verschiedene Faktoren könnten dazu beigetragen haben, wie z.B. verbessertes Material (Tape, Orthesen, Schuhwerk), andere Trainingsmethoden oder auch die unterschiedliche Studienpopulation.

In der jüngeren Literatur wurde nur noch eine weitere groß angelegte Studie veröffentlicht, die den Effekt von Sprunggelenksorthesen im Basketball untersuchte. Diese von Sittler et al. verfasste, oftmals zitierte Arbeit wurde mit 1601 Militärskadetten durchgeführt, die an ihrem Stützpunkt an einem Basketballprogramm teilnahmen. 789 Kadetten trugen Orthesen, 812 waren der Kontrollgruppe zugeteilt. Die Datenerhebung umfasste innerhalb von zwei Jahren sechs aufeinander folgende „intramurale“ Basketballsaisons. Während dieser Zeit wurden insgesamt 13.430 Sportteilnahmen gezählt. Die Verletzungsrate wurde wie in der vorliegenden Studie auf 1000 Teilnahmen am Sport relativiert und lag in der Kontrollgruppe bei 5,2, in der Orthesengruppe bei 1,6 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport. Während in der Kontrollgruppe die Verletzungshäufigkeit der erstverletzten und wiederholt verletzten Spielern sehr unterschiedlich war (4,8 Erstverletzungen vs. 8,0 wiederholte Verletzungen pro 1000 Sportteilnahmen), waren in der Orthesengruppe die Verletzungshäufigkeiten dieser beiden Untergruppen sehr ähnlich (1,7 Erstverletzungen vs. 1,4 wiederholte Verletzungen pro 1000 Sportteilnahmen). Die Orthesen wirken also bei allen Spielern, haben aber bei vorverletzten Spielern einen größeren Effekt.

Obwohl die Studie sehr sorgfältig durchgeführt wurde und das Design von hoher Qualität ist, liegt ihr entscheidender Nachteil in der Studienpopulation. Es nahmen ausschließlich männliche Kadetten mit einem durchschnittlichen Alter von 19,1 Jahren teil. Das Spielniveau war eher gering. Die durchschnittliche Sportexposition eines Kadetten

betrug innerhalb des Untersuchungszeitraums 8,4 Teilnahmen (1601 Probanden kamen auf 13.430 Sportteilnahmen). In der vorliegenden Untersuchung erreichten 334 Probanden 19.950 Sportteilnahmen, die durchschnittliche Sportexposition eines Spielers betrug hier 59,7 Teilnahmen. Die Studienpopulation von Sitler et al. ist demnach nicht mit der Spielerzusammensetzung verschiedener Ligen deutscher Mannschaften vergleichbar. Aus diesem Grund ist auch die Vergleichbarkeit der Studienergebnisse eingeschränkt. Trotzdem reduzieren in beiden Untersuchungen die Orthesen die Verletzungshäufigkeit um denselben Faktor (3,26 vs. 3,25), auch wenn, vermutlich populationsbedingt, die einzelnen Verletzungsraten in der vorliegenden Studie etwas niedriger liegen.

#### **4.3.3.1 Wirksamkeit von Orthesen bei vorverletzten/ gesunden Sprunggelenken**

Die häufig zitierte Aussage, die Wirksamkeit von Orthesen sei bei vorverletzten Sprunggelenken höher als bei gesunden, wird in der Literatur immer wieder aufgegriffen und diskutiert <sup>(18,20,21,47,65,67,68,69,70)</sup>. Die Ergebnisse der vorliegenden Studie widerlegen diese Behauptung zunächst: Alle Spieler, die in dieser Studie Orthesen trugen und sich verletzten, waren vorverletzt. Erstverletzungen kamen folglich nicht vor. Diese Zahlen sind jedoch nur eingeschränkt interpretierbar, da es zum einen in dieser Gruppe lediglich drei Verletzungen gab und zum anderen der Anteil der vorverletzten Spieler an dieser Gruppe mit 55 % etwas höher war als der durchschnittliche Anteil der vorverletzten Spieler an der gesamten Studienpopulation (50 %). Daher kann auch mit der vorliegenden Untersuchung die Frage, ob Orthesen bei vorverletzten Sprunggelenken besser wirken, nicht eindeutig beantwortet werden. Da keine Erstverletzungen unter der Anwendung von Sprunggelenksorthesen auftraten, erscheint es jedoch unwahrscheinlich, dass die Orthesen Spieler ohne Verletzungsvorgeschichte weniger schützen.

Die Standpunkte der Literatur zu dieser Frage sind inkonsistent. Surve et al. und Tropp et al. folgerten aus ihren Ergebnissen, dass Orthesen ausschließlich bei vorverletzten Sprunggelenken wirken <sup>(68,70)</sup>. Stasinopoulos zeigte dagegen, dass Orthesen weniger wirksam sind, wenn die Spieler anamnestisch vier oder mehr Distorsionen aufwiesen <sup>(67)</sup>. Die meisten Studien kommen zu dem Schluss, dass sich, wie von Sitler et al. beschrieben, die Verletzungshäufigkeit bei allen Spielern verringert, auch wenn der Effekt

bei den vorverletzten Sportlern größer ist, da sie ohne Orthesen eine besonders hohe Verletzungshäufigkeit aufweisen <sup>(18,65)</sup>.

Im Cochrane Review <sup>(21)</sup> wird zusammengefasst, dass der präventive Effekt von Sprunggelenksorthesen bei Personen mit vorbestehenden Bänderläsionen am ausgeprägtesten ist. Aufgrund des erhöhten Verletzungsrisikos beim Basketball durch sportart-spezifische Manöver wie Springen, Landen und schnelle Richtungswechsel profitieren jedoch auch alle anderen Spieler von der Anwendung von Orthesen <sup>(20)</sup>.

#### **4.3.3.2 Analyse der Verletzungen**

Eine Verletzungsanalyse ist mit den in der vorliegenden Studie gewonnenen Daten nur eingeschränkt möglich, da in der Orthesengruppe nur drei Verletzungen auftraten: eine Verletzung mit Gegnerkontakt und zwei ohne. Es scheint daher, dass Kontaktverletzungen, die in der Kontrollgruppe überwogen, mit Orthesen tendenziell abnehmen. Sitler et al. machten in ihrer Studie bei größeren Fallzahlen eine ähnliche Beobachtung: Sie wiesen nach, dass Kontaktverletzungen in ihrer Orthesengruppe signifikant abnahmen <sup>(65)</sup>. Die Gründe dafür bleiben unklar, vielleicht liegen diesen Verletzungen bestimmte Kräfte zugrunde, die mit den Orthesen besser abgeschirmt werden können.

Zudem muss darauf hingewiesen werden, dass die drei verletzten Spieler unterschiedliche Orthesen trugen. Die Orthesen AirGo (Aircast), Aircast Sportschiene (Aircast) und epX (Lohmann & Rauscher) waren je ein Mal betroffen. Da die mechanischen Eigenschaften verschiedener Orthesen variieren <sup>(11,49)</sup>, könnte auch deren Wirksamkeit zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen verschieden sein. Aufgrund der geringen Fallzahl kann dieser Zusammenhang in dieser Studie jedoch nicht belegt werden. Trotzdem fällt auf, dass die neue Orthese AirGo, die mit 66 % am häufigsten genutzt wurde, nur einmal in eine Verletzung verwickelt war. Die Orthesen Aircast Sportschiene und epX, die bei den beiden anderen Distorsionen getragen wurden, waren nur mit 1 % bzw. 3 % vertreten. Die Orthese AirGo scheint demnach einen verbesserten Schutz vor Sprunggelenksverletzungen zu bieten. Ob es sich hierbei um eine wirkliche Verbesserung mit signifikanten Unterschieden gegenüber anderer Orthesen handelt, müssen weitere Untersuchungen klären, für die auch die Einbeziehung neuer Modelle erforderlich wäre.

#### 4.3.3.3 Inzidenz von Knieverletzungen

Da die Gelenke des Beins wie eine Gliederkette funktionieren, müssen im Zusammenhang mit der Analyse der Sprunggelenksverletzungen ebenso die Verletzungen des Kniegelenks betrachtet werden. Die Beeinflussung eines Glieds wirkt sich immer auch auf die angrenzenden Glieder aus. So wurde z.B. nach Einführung der ersten Skischuhe aus stabilem Kunststoff eine Zunahme der Verletzungen oberhalb des Skischuhs bei einer Abnahme der Knöchelverletzungen bemerkt<sup>(77)</sup>. Um ausrüstungsabhängige Verletzungen zu reduzieren, folgte daraufhin eine ständige Weiterentwicklung des Skischuhs und seiner Bindung.

Die Frage, ob die Anwendung von Sprunggelenksorthesen Auswirkungen auf andere Gelenke der unteren Extremität hat, ist von großer Bedeutung: Wenn die Verringerung von Sprunggelenksverletzungen mit einer Erhöhung von Kniegelenksverletzungen verbunden wäre, müsste eine sorgfältige Risikoabwägung einer Empfehlungen vorangehen. Sprunggelenksorthesen dürften in diesem Fall nicht unkontrolliert als Präventionsmaßnahme zur Anwendung kommen.

In der Kontrollgruppe hatten 2,4 %, in der Orthesengruppe 2,0 % der Spieler ligamentäre Knieverletzungen. Aufgrund der geringen absoluten Verletzungszahlen (drei Verletzungen in der Kontrollgruppe, eine in der Orthesengruppe) kann hieraus nur ein Trend abgeleitet werden: Wahrscheinlich beeinflussen Sprunggelenksorthesen nicht die Inzidenz von Knieverletzungen. Auch in der Literatur konnte keine Korrelation zwischen Sprunggelenksorthesen und Kniegelenksverletzungen gefunden werden, sodass davon ausgegangen werden kann, dass die Inzidenz ligamentärer Knieverletzungen durch das Tragen von Sprunggelenksorthesen nicht erhöht wird und die Indikation für die Anwendung der Orthesen nicht eingeschränkt werden muss<sup>(18,65,68)</sup>.

#### 4.3.3.4 Probleme bei der Compliance

Auch wenn die Wirksamkeit von Sprunggelenksorthesen zur Prävention von Sprunggelenksdistorsionen nachgewiesen werden konnte, sind sie nur dann effektiv, wenn sie regelmäßig getragen werden. Dies erfordert eine besondere Compliance von den Spielern. Doch oft werden Sprunggelenksorthesen aufgrund von Vorbehalten schon vorab so

negativ bewertet, dass es unter Umständen nicht einfach ist, eine gute Compliance für diese Maßnahme aufzubauen.

Spieler, die das Tragen von Orthesen für diese Studie ablehnten, argumentierten in den meisten Fällen mit der Befürchtung, in der Beweglichkeit nachteilig eingeschränkt und in der Leistung negativ beeinflusst zu sein. Weitere Punkte bezogen sich auf eine mögliche Schwächung der Muskulatur und den erhöhten Verschleiß von Schuhen. Die Vorbehalte der Spieler gegenüber den Orthesen resultierten teils aus ihren eigenen Vorstellungen über die Auswirkungen des Tragens von Orthesen, teils aus eigenen Erfahrungen oder Erfahrungen Dritter. Diese Erfahrungen beruhten jedoch oft auf der Anwendung älterer Modelle, die heutzutage zum großen Teil nicht mehr für den Sport empfohlen werden.

Die aufgezeigten Punkte werden in der Literatur vielfach diskutiert. Die passive Beweglichkeit der Sprunggelenke wird durch Orthesen eingeschränkt. Der größte Effekt zeigt sich bei der Supination/ Pronation, gefolgt von der Plantarflexion/ Dorsalextension und der Innen-/ Außenrotation <sup>(11)</sup>. Es bleibt unklar, in wieweit diese unter Laborbedingungen erzielten Ergebnisse auf dynamische Aktivitäten im Sport übertragen werden können, da in der realistischen Situation weitere Kräfte, wie z.B. das Körpergewicht, auf den Fuß wirken. An dieser Stelle wären weitere Untersuchungen angebracht. Der Inversionsstress wurde auch unter dynamischen Bedingungen simuliert. Hier konnte durch das Tragen einer Orthese eine signifikante Reduzierung der Inversionsgrade erzielt werden <sup>(30)</sup>. Obwohl somit nachgewiesen wurde, dass die Beweglichkeit beeinflusst wird, kamen Gross und Liu, Thacker et al. und Papadopoulos et al. in ihren Reviews unter Berücksichtigung zahlreicher Arbeiten zu dem Schluss, dass Orthesen generell eher keine nachteiligen Effekte auf die Leistung haben <sup>(20,49,69)</sup>. Von dieser Aussage sind rigide Orthesen ausgenommen <sup>(63)</sup>. Sie schränken die Leistung ein und werden daher eher zur Rehabilitation als zur Prävention empfohlen. Die Leistung wurde in den meisten Fällen anhand von Hochsprüngen, Sprints und Geschicklichkeitsläufen gemessen. Auch für basketballtypische Aktivitäten konnte keine Beeinflussung der Leistung festgestellt werden <sup>(52)</sup>. Gleichwohl beschreiben einige Studien für bestimmte Orthesenmodelle eine Leistungsverschlechterung <sup>(20,49,69)</sup>. Die fehlende Übereinstimmung dürfte auf methodische Unterschiede, auf Unterschiede der Studienpopulationen und der Verlet-

zungsvorgeschichte sowie auf unterschiedliche sportliche Aktivitäten, anhand derer die Leistung gemessen wurde, zurückzuführen sein. Cordava et. al schließen aus ihrer jüngsten Metaanalyse, dass der Benefit durch die verbesserte Verletzungsprävention gegenüber der Möglichkeit einer geringgradigen Beeinflussung der Leistung überwiegt<sup>(9)</sup>.

Jerosch und Bischof konnten bei verschiedenen Stabilisierungshilfen eine Verbesserung der Propriozeption nachweisen<sup>(27)</sup>. Sie untersuchten die propriozeptiven Fähigkeiten beim Einbein-Sprungparcours, beim Balancieren im Einbein-Stand sowie bei der Winkel-Reproduktion. Des Weiteren konnte gezeigt werden, dass die Anwendung von Sprunggelenksorthesen keine negativen Effekte auf die isometrische und isotonische Maximalkraft hat. Eine Schwächung der Muskulatur ist nicht zu befürchten, es konnte sogar eine Zunahme der Amplitude des Fibularis-longus-Reflexes im EMG gemessen werden<sup>(49)</sup>.

Dem erhöhten Schuhverschleiß wurde in der Literatur bis jetzt wenig Beachtung geschenkt. Vor allem Modelle mit seitlicher Stabilisierung sorgen oft für einen schnelleren Verschleiß von Schuhen<sup>(11)</sup>. Die Abnutzung lässt sich kaum vermeiden, kann aber durch eine entsprechende Beratung bei der Auswahl der Orthese vermindert werden.

Ein Teil der Spieler, die sich für diese Studie zum regelmäßigen Tragen einer Orthese bereit erklärten, wurde während der Saison über eventuelle Auswirkungen der Orthesen auf ihre Leistung und das Wohlbefinden befragt. Die Spieler empfanden nach einer kurzen Eingewöhnungszeit keine nennenswerten Einschränkungen. In drei Fällen wurde die Größe gewechselt. Es wurde ein Gefühl von Halt und Sicherheit beschrieben, sodass die Compliance im Verlauf eher zunahm. Diese Beobachtung stimmt mit der von Sitler et al.<sup>(65)</sup> überein, die alle Spieler vor und nach der Saison befragten, ob sie sich mit den Orthesen wohl fühlten (z.B. durch Wahrnehmung der Orthesen als Schutzfunktion), schlecht fühlten oder ob sie indifferent gegenüber den Orthesen eingestellt waren. Zu Beginn der Saison nahmen 52 % der Spieler die Orthese entweder positiv oder indifferent wahr, dagegen wurden sie von 48 % der Spieler negativ empfunden. Im Verlauf der Saison verschoben sich vor allem die negativen und indifferenten Meinungen zu positiven, sodass am Ende der Saison fast 70 % der Spieler positiv oder indifferent gegenüber ihrer Orthesen eingestellt waren.

Ein guter Tragekomfort ist ein wesentlicher Bestandteil für die Compliance <sup>(20)</sup>. Die Orthesen sollten den individuellen anatomischen Strukturen der Sportler anpassbar sein und so die Gefahr von Druckstellen, Blasen und Hautirritationen minimieren. Der Grad der Bequemlichkeit steht in unmittelbarem Zusammenhang mit der Compliance. Eine komfortable Orthese wirkt sich positiv auf das Wohlbefinden des Sportlers aus und sollte neben anderen Aspekten, wie z.B. dem Grad der Stabilisierung, die Wahl der Orthese beeinflussen <sup>(63)</sup>. Da Tragekomfort und Stabilitätsgefühl auch bei gleichen Modellen in der Literatur sehr unterschiedlich bewertet werden <sup>(20)</sup>, erscheint auch in diesem Zusammenhang eine kompetente und individuelle Beratung mit Anprobe verschiedener Modelle sinnvoll.

#### **4.3.3.5 Langzeiteffekte**

Sollen Sprunggelenksdistorsionen durch die präventive Anwendung von Sprunggelenksorthesen reduziert werden, so müssen diese bei allen sportlichen Aktivitäten über die gesamte Saison getragen werden. Ein prophylaktischer Einsatz von Orthesen über einen langen Zeitraum kann von Trainern und Spielern jedoch nur akzeptiert werden, wenn sich daraus keine negativen Langzeiteffekte ergeben. Untersuchungen konnten diesbezüglich zeigen, dass die Anwendung von Orthesen über einen längeren Zeitraum die Leistung von Sportlern nicht behindert <sup>(49)</sup>. Einige Studien konnten sogar eine signifikante Verbesserung einzelner Aktivitäten nach mehrmonatiger Anwendung von Orthesen feststellen: Jerosch et al. wiesen bei Handballspielern nach viermonatigem Einsatz von Orthesen verbesserte Sprungfähigkeiten nach <sup>(29)</sup>. In einer weiteren Studie zeigten sich bei Sportlern mit funktionell instabilen Sprunggelenken nach dreimonatiger Anwendungszeit Verbesserungen in den Bereichen Gleichgewicht, Geschwindigkeit und Propriozeption <sup>(28)</sup>. Auch nach Ablegen der Orthesen konnten bei diesen Probanden keine nachteilige Effekte in den Bereichen Kraft, Gleichgewicht, Geschwindigkeit und Propriozeption gemessen werden.

Die Frage, ob es nach Abschluss einer Langzeitanwendung von Orthesen im Sport zu einer Veränderung der Verletzungshäufigkeit oder der Verletzungsmuster kommt, ist nicht eindeutig geklärt. In der Literatur lassen sich hierzu keine Informationen finden. Berücksichtigt man jedoch, dass Orthesen schon für zahlreiche Untersuchungen über

lange Zeiträume getragen worden sind, ist anzunehmen, dass solche Effekte gegebenenfalls bereits entdeckt und dokumentiert worden wären.

#### **4.3.3.6 Effekte einseitiger Nutzung der Orthese auf die kontralaterale Seite**

Das Design dieser Studie ermöglichte es, auch die Spieler, die nur an einem Fuß mit einer Orthese ausgestattet waren, in die Orthesengruppe einzuschließen. Von den 93 Probanden der Orthesengruppe spielten sieben mit zwei Orthesen und 86 mit einer Orthese.

Wenn Probanden mit nur einem Fuß an einer Interventionsgruppe teilnehmen, stellt sich die Frage, ob sich unabhängig der Intervention einer der Füße des Probanden möglicherweise häufiger verletzt und so ein Bias entstehen könnte. Es wäre möglich, dass z.B. ein Großteil der Probanden die Orthese am Fuß des dominanten Beins trägt. Die Assoziation zwischen Beindominanz und Verletzungen der unteren Extremität wird in der Literatur kontrovers beurteilt <sup>(43)</sup>. Beynnon et al. und Surve et al. stellten die Bandverletzungen des Sprunggelenks in den Mittelpunkt ihrer Untersuchungen und konnten keine Zusammenhänge zwischen Beindominanz und Distorsionshäufigkeit finden <sup>(5,68)</sup>. Die genaue Beziehung zwischen diesen beiden Punkten bleibt jedoch unklar <sup>(43)</sup>. Ein Bias durch eine unausgewogene Verteilung der Orthesen auf rechte und linke Füße (unabhängig von der Seitendominanz) ist eher unwahrscheinlich, da Untersuchungen gezeigt haben, dass es in der Verletzungshäufigkeit keine Unterschiede zwischen rechtem und linkem Sprunggelenk gibt <sup>(31)</sup>.

Bei den Spielern, die mit nur einer Orthese an der Studie teilnahmen, betrug die Häufigkeit von Sprunggelenksverletzungen auf der kontralateralen Seite 3,50 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport. Der Unterschied zur Kontrollgruppe (3,26 Verletzungen pro 1000 Teilnahmen am Sport) ist nur gering. Daraus kann geschlossen werden, dass die einseitige Nutzung einer Sprunggelenksorthese die kontralaterale Seite nicht beeinflusst und dass die Füße unabhängig voneinander bewertet werden können.

## 4.4 Die Interventionsgruppen im Vergleich

Wie in den vorherigen Kapiteln gezeigt wurde, gibt es eine Vielzahl von Studien, die sich mit den Interventionsmaßnahmen im Einzelnen befassen. Dagegen widmen sich nur wenige Untersuchungen dem direkten Vergleich verschiedener Interventionsmaßnahmen. Im Folgenden sollen die Interventionsgruppen Trainingsgruppe und Orthesengruppe auf verschiedenen Ebenen miteinander verglichen und in die Literatur eingeordnet werden. Die Empfehlungen werden schließlich im Kapitel 4.6 nach der Methodenkritik dargestellt.

### 4.4.1 Die Wirksamkeit der Interventionsmaßnahmen im Vergleich

Die Gegenüberstellung der Gesamtergebnisse der drei Studiengruppen zeigt, dass der Einsatz von Sprunggelenksorthesen die effektivste Maßnahme zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen ist. Hier reduzierte sich die Verletzungshäufigkeit gegenüber der Kontrollgruppe um fast 70 %, die NNT betrug sechs. Geht man von einem Mannschaftskern von durchschnittlich zwölf Spielern aus, die dreimal pro Woche Basketball spielen (vgl. 4.3.2), können durch das Tragen von Sprunggelenksorthesen im Mittel zwei Verletzungen pro Mannschaft und Saison verhindert werden. Die Durchführung des Propriozeptionstrainings führte zu einer Reduktion der Verletzungshäufigkeit gegenüber der Kontrollgruppe um 40 %, die NNT betrug hier elf. Die Effektivität dieser Maßnahme war im Vergleich zu der Anwendung von Orthesen geringer. Der Schutz durch die Orthesen war fast doppelt so hoch wie durch das Training. Während in der Verletzungshäufigkeit zwischen Kontroll- und Orthesengruppe ein signifikanter Unterschied bestand, ergab der Vergleich von Kontroll- und Trainingsgruppe und Trainings- und Orthesengruppe keine signifikante Unterschiede.

In der medizinischen Fachliteratur verglichen Tropp et al. <sup>(70)</sup> und Stasinopoulos <sup>(67)</sup> ähnliche Interventionsgruppen miteinander, wie in der vorliegenden Studie. Tropp et al. verglich die Wirksamkeit eines Propriozeptionstraining auf Therapiekreiseln mit der Anwendung von Sprunggelenksorthesen und einer Kontrollgruppe beim Fußball <sup>(70)</sup>. Obwohl im Gegensatz zur vorliegenden Studie ausschließlich Spieler mit Vorverletzungen in das Propriozeptionstraining eingeschlossen wurden, kamen beide Studien zu ei-

nem ähnlichen Ergebnis: Beide Interventionsmaßnahmen waren effektiv, die Orthesen erzielten jedoch die deutlichere Reduktion der Verletzungshäufigkeit. Stasinopoulos verglich technisches Training mit Propriozeptionstraining (Therapiekreisel) und der Anwendung von Sprunggelenksorthesen im Volleyball <sup>(67)</sup>. In dieser Untersuchung waren das technische Training und das Propriozeptionstraining am wirksamsten, Orthesen waren nur effektiv, wenn weniger als vier Vorverletzungen vorlagen. Die niedrige Probandenzahl (n=52) und das Fehlen einer Kontrollgruppe verringern die Aussagekraft dieser Untersuchung. Da auch keine Verletzungsraten ermittelt wurden, ist ein Vergleich mit der vorliegenden Studie schwierig. Zumindest weisen die Ergebnisse in unterschiedliche Richtungen. Andere Untersuchungen befassten sich z.B. mit dem Vergleich von hohen und niedrigen Schuhen in Kombination mit und ohne Tape <sup>(18)</sup>.

Da sich bisher nur wenige empirische Studien mit dem Vergleich verschiedener Interventionsmaßnahmen zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen beschäftigt haben, können anhand der aktuellen Literatur diesbezüglich keine eindeutigen richtungsweisenden Empfehlungen gegeben werden.

#### **4.4.2 Die Wirksamkeit der Interventionsmaßnahmen in Abhängigkeit vom Geschlecht**

Einige interessante Aspekte werden bei einer nach Damen- und Herrenmannschaften getrennten Darstellung der Ergebnisse deutlich. In allen Gruppen verletzten sich die Spielerinnen häufiger am Sprunggelenk als die Spieler. Während in den Interventionsgruppen die Unterschiede ausgeprägt waren (die Damen verletzten sich in der Trainingsgruppe 41 % häufiger als die Herren, in der Orthesengruppe 34 % häufiger als die Herren), war die Verletzungshäufigkeit in der Kontrollgruppe fast gleich. Auch in der Literatur wird unter normalen Bedingungen von ähnlichen Verletzungsraten bei Frauen und Männer berichtet <sup>(42,56)</sup>. Nach Hosea et al. ist die Inzidenz von Sprunggelenksverletzungen bei Frauen etwas höher <sup>(26)</sup>. Warum aber die Effektivität der Interventionsmaßnahmen in dieser Studie bei den Damen geringer als bei den Herren war, bleibt ungeklärt. Die Wirksamkeit von propriozeptivem Training ist gerade bei den Damen gut untersucht und belegt <sup>(4,12,36,44,73)</sup>. Die Anwendung von Sprunggelenksorthesen zu präventiven Zwecken wurde hingegen meist mit männlichen Probanden durchgeführt

(18,65,68,70). Da die mechanischen und propriozeptiven Effekte der Orthesen auch bei Frauen nachweisbar sind<sup>(8,11,27)</sup> und keine Unterschiede bei der Pathophysiologie der Sprunggelenksdistorsion zu erwarten sind, sollte man bei den Damen eine den Herren ähnliche Reduktion von Sprunggelenksverletzungen vermuten.

Geringe Gruppenstärken haben zur Folge, dass schon wenige Verletzungen einen großen Effekt auf die Höhe der Verletzungshäufigkeit haben. In diesem Fall weisen die Interventionsgruppen der Damen im Vergleich zu den Herren geringe Gruppenstärken bzw. deutlich weniger Teilnahmen am Sport auf. Folglich beeinflussen in diesen Gruppen bereits wenige Verletzungen die Verletzungsrate erheblich. Zudem wird bei kleineren Gruppen das Auftreten von zufälligen Ereignissen wahrscheinlicher. Diese Effekte führen zu einer Verringerung der statistische Aussagekraft.

Trotzdem reduzierte sich die Verletzungshäufigkeit in allen Interventionsgruppen. Die Anwendung von Sprunggelenksorthesen erwies sich sowohl bei den Damen als auch bei den Herren als effektivste Maßnahme zur Verringerung von Sprunggelenksverletzungen (60 % bei den Damen, 72 % bei den Herren). Die Durchführung des Propriozeptionstrainings konnte ebenfalls die Anzahl von Sprunggelenksverletzungen vermindern (17 % bei den Damen, 48 % bei den Herren). Der Trend des Gesamtergebnisses zeichnet sich also auch bei der nach Geschlechtern getrennten Betrachtung ab.

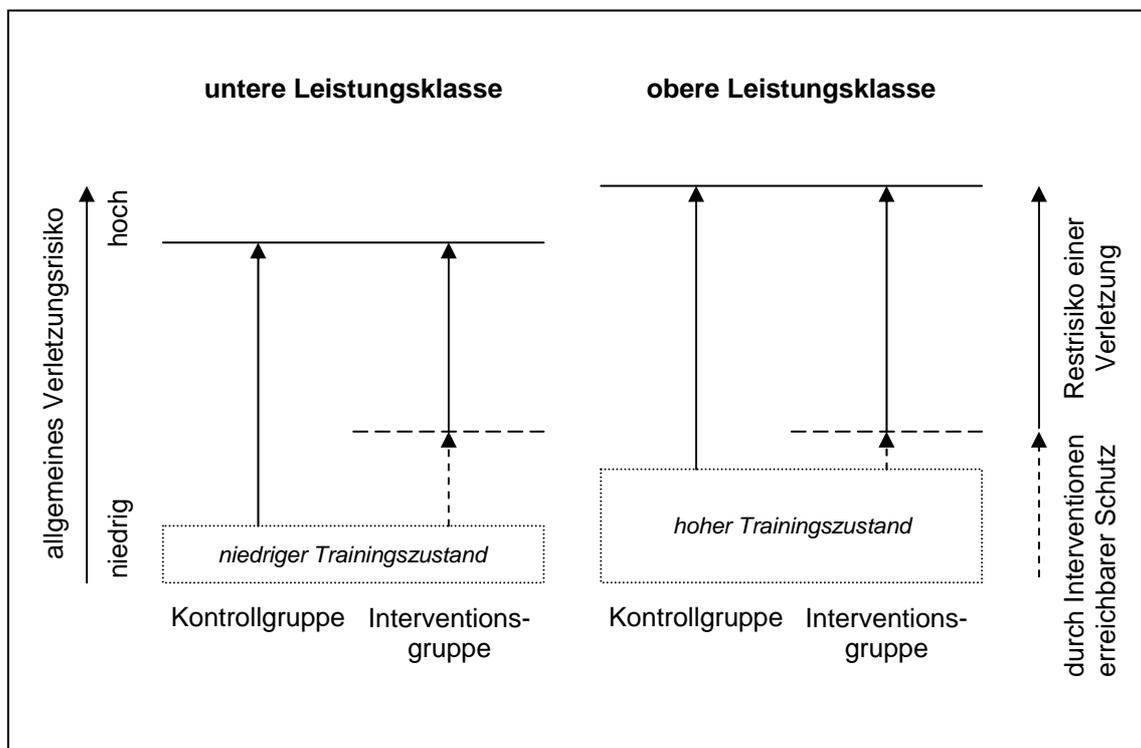
#### **4.4.3 Die Wirksamkeit der Interventionsmaßnahmen in Abhängigkeit von der Leistungsklasse**

Die Häufigkeit von Sprunggelenksverletzungen ist in den Kontrollgruppen der oberen und unteren Leistungsklasse ähnlich. Die Interventionsmaßnahmen scheinen jedoch in der oberen Leistungsklasse weniger wirksam zu sein als in der unteren, obwohl gerade im Leistungsbereich die Interventionsmaßnahmen besonders gewissenhaft durchgeführt wurden (vgl. 4.3.2.6). Das führt zu der Annahme, dass die Verletzungsanfälligkeit im Amateurbereich durch Interventionsmaßnahmen eher zu beeinflussen ist.

Abbildung 8 illustriert ein hypothetisches Modell zur Erklärung dieser Annahme: Die Darstellung links bezieht sich auf die untere Leistungsklasse, die Darstellung rechts auf die obere Leistungsklasse. Die Position des oberen Querstriches zeigt das allgemeine

Verletzungsrisiko der jeweiligen Gruppe an: je höher der Querstrich liegt, desto höher ist das Verletzungsrisiko. Spieler der oberen Leistungsklasse tragen ein höheres Risiko sich zu verletzen als Spieler der unteren Leistungsklasse <sup>(41)</sup>. Gründe hierfür sind z.B. extremere Belastungen und höhere Risikobereitschaft. Wie diese Studie gezeigt hat, wiesen die Kontrollgruppenspieler beider Leistungsklassen bezüglich der Sprunggelenksverletzungen eine ähnliche Verletzungshäufigkeit auf, daher sind im Modell beide Pfeile, die von den Kontrollgruppen nach oben weisen und damit das Risiko einer Verletzung anzeigen, gleich lang. In der Darstellung der oberen Leistungsklasse ist der Pfeil, der von der Kontrollgruppe ausgeht, jedoch nach oben verschoben. Dies wird durch den höheren Trainingszustand dieser Spieler erklärt: Durch den guten Trainingszustand ist das Sprunggelenk weniger verletzungsanfällig <sup>(44,69)</sup>. So kann das erhöhte allgemeine Verletzungsrisiko kompensiert werden.

Interventionsmaßnahmen schützen ebenso vor Verletzungen, jedoch ist auf einem bestimmten Niveau (gestrichelte Linie) ein Schutz erreicht, der nicht weiter gesteigert werden kann. Spieler, die gut trainiert sind, profitieren somit weniger vom Effekt der



**Abbildung 8:** Modell zur Effektivität der Interventionsmaßnahmen im Klassenvergleich (siehe Text)

Interventionen als Spieler aus der unteren Leistungsklasse, die bei einem vergleichsweise niedrigen Trainingszustand eine höhere Steigerung des Verletzungsschutzes durch spezielle Interventionsmaßnahmen erreichen können.

Die Pfeile oberhalb der gestrichelten Linie zeigen das verbleibende Verletzungsrisiko der Interventionsgruppen, es ist gegenüber der Kontrollgruppen reduziert. Das geringste Restrisiko, eine Verletzung zu erleiden, zeigt die Interventionsgruppe der unteren Leistungsklasse, da hier das allgemeine Verletzungsrisiko niedriger ist als in der oberen Leistungsklasse.

Das Modell bietet somit einen Erklärungsansatz dafür, dass die Häufigkeit von Sprunggelenksdistorsionen in den Kontrollgruppen beider Leistungsklassen fast gleich ist, obwohl das allgemeine Verletzungsrisiko in der oberen Leistungsklasse erhöht ist. Weiterhin könnte es begründen, warum das Verletzungsrisiko im Amateurbereich durch Interventionsmaßnahmen effektiver reduziert werden kann als im Leistungsbereich.

#### **4.4.4 Vor- und Nachteile der Interventionsmaßnahmen**

Trotz der eindeutigen Ergebnisse aus dem Vergleich der Interventionsmaßnahmen sollte die Anwendung von Orthesen nicht pauschal der Durchführung des Propriozeptionstrainings vorgezogen werden. Für differenzierte Empfehlungen müssen wichtige Merkmale und Eigenschaften der beiden Präventionsmaßnahmen einbezogen werden. Die beiden folgenden Abschnitte sollen die Merkmale des Trainingsprogramms bzw. der Anwendung von Orthesen bewerten. Den Abschluss bildet eine Übersicht (Abbildung 9), in der wesentliche Vor- und Nachteile der beiden Präventionsmaßnahmen nochmals gegenübergestellt werden.

##### **4.4.4.1 Vor- und Nachteile des Trainingsprogramms**

Durch das Übungsprogramm wird das neuromuskuläre System trainiert. Die verbesserte Funktion bleibt bei der vorgegebenen Trainingshäufigkeit erhalten und steht dem Spieler jederzeit zur Verfügung. Daher profitiert er von den präventiven Effekten des Trainingsprogramms nicht nur während des Basketballspiels, sondern auch in Alltagssituationen sowie bei anderen sportlichen Aktivitäten.

Alle Übungen berücksichtigen die physiologische Stellung der gesamten Beinachse, daher wird das propriozeptive System der ganzen unteren Extremität trainiert. Es ist denkbar, dass dieses Übungsprogramm positive Auswirkungen auf weitere Verletzungsmuster der unteren Extremität hat. Auch wenn diese Studie nur eine Tendenz zu einer geringeren Inzidenz von Bänderverletzungen des Kniegelenks aufzeigt, wurde mit ähnlichen Übungen in anderen Sportarten eine signifikante Reduktion von ligamentären Kniegelenksverletzungen nachgewiesen <sup>(4,7,36,51,73)</sup>. Einige Autoren sehen diesen Zusammenhang jedoch auch kritisch <sup>(71)</sup>.

Obwohl das Übungsprogramm nur einmal pro Woche durchgeführt werden musste, sahen vor allem die Trainer von Mannschaften der oberen Leistungsklasse in dem zusätzlichen Zeitaufwand einen Nachteil, da ihre Trainingseinheiten aufgrund der Hallenbelegung meist zeitlich begrenzt waren und somit für das Übungsprogramm andere Bestandteile des Trainings verkürzt werden mussten. Zwar kritisierten im letzten Drittel der Saison auch Teams der unteren Leistungsklasse den Zeitaufwand, diese Situation stand jedoch in unmittelbarem Zusammenhang mit gesunkener Motivation und stellte kein grundsätzliches Problem des zusätzlichen Zeitbedarfs dar.

Ein weiterer Nachteil des Trainingsprogramms ist die Notwendigkeit einer regelmäßigen und kontinuierlichen Durchführung. Fehlzeiten beeinflussen die Wirksamkeit des Programms. Außerdem muss der Trainer in das Programm eingewiesen sein und ein gutes Beobachtungsvermögen besitzen, um Fehler in der Ausführung bei seinen Spielern zu erkennen und zu korrigieren. Die Effektivität des Trainingsprogramms hängt also sowohl von der regelmäßigen als auch von der korrekten Ausführung ab.

#### **4.4.4.2 Vor- und Nachteile bei der Anwendung von Orthesen**

Als ein Nachteil des Trainingsprogramms wurde der für die Durchführung nötige Aufwand erwähnt. Genau hier liegt der Vorteil der Orthesen: Der zu betreibende Aufwand ist gering. Die Orthesen müssen nur angezogen werden und erreichen sofort ihre volle Wirksamkeit. Dazu sind sie äußerst einfach in ihrer Handhabung. Den Spielern vermitteln sie in der Regel ein Gefühl von Sicherheit und Stabilität.

Im Gegensatz zum Trainingsprogramm wirkt die Orthese nur während der Zeit, in der sie getragen wird. Es ergibt sich kein Benefit (aber auch kein Nachteil) für Situationen abseits des Sports, in denen das Sprunggelenks ebenfalls gefährdet sein könnte. Ein weiterer Kritikpunkt ist der erhöhter Verschleiß der Sportschuhe, der besonders durch das Tragen stabiler Orthesen mit ausladenden Kunststoffelementen hervorgerufen wird, durch die Wahl schlanker Orthesen jedoch reduziert werden kann.

Einflüsse auf die Leistung wurden bereits diskutiert und können nicht vollständig ausgeschlossen werden. Die Literatur zeigt jedoch überwiegend, dass keine Beeinflussung vorliegt (vgl. 4.3.3.4 f.). Letztlich muss der Spieler selbst entscheiden, ob er sich in seiner Leistung beeinflusst fühlt. Die psychologischen Auswirkungen des Orthesentragens sind ebenfalls interindividuell unterschiedlich, in der Literatur konnten hierzu keine Daten gefunden werden.

Vorteile des Trainings	Schutz zu jeder Zeit  Auswirkung auf die gesamte Beinachse	geringer Aufwand  einfache Handhabung	Vorteile der Orthesen
Nachteile des Trainings	hoher Aufwand  regelmäßige Durchführung erforderlich  korrekte Ausführung erforderlich	Schutz nur während der Anwendung verfügbar  erhöhter Verschleiß der Schuhe  ggf. Beeinflussung der Leistung	Nachteile der Orthesen

**Abbildung 9:** Vor- und Nachteile der untersuchten Präventionsmaßnahmen (Übersicht)

## **4.5 Methodische Überlegungen – Methodenkritik**

### **4.5.1 Studiendesign**

An einigen Stellen konnte das Studienmodell aufgrund äußerer Bedingungen nicht immer optimal umgesetzt werden. Die folgenden Abschnitte sollen einen Überblick über denkbare Schwachstellen im Studiendesign verschaffen, mögliche Konsequenzen für die Ergebnisse werden diskutiert. Anschließend werden im Abschnitt 4.5.2 potentielle Fehlerquellen in der Studiendurchführung erörtert.

#### **4.5.1.1 Repräsentation der Ligen**

An der Studie beteiligten sich 334 Spieler aus allen Ligen. Auch wenn jede Liga mit einigen Spielern vertreten war, entsprach die Ligenverteilung der Studie nicht der Ligenstruktur des Vereinssports (viele Mannschaften in niedrigen Ligen, wenige Mannschaften in hohen Ligen). Somit waren in dieser Studie tendenziell höhere Ligen über- und niedrigere Ligen unterrepräsentiert.

Die meisten Probanden kamen aus der Landesliga. Der Zulauf aus dieser Liga war aus zwei Gründen überdurchschnittlich hoch: Erstens spielen in dieser Liga viele Mannschaften und zweitens haben diese Mannschaften eine gute Vereinsstruktur. Die Trainer waren in der Regel gut erreichbar und offen für neue Ideen. Es bestand die Motivation, die Leistungsfähigkeit der Mannschaften zu erhöhen und Trainingskonzepte weiterzuentwickeln.

Mannschaften aus niedrigen Ligen waren oft wenig organisiert. Die zuständigen Kontaktpersonen wechselten häufig und waren teils schlecht erreichbar. Die Trainer dieser Mannschaften übten häufig gleichzeitig Spielerfunktionen aus („Spielertrainer“). Da es sich hier oft um reine Freizeitmannschaften handelte, bestand in vielen Fällen kein Interesse, an dieser Studie teilzunehmen.

Die Mannschaften höherer Ligen waren gut organisiert und strukturiert. Jedoch sank mit der Höhe der Liga die Bereitschaft, den mit der Studie verbundenen zusätzlichen Aufwand sowie die Beeinflussung des Trainingsablaufs je nach Gruppenzuordnung zu akzeptieren.

Die Abweichung von der tatsächlichen Verteilung der Mannschaften auf die Ligen erklärt sich somit aus der Erreichbarkeit und der Motivation der Trainer bzw. Mannschaften, an der Studie teilzunehmen. Ferner nahmen topographische Faktoren Einfluss, da vorwiegend Mannschaften aus der näheren und weiteren Umgebung (bis ca. 70 km) der Stadt Münster kontaktiert wurden.

Trotz Abweichungen in der Ligenzusammensetzung liegt eine umfassende Stichprobe aus dem Vereinssport Basketball vor. Im Vergleich zu ähnlichen Studien zeigt sich sogar, dass in diesen meist keine Unterscheidungen zwischen verschiedenen Leistungsklassen getroffen werden <sup>(18,65,67,68,70)</sup>. Diese Untersuchungen berücksichtigen, soweit nachvollziehbar, nur Spieler einer Leistungsklasse. Ob sich die Ergebnisse der vorliegenden Studie in einer dem Vereinssport vollständig angepassten Ligenzusammensetzung ändern, lässt sich schwer voraussagen. Aufgrund der hohen Probandenanzahl und der breiten Streuung in alle Ligen sind relevante Beeinflussungen unwahrscheinlich. Zudem schützt die Reduzierung der verschiedenen Leistungsniveaus auf zwei Leistungsklassen vor Ungenauigkeiten in der Ligenzusammensetzung und führen zu aussagekräftigen und trotzdem differenzierten Ergebnissen.

#### **4.5.1.2 Randomisierung**

Die Zuordnung der Mannschaften bzw. Spieler in Interventionsgruppen bzw. in die Kontrollgruppe erfolgte, wie im Methodenteil (vgl. 2.2) beschrieben, teilrandomisiert. Die Einschränkung in der Randomisierung war nicht geplant, wurde jedoch erforderlich, um eine ausreichend hohe Beteiligung an der Studie zu erreichen, denn es bestand bei zu wenigen Mannschaften die Bereitschaft, sich im Falle der Studienteilnahme vollrandomisiert jeder beliebigen Gruppe zuordnen zu lassen.

Die Mannschaften bzw. Spieler, die die Möglichkeit nutzten, die Teilnahme an bestimmten Interventionsgruppen auszuschließen (die Kontrollgruppe wurde immer angenommen), entschieden sich in wenigen Fällen gegen die Trainingsgruppe, jedoch in vielen Fällen gegen die Orthesengruppe. Viele Spieler waren trotz intensiver Aufklärungsarbeit nicht bereit, zu Studienzwecken Orthesen zu tragen.

Da die Gruppen nicht unter vollständig randomisierten Bedingungen entstanden sind, könnten die Ergebnisse durch die Teilrandomisierung beeinflusst sein. So könnte es z.B. in der Orthesengruppe, die am häufigsten ausgeschlossen wurde, zu einer Selektion von Probanden mit bestimmten Eigenschaften gekommen sein, die nicht durch die Datenblätter erfasst wurden. Andererseits ist vorstellbar, dass sich durch die Einflussnahme der Spieler deren Compliance verbessert haben könnte, da unliebsame Interventionen, die eventuell weniger kooperativ durchgeführt worden wären, abgewählt werden konnten. Die ausgewogene Verteilung der Probanden der einzelnen Studiengruppen auf die verschiedenen Damen- und Herrenligen macht eine Beeinflussung der Ergebnisse durch die Teilrandomisierung jedoch unwahrscheinlich.

#### **4.5.2 Studiendurchführung**

Größer angelegte empirische Untersuchungen mit Interventionsgruppen im Sportbereich haben ihre Grenzen. Compliance und mangelnde Kontrollmöglichkeiten sind zwei Probleme, die mit begrenztem Aufwand nur schwer zu überwachen sind. Die folgenden Abschnitte sollen mögliche Fehlerquellen und Probleme bei der Studiendurchführung aufdecken.

##### **4.5.2.1 Dokumentation**

Aus personellen Gründen konnte nicht jedes Training und jedes Spiel der Mannschaften beaufsichtigt werden. Die Dokumentation der Teilnahmen am Sport und der Verletzungen wurde daher von den Trainern bzw. Spielern übernommen. Trotz mehrfacher persönlicher, telefonischer und schriftlicher Hinweise ist es je nach Sorgfalt der Trainer und Spieler möglich, dass Verletzungen nicht dokumentiert oder die Teilnahmen am Sport nicht korrekt festgehalten wurden. Der fehlende Eingang von 7,8 % aller Protokollblätter über die Teilnahmen am Sport und teilweise längere Abstände zwischen Verletzungszeitpunkt und Protokollierung erhöhen die Wahrscheinlichkeit von Fehlern in der Dokumentation.

Da die Möglichkeit, unvollständige Informationen erhalten zu haben, bei allen Gruppen besteht, kann angenommen werden, dass sich ein daraus resultierender Bias größtenteils ausgleicht. Zudem sind aufgrund der hohen Probandenzahl einzelne Fehler statistisch

nicht relevant. Eine Beeinflussung des Ergebnis ist wäre erst bei einer Kumulation von Fehlangaben in einzelnen Gruppen denkbar, wovon in dieser Untersuchung nicht auszugehen ist.

#### **4.5.2.2 Probleme in der Trainingsgruppe**

Das Trainingsprogramm musste nach der Einführungsphase überwiegend selbstständig bzw. unter Anleitung der Trainer durchgeführt werden. Trotz der Besuche und der mitgegebenen ausführlichen schriftlichen Dokumentation waren Fehler bei der Durchführung des Trainingsprogramms nicht zu verhindern. Bei den Besuchen zeigten sich als Hauptfehlerquellen vor allem eine zu hohe Geschwindigkeit bei der Ausführung der Übungen und Fehler in der Beinachse und Körperhaltung. Nicht alle Trainer waren in der Lage, die Fehler selbstständig zu erkennen und zu korrigieren. Selbstverständlich musste darauf vertraut werden, dass das Trainingsprogramm regelmäßig durchgeführt wurde. Eine Mannschaft beendete das Trainingsprogramm aus Zeitgründen vorzeitig. Ferner konnte beobachtet werden, dass das Übungsprogramm mit unterschiedlicher Sorgfalt durchgeführt wurde. Im höheren Ligenbereich waren nicht nur die Leistungen der Spieler höher, die Übungen wurden auch mit einer größeren Aufmerksamkeit durchgeführt als von den Mannschaften der unteren Ligen.

Es ist denkbar, dass unter Eliminierung aller Fehlerquellen die Ergebnisse der Trainingsgruppe besser sein könnten. Schlüsselpunkte für ein erfolgreiches Training sind kompetente Trainer und motivierte Mannschaften.

#### **4.5.2.3 Probleme in der Orthesengruppe**

In der Orthesengruppe sind zwei Fehlerquellen vorstellbar: unregelmäßige Applikation und fehlerhafte Handhabung.

Das regelmäßige Tragen der Orthesen musste mit der Einwilligung der Probanden für die Studie vorausgesetzt werden und wurde gelegentlich durch Rückfragen an die Trainer überprüft. Es wurde jedoch von keinen Unregelmäßigkeiten berichtet.

Die Handhabung der im Rahmen der Studie verteilten Aircast AirGo-Orthesen ist unkompliziert. Eine vom Hersteller mitgelieferte Anleitung beschreibt die Anwendung der

Orthese ausführlich. Zu Beginn der Studie wurden die Orthesen in Abhängigkeit von den Schuhgrößen der Probanden nach Herstellerangaben in small, medium oder large vergeben. Nicht passende Orthesen konnten jederzeit umgetauscht werden. Probleme in der Handhabung wurden zu keiner Zeit berichtet. Bei den Probanden, die mit eigener Orthese an der Studie teilnahmen, sollte ein korrekter Umgang mit der Orthese vorausgesetzt werden können.

## 4.6 Empfehlungen

Beide überprüften Präventionsstrategien konnten im Rahmen der Untersuchung die Häufigkeit von Sprunggelenksverletzungen im Basketball effektiv reduzieren. Dabei zeigen die Ergebnisse eindeutig, dass die Anwendung von Sprunggelenksorthesen die wirksamere der beiden Präventionsmaßnahmen ist.

Die Empfehlungen zur Prävention sollten nun nicht nur die Wirksamkeit der beiden Maßnahmen, sondern auch die Vor- und Nachteile in Bezug auf die Anforderungen und Erwartungen der verschiedenen Spieler berücksichtigen. Aus diesen Gründen sollten die Empfehlungen differenziert erfolgen. Dazu sollte einerseits die Leistungsklasse des Spielers, andererseits der Zustand des Sprunggelenks berücksichtigt werden.

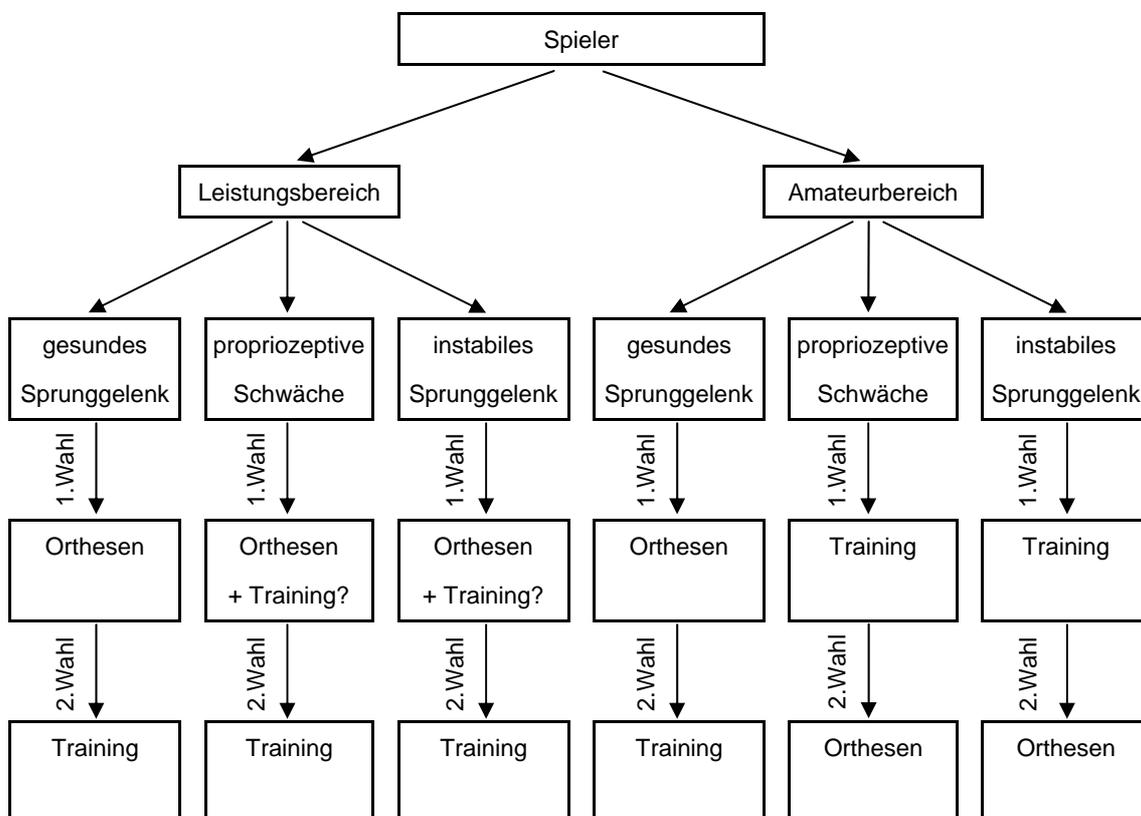
Spieler mit einem hohen individuellen Risiko für Sprunggelenksdistorsionen (Verletzungen in der Vorgeschichte, hohes Spielniveau, hoher Einsatz, ausgeprägtes Risikoverhalten, etc.) sollten sich durch die Anwendung von Sprunggelenksorthesen schützen. Sie bieten die höchste Sicherheit und reduzieren somit die Ausfallzeiten am effektivsten. Spieler, die sich durch das Tragen von Sprunggelenksorthesen in ihrer Leistung beeinflusst fühlen, sollten bei der Abwägung, ob sie Orthesen anwenden möchten, beachten, dass die in nur wenigen Studien für möglich gehaltene Beeinflussung der Leistung durch den enormen Nutzen bei der Verletzungsprävention aufgewogen wird. Daher sollten die Spieler über diese Einschätzung aufgeklärt werden. Wird dennoch oder aus anderen Gründen (Unbequemlichkeit, psychologische Faktoren, etc.) die Anwendung von Orthesen abgelehnt, sollte alternativ ein Propriozeptionstraining durchgeführt werden.

Spieler mit vorwiegend instabilen Sprunggelenken (rezidivierende Verletzungen in der Vorgeschichte, Instabilitätsgefühl), die auch im Alltag eine Neigung zu Distorsionen aufweisen, sollten das Propriozeptionstraining bevorzugen. Der Grund hierfür ist der kausale Zusammenhang zwischen instabilen Sprunggelenken und reduzierter Propriozeption. Den Sportlern im Leistungsbereich werden jedoch auch hier Orthesen empfohlen, da für sie ein höchstmöglicher Verletzungsschutz während des risikoreichen Spiels besonders wichtig ist. Insbesondere für diese Spieler könnte auch eine Kombination beider Maßnahmen von Vorteil sein (vgl. 4.6.1.1)

Spielern mit Schwächen in Bereichen, die eng mit propriozeptiven Leistungen verknüpft sind (z.B. schwache Balance), ist ebenfalls das Propriozeptionstraining zu empfehlen, da geringe propriozeptive Fähigkeiten das Risiko von Sprunggelenksdistorsionen erhöhen. Meist sind Spieler aus dem Amateurbereich betroffen, die gelegentlich ohne spezifisches Training Basketball spielen. Leistungssportler sollten auch hier, analog zu den Empfehlungen für Spieler mit instabilen Sprunggelenken, Orthesen, eventuell mit Propriozeptionstraining gekoppelt, nutzen.

Spielern im Amateurbereich, die weder propriozeptive Schwächen noch chronische Instabilitäten am Sprunggelenk aufweisen, wird ebenfalls die Anwendung von Sprunggelenksorthesen empfohlen, da sie so mit wenig Aufwand einen guten Verletzungsschutz erreichen.

Abbildung 10 gibt abschließend in Form eines Flussdiagramms eine Übersicht über die Therapieempfehlungen.



**Abbildung 10:** Flussdiagramm zur Empfehlung von Präventionsmaßnahmen

#### **4.6.1 Kombination von Sprunggelenksorthesen und Propriozeptionstraining**

In dieser Arbeit wurde deutlich, dass sich die Anwendung von Sprunggelenksorthesen und die Durchführung eines Propriozeptionstrainings in einigen Aspekten sehr gut ergänzen würden.

Während z.B. das Propriozeptionstraining vor allem die Nicht-Kontaktverletzungen reduzierte, schienen die Orthesen bei den Kontaktverletzungen effektiver zu sein. Eine Kombination der beiden Maßnahmen könnte darüber hinaus zu synergistischen Effekten innerhalb der Wirkungsmechanismen führen: Da Orthesen, wie eingangs beschrieben, unter anderem über das propriozeptive System wirken, könnten sie in ihrer Effektivität über das Propriozeptionstraining gesteigert werden. Dies führt zu der Überlegung, durch die Kombination beider Präventionsstrategien die Wirksamkeit gegenüber der Einzelmaßnahmen zu steigern. Vor allem Sportler aus dem oberen Leistungsbereich mit vorgeschädigten Sprunggelenken könnten von dieser Kombination profitieren. Um die Gültigkeit dieser Überlegungen nachzuweisen, bedarf es jedoch weiterer Untersuchungen, die Ansatzpunkte zukünftiger Studien sein sollten.

#### **4.6.2 Verbesserung der körperlichen Leistungsfähigkeit als Basismaßnahme**

Ein vielseitiges körperliches Training verbessert die Leistung des neuromuskulären Systems und trägt zum Schutz vor Verletzungen des Bewegungsapparats bei <sup>(36,44)</sup>. Daher sollten die speziellen Maßnahmen zur Prävention durch eine gute körperliche Leistungsfähigkeit der Spieler unterstützt werden.

Die Vorsaison spielt in diesem Zusammenhang eine zentrale Rolle und sollte sorgfältig geplant werden. Vor allem hier bietet sich die Möglichkeit an, die Leistungsfähigkeit zu optimieren sowie Maßnahmen zur Verletzungsprävention zu etablieren. Aufbau und Verbesserung von Kondition, Wendigkeit, Flexibilität und Koordination sollten wichtige Bestandteile der Vorsaison sein. Hier muss eine optimale Grundlage geschaffen werden, um im Training während der Saison die Schwerpunkte auf spielerische Fähigkeiten legen zu können. Aber auch während der Saison sollte zumindest auf den Erhalt, besser noch auf den Ausbau der körperlichen Leistungsfähigkeit geachtet werden.

## 4.7 Weitere Möglichkeiten der Prävention

Die Applikation äußerer Stabilisierungshilfen (Orthesen/ Tape) und die Implikation neuromuskulärer Übungsprogramme in das Training sind die gängigsten Präventionsmaßnahmen, um die Häufigkeit von Sprunggelenkverletzungen zu reduzieren. In diesem Zusammenhang sollte betont werden, dass der in der Literatur oft genutzte Terminus „neuromuskuläres Training“ ein weit gefasster Begriff ist. Das neuromuskuläre Training kann verschiedene Übungen zur Verbesserung allgemeiner (Kondition, Schnelligkeit, Sprungkraft, etc.), spezieller (gezieltes Propriozeptionstraining) oder sportspezifischer Fertigkeiten (sportspezifische Bewegungsabläufe) enthalten, wird jedoch oft auch synonym zum „Propriozeptionstraining“ verwendet. Auf Prävention mithilfe von Sprunggelenksorthesen und Propriozeptionstraining wurde in der vorliegenden Studie bereits ausführlich eingegangen.

Ein weiterer Ansatzpunkt ist die Einführung eines technischen Trainings, bei dem verletzungsanfällige Bewegungsabläufe gezielt optimiert werden sollen. Beim Volleyball hat sich das technische Training bereits in vielen Präventionsprogrammen etabliert und zu guten Ergebnissen geführt.

Stretching ist Bestandteil nahezu jeden Trainings. Obwohl eine verminderte Dorsalexension besonders häufig mit Sprunggelenksdistorsionen in Verbindung zu stehen scheint, führt ein gezieltes Stretching beim Aufwärmen, insbesondere die Wadenmuskulatur betreffend, nicht zur signifikanten Reduktion von Sprunggelenksverletzungen, auch wenn ein Trend in diese Richtung beobachtet werden konnte <sup>(54,55)</sup>.

Der Tapeverband war eine der ersten Behandlungsformen von Sprunggelenksdistorsionen, der eine frühfunktionelle Therapie und Rehabilitation ermöglichte. Parallel dazu etablierte er sich auch in der Prävention und galt über Jahre als Goldstandard. Die Effektivität des Tapeverbands zur Prävention von Sprunggelenksverletzungen demonstrierten Garrick und Requa schon 1973 in einer großen klinischen Studie <sup>(18)</sup>. In den folgenden Jahrzehnten befassten sich zahlreiche Studien mit dem Vergleich von Tapeverband und Orthese <sup>(8,18,19,45,47,52,64,69,72)</sup>: Laboruntersuchungen konnten zeigen, dass der Tapeverband nach 20 Minuten Belastung bis zu 60 % des mechanischen Effekts verliert <sup>(19)</sup>. Im Gegensatz dazu bleibt der mechanische Effekt der Orthesen erhalten. Weitere Studien

bestätigen diese Ergebnisse <sup>(8,47,69,72)</sup>. Trotzdem wirkt der Tapeverband auch noch dann, wenn der mechanische Effekt nachgelassen hat. Hierfür werden propriozeptive Effekte verantwortlich gemacht <sup>(27,62)</sup>. Auch wenn der Tapeverband für viele Spieler von allen Stabilisierungshilfen am angenehmsten zu tragen ist, unterliegt er den Orthesen in der Wirksamkeit, Sprunggelenksverletzungen zu verhindern <sup>(18,64)</sup>. Weitere Nachteile des Tapeverbands sind die Schwierigkeit der Applikation, der Zeitaufwand und die Kosten <sup>(45,64)</sup>, sodass er nur noch in Ausnahmefällen den Orthesen vorgezogen werden sollte.

Die Möglichkeit, durch die richtige Schuhwahl das Verletzungsrisiko zu beeinflussen, hat sich in den letzten Jahren stark relativiert. Während in den 70er Jahren eindeutig hohe Schuhe empfohlen wurden <sup>(18)</sup>, hat sich in den letzten Jahrzehnten der Basketballschuh in viele Richtungen weiterentwickelt. Inzwischen sind gute Modelle in verschiedenen Höhen, Dämpfungen und Stabilisierungen erhältlich. In vielen Untersuchungen wurden Verbindungen zwischen Eigenschaften von Schuhen oder Schuhmarken und dem Risiko von Sprunggelenksverletzungen gesucht. Es konnte jedoch keine Evidenz für einen bestimmten Schuhtyp nachgewiesen werden, mit dem sich die Häufigkeit von Sprunggelenksverletzungen signifikant vermindern ließ <sup>(69)</sup>.

## 4.8 Schlussfolgerung

Nach wie vor sind Sprunggelenksverletzungen die häufigsten Verletzungen im Basketball. Die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zeigen, dass durch Präventionsmaßnahmen die Häufigkeit von Sprunggelenksverletzungen effektiv vermindert werden können. Als zwei wirkungsvolle Methoden wurden die Anwendung von Sprunggelenksorthesen sowie die Durchführung eines Propriozeptionstrainings beschrieben. Durch die Anwendung von Orthesen konnte die Häufigkeit von Sprunggelenksverletzungen am wirksamsten reduziert werden. Sie wurden daher in den Empfehlungen, in die auch weitere Aspekte wie Vor- und Nachteile sowie die Wirkungsweise der Methoden einfließen, besonders oft als Präventionsmaßnahme erster Wahl beschrieben. Auch das Trainingsprogramm, das etwas weniger wirksam war, konnte aufgrund der speziellen Wirkungsweise für bestimmte Sportler empfohlen werden. Eine Kombination der beiden Methoden könnte deren Effektivität weiter erhöhen, war jedoch nicht Gegenstand dieser Studie. Hierzu sind weitere Untersuchungen nötig. In jedem Fall schützt eine gute körperliche Leistungsfähigkeit vor Verletzungen. Als Basismaßnahmen sollten daher die Verbesserung von Kondition, Wendigkeit, Flexibilität und Koordination Bestandteile des Trainings sein.

Es ist nicht nur wichtig, diese Präventionsmethoden in Zusammenarbeit mit Sportärzten, Physiotherapeuten und Trainern einzuführen, auch die Spieler müssen stärker für das Thema Verletzungsprävention sensibilisiert werden, da die Bedeutung der Sprunggelenksdistorsion von den Sportlern oft unterschätzt wird. Hierzu ist eine intensive Aufklärungsarbeit nötig. Nur so kann die Akzeptanz dieser Maßnahmen bei Spielern und Trainern weiter gesteigert werden. Werden auch diese Aspekte berücksichtigt, ist es möglich, einen wirkungsvollen Schutz vor Sprunggelenksverletzungen zu erreichen.

### Literaturverzeichnis

1. Agel, J., Arendt, E. A., and Bershadsky, B. Anterior cruciate ligament injury in national collegiate athletic association basketball and soccer: a 13-year review. *Am J Sports Med* 33: 524-530, 2005
2. Arendt, E. and Dick, R. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer. NCAA data and review of literature. *Am J Sports Med* 23: 694-701, 1995
3. Backx, F. J., Beijer, H. J., Bol, E., and Erich, W. B. Injuries in high-risk persons and high-risk sports. A longitudinal study of 1818 school children. *Am J Sports Med* 19: 124-130, 1991
4. Bahr, R., Lian, O., and Bahr, I. A. A twofold reduction in the incidence of acute ankle sprains in volleyball after the introduction of an injury prevention program: a prospective cohort study. *Scand J Med Sci Sports* 7: 172-177, 1997
5. Beynonn, B. D., Renstrom, P. A., Alosa, D. M., Baumhauer, J. F., and Vacek, P. M. Ankle ligament injury risk factors: a prospective study of college athletes. *J Orthop Res* 19: 213-220, 2001
6. Beynonn, B. D., Vacek, P. M., Murphy, D., Alosa, D., and Paller, D. First-time inversion ankle ligament trauma: the effects of sex, level of competition, and sport on the incidence of injury. *Am J Sports Med* 33: 1485-1491, 2005
7. Caraffa, A., Cerulli, G., Progetti, M., Aisa, G., and Rizzo, A. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. A prospective controlled study of proprioceptive training. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 4: 19-21, 1996
8. Cordova, M. L., Ingersoll, C. D., and LeBlanc, M. J. Influence of ankle support on joint range of motion before and after exercise: a meta-analysis. *J Orthop Sports Phys Ther* 30: 170-177, 2000
9. Cordova, M. L., Scott, B. D., Ingersoll, C. D., and LeBlanc, M. J. Effects of ankle support on lower-extremity functional performance: a meta-analysis. *Med Sci Sports Exerc* 37: 635-641, 2005
10. Eils, E. The role of proprioception in the primary prevention of ankle sprains in athletes. *International SportMed Journal* 4: 1-9, 2003
11. Eils, E., Demming, C., Kollmeier, G., Thorwesten, L., Volker, K., and Rosenbaum, D. Comprehensive testing of 10 different ankle braces. Evaluation of passive and rapidly induced stability in subjects with chronic ankle instability. *Clin Biomech* 17: 526-535, 2002
12. Eils, E. and Rosenbaum, D. A multi-station proprioceptive exercise program in patients with ankle instability. *Med Sci Sports Exerc* 33: 1991-1998, 2001

13. Franke, K. Erscheinungsbilder ligamentärer Verletzungen der oberen Sprunggelenkregion. *Med u Sport* 23: 43-44, 1983
14. Freeman, M. A. Treatment of ruptures of the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 47: 661-668, 1965
15. Freeman, M. A. Instability of the foot after injuries to the lateral ligament of the ankle. *J Bone Joint Surg Br* 47: 669-677, 1965
16. Fu, A. S. and Hui-Chan, C. W. Ankle joint proprioception and postural control in basketball players with bilateral ankle sprains. *Am J Sports Med* 33: 1174-1182, 2005
17. Gandevia, S. C., Hall, L. A., McCloskey, D. I., and Potter, E. K. Proprioceptive sensation at the terminal joint of the middle finger. *J Physiol* 335: 507-517, 1983
18. Garrick, J. G. and Requa, R. K. Role of external support in the prevention of ankle sprains. *Med Sci Sports* 5: 200-203, 1973
19. Greene, T. A. and Hillman, S. K. Comparison of support provided by a semirigid orthosis and adhesive ankle taping before, during, and after exercise. *Am J Sports Med* 18: 498-506, 1990
20. Gross, M. T. and Liu, H. Y. The role of ankle bracing for prevention of ankle sprain injuries. *J Orthop Sports Phys Ther* 33: 572-577, 2003
21. Handoll, H. H., Rowe, B. H., Quinn, K. M., and de, Bie R. Interventions for preventing ankle ligament injuries. *Cochrane Database Syst Rev* CD000018-2001
22. Harmer, P. A. Basketball injuries. *Med Sport Sci* 49: 31-61, 2005
23. Hertel, J. Functional instability following lateral ankle sprain. *Sports Med* 29: 361-371, 2000
24. Hertel, J. Functional anatomy, pathomechanics and pathophysiology of lateral ankle instability. *J Athl Train* 37: 364-375, 2002
25. Hoffman, M. and Payne, V. G. The effects of proprioceptive ankle disk training on healthy subjects. *J Orthop Sports Phys Ther* 21: 90-93, 1995
26. Hosea, T. M., Carey, C. C., and Harrer, M. F. The gender issue: epidemiology of ankle injuries in athletes who participate in basketball. *Clin Orthop Relat Res* 45-49, 2000
27. Jerosch, J. and Bischof, M. Der Einfluss der Propriozeptivität auf die funktionelle Stabilität des oberen Sprunggelenks unter besonderer Berücksichtigung von Stabilisierungshilfen. *Sportverletz Sportschaden* 8: 111-121, 1994

28. Jerosch, J. and Schoppe, R. Midterm effects of ankle joint supports on sensorimotor and sport-specific capabilities. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 8: 252-259, 2000
29. Jerosch, J., Thorwesten, L., and Haverkamper, U. Langfristige Auswirkungen von Sprunggelenksorthesen auf sportspezifische Fertigkeiten im Handball. *Sportverletz Sportschaden* 12: 102-106, 1998
30. Kimura, I. F., Nawocenski, D. A., Epler, M., and Owen, M. G. Effect of the Air-Stirrup on controlling ankle inversion stress. *The Journal of orthopaedic and sports physical therapy* 9: 190-193, 1987
31. Knobloch, K., Rossner, D., Jagodzinski, M., Zeichen, J., Gossling, T., Martin-Schmitt, S., Richter, M., and Krettek, C. Basketballverletzungen im Schulsport. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 56: 12-15, 2005
32. Krummenauer, F. III: "Relatives Risiko" und "NNT" - anschauliche Maße für binäre Daten. *Klin Monatsbl Augenheilkd* 219: 749-751, 2002
33. Lanese, R. R., Strauss, R. H., Leizman, D. J., and Rotondi, A. M. Injury and disability in matched men's and women's intercollegiate sports. *Am J Public Health* 80: 1459-1462, 1990
34. Lephart, S. M., Pincivero, D. M., Giraldo, J. L., and Fu, F. H. The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. *Am J Sports Med* 25: 130-137, 1997
35. Löfvenberg, R., Kärrholm, J., and Sundelin, G. Die propriozeptive Reaktion beim gesunden und beim chronisch instabilen Sprunggelenk. *Sportverletz Sportschaden* 10: 79-83, 1996
36. Mandelbaum, B. R., Silvers, H. J., Watanabe, D. S., Knarr, J. F., Thomas, S. D., Griffin, L. Y., Kirkendall, D. T., and Garrett, W., Jr. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes: 2-year follow-up. *Am J Sports Med* 33: 1003-1010, 2005
37. Matsusaka, N., Yokoyama, S., Tsurusaki, T., Inokuchi, S., and Okita, M. Effect of ankle disk training combined with tactile stimulation to the leg and foot on functional instability of the ankle. *Am J Sports Med* 29: 25-30, 2001
38. Mattacola, C. G. and Dwyer, M. K. Rehabilitation of the ankle after acute sprain or chronic instability. *J Athl Train* 37: 413-429, 2002
39. McGuine, T. A., Greene, J. J., Best, T., and Levenson, G. Balance as a predictor of ankle injuries in high school basketball players. *Clin J Sport Med* 10: 239-244, 2000
40. McKay, G. D., Goldie, P. A., Payne, W. R., and Oakes, B. W. Ankle injuries in basketball: injury rate and risk factors. *Br J Sports Med* 35: 103-108, 2001

41. McKay, G. D., Goldie, P. A., Payne, W. R., Oakes, B. W., and Watson, L. F. A prospective study of injuries in basketball: a total profile and comparison by gender and standard of competition. *J Sci Med Sport* 4: 196-211, 2001
42. Messina, D. F., Farney, W. C., and DeLee, J. C. The incidence of injury in Texas high school basketball. A prospective study among male and female athletes. *Am J Sports Med* 27: 294-299, 1999
43. Murphy, D. F., Connolly, D. A., and Beynnon, B. D. Risk factors for lower extremity injury: a review of the literature. *Br J Sports Med* 37: 13-29, 2003
44. Myer, G. D., Ford, K. R., Palumbo, J. P., and Hewett, T. E. Neuromuscular training improves performance and lower-extremity biomechanics in female athletes. *J Strength Cond Res* 19: 51-60, 2005
45. Olmsted, L. C., Vela, L. I., Denegar, C. R., and Hertel, J. Prophylactic ankle taping and bracing: A numbers-needed-to-treat and cost-benefit analysis. *J Athl Train* 39: 95-100, 2004
46. Osborne, M. D., Chou, L. S., Laskowski, E. R., Smith, J., and Kaufman, K. R. The effect of ankle disk training on muscle reaction time in subjects with a history of ankle sprain. *Am J Sports Med* 29: 627-632, 2001
47. Osborne, M. D. and Rizzo, T. D., Jr. Prevention and treatment of ankle sprain in athletes. *Sports Med* 33: 1145-1150, 2003
48. Overbeck M. Sprunggelenkinstabilitäten - Effektstudie eines Trainingsprogramms. *Krankengymnastik Zeitschrift für Physiotherapeuten* 3: 418-427, 2001
49. Papadopoulos ES., Nicolopoulos C., Anderson EG., Curran M., and Athanaspoulos S. The role of ankle bracing in injury prevention, athletic performance and neuromuscular control: a review of the literatur. *The Foot* 15: 1-6, 2005
50. Peters, J. W., Trevino, S. G., and Renstrom, P. A. Chronic lateral ankle instability. *Foot Ankle* 12: 182-191, 1991
51. Petersen, W., Zantop, T., Steensen, M., Hypa, A., Wessolowski, T., and Has-senpflug, J. Prävention von Verletzungen der unteren Extremität im Handball: Erste Ergebnisse des Kieler Handball-Verletzungs-Präventionsprogrammes. *Sportverletz Sportschaden* 16: 122-126, 2002
52. Pienkowski, D., McMorrow, M., Shapiro, R., Caborn, D. N., and Stayton, J. The effect of ankle stabilizers on athletic performance. A randomized prospective study. *Am J Sports Med* 23: 757-762, 1995
53. Podzielny, S., Milani, T. L., and Gollhofer, A. Propriozeptives Training zur Sprunggelenksprophylaxe. *OST-Sonderheft Propriozeption* 20-24, 2000

54. Pope, R., Herbert, R., and Kirwan, J. Effects of ankle dorsiflexion range and pre-exercise calf muscle stretching on injury risk in army recruits. *Aust J Physiother* 44: 165-172, 1998
55. Pope, R. P., Herbert, R. D., Kirwan, J. D., and Graham, B. J. A randomized trial of preexercise stretching for prevention of lower-limb injury. *Med Sci Sports Exerc* 32: 271-277, 2000
56. Powell, J. W. and Barber-Foss, K. D. Sex-related injury patterns among selected high school sports. *Am J Sports Med* 28: 385-391, 2000
57. Prebble, T. B., Chyou, P. H., Wittman, L., McCormick, J., Collins, K., and Zoch, T. Basketball injuries in a rural area. *WMJ* 98: 22-24, 1999
58. Pschyrembel W. Pschyrembel Aufl. 258: Propriozeption. Walter de Gruyter, Berlin New York. 1296-1297, 1998
59. Quante, M. and Hille, E. Propriozeption: Eine kritische Analyse zum Stellenwert in der Sportmedizin. *Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin* 10: 306-310, 1999
60. Raschka, C., Gläser, H., and de, Marees H. Unfallhergangstypen und Vorschläge zu ihrer Prävention im Basketball. *Sportverletz Sportschaden* 9: 84-91, 1995
61. Raudenbush, SW. and Bryk, AS. Hierarchical linear models: Applications and data analysis methods. 2nd ed. Newbury Park, CA: Sage Publications. 2002
62. Richie, D. H., Jr. Functional instability of the ankle and the role of neuromuscular control: a comprehensive review. *J Foot Ankle Surg* 40: 240-251, 2001
63. Rosenbaum, D., Kamps, N., Bosch, K., Thorwesten, L., Volker, K., and Eils, E. The influence of external ankle braces on subjective and objective parameters of performance in a sports-related agility course. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc* 13: 419-425, 2005
64. Rovere, G. D., Clarke, T. J., Yates, C. S., and Burley, K. Retrospective comparison of taping and ankle stabilizers in preventing ankle injuries. *Am J Sports Med* 16: 228-233, 1988
65. Sitler, M., Ryan, J., Wheeler, B., McBride, J., Arciero, R., Anderson, J., and Horodyski, M. The efficiency of a semirigid ankle stabilizer to reduce acute ankle injuries in basketball. A randomized clinical study at West Point. *Am J Sports Med* 22: 454-461, 1994
66. Smith, R. W. and Reischl, S. F. Treatment of ankle sprains in young athletes. *Am J Sports Med* 14: 465-471, 1986
67. Stasinopoulos, D. Comparison of three preventive methods in order to reduce the incidence of ankle inversion sprains among female volleyball players. *Br J Sports Med* 38: 182-185, 2004

68. Surve, I., Schwellnus, M. P., Noakes, T., and Lombard, C. A fivefold reduction in the incidence of recurrent ankle sprains in soccer players using the Sport-Stirrup orthosis. *Am J Sports Med* 22: 601-606, 1994
69. Thacker, S. B., Stroup, D. F., Branche, C. M., Gilchrist, J., Goodman, R. A., and Porter, Kelling E. Prevention of knee injuries in sports. A systematic review of the literature. *J Sports Med Phys Fitness* 43: 165-179, 2003
70. Tropp, H., Askling, C., and Gillquist, J. Prevention of ankle sprains. *Am J Sports Med* 13: 259-262, 1985
71. Verhagen, E., van der, Beek A., Twisk, J., Bouter, L., Bahr, R., and van, Mechelen W. The effect of a proprioceptive balance board training program for the prevention of ankle sprains: a prospective controlled trial. *Am J Sports Med* 32: 1385-1393, 2004
72. Verhagen, E. A., van der Beek, A. J., and van, Mechelen W. The effect of tape, braces and shoes on ankle range of motion. *Sports Med* 31: 667-677, 2001
73. Wedderkopp, N., Kalltoft, M., Lundgaard, B., Rosendahl, M., and Froberg, K. Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. *Scand J Med Sci Sports* 9: 41-47, 1999
74. Wester, J. U., Jespersen, S. M., Nielsen, K. D., and Neumann, L. Wobble board training after partial sprains of the lateral ligaments of the ankle: a prospective randomized study. *J Orthop Sports Phys Ther* 23: 332-336, 1996
75. Willems, T., Witvrouw, E., Verstuyft, J., Vaes, P., and De, Clercq D. Proprioception and muscle strength in subjects with a history of ankle sprains and chronic instability. *J Athl Train* 37: 487-493, 2002
76. Zöch, C., Fialka-Moser, V., and Quittan, M. Rehabilitation of ligamentous ankle injuries: a review of recent studies. *Br J Sports Med* 37: 291-295, 2003
77. Zucco, P. [Effect of equipment on current ski injuries, their development in the last 20 years and their prevention]. *Schweiz Z Med Traumatol* 8-12, 1994

## **Danksagung**

Besonders bedanken möchte ich mich bei Herrn Prof. Dr. Dieter Rosenbaum und Herrn Dr. Eric Eils, die mir die Durchführung dieser Arbeit ermöglichten.

Ein ganz besonderer Dank gilt ebenso meinen Eltern, die mich sowohl während des Studiums als auch bei der Durchführung dieser Arbeit immer unterstützten.

# Propriozeptionstraining im Basketball

## Einleitung - Was ist Propriozeption?

Das Wort Propriozeption ist gleichbedeutend mit Tiefensensibilität. Dabei geht es um die Wahrnehmung der Stellung und Bewegung des Körpers im Raum. Durch spezifische Rezeptoren (Propriozeptoren) werden Informationen über Muskelspannung, Muskellänge, Gelenkstellung und Gelenkbewegung registriert, weitergeleitet und später unter Einbeziehung weiterer Informationen in Rückenmark und Gehirn verschaltet. Die Informationen dieser Rezeptoren verhindern unphysiologische (unnatürliche, unnormale) Bewegungen. So werden z.B. extreme Gelenkstellungen erkannt und Bewegungen reflektorisch gestoppt, die diese Gelenkstellung verstärken würden. Je besser das System funktioniert, desto mehr schützt es vor Schäden am Bewegungsapparat.

## Konzept - Propriozeptionstraining verbessert die Reaktionsfähigkeit der Muskulatur. Propriozeptionstraining schützt vor Sprunggelenksverletzungen.

Konsequent und regelmäßig durchgeführtes Propriozeptionstraining verbessert die Wahrnehmungsfähigkeit der Rezeptoren in Gelenken, Muskeln (und Haut) und erhöht so das Feedback aus diesen Organen. Durch die verbesserte Rückmeldung verbessern sich ebenfalls die neuromuskulären, koordinativen Fähigkeiten der Muskulatur. In diesem Trainingsprogramm geht es schwerpunktmäßig um die Unterschenkelmuskulatur, die für die Stabilisation des Sprunggelenks zuständig ist. Wie vorangegangene Studien bereits gezeigt haben, werden durch diesen Effekt Sprunggelenksverletzungen reduziert.

## Ablauf - Wie wird das Propriozeptionstraining durchgeführt und in den Trainingsablauf integriert?

Das Übungsprogramm soll folgendermaßen in den Trainingsablauf eingebunden werden:

- 1mal pro Woche
- an den Trainingsanfang (zum Wahrnehmungstraining darf die Muskulatur noch nicht erschöpft sein)
- nach einer kurzen niedrig-intensiven Aufwärmphase (nach Belieben des Trainers, z.B. 4 Minuten lockeres Einlaufen)
- anschließendes Training nach den individuellen Methoden des Trainers

Durchführung des Propriozeptionstrainings:

- Zirkeltraining, 6 Stationen, jede Station wird zweimal nebeneinander aufgebaut
- 2 Durchläufe
- 45s Übungsdauer (ohne Unterbrechung!)
- 30s Pause + Stationswechsel
- Dauer der Trainingsphase ca. 15min

Das Propriozeptionstraining wird von uns und auch mit Hilfe dieser Dokumentation angeleitet, da es uns nicht möglich sein wird, bei jedem Training aller Mannschaften dabei sein zu können.

## Übungen

An den sechs Stationen werden verschiedene Übungen durchgeführt, die in ihren Grundzügen über den gesamten Übungszeitraum, also über die gesamte Saison gleich bleiben. Zur *Steigerung* gibt es von jeder Übung zwei Variationen, jede Variation macht die Grundübung etwas schwerer. Wann es

zur Steigerung kommt, wird von der Qualität der Ausführung der Übungen bestimmt und von uns entschieden. Es ist wichtig, sich genau an die Übungen unseres Programms zu halten, denn es muss *von allen gleich* ausgeführt werden, um hinterher einen Effekt nachzuweisen. Sollten Änderungen / Verbesserungen gewünscht sein, können diese gerne mit uns besprochen werden.

Die Übungen sollen *barfuß* durchgeführt werden. So ist die Wahrnehmung des Fußes verbessert und es werden mehr Informationen über Kontakt- und Gelenkstellungsveränderungen registriert und weitergeleitet.

*Tempoangaben* bei den Übungen sollen nur Verhältnisse, bzw. Richtwerte darstellen. Es ist nicht nötig, genau zu kontrollieren, ob man wirklich z.B. 3 Schritte pro Sekunde geht. Natürlich soll das Tempo individuell reduziert werden, wenn sich Personen bei einer Übung unsicher fühlen!

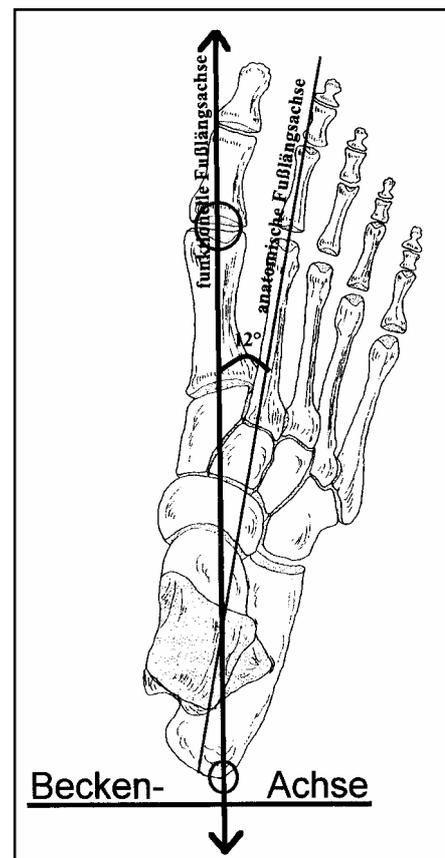
Bei allen Übungen kommt es auf die **Qualität** der Ausführung an, nicht auf die Leistung im Sinne von „höher, schneller, weiter...“!

### Die Beinachse - der wichtigste Aspekt für ein korrektes Training

Die Beinachse beschreibt die Stellung zwischen Becken, Oberschenkel, Unterschenkel und Fuß. Die Stellungen sind miteinander gekoppelt und bilden eine funktionelle Einheit. Das heißt, dass z.B. eine Fehlstellung im Knie auch eine Fehlstellung in den Fußgelenken verursacht. Die korrekt eingestellte Beinachse beschreibt eine physiologische Position der Gelenke zueinander. Es ist unbedingt darauf acht zu geben, dass sie bei allen Übungen eingehalten wird:

- ➔ die Hüfte ist leicht außenrotiert (die Füße zeigen 10° nach außen, damit die funktionelle Fußlängsachse Fersenaußenkante - Großzehengrundgelenk in 0° steht, siehe Skizze)
- ➔ die Kniegelenke sind leicht gebeugt (entriegelt) und stehen mit der Kniescheibe über dem Großzehengrundgelenk (nicht daneben)
- ➔ das Becken ist leicht nach vorne gekippt und der Brustkorb gehoben (natürliche aufrechte Körperhaltung).

Zu dieser Grundeinstellung gehört **IMMER** die 2-Punkte-Belastung des Fußes (Fersenaußenkante - Großzehenballen) - es soll versucht werden, den Fuß so einzustellen, dass das Gewicht über diese beiden Punkte auf den Untergrund geleitet wird.



Die Bewegung, die zu dieser Einstellung nötig ist, entspricht der natürlichen Verwringung der Fußknochen. Dadurch wird der Aufbau der Fußgewölbe unterstützt und die kurzen Fußmuskeln gekräftigt, deren Aufgabe die muskuläre Stabilisierung dieser Gewölbe ist.

### Aufbau - jede Station zweimal nebeneinander, Stationen nur komplett besetzen

Der Aufbau wird bei den einzelnen Übungen beschrieben. Für das Zirkeltraining soll jede Station nebeneinander zweimal in identischer Form aufgebaut werden. Da es auch Partnerübungen gibt, ist es wichtig, dass die Stationen vollständig mit zwei Leuten, oder gar nicht besetzt werden - notfalls muss der Trainer einspringen um eine Station aufzufüllen.

Um die Aufbauzeiten kurz zu halten empfiehlt es sich, als Trainer Aufgaben zu verteilen.

## Zirkeltraining - Grundübungen

Material: 4 Bänke, 6 feste Matten, 2 Deuserbänder, 2 Kippelbretter (re / li), 2 Basketbälle, 1 weiche Matte

### Station 1: umgedrehte Bank

**Aufbau:** die Bank auf die Sitzfläche umdrehen, so dass der schmale Balken nach oben zeigt

**Ausgangsstellung:** Stand auf dem Balken

**Ausführung:** Hinweg: langsam (1 Schritt = 3 Sekunden) vorwärts gehen, dabei das Spielbein tief nebenher-schwingen (Abstand Fuß-Boden ca. 10cm) - dies erfordert eine starke Beugung im Standbein; Rückweg: dito



### Station 2: Einbeinstand auf Matte

**Ausgangsstellung:** Einbeinstand auf *fester* Matte, Kontrolle der Beinachse, 2-Punkte-Belastung des Fußes über Fersenaußenkante - Großzehenballen

In welcher Form das andere Bein hochgehalten wird, spielt keine Rolle, es darf nur nicht das Standbein berühren.

**Ausführung:** alternierende Beugung und Streckung in Knie- und Sprunggelenk, dabei ist zu beachten, dass die Fußsohle gleichmäßig belastet wird und dass das Kniegelenk bei der Beugung nicht nach innen oder außen abweicht - nicht mehr als 80° beugen; Fußwechsel im 2. Durchgang!



### Station 3: Sprung auf Matte

**Ausgangsstellung:** Einbeinstand auf *fester* Matte, Kontrolle der Beinachse, die gleichseitige Hand umfasst von vorne den Oberschenkel, die andere Hand umfasst entsprechend auch den anderen Oberschenkel (auf dem Bild nicht dargestellt)

**Ausführung:** Sprung auf das zweite Bein, das erste Bein wird währenddessen angezogen - die Hände dienen dazu, die Muskelanspannung und -arbeit zu registrieren und kontrollieren, die nötig ist, um das Knie bei der Landung zu stabilisieren, 4s lang in der Stabilisierung bleiben und auf die korrekte Beinachse achten - bei der Ausführung bitte auch auf die aufrechte Körperhaltung des Oberkörpers achten



Station 4: schiefe Ebene

**Aufbau:** die Bank mit dem entsprechenden Ende (hier ist eine Sicherungsleiste angebracht, die das Abrutschen der Bank von der Sprossenwand verhindert) in die Sprossenwand einhängen, so dass sich eine dem Foto ähnliche Neigung ergibt (die einzustellende Höhe ist je nach Banklänge unterschiedlich, allgemein gilt: je höher desto schwieriger - aber zu steile Ebenen sind nicht mehr effektiv und bringen ein gewisses Verletzungsrisiko mit sich, also Vorsicht!)

**Ausgangsstellung:** Stand auf der Bank in Richtung Sprossenwand

**Ausführung:** Ball neben der Bank fortlaufend prellen und einhändig fangen oder dribbeln, dabei auf und ab gehen



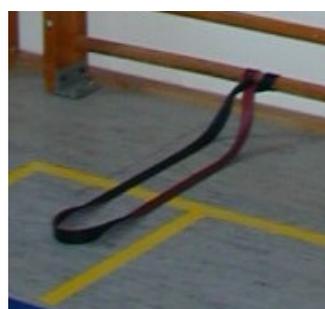
Station 5: Schritt auf Matte



**Aufbau:** ein Deuserband wird mithilfe einer Schlinge an die unterste Sprosse der Sprossenwand (oder an einen ähnlichen Gegenstand) befestigt (Bild rechts), davor wird eine feste Matte gelegt

**Ausgangsstellung:** (s. links) mit dem Rücken zur Sprossenwand stehend, schlüpft ein Fuß in die Schlinge, dann so weit vorgehen, bis sich das Band auf Höhe der Knöchel spannt

**Ausführung:** das eingespannte Bein *langsam* zwischen 11 und 1 Uhr nach vorne und zurück bewegen, dadurch muß das Standbein stabilisieren (Bilder unten) - Fußwechsel beim zweiten Durchlauf des Zirkels!



Station 6: Kippelbrett



**Aufbau:** neben dem zum Fuß passenden Kippelbrett (die quere Leiste zeigt zum Großzeh) wird eine Erhöhung (z.B. Weichbodenmatte) aufgebaut

**Ausgangsstellung:** der zu beübende Fuß steht auf dem Kippelbrett, der andere Fuß ist auf der weichen Matte, oder einem anderen höherem Gegenstand abgelegt

**Ausführung:** während das Kippelbrett möglichst in der Mittelstellung gehalten werden soll, soll der andere Fuß, der

aufgesetzt als Hilfe dient, so wenig wie möglich belastet werden, d.h. die Matte sollte kaum eingedrückt werden



## Zirkeltraining - 1. Variation

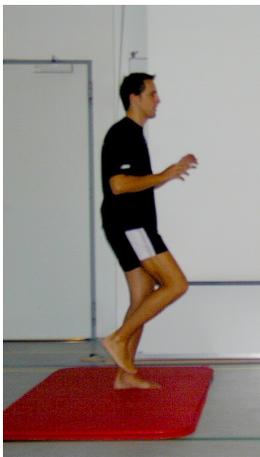
Material: 4 Bänke, 4 feste Matten, 1-3 weiche Matten, 2 Deuserbänder, 2 Kippelbretter (re / li),  
2 Basketballbälle, 2 elastische Binden

### Station 1: umgedrehte Bank

**Aufbau:** die Bank auf die Sitzfläche umdrehen, so dass der schmale Balken nach oben zeigt

**Ausgangsstellung:** Stand auf dem Balken

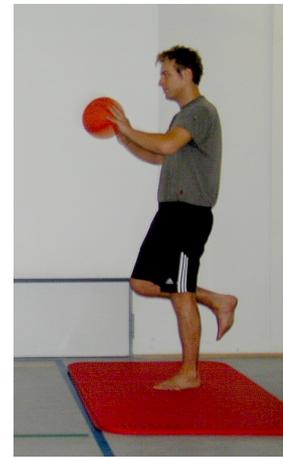
**Ausführung:** Hinweg: normale Schritte vorwärts in zügigem Tempo (aber auch hier nur so schnell, wie die Ausführung noch sauber ist!!); Rückweg: langsam *rückwärts* gehen, dabei das Spielbein *tief nebenherschwingen* (Abstand Fuß-Boden ca. 10cm) - dies erfordert eine starke Beugung des Standbeins, jedoch *nicht* so stark, dass die Ferse abhebt.



### Station 2: Einbeinstand auf Matte

**Ausgangsstellung:** zwei Partner stehen sich in ca. 4m Entfernung gegenüber, Einbeinstand auf *fester* Matte, Kontrolle der Beinachse (der Spieler auf dem rechten Bild muss im Knie etwas mehr beugen!)

**Ausführung:** die Partner spielen sich einen Ball zu, nach jedem Fangen soll zunächst die Körperhaltung für 2 Sekunden stabilisiert werden; Fußwechsel im 2. Durchgang!



### Station 3: Sprung auf Matte

**Ausgangsstellung:** (Bild links) zwei Partner stehen sich so gegenüber, dass sie ihre Handflächen gegeneinander drücken können; sie stehen mit demselben Bein im Einbeinstand auf *fester* Matte, Kontrolle der Beinachse



**Ausführung:** am besten zwecks Timing bis drei zählen, bei „drei“ Sprung auf das jeweils andere Bein, dabei drücken sich die Partner während der Flugphase über ihre entgegengestreckten Hände weg, so dass sie sich in ihrer Flugbahn beeinflussen (Bild rechts); der Stoß soll nur an dem Scheitelpunkt der Flugphase ausgeführt werden; nach der Landung das Bein



stabilisieren und erst NACH der Stabilisierung BEIDER Partner wird auf die andere Seite zurückgesprungen - es kommt bei der Übung vor allem auf die Landung an, die stabilisiert werden soll, nicht so sehr auf möglichst kräftige Stöße gegen den „Gegner“... ☺

Station 4: schiefe Ebene

**Aufbau:** siehe bei „Grundübungen“

**Ausgangsstellung:** Stand auf der Bank in Richtung Sprossenwand, el. Binde doppelt um die Knie

**Ausführung:** Auf der Bank *aufwärts vorwärts* und *abwärts rückwärts* gehen, bei dem zweiten Durchlauf des Zirkels andersherum, also *aufwärts rückwärts* und *abwärts vorwärts* gehen. Die Binde soll in Kniehöhe unter Spannung gehalten werden. Auf große Schritte achten, gegen den Widerstand der Bandage arbeiten, langsam gehen! Ein paar Schritte reichen, die Bank muss nicht bis ganz nach oben begangen werden (individuelles Sicherheitsgefühl!).

Station 5: Schritt auf Matte

**Aufbau:** ein Deuserband wird mithilfe einer Schlinge an die unterste Sprosse der Sprossenwand (oder an einen ähnlichen Gegenstand) befestigt, davor wird eine *weiche* Matte gelegt

**Ausgangsstellung:** mit dem Rücken zur Sprossenwand stehend, schlüpft ein Fuß in die Schlinge, dann so weit vorgehen, bis sich das Band auf Höhe der Knöchel spannt

**Ausführung:** das eingespannte Bein *mit geschlossenen Augen* zwischen 11 und 1 Uhr langsam nach vorne und zurück bewegen, dadurch muß das Standbein stabilisieren - Fußwechsel beim zweiten Durchlauf des Zirkels!

Station 6: Kippelbrett



**Aufbau:** zwei Partner positionieren sich gegenüber, neben dem zum jeweiligen Fuß passenden Kippelbrett (die quere Leiste zeigt zum Großzeh) wird eine Erhöhung (z.B. Weichbodenmatte) aufgebaut

**Ausgangsstellung:** der zu beübende Fuß steht auf dem Kippelbrett, der andere Fuß ist auf der weichen Matte, oder einem anderen höherem Gegenstand abgelegt

**Ausführung:** während das Kippelbrett möglichst in der Mittelstellung gehalten werden soll, soll der andere Fuß, der aufgesetzt als Hilfe dient, so wenig wie möglich belastet



werden, d.h. die Matte sollte kaum eingedrückt werden - zusätzlich sollen sich die beiden Partner einen Ball zuspielen und nach jedem Werfen / Fangen ihre Position neu stabilisieren (das Kippelbrett soll „schweben“), nach der Stabilisation folgt der nächste Wurf; Seitenwechsel bei der nächsten Zirkelrunde!

**Checkliste Beinachse (s.S. 2):**

- » Füße zeigen leicht nach außen
- » 2-Punkte-Belastung des Fußes
- » Kniegelenke sind leicht gebeugt, und stehen über den Füßen (nicht daneben)
- » das Becken ist leicht nach vorne gekippt und der Brustbein gehoben (natürliche aufrechte Körperhaltung)

## Zirkeltraining - 2. Variation

Auch bei dieser Variation geht es primär nicht um den Leistungsanspruch, sondern um Körperwahrnehmung bezogen auf Achseneinstellung und -stabilisation!

Material: 3 Bänke, 3 weiche Matten, 2 Deuserbänder, 2 Kippelbretter (re / li), 5 Basketbälle

### Station 1: umgedrehte Bank

**Aufbau:** die Bank auf die Sitzfläche umdrehen, so dass der schmale Balken nach oben zeigt, ein Basketball liegt neben der Bank

**Ausgangsstellung:** Stand mit einem Fuß auf dem Balken, Korrektur der Beinachse

**Ausführung:** Jetzt mit dem freien Fuß den neben der Bank liegenden Ball langsam und geführt in einem Kreis rollen, dazu muss das Standbein im Knie gebeugt werden - Konzentration auf das Standbein! Nach einem Kreis dreht sich der Spieler um 180° - das andere Bein zum Standbein.

### Station 2: Einbeinstand auf Matte

**Ausgangsstellung:** Einbeinstand auf *weicher* Matte, Kontrolle der Beinachse

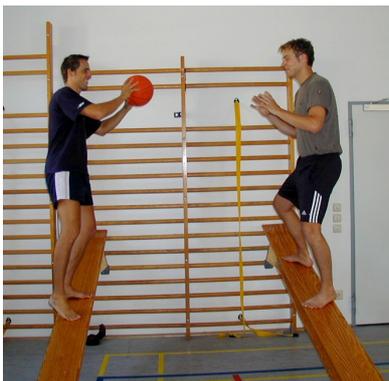
**Ausführung:** nach Platzierung eines Tennisballs (oder eines Gegenstandes mit ähnlichen Eigenschaften, mit einem Basketball geht es auch) auf dem Fußrücken des angehobenen Fußes soll dieser über die gesamte Zeit balanciert werden - nach Stabilisation alternierende Beugung und Streckung im Knie- und Sprunggelenk wie bei der Grundübung - Fußwechsel im 2. Durchgang!

### Station 3: Sprung auf Matte

**Ausgangsstellung:** Einbeinstand auf *weicher* Matte, Kontrolle der Beinachse

**Ausführung:** im Wechsel jeweils Sprung auf das andere Bein, nach der Landung das Bein für ca. 4s stabilisieren - wie bei allen Übungen, geht es auch bei dieser Übung nicht um Leistung, sondern um „spüren“ und stabilisieren.

### Station 4: schiefe Ebene



**Aufbau:** siehe bei „Grundübungen“, aber die Bank etwas niedriger einhängen

**Ausgangsstellung:** Stand auf der Bank in Richtung Partner, Knie leicht gebeugt, eine Schulter zeigt zur Sprossenwand; auf dem Foto sind die Bänke sehr nah beieinander, besser wäre ein größerer Abstand

**Ausführung:** Ball mit verschiedenen Wurftechniken zupassen, dabei die gesamte Länge der Bank ausnutzen; im zweiten Durchgang die Bank wechseln, damit der andere Fuß führt. Nach dem Passen 4s stabilisieren!

*Vorfußbelastung* (Fersen hoch!) um die Schwierigkeit zu erhöhen - dabei auf gebeugte Knie achten (auch das untere Bein)



Auch hier ist darauf zu achten, dass die Kniescheibe über dem Großzehnenballen eingestellt bleibt.

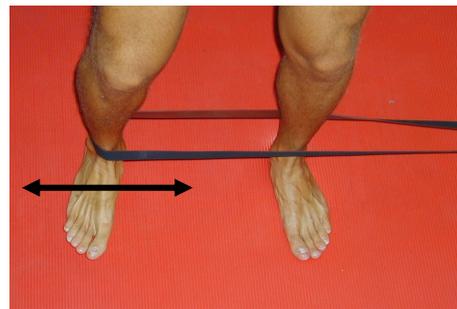
(Das rechte Bein ist weiter nach außen gedreht, da der Spieler gerade zum Wurf ausholt.)

Station 5: Schritt auf Matte

**Aufbau:** ein Deuserband wird mithilfe einer Schlinge an die unterste Sprosse der Sprossenwand (oder an einen ähnlichen Gegenstand) befestigt, davor wird eine *mittelweiche* Matte gelegt

**Ausgangsstellung:** mit der Seite zur Sprossenwand stehend, schlüpfen beide Füße in die Schlinge - dann so weit zur Seite gehen, bis sich das Band auf Höhe des äußeren Knöchels spannt

**Ausführung:** das eingespannte Bein zur Seite bewegen, dabei den Fußaußenrand anheben; so müssen beide Beine stabilisieren - nicht mit der Hand an der Sprossenwand festhalten! Fußwechsel beim zweiten Durchlauf des Zirkels!



Station 6: Kippelbrett

**Ausgangsstellung:** Einbeinstand in leichter Kniebeugung (30°) auf dem Kippelbrett

**Ausführung:** es ist sehr schwer auf einem Bein stehend die Mittelposition zu halten, Ziel ist es daher, möglichst wenig und möglichst leise zu „kippeln“ - auch hier Fußwechsel beim zweiten Durchlauf des Zirkels!



**Checkliste Beinachse (s.S. 2):**

- »»» Füße zeigen leicht nach außen
- »»» 2-Punkte-Belastung des Fußes
- »»» Kniegelenke sind leicht gebeugt, und stehen über den Füßen (nicht daneben)
- »»» das Becken ist leicht nach vorne gekippt und der Brustbein gehoben (natürliche aufrechte Körperhaltung)

# Erfassungsbogen

Name: \_\_\_\_\_

Verein: \_\_\_\_\_

Mannschaft, Liga: \_\_\_\_\_

Anschrift: \_\_\_\_\_

Telefonnummern, Email: \_\_\_\_\_

Alter: \_\_\_\_\_ Gewicht: \_\_\_\_\_ Körpergröße: \_\_\_\_\_ Schuhgröße: \_\_\_\_\_

Verletzungsvorgeschichte des Sprunggelenks (2 Spalten, falls es zu mehreren verschiedenen Verletzungen kam):

- liegen Verletzungsfälle vor: \_\_\_\_\_
- wenn ja, dann wann: \_\_\_\_\_
- WO (re / li, innen / außen): \_\_\_\_\_
- was (Verletzungsart): \_\_\_\_\_
- wurde sie therapiert: \_\_\_\_\_
- wenn ja, wie: \_\_\_\_\_
- mussten Sie aussetzen: \_\_\_\_\_
- folgten an gleicher Stelle \_\_\_\_\_
- weitere Verletzungen: \_\_\_\_\_
- zusätzliche Bemerkungen: \_\_\_\_\_

Verletzungsvorgeschichte des restlichen Bewegungsapparats:

- Knie: \_\_\_\_\_
- Hüfte: \_\_\_\_\_
- Rücken: \_\_\_\_\_
- Kopf: \_\_\_\_\_
- Schulter: \_\_\_\_\_
- Ellbogen: \_\_\_\_\_
- Hand: \_\_\_\_\_
- sonstiges: \_\_\_\_\_

Tragen Sie zur Zeit oder regelmäßig eine Orthese (Sprunggelenkschiene)?

(ja / nein, seit wann, welche Marke) \_\_\_\_\_

Wie oft in der Woche spielen Sie Basketball (Training+Spiele): ca. \_\_\_\_\_ / Woche

Tragen Sie  flache Schuhe  hohe Schuhe?

Führen Sie spezielle Stabilisierungs-/Kräftigungsübungen zur Verletzungsprävention der Sprunggelenke durch?

Nein  Ja  \_\_\_\_\_  
seit wann      Art      Häufigkeit      Dauer pro Einheit

Sonstige Bemerkungen: \_\_\_\_\_

Falls weitere Anmerkungen erwünscht sind, bitte die Rückseite benutzen



Datum: \_\_\_\_\_ Name, Vorname: \_\_\_\_\_ Mannschaft: \_\_\_\_\_ Tel: \_\_\_\_\_

## Fragebogen zur Verletzungsanalyse

- Zu welcher Tageszeit ist die Verletzung aufgetreten? \_\_\_\_\_ Datum: \_\_\_\_\_
- Die Verletzung ist  im Spiel  im Training  weitere aufgetreten
  - Im Spiel: Wann ist die Verletzung aufgetreten?
    - Aufwärmen  1/4  2/4  3/4  4/4  Abwärmen
    - Die Verletzung erfolgte  im Angriff  in der Abwehr  Weitere: \_\_\_\_\_
- Im Training: Wann ist die Verletzung aufgetreten?
  - Aufwärmen  Während des Trainings nach \_\_\_\_ Minuten  Abwärmen
  - Die Verletzung erfolgte bei welcher Übung? \_\_\_\_\_
- In welcher Körperregion ist die Verletzung aufgetreten?  rechts  links
  - Fuß  Sprunggelenk  Unterschenkel  Kniegelenk  Oberschenkel
  - Hüfte  Rumpf  Schulter  Oberarm  Ellenbogengelenk  Unterarm
  - Handgelenk  Finger: \_\_\_\_\_  Kopf  sonstiges: \_\_\_\_\_
- Was war die Ursache der Verletzung?
  - Einwirkung eines Gegners  keine Einwirkung eines Gegners  Weitere
  - Einwirkung des Balls  Überlastung
  - Genauere Beschreibung: \_\_\_\_\_
- Welche Aktivität (Bewegung) wurde beim Auftreten der Verletzung durchgeführt?
  - Genauere Beschreibung: \_\_\_\_\_
- Was passierte nach der Verletzung?
  - Die Verletzung wurde sofort behandelt  Die Verletzung wurde später behandelt
- Wie wurde sie behandelt? \_\_\_\_\_
- Vorläufige Diagnose? \_\_\_\_\_
- Weiterer Spieleinsatz?
  - Der Spieleinsatz wurde sofort unterbrochen
  - Der Spieleinsatz wurde zunächst fortgesetzt
  - Wenn Unterbrechung des Spieleinsatzes: Wie lange? \_\_\_\_\_
- Angaben zu den getragenen Schuhen:  hoch  flach
  - Marke/Modell: \_\_\_\_\_  Alter: \_\_\_\_\_ Schuhgröße: \_\_\_\_\_
- Wurde Schutzausrüstung getragen (z.B. Mundschutz, Tape oder Orthese am Sprung- / Kniegelenk)? \_\_\_\_\_

Definition Verletzung: Eine Verletzung liegt vor, wenn das Training/Spiel abgebrochen werden muss oder / und an der folgenden Einheit nicht teilgenommen werden kann.



