

**Aus der Klinik und Poliklinik für Unfall-, Hand-, Plastische und  
Wiederherstellungschirurgie (Chirurgische Klinik II)**

**der Universität Würzburg**

**Direktor: Univ.-Prof. Dr. med. R. Meffert**

# **Sportverletzungen beim Telemark**

**Inaugural - Dissertation**

**zur Erlangung der Doktorwürde der**

**Medizinischen Fakultät**

**der**

**Julius-Maximilians-Universität Würzburg**

**vorgelegt von**

**Theresa Hardörfer**

**aus Dettelbach**

**Würzburg, April 2017**

**Referent:** Prof. Dr. Rainer Meffert  
**Koreferent:** Prof. Dr. Christian Wunder  
**Dekan:** Prof. Dr. Matthias Frosch

**Tag der mündlichen Prüfung:** 07.05.2018

**Die Promovendin ist Ärztin**

Für einen langen, treuen Gefährten.

# Inhaltsverzeichnis

1 Einleitung.....	1
1.1 Einführung in die Telemark-Technik.....	1
1.1.1 Hintergrund: Geschichte der Telemark-Technik.....	1
1.1.2 Ausrüstung.....	2
1.1.3 Telemark-Technik .....	6
1.1.4 Anatomie und Biomechanik des Kniegelenks .....	8
1.1.5 Zielsetzung der Arbeit.....	10
2 Material und Methoden.....	11
2.1 Auswahl der Probanden und Studiendurchführung.....	11
2.1.1 Retrospektive Studie.....	11
2.1.2 Prospektive Studie .....	12
2.2 Instrumente und Variablen .....	12
2.2.1 Retrospektive Studie.....	12
2.2.1.1 Soziodemographische und anthropometrische Daten .....	12
2.2.1.2 Sportfachliche Daten .....	13
2.2.1.3 Gesundheit .....	13
2.2.1.4 Sportverletzungen.....	14
2.2.1.5 Langfristige Telemark-bedingte Einschränkungen.....	15
2.2.1.6 Teilnehmerrekrutierung für die prospektive Studie .....	15
2.2.2 Prospektive Studie .....	16
2.2.2.1 Zuordnung des Fragebogens.....	16
2.2.2.2 Angaben zur Trainingsgestaltung .....	16
2.2.2.3 Angaben zur Sportausübung .....	16
2.2.2.4 Verletzungen.....	17
2.3 Datenauswertung .....	17

3 Ergebnisse .....	18
3.1 Retrospektive Studie .....	18
3.1.1 Soziodemographische und anthropometrische Daten .....	18
3.1.2 Sportfachliche Daten.....	20
3.1.2.1 Ausrüstung.....	20
3.1.2.1.1 Skimodell .....	20
3.1.2.1.2 Skilänge.....	20
3.1.2.1.3 Bindungsmodell .....	21
3.1.2.1.4 Zusätzliche Ausrüstung .....	21
3.1.2.2 Daten zur Sport-Ausübung .....	22
3.1.2.2.1 Durchschnittliche Skifahrdauer .....	22
3.1.2.2.2 Leistungsniveau.....	23
3.1.2.3 Sportliche Aktivität .....	23
3.1.3 Verletzungen.....	24
3.1.3.1 Verletzungsursache .....	24
3.1.3.2 Verletzungsort und –Zeitpunkt.....	25
3.1.3.3 Verletzungsmuster und Lokalisation .....	25
3.1.3.4 Arztbesuch und Behandlung.....	30
3.1.4 Langfristige Telemark-bedingte Einschränkungen .....	32
3.2 Prospektive Studie .....	33
3.2.1 Soziodemographische und anthropometrische Daten .....	33
3.2.2 Sportfachliche Daten.....	35
3.2.2.1 Ausrüstung.....	35
3.2.2.1.1 Skimodell .....	35
3.2.2.2.2 Skilänge.....	36
3.2.2.2.3 Bindungsmodell .....	36

3.2.2.2.4 Zusätzliche Ausrüstung .....	37
3.2.2.2 Daten zur Sport-Ausübung .....	37
3.2.2.2.1 Durchschnittliche Skifahrdauer .....	37
3.2.2.2.2 Leistungsniveau.....	38
3.2.2.3 Sportliche Aktivität .....	39
3.2.2.4 Training.....	39
3.2.3 Verletzungen.....	40
3.2.3.1 Verletzungsursache .....	40
3.2.3.2 Verletzungsort.....	41
3.2.3.3 Verletzungsmuster und Lokalisation .....	41
3.2.3.4 Arztbesuch und Behandlung.....	44
4 Diskussion.....	45
4.1 Aussagekraft von Fragebögen .....	45
4.2 Mögliche Einflüsse auf die Verletzungshäufigkeit .....	46
4.2.1 Einordnung der Verletzungshäufigkeit im Vergleich mit vorangegangenen Telemark-Studien .....	46
4.2.2 Soziodemographische und anthropometrische Daten .....	48
4.2.3 Ausrüstung.....	50
4.2.4 Trainingsgestaltung.....	52
4.3 Verletzungen .....	53
4.3.1 Verletzungsmuster .....	53
4.3.2 Verletzungsort.....	58
4.3.3 Verletzungsursache .....	59
4.4 Ärztliche Therapie der Verletzungen .....	60
4.5 Langfristige Telemark-bedingte Einschränkungen .....	61

5 Zusammenfassung .....	63
6 Literaturverzeichnis .....	65
7 Abbildungsverzeichnis.....	82
8 Tabellenverzeichnis.....	84
9 Abkürzungsverzeichnis .....	85
10 Anhang .....	86
Danksagung .....	
Lebenslauf.....	

# **1 Einleitung**

## **1.1 Einführung in die Telemark-Technik**

### **1.1.1 Hintergrund: Geschichte der Telemark-Technik**

Der genaue Ursprung der Telemark-Technik ist heute schwer nachzuverfolgen und zurückzudatieren. Fest steht jedoch, dass Sondre Ouversen Norheim (1825-97), ein Bauerssohn aus Morgedal in der Provinz Telemark, Norwegen, der erste bekannte Telemarker war und den entscheidenden Impuls für den heutigen Telemark-Skisport gegeben hat (Droste and Strotmann, 2002, Made et al., 2001, Federiuk et al., 1997, Tuggy and Ong, 2000). Er gewann 1868 den Ski-Wettkampf in Christiania, dem heutigen Oslo. Um seine Landung zu erleichtern landete er während des Skisprung-Wettbewerbs in der heute als „Telemark“ bekannten Schrittstellung und gilt somit als Begründer des Telemarkschwunges (Made et al., 2001, Federiuk et al., 1997, Tuggy and Ong, 2000). Die Telemarktechnik wurde mit der Zeit nicht nur beim Skisprung, sondern auch für Abfahrten und Überlandreisen genutzt und etablierte sich mehr und mehr im norwegischen Skisport (Federiuk et al., 1997). Ab diesem Zeitpunkt wurde der Telemark zunehmend zum Trendsport und breitete sich über ganz Norwegen aus. Ende des 19. Jahrhunderts emigrierten Sondre Norheim sowie einige andere Bewohner der Region Telemark nach Kanada und die USA, wo sie den Telemark-Sport einführten. Nach anfänglicher Begeisterung gelangte diese Technik jedoch mit Einführung des alpinen Skisports in Vergessenheit und wurde schließlich in den 70er Jahren des 20. Jahrhunderts in den USA von einigen Bergführern des US-Staates Colorado wiederentdeckt (Droste and Strotmann, 2002).

Somit erlebte die Telemark-Technik bis heute eine Renaissance und breitete sich von den USA ausgehend wieder nach Norwegen und schließlich über die ganze Welt aus. Als Technik, die sich sehr gut für das Ski-Tourengehen und das Tiefschneefahren eignet und darüber hinaus einigen erfahrenen Alpin-Skifahrern als neue Herausforderung dienen kann (Droste and Strotmann, 2002), bedient sich das Telemarken seit einigen Jahren immer größerer Beliebtheit (Tuggy and



Ong, 2000). Die Zahl der Telemarker, die sog. „Freehealer“ steigt stetig an und nicht nur abseits der Piste, sondern auch auf der Piste ist das Telemarken immer mehr von der Außenseiterposition in das Interesse der Skisport-Begeisterten gerückt. 1987 wurde die erste Telemark-Weltmeisterschaft in Hemsedal, Norwegen abgehalten; seit 1995 gibt es auch einen Telemark-FIS-Weltcup (Johansen et al., 2015).

### **1.1.2 Ausrüstung**

Auch wenn der Telemark zu den ältesten Ski-Sportarten gehört, hat sich dennoch in der Ausrüstung erst in letzter Zeit ein großer Fortschritt ergeben. Der Holz-Ski und die Lederschuhe wurden verlassen und den Standards des Alpin-Skis angepasst. Ebenfalls gab es bei den Bindungssystemen viele Neuerungen bis hin zum auslösbaren Bindungssystem (Made et al., 2001, Droste and Strotmann, 2002).

Da es mittlerweile eine große Auswahl an Ski- und Telemark-Ausrüstung gibt, soll hier ein kurzer Überblick gegeben werden, soweit zum besseren Verständnis dieser Arbeit nötig.

#### Ski

Heute gibt es kaum noch Unterschiede zwischen Telemark-Ski und den bekannteren Alpin-Ski. Der Großteil der Alpin-Ski kann sogar zum Telemarken verwendet werden. Da beim Telemark aufgrund der Technik-bedingten „freien Ferse“ weniger Kraft auf den Vorderteil des Skis übertragen wird (s. Kap. 1.1.3), ist der Ski etwas leichter und vor allem im vorderen Schaufelbereich des Skis weicher als der klassische Alpin-Ski (Droste and Strotmann, 2002). Als weiterer Unterschied bleibt vor allem die Skilänge: Telemarkski sollten etwas länger gewählt werden als Alpin-Ski, um zu verhindern, dass sich die Spitze des hinteren Skis beim Ausfallschritt mit dem vorderen Bein verhakt, was zu einem Sturz führen kann (Wencke Hölig and Georg Meltl, 2013). Eine einfache Regel lautet Körpergröße gleich Skilänge und kann je nach bevorzugtem Fahrverhalten und

Einsatzort variiert werden (Droste, 2007). Lange Ski lassen sich schwerer drehen, sind aber richtungsstabiler und haben bei hohen Geschwindigkeiten mehr Laufruhe als die wendigeren kurzen Ski. Auch durch die Taillierung wird die Wendigkeit des Skis beeinflusst. Je taillierter der Ski ist, desto kleiner wird der mögliche Kurvenradius (Wencke Hölzig and Georg Meltl, 2013). Im Tiefschnee hingegen haben längere und breitere Ski den Vorteil, dass sie weniger im Schnee einsinken und dadurch ein leichteres Drehen ermöglichen. Gleichzeitig sind sie allerdings schwerer, was beim Tourengehen den Aufstieg erschwert. Wie auch im Alpinbereich gibt es unterschiedliche Skimodelle, für unterschiedliche Ansprüche und Einsatzgebiete, wie zum Beispiel den Race-Ski oder den Allround-Ski. Je nach bevorzugtem Einsatzort und persönlichen Vorlieben kann zwischen „Pisten“- und „Offpisten“-Modellen, wie zum Beispiel Rocker- und Touren-Modellen sowie im Freestyle-Bereich zum Einsatz kommende Twintip-Ski, gewählt werden (Auflistung und Erläuterungen zu den gängigsten Skimodelle s. Anhang).

### Bindungssysteme

Der Telemark ist charakterisiert durch die sog. „freie Ferse“, bei der der Schuh in der Bindung nur im vorderen Bereich fixiert ist. Somit wird ein Anheben der Ferse ermöglicht, wodurch die Telemarker ihren Namen als „Freehealer“ erhielten. Im Bereich der Bindungssysteme gab es in den vergangenen Jahren deutliche Neuerungen. Bis zur Einführung der NTN-Bindung (New Telemark Norm) 2007, gab es die normierte 75-mm-Bindung. Bei der 75-mm-Norm ist am vorderen Schuhende ein sog. Schnabel mit einer Breite von 75mm angebracht, der die Fixierung in der Bindung ermöglicht. Es gibt drei verschiedene Bindungstypen, die die 75mm-Norm erfüllen.

Die einfachste Bindung ist die Drei-Pin-Bindung. Drei Dornen werden in drei an der Schuhspitze befindliche Löcher eingeführt und schließlich das Bindungssystem von oben verschlossen. Vorteil dieses Systems ist seine einfache Handhabung sowie eine hohe Fersenfreiheit. Dadurch bedingt wird jedoch auch der Nachteil der geringeren Seitenstabilität, was vor allem Anfängern das Fahren erschwert (Droste and Strotmann, 2002).



Abbildung 1: 3-Pin Bindung, Foto: Voilé Manufacturing, mit freundlicher Genehmigung von Voilé Manufacturing.

Das am häufigsten verwendete System ist die Kabelzugbindung. Ein Kabelzug wird entweder seitlich am Schuh oder unter der Sohle verlaufend um die Ferse geführt. Mithilfe eines Federzugs wird der Schuh in der Bindung mit Spannung fixiert. Dadurch wird bei dieser Art der Bindung eine sehr hohe Fersenstabilität und Kraftübertragung erzeugt, wodurch der Ski auch bei hohen Geschwindigkeiten gut kontrolliert werden kann (Droste and Strotmann, 2002, Wencke Hölzig and Georg Meltl, 2013).



Abbildung 2: Kabelzugbindung, Foto: Voilé Manufacturing, mit freundlicher Genehmigung von Voilé Manufacturing.

Seit Anfang 2000 gibt es auch für den Telemark eine auslösbare Sicherheitsbindung, die im Falle eines Sturzes seitlich auslösen kann. Darüber hinaus kann die Kraftwirkung durch einen Verbindungssteg, der ein seitliches Wegrutschen des Schuhs aus der Bindung verhindert, direkter übertragen werden (Droste and Strotmann, 2002).

Neu hinzugekommen ist das NTN-Bindungssystem (New Telemark Norm). Die Fixierung erfolgt nicht mehr an der Spitze des Schuhs, sondern hinter dem Fußballen. Der sog. „Step-in-Mechanismus“ ermöglicht ein leichtes Ein- und Aussteigen aus der Bindung. Darüber hinaus kombiniert die Bindung einen Auslösemechanismus mit Skistopper; Fangriemen sind dadurch bei diesem Modell nicht mehr nötig. Ein weiterer Vorteil dieser Bindung ist eine hohe Stabilität. Die Tourenvariante dieser Bindung ermöglicht ein leichtes Aufsteigen bei Tourengehen (Wencke Hölzig and Georg Meltl, 2013).



Abbildung 3: NTN-Bindungssystem, Foto: Rotefella AS, mit freundlicher Genehmigung von Rotefella AS.

## Schuhe

Wie bereits beschrieben wurden bis ca. 1990 die Telemarkschuhe ausschließlich aus Leder gefertigt. Aufgrund der höheren Stabilität und Torsionssteifigkeit wurden diese schließlich zunehmend durch Plastikschuhe, sehr ähnlich den Alpin-Skischuhen, ersetzt (Droste and Strotmann, 2002). Besonderes Merkmal der Telemarkschuhe ist der weiche Knickbereich auf Höhe des oberen Sprunggelenks (Droste and Strotmann, 2002). Schuhe die mit einer 75-mm-Norm Bindung verwendet werden, verfügen zudem über eine verlängerte Schuhspitze, den sog. Schnabel und einen Ring zum Befestigen des Fangriemens. NTN-Schuhe werden ohne den typischen Schnabel gefertigt. Der Schuh wird mithilfe einer besonderen Konstruktion der Sohle über diese in die Bindung geschnallt (Wencke Hölzig and Georg Meltl, 2013).



Abbildung 4: Telemark-Skischuh nach NTN-Norm,  
Foto: Scarpa Schuhe AG, mit freundlicher Genehmigung  
von Scarpa Schuhe AG.

### Weiteres Zubehör

Neben der oben genannten Ausrüstung gibt es noch zahlreiches weiteres Zubehör. Knieschoner, Rückenprotektoren, Helm, Bandagen etc. dienen zum Schutz oder zur Unterstützung der jeweiligen Körperpartie. Vor allem Helm und Knieschoner sind heute vorrangig im Einsatz (Droste and Strotmann, 2002). Eine Beschreibung des weiteren Zubehörs ist dem Anhang zu entnehmen.

### **1.1.3 Telemark-Technik**

Entscheidendes Merkmal beim Telemark ist die sog. freie Ferse. Durch die alleinige Fixierung des Fußballens am Ski wird ein Abheben der Ferse und somit die typische Telemark-Schrittstellung ermöglicht. Im Folgenden wird ein Telemarkschwung ausgehend von einer Rechtskurve, mit Wechsel in eine Linkskurve, beschrieben (Droste and Strotmann, 2002):

Beim Telemark stehen die Füße in der Kurve nicht parallel nebeneinander, sondern wie nach einem Ausfallschritt hintereinander. In der Rechtskurve wird das vordere, linke Bein mit der ganzen Fußsohle belastet, das Gewicht liegt mit etwa 60% auf dem vorderen Fuß. Nachfolgend wird der vordere, vermehrt belastete Fuß als Tal-Fuß, bzw. Tal-Ski bezeichnet. Die linke Hüfte und Kniegelenk sind stark gebeugt, im Sprunggelenk findet auf der linken Seite kaum eine Dorsalflexion statt. Umgekehrt wird das hintere, rechte Bein vor allem im

Sprung- und Kniegelenk flektiert, das Hüftgelenk wird kaum gebeugt (vgl. Abb.5). Der hintere, weniger belastete Ski bzw. Fuß soll im Weiteren auch als Berg-Ski bzw. Berg-Fuß bezeichnet werden. Durch den Ausfallschritt liegt der Tal-Fuß mit der ganzen Fußsohle am Ski auf, wohingegen der Berg-Fuß nur mit dem Fußballen und Zehen Kontakt hat und somit mit „freier Ferse“ steht. Der Berg-Fuß befindet sich dabei in etwa mit einer Fußlänge Abstand hinter dem Tal-Fuß. Der Oberkörper ist aufrecht oder leicht nach vorn gebeugt.

Wird nun von einer Rechts- in eine Linkskurve gewechselt, führt der Fahrer nach vollendeter Kurve eine Stockbewegung in die neue Richtung (links) aus, steht etwas aus der Schrittbewegung auf und vollzieht dabei einen Schrittwechsel: der Tal-Fuß wird nach hinten und gleichzeitig der Berg-Fuß nach vorne geschoben, sodass anschließend das linke Bein hinten und das rechte Bein vorne stehen. Während sich beide Ski auf gleicher Höhe befinden, findet ein Belastungswechsel vom alten (links) auf den neuen Tal-Ski (rechts) statt. Die vertikale Körperposition wechselt beim Schrittwechsel von einer tiefen Ausgangsposition über die höchste Körperposition bei Parallelstand der beiden Beine, wieder zu einer tieferen Position bei dem Wechsel zum Ausfallschritt für die Linkskurve. Der Oberkörper dreht sich leicht in die neue Fahrtrichtung und durch einen Wechsel der Belastung der Kantenseite von rechts nach links wird nun die Linkskurve ausgeführt.



Abbildung 5: Skifahrer in Telemarkposition, Foto: Happy-marmotte, Lizenz: CC BY-SA 3.0

### 1.1.4 Anatomie und Biomechanik des Kniegelenks

Um mögliche Verletzungen im Bereich des Kniegelenks, auf die im Rahmen dieser Arbeit noch dezidiert eingegangen werden soll, besser verstehen zu können wird ein kurzer Überblick über Anatomie und Biomechanik des Kniegelenks gegeben.

Die über das Kniegelenk artikulierenden Knochen sind Femur, Patella und Tibia, wobei das Femur im Femorotibialgelenk mit der Tibia und im Femoropatellargelenk mit der Patella artikuliert (vgl. Abb. 6). Die Patella stellt dabei als Sesambein der Sehne des Musculus quadriceps femoris ein Hypomochlion für die Kraft des Quadrizeps dar (Drenckhahn and Waschke, 2008). Mit zunehmender Beugung des Kniegelenks steigt folglich die femoropatellare Kraft und der Anpressdruck auf die Patella erhöht sich (Matthews et al., 1977, Mesfar and Shirazi-Adl, 2005, Perry et al., 1975, Huberti and Hayes, 1984).

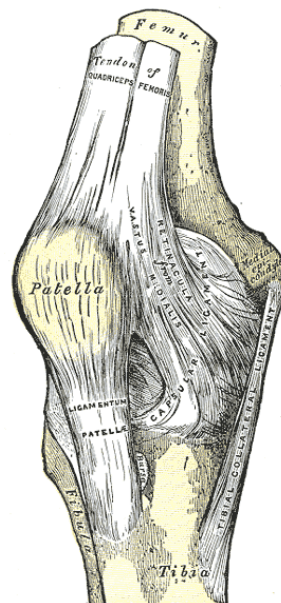


Abbildung 6: Vorderansicht des rechten Kniegelenks. Grafik: Gray, Henry. *Anatomy of the Human Body*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1918; Bartleby.com, 2000. [www.bartleby.com/107/93.html](http://www.bartleby.com/107/93.html). [23.04.2017].

Das Femorotibialgelenk ist ein Drehscharniergelenk, das vor allem Beuge- und Streckbewegungen, aber auch Innen- und Außenrotation zulässt. Im Gelenkspalt zwischen Tibia und den beiden Femurkondylen liegen die faserknorpeligen Menisken (vgl. Abb.7). Sie dienen der Vergrößerung der Kontaktfläche und dem

Ausgleich von eventuellen Inkongruenzen (Simon et al., 1973). Der mediale Meniskus ist dabei mit dem medialen Kollateralband verbunden und somit häufiger von Verletzungen betroffen (Drenckhahn and Waschke, 2008). Mit zunehmender Knieflexion kann auch im Femorotibialgelenk ein erhöhter Druck gemessen werden, der durch die Menisken abgefangen werden muss (Thambyah et al., 2005, Escamilla et al., 1998, Bercovy, 1991, Perry et al., 1975). Stabilisiert wird das Femorotibialgelenk durch die Kreuz- und Seitenbänder (vgl. Abb. 7). Die Kreuzbänder verhindern ein Abrutschen der Femurkondylen, wobei während der Beugung vor allem das vordere Kreuzband und während der Streckung der vordere Anteil des vorderen Kreuzbandes sowie der hintere Anteil des hinteren Kreuzbandes gespannt werden (Drenckhahn and Waschke, 2008). Die Seitenbänder schützen das Knie vor zu starkem Varus- oder Valgusstress. Sie sind vor allem in Streckstellung des Kniegelenks gespannt und verhindern hier ein seitliches „Aufklappen“ des Gelenkspalts (Drenckhahn and Waschke, 2008). Umfasst wird das Kniegelenk, einschließlich der Patella, von der stabilisierenden Gelenkkapsel, bestehend aus einer stabilisierenden Faserschicht und der innen auskleidenden Synovia.

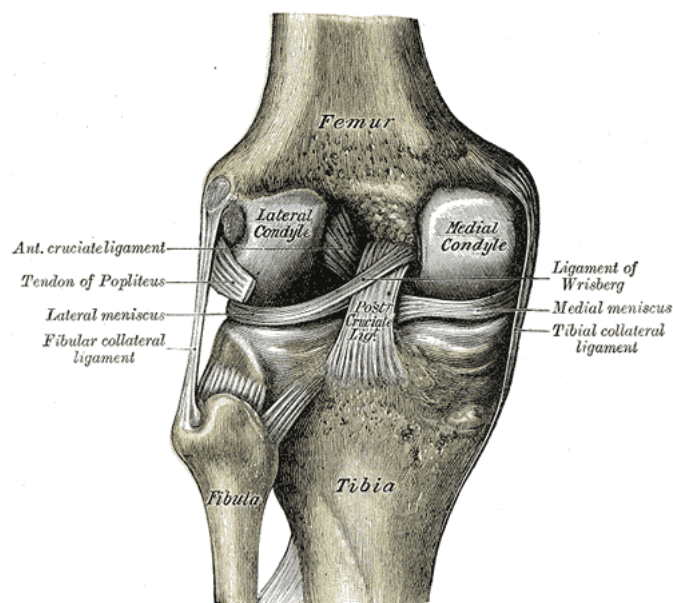


Abbildung 7: Rückansicht des linken Kniegelenks. Darstellung der inneren Ligamente. Grafik: Gray, Henry. *Anatomy of the Human Body*. Philadelphia: Lea & Febiger, 1918; Bartleby.com, 2000. [www.bartleby.com/107/93.html](http://www.bartleby.com/107/93.html). [23.04.2017].



### **1.1.5 Zielsetzung der Arbeit**

Bisherige Studien über Telemark-Verletzungen sind mit Ausnahme einer Studie von Johansen et al. mehrere Jahre zurückliegend und aufgrund der starken Veränderungen u.a. der genutzten Ausrüstung als veraltet anzusehen (Johansen et al., 2015). Durch die fortwährende Entwicklung der Ausrüstung wird auch beim Telemark zunehmend präziseres und rasanteres Fahren ermöglicht. Dies könnte eine Verschiebung der Verletzungsmuster zur Folge haben. Ebenfalls gibt es bis heute keine multinationalen Studien, die über Ski-Gebiete und einzelne Telemark-Vereine hinausgehen.

Zielsetzung dieser Arbeit war daher eine multinationale Erfassung und anschließende Analyse der bei Ausübung des Telemark-Sports auftretenden Verletzungen. Wesentliche Fragestellungen waren

- die Identifizierung von Verletzungsrisiken,
- der Vergleich der aufgezeichneten Verletzungen, insbesondere im Bereich des Kniegelenks, mit Verletzungen die im Alpinsport auftreten sowie
- die Analyse der erfassten Knieverletzungen in Hinblick auf mögliche Technik-bedingte Ursachen.

## **2 Material und Methoden**

### **2.1 Auswahl der Probanden und Studiendurchführung**

Die dieser Arbeit zugrunde liegende Datenerhebung besteht aus zwei Teilen: einer retrospektiven Studie, in der die Teilnehmer nach bereits stattgefundenen Verletzungen befragt wurden und einer prospektiven Studie, in der monatlich Daten zu Trainingsverhalten und neu aufgetretenen Verletzungen erhoben wurden.

#### **2.1.1 Retrospektive Studie**

Im Rahmen der retrospektiven Studie wurden Daten im Zeitraum November 2012 bis einschließlich April 2014 erhoben. Um möglichst international Probanden erreichen zu können diente zur Datenerhebung ein Online-Fragebogen, der mittels der webbasierten Software SoSci Survey entworfen wurde. Mit Hilfe dieser Software war es möglich, die laufenden Studien zu betreuen und am Ende der Erhebung die Daten in ein Statistikprogramm zu exportieren. Mittels eines über die Software generierten Links konnte der Fragebogen an die Probanden übermittelt werden. Der Link wurde dabei über sehr unterschiedliche Kanäle den Teilnehmern zugänglich gemacht, um ein möglichst weites Teilnehmerspektrum bezüglich Alter, Herkunftsland sowie Freizeit- und Profi-Sportlern zu erfassen. In Europa, Amerika sowie Kanada wurden die nationalen Skiverbände und Telemarkvereine, bzw. Skivereine mit Telemark-Abteilung angeschrieben und gebeten den Fragebogen an ihre Mitglieder weiterzuleiten. Des Weiteren wurden Internetforen und soziale Netzwerke wie „Facebook“ und dortige Internetseiten bekannter Telemarker zur Verbreitung genutzt. Schließlich wurden Flyer in Skigebieten der Alpenregion ausgelegt und verteilt. Methodenbedingt konnte die Rücklaufquote des Fragebogens nicht ermittelt werden.

### **2.1.2 Prospektive Studie**

Aus der retrospektiven Studie wurden auf freiwilliger Basis Teilnehmer für die prospektive Studie rekrutiert. Diese wurden gebeten über zwei Skisaisons hinweg (von 2012-2014), jeweils definiert von November bis einschließlich April des darauffolgenden Jahres, monatlich einen Fragebogen auszufüllen. Am Ende eines jeden Monats wurde ein Link zum Fragebogen per Email an die Teilnehmer verschickt. Dieser wurde ebenfalls mittels der Software SoSci Survey erstellt.

## **2.2 Instrumente und Variablen**

Zur Befragung der Studienteilnehmer diente als Grundlage ein von Fehske, Felder und Meffert erstellter Fragebogen zur Erfassung von Verletzungen beim Windsurfen (Fehske et al., 2010). Dieser wurde schließlich nach ausgiebiger Literaturrecherche, im Vergleich zu bestehenden Studien über Sportverletzungen beim Telemark, angepasst. Besonders in Hinblick auf Fragen nach stattgefundenen Verletzungen wurde dabei versucht den Fragebogen auch für medizinische Laien leicht verständlich zu gestalten. Um eine multinationale Befragung zu ermöglichen wurde der Fragebogen anschließend in die englische und französische Sprache übersetzt und über den Link in allen drei Sprachen zur Verfügung gestellt.

Die Fragebögen für die retrospektive und prospektive Studie (exemplarisch dargestellt für den Monat März 2013) sind im Anhang in deutscher Sprache beigefügt.

### **2.2.1 Retrospektive Studie**

#### **2.2.1.1 Soziodemographische und anthropometrische Daten**

Erfragt wurden Alter zum Zeitpunkt des Ausfüllens des Online-Fragebogens, Geschlecht und anthropometrische Daten wie Größe und Gewicht. Mittels dieser Daten wurde der Body-Mass-Index nach der Formel

$BMI = \frac{\text{Körpergewicht [kg]}}{(\text{Körpergröße [m]})^2}$  berechnet. Die Internationalität der Studie wurde mit der Frage nach dem Herkunftsland überprüft.

### **2.2.1.2 Sportfachliche Daten**

Zunächst wurden verwendete Ski- und Bindungsmodelle, Skilänge sowie darüber hinaus reichende, regelmäßig verwendete Ausrüstung ermittelt. Zur Ermittlung der Leistungsstärke wurden folgende Variablen abgefragt: Anzahl der Tage an denen im letzten Jahr Telemark gefahren wurde, die durchschnittliche Anzahl an Skistunden pro Skitag und die Selbsteinschätzung des Leistungsniveaus. Dabei wurde zwischen 5 Niveaus unterschieden:

- 1: Ich komme die Piste hinunter,
- 2: Ich fühle mich auf allen Pisten wohl,
- 3: Ich kann auch hohe Geschwindigkeiten kontrollieren,
- 4: Ich fühle mich auch abseits der Piste wohl,
- 5: Profi, professionelle Wettbewerb-Teilnahme.

Darüber hinaus wurde die Mitgliedschaft in einem Verein erfragt.

### **2.2.1.3 Gesundheit**

Um den Leistungsstand der Sportler einschätzen zu können wurden die Items Leistungsfähigkeit und Aktivität eingeführt. Hierbei gab es drei Differenzierungsmöglichkeiten beim Item Leistungsfähigkeit und fünf Möglichkeiten bezüglich der Aktivität, um sich mit der altersentsprechenden Durchschnittsbevölkerung vergleichen zu können. Die Spanne reichte dabei von: ich halte meine Leistungsfähigkeit „für eher schlechter“, bzw. halte mich für „viel weniger aktiv“ als die Durchschnittsbevölkerung, bis hin zu „eher bessere“ Leistungsfähigkeit und „viel aktiver“.

#### 2.2.1.4 Sportverletzungen

Teilnehmern wurde die Frage nach einer vorausgegangenen, Telemarkbedingten Sportverletzung gestellt. Wurde diese mit „Ja“ beantwortet, konnten weitere Angaben zur genaueren Differenzierung und Einteilung der Verletzung getroffen werden. Verletzte Teilnehmer konnten dabei Verletzungen von bis zu 5 Unfallereignissen auflisten.

Um eine Aussage über die Gefährdung ganzer Körperabschnitte treffen zu können, erwies es sich als zweckmäßig eine Unterteilung der Verletzungen in vier verschiedene Körperregionen durchzuführen:

- **Kopf**
- **Rumpf:** Thorax und Abdomen (inklusive Hals, Wirbelsäule, Rippen und Becken, mit Ausnahme des Schulter- und Hüftgelenks)
- **Obere Extremität:** Inklusive der Schulter (Schulter und Schultergürtel, Ober- und Unterarm, Handgelenk und Hand)
- **Untere Extremität:** Inklusive des Hüftgelenks (Hüftgelenk, Ober- und Unterschenkel, Knie-, Sprunggelenk und Fuß)

Pro Unfallereignis konnten die erlittenen Verletzungen mit Hilfe von 57 vorgegebenen Items oder alternativ in offener Texteingabe angegeben werden. Um eine möglichst exakte Abbildung der Verletzungen zu erhalten, wurden diese Items bewusst so formuliert, dass sie auch für einen medizinischen Laien gut verständlich waren. Da pro Unfallereignis mehrere Verletzungen vorstellbar sind, konnten pro Unfallereignis mehrere Items ausgewählt werden.

Es folgten Angaben zu Zeitpunkt, Ort und Grund des Unfallereignisses. Als Verletzungsort konnte zwischen „auf der Piste“, „im Gelände“, „beim Anstehen in der Liftschlange“ und „anderer Ort (offene Texteingabe)“ gewählt werden. Gründe des Verletzungsereignisses waren: „eigenes Unvermögen/Leichtsinn“, „überpower, Müdigkeit“, „Materialfehler“, „Wetterverhältnisse“, „unverschuldet/Fremdeinwirkung“, „Kollision mit Umgebung (z.B. Felskante, Baum), „Hängenbleiben an der Umgebung (z.B. Schneeverwehung, Fels) und „Kollision mit anderen Fahrern“.

Für weitere medizinische Angaben wurde nach einem durch die Verletzung bedingten Arztbesuch sowie einer gegebenenfalls erfolgten Therapie gefragt. Probanden konnten hierbei zwischen konservativer Therapie mit und ohne Physiotherapie und einer erfolgten Operation wählen.

Für den weiteren sportlichen Verlauf wurden die Notwendigkeit einer Sportpause sowie die voraussichtliche Dauer derselben erfragt. Zur Spezifizierung der Sportpause konnten die Items „gar nicht“, „1-7 Tage“, „1-2 Wochen“, „2-4 Wochen“, „1-3 Monate“, „3-6 Monate“ und „länger als 6 Monate“ ausgewählt werden. Schließlich wurde nach eventuellen Verhaltenswechseln gefragt, die aus dem Verletzungsereignis resultierten.

#### **2.2.1.5 Langfristige Telemark-bedingte Einschränkungen**

Um einen Einblick auf mögliche Telemark-bedingte Sportschäden zu erhalten wurden schließlich Beschwerden, die unmittelbar nach dem Telemarken auftreten, bzw. vom Probanden auf das Telemarken zurückgeführt werden, erfragt. Dazu konnten Beschwerden in verschiedenen Gelenken, Beschwerden muskulärer Art bis hin zu Krämpfen und entzündlichen Reaktionen angegeben werden sowie auftretende Symptome in offener Texteingabe skizziert werden. Darüber hinaus wurde nach Schmerzen im Bereich der Unteren Extremität gefragt.

#### **2.2.1.6 Teilnehmerrekrutierung für die prospektive Studie**

Teilnehmer, die bereit waren auch an einer prospektiven Studie teilzunehmen, wurden gebeten ihre Email-Adressen als Kontaktmöglichkeit für das Versenden der monatlichen Fragebögen anzugeben.

## **2.2.2 Prospektive Studie**

### **2.2.2.1 Zuordnung des Fragebogens**

Um die einzelnen Fragebögen des prospektiven Studienverlaufs am Ende des Studienzeitraumes wieder einer Person zuordnen zu können, wurden die Probanden zu Beginn eines jeden Fragebogens gebeten ihre Email-Adresse oder ein zuvor selbst gewähltes Pseudonym anzugeben. Dadurch konnten auch Angaben, die in der retrospektiven Studie getroffen worden waren, mit jenen der prospektiven Studie korreliert werden. Nach Ablauf des Studienzeitraumes, wurden die Probanden für die Datenauswertung mittels Nummern pseudonymisiert.

### **2.2.2.2 Angaben zur Trainingsgestaltung**

Zu Beginn der prospektiven Studie wurden einmalig die bisherigen Trainingsgewohnheiten der Probanden erfragt. Dazu konnten Aussagen getroffen werden über das regelmäßig außerhalb der Piste (ohne Ski) stattfindende Training

- während einer Skisaison,
- in direkter Vorbereitung auf die Skisaison,
- außerhalb der Saison.

In offenen Fragen konnte die Trainingsgestaltung genauer spezifiziert werden. Sportarten, die regelmäßig neben dem Telemark betrieben werden, wurden ebenfalls erfragt.

### **2.2.2.3 Angaben zur Sportausübung**

Teilnehmer wurden befragt über die Anzahl der pro Monat gefahrenen Skistunden und -Tage sowie eventuelle Ausrüstungs- und Trainingswechsel. Im Falle einer Veränderung konnte diese mittels offener Texteingabe eingetragen werden.

#### **2.2.2.4 Verletzungen**

Innerhalb des jeweiligen Monats neu aufgetretene Sportverletzungen, während der Ausübung des Telemarks, wurden erfragt. Bei Vorliegen einer neuen Verletzung wurden die Teilnehmer, in Analogie zur retrospektiven Studie, auf einen Fragebogen zur Spezifizierung der Verletzung weitergeleitet (s. Kap. 2.2.1.4). Für Telemarker, die die Frage nach einer Verletzung verneinten war der Fragebogen mit den Angaben zur Sportausübung beendet.

### **2.3 Datenauswertung**

Die über SoSci Survey erhobenen Daten wurden zunächst in Excel exportiert. Deren statistische Auswertung erfolgte mit den Programmen Excel für Windows, Version 2010 und 2013 und SPSS (Statistical Package for Social Sciences) für Windows, Version 22.

Da manche Fragebögen nur unvollständig ausgefüllt wurden, konnten nicht alle ausgewertet werden. In Hinblick auf die Zielsetzung dieser Arbeit wurden Bögen von Probanden, die die Fragen nach einer bisher stattgefundenen Verletzung komplett unbeantwortet ließen nicht in die Auswertung mit einbezogen.

Zur deskriptiven Statistik wurden absolute und relative Häufigkeit, Minimum, Maximum, Mittelwert, Standardabweichung sowie Kreuztabellen verwendet.

Offene Texteingaben wurden kategorisiert und gegebenenfalls bereits bestehenden Items zugeordnet.

Die Unterschiedsprüfung fand mittels Chi-Quadrat-Test bei Nominalskalenniveau und Student t-Test für unabhängige Stichproben, bei Annahme von Intervallskalenniveau, statt. Als Signifikanzniveau wurde bei allen Tests  $p \leq 0,05$  festgelegt. Werte von  $p \leq 0,01$  wurden als hochsignifikant angesehen. Werte zwischen 0,05 und 0,1 wurden als Trend bezeichnet.



### 3 Ergebnisse

Insgesamt nahmen 758 Teilnehmer an der retrospektiven und 126 an der prospektiven Studie teil. Bei der Auswertung der retrospektiven Studie wurden unter Berücksichtigung der unter Kapitel 2.3 angegebenen Gründe 51 Bögen nicht gewertet, sodass für den retrospektiven Teil 707 auszuwertende Fragebögen verblieben.

Trotz Vernachlässigung der oben genannten Fragebögen wurden die gewerteten Bögen nicht vollständig beantwortet. Im Sinne einer vereinfachten Darstellung ist dem Anhang eine tabellarische Auflistung der Ausfüllungsquote der jeweiligen Fragen zu entnehmen.

#### 3.1 Retrospektive Studie

##### 3.1.1 Soziodemographische und anthropometrische Daten

Von den 707 teilnehmenden Telemarkern waren 567 (80,2%) männlich und 131 (18,5%) weiblich. Das angegebene Alter umfasste eine weite Spanne, mit einer Standardabweichung von 11,2 Jahren, bei einem medianen Alter von 39,0 Jahren. Frauen waren im Mittel hochsignifikant jünger (Mittelwert = 35,1 Jahre; SD = 10,9 Jahre;  $p < 0,001$ ) als männliche Telemarker (Mittelwert = 39,5; SD = 11,1 Jahre). Die graphische Altersverteilung der erfassten Teilnehmer ist im Anhang beigefügt.

Die durchschnittliche Größe der Telemarker betrug 1,78 m (SD = 0,1 m), bei einem mittleren Gewicht von 76,8 kg (SD = 11,9 kg). Mit diesen Größen wurde der BMI mittels der Formel  $BMI = \frac{\text{Körpergewicht [kg]}}{(\text{Körpergröße [m]})^2}$  berechnet. Dieser lag zwischen einem Minimum von 12,9 kg/m<sup>2</sup> und einem Maximum von 48,6 kg/m<sup>2</sup>.

	Mittelwert	Minimum	Maximum	SD
Alter [Jahre]	38,8	11	74	11,2
Größe [m]	1,78	1,2	2,15	0,1
Gewicht [kg]	76,8	29,0	122,5	11,9
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	24,1	12,9	48,6	2,9

Tabelle 1: Anthropometrische Daten der Studienteilnehmer.

Anschließend wurden die berechneten BMI-Werte nach WHO in die folgenden Gruppen eingeteilt (WHO):

- bis 18,5 kg/m<sup>2</sup>: Untergewicht,
- 18,5 kg/m<sup>2</sup> - 24,9 kg/m<sup>2</sup>: Normalgewicht,
- 25,0 kg/m<sup>2</sup> - 29,9 kg/m<sup>2</sup>: Übergewicht,
- 30,0 kg/m<sup>2</sup> - 34,9 kg/m<sup>2</sup>: Adipositas Grad I,
- 35,0 kg/m<sup>2</sup> - 39,9 kg/m<sup>2</sup>: Adipositas Grad II,
- 40,0 kg/m<sup>2</sup> oder mehr: Adipositas Grad III.

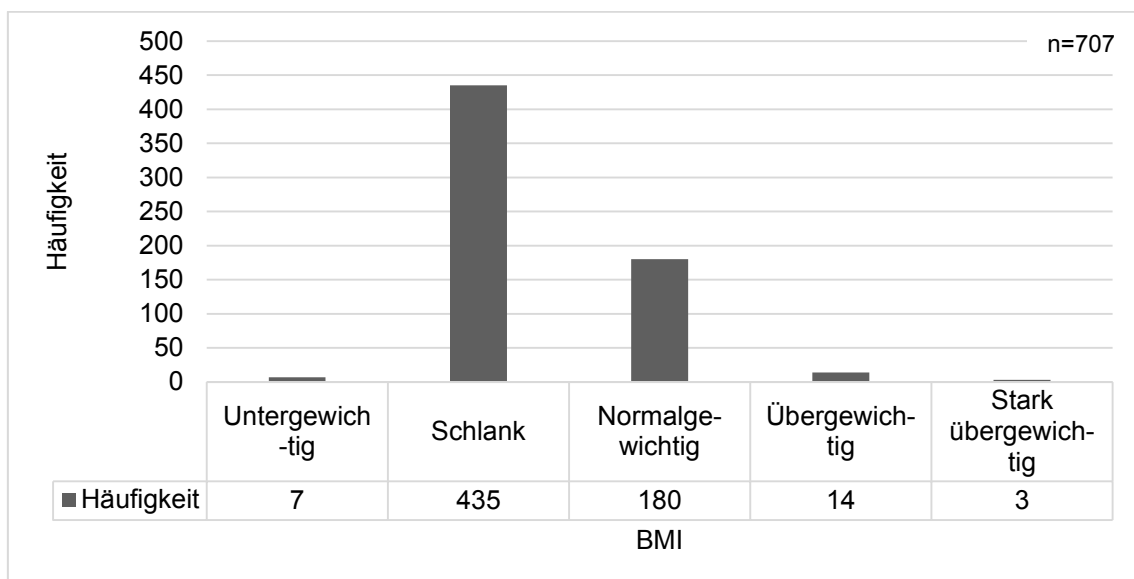


Abbildung 8: Verteilung des BMI.

Die Internationalität der Studie wurde mit Hilfe des Herkunftslandes überprüft. Insgesamt nahmen Teilnehmer aus 23 unterschiedlichen Ländern an der Studie teil. Im Anhang ist eine tabellarische Verteilung der Studienteilnehmer auf die Herkunftsländer aufgeführt.

### 3.1.2 Sportfachliche Daten

#### 3.1.2.1 Ausrüstung

##### 3.1.2.1.1 Skimodell

Betrachtet man die verwendeten Skimodelle so fällt auf, dass sehr unterschiedliche Modelle zum Einsatz kamen. Ski-Typen die vorrangig für den Gebrauch abseits der Piste geeignet sind wurden deutlich häufiger eingesetzt als Pisten- und Alpin-Modelle.

Skimodell	n	% der Gesamtteilnehmer
Offpisten-Modell	330	46,7
Allround-Modell	273	38,6
Rocker- und Hybridmodelle	246	34,8
Pisten-Modell	207	29,3
Touren-Modell	178	25,2
Twintip-Modell	172	24,3
Alpin-Modell	128	18,1
Anderes Modell	22	3,1

Tabelle 2: Verwendete Skimodelle.

##### 3.1.2.1.2 Skilänge

Die durchschnittliche Länge der Ski kann mit einem Mittelwert von 178 cm, bei einem Minimum von 120 cm und einem Maximum von 198 cm, angegeben werden (SD = 8,8 cm). Die Skilänge in Bezug zur Körpergröße des entsprechenden Teilnehmers, ermittelt mittels der Formel  $\frac{\text{Skilänge [cm]}}{\text{Körpergröße [cm]}}$ , betrug dabei im Mittel genau das 1,0-fache der Körpergröße (Maximum = 150%; Minimum = 60%; SD = 4,7% der Körpergröße).

### 3.1.2.1.3 Bindungsmodell

Klassische Telemarkbindungen wurden häufiger verwendet als die entsprechenden Touren-Modelle. Unter den verwendeten Bindungsmodellen war das herkömmliche Kabelzugsystem das am häufigsten verwendete, dicht gefolgt von dem neuen NTN-Bindungssystem.

<b>Bindungsvariante:</b>	<b>n</b>	<b>% der Gesamtteilnehmer</b>
Telemark-Variante	337	47,7
Telemark-Touren-Variante	291	41,2
Kabelzug-Bindung	182	25,7
NTN-Bindung	153	21,6
Drei-Pin-Bindung	45	6,4
Anderes Modell	33	4,7

Tabelle 3: Verwendete Bindungsmodelle.

### 3.1.2.1.4 Zusätzliche Ausrüstung

An weiterer Ausrüstung kamen vor allem Skibrille und Skihelm zum Einsatz. Ebenfalls von über 50% der Teilnehmer verwendet wurden Knieschoner und Lawinenschutz-Ausrüstung.

	<b>n</b>	<b>% der Gesamtteilnehmer</b>
Skibrille	669	94,6
Skihelm	620	87,7
Lawinenschutz	414	58,7
Knieschoner	376	53,2
Rückenprotektor	202	28,6
Handschuhe mit Handgelenkschutz	43	6,1
Steißbeinprotektor	32	4,5
Bandagen	26	3,7

Tabelle 4: Auflistung der weiteren Sport-Ausrüstung.

### 3.1.2.2 Daten zur Sport-Ausübung

#### 3.1.2.2.1 Durchschnittliche Skifahrdauer

Die Mehrheit der Probanden fuhr an 14-30 Tagen im Jahr Telemark. Ein Skitag dauerte im Schnitt 6 Stunden.

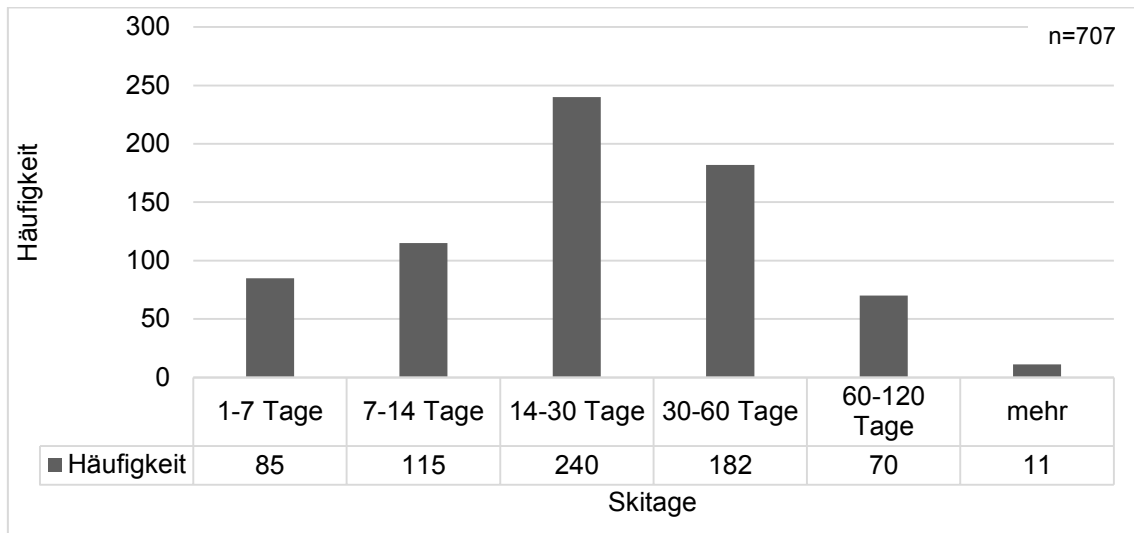


Abbildung 9: Anzahl der Skitage pro Jahr.

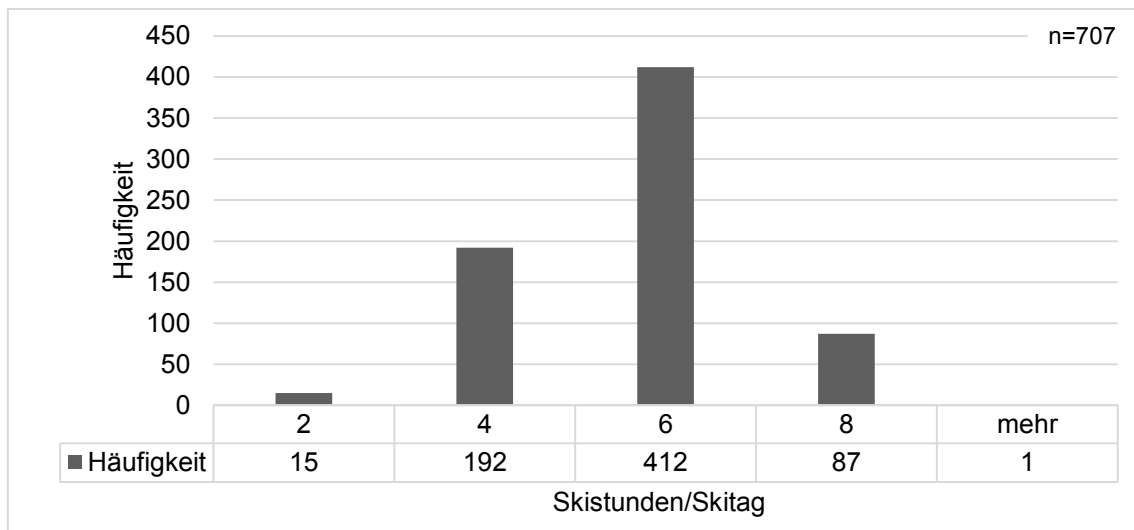


Abbildung 10: Anzahl der durchschnittlich gefahrenen Skistunden pro Skitag.

### 3.1.2.2 Leistungsniveau

Betrachtet man die Angaben bezüglich der Leistungsniveaus so lässt sich feststellen, dass kaum Anfänger teilnahmen und viele Probanden bereits gut Telemarken konnten. Über 60% der Teilnehmer schätzen ihr Können entsprechend der Stufen 4 und 5 ein.

Mitglied, eines Skivereins waren 43,8 %.

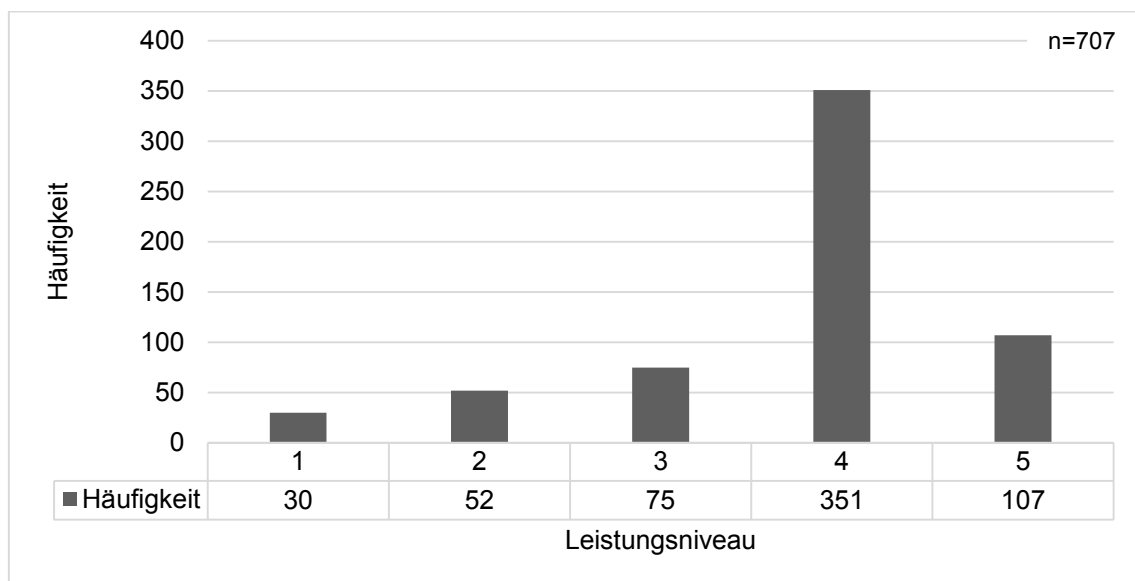


Abbildung 11: Selbsteinschätzung des persönlichen Leistungsniveaus.

### 3.1.2.3 Sportliche Aktivität

Bezüglich der sportlichen Leistungsfähigkeit sah sich die Mehrheit der Teilnehmer als aktiver und leistungsfähiger als die altersentsprechende Durchschnittsbevölkerung. 54,7 % gaben an „aktiver“ und 27,3 % sogar „viel aktiver“ als der Durchschnitt und somit auch leistungsfähiger zu sein (73,0%). Nur 25,3% sahen sich bezüglich der Leistungsfähigkeit und 14,3% bezüglich der Aktivität im Durchschnitt. Eine detaillierte Angabe der Leistungsfähigkeit sowie der Aktivität ist dem Anhang zu entnehmen.

### **3.1.3 Verletzungen**

307 von 707 Teilnehmern (43,4%) gaben an sich bisher mindestens eine Verletzung während des Telemarkens zugezogen zu haben. Unter den Männern lag der Anteil bei 44,1%, bei den Frauen hingegen waren 38,9% schon einmal verletzt. Der Unterschied zwischen den Geschlechtern war nicht signifikant ( $p=0,231$ ). 243 der verletzten Teilnehmer (79,2%) gaben dabei an genau einen Unfall gehabt zu haben. Danach folgten 49 Teilnehmer (16,0%) mit zwei Verletzungsereignissen, 12 (3,9%) mit drei Verletzungsereignissen, zwei (0,7%) mit vier und ein Teilnehmer (0,3%) mit fünf Verletzungsereignissen. Durch die Möglichkeit der Mehrfachangabe pro Verletzungsereignis (vgl. dazu Kap. 2.2.1.4) wurden insgesamt 406 verschiedene Verletzungen im Rahmen von 390 Unfällen registriert.

#### **3.1.3.1 Verletzungsursache**

Als Verletzungsursachen wurden unterschiedliche Gründe angegeben: Häufigste Ursache mit 26,7% der angegebenen Verletzungsereignisse stellte „eigenes Unvermögen/Leichtsinn“ dar, gefolgt von 25,9% der verletzten Teilnehmer, die ein „Hängenbleiben an der Umgebung (z.B. Schneeverwehung, Fels)“ als Unfallursache sahen. Weitere Ursachen wurden deutlich seltener angegeben.

Insgesamt konnten die Mehrheit der Unfälle (69,5%) auf selbst gesteuerte Faktoren zurückgeführt werden. In 29,2% der Fälle kam es nach dem Ereignis zu einer Verhaltensänderung bei der Ausübung des Telemarksports, wobei nach 15,1% der Verletzungsereignisse eine zusätzliche Schutzausrüstung als notwendig erachtet wurde.

Trotz der Verhaltensänderung nach knapp einem Drittel der Unfallereignisse sehen sich die Verteilungen der Verletzungsursachen bei Einfach- und Mehrfachverletzten jedoch sehr ähnlich (vgl. Abb. 12).

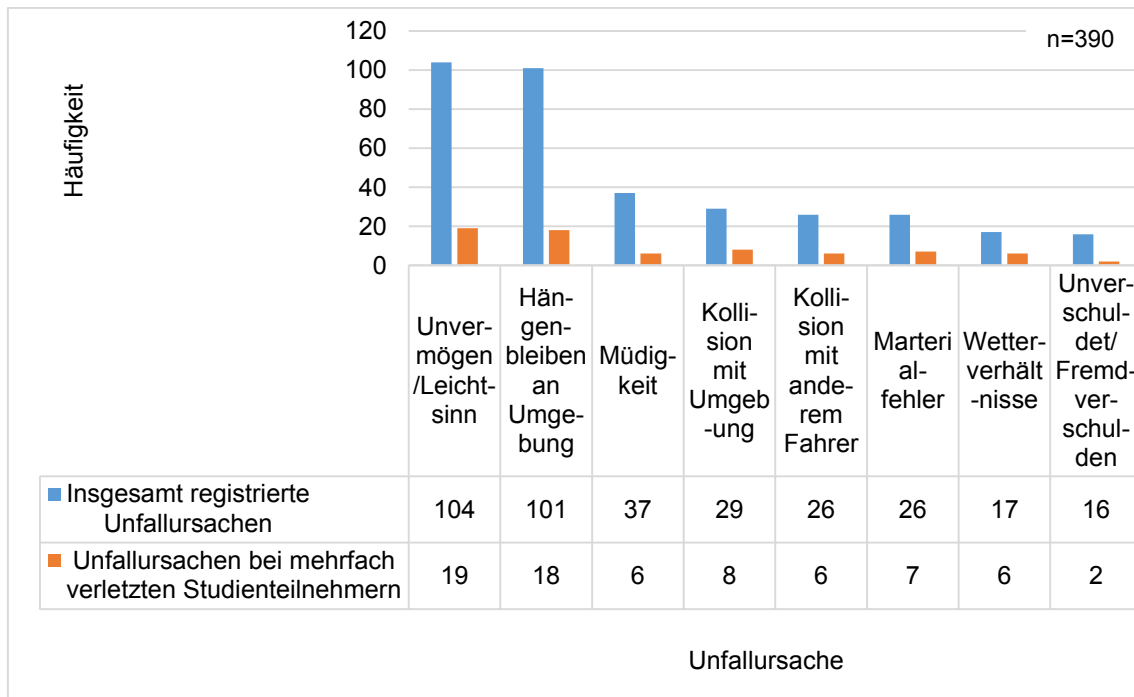


Abbildung 12: Angegebene Unfallursachen der verletzten Teilnehmer. Unterscheidung in alle registrierten Unfallursachen und Unfallursachen von Mehrfachverletzten.

### 3.1.3.2 Verletzungsort und –Zeitpunkt

Die Mehrzahl der Verletzungen ereignete sich dabei auf der Piste (54,1%) und im Gelände (34,4%). Eine Aufzählung der Einzelnennungen des Verletzungsorts ist dem Anhang beigelegt.

Etwa ein Drittel der Unfälle sind als relativ frisch anzusehen, mit 52 Unfällen (13,3%), die in derselben Saison zum Zeitpunkt des Fragebogen-Ausfüllens stattfanden und 93 (23,8%) aus der Vorsaison. Etwas mehr als die Hälfte der Unfallereignisse (56,9%) passierten in einem als „Skifahrkarriere“ zusammengefassten Zeitraum, der länger als die Vorsaison zurücklag.

### 3.1.3.3 Verletzungsmuster und Lokalisation

Am häufigsten traten Verletzungen der unteren Extremität (42,4% der Gesamtverletzungen), gefolgt von Verletzungen der oberen Extremität (29,6% der Gesamtverletzungen) auf. Verletzungen an Kopf und Rumpf waren deutlich seltener (vgl. Abb. 13).



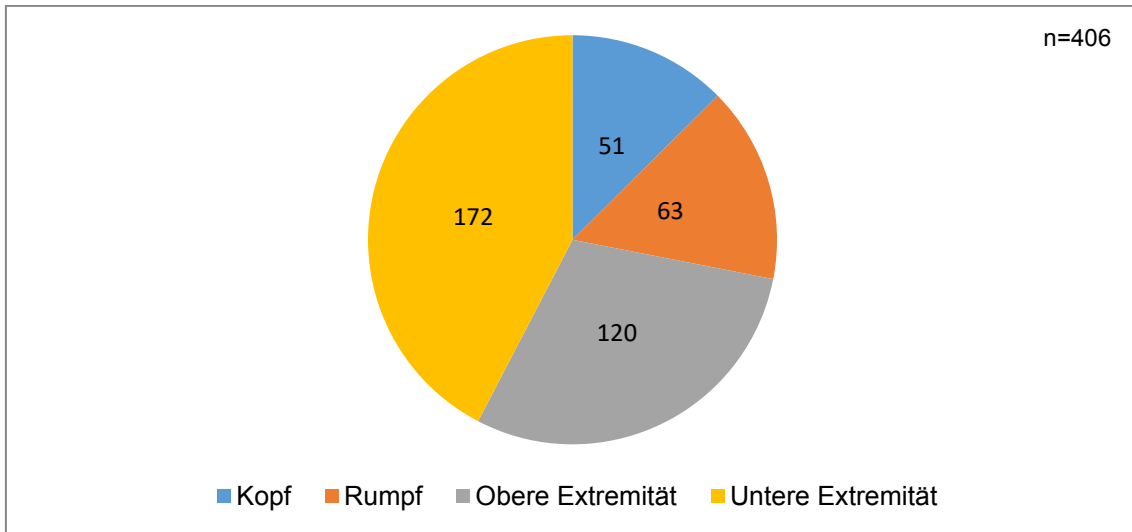


Abbildung 13: Anzahl der Verletzungen pro Körperregion.

### Verletzungen im Bereich des Kopfes

Im Kopfbereich waren Gehirnerschütterungen mit 35,3% am häufigsten, gefolgt von Platzwunden mit 19,6%. Bei der Auswahl der Kopfverletzungen konnten unter dem Punkt „sonstige Verletzungen“ eigene Angaben gemacht werden. Diese wurden nachträglich in die Verletzungen „Halswirbelsäulen-Distorsion“, und „Kontusion der Hals- und Kopfregion“ eingeteilt. Tabelle 5 zeigt die Verteilung der Verletzungen im Kopf-Hals-Bereich.

Art der Verletzung	n	% der Kopf-Verletzungen	% der Gesamtverletzungen
Commotio cerebri	18	35,3	4,4
Platzwunde	10	19,6	2,5
HWS-Distorsion	7	13,7	1,7
Kontusion der Hals-/Kopfregion	7	13,7	1,7
Schnittwunde	5	9,8	1,2
Sonstige Fraktur	4	7,8	1,0

Tabelle 5: Im Rahmen der retrospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich des Kopfes.

## Verletzungen im Bereich des Rumpfes

Im Bereich des Rumpfes traten zumeist Verletzungen der Rippen auf: 30,2% Rippenfrakturen und 28,6% Rippenkontusionen. Gefolgt wurden diese von Schnittverletzungen bei 12,7% der Rumpferletzungen. Verletzungen der Wirbel waren insgesamt selten und traten meist als Kompression, seltener als Frakturen auf. Unter „sonstigen Verletzungen“ wurden vor allem Diskushernien angegeben (vgl. Anhang).

Art der Verletzung	n	% der Rumpf-Verletzungen	% der Gesamtverletzungen
Rippenfraktur	19	30,2	4,7
Rippenkontusion	18	28,6	4,4
Kompression (HWS)	4	6,3	1,0
Kompression (BWS)	1	1,6	0,2
Kompression (LWS)	3	4,8	0,7
Fraktur (HWS)	1	1,6	0,2
Fraktur (BWS)	1	1,6	0,2
Sternumfraktur	1	1,6	0,2
Pneumothorax	1	1,6	0,2
Schnittwunde	8	12,7	2,0
Sonstige Verletzungen	6	9,5	1,5

Tabelle 6: Im Rahmen der retrospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich des Rumpfes.

## Verletzungen im Bereich der oberen Extremität

Neben Verletzungen im Bereich der Schulter und des Schultergürtels waren Läsionen der Finger inklusive des Daumens häufig. Rechnet man die unter „sonstige Verletzungen“ angegebenen Läsionen mit ein, betrafen somit 56 den Schulterbereich (entsprechend 46,7% der Verletzungen der OE). Verletzungen der Finger und des Daumens stellten 29,2% der Verletzungen im Bereich der Oberen Extremität dar. In der offenen Texteingabe wurden vor allem „Schulterkontusionen“ (n=15) genannt, welche nachträglich aus den „sonstigen Verletzungen“ herausgenommen und als eigene Gruppe kategorisiert wurden.

Weitere Verletzungen, die in der freien Texteingabe angegeben wurden, waren u.a. „Skidaumen“, „Handgelenksstauchung“, „Rotatorenmanschettenruptur“ und „Impingement-Syndrom der Schulter“ (vgl. Anhang).

Art der Verletzung	n	% der Verletzungen der OE	% der Gesamt-Verletzungen
Schulterkontusion	15	12,5	3,7
Schulterluxation	15	12,5	3,7
Akromioklavikulargelenk-Sprengung	10	8,3	2,5
Klavikulafraktur	5	4,2	1,2
Humeruskopffraktur	5	4,2	1,2
Humerusschaftfraktur	2	1,7	0,5
Ellenbogenfraktur	1	0,8	0,2
Unterarmfraktur	1	0,8	0,2
Luxation des Handgelenks	2	1,7	0,5
Fraktur im Bereich des Handgelenks	1	0,8	0,2
Mittelhandknochenfraktur	2	1,7	0,5
Fingerfraktur	10	8,3	2,5
Damenluxation	10	8,3	2,5
Luxation anderer Finger	6	5,0	1,5
Schnittwunde	4	3,3	1,0
Sonstige Verletzungen	31	25,8	7,6

Tabelle 7: Im Rahmen der retrospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich der Oberen Extremität.

## Verletzungen im Bereich der unteren Extremität

Besonders fielen Verletzungen des Kniebereichs ins Auge. Werden Verletzungen, die unter der freien Texteingabe beschrieben wurden mit eingerechnet, waren Verletzungen des Knies mit 57,0% (n=98) mit Abstand die am häufigsten aufgetretenen im Bereich der unteren Extremität. Knie-Verletzungen waren auch insgesamt die zahlreichsten mit 24,1% aller retrospektiv registrierten Verletzungen. Die am häufigsten verletzten Strukturen am Kniegelenk waren der Meniskus (18,4% der Knieverletzungen), das Ligamentum collaterale tibiale (16,3% der Knieverletzungen) und das vordere Kreuzband (14,3% der Knieverletzungen). Knieverletzungen traten bei Frauen signifikant häufiger auf als bei Männern ( $p=0,044$ ; 30,5% vs. 23,4% der retrospektiv registrierten Verletzungen). Ebenso waren Bänderverletzungen am Knie unter Frauen hochsignifikant häufiger als bei Männern ( $p=0,009$ ; 18,6% vs. 7,8% der retrospektiv registrierten Verletzungen); das vordere Kreuzband war tendenziell häufiger von Verletzungen betroffen als bei Männern ( $p=0,065$ ; 8,9% vs. 3,3% der registrierten Verletzungen). Als zweithäufigste Verletzungslokalisation der unteren Extremität sind jene im Bereich des Sprunggelenks zu erwähnen. Diese traten mit einer Häufigkeit von n=29 (16,9% der Verletzungen der UE, bzw. 7,1% der Gesamtverletzungen) auf. Die zwei in der offenen Texteingabe unter „sonstige Verletzungen“ am meisten genannten Verletzungen wurden wieder als eigene Subgruppen ausgegliedert: „Knieprellung“ (n=14) und „Muskelfaserriss/-zerrung“ (n=10). Tabelle 8 zeigt die genaue Verteilung der aufgetretenen Verletzungen im Bereich der unteren Extremität (freitextliche Angaben s. Anhang).

Art der Verletzung	n	% der Verletzungen der UE	% der Gesamt-Verletzungen
Meniskusläsion	18	10,5	4,4
Innenbandruptur des Kniegelenks	16	9,3	4,0
Ruptur des vorderen Kreuzbands	14	8,1	3,4
Kontusion des Knies	14	8,1	3,4
Außenbandruptur des Kniegelenks	4	2,3	1,0
Ruptur des hinteren Kreuzbands	2	1,2	0,5
Patellafraktur	5	2,9	1,2
Patellaluxation	4	2,3	1,0
Tibiaschaftfraktur	4	2,3	1,0
Fibulaschaftfraktur	4	2,3	1,0
Distale Fibulafraktur	4	2,3	1,0
Außenbandruptur des Sprunggelenks	8	4,7	2,0
Innenbandruptur des Sprunggelenks	7	4,1	1,7
Fraktur des Fußes (ausgenommen OSG)	3	1,7	0,7
Zehenfraktur	3	1,7	0,7
Muskelzerrung/-faserriss	10	5,8	2,5
Schnittwunde	7	4,1	1,7
Sonstige Verletzungen	45	26,2	11,1

Tabelle 8: Im Rahmen der retrospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich der unteren Extremität.

### 3.1.3.4 Arztbesuch und Behandlung

Von den insgesamt 406 Verletzungen der 307 verletzten Teilnehmer wurden 309 (76,1%) im Rahmen von 278 Unfällen vom Arzt gesehen und diagnostiziert. Die darauffolgende Therapie erfolgte zumeist konservativ (n=207, bzw. 74,5% der behandelten Patienten). 39,1% der konservativen Behandlungen (n=81) beinhalteten eine Physiotherapie, bei 24,8% der behandelten Verletzungen (n=69) bedurfte es einer Operation.

Abb. 14 zeigt die aufgrund des Unfalles notwendige Sport-Pausierungsdauer. In 25,6% der Fälle war jedoch ein Aussetzen der sportlichen Aktivität nicht nötig.

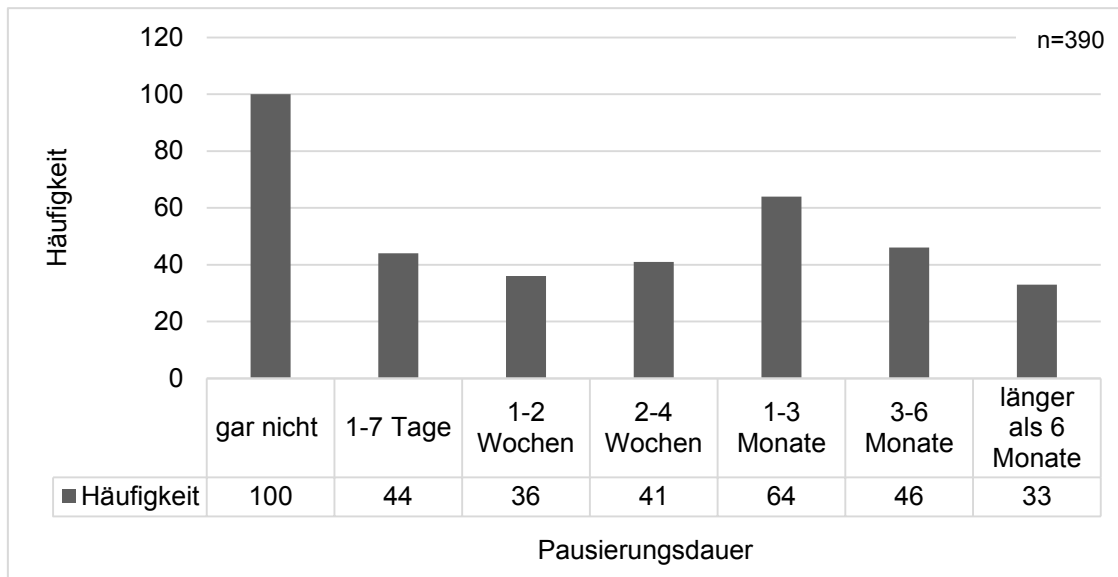


Abbildung 14: Verletzungsbedingte Pausierungsdauer der sportlichen Aktivität.

Auffällig ist, dass bei der Unterscheidung zwischen Verletzungen, die von einem Arzt gesehen wurden und den insgesamt registrierten Verletzungen, die Verletzungslokalisationen im prozentualen Vergleich sehr ähnlich sind. Läsionen der unteren Extremität waren noch immer die häufigsten mit 44,0% der Gesamtverletzungen, gefolgt von Verletzungen im Bereich der oberen Extremität mit 31,4%. Läsionen im Bereich von Kopf und Rumpf waren auch hier seltener, wobei die des Kopfbereichs den geringsten Stellenwert einnahmen (Rumpf: 15,2%; Kopf: 9,4%). Besonders Verletzungen wie Kontusionen, Muskelverletzungen, Schnittwunden, Verletzungen der Finger und leichte Gehirnerschütterungen nahmen einen geringeren Anteil unter den ärztlich diagnostizierten Verletzungen ein. Im Anhang ist ein tabellarischer Vergleich der insgesamt registrierten Verletzungen und Verletzungen die ärztlich diagnostiziert wurden zu finden. Verletzungen bei denen die Frage nach einem verletzungsbedingten Arztbesuch nicht beantwortet wurde, wurden unter den „insgesamt registrierten“ Verletzungen eingerechnet.

### 3.1.4 Langfristige Telemark-bedingte Einschränkungen

Auffällig häufig waren Beschwerden des Kniegelenks sowie muskuläre Beschwerden und Krämpfe. Ebenfalls relativ häufig wurden Rückenbeschwerden genannt. Bei den meisten angegebenen Beschwerden wurde jedoch als Auftrittshäufigkeit „selten“ oder „nie“ gewählt.

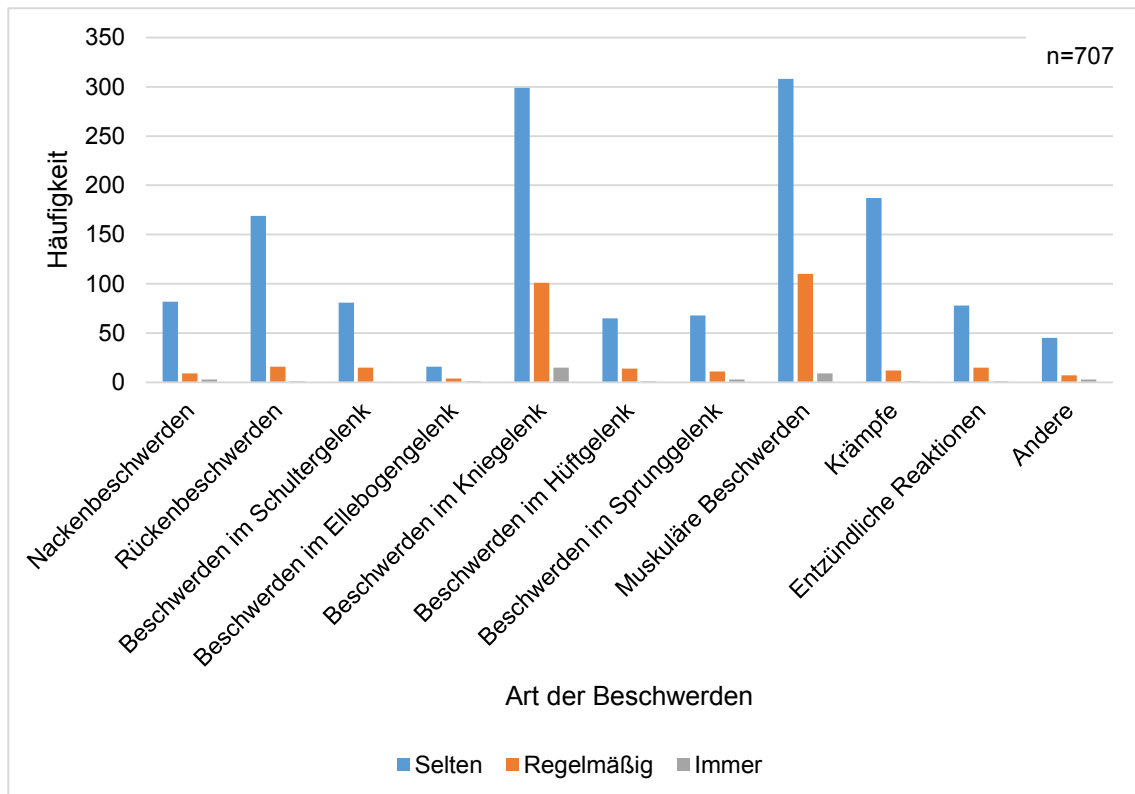


Abbildung 15: In Zusammenhang mit der Ausübung des Telemarks auftretende Beschwerden.

Als häufigste Schmerzlokalisationen wurden ein Retropatellares Schmerzsyndrom von 19,1% und der Oberschenkel von 17,0% der Studienteilnehmer angegeben. Hüfte (9,2%) und Unterschenkel (5,5%) waren seltenere Schmerzlokalisationen.

## **3.2 Prospektive Studie**

Insgesamt konnten 126 Probanden für die prospektive Studie gewonnen werden. Während der Datenerhebung wurden insgesamt 12 Monate, über die Skisaisons 2012/2013 und 2013/2014, jeweils von November bis einschließlich April, erfasst.

Die Rücklaufquote war vor allem im ersten Jahr groß. Im Schnitt konnten die Teilnehmer über einen Zeitraum von 8,2 Monaten (SD = 3,9 Monate) begleitet werden. Da manche Teilnehmer die Fragebögen nicht konstant ausfüllten, sondern in manchen Fällen innerhalb des Studienzeitraumes Monate ausgelassen wurden, wurden durchschnittlich 6,4 Fragebögen (SD = 3,6 Fragebögen) pro Teilnehmer ausgefüllt.

### **3.2.1 Soziodemographische und anthropometrische Daten**

Die Probanden der prospektiven Studie waren zu 82,5% (n=104) männlich und zu 17,5% (n=22) weiblich. Männer waren signifikant häufiger verletzt als Frauen (Chi-Quadrat-Test; 31,7% vs. 19%;  $p=0,05$ ).

Im Durchschnitt waren die Teilnehmer 38,1 Jahre alt (SD = 12,9 Jahre), bei einem medianen Alter von 40,0 Jahren. Frauen waren im Schnitt etwas jünger, bei einem mittleren Alter von 35,7 Jahren (SD = 13,4 Jahre), gegenüber den Männern mit durchschnittlich 38,7 Jahren (SD = 12,8 Jahre). Der Altersunterschied war nicht signifikant ( $p=0,462$ ). Jüngere Telemarker verletzten sich hoch signifikant häufiger als ältere (t-Test;  $p=0,009$ ).



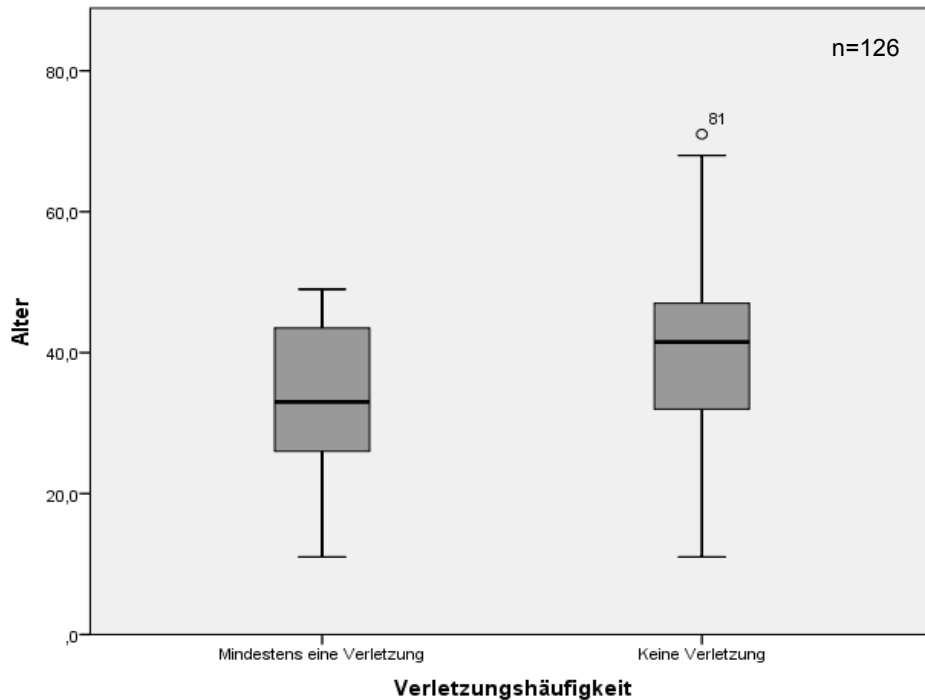


Abbildung 16: Altersspezifische Darstellung der Verletzungshäufigkeit.

Die Größe der Probanden betrug im Mittel 1,78 m (SD = 0,9 m). Das Gewicht schwankte um einen Mittelwert von 75,1 kg (SD = 12,9 kg). Mittels dieser Daten wurde wie in Kapitel 3.1.1 der BMI berechnet und gruppiert. Dieser betrug im Durchschnitt 23,8 kg/m<sup>2</sup>, bei einem Minimum von 12,9 kg/m<sup>2</sup> und einem Maximum von 34,0 kg/m<sup>2</sup>.

	<b>Mittelwert</b>	<b>Minimum</b>	<b>Maximum</b>	<b>SD</b>
Alter [Jahre]	38,1	11	71	12,9
Größe [m]	1,78	1,45	1,96	0,9
Gewicht [kg]	75,1	29,0	110,0	12,9
BMI [kg/m <sup>2</sup> ]	23,8	12,9	34,0	2,8

Tabelle 9: Anthropometrische Daten der Studienteilnehmer.

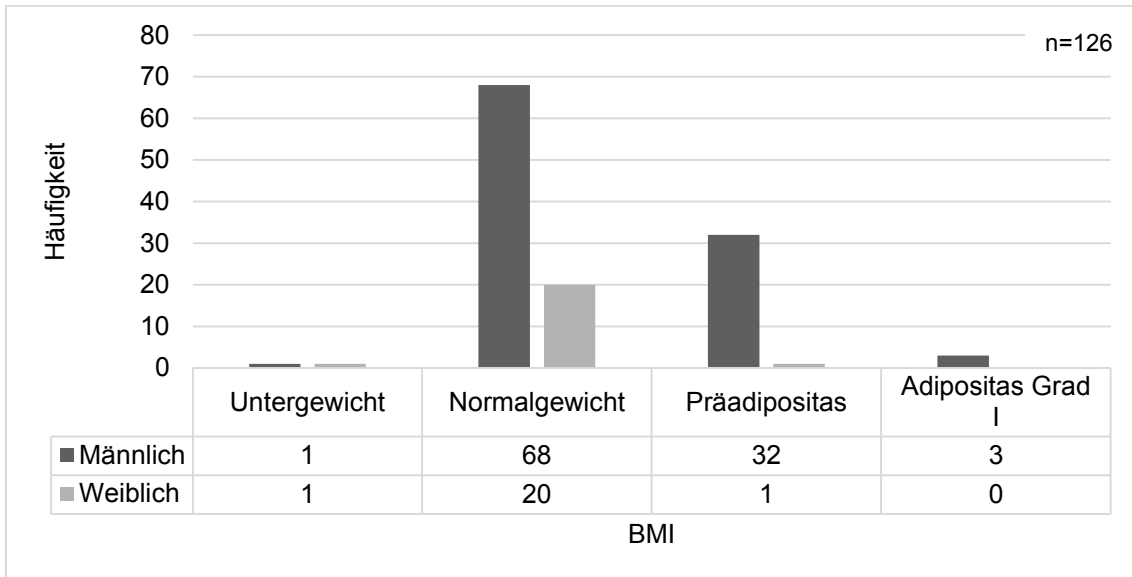


Abbildung 17: Geschlechtsspezifische Verteilung des BMI.

Zwischen den verschiedenen BMI-Gruppen gab es keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Verletzungsinzidenz (Chi-Quadrat-Test;  $p=0,319$ ).

### 3.2.2 Sportfachliche Daten

#### 3.2.2.1 Ausrüstung

##### 3.2.2.1.1 Skimodell

Wie auch in der retrospektiven Studie kamen vorrangig Modelle zum Einsatz, die für den Gebrauch außerhalb der Piste ausgelegt sind.

	n	% der Gesamtteilnehmer
Off-Pisten-Modell	74	58,7
Rocker- und Hybrid- Modell	46	36,5
Allround-Modell	44	34,9
Pisten-Modell	39	31,0
Touren-Modell	32	25,4
Twintip-Modell	32	25,4
Alpin-Modell	21	16,7
Anderes Modell	6	4,8

Tabelle 10: Auflistung der verwendeten Skimodelle.

### 3.2.2.2.2 Skilänge

Die Skilänge der Teilnehmer reichte von minimal 145 cm bis maximal 198 cm (Mittelwert = 178 cm; SD = 8,4 cm). Mithilfe der Körpergröße wurde schließlich wie in 3.1.2.1.2 das Verhältnis der Skilänge zur Körpergröße ermittelt. Im Durchschnitt entsprach die Skilänge mit 100,4% fast exakt der Körperlänge (SD = 3,7%), mit einem Minimum von 89,9% und einem Maximum von 111,2%. Mithilfe des Student t-Tests wurden nun die Mittelwerte dieser Messgröße unterhalb der verletzten und nichtverletzten Teilnehmer verglichen. Bezüglich der Verletzungshäufigkeit gab es hier keine signifikanten Unterschiede ( $p=0,468$ ).

### 3.2.2.2.3 Bindungsmodell

Bei den Bindungsmodellen gab es ebenso eine weite Spannbreite der verwendeten Modelle, zu sehen in Tabelle 11. Das am häufigsten verwendete Bindungssystem stellten, wie auch im retrospektiven Studienteil, die Kabelzugsysteme dar. Allerdings kamen deutlich häufiger Bindungen mit Skitouren-Ausrichtung zum Einsatz.

Beim Vergleich der Verletzungsinzidenzen der verschiedenen Bindungsmodelle gab es keine signifikanten Unterschiede. Auch in Hinblick auf Knieverletzungen konnten hier keine signifikanten Abweichungen festgestellt werden.

	n	% der Gesamtteilnehmer	p-Wert
Telemark-Touren-Variante	50	46,3	n.s.
Telemark-Variante	43	39,8	n.s.
Kabelzug-Bindung	36	33,3	n.s.
NTN-Bindung	25	23,1	n.s.
Drei-Pin-Bindung	3	2,8	n.s.
Anderes Modell	4	3,7	n.s.

Tabelle 11: Auflistung der verwendeten Bindungsmodelle.

### 3.2.2.2.4 Zusätzliche Ausrüstung

Darüber hinaus wurden Teilnehmer auch über weitere Ausrüstung wie Skihelm, Skibrille, etc. befragt. Tabelle 12 ist die jeweilige Verwendungshäufigkeit zu entnehmen.

Ausrüstung	n	% der Gesamtteilnehmer
Skibrille	105	83,3
Skihelm	100	79,4
Lawinenschutz	76	60,3
Knieschoner	71	56,3
Rückenprotektor	51	40,4
Handschuhe mit Handgelenkschutz	6	4,8
Steißbeinprotektor	3	2,4
Bandagen	3	2,4

Tabelle 12: Auflistung der weiteren Sport-Ausrüstung.

### 3.2.2.2 Daten zur Sport-Ausübung

#### 3.2.2.2.1 Durchschnittliche Skifahrdauer

Während der Studienzeit übten die Probanden den Telemark-Sport im Mittel an 4,5 Tagen im Monat aus (SD 4,1 Tage; Minimum 0 Tage; Maximum 22 Tage). Ein Skitag dauerte durchschnittlich 4,5 Stunden bei einer minimalen Ski-Dauer von einer Stunde und einer maximalen Dauer von 9 Stunden pro Skitag (SD 1,4 Stunden). Bei insgesamt 17381 registrierten Skistunden ereigneten sich 56 Verletzungen, was zu einer Verletzungsrate von 3,2 Verletzungsereignissen pro 1000 Skistunden führt. Pro 1000 Skitage gerechnet ergibt sich bei 3848 Skitagen eine Verletzungsrate von 14,6 Unfällen pro 1000 Skitagen. Werden nur Verletzungen berücksichtigt, die von einem Arzt gesehen wurden (n=29; 51,8% der Gesamtverletzungen), so sinkt die Verletzungsrate auf 1,7 Unfälle pro 1000 Skistunden, bzw. 7,5 pro 1000 Skitage. Vergleicht man die Verletzungsinzidenz mit den pro Tag gefahrenen Skistunden zeigt sich eine Tendenz zu mehr Verletzungen bei länger dauerndem Skitag (t-Test; p=0,068).

### 3.2.2.2 Leistungsniveau

Im Bereich des Leistungsniveaus waren die Teilnehmer der prospektiven Studie sehr ähnlich verteilt wie die der retrospektiven Studie. 67,5 % der Teilnehmer gaben mindestens Stufe 4 an. Anfänger waren somit, wie auch in der retrospektiven Studie, selten. Abbildung 18 zeigt die genaue, geschlechtsspezifische Verteilung der Leistungsniveaus.

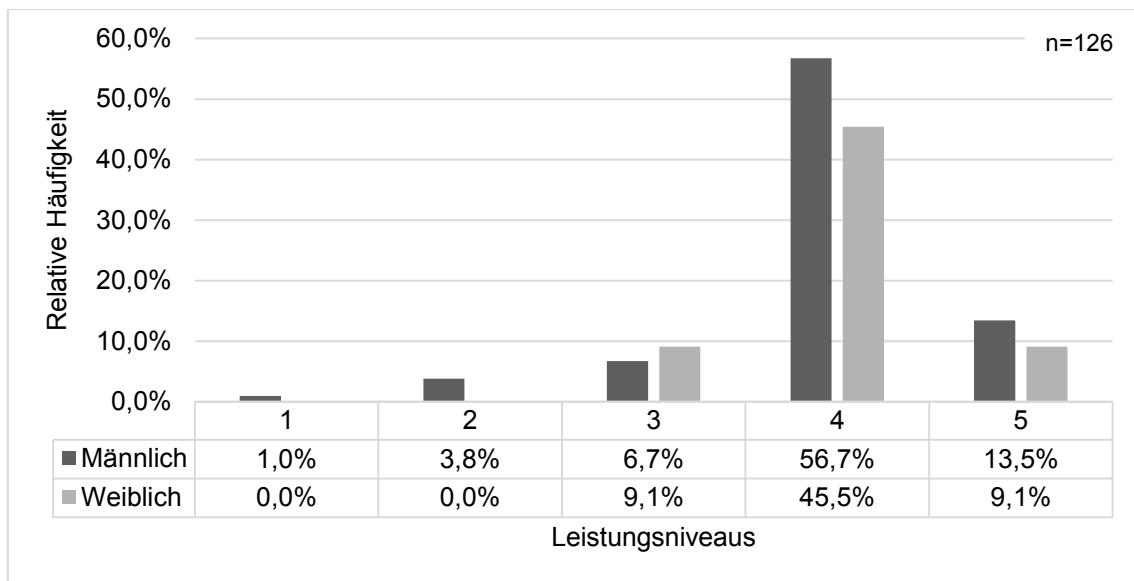


Abbildung 18: Geschlechtsspezifische Verteilung der Leistungsniveaus.

Es gab keine signifikante Korrelation von Leistungsniveau und Verletzungsinzidenz (Chi-Quadrat-Test;  $p=0,960$ ).

Mitglieder eines Skivereins waren 60,3% der Telemarker. Auch hier gab es keine signifikanten Unterschiede in der Verletzungsinzidenz (Chi-Quadrat-Test;  $p=0,233$ ).

### **3.2.2.3 Sportliche Aktivität**

Auch in diesem Studienteil fühlten sich die Teilnehmer deutlich aktiver und leistungsfähiger als ihr altersentsprechender Durchschnitt. Bezüglich der Verletzungshäufigkeit gab es weder bei der Aktivität noch bei den Angaben der Leistungsfähigkeit signifikante Unterschiede. Eine genauere Angabe der Teilnehmer-Aussagen ist dem Anhang zu entnehmen.

### **3.2.2.4 Training**

Um Aussagen über das Training der Probanden und dessen mögliche Auswirkung auf die Verletzungsinzidenz der Telemarker treffen zu können, wurden die Probanden zu Beginn der Studie nach Art und Zeitpunkt des Trainings sowie regelmäßig ausgeübten Sportarten befragt.

57,1% der Befragten gaben an auch ohne ihre Ski (abseits der Piste) speziell für das Telemarken zu trainieren. 57,1% der Telemarker trainierten dabei während der Skisaison, 53,2% in direkter Vorbereitung auf die Skisaison und sogar 50,0% der Teilnehmer völlig außerhalb der Skisaison. Telemarker, die auch außerhalb der Piste trainierten verletzten sich nicht signifikant seltener als Telemarker, die nicht trainierten, wobei die Verletzungsrate der trainierenden Probanden bei 26,4% lag, gegenüber 33,3% unter den Probanden die nicht außerhalb der Piste trainierten (Chi-Quadrat-Test;  $p=0,397$ ). Um eine mögliche Auswirkung einer Umgestaltung der Trainingsgewohnheiten eruieren zu können, wurden monatlich Trainingsveränderungen erfragt. Der Unterschied der Verletzungshäufigkeit in Bezug auf eine Umstellung der Trainingsgewohnheiten war nicht signifikant ( $p=0,896$ ).

Neben dem speziellen Training auf die Skisaison wurden regelmäßig ausgeübte Sportarten (neben der Ausübung des Telemarks) erfragt. Vorrangig genannte Sportarten waren Mountainbiking, Fahrradfahren, Ski Alpin, Ski-Langlauf, Wandern, Jogging und Klettern. Die fünf häufigsten, regelmäßig ausgeübten Sportarten wurden anschließend hinsichtlich der Verletzungsinzidenz im Rahmen der prospektiven Studie verglichen (s. Anhang). Um trotz der möglichen

Mehrfachauswahl der Sportarten den Chi-Quadrat-Test anwenden zu können wurden hierfür neue Variablen mit Nominalskalierung („Ausübung der Sportart x“; „Nicht-Ausübung der Sportart x“) kreiert und diese anschließend gegenüber gestellt. Zwischen den ausgeübten Sportarten gab es keine signifikanten Unterschieden der Verletzungsinzidenz.

### 3.2.3 Verletzungen

Während des Studienzeitraums wurden 56 Verletzungsereignisse bei 37 Teilnehmern (29,4%) registriert. 24 der verletzten Telemarker (64,9%) gaben dabei genau einen Unfall an, zehn Teilnehmer (27,0%) hatten zwei, zwei Teilnehmer (5,4%) hatten drei und ein Teilnehmer (2,7%) sogar sechs Unfallereignisse während des Beobachtungszeitraums. Alles in Allem wurden somit 73 Verletzungen aufgezeichnet.

#### 3.2.3.1 Verletzungsursache

Als Verletzungsursachen wurden unterschiedliche Gründe angegeben: „eigenes Unvermögen/Leichtsinn“ war mit 26,8% (der Unfallereignisse) die meistgenannte Ursache. Ebenfalls häufig wurde ein „Hängenbleiben an der Umgebung“ (23,2%) und „Müdigkeit“ (14,3%) als Verletzungsgrund gesehen.

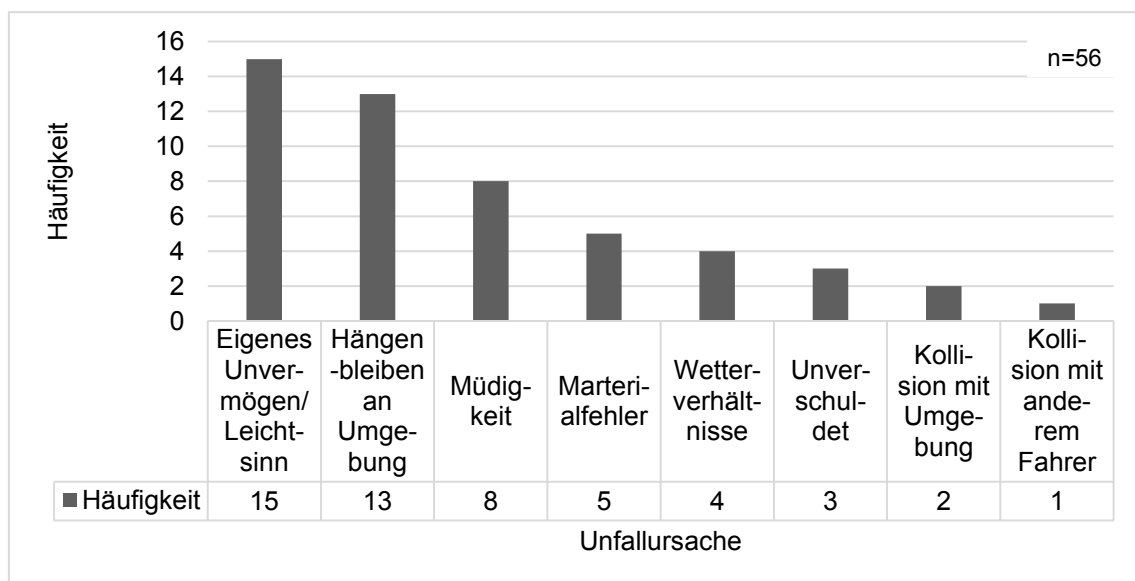


Abbildung 19: Angegebene Unfallursachen.

Die drei häufigsten dieser Ursachen waren also, wie auch in der retrospektiven Studie, intrinsischer Natur. Zwei Teilnehmer erachteten nach dem Unfallereignis eine zusätzliche Schutzausrüstung als notwendig.

### 3.2.3.2 Verletzungsort

42,9% (n=24) der Unfälle ereigneten sich dabei „auf der Piste“ und 37,5% „im Gelände“. In 16,1% der Unfälle wurde keine dieser vorgegebenen Möglichkeiten gewählt, sondern unter dem Feld „anderer Ort“ eigene Angaben aufgeführt (Aufzählung im Anhang).

### 3.2.3.3 Verletzungsmuster und Lokalisation

Auch im prospektiven Studienteil wurde eine Unterteilung der Verletzungen auf die vier verschiedenen Körperregionen Kopf, Rumpf, obere und untere Extremität unternommen (vgl. Kap. 2.2.1.4).

Wie in der retrospektiven Studie waren Verletzungen der unteren Extremität die häufigsten (47,9%), gefolgt von denen der oberen Extremität (26,0%).

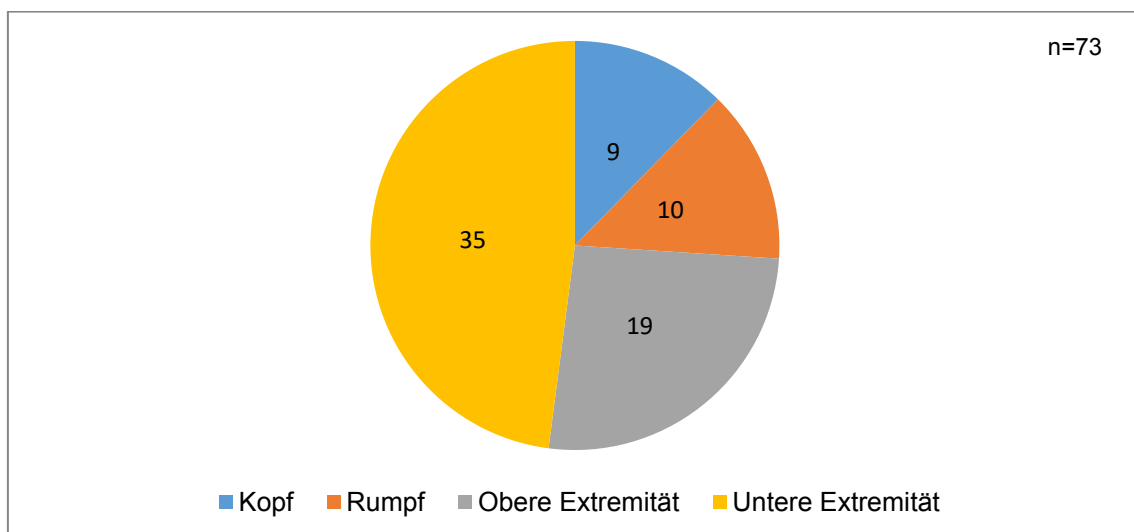


Abbildung 20: Anzahl der Verletzungen pro Körperregion.



### Verletzungen im Bereich des Kopfes

Bei den Verletzungen im Kopfbereich waren Commotiones cerebri am häufigsten (n=7). Kaum aufgetreten hingegen waren Platzwunden (n=2) und Maxillafrakturen (n=1).

Art der Verletzung	n	% der Kopf-Verletzungen	% der Gesamt-Verletzungen
Commotio cerebri	7	70,0	9,6
Platzwunde	2	20,0	2,7
Maxillafraktur	1	10,0	1,4

Tabelle 13: Im Rahmen der prospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich des Kopfes.

### Verletzungen im Bereich des Rumpfes

Bei diesen Verletzungen konnten vorwiegend Verletzungen der Rippen und Wirbel beobachtet werden. Insgesamt waren Läsionen im Bereich des Rumpfes jedoch selten.

Art der Verletzung	n	% der Rumpf-Verletzungen	% der Gesamt-Verletzungen
Rippenkontusion	2	22,2	2,7
Kompression (HWS)	2	22,2	2,7
Kompression (BWS)	1	11,1	1,4
Kompression (LWS)	2	22,2	2,7
Sonstige Verletzungen	2	22,2	2,7

Tabelle 14: Im Rahmen der prospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich des Rumpfes.

### Verletzungen im Bereich der oberen Extremität

Wurden Verletzungen, die unter „sonstige Verletzungen“ aufgeführt wurden mit berücksichtigt, so waren Verletzungen des Daumens (n=6) und Schulterkontusionen (n=4) am häufigsten. Für eine Auflistung der unter „sonstige Verletzungen“ genannten Läsionen s. Anhang.

<b>Art der Verletzung</b>	<b>n</b>	<b>% der Verletzungen der OE</b>	<b>% der Gesamt-Verletzungen</b>
Schulterkontusion	4	21,1	5,5
Schulterluxation	2	10,5	2,7
Unterarmfraktur	1	5,3	1,4
Daumenluxation	1	5,3	1,4
Sonstige Verletzungen	11	57,9	15,1

Tabelle 15: Im Rahmen der prospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich der oberen Extremität.

### Verletzungen im Bereich der unteren Extremität

Auch hier waren Verletzungen des Knies sehr auffällig. Werden Angaben, die unter „sonstige Verletzungen“ gemacht wurden (vgl. Anhang) mit eingerechnet, so betrafen 19 Verletzungen (entsprechend 26,0% der Gesamtverletzungen) das Knie. Im Vergleich von männlichen und weiblichen Studienteilnehmern gab es keinen signifikanten Unterschied bezüglich der Knieverletzungsinzidenz ( $p=0,169$ ). Zweithäufigste Verletzungslokalisation der unteren Extremität stellte das Sprunggelenk dar.

<b>Art der Verletzung</b>	<b>n</b>	<b>% der Verletzungen der UE</b>	<b>% der Gesamt-Verletzungen</b>
Kontusion des Knies	3	8,6	4,1
Meniskuläsion	3	8,6	4,1
Innenbandruptur des Kniegelenks	2	5,7	2,7
Außenbandruptur des Kniegelenks	1	2,9	1,4
Kreuzbandruptur, vorderes	1	2,9	1,4
Patellaluxation	1	2,9	1,4
Außenbandruptur des Sprunggelenks	2	5,7	2,7
Muskelzerrung/-faserriss	3	8,6	4,1
Schnittwunde	2	5,7	2,7
Sonstige Verletzungen	17	48,6	23,3

Tabelle 16: Im Rahmen der prospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich der unteren Extremität.

### 3.2.3.4 Arztbesuch und Behandlung

Nicht alle dieser Verletzungen bedingten einen Arztbesuch. In 51,8 % (n=29) der Fälle wurde nach einem Unfallereignis ein Arzt konsultiert. Die daraufhin folgende Therapie erfolgte meist konservativ (mit und ohne Physiotherapie).

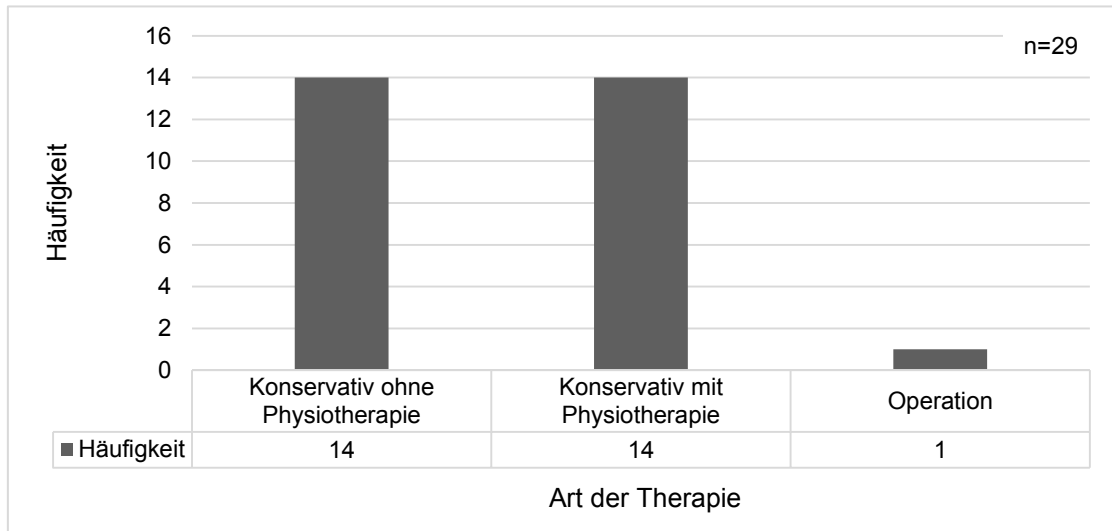


Abbildung 21: Art der erfolgten ärztlichen Behandlung.

Abb. 22 zeigt die durchschnittliche Pausierungsdauer nach Verletzungsereignis. In der Mehrheit der Fälle musste die Sportausübung jedoch nicht pausiert werden.

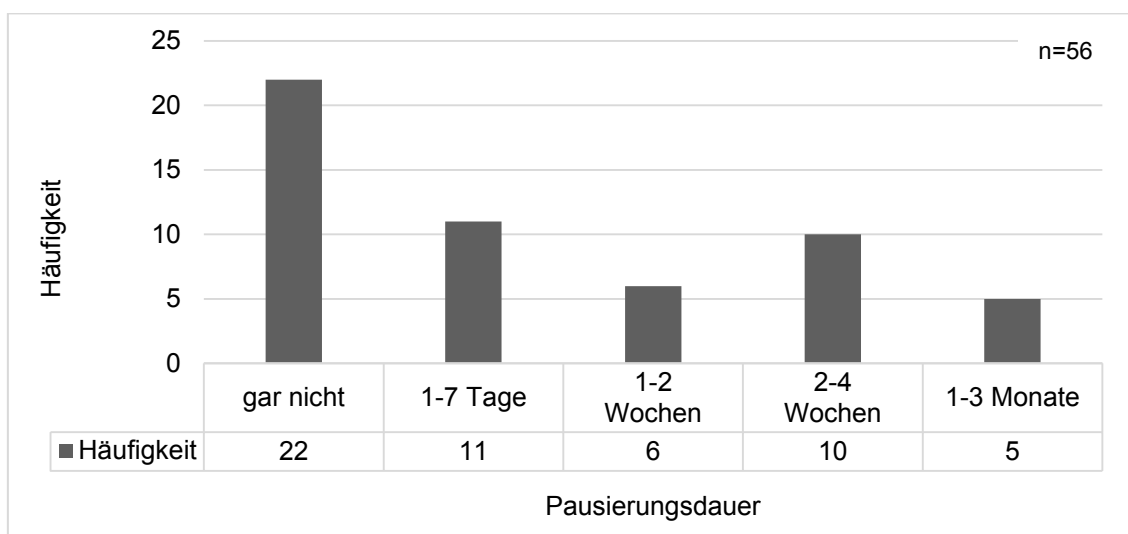


Abbildung 22: Notwendige Pausierungsdauer nach Unfallereignis.

## **4 Diskussion**

### **4.1 Aussagekraft von Fragebögen**

Ziel dieser Arbeit war es häufige Verletzungsmuster unter Telemarkern herauszufinden. Dabei sollte versucht werden mögliche Einflussfaktoren zu ermitteln, um mit Hilfe dieses Wissens gegebenenfalls präventive Aussagen treffen zu können. Die Daten zu diesen Studien wurden mittels eines Online-Fragebogens erhoben, der über sehr unterschiedliche Wege an die Probanden distribuiert wurde (s. Kap. 2.1.1). Somit wurde versucht eine möglichst große und gleichzeitig diverse Probandenpopulation sicherzustellen. Medizinisch verlässliche Daten können jedoch nur durch persönliche Inspektion der verletzten Teilnehmer erhoben werden. Gleichzeitig ist dies nur bei einer kleineren Probandenanzahl durchführbar. Darüber hinaus ist es bei dieser Vorgehensweise schwierig, Telemarker aus mehreren Skigebieten sowie unterschiedlicher Nationalität zu untersuchen.

Unter Berücksichtigung oben genannter Überlegungen wurde schließlich für diese Studie das Vorgehen mittels eines Online-Fragebogens gewählt. Somit konnten simultan eine große Probandenanzahl und ein breites Bild an Telemarkern verschiedener Skigebiete, Nationalitäten sowie unterschiedlichen Alters und Leistungsniveaus registriert werden. Gleichzeitig war es möglich alle im Rahmen des Telemarksports auftretenden Verletzungen, inklusive Läsionen, die nicht zwingend eines Arztbesuches bedurften, festzuhalten. Dabei gilt es jedoch zu beachten, dass nicht alle Probanden medizinisch versiert sind und nicht alle Verletzungen von einem medizinischen Laien korrekt eingeordnet werden können. Einige der aufgezeichneten Verletzungen wurden nicht von einem Arzt gesehen und wurden in „Eigendiagnose“ gestellt. Um dennoch eine möglichst korrekte Angabe der Verletzungen zu ermöglichen, wurde versucht, den Fragebogen für medizinische Laien verständlich zu gestalten. Einige lückenhaft ausgefüllte Fragebögen sowie medizinisch ungenaue Antworten konnten jedoch trotz alledem nicht vermieden werden.

## **4.2 Mögliche Einflüsse auf die Verletzungshäufigkeit**

### **4.2.1 Einordnung der Verletzungshäufigkeit im Vergleich mit vorangegangenen Telemark-Studien**

Die im Rahmen der prospektiven Studie festgestellte Verletzungshäufigkeit lag bei 3,2 Verletzungsereignissen pro 1000 Skistunden, bzw. 14,6 pro 1000 Skitagen. Betrachtet man nur die Verletzungen, die eines Arztbesuches bedurften, so sinkt die Verletzungsrate auf 1,7 Verletzungsereignisse pro 1000 Skistunden, bzw. 7,5 pro 1000 Skitagen. Vergleicht man diese Verletzungen fällt auf, dass unsere Studie höhere Verletzungsraten aufweist als vergleichbare, ältere Studien (Federiuk et al., 1997, Ekeland et al., 2005, Rønning et al., 2000, Clancy and McConcey, 1985, Johansen et al., 2015). Zu beachten gilt jedoch, dass Ekeland et al., Rønning et al. sowie Federiuk et al. nur Verletzungen in ihre Studie miteinberechneten, die entweder in einem Krankenhaus oder von einer Ski-Patrouille auf Skipisten gezählt wurden (Ekeland et al., 2005, Rønning et al., 2000, Federiuk et al., 1997). Mit Hilfe dieser Verletzungszahlungen und Zählungen der Skifahrer an Liftstationen wurden schließlich Verletzungsraten berechnet, die somit eher als Schätzwerte anzusehen sind. Unfälle die sich beim Ski-Touren ereigneten und Verletzungen die nicht von einem Arzt diagnostiziert wurden, wurden nicht zwangsläufig berücksichtigt. Da nur 51,8% der im Rahmen dieser prospektiven Studie aufgetretenen Verletzungen von einem Arzt untersucht und behandelt wurden sowie Verletzungen beim Skitourengehen mit einberechnet wurden lässt sich so die niedrigere Verletzungsrate der oben erwähnten Studien erklären. Das Studienmodell von Tuggy und Ong sowie Sigurdsson und Adolphson ist besser mit dieser Studie zu vergleichen (Tuggy and Ong, 2000, Sigurdsson and Adolphson, 2003). Prospektive Analysen über mehrere Skisaisons wurden anhand von Fragebögen durchgeführt. Somit konnte die Verletzungshäufigkeit des Probandenkollektivs genauer bestimmt werden. Die in unserer Studie festgestellten Verletzungsraten liegen dennoch höher als die der zuvor genannten Studien. Dies könnte auf die relativ geringe Anzahl an prospektiv erfassten Skitagen zurückzuführen sein. Ebenfalls ist ein durch den steten Ausrüstungswechsel ermöglichter rasanterer

Fahrstil der Telemarker, mit erhöhter Verletzungsgefahr, vorstellbar. Bis auf die Studie von Johansen et al. liegen die Studienzeiträume der vorangegangenen Studien mindestens 10 Jahre vor unserer prospektiven Studie und sind somit Ausrüstungs-technisch z.T. noch vor dem Austausch der Leder- durch Plastikschuhe anzusiedeln (Johansen et al., 2015). Gleichzeitig gilt es die geringe Schwere der prospektiv aufgezeichneten Verletzungen zu berücksichtigen. In 39,3% der Verletzungsereignisse war ein Pausieren der Sportausübung nicht von Nöten, in 30,4% der Fälle wurde der Sport lediglich für maximal zwei Wochen ausgesetzt. Zusammenfassend ist aufgrund der genannten methodischen Unterschiede keine eindeutige Aussage bezüglich einer Veränderung der Verletzungsinzidenz innerhalb der letzten Jahre bis Jahrzehnte möglich.

Die Verletzungsinzidenz in aktuelleren Studien erscheint zunächst im Alpin Skisport geringer als beim Telemark (Ruedl et al., 2014). Allerdings könnte der sehr große Unterschied an registrierten Skitagen zu einer Verschiebung der Verletzungsinzidenz geführt haben. Betrachtet man Studien, die Telemark- und Alpin-Verletzungen vergleichen, so lassen sich in der Literatur unterschiedliche Meinungen finden. Made et al. berechneten ein leicht erhöhtes Verletzungsrisiko für Telemarker (Made et al., 2001). Auch Ekeland et al. kamen zu einer erhöhten Verletzungsrate bei Telemarkern, wobei die Ergebnisse aufgrund niedriger Fallzahlen vorsichtig zu interpretieren sind (Ekeland et al., 1993). In einer späteren Studie konnten Ekeland et al., genauso wie Federiuk et al. und Sulheim et al. eine ähnliche, bis leicht erniedrigte Verletzungsrate für Telemarker feststellen (Ekeland et al., 2005, Federiuk et al., 1997, Sulheim et al., 2011). Vergleicht man die Verletzungsraten von Welt-Cup-Fahrern im Telemark- und Alpin-Skisport, so lässt sich ein geringeres Verletzungsrisiko für Telemarker vermuten (Johansen et al., 2015, Bere et al., 2014). Betrachtet man die Verletzungsschwere, verglichen mittels ISS (Injury Severity Score) und AIS (Abbreviated Injury Severity Score) so erscheint diese bei den Alpin-Skifahrern erhöht (Bergstrom et al., 1999, Ueland and Kopjar, 1998). Bei genauerer Betrachtung fällt auch bei unseren Studien eine relativ geringe

Verletzungsschwere auf. Insgesamt lässt sich jedoch schwer eine eindeutige Tendenz festlegen.

#### **4.2.2 Soziodemographische und anthropometrische Daten**

Mit Hilfe des Online-Fragebogens konnten Teilnehmer aus 23 Nationalitäten erfasst werden. Das durchschnittliche Alter der Probanden lag bei 38,8 Jahren in der retrospektiven Studie und 38,1 Jahren in der prospektiven Studie. Damit waren die Probanden bezüglich des Alters ähnlich verteilt wie in vergleichbaren Studien (Tuggy and Ong, 2000, Federiuk et al., 1997, Federiuk and Mann, 1999, Sigurdsson and Adolphson, 2003). Lediglich Made et al. beschrieb ein jüngeres Probandenkollektiv mit durchschnittlich 28 Jahren unter den verletzten Telemarkern (Made et al., 2001). Damit sind Telemarker ähnlich alt wie Alpin-Skifahrer (Coury et al., 2013, Wolfel et al., 2003, Ruedl et al., 2014), oder wahrscheinlich sogar etwas älter als ihre alpinen Kollegen (Ekeland et al., 1993, Stenroos and Handolin, 2014, Made et al., 2001, Federiuk et al., 2002, Tuggy and Ong, 2000). Die Geschlechtsverteilung ist etwas mehr auf die Seite der männlichen Probanden verlagert als entsprechende Angaben in der Literatur (Ekeland et al., 2005, Federiuk and Mann, 1999, Federiuk et al., 1997, Made et al., 2001, Sulheim et al., 2011, Tuggy and Ong, 2000, Hagel et al., 2004). Zu vermuten ist eine Verschiebung durch die Probandenakquise u.a. über Foren. Womöglich werden diese frequenter von Männern besucht. Darüber hinaus könnte die Verbreitung des Fragebogens u.a. über Ski-Verbände einen Beitrag zur Verschiebung geleistet haben. Auch diese erscheinen auf den ersten Blick vorwiegend männerdominiert (DSV, Telemark Austria, Swisiski).

In der prospektiven Studie waren verletzte Teilnehmer hochsignifikant jünger als nicht verletzte, mit einem Durchschnittsalter von 33,1 Jahren gegenüber 40,3 Jahren unter den nichtverletzten Teilnehmern. Darüber hinaus waren Männer signifikant häufiger verletzt als Frauen, wobei der relativ geringe Frauenanteil zu berücksichtigen ist. Eine gleichartige Korrelation zwischen Alter und Verletzungshäufigkeit konnte bereits in verschiedenen Studien, auch beim Alpin-

Ski und beim Snowboarden festgestellt werden (Ueland and Kopjar, 1998, Sulheim et al., 2011, Langran and Selvaraj, 2002, Ekeland et al., 2005, Ekeland et al., 1993, Bergstrom et al., 1999, Hagel et al., 2004, Schneider et al., 2007, Schneider et al., 2006, Hagel, 2005). Schneider et al. sehen in jungen Männern die größte Risikogruppe für Sportverletzungen im Allgemeinen (Schneider et al., 2006, Schneider et al., 2007). Betreffend des Geschlechts gibt es in Bezug auf das Verletzungsrisiko im Telemark- und Alpin-Skisport in der Literatur jedoch keinen Konsens (Ekeland et al., 2005, McBeth et al., 2009, Schneider et al., 2006, Johansen et al., 2015, Tuggy and Ong, 2000, Langran and Selvaraj, 2002, Tuggy, 1996, Federiuk and Mann, 1999, Wasden et al., 2009, Bere et al., 2014). Dennoch ist bei jungen, männlichen Sportlern ein riskanteres Fahrverhalten zu vermuten, welches die signifikant höhere Verletzungsinzidenz dieser Teilnehmergruppe erklären könnte (Burkner et al., 2009, Ruzic and Tudor, 2011, Ruedl et al., 2010, Arch, 1993, Zuckerman and Kuhlman, 2000). Gleichzeitig konnten Schneider et al. und Jones et al. eine positive Korrelation zwischen der Häufigkeit der Sportausübung und der Sportverletzungsinzidenz darstellen (Schneider et al., 2006, Jones et al., 1994), wodurch eine erhöhte Verletzungsrate durch vergleichsweise hohe sportliche Aktivität und die Ausübung riskanterer Sportarten bei jungen Männern verständlich wäre (Schneider and Becker, 2005, Krug et al., 2013, Taimela et al., 1990).

Hinsichtlich des Leistungsniveaus der Probanden fällt in beiden Studienteilen ein sehr hoher Anteil an bereits erfahrenen Telemarkern auf. 64,8% der Teilnehmer der retrospektiven Studie und 67,5% der Teilnehmer der prospektiven Studie gaben ein Niveau der Stufe 4 und mehr an. Der Grund der Verteilung ist nicht ganz klar. Einerseits könnte durch die Art der Probandenakquise eine mögliche Selektion stattgefunden haben. Um ein möglichst breites Teilnehmerkollektiv zu erhalten, wurde der Fragebogenlink nicht nur an diverse Telemarkvereine sondern auch an nationale Skiverbände versandt. Andererseits ist eine Verschiebung des Kollektivs hin zu erfahreneren Teilnehmern auch durch die Nutzung von Internetforen vorstellbar. Möglicherweise werden diese vor allem durch bereits erfahrene, Sport-begeisterte Telemarker genutzt, was den hohen Anteil bereits fortgeschrittener Probanden erklären könnte. Des Weiteren bedient



sich der Telemark-Sport seit einigen Jahrzehnten vor allem auch durch die steigende Anzahl an Skitour-begeisterten Sportlern zunehmender Beliebtheit. Die Gründe hierfür sind vielseitig. Zum einen wird zum Tourengehen beim Telemarken kaum zusätzliches Equipment benötigt. Zum anderen ist häufig ein Umstieg auf den Telemark-Sport bei sehr erfahrenen Alpin-Skifahrern zu beobachten (Droste and Strotmann, 2002). Eine Gruppe, die nach neuen Herausforderungen sucht, der aber das Gleiten und Kanten mit Skiern auf dem Schnee bereits geläufig ist.

#### **4.2.3 Ausrüstung**

Wie bereits angedeutet, fand in den letzten Jahren bis Jahrzehnten ein deutlicher Fortschritt in der Ausrüstung für den Telemarksport statt. Dieser könnte eine Auswirkung auf die Verletzungsinzidenz haben sowie zu einer Verschiebung der Verletzungsmuster führen. Im Alpin-Skisport wurde ein deutlicher Rückgang der Verletzungshäufigkeit aufgrund steter Weiterentwicklung der verwendeten Ausrüstung registriert (Ruedl et al., 2014, Burtscher and Ruedl, 2015, Koehle et al., 2002, David, 2014, Schneider, 2003, Zucco, 1994, Bouter and Knipschild, 1989). Durch die Verwendung von zunehmend mehr Plastikschuhen, anstatt der zuvor üblichen Lederschuhe und darüber hinaus dem vermehrten Einsatz höherer, deutlich über das Sprunggelenk reichender Schuhe, konnte bereits in vorausgegangenen Studien ein Rückgang der Sprunggelenksverletzungen beim Telemark sowohl in Schwere als auch Anzahl dargestellt werden (Made et al., 2001, Tuggy and Ong, 2000, Federiuk and Mann, 1999, Pichon et al., 2004, Sigurdsson and Adolphson, 2003). Sprunggelenksverletzungen, die früher mit über 20% noch zu den häufigen Verletzungen zählten, nahmen sowohl in der retrospektiven als auch in der prospektiven Studie, mit jeweils 7,1% der Gesamtverletzungen, einen wenig ausgeprägten Stellenwert ein (Made et al., 2001, Federiuk et al., 1997). Somit lässt sich die bereits in früheren Studien angedeutete protektive Auswirkung von hohen Plastikschuhen auf Sprunggelenksverletzungen bestätigen (Made et al., 2001, Tuggy and Ong, 2000, Pichon et al., 2004, Sigurdsson and Adolphson, 2003). Als mögliche

Erklärung wird im alpinen Ski-Bereich die erhöhte Stabilisierung des Gelenks und die verbesserte Kraftübertragung auf den Ski herangezogen (Tuggy and Ong, 2000, Mildner et al., 2010). Auch dort konnte durch den Umstieg von Leder- auf Plastikschuhe ein Rückgang der Sprunggelenksverletzungen festgestellt werden (Davidson and Lalotis, 1996, Eriksson, 1976). Insgesamt konnte durch die Einführung der Plastikschuhe sowie durch die Entwicklung von auslösbaren Bindungssystemen auch das Auftreten von Verletzungen der unteren Extremität reduziert werden (Johnson et al., 1980, Hunter, 1999, Burtscher and Ruedl, 2015, Schneider, 2003, Hauser et al.). Kniegefährdende Krafterwirkungen werden allerdings nach wie vor von diesen Bindungen oft nicht erkannt, sodass es zu keinem Auslösen der Bindung kommt und es durch die Fixierung von Fuß und Sprunggelenk zu einer vorrangigen Kraftwirkung auf das Kniegelenk kommt (Urabe et al., 2002). Auch in dieser (retrospektiven) Studie war das Knie mit 57% die am häufigsten betroffene Verletzungslokalisation der unteren Extremität. Somit ist auch beim Telemark eine Verschiebung der Verletzungslokalisation vom Sprunggelenk hin zum Kniegelenk, u.a. durch die Einführung hoher Plastikschuhe, zu vermuten.

In der prospektiven Studie konnte weder das von Federiuk und Mann postulierte Verletzungsrisiko durch Kabelzugbindungen, noch das von Tuggy und Ong dargestellte Risiko durch Drei-Pin-Bindungen bestätigt werden (Federiuk and Mann, 1999, Tuggy and Ong, 2000). Wobei die Daten der Drei-Pin-Bindung aufgrund zu geringer Fallzahlen nicht als statistisch aussagekräftig gewertet werden können. Auch in Hinblick auf eine vermutete Reduzierung des Verletzungsrisikos durch die neueren, auslösbaren Bindungssysteme (Federiuk and Mann, 1999, Tuggy and Ong, 2000, Ekeland et al., 1993), gab es im Rahmen der prospektiven Studie weder bei der Gesamt-Verletzungshäufigkeit noch bei der Verletzungshäufigkeit des Knies signifikante Unterschiede.

Eine durch im Verhältnis zur Körpergröße zu große Länge der Ski mit damit verstärkter Hebelwirkung resultierten in unserer prospektiven Studie nicht, wie durch den errechenbaren Hebelarm zunächst vermutet, in einer erhöhten Verletzungswahrscheinlichkeit.

#### 4.2.4 Trainingsgestaltung

Es fällt auf, dass die Probanden beider Studien sportlich sehr aktiv waren. Teilnehmer sahen sich deutlich aktiver und leistungsfähiger als den altersentsprechenden Durchschnitt. Weder Leistungsfähigkeit noch Aktivität wirkten sich jedoch auf die Verletzungshäufigkeit aus.

Etwas mehr als die Hälfte der Teilnehmer der prospektiven Studie gaben an, sowohl während der Skisaison als auch in Vorbereitung auf diese, ohne ihre Ski (abseits der Piste), für den Telemark-Sport zu trainieren. Als vorrangig neben dem Telemark ausgeübte Sportarten wurde vor allem Mountainbiking, Ski Alpin, Fahrradfahren, Jogging und Wandern angegeben. Diese Sportarten wurden schließlich mittels Chi-Quadrat-Test auf die Verletzungshäufigkeit hin verglichen. Es war jedoch bei keiner dieser Sportarten ein signifikanter Einfluss auf die Verletzungshäufigkeit zu sehen. Zwischen Probanden die auch ohne ihre Ski trainierten konnte gegenüber nicht speziell fürs Telemark trainierenden Probanden eine Reduzierung der Verletzungshäufigkeit von 33,3% auf 26,4% der Teilnehmer beschrieben werden. Diese ist ebenfalls als statistisch nicht signifikant anzusehen. Somit können anhand der vorliegenden prospektiven Studie keine Empfehlungen bezüglich eines Verletzungs-protectiven Trainings geäußert werden.

Ein gezieltes Training kann jedoch sicherlich das Verletzungsrisiko deutlich reduzieren. So konnte bei verschiedenen Sportarten, vor allem für Frauen, eine Senkung der Bein- und Knieverletzungsinzidenz, insbesondere des vorderen Kreuzbandes, durch gezieltes propriozeptives und neuromuskuläres Training beobachtet werden (Pasanen et al., 2008, Hägglund et al., 2013, Hewett et al., 1999, Silvers and Mandelbaum, 2007, Caraffa et al., 1996, Myklebust et al., 1998, Hewett et al., 1996, Myklebust et al., 2003, Myer et al., 2005, Solomonow and Krogsgaard, 2001, Mandelbaum et al., 2005, Yoo et al., 2010, Myer et al., 2008, Griffin et al., 2000, Hewett et al., 2006a). Vor allem Frauen, die unabhängig von der ausgeübten Sportart ein erhöhtes Risiko für Knie- und Kreuzbandverletzungen haben, ist somit ein gezieltes neuromuskuläres Training anzuraten (Tuggy and Ong, 2000, Johansen et al., 2015, Ekeland et al., 2005,

Sulheim et al., 2011, Hagel, 2005, Johnson et al., 1980, David, 2014, Hewett et al., 1999, Myklebust et al., 1998, Burtscher et al., 2008, Khalilifar et al., 2012, Arendt and Dick, 1995, Bjordal et al., 1997, Lindenfeld et al., 1994, Traina and Bromberg, 1997, Greenwald and Toelcke, 1997, Johnson et al., 2002, Emerson, 1993, Uhorchak et al., 2003, Shelbourne et al., 1998).

In Bezug auf eine mögliche Trainingsgestaltung zur Vorbereitung auf die Telemark-Saison gibt es leider kaum Studien die geeignete Trainingsmethoden untersuchten. Nilsson und Haugen konnten jedoch in Hinblick auf ein geeignetes Krafttraining ähnliche Kräfte im EMG des Musculus vastus lateralis sowohl beim Telemark-Skifahren, als auch bei den von ihnen vorgeschlagenen Übungen wie Kniebeugen mit Langhanteln und sog. Telemarksprüngen messen (Nilsson and Haugen, 2004). Ob dieses Training gezielt Verletzungen, die während des Telemarkens auftreten, reduzieren kann gilt es noch in einem geeigneten-Studiendesign zu untersuchen.

## **4.3 Verletzungen**

### **4.3.1 Verletzungsmuster**

Im Folgenden soll zunächst auf die Ergebnisse der retrospektiven Studie eingegangen werden.

Häufigste Verletzungslokalisierung mit 42,4% aller Verletzungen stellte die untere Extremität dar, gefolgt von der oberen Extremität mit 29,6% aller Verletzungen. Kopf und Rumpf waren deutlich seltener betroffen.

Die meisten Verletzungen der unteren Extremität waren mit 57,0% im Bereich des Kniegelenks angesiedelt. Vor allem wurden Meniskusschäden, Rupturen des Ligamentum collaterale tibiale, des Ligamentum cruciatum anterius und Kniekontusionen angegeben. Zweithäufigste Lokalisation war das Sprunggelenk (16,9% der Verletzungen der unteren Extremität), an dem vorrangig Bänderrupturen (sowohl innen als außen, ähnliche Verteilung) auftraten.

Unter den Verletzungen im Bereich der oberen Extremität wurden vor allem Schulterverletzungen angegeben, darunter Schulterluxationen, Schulterkontusionen und Sprengungen des Akromioklavikulargelenks. Weitere häufige Verletzungen traten an den Fingern, insbesondere dem Daumen, auf.

Im Rumpf- und Kopfbereich sind vorwiegend Rippenkontusionen sowie –frakturen, Gehirnerschütterungen und Platzwunden zu nennen.

Knie, Schulter, Daumen, Sprunggelenk und der Kopf gelten auch in der Literatur als vorrangige Verletzungslokalisationen (Tuggy and Ong, 2000, Tuggy, 1996, Ueland and Kopjar, 1998, Sulheim et al., 2011, Made et al., 2001, Johansen et al., 2015, Federiuk and Mann, 1999, Federiuk et al., 1997, Ekeland et al., 2005). Die aufgetretenen Verletzungsmuster sind darüber hinaus sehr stark mit jenen beim Alpin-Skifahren zu vergleichen (Ghesquiere et al., 2014, Ekeland et al., 2005, Davidson and Lalotis, 1996, Johnson et al., 1980, Koehle et al., 2002, Langran and Selvaraj, 2002, Ruedl et al., 2014, Schneider, 2003, Stenroos and Handolin, 2015, Sulheim et al., 2011, Ueland and Kopjar, 1998, Warne et al., 1995, Wasden et al., 2009, Wolfel et al., 2003).

Vergleicht man die Knieverletzungsinzidenz in unserer Studie mit vorausgegangenen Studien, so liegt diese im mittleren Bereich (Tuggy and Ong, 2000, Made et al., 2001, Johansen et al., 2015, Federiuk and Mann, 1999). Betrachtet man ausschließlich schwere Knieverletzungen mit Bänderrissen und Meniskusschäden, so sinkt der Anteil auf 10,3% retrospektiv und 9,8% prospektiv. In der prospektiven Studie konnte zwischen den Geschlechtern kein signifikanter Unterschied gezeigt werden, wobei aufgrund der geringen Fallzahl unter den Frauen (n=22) hier nur schwer Aussagen getroffen werden können. Retrospektiv war die Knieverletzungsinzidenz bei Frauen jedoch signifikant höher als bei Männern. Bezüglich der Inzidenz für Bänderverletzungen am Knie gab es einen hochsignifikanten Unterschied. Verletzungen des vorderen Kreuzbandes traten bei Frauen tendenziell häufiger auf. Dieses Phänomen wurde bereits in mehreren Studien, sowohl im Telemark- und Alpin-Ski-Bereich, als auch außerhalb des Skifahrens beschrieben (Brucker et al., 2014, Hunter, 1999, Stevenson et al., 1998, Johnson et al., 1980, Prodromos et al., 2007, Burtscher

et al., 2008, David, 2014, Khalilifar et al., 2012, Johansen et al., 2015, Arendt and Dick, 1995, Bjordal et al., 1997, Lindenfeld et al., 1994, Myklebust et al., 1998, Traina and Bromberg, 1997, Tuggy and Ong, 2000, Greenwald and Toelcke, 1997, Ekeland et al., 2005, Sulheim et al., 2011, Johnson et al., 2002, Hagel, 2005, Hewett et al., 1999). Die Gründe sind nicht ganz klar, allerdings können laut Hunter verschiedene Ursachen, extrinsischer sowie intrinsischer Natur, vermutet werden (Hunter, 1999). Als Beispiele hierfür können eine bei Frauen gehäufte Valgusstellung des Kniegelenks, eine im Vergleich zur Länge des vorderen Kreuzbandes geringere interkondyläre Notchbreite am Femur und neuromuskuläre sowie hormonelle Unterschiede aufgeführt werden (Emerson, 1993, Uhorchak et al., 2003, Shelbourne et al., 1998, Gray et al., 1985, Zelisko et al., 1982). Die Thematik der geschlechtsspezifischen neuromuskulären Unterschiede wurde bereits in vielen Studien untersucht. Als mögliche Ursache der erhöhten Knieverletzungsinzidenz wird u.a. eine bei Frauen schlechtere muskuläre Stabilisierung des Kniegelenks mit einer langsameren und weniger stark ausfallenden Aktivierung der ischiokruralen Muskulatur angenommen (Wojtys et al., 2003, Sell et al., 2007, White et al., 2003), die zu einer schlechteren dynamischen Kontrolle des Kniegelenks führt (Huston and Wojtys, 1996, Hewett et al., 1996, Hewett et al., 2006b, Hewett et al., 1999, White et al., 2003). Darüber hinaus wurde bei Frauen eine östrogenabhängige Gelenklaxizität beschrieben. Grund dafür könnte der Einfluss von Östrogen auf die Fibroblastenaktivität und Kollegenzusammensetzung im vorderen Kreuzband sein (Liu, 1996, Liu, 1997, Samuel, 1996, Zelisko, 1982, Warren et al., 1999, Warren et al., 2001, Alentorn-Geli et al., 2009, Hewett et al., 2006b). Schließlich argumentiert Hunter, dass Frauen unter anderem auch aufgrund ihres meist im Vergleich zu Männern geringeren Gewichts anfälliger für Ausrüstungs-bedingte Verletzungen wie z.B. durch zu stark eingestellte Bindungen seien (Hunter, 1999).

Vergleicht man abschließend die aufgetretenen Knieverletzungen mit den Knieverletzungen im Ski Alpin, so kristallisiert sich eine erhöhte Verletzungsinzidenz beim Ski Alpin heraus (David, 2014, Ekeland et al., 2005, Bergstrom et al., 1999, Brucker et al., 2014, Wolfel et al., 2003, Stenroos and Handolin, 2015, Ruedl et al., 2014, Johnson et al., 2002, Schneider, 2003, Hagel,

2005, Deibert et al., 1998, Hörterer, 2005, Allegra et al., 1993, Greenwald and Toelcke, 1997, Paletta and Warren, 1994). Des Weiteren gibt es auch Abweichungen im Bereich der verletzten Strukturen. Vorrangige Verletzungsstrukturen im Alpin-Bereich sind vor allem das mediale Kollateralband und das vordere Kreuzband (Warme et al., 1995, Duncan et al., 1995, Pressman and Johnson, 2003, Rust et al., 2013, Wasden et al., 2009, Sahlin, 1989, Stevenson et al., 1998, Edlund et al., 1980, Järvinen et al., 1994, Paletta and Warren, 1994, Demirag et al., 2004). Neben den genannten Strukturen kommen beim Telemark vor allem Meniskusverletzungen hinzu (Tuggy and Ong, 2000). Die Menisken waren im Rahmen dieser Studie die am häufigsten betroffene Verletzungsstruktur am Knie mit 18,4% der retrospektiv registrierten Knieverletzungen. Verletzungen des vorderen Kreuzbandes hingegen sind mit bis zu 15% der Knieverletzungen in dieser Studie sowie in der Literatur deutlich seltener als beim Ski Alpin (ca. 45% der Knieverletzungen) (Made et al., 2001, Chissell et al., 1996, Ruedl et al., 2014, Rust et al., 2013, Warme et al., 1995, Rossi et al., 2003).

Für eine Erläuterung dieser Verteilung ist ein Vergleich der beiden Ski-Techniken nötig. Als möglicher Erklärungsansatz für die Abweichung der Verletzungsstrukturen könnte, wie von Tuggy und Ong postuliert, die freie Ferse der Telemarker dienen, durch die auftretende Drehkräfte neben dem Knie auch über weitere Gelenke abgefangen werden können (Tuggy and Ong, 2000). Daneben lässt sich bedingt durch die ein-gelenkigen Bindungssysteme beim Telemark eine geringere Hebelwirkung, mit geringerer Kraftereinwirkung auf das Kniegelenk, vermuten (Klien, 2004). Ein weiterer wichtiger Unterschied wird durch die Schrittstellung beim Telemark bedingt. Während beim Ski Alpin beide Beine parallel stehen, führt die Schrittstellung der Telemarker zu durchschnittlich höheren Knieflexionswinkeln. Hauer konnte in seiner Arbeit Werte für die Knieflexion von durchschnittlich deutlich über 80° verzeichnen (Hauer, 2003). Beim Alpin-Skifahren hingegen steigt die Knieflexion vor allem bei höheren Geschwindigkeiten, wodurch zumindest im Freizeitbereich unter Alpin-Skifahrern eine erheblich geringere Knieflexion im Vergleich zum Telemark anzunehmen ist (Braun et al., 2014). Gleichzeitig konnte in verschiedenen Studien eine Differenz

der ACL-Spannung in Abhängigkeit zur Knie-Flexion festgestellt werden (Draganich and Vahey, 1990, Li et al., 2004, Beynnon et al., 1992, Beynnon et al., 1997, Arms et al., 1984). Diese steigt vor allem im Bereich von 0-40° Flexion, mit einer maximalen ACL-Spannung bei ca. 30°-45° Knieflexion und nimmt anschließend wieder ab (Draganich and Vahey, 1990, Beynnon et al., 1992, Arms et al., 1984, Woo et al., 1998, Sakane et al., 1999, Li et al., 2004, Hewett et al., 2006b). Somit ist eine erhöhte Vulnerabilität des vorderen Kreuzbandes bei einer geringen Knieflexion von 30-40° anzunehmen. Videoanalysen von Sportverletzungen, bei denen die meisten Kreuzbandrisse zwischen einer Knieflexion von 20°-30° und voller Extension stattfanden, legen ähnliche Vermutungen nahe (McNair et al., 1990, Olsen et al., 2004, Boden et al., 2000). Bei der Untersuchung von Kreuzbandverletzungen, die bei der Ausübung diverser Ballsportarten auftraten, konnten vergleichbare Ergebnisse zusammengefasst werden (Krosshaug et al., 2007, Griffin et al., 2000, Koga et al., 2010, Cochrane et al., 2007). Somit ist anzunehmen, dass die beim Ski Alpin im Vergleich zum Telemark durchschnittlich geringere Knieflexion einen Risikofaktor für Verletzungen des vorderen Kreuzbands darstellt.

Die im retrospektiven Studienteil am häufigsten betroffene Struktur des Kniegelenks stellten jedoch die Menisken dar. Vorstellbar ist ein schädlicher Einfluss der beim Telemark in Schrittstellung starken Knieflexion auf die Menisken. Im Rahmen von dynamischen Untersuchungen während der Durchführung von Kniebeugen konnte eine mit Zunahme der Knieflexion erhöhte tibiofemorale Kompressionskraft festgestellt werden (Escamilla et al., 1998, Dahlkvist et al., 1982, Escamilla et al., 2001, Hattin et al., 1989, Wilk et al., 1996). Gleichzeitig sinkt die Kontaktfläche des Tibiofemoralgelenks bei zunehmender Flexion was somit zu einem erhöhten Druck führt (Yamazaki et al., 2005). Große Druckspannungen wiederum können über wiederholte Mikrotraumata zu einer Knorpelschädigung führen, was die Häufigkeit der Meniskusverletzungen erklären könnte (Farquhar et al., 1996).

Zu der Frage der Knie-Verletzungsmechanismen beim Telemark geben Johansen et al. an, dass diese zwar beim Ski Alpin mittels Studien beschrieben



sein, der genaue Mechanismus beim Telemark aufgrund verschiedener Ausrüstung und Technik jedoch unklar sei (Johansen et al., 2015). Zu vermuten ist jedoch ein ähnlicher Ablauf, wodurch die deutlich höhere Inzidenz an Innenbandverletzungen im Vergleich zu Außenbandverletzungen des Knies erklärbar wäre. Durch ein Verfangen der Ski-Innenkante im Schnee kommt es zu einem Weggleiten des Skis nach außen. Während des Sturzes wird so ein Valgusstress oder eine Außenrotation der Tibia herbeigeführt, oft auch eine Kombination der beiden (Johnson et al., 1979, Stewart, Natri et al., 1999, Marshall et al., 1975). Die dadurch erfahrene Kraftwirkung auf das Knieinnenband kann schließlich zur Verletzung dessen führen.

Somit könnte der Telemark neben mechanischen Gründen durch die unterschiedliche Ausrüstung auch durch seine Technik-bedingte erhöhte Knieflexion im Vergleich zum Ski Alpin einen positiven Einfluss auf die Inzidenz von Bänderverletzungen im Bereich des Kniegelenks haben. Gleichzeitig scheint jedoch das Risiko von Meniskusschäden erhöht.

#### **4.3.2 Verletzungsort**

Die Mehrzahl der Unfälle ereignete sich in beiden Studienteilen auf der Piste. Allerdings ereigneten sich jeweils etwa ein Drittel der Unfälle im Gelände. Federiuk und Mann konnten zum Zeitpunkt ihrer Datenerhebung noch ein Viertel der registrierten Verletzungen im Gelände ausmachen (Federiuk and Mann, 1999). Als mögliche Erklärung der zunehmenden Anzahl an im Gelände auftretenden Verletzungsereignissen könnte die zunehmende Popularität des Skitourengehens dienen, welche sich unter anderem auch in dem hohen Anteil an verwendeter Touren-tauglicher Ausrüstung in unserer Studie widerspiegelt (Anteil der vorwiegend im Gelände genutzten Skimodelle in dieser Studie über 50%). Bei Federiuk und Mann gaben noch 27% der Teilnehmer an primär im Gelände zu fahren (Federiuk and Mann, 1999). Somit ist zu vermuten, dass in der Studie von Federiuk und Mann der Geländefahrer-Anteil niedriger lag und daher in unserer Studie quantitativ mehr Verletzungen abseits der Piste

anzutreffen sind. Gleichzeitig ist ein erhöhtes Verletzungsrisiko beim Skitourengehen vorstellbar. Federiuk und Mann konnten jedoch ein erhöhtes Unfallrisiko in Lift-bedienten Gebieten im Gegensatz zu Skitourengeländen darstellen und vermuteten als Ursache die größere zurückgelegte vertikale Distanz in Skigebieten (Federiuk and Mann, 1999). Darüber hinaus konnten Ekeland et al. und Eriksson zeigen, dass das Verletzungsrisiko beim Skifahren auf unpräparierten Pisten reduziert ist (Ekeland et al., 1996, Eriksson, 1976). Westlin beschrieb eine geschwindigkeitsbedingte erhöhte Verletzungsinzidenz unter Downhill-Skifahrern verglichen zu Crosscountry-Fahrern (Westlin, 1976). Somit bleibt ein zunehmender Anteil an Skitourengeländen als Grund der Verteilung im prospektiven Studienteil anzunehmen.

#### **4.3.3 Verletzungsursache**

In der Literatur wurden bisher wenige Angaben zur Verletzungsursache gemacht. Vorrangig wurde zwischen den Ursachen „Sturz“ und „Kollision“ unterschieden (Made et al., 2001, Ekeland et al., 2005, Ekeland et al., 1993). Sowohl im retrospektiven als auch im prospektiven Studienteil können als häufigste Verletzungsursachen intrinsische Gründe genannt werden; extrinsische Gründe wie Materialfehler waren deutlich seltener. Vermutlich war dies die Ursache für den relativ hohen Teilnehmer-Anteil, die nach der Verletzung ihr Verhalten beim Telemarken veränderten. Jedoch weißt die Verteilung der Verletzungsursachen bei Mehrfachverletzten sehr ähnliche Gründe für den Unfall auf wie bei Telemarkern, die zum ersten Mal eine Verletzung erlitten. Gleichzeitig konnte im Rahmen der prospektiven Studie eine Tendenz zu einer erhöhten Verletzungsinzidenz bei länger dauerndem Skitag erkannt werden. Aufgrund der Überzahl an intrinsischen Verletzungsgründen ist eine Abnahme der Konzentrationsfähigkeit mit zunehmendem Verletzungsrisiko bei länger dauerndem Skitag anzunehmen. Eine entsprechende Verkürzung des Skitags bzw. Unterbrechung der Sportausübung durch angemessene Pausen ist somit anzuraten.

#### **4.4 Ärztliche Therapie der Verletzungen**

51,8% der im Rahmen der prospektiven Studie registrierten Verletzungen wurden von einem Arzt gesehen. Dieses Verhältnis ist sehr ähnlich zu den ebenfalls prospektiven Studien von Sulheim et al. und Tuggy et al. (Sulheim et al., 2011, Tuggy and Ong, 2000). In der retrospektiven Studie wurden sogar 76,1% der Verletzungen von einem Arzt diagnostiziert. Auch wenn für die Datenerhebung ein Fragebogen genutzt wurde und nicht wie in manchen vorausgehenden Studien nur Patienten einer Klinikambulanz untersucht wurden, ist dennoch der Anteil an ärztlich diagnostizierten Verletzungen sehr hoch. Dies legt eine ausreichende Kenntnis der erlittenen Verletzung bei einem Großteil der verletzten Studienteilnehmer nahe. Die Verteilung der Verletzungen auf die Körperregionen war sowohl bei ärztlich diagnostizierten Verletzungen als auch bei Verletzungen, die keiner ärztlichen Behandlung bedurften sehr ähnlich. Nicht bei den ärztlich diagnostizierten Verletzungen erfasst wurden v.a. Kontusionen, Muskelverletzungen und Schnittverletzungen. Auch Verletzungen der Finger und leichte Gehirnerschütterungen bedurften häufig keines Arztbesuches. Diese Verletzungen würden somit einer statistischen Erhebung durch Pistenpatrouillen oder durch Zählung der behandelten Verletzungen innerhalb eines Krankenhauses entgehen. Werden allein die Verletzungen betrachtet, die innerhalb einer Klinik behandelt werden, ist der Anteil der nicht registrierten Verletzungen vermutlich noch höher, da auch Verletzungen, die zum Beispiel durch einen Hausarzt oder einen niedergelassenen Orthopäden diagnostiziert werden womöglich ebenfalls der Erhebung entgehen. Um möglichst alle schweren Verletzungen aufzeichnen zu können ist somit eine Zählung der behandelten Verletzungen innerhalb einer Klinik ausreichend. Um jedoch einen Überblick über alle bei Ausübung des Telemark auftretenden Verletzungen zu erlangen scheint ein Fragebogen, ähnlich dem dieser Studie zugrunde liegendem, besser geeignet.

#### 4.5 Langfristige Telemark-bedingte Einschränkungen

Aufgrund der beim Telemark im Vergleich zum Ski Alpin abweichenden Technik, mit einer durchschnittlich größeren Knieflexion, ist eine stärkere Belastung des Kniegelenks- insbesondere des Retropatellargelenks- denkbar. In vorausgegangen Studien konnte eine Zunahme der Kompressionskraft im Femoropatellargelenk bei zunehmender Knieflexion gezeigt werden (Matthews et al., 1977, Mesfar and Shirazi-Adl, 2005, Perry et al., 1975). Bei gezielten Messungen während der Durchführung von Kniebeugen konnte diese Aussage bestätigt werden (Wretenberg et al., 1996, Escamilla et al., 1998, Escamilla et al., 2001, Nisell, 1986). Huberti und Hayes schätzten schließlich, durch Extrapolation ihrer Messergebnisse, die femoropatellare Kraftwirkung bei 90° Knieflexion auf das 6,5-fache des Körpergewichts (Huberti and Hayes, 1984). Somit ist eine hohe femoropatellare Kraftbelastung, vor allem während der Phase des Innenskis, anzunehmen. Gleichzeitig nimmt die Kontaktfläche im Femoropatellargelenk bei steigender Knieflexion zu, sodass sich die wirkenden Kräfte auf eine zunehmende Fläche verteilen (Bachmann and Pagenstert, 2010, Minkowitz et al., 2007, Hungerford and Barry, 1979, Besier et al., 2005, Csintalan et al., 2002, D'Agata et al., 1993, Hsieh et al., 2002, Huberti and Hayes, 1984, Marder et al., 1993, Powers et al., 1998). Dennoch ist die Zunahme der Kraftaufnehmenden Fläche nicht ausreichend, sodass es zu einer Steigerung des Verhältnisses von Kraft zu Fläche kommt (Hungerford and Barry, 1979). Laut Escamilla et al. sowie Huberti und Hayes ist ein Maximum des dadurch entstehenden Drucks bei ca. 80-90° Knieflexion zu erwarten (Escamilla, 2001, Huberti and Hayes, 1984).

Steinhauser berechnete im Rahmen von Bewegungsstudien eine mittlere Belastung im Femoropatellargelenk bei Telemark-Kurzschwüngen von 18,5 N/mm<sup>2</sup>, mit einer maximalen Belastung von bis zu 34,1 N/mm<sup>2</sup> (Steinhauser, 2009). Des Weiteren konnte eine zunehmende femoropatellare Belastung bei steigendem Sohlenwinkel, durch Abheben der Ferse, gezeigt werden (Steinhauser, 2009). Da hohe Kraft- und Druckwirkungen auf das

Femoropatellargelenk degenerative Veränderungen begünstigen können, sind Langzeitschäden durch Ausüben des Telemarks vorstellbar (Escamilla, 2001).

Die Frage nach möglichen (Langzeit-)Folgen des Telemarks ergab, dass vorrangig muskuläre Beschwerden sowie Beschwerden im Kniegelenk und retropatellare Schmerzen nach Ausübung des Telemarks auftreten. Auch wenn diese meist nur als „selten auftretend“ angegeben wurden, gaben dennoch 14,3% der Studienteilnehmer Knieschmerzen als regelmäßige Beschwerden an. In Hinblick auf o.g. Überlegungen ist somit eine regelmäßige Kontrolle und ggf. Korrektur der Telemark-Technik essenziell, um mögliche Langzeitschäden durch Ausübung des Telemarks zu vermeiden.

## 5 Zusammenfassung

Der Telemark, geprägt durch Sondre Ouversen Norheim (1825-97), gilt als eine der ältesten Skifahr-Techniken. Dennoch bedient sich dieser Fahrstil in der heutigen Zeit einer zunehmenden Beliebtheit. Ziel dieser Arbeit war es häufig auftretende Verletzungen sowie dazu führende Risiken zu identifizieren. Die erfassten Verletzungen sollten in Abhängigkeit von technischen Unterschieden mit Verletzungen im Bereich des Ski Alpin verglichen werden. Ebenfalls sollte eine potentiell schädliche Langzeit-Auswirkung des Telemarkens auf das Kniegelenk untersucht werden.

Mittels eines Online-Fragebogens wurden Telemarker verschiedener Skigebiete und Nationalitäten retrospektiv über ihre Sportausübung und bisherige Verletzungen befragt. In einer prospektiven Studie wurden schließlich, über zwei Skisaisons hinweg, monatlich auftretende Verletzungen aufgezeichnet. Insgesamt konnten Teilnehmer aus 23 unterschiedlichen Nationen befragt werden.

Junge Männer waren signifikant häufiger von Verletzungen betroffen. Vorrangige Verletzungslokalisationen waren das Knie-, Schulter- und Sprunggelenk sowie der Daumen. In Hinblick auf den steten Ausrüstungswechsel konnte hier der bereits zuvor in Studien vermutete protektive Effekt von hohen Plastikschuhen auf das Sprunggelenk bestätigt werden. Inwiefern sich die neuen Bindungsmodelle auf das Verletzungsmuster auswirken gilt es in Studien weiter zu untersuchen. Verletzungen der unteren Extremität, insbesondere des Kniegelenks gelten sowohl beim Telemark als auch beim Ski Alpin als vorrangige Verletzungslokalisation. Bedingt durch die unterschiedliche Technik rücken beim Telemark jedoch andere Verletzungsstrukturen ins Visier. Verletzungen des vorderen Kreuzbandes sind als deutlich seltener als beim Alpin-Ski anzusehen. Gleichzeitig sind die Menisken häufiger von Verletzungen betroffen. In Hinblick auf mögliche langfristige Sportschäden gilt es ein besonderes Augenmerk auf das Retropatellargelenk zu legen. In Bezug auf eine mögliche protektive Trainingsgestaltung kann anhand der vorgelegten Studie keine Empfehlung gegeben werden. Unter Berücksichtigung der möglichen Langzeitschäden ist

jedoch sicherlich eine genaue Kontrolle der Technik empfehlenswert. Gerade auch Frauen, bei denen Knieverletzungen signifikant häufiger auftraten als bei Männern, könnten von einem gezielten Training profitieren. Wie ein spezielles Training aussehen sollte muss in weiteren Studien noch genauer beleuchtet werden.

## 6 Literaturverzeichnis

- ALENTORN-GELI, E., MYER, G. D., SILVERS, H. J., SAMITIER, G., ROMERO, D., LÁZARO-HARO, C. & CUGAT, R. 2009. Prevention of non-contact anterior cruciate ligament injuries in soccer players. Part 1: Mechanisms of injury and underlying risk factors. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 17, 705-729.
- ALLEGRA, F., FAVA, P. & PRIANO, F. 1993. Knee sprains in alpine skiing: A ten-year statistical study. In *Skiing Trauma and Safety: Ninth International Symposium*, ASTM International.
- ARCH, E. C. 1993. Risk-taking: A motivational basis for sex differences. *Psychological Reports*, 73, 3-11.
- ARENDT, E. & DICK, R. 1995. Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer NCAA data and review of literature. *The American journal of sports medicine*, 23, 694-701.
- ARMS, S. W., POPE, M. H., JOHNSON, R. J., FISCHER, R. A., ARVIDSSON, I. & ERIKSSON, E. 1984. The biomechanics of anterior cruciate ligament rehabilitation and reconstruction. *The American journal of sports medicine*, 12, 8-18.
- BACHMANN, M. & PAGENSTERT, G. 2010. Arthroskopische Biomechanik bei patellofemorale Beschwerden. *Arthroskopie*, 23, 170-175.
- BERCOVY, M. 1991. Biomechanics of the normal and prosthetic knee. *La Revue du praticien*, 41, 1436-1441.
- BERE, T., FLORENES, T. W., NORDSLETTEN, L. & BAHR, R. 2014. Sex differences in the risk of injury in World Cup alpine skiers: a 6-year cohort study. *Br J Sports Med*, 48, 36-40.
- BERGSTROM, K. A., ASKILD, O., JORGENSEN, N. A. & EKELAND, A. 1999. Evaluation of skiing injuries by Injury Severity Score. *Scand J Med Sci Sports*, 9, 110-3.
- BESIER, T. F., DRAPER, C. E., GOLD, G. E., BEAUPRÉ, G. S. & DELP, S. L. 2005. Patellofemoral joint contact area increases with knee flexion and weight-bearing. *Journal of Orthopaedic Research*, 23, 345-350.



- BEYNNON, B., HOWE, J., POPE, M. H., JOHNSON, R. J. & FLEMING, B. 1992. The measurement of anterior cruciate ligament strain in vivo. *International orthopaedics*, 16, 1-12.
- BEYNNON, B. D., JOHNSON, R. J., FLEMING, B. C., STANKEWICH, C. J., RENSTRÖM, P. A. & NICHOLS, C. E. 1997. The strain behavior of the anterior cruciate ligament during squatting and active flexion-extension a comparison of an open and a closed kinetic chain exercise. *The American Journal of Sports Medicine*, 25, 823-829.
- BJORDAL, J. M., ARNØY, F., HANNESTAD, B. & STRAND, T. 1997. Epidemiology of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *The American Journal of Sports Medicine*, 25, 341-345.
- BODEN, B. P., DEAN, G. S., FEAGIN, J. A. & GARRETT, W. E. 2000. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury. *Orthopedics*, 23, 573-578.
- BOUTER, L. M. & KNIPSCHILD, P. G. 1989. Causes and prevention of injury in downhill skiing. *The Physician and sportsmedicine*, 17(11), 80-94.
- BRAUN, T., KATHAN, N., KNOBLOCH, P., LEINS, F., MAIERO, M., OBERMEIER, F., SCHOLZ, C., WEINITSCHKE, M., DSV-Bundeslehrteam Alpin. 2014. *Offizieller DSV-Lehrplan Ski Alpin*, Planegg, Deutschland, Deutscher Skiverband e.V., 37.
- BRUCKER, P. U., KATZMAIER, P., OLVERMANN, M., HUBER, A., WAIBEL, K., IMHOFF, A. B. & SPITZENPFEIL, P. 2014. [Recreational and competitive alpine skiing. Typical injury patterns and possibilities for prevention]. *Unfallchirurg*, 117, 24-32.
- BURKNER, A., EICHBICHLER, A. & SIMMEN, H. P. 2009. [Safety requirements and risk factors of skiers and snowboarders]. *Sportverletz Sportschaden*, 23, 41-6.
- BURTSCHER, M., GATTERER, H., FLATZ, M., SOMMERSACHER, R., WOLDRICH, T., RUEDL, G., HOTTER, B., LEE, A. & NACHBAUER, W. 2008. Effects of modern ski equipment on the overall injury rate and the pattern of injury location in Alpine skiing. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 18, 355-357.

- BURTSCHER, M. & RUEDL, G. 2015. Favourable changes of the risk-benefit ratio in alpine skiing. *Int J Environ Res Public Health*, 12, 6092-7.
- CARAFFA, A., CERULLI, G., PROJETTI, M., AISA, G. & RIZZO, A. 1996. Prevention of anterior cruciate ligament injuries in soccer. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 4, 19-21.
- CHISSELL, H. R., FEAGIN JR, J. A., WARME, W. J., LAMBERT, K. L., KING, P. & JOHNSON, L. 1996. Trends in ski and snowboard injuries. *Sports medicine*, 22, 141-145.
- CLANCY, W. & MCCONCEY, J. 1985. Nordic and alpine skiing. *Sports injuries: mechanisms, prevention and treatment*. Baltimore: Williams & Wilkins, 247-70.
- COCHRANE, J. L., LLOYD, D. G., BUTTFIELD, A., SEWARD, H. & MCGIVERN, J. 2007. Characteristics of anterior cruciate ligament injuries in Australian football. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 10, 96-104.
- COURY, T., NAPOLI, A. M., WILSON, M., DANIELS, J., MURRAY, R. & MILZMAN, D. 2013. Injury patterns in recreational alpine skiing and snowboarding at a mountainside clinic. *Wilderness Environ Med*, 24, 417-21.
- CSINTALAN, R. P., SCHULZ, M. M., WOO, J., MCMAHON, P. J. & LEE, T. Q. 2002. Gender differences in patellofemoral joint biomechanics. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 402, 260-269.
- D'AGATA, S. D., PEARSALL, A. W., REIDER, B. & DRAGANICH, L. F. 1993. An in vitro analysis of patellofemoral contact areas and pressures following procurement of the central one-third patellar tendon. *The American journal of sports medicine*, 21, 212-219.
- DAHLKVIST, N., MAYO, P. & SEEDHOM, B. 1982. Forces during squatting and rising from a deep squat. *Engineering in Medicine*, 11, 69-76.
- DAVID, S. 2014. *ASU-Unfallanalyse. Unfälle und Verletzungen im alpinen Skisport- Zahlen und Trends der Saison 2013/2014*. Düsseldorf: ARAG Allgemeine Versicherungs-AG-Sportversicherung, Düsseldorf.
- DAVIDSON, T. M. & LALIOTIS, A. T. 1996. Alpine skiing injuries. A nine-year study. *West J Med*, 164, 310-4.

- DEIBERT, M., ARONSSON, D., JOHNSON, R., ETTLINGER, C. & SHEALY, J. 1998. Skiing Injuries in Children, Adolescents, and Adults\*. *J Bone Joint Surg Am*, 80, 25-32.
- DEMIRAG, B., ONCAN, T. & DURAK, K. 2004. [An evaluation of knee ligament injuries encountered in skiers at the Uludag Ski Center]. *Acta Orthop Traumatol Turc*, 38, 313-6.
- DRAGANICH, L. & VAHEY, J. 1990. An in vitro study of anterior cruciate ligament strain induced by quadriceps and hamstrings forces. *Journal of Orthopaedic Research*, 8, 57-63.
- DRENCKHAHN, D. & WASCHKE, J. 2008. *Taschenbuch Anatomie*, München, Elsevier GmbH, 81ff.
- DROSTE, P. 2007. *Telemark- Der Kick mit der freien Ferse*, Stuttgart, Pietsch Verlag, 46ff.
- DROSTE, P. & STROTMANN, R. 2002. *Telemark Skifahren*, Aachen, Meyer & Meyer Verlag, 11-76.
- DSV, DSV Team Telemark. Zugriff am 23.04.2017. Verfügbar unter: [http://www.deutscherskiverband.de/breitensport\\_telemark\\_team\\_de,13468.html](http://www.deutscherskiverband.de/breitensport_telemark_team_de,13468.html).
- DUNCAN, J. B., HUNTER, R., PURNELL, M. & FREEMAN, J. 1995. Meniscal injuries associated with acute anterior cruciate ligament tears in alpine skiers. *The American journal of sports medicine*, 23, 170-172.
- EDLUND, G., GEDDA, S. & HEMBORG, A. 1980. Knee injuries in skiing A prospective study from northern Sweden. *The American journal of sports medicine*, 8, 411-414.
- EKELAND, A., HOLTMOEN, A. & LYSTAD, H. 1993. Lower extremity equipment-related injuries in alpine recreational skiers. *Am J Sports Med*, March 1993 vol. 21 no. 2, 201-205.
- EKELAND, A., LYSTAD, H., HOLTMOEN, A. & NORDSLETTEN, L. 1996. Injuries in powder skiing. *Scand J Med Sci Sports*, 6, 337-40.
- EKELAND, A., SULHEIM, S. & RODVEN, A. 2005. Injury Rates and Injury Types in Alpine Skiing, Telemarking and Snowboarding. *Journal of ASTM International*, 2(5), 1-9.

- EMERSON, R. 1993. Basketball knee injuries and the anterior cruciate ligament. *Clinics in sports medicine*, 12, 317-328.
- ERIKSSON, E. 1976. Ski injuries in Sweden: a one year survey. *Orthop Clin North Am*, 7, 3-9.
- ESCAMILLA, R. F. 2001. Knee biomechanics of the dynamic squat exercise. *Medicine and science in sports and exercise*, 33, 127-141.
- ESCAMILLA, R. F., FLEISIG, G. S., ZHENG, N., BARRENTINE, S. W., WILK, K. E. & ANDREWS, J. R. 1998. Biomechanics of the knee during closed kinetic chain and open kinetic chain exercises. *Medicine and science in sports and exercise*, 30, 556-569.
- ESCAMILLA, R. F., FLEISIG, G. S., ZHENG, N., LANDER, J. E., BARRENTINE, S. W., ANDREWS, J. R., BERGEMANN, B. W. & MOORMAN, C. T. 2001. Effects of technique variations on knee biomechanics during the squat and leg press. *Medicine and science in sports and exercise*, 33, 1552-1566.
- FARQUHAR, T., XIA, Y., MANN, K., BERTRAM, J., BURTON-WURSTER, N., JELINSKI, L., & LUST, G. 1996. Swelling and fibronectin accumulation in articular cartilage explants after cyclical impact. *Journal of orthopaedic research*, 14(3), 417-423.
- FEDERIUK, C. S. & MANN, N. C. 1999. Telemark skiing injuries: characteristics and risk factors. *Wilderness Environ Med*, 10, 233-41.
- FEDERIUK, C. S., SCHLUETER, J. L. & ADAMS, A. L. 2002. Skiing, snowboarding, and sledding injuries in a northwestern state. *Wilderness Environ Med*, 13, 245-9.
- FEDERIUK, C. S., ZECHNICH, A. D. & VARGYAS, G. A. 1997. Telemark skiing injuries: a three-year study. *Wilderness Environ Med*, 8, 204-10.
- FEHSKE, K., FELDER, J. H. & MEFFERT, R. M. 2010. Verletzungen im Windsurfen—eine aktuelle deutschlandweite Erhebung. *Sport-Orthopädie-Sport-Traumatologie-Sports Orthopaedics and Traumatology*, 26, 14-19.
- GHESQUIERE, B., WONG, B. W., KUCHNIO, A. & CARMELIET, P. 2014. Metabolism of stromal and immune cells in health and disease. *Nature*, 511, 167-76.

- GRAY, J., TAUNTON, J., MCKENZIE, D., CLEMENT, D., MCCONKEY, J. & DAVIDSON, R. 1985. A survey of injuries to the anterior cruciate ligament of the knee in female basketball players. *International journal of sports medicine*, 6, 314-316.
- GREENWALD, R. M. & TOELCKE, T. 1997. Gender differences in alpine skiing injuries: a profile of the knee-injured skier. *Skiing Trauma and Safety: Eleventh Volume*. ASTM International.
- GRIFFIN, L. Y., AGEL, J., ALBOHM, M. J., ARENDT, E. A., DICK, R. W., GARRETT, W. E., GARRICK, J. G., HEWETT, T. E., HUSTON, L. & IRELAND, M. L. 2000. Noncontact anterior cruciate ligament injuries: risk factors and prevention strategies. *Journal of the American Academy of Orthopaedic Surgeons*, 8, 141-150.
- HAGEL, B. 2005. Skiing and snowboarding injuries. *Med Sport Sci*, 48, 74-119.
- HAGEL, B. E., GOULET, C., PLATT, R. W. & PLESS, I. B. 2004. Injuries among skiers and snowboarders in Quebec. *Epidemiology*, 15, 279-86.
- HÄGGLUND, M., ATROSHI, I., WAGNER, P. & WALDÉN, M. 2013. Superior compliance with a neuromuscular training programme is associated with fewer ACL injuries and fewer acute knee injuries in female adolescent football players: secondary analysis of an RCT. *British journal of sports medicine*, bjsports-2013-092644.
- HATTIN, H. C., PIERRYNOWSKI, M. R. & BALL, K. A. 1989. Effect of load, cadence, and fatigue on tibio-femoral joint force during a half squat. *Medicine and science in sports and exercise*, 21, 613-618.
- HAUER, O. 2003. *Technikanalyse von Telemark-Schwüngen anhand von dynamischen und kinematischen Merkmalen*, Unveröffentlichte Diplomarbeit, Institut für Sportwissenschaften der Universität Innsbruck, 37-55.
- HAUSER W, ASANG E & JOHNSON, M. B. I. Injury risk in alpine skiing. *RJ, Mote CD Jr, eds. Skiing Trauma and Skiing Safety, Fifth International Symposium, ASTM STP 860. Philadelphia: American Society for Testing and Materials; 1985:338–348.*

- HEWETT, T. E., FORD, K. R. & MYER, G. D. 2006a. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes Part 2, a meta-analysis of neuromuscular interventions aimed at injury prevention. *The American journal of sports medicine*, 34, 490-498.
- HEWETT, T. E., LINDENFELD, T. N., RICCOBENE, J. V. & NOYES, F. R. 1999. The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes a prospective study. *The American journal of sports medicine*, 27, 699-706.
- HEWETT, T. E., MYER, G. D. & FORD, K. R. 2006b. Anterior cruciate ligament injuries in female athletes part 1, mechanisms and risk factors. *The American journal of sports medicine*, 34, 299-311.
- HEWETT, T. E., STROUPE, A. L., NANCE, T. A. & NOYES, F. R. 1996. Plyometric training in female athletes decreased impact forces and increased hamstring torques. *The American Journal of Sports Medicine*, 24, 765-773.
- HÖRTERER, H. 2005. CarvingSkifahren. *Der Orthopäde*, 34(5), 426-32.
- HSIEH, Y.-F., DRAGANICH, L. F., HO, S. H. & REIDER, B. 2002. The effects of removal and reconstruction of the anterior cruciate ligament on the contact characteristics of the patellofemoral joint. *The American journal of sports medicine*, 30, 121-127.
- HUBERTI, H. & HAYES, W. 1984. Patellofemoral contact pressures. The influence of q-angle and tendofemoral contact. *J Bone Joint Surg Am*, 66, 715-724.
- HUNGERFORD, D. S. & BARRY, M. 1979. Biomechanics of the patellofemoral joint. *Clinical Orthopaedics and Related Research*, 144, 9-15.
- HUNTER, R. E. 1999. Skiing injuries. *Am J Sports Med*, 27, 381-9.
- HUSTON, L. J. & WOJTYS, E. M. 1996. Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes. *The American journal of sports medicine*, 24, 427-436.
- JÄRVINEN, M., NATRI, A., LAURILA, S. & KANNUS, P. 1994. Mechanisms of anterior cruciate ligament ruptures in skiing. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 2, 224-228.

- JOHANSEN, M. W., STEENSTRUP, S. E., BERE, T., BAHR, R. & NORDSLETTEN, L. 2015. Injuries in World Cup telemark skiing: a 5-year cohort study. *British Journal of Sports Medicine*, 49, 453-457.
- JOHNSON, R. J., ETTLINGER, C. F., CAMPBELL, R. J. & POPE, M. H. 1980. Trends in skiing injuries. Analysis of a 6-year study (1972 to 1978). *Am J Sports Med*, 8, 106-13.
- JOHNSON, R. J., ETTLINGER, C. F. & SHEALY, J. E. 2002. on Ski Trauma and Skiing Safety, 5–10 August 2001. *Knee Surg, Sports Traumatol, Arthrosc*, 10, 383-389.
- JOHNSON, R. J., POPE, M. H., WEISMAN, G., WHITE, B. F. & ETTLINGER, C. 1979. Knee injury in skiing A multifaceted approach. *The American journal of sports medicine*, 7, 321-327.
- JONES, B. H., COWAN, D. N. & KNAPIK, J. J. 1994. Exercise, training and injuries. *Sports Med*, 18, 202-14.
- KHALILIFAR, A. H., KAZEMI, M. H., HAMEDANCHI, A. & HOSSEINI, M. J. 2012. Skiing injuries at the dizin ski resort. *Trauma Mon*, 17, 259-61.
- KLIEN, A. 2004. Schneesport mit freier und fixer Ferse - Er-Fahrungen und Trends. *Skilauf und Snowboard in Lehre und Forschung*. Hamburg, Czwalina-Verlag, 23-42.
- KOEHLE, M. S., LLOYD-SMITH, R. & TAUNTON, J. E. 2002. Alpine ski injuries and their prevention. *Sports Med*, 32, 785-93.
- KOGA, H., NAKAMAE, A., SHIMA, Y., IWASA, J., MYKLEBUST, G., ENGBRETSSEN, L., BAHR, R. & KROSSHAUG, T. 2010. Mechanisms for noncontact anterior cruciate ligament injuries knee joint kinematics in 10 injury situations from female team handball and basketball. *The American journal of sports medicine*, 38, 2218-2225.
- KROSSHAUG, T., NAKAMAE, A., BODEN, B. P., ENGBRETSSEN, L., SMITH, G., SLAUTERBECK, J. R., HEWETT, T. E. & BAHR, R. 2007. Mechanisms of anterior cruciate ligament injury in basketball video analysis of 39 cases. *The American journal of sports medicine*, 35, 359-367.

- KRUG, S., JORDAN, S., MENSINK, G. B., MUTERS, S., FINGER, J. & LAMPERT, T. 2013. [Physical activity: results of the German Health Interview and Examination Survey for Adults (DEGS1)]. *Bundesgesundheitsblatt Gesundheitsforschung Gesundheitsschutz*, 56, 765-71.
- LANGRAN, M. & SELVARAJ, S. 2002. Snow sports injuries in Scotland: a case-control study. *British Journal of Sports Medicine*, 36, 135-140.
- LI, G., ZAYONTZ, S., MOST, E., DEFRATE, L. E., SUGGS, J. F. & RUBASH, H. E. 2004. In situ forces of the anterior and posterior cruciate ligaments in high knee flexion: an in vitro investigation. *Journal of Orthopaedic Research*, 22, 293-297.
- LINDENFELD, T. N., SCHMITT, D. J., HENDY, M. P., MANGINE, R. E. & NOYES, F. R. 1994. Incidence of injury in indoor soccer. *The American journal of sports medicine*, 22, 364-371.
- LIU, S. H., AL-SHAIKH, R. A., PANOSSIAN, V., YANG, R. S., NELSON, S. D., SOLEIMAN, N., ... & LANE, J. M. 1996. Primary immunolocalization of estrogen and progesterone target cells in the human anterior cruciate ligament. *Journal of orthopaedic research*. 14(4), 526-533.
- LIU, S. H., AL-SHAIKH, R. A., PANOSSIAN, V., FINERMAN, G. A. & LANE J. M. 1997. Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament A potential explanation for female athletic injury. *The American journal of sports medicine*. 25(5), 704-709.
- MADE, C., BORG, H., THELANDER, D. & ELMQVIST, L. G. 2001. Telemark skiing injuries: an 11-year study. *Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc*, 9, 386-91.
- MANDELBAUM, B. R., SILVERS, H. J., WATANABE, D. S., KNARR, J. F., THOMAS, S. D., GRIFFIN, L. Y., KIRKENDALL, D. T. & GARRETT, W. 2005. Effectiveness of a neuromuscular and proprioceptive training program in preventing anterior cruciate ligament injuries in female athletes 2-year follow-up. *The American Journal of Sports Medicine*, 33, 1003-1010.



- MARDER, R., SWANSON, T., SHARKEY, N. & DUWELIUS, P. 1993. Effects of partial patellectomy and reattachment of the patellar tendon on patellofemoral contact areas and pressures. *J Bone Joint Surg Am*, 75, 35-45.
- MARSHALL, J. R., WARREN, R. & FLEISS, D. J. 1975. Ligamentous injuries of the knee in skiing. *Clinical orthopaedics and related research*, 108, 196-199.
- MATTHEWS, L. S., SONSTEGARD, D. A. & HENKE, J. A. 1977. Load bearing characteristics of the patello-femoral joint. *Acta Orthopaedica*, 48, 511-516.
- MCBETH, P. B., BALL, C. G., MULLOY, R. H. & KIRKPATRICK, A. W. 2009. Alpine ski and snowboarding traumatic injuries: incidence, injury patterns, and risk factors for 10 years. *Am J Surg*, 197, 560-3; discussion 563-4.
- MCNAIR, P., MARSHALL, R. & MATHESON, J. 1990. Important features associated with acute anterior cruciate ligament injury. *The New Zealand medical journal*, 103, 537-539.
- MESFAR, W. & SHIRAZI-ADL, A. 2005. Biomechanics of the knee joint in flexion under various quadriceps forces. *The knee*, 12, 424-434.
- MILDNER, E., LEMBERT, S. & RASCHNER, C. 2010. [Influence of ski boots on balance performance]. *Sportverletz Sportschaden*, 24, 31-5.
- MINKOWITZ, R., INZERILLO, C. & SHERMAN, O. H. 2007. Patella instability. *BULLETIN-HOSPITAL FOR JOINT DISEASES NEW YORK*, 65, 280.
- MYER, G. D., CHU, D. A., BRENT, J. L. & HEWETT, T. E. 2008. Trunk and hip control neuromuscular training for the prevention of knee joint injury. *Clinics in sports medicine*, 27, 425-448.
- MYER, G. D., FORD, K. R. & HEWETT, T. E. 2005. The effects of gender on quadriceps muscle activation strategies during a maneuver that mimics a high ACL injury risk position. *Journal of Electromyography and Kinesiology*, 15, 181-189.
- MYKLEBUST, G., ENGBRETSSEN, L., BRÆKKEN, I. H., SKJØLBERG, A., OLSEN, O.-E. & BAHR, R. 2003. Prevention of anterior cruciate ligament

- injuries in female team handball players: a prospective intervention study over three seasons. *Clinical Journal of Sport Medicine*, 13, 71-78.
- MYKLEBUST, G., MAEHLUM, S., HOLM, I. & BAHR, R. 1998. A prospective cohort study of anterior cruciate ligament injuries in elite Norwegian team handball. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 8, 149-153.
- NATRI, A., BEYNNON, B. D., ETTLINGER, C. F., JOHNSON, R. J. & SHEALY, J. E. 1999. Alpine ski bindings and injuries. Current findings. *Sports Med*, 28, 35-48.
- NILSSON, J. & HAUGEN, P. 2004. Knee angular displacement and extensor muscle activity in telemark skiing and in ski-specific strength exercises. *J Sports Sci*, 22, 357-64.
- NISELL, R. 1986. Joint load during the parallel squat in powerlifting and force analysis of in vivo bilateral quadriceps tendon rupture. *Scand. J. Sports Sci*.
- OLSEN, O.-E., MYKLEBUST, G., ENGBRETSSEN, L. & BAHR, R. 2004. Injury mechanisms for anterior cruciate ligament injuries in team handball a systematic video analysis. *The American journal of sports medicine*, 32, 1002-1012.
- PALETTA, G. A. & WARREN, R. F. 1994. Knee injuries and alpine skiing. *Sports Medicine*, 17, 411-423.
- PARKER, P. 2001. Free-Heel-Skiing: Telemark and Parallel Techniques for all conditions, Seattle, The Mountaineers Books, 18.
- PASANEN, K., PARKKARI, J., PASANEN, M., HIILLOSKORPI, H., MÄKINEN, T., JÄRVINEN, M. & KANNUS, P. 2008. Neuromuscular training and the risk of leg injuries in female floorball players: cluster randomised controlled study. *BMJ*, 337, a295.
- PERRY, J., ANTONELLI, D. & FORD, W. 1975. Analysis of knee-joint forces during flexed-knee stance. *The Journal of Bone & Joint Surgery*, 57, 961-967.
- PICHON, H., HUBOUD-PERON, A., DIEMER, C., CHAUSSARD, C., TOURNE, Y. & SARAGAGLIA, D. 2004. Étude épidémiologique rétrospective de 367

- traumatismes de la cheville et du pied dans les sports de glisse sur neige. *Médecine et Chirurgie du Pied*, 20, 56-61.
- POWERS, C. M., LILLEY, J. C. & LEE, T. Q. 1998. The effects of axial and multi-plane loading of the extensor mechanism on the patellofemoral joint. *Clinical Biomechanics*, 13, 616-624.
- PRESSMAN, A. & JOHNSON, D. H. 2003. A review of ski injuries resulting in combined injury to the anterior cruciate ligament and medial collateral ligaments. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 19, 194-202.
- PRODROMOS, C. C., HAN, Y., ROGOWSKI, J., JOYCE, B. & SHI, K. 2007. A meta-analysis of the incidence of anterior cruciate ligament tears as a function of gender, sport, and a knee injury–reduction regimen. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 23, 1320-1325. e6.
- RØNNING, R., GERNER, T. & ENGEBRETSEN, L. 2000. Risk of Injury During Alpine and Telemark Skiing and Snowboarding: The Equipment-Specific Distance-Related Injury Index. *The American Journal of Sports Medicine*, 28, 506-508.
- ROSSI, M. J., LUBOWITZ, J. H. & GUTTMANN, D. 2003. The skier's knee. *Arthroscopy: The Journal of Arthroscopic & Related Surgery*, 19, 75-84.
- RUEDL, G., PHILIPPE, M., SOMMERSACHER, R., DUNNWALD, T., KOPP, M. & BURTSCHER, M. 2014. [Current incidence of accidents on Austrian ski slopes]. *Sportverletz Sportschaden*, 28, 183-7.
- RUEDL, G., POCECCO, E., SOMMERSACHER, R., GATTERER, H., KOPP, M., NACHBAUER, W. & BURTSCHER, M. 2010. Factors associated with self-reported risk-taking behaviour on ski slopes. *Br J Sports Med*, 44, 204-6.
- RUST, D. A., GILMORE, C. J. & TREME, G. 2013. Injury patterns at a large Western United States ski resort with and without snowboarders: the Taos experience. *Am J Sports Med*, 41, 652-6.
- RUZIC, L. & TUDOR, A. 2011. Risk-taking behavior in skiing among helmet wearers and nonwearers. *Wilderness Environ Med*, 22, 291-6.

- SAHLIN, Y. 1989. Alpine skiing injuries. *British Journal of Sports Medicine*, 23, 241-244.
- SAKANE, M., LIVESAY, G. A., FOX, R. J., RUDY, T. W., RUNCO, T. J. & WOO, S.-Y. 1999. Relative contribution of the ACL, MCL, and bony contact to the anterior stability of the knee. *Knee Surgery, Sports Traumatology, Arthroscopy*, 7, 93-97.
- SAMUEL, C. S., BUTKUS, A., COGHLAN, J. P. & BATEMAN, J. F. 1996. The effect of relaxin on collagen metabolism in the nonpregnant rat pubic symphysis: the influence of estrogen and progesterone in regulating relaxin activity. *Endocrinology*, 137(9), 3884-3890.
- SCHNEIDER, S. & BECKER, S. 2005. Prevalence of physical activity among the working population and correlation with work-related factors: results from the first German National Health Survey. *J Occup Health*, 47, 414-23.
- SCHNEIDER, S., SEITHER, B., TÖNGES, S. & SCHMITT, H. 2006. Sports injuries: population based representative data on incidence, diagnosis, sequelae, and high risk groups. *British Journal of Sports Medicine*, 40, 334-339.
- SCHNEIDER, S., WEIDMANN, C. & SEITHER, B. 2007. Epidemiology and Risk Factors of Sports Injuries - Multivariate Analyses Using German National Data. *Int J Sports Med*, 28, 247-252.
- SCHNEIDER, T. 2003. Snow skiing injuries. *Australian family Physician*, 32(7), 499-502.
- SELL, T. C., FERRIS, C. M., ABT, J. P., TSAI, Y. S., MYERS, J. B., FU, F. H. & LEPHART, S. M. 2007. Predictors of proximal tibia anterior shear force during a vertical stop-jump. *Journal of Orthopaedic Research*, 25, 1589-1597.
- SHELBOURNE, K. D., DAVIS, T. J. & KLOOTWYK, T. E. 1998. The relationship between intercondylar notch width of the femur and the incidence of anterior cruciate ligament tears A prospective study. *The American Journal of Sports Medicine*, 26, 402-408.

- SIGURDSSON, U. & ADOLPHSON, P. 2003. Few injuries among Swedish telemark skiers, but equipment requires careful consideration. *Lakartidningen*, 100, 1440-3.
- SILVERS, H. J. & MANDELBAUM, B. R. 2007. Prevention of anterior cruciate ligament injury in the female athlete. *British journal of sports medicine*, 41, i52-i59.
- SIMON, W. H., FRIEDENBERG, S. & RICHARDSON, S. 1973. Joint congruence. *J Bone Joint Surg Am*, 55, 1614-1620.
- SOLOMONOW, M. & KROGSGAARD, M. 2001. Sensorimotor control of knee stability. A review. *Scandinavian journal of medicine & science in sports*, 11, 64-80.
- STEINHAUSER, L. 2009. *TELEMARK-Bringt der Kniefall das Knie zu Fall?* , Unveröffentlichte Diplomarbeit, medizinisch-technische Akademie für den physiotherapeutischen Dienst am Ausbildungszentrum West für Gesundheitsberufe TILAK Ges.m.b.H, S. 36-39.
- STENROOS, A. & HANDOLIN, L. 2015. Incidence of Recreational Alpine Skiing and Snowboarding Injuries: Six Years Experience in the Largest Ski Resort in Finland. *Scand J Surg*, 104, 127-31.
- STENROOS, A. J. & HANDOLIN, L. E. 2014. Alpine skiing injuries in Finland - a two-year retrospective study based on a questionnaire among Ski racers. *BMC Sports Sci Med Rehabil*, 6, 9.
- STEVENSON, H., WEBSTER, J., JOHNSON, R. & BEYNNON, B. 1998. Gender differences in knee injury epidemiology among competitive alpine ski racers. *The Iowa Orthopaedic Journal*, 18, 64-66.
- STEWART, C. Winter Sports-Related Injuries: Current Standards for Diagnosis and Treatment.
- SULHEIM, S., HOLME, I., RODVEN, A., EKELAND, A. & BAHR, R. 2011. Risk factors for injuries in alpine skiing, telemark skiing and snowboarding-- case-control study. *Br J Sports Med*, 45, 1303-9.
- SWISSSKI, Athleten & Betreuer. Zugriff am 23.04.2017. Verfügbar unter: <http://www.swiss-ski.ch/leistungssport/telemark/athleten-betreuer.html>

- TAIMELA, S., KUJALA, U. M. & OSTERMAN, K. 1990. Intrinsic risk factors and athletic injuries. *Sports Med*, 9, 205-15.
- TELEMARK AUSTRIA, Über uns. Zugriff am 23.04.2017. Verfügbar unter: <http://www.telemark-austria.at/ueber-uns/>.
- THAMBYAH, A., GOH, J. C. & DE, S. D. 2005. Contact stresses in the knee joint in deep flexion. *Medical engineering & physics*, 27, 329-335.
- TRAINA, S. M. & BROMBERG, D. F. 1997. ACL injury patterns in women. *Orthopedics*, 20, 545-549.
- TUGGY, M. L. 1996. Telemark skiing injuries. *J Sports Med Phys Fitness*, 36, 217-22.
- TUGGY, M. L. & ONG, R. 2000. Injury risk factors among telemark skiers. *Am J Sports Med*, 28, 83-9.
- UELAND, O. & KOPJAR, B. 1998. Occurrence and trends in ski injuries in Norway. *Br J Sports Med*, 32, 299-303.
- UHORCHAK, J. M., SCOVILLE, C. R., WILLIAMS, G. N., ARCIERO, R. A., PIERRE, P. S. & TAYLOR, D. C. 2003. Risk factors associated with noncontact injury of the anterior cruciate ligament a prospective four-year evaluation of 859 west point cadets. *The American journal of sports medicine*, 31, 831-842.
- URABE, Y., OCHI, M., ONARI, K. & IKUTA, Y. 2002. Anterior cruciate ligament injury in recreational alpine skiers: analysis of mechanisms and strategy for prevention. *J Orthop Sci*, 7, 1-5.
- WARME, W. J., FEAGIN, J. A., JR., KING, P., LAMBERT, K. L. & CUNNINGHAM, R. R. 1995. Ski injury statistics, 1982 to 1993, Jackson Hole Ski Resort. *Am J Sports Med*, 23, 597-600.
- WARREN, D. Y., LIU, S. H., HATCH, J. D., PANOSSIAN, V. & FINERMAN, G. A. 1999. Effect of estrogen on cellular metabolism of the human anterior cruciate ligament. *Clinical orthopaedics and related research*, 366, 229-238.
- WARREN, D. Y., PANOSSIAN, V., HATCH, J. D., LIU, S. H. & FINERMAN, G. A. 2001. Combined effects of estrogen and progesterone on the anterior

- cruciate ligament. *Clinical orthopaedics and related research*, 383, 268-281.
- WASDEN, C. C., MCINTOSH, S. E., KEITH, D. S. & MCCOWAN, C. 2009. An analysis of skiing and snowboarding injuries on Utah slopes. *J Trauma*, 67, 1022-6.
- WENCKE HÖLIG, B. K., ANDREAS KÖNIG, CHRISTIAN LEICHT, STEFAN LEICHT, & GEORG MELTL, R. S., TIMM STADE 2013. *DSV-Theorielehrbuch. Grundlagen für die Ausbildung zum Schneesportlehrer und Trainer- Kapitel Material*. Planegg: Deutscher Skiverband e.V., 27-36.
- WESTLIN, N. E. 1976. Injuries in long distance, cross country, and downhill skiing. *Orthop Clin North Am*, 7, 55-8.
- WHITE, K. K., LEE, S. S., CUTUK, A., HARGENS, A. R. & PEDOWITZ, R. A. 2003. EMG power spectra of intercollegiate athletes and anterior cruciate ligament injury risk in females. *Medicine and science in sports and exercise*, 35, 371-376.
- WHO, Body mass index - BMI. Zugriff am 23.04.2017. Verfügbar unter: <http://www.euro.who.int/en/health-topics/disease-prevention/nutrition/a-healthy-lifestyle/body-mass-index-bmi>.
- WILK, K. E., ESCAMILLA, R. F., FLEISIG, G. S., BARRENTINE, S. W., ANDREWS, J. R. & BOYD, M. L. 1996. A Comparison of Tibiofemoral Joint Forces and Electromyographic Activity During Open and Closed Kinetic Chain Exercises. *The American journal of sports medicine*, 24, 518-527.
- WOJTYS, E. M., HUSTON, L. J., SCHOCK, H. J., BOYLAN, J. P. & ASHTON-MILLER, J. A. 2003. Gender differences in muscular protection of the knee in torsion in size-matched athletes. *Journal of Bone and Joint Surgery*, 85, 782.
- WOLFEL, R., KOHNE, G., SCHALLER, C., GERLAND, S. & WALTER, M. 2003. [Dangers in skiing]. *Sportverletz Sportschaden*, 17, 132-6.
- WOO, S. L., FOX, R. J., SAKANE, M., LIVESAY, G. A., RUDY, T. W. & FU, F. H. 1998. Biomechanics of the ACL: Measurements of in situ force in the ACL and knee kinematics. *The Knee*, 5, 267-288.

- WRETENBERG, P., FENG, Y. & ARBORELIUS, U. 1996. High-and low-bar squatting techniques during weight-training. *Medicine and science in sports and exercise*, 28, 218-224.
- YAMAZAKI, T., WATANABE, T., NAKAJIMA, Y., SUGAMOTO, K., TOMITA, T., MAEDA, D., SAHARA, W., YOSHIKAWA, H. & TAMURA, S. 2005. Visualization of femorotibial contact in total knee arthroplasty using X-ray fluoroscopy. *European journal of radiology*, 53, 84-89.
- YOO, J. H., LIM, B. O., HA, M., LEE, S. W., OH, S. J., LEE, Y. S. & KIM, J. G. 2010. A meta-analysis of the effect of neuromuscular training on the prevention of the anterior cruciate ligament injury in female athletes. *Knee surgery, sports traumatology, arthroscopy*, 18, 824-830.
- ZELISKO, J. A., NOBLE, H. B. & PORTER, M. 1982. A comparison of men's and women's professional basketball injuries. *The American Journal of Sports Medicine*, 10, 297-299.
- ZUCCO, P. 1994. [Effect of equipment on current ski injuries, their development in the last 20 years and their prevention]. *Schweiz Z Med Traumatol*, 8-12.
- ZUCKERMAN, M. & KUHLMAN, D. M. 2000. Personality and risk-taking: Common biosocial factors. *Journal of personality*, 68, 999-1029.



## 7 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: 3-Pin Bindung, Foto: Voilé Manufacturing, mit freundlicher Genehmigung von Voilé Manufacturing. ....	4
Abbildung 2: Kabelzugbindung, Foto: Voilé Manufacturing, mit freundlicher Genehmigung von Voilé Manufacturing. ....	4
Abbildung 3: NTN-Bindungssystem, Foto: Rotefella AS, mit freundlicher Genehmigung von Rotefella AS. ....	5
Abbildung 4: Telemark-Skischuh nach NTN-Norm, Foto: Scarpa Schuhe AG, mit freundlicher Genehmigung von Scarpa Schuhe AG. ....	6
Abbildung 5: Skifahrer in Telemarkposition, Foto: Happy-marmotte, Lizenz: CC BY-SA 3.0. ....	7
Abbildung 6: Vorderansicht des rechten Kniegelenks. Grafik: Gray, Henry. <i>Anatomy of the Human Body</i> . Philadelphia: Lea & Febiger, 1918; Bartleby.com, 2000. <a href="http://www.bartleby.com/107/93.html">www.bartleby.com/107/93.html</a> . [23.04.2017]. ....	8
Abbildung 7: Rückansicht des linken Kniegelenks. Darstellung der inneren Ligamente. Grafik: Gray, Henry. <i>Anatomy of the Human Body</i> . Philadelphia: Lea & Febiger, 1918; Bartleby.com, 2000. <a href="http://www.bartleby.com/107/93.html">www.bartleby.com/107/93.html</a> . [23.04.2017]. ....	9
Abbildung 8: Verteilung des BMI. ....	19
Abbildung 9: Anzahl der Skitage pro Jahr. ....	22
Abbildung 10: Anzahl der durchschnittlich gefahrenen Skistunden pro Skitag. ....	22
Abbildung 11: Selbsteinschätzung des persönlichen Leistungsniveaus. ....	23
Abbildung 12: Angegebene Unfallursachen der verletzten Teilnehmer. Unterscheidung in alle registrierten Unfallursachen und Unfallursachen von Mehrfachverletzten. ....	25
Abbildung 13: Anzahl der Verletzungen pro Körperregion. ....	26
Abbildung 14: Verletzungsbedingte Pausierungsdauer der sportlichen Aktivität. ....	31
Abbildung 15: In Zusammenhang mit der Ausübung des Telemarks auftretende Beschwerden. ....	32
Abbildung 16: Altersspezifische Darstellung der Verletzungshäufigkeit. ....	34
Abbildung 17: Geschlechtsspezifische Verteilung des BMI. ....	35

Abbildung 18: Geschlechtsspezifische Verteilung der Leistungsniveaus. ....	38
Abbildung 19: Angegebene Unfallursachen. ....	40
Abbildung 20: Anzahl der Verletzungen pro Körperregion. ....	41
Abbildung 21: Art der erfolgten ärztlichen Behandlung. ....	44
Abbildung 22: Notwendige Pausierungsdauer nach Unfallereignis. ....	44

## 8 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anthropometrische Daten der Studienteilnehmer. ....	19
Tabelle 2: Verwendete Skimodelle. ....	20
Tabelle 3: Verwendete Bindungsmodelle. ....	21
Tabelle 4: Auflistung der weiteren Sport-Ausrüstung. ....	21
Tabelle 5: Im Rahmen der retrospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich des Kopfes. ....	26
Tabelle 6: Im Rahmen der retrospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich des Rumpfes. ....	27
Tabelle 7: Im Rahmen der retrospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich der Oberen Extremität. ....	28
Tabelle 8: Im Rahmen der retrospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich der unteren Extremität. ....	30
Tabelle 9: Anthropometrische Daten der Studienteilnehmer. ....	34
Tabelle 10: Auflistung der verwendeten Skimodelle. ....	35
Tabelle 11: Auflistung der verwendeten Bindungsmodelle. ....	36
Tabelle 12: Auflistung der weiteren Sport-Ausrüstung. ....	37
Tabelle 13: Im Rahmen der prospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich des Kopfes. ....	42
Tabelle 14: Im Rahmen der prospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich des Rumpfes. ....	42
Tabelle 15: Im Rahmen der prospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich der oberen Extremität. ....	43
Tabelle 16: Im Rahmen der prospektiven Studie registrierte Verletzungen im Bereich der unteren Extremität. ....	43

## **9 Abkürzungsverzeichnis**

Abb.: Abbildung

ACL: Ligamentum cruciatum anterius

ca.: circa

NTN: New Telemark Norm

OE: Obere Extremität

OSG: Oberes Sprunggelenk

s.: siehe

sog.: sogenannt

u.a.: unter anderem

UE: Untere Extremität

vgl.: vergleiche

z.T.: zum Teil

## 10 Anhang

### In dieser Arbeit aufgeführte Skimodelle:

Da es eine Vielzahl an verwendeten Skitypen für die verschiedensten Einsatzgebiete gibt, erscheint eine Kategorisierung sinnvoll. In dieser Arbeit wurden die verschiedenen Modelle wie folgt eingeteilt:

- **Pistenmodell**  
Skimodell, das hauptsächlich zum Fahren auf präparierten Skipisten verwendet wird.
- **Offpistenmodelle:**  
Offpistenski sind durch ihre breite Bauweise und dem dadurch bedingten verstärkten Auftrieb besonders fürs Fahren „Freies Gelände“ geeignet.
- **Rocker- und Hybrid-Modelle:**  
Rocker Ski sind Alpin-Ski, die eine negative Vorspannung aufweisen. Unter Vorspannung wird die Form eines Skis in der Seitenansicht bezeichnet. Das vordere Ende, die sog. Skischaufel und z.T. auch das Ski-Ende sind bei diesem Modell nach oben aufgebogen. Dadurch berührt er im Gegensatz zum Ski mit positiver Vorspannung den flachen Untergrund nur in der Ski-Mitte, unterhalb der Skibindung. Durch die Bauweise vergrößert sich die Kontaktlänge der Ski-Kante mit der aufliegenden Fläche bei zunehmendem Aufkantwinkel und der Rocker-Ski erreicht so seine Kurvendynamik erst bei größerem Aufkantwinkel als beispielsweise der Carving-Ski. Technische Fehler fallen dadurch weniger ins Gewicht und der Ski lässt mehr Bewegungsspielräume zu. Er erlaubt schnelle Reaktionen in Gefahrensituationen und erfordert gleichzeitig weniger Kraftaufwand als der Carving-Ski.
- **Tourenski:**  
Dieser Ski-Typ ist durch seine robuste und gleichzeitig leichte Bauweise besonders für das Skitouren geeignet. Er zeichnet sich durch eine besonders breite Schaufel aus, durch die der Ski im Tiefschnee mehr Auftrieb erfährt. Am Ski-Ende befindet sich eine Einkerbung, die das für das Bergaufsteigen benötigte Einspannen eines Steigfells ermöglicht.

- Allroundski  
Allroundski können, wie dem Namen zu entnehmen ist, für sehr unterschiedliche Zwecke eingesetzt werden und eignen sich so zum Beispiel nicht nur für das Fahren auf präparierten Pisten, sondern auch zum Skitouren-Gehen.
- Twintipski:  
Diese Ski zeichnen sich durch ihre beidseitig aufgebogenen Skienden aus. Somit ist nicht nur das Vorder- sondern auch das Hinterende nach oben aufgebogen, wodurch sich das Ski-Hinterende beim Rückwärtsfahren nicht so leicht in den Schnee eingraben kann. TwintipSki kommen somit vorrangig beim Freestyle-Skiing und Freeriden zum Einsatz.
- Alpin-Ski:  
Sehr weit verbreiteter Ski-Typ, der bei der Alpin-Ski-Technik verwendet wird.

#### Weitere Ausrüstung:

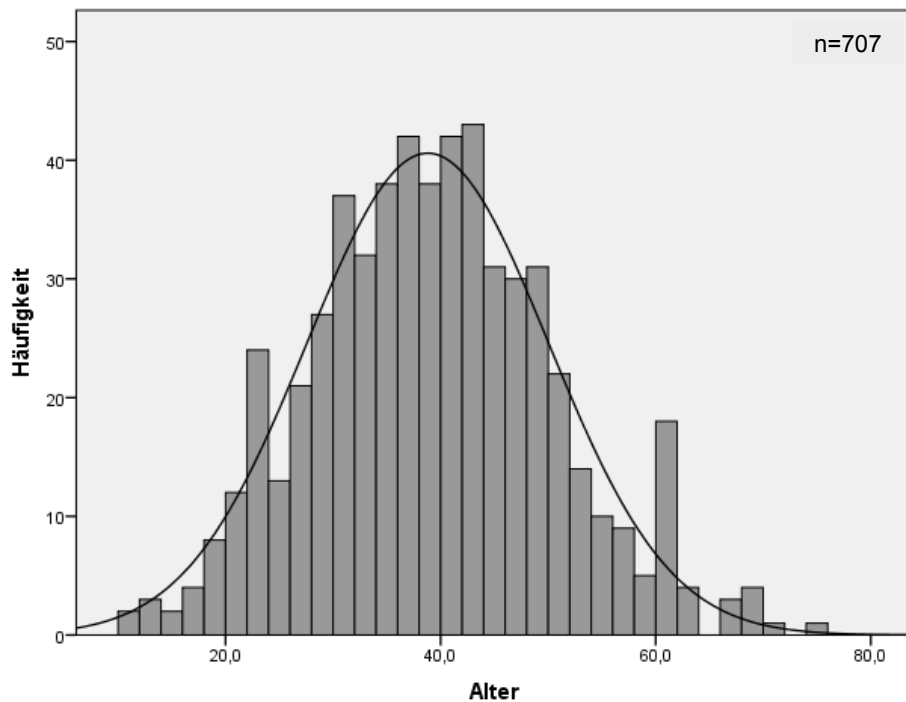
Knieschoner verhindern, dass das Knie des zurückgeschobenen hinteren Beins auf den Ski aufschlägt.

Die Verwendung von Fangriemen dient dem Zurückhalten des Skis, besonders wenn die Bindung nicht über ein Bremssystem, wie bei den Alpin-Bindungssystemen üblich, verfügt. In diesem Fall ist er unverzichtbar, um Schäden durch ein „herrenloses“ Bergabrutschen des Skis zu vermeiden. Des Weiteren erleichtert er dem Fahrer nach einem Sturz das Auffinden seines Skis und verhindert, dass dieser erst viele Meter weiter bergab gefunden werden kann. Allerdings können gleichzeitig Verletzungen durch zurückschnellende Ski entstehen.

Da beim Telemark häufig abseits der Pisten im Tiefschnee gefahren wird, empfiehlt es sich auch über eine entsprechende Lawinenschutz-ausrüstung zu verfügen, um im Fall einer Verschüttung rechtzeitig gerettet werden zu können.

Es gibt keine Skistöcke, die speziell fürs Telemark-Skifahren angepasst sind. Somit werden gewöhnliche Alpin-Skistöcke, meist in etwas kürzerer Länge als für das Alpin-Skifahren üblich verwendet. Tiefen-verstellbare Teleskopstöcke sind besonders zum Tourengehen geeignet.

### Tabellen und Abbildungen zur retrospektiven Studie



Altersverteilung der erfassten Teilnehmer und Normalverteilungskurve.

Herkunftsland	n	% der Gesamtteilnehmer
Deutschland	294	41,6%
Schweiz	92	13,0%
USA	64	9,1%
Österreich	60	8,5%
Kanada	46	6,5%
Polen	21	3,0%
Italien	18	2,5%
England	13	1,8%

Frankreich	9	1,3%
Australien	5	0,7%
Niederlande	4	0,6%
Schweden	3	0,4%
Dänemark	2	0,3%
Norwegen	2	0,3%
Ungarn	2	0,3%
Belgien	1	0,1%
Finnland	1	0,1%
Lettland	1	0,1%
Russland	1	0,1%
Singapur	1	0,1%
Slowenien	1	0,1%
Spanien	1	0,1%
Tschechien	1	0,1%

Herkunftsländer der Teilnehmer.

<b>Leistungsfähigkeit</b>	<b>n</b>	<b>% der Gesamtteilnehmer</b>
eher schlechter	6	0,8
eher durchschnittlich	179	25,3
eher besser	516	73,0

Selbsteinschätzung der persönlichen Leistungsfähigkeit.

<b>Aktivität</b>	<b>n</b>	<b>% der Gesamtteilnehmer</b>
viel weniger aktiv	1	0,1
weniger aktiv	22	3,1
gleich aktiv	101	14,3
aktiver	387	54,7
viel aktiver	193	27,3

Selbsteinschätzung der persönlichen Aktivität.



	Insgesamt registrierte Verletzungen	Ärztlich diagnostizierte Verletzungen
<b>Kopf</b>		
Commotio cerebri	18	11
Platzwunde	10	8
HWS-Distorsion	7	2
Kontusion Hals-/Kopfregion	7	3
Schnittwunde	5	1
Sonstige Fraktur	4	4
<b>Rumpf</b>		
Rippenfraktur	19	16
Rippenkontusion	18	12
Schnittwunde	8	5
Sonstige Verletzungen Rumpf	6	4
Kompression (HWS)	4	2
Kompression (LWS)	3	3
Sternumfraktur	1	1
Kompression (BWS)	1	1
Wirbelfraktur (HWS)	1	1
Wirbelfraktur(BWS)	1	1
Pneumothorax	1	1
<b>Obere Extremität</b>		
Sonstige Verletzungen OE	31	26
Schulterluxation	15	12
Schulterkontusion	15	11
Akromioklavikulargelenk-Sprengung	10	6
Fingerfraktur	10	7
Daumenluxation	10	7
Luxation anderer Finger	6	6
Klavikulafraktur	5	5
Humeruskopf-Fraktur	5	5
Schnittverletzung	4	3
Humerusschaft-Fraktur	2	2
Handgelenkluxation	2	2
Mittelhandknochen-Fraktur	2	2
Ellenbogenfraktur	1	1
Unterarmfraktur Ulna/Radius	1	1
Handgelenkfraktur	1	1

<b>Untere Extremität</b>		
Sonstige Verletzungen UE	45	35
Meniskusschaden	18	18
Innenbandriss, Knie	16	16
Kreuzbandruptur, vorderes	14	14
Kontusion des Knies	14	7
Muskelfaserriss/zerrung	10	5
Außenbandriss, Sprunggelenk	8	4
Innenbandriss, Sprunggelenk	7	4
Schnittverletzung	7	5
Patellafraktur	5	4
Patellaluxation	4	2
Außenbandriss, Knie	4	3
Tibiaschaftfraktur	4	4
Fibulaschaftfraktur	4	4
Außenknöchelfraktur	4	4
Fußbruch	3	3
Zehenbruch	3	2

Vergleich der insgesamt registrierten und der ärztlich diagnostizierten Verletzungen.

### **Tabellen zur prospektiven Studie**

<b>Leistungsfähigkeit</b>	<b>n</b>	<b>% der Gesamtteilnehmer</b>
eher schlechter	0	0,0
eher durchschnittlich	30	23,8
eher besser	96	76,2

Selbsteinschätzung der persönlichen Leistungsfähigkeit.

<b>Aktivität</b>	<b>n</b>	<b>% der Gesamtteilnehmer</b>
viel weniger aktiv	0	0,0
weniger aktiv	5	4,0
gleich aktiv	16	12,7
aktiver	67	53,2
viel aktiver	37	29,4

Selbsteinschätzung der persönlichen Aktivität.

<b>Nebensportarten</b>	<b>n</b>	<b>% der Gesamtteilnehmer</b>	<b>p-Wert</b>
Mountainbiking	81	64,3	n.s.
Ski alpin	72	57,1	n.s.
Fahrradfahren	64	50,8	n.s.
Jogging	63	50	n.s.
Wandern	61	48,4	n.s.
Ski- Langlauf	45	35,7	
Klettern	44	34,9	
Schwimmen	28	22,2	
Snowboard	23	18,3	
Fitnessstudio (Kurse)	21	11,2	
Inlineskaten	20	15,9	
Andere, nicht aufgezählte Sportarten	14	11,1	
Andere Individualsportarten	13	10,3	
(Beach-) Volleyball	13	10,3	
Gymnastik	12	9,5	
Fitnessstudio (Geräte, Hanteln)	11	8,7	
Fußball	11	8,7	
Andere Fun-Sportarten	10	7,9	
Yoga	10	7,9	
Nordic Walking	10	7,9	
Kampfsportarten	8	6,3	
Tennis	7	5,6	
Badminton	6	4,8	
Skigymnastik	6	4,8	
Skateboarden	5	4	
Andere Ball- und Rückschlagspiele	4	3,2	
Basketball	3	2,4	
Handball	2	1,6	
Pilates etc.	1	0,8	

Auflistung der Sportarten, die von den Teilnehmern regelmäßig neben dem Telemark ausgeübt werden. Die fünf häufigsten Nennungen wurden in Hinblick auf das Auftreten von Verletzungen verglichen.

# Fragebogen

## Retrospektive Studie

### Persönliche Daten:

1. Alter: \_\_\_\_\_ Jahre
2. Geschlecht:       Weiblich                       Männlich
3. Größe:            \_\_\_\_\_ m
4. Gewicht:          \_\_\_\_\_ kg
5. Land (freiwillige Angabe): \_\_\_\_\_

### Sportspezifische Daten

6. Wie schätzt Du dein Können ein?

<input type="checkbox"/> Könnensstufe 1: Ich komme die Pisten hinunter
<input type="checkbox"/> Könnensstufe 2: Ich fühle mich auf allen Pisten wohl
<input type="checkbox"/> Könnensstufe 3: Ich kann auch hohe Geschwindigkeiten gut kontrollieren und meistere auch lange Abfahrten ohne große Anstrengung
<input type="checkbox"/> Könnensstufe 4: Ich fühle mich auch abseits der Piste wohl
<input type="checkbox"/> Könnensstufe 5: Profi, professionelle Wettbewerbsbeteiligung

7. An wieviel Tagen des letzten Jahres warst Du Telemarken?

<input type="checkbox"/> 1-7 Tage
<input type="checkbox"/> 7-14 Tage
<input type="checkbox"/> 14-30 Tage
<input type="checkbox"/> 30-60 Tage
<input type="checkbox"/> 60-120 Tage
<input type="checkbox"/> mehr Tage

8. Wie lange dauert ein Skitag im Durchschnitt?

<input type="checkbox"/> 2 Stunden
<input type="checkbox"/> 4 Stunden
<input type="checkbox"/> 6 Stunden
<input type="checkbox"/> 8 Stunden
<input type="checkbox"/> mehr

9. Welches Material und welche Schutzausrüstung benutzt Du

(Mehrfachauswahl möglich)

<input type="checkbox"/> Skibrille
<input type="checkbox"/> Skihelm
<input type="checkbox"/> Rückenprotektor
<input type="checkbox"/> Handschuhe mit Handgelenksschutz
<input type="checkbox"/> Steißbeinprotektor
<input type="checkbox"/> Knieschoner
<input type="checkbox"/> Bandagen
<input type="checkbox"/> Lawinenschutz-ausrüstung

10. Skilänge : \_\_\_\_ cm

11. Welche(s) Skimodell(e) fährst Du?

(Mehrfachauswahl möglich)

<input type="checkbox"/> Pistenmodell
<input type="checkbox"/> Offpistenmodell
<input type="checkbox"/> Rocker und Hybrid Modelle
<input type="checkbox"/> Tourenski
<input type="checkbox"/> Allroundski
<input type="checkbox"/> Twintipski
<input type="checkbox"/> Alpin-Ski
<input type="checkbox"/> Andere

12. Welche(s) Bindungsmodell(e) benutzt Du?

<input type="checkbox"/> Telemark-Variante
<input type="checkbox"/> Telemark-Touren-Variante
<input type="checkbox"/> NTN Bindungssystem
<input type="checkbox"/> Kabelzugsystem
<input type="checkbox"/> Drei-Pin-Bindungen
<input type="checkbox"/> Andere

13. Bist Du Mitglied in einem Skiverein oder -verband?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

### **Gesundheitszustand**

19. Wie schätzt Du deine körperliche Leistungsfähigkeit ein?

Im Vergleich zu gleichaltrigen Personen halte ich meine körperliche Leistungsfähigkeit...

<input type="checkbox"/> eher für besser
<input type="checkbox"/> eher für durchschnittlich
<input type="checkbox"/> eher für schlechter

20. Wie sportlich aktiv fühlst Du dich?

Im Vergleich zu Gleichaltrigen fühle ich mich...

<input type="checkbox"/> viel weniger aktiv
<input type="checkbox"/> weniger aktiv
<input type="checkbox"/> gleich aktiv
<input type="checkbox"/> aktiver
<input type="checkbox"/> viel aktiver

### **Verletzungen**

21. Hast Du dich schon einmal beim Telemarken verletzt?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

#### Anmerkung:

Wurde die Frage mit „Ja“ beantwortet, wurde anschließend der Fragebogenteil „Verletzung 1“ angezeigt. Insgesamt konnten bis zu 5 Verletzungsereignisse angegeben werden. Wurde diese Frage mit „Nein“ beantwortet wurde der Fragebogenteil „Verletzungen“ ab „Verletzung 1“ übersprungen und die Kategorie „zusätzliche Fragen“ angezeigt. Somit konnten in diesem Fall keine weiteren Angaben zu Verletzungen gemacht werden.

## Verletzung 1

Bitte gib hier deine schwerste(n) Verletzung(en) an. Es können bis zu 5 Verletzungsereignisse beschrieben werden.

Bitte beschreibe hier dein erstes Verletzungsereignis (mit allen Verletzungen die du dir durch den Unfall zugezogen hast). Auf der nächsten Seite kannst du (falls du dich danach nochmal verletzt hast) das zweite Unfallereignis beschreiben.

Was hast du dir verletzt?

### 22. Kopf

(Mehrfachauswahl möglich)

<input type="checkbox"/> Zahn ausgeschlagen	<input type="checkbox"/> Gehirnerschütterung
<input type="checkbox"/> Oberkieferbruch	<input type="checkbox"/> Platzwunde
<input type="checkbox"/> Unterkieferbruch	<input type="checkbox"/> Schnittverletzung
<input type="checkbox"/> Nasenbruch	<input type="checkbox"/> Sonstiges: _____
<input type="checkbox"/> sonstiger Bruch	

### 23. Rumpf

(Mehrfachauswahl möglich)

<input type="checkbox"/> Rippenbruch	<input type="checkbox"/> Wirbelsäulenbruch (Lenden-wirbelsäule)
<input type="checkbox"/> Rippenprellung	<input type="checkbox"/> Beckenbruch
<input type="checkbox"/> Brustbeinbruch	<input type="checkbox"/> Schambeinastbruch
<input type="checkbox"/> Wirbelsäulenstauchung (Halswirbel-säule)	<input type="checkbox"/> Sitzbeinbruch
<input type="checkbox"/> Wirbelsäulenstauchung (Brustwirbel-säule)	<input type="checkbox"/> Pneumothorax (Luft im Brustkorb)
<input type="checkbox"/> Wirbelsäulenstauchung (Lenden-wirbelsäule)	<input type="checkbox"/> Schnittverletzung
<input type="checkbox"/> Wirbelsäulenbruch (Halswirbelsäule)	<input type="checkbox"/> Innere Blutungen
<input type="checkbox"/> Wirbelsäulenbruch (Brustwirbelsäule)	<input type="checkbox"/> Sonstiges: _____

#### 24. Obere Extremität

(Mehrfachauswahl möglich)

<input type="checkbox"/> Schulterluxation (Auskugelung)	<input type="checkbox"/> Handgelenksbruch
<input type="checkbox"/> Schulterreckgelenkssprengung (Acromioclavikulargelenk)	<input type="checkbox"/> Hangelenkluxation (Auskugelung)
<input type="checkbox"/> Schlüsselbeinbruch	<input type="checkbox"/> Mittelhandknochenbruch
<input type="checkbox"/> Oberarmkopfbrech (Humeruskopf)	<input type="checkbox"/> Fingerbruch
<input type="checkbox"/> Oberarmschaftbruch (Humerusschaft)	<input type="checkbox"/> Daumenluxation (Auskugelung)
<input type="checkbox"/> Ellbogenluxation (Auskugelung)	<input type="checkbox"/> Luxation anderer Finger (Auskugelung)
<input type="checkbox"/> Ellbogenbruch	<input type="checkbox"/> Schnittverletzung
<input type="checkbox"/> Unterarmbruch Elle/Speiche	<input type="checkbox"/> Sonstiges: _____

#### 25. Untere Extremität

(Mehrfachauswahl möglich)

<input type="checkbox"/> Oberschenkelhalsbruch	<input type="checkbox"/> Unterschenkelbruch Schienbein
<input type="checkbox"/> Oberschenkelbruch	<input type="checkbox"/> Unterschenkelbruch Wadenbein
<input type="checkbox"/> Kniescheibenbruch	<input type="checkbox"/> Außenknöchelbruch
<input type="checkbox"/> Kniescheibenluxation (Auskugelung)	<input type="checkbox"/> Innenknöchelbruch
<input type="checkbox"/> Kreuzbandriss vorderes	<input type="checkbox"/> Außenbandriss Sprunggelenk
<input type="checkbox"/> Kreuzbandriss hinteres	<input type="checkbox"/> Innenbandriss Sprunggelenk
<input type="checkbox"/> Außenbandriss Knie	<input type="checkbox"/> Fußbruch
<input type="checkbox"/> Innenbandriss Knie	<input type="checkbox"/> Zehenbruch
<input type="checkbox"/> Meniskusschaden	<input type="checkbox"/> Schnittverletzung
<input type="checkbox"/> Schienbeinkopfbrech	<input type="checkbox"/> Sonstiges: _____

#### 26. Was war deiner Meinung nach der Grund für die Verletzung?

<input type="checkbox"/> Eigenes Unvermögen/Leichtsinn
<input type="checkbox"/> „Überpowert“, Müdigkeit
<input type="checkbox"/> Materialfehler
<input type="checkbox"/> Wetterverhältnisse
<input type="checkbox"/> Unverschuldet/Fremdeinwirkung
<input type="checkbox"/> Kollision mit Umgebung (z.B. Felskante, Baum)
<input type="checkbox"/> Hängengeblieben an Umgebung (z.B. Schneeverwehung, Fels)
<input type="checkbox"/> Kollision mit anderen Fahrern



27. Wo hast Du dir die Verletzung zugezogen?

<input type="checkbox"/> Auf der Piste
<input type="checkbox"/> Im Gelände
<input type="checkbox"/> Beim Anstehen in der Liftschlange
<input type="checkbox"/> Anderer Ort: _____

28. Wann hast Du dir diese Verletzung zugezogen?

<input type="checkbox"/> Diese Saison
<input type="checkbox"/> Letzte Saison
<input type="checkbox"/> Skifahrkarriere

30. Hast Du wegen dieser Verletzung einen Arzt konsultiert?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

31. Wenn ja, wie wurde diese Verletzung behandelt?

<input type="checkbox"/> Konservativ (ohne Physiotherapie)
<input type="checkbox"/> Konservativ (mit Physiotherapie)
<input type="checkbox"/> Operation

32. Wie lange musstest Du wegen der oben genannten Verletzung aufs Skifahren verzichten?

<input type="checkbox"/> Gar nicht
<input type="checkbox"/> 1-7 Tage
<input type="checkbox"/> 1-2 Wochen
<input type="checkbox"/> 2-4 Wochen
<input type="checkbox"/> 1-3 Monate
<input type="checkbox"/> 3-6 Monate
<input type="checkbox"/> länger als 6 Monate

33. Hast Du danach dein Verhalten geändert?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

34. Trägst Du seitdem andere oder zusätzliche Schutzausrüstung?

<input type="checkbox"/> Ja, welche? _____
<input type="checkbox"/> Nein

35. Hattest Du weitere Verletzungen?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

Anmerkung:

Falls mit „Ja“ beantwortet:

Erneut Fragen des Fragebogenabschnittes „Verletzung 1“ (Fragen 22-35), nun bezeichnet als „Verletzung 2“ (insgesamt konnten so bis zu 5 Verletzungsereignissen eingetragen werden).

Falls mit „Nein“ beantwortet: Weiter mit Fragebogenabschnitt „zusätzliche Fragen“ (ab Frage 36). Somit konnten in diesem Fall nur Angaben zu einem Verletzungsereignis gemacht werden.

**Zusätzliche Fragen**

36. Leidest Du Beschwerden die du auf das Skifahren zurück führst bzw. die nach dem Skifahren vermehrt auftreten?

Welche Beschwerden treten auf und wie oft?

	Nie	Selten	Regelmäßig	Immer
Krämpfe	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschwerden im Sprunggelenk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschwerden im Kniegelenk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschwerden im Hüftgelenk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschwerden im Schultergelenk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Beschwerden im Ellbogengelenk	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Nackenbeschwerden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Rückenbeschwerden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Muskuläre Beschwerden	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Entzündliche Reaktionen	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Andere	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

37. Leidest Du unter Schmerzen hinter der Kniescheibe (Retropatellares-Schmerz-Syndrom)?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

38. Leidest Du unter Schmerzen in der Oberschenkelregion?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

39. Leidest Du unter Schmerzen in der Unterschenkelregion?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

40. Leidest Du unter Schmerzen in der Hüftregion?

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

**Danke für deine Teilnahme!**

**Wir möchten uns ganz herzlich für deine Mithilfe bedanken.**

## Prospektive Studie

### Trainingsfragen zu Beginn der Studie

1. Betreibst du auch andere Sportarten? Wenn ja, welche?

(Mehrfachauswahl möglich)

<input type="checkbox"/> Ski alpin	<input type="checkbox"/> Jogging
<input type="checkbox"/> Langlauf	<input type="checkbox"/> Nordic Walking
<input type="checkbox"/> Snowboard	<input type="checkbox"/> Fahrradfahren
<input type="checkbox"/> Mountainbiking	<input type="checkbox"/> Wandern
<input type="checkbox"/> Skateboarden	<input type="checkbox"/> Schwimmen
<input type="checkbox"/> Inlineskaten	<input type="checkbox"/> Andere Individualsportarten
<input type="checkbox"/> Klettern	<input type="checkbox"/> Fitnessstudio (Geräte/Hanteln)
<input type="checkbox"/> Andere Funsportarten	<input type="checkbox"/> Fitnessstudio (Kurse)
<input type="checkbox"/> Fußball	<input type="checkbox"/> Skigymnastik
<input type="checkbox"/> (Beach-)Volleyball	<input type="checkbox"/> Gymnastik
<input type="checkbox"/> Tennis	<input type="checkbox"/> Yoga
<input type="checkbox"/> Basketball	<input type="checkbox"/> Pilates etc.
<input type="checkbox"/> Handball	<input type="checkbox"/> Kampfsportarten
<input type="checkbox"/> Badminton	<input type="checkbox"/> andere
<input type="checkbox"/> Andere Ball- und Rückschlagspiele	

2. Trainierst Du auch außerhalb der Piste fürs Telemarken? (z.B. Krafttraining, Gleichgewichtstraining)

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

Wenn ja, wie trainierst du?

_____
-------

3. Zu welcher Jahreszeit trainierst du?

<input type="checkbox"/> Während der Skisaison
<input type="checkbox"/> Vorbereitung auf Skisaison
<input type="checkbox"/> Außerhalb (völlig unabhängig) von der Skisaison

## Monatlicher Fragebogen

*Exemplarisch dargestellt anhand des Monats März 2013.*

1. Bitte gib zunächst deine (im Standardfragebogen angegebene) Emailadresse oder dein ausgesuchtes Pseudonym ein, um die Fragebögen später einander zuordnen zu können.

_____ Emailadresse
_____ Pseudonym

2. An wie vielen Tagen warst du im März Telemarken?

<input type="checkbox"/> gar nicht
<input type="checkbox"/> ca. ____ Tage

3. Wie viele Stunden warst du im März Telemarken?

<input type="checkbox"/> gar nicht
<input type="checkbox"/> ca. ____ Stunden

4. Hast du im Monat März deine Skiausrüstung im Vergleich zum Februar verändert (andere Ski, Schuhe,.....)?

Falls du bis einschließlich März in dieser Saison noch nicht Telemarken warst: Hast du im Monat März deine Skiausrüstung Vergleich zu der im Standardbogen angegebenen Ausrüstung verändert?

<input type="checkbox"/> Nein
<input type="checkbox"/> Ja, wie? _____

5. Hast du dich so vorbereitet und trainiert wie im Standardbogen angegeben? (also wie sonst auch?)

<input type="checkbox"/> Ja, genauso viel
<input type="checkbox"/> Nein, mehr
<input type="checkbox"/> Nein, weniger
<input type="checkbox"/> Ganz anders- Wie?

## **Verletzungen**

6. Hast du dich im Monat März beim Telemarken verletzt? Falls du gar nicht Telemarken warst und dich somit nicht verletzen konntest bitte „Nein“ ankreuzen.

<input type="checkbox"/> Ja
<input type="checkbox"/> Nein

*Anmerkung:*

*Im Falle einer Bejahung folgen die Verletzungsangaben wie im Fragebogen des retrospektiven Studienteils beschrieben (Fragen Nr.22-35).*

*Im Falle einer Verneinung ist der Fragebogen nach dieser Frage beendet.*

**Danke für deine Teilnahme!**

**Wir möchten uns ganz herzlich für deine Mithilfe bedanken.**

## **Nennung freitextlicher Antworten**

Englische und französische Antworten wurden nachträglich ins Deutsche übersetzt.

## **Retrospektive Studie**

### Verletzungen im Bereich des Rumpfes:

Muskelriss der Abdomen-Muskulatur; Steißbeinfraktur; Nierenprellung; Prolaps LWS; Schmerzen und Bandscheibenprolaps L4-L5 nach Sturz; Bandscheibenprolaps HWS

### Verletzungen im Bereich der oberen Extremität:

stumpfes Trauma nach schwerem Sturz; Prellung des Unterarms; Impingementsyndrom der Schulter; Luxation am Sternum; Muskelriss am Oberarm; Muskelfaserriss Oberarm; Nicht-dislozierter Tuberculum-majus-Abriss; Einriss der oberen Bizepssehne nach Schulterverletzung; Riss des ulnaren und des radialen Kollateralbandes; Stauchung des Handgelenks; Rotatorenmanschettenruptur; Schleimbeutelentzündung, Kalkschulter; Schulterblatt angebrochen; Rotatorenmanschettenruptur; Schulterimpingement; Muskelfaserriss der Schultermuskulatur; Tennisarm; Steife des Handgelenks und der Schulter; Schulterstauchung vor mehreren Jahren, heute noch Schmerzen; Schulterimpingement; Handgelenksstauchung; Handgelenksstauchung; Skidaumen; Gelenkkapsleinriss am Daumen; Kapsleinriss Zeigefinger; Kapsleinriss in den Fingern; Daumen Ligament gerissen; Tuberculum majus-Trümmerimpressionsfraktur; Finger überdehnt; Gelenkzerrung am Daumen; Skidaumen.

### Verletzungen im Bereich der unteren Extremität:

Spiralfraktur des Sprunggelenks; Bänderdehnung am Knie; Bänderdehnung Knie; Bänderdehnung Knöchel; Bänderzerrung Knie; Fußsehnenreizung; Verstauchung OSG; Innenbanddehnung Knie; Ruptur des Ligamentum interosseum; Bänderdehnung Innenband Knie; Hyperextension des

Sprunggelenks; Rotationsbelastung des Knies; Knie verdreht; Knie überdreht; Kniefraktur; Knieverdrehung ohne Riss; Zerrung des Außenbands am Knie; Fuß verdreht; großes Hämatom des Oberschenkels; Bänderriss; Patella-Femur-Syndrom; Patella Tendinopathie; Pes anserinus Ansatzentzündung; Prellung des Sprunggelenks, innen; Quadrizepssehnenruptur; starke Prellung der Sprunggelenksinnenseite; Sprunggelenk Zerrung; Syndesmosenbandriss mit Haarriss im Wadenbein; Prellung des Oberschenkels mit Hämatom; Überbein an den Fersen durch Telemarkschuh; Überbelastung des Knies; Überlastung Knie; V.a. Syndesmosenzerrung; heftige Knieschmerzen ohne Korrelat im MRT, Besserung mit Physiotherapie; Zerrung der Patellarsehne; Zerrung Patellarsehne; Zerrung Sprunggelenk; Achillessehnenentzündung; Verstauchung des Sprunggelenks; Außenband überdehnt; disloziertes Os cuboideum am Fuß; Problem mit den Sehnenansätzen am Knie; Sprunggelenk geprellt und gezerrt; Stauchung des Schienbeinkopfes; Knorpelschaden am Hüftgelenk; Schleimbeutelentzündung am Knie.

Verletzungsort:

Übergang Gelände zu Piste (vereist); Terrain-Park; Park, Sturz bei Landung in Telemarkstellung; Beim Übergang von Gelände auf Piste; Sprung über einen Kicker, bei der Landung in Telemarkstellung; Park, Sturz auf Rail; Park; Park; Buckelpiste; Park; Buckelpiste; Vorschädigung durchs Telemarken am letzten Skitag der Saison, Abends ist der Meniskus beim Fahrradflicken gerissen; Park; auf und neben der Piste; Übergang Piste Gelände; kein spezieller Ort, Schaden nach jahrelangem Telemarkfahren; während eines Skirennens; Tore fahren, Training; im Park; Schaden nach jahrelangem Telemarken; Beim Stehen am Hang.

**Angaben die zu ärztlich diagnostizierten Verletzungen gemacht wurden:**

Verletzungen im Bereich des Kopfes:

Keine Angaben.



### Verletzungen im Bereich des Rumpfes:

Muskelriss der Abdomen-Muskulatur.

### Verletzungen im Bereich der oberen Extremität:

Steife des Handgelenks und der Schulter; Tennisarm; Schulter Impingement; Rotatorenmanschettenruptur; Schulterblatt angebrochen und Hämatom im Schultergelenk; Schleimbeutelentzündung, Kalkschulter; Rotatorenmanschettenruptur; Rotatorenmanschettenruptur; Nicht dislozierter Tuberculum-Majus-Abriss; Muskelfaserriss im Oberarm; Muskelfaserriss des Oberarms; Luxation am Sternum; Impingementsyndrom der Schulter; Prellung des Unterarms; Oberarm Fraktur; Finger überdehnt; Prellung des Ellbogen auf Felsen, Schleimbeutelentzündungen folgten.

### Verletzungen im Bereich der unteren Extremität:

Zerrung des Sprunggelenks; Zerrung Patellasehne; Zerrung der Patellasehne; heftige Knieschmerzen ohne Korrelat im MRT, Besserung mit Physiotherapie; Überbelastung des Knies; Überbein an den Fersen durch den Telemarkschuh; Oberschenkelkontusion mit Hämatom; Syndesmosenbandriss (zusätzlich Haarriss im Wadenbein); Stauchung des Schienbeinkopfes; Sprunggelenk Zerrung; Bruch des Sprunggelenks; schwere Prellung an der Sprunggelenksinnenseite; Schleimbeutelentzündung am Knie; Quatrizepssehnen Ruptur; Problem mit den Sehnenansätzen am Knie; Prellung Sprunggelenk innen; Pes anserinus Ansatzentzündung; Patella Tendonopathie; Patella-Femur-Syndrom; großes Hämatom des Oberschenkels; Knorpelschaden Hüftgelenk; Knieverletzung Knie-Außenseite (Vermutlich Bänder, aber kein Riss); Knieverdrehung ohne Riss; Kniefraktur; Knie verdreht; Riss des Ligamentum interosseum; Innenbanddehnung Knie; Innenbanddehnung am Knie; Verstauchung OSG; Fußsehnenreizung; Fuß verdreht; disloziertes Os cuboideum im Fuß; Bänderdehnung Knöchel; Außenband überdehnt; Spiralfaktur des Sprunggelenks.

## **Prospektive Studie**

### Verletzungen im Kopfbereich:

Keine offenen Texteingaben.

### Verletzungen im Bereich des Rumpfes:

Lendenwirbelsäule schmerzt sehr nach Unfall; Prellung im Bereich zwischen Kopf und Schulter.

### Verletzungen im Bereich der oberen Extremität:

Entzündung beider Ellbogen; Sehnenscheidenentzündung des Handgelenks; Schulterprellung mit Impingement (M. infraspinatus und M. subscapularis); Daumen rechts verstaucht; Finger- und Handballenprellung; Handgelenk verstaucht; Handgelenk verstaucht/geprellt; Handgelenksprellung /Stauchung; Mikrofrakturen am Radius; Quetschung/Prellung der Schulter; Skidaumen; Skidaumen bds.; Skidaumen beidseits; Bänder am Daumen überdehnt; Überdehnung Schultermuskeln außen, Auskugeln während des Sturzes; Zerrung der hinteren Schultermuskeln.

### Verletzungen im Bereich der unteren Extremität:

Absplitterung Sprunggelenk; Ausschlag am Schienbein; Außenband durch Fehlbelastung gereizt/entzündet (infolge mangelnder Rumpfstabilität); Hämatom am Oberschenkel; Fuß verdreht; Außenband Knie, Fehlbelastung; Knie stark verdreht; Knie, noch nicht detailliert untersucht; Knie verdreht, Schmerz auf Innenseite, kein klarer Befund; Oberschenkelprellung; Patella-Spitzen-Syndrom; Patella-Spitzen-Syndrom; Sprunggelenkdistorsion; Torsion des Wadenbeins; Überlastung der Bizepssehne; Zerrung/inneres Hämatom am linken Knie; Absplitterung am Sprunggelenk.

### Verletzungsort:

Après Ski; Funpark; durch synthetische Skisocken; Im Rennen, Im Rennlauf; Stangentraining; Übergang Piste Gelände; Übergang Piste Gelände.

## Ausfüllrate

### Retrospektive Studie

Frage	n-fehlend	n-gesamt	%- fehlend
Geschlecht	9	707	1,3%
Alter	139	707	19,7%
Größe	7	707	1,0%
Gewicht	59	707	8,3%
BMI (errechnet)	59	707	8,3%
Herkunftsland	64	707	9,1%
Anzahl Skistunden/Skitag	1	707	0,1%
Skitage pro Saison	4	707	0,6%
Leistungsniveau	92	707	13,0%
Leistungsfähigkeit	6	707	0,8%
Aktivität	3	707	0,4%
Skimodell	3	707	0,4%
Bindungsmodell/variante	7	707	1,0%
Weitere Ausrüstung	8	707	1,1%
Verletzung beim Telemarken	0	707	0,0%
Grund der Verletzung	34	390	8,7%
Verletzungsort	12	390	3,1%
Zeitpunkt der Verletzung	23	390	5,9%
Schutzausrüstung getragen	21	390	5,4%
Verhaltensänderung	23	390	5,9%
zusätzliche Schutzausrüstung	27	390	6,9%
Arztbesuch	22	390	5,6%
Ärztliche Behandlung	2	278	0,7%
Sportpause	27	390	6,9%
Beschwerden durch Telemarkausübung	184	707	26,0%
Schmerzen im Knie nach Telemarkausübung	45	707	6,4%
Schmerzen im Oberschenkel nach Telemarkausübung	52	707	7,4%
Schmerzen im Unterschenkel nach Telemarkausübung	56	707	7,9%
Schmerzen Hüfte nach Telemarkausübung	50	707	7,1%

Ausfüllrate des retrospektiven Fragebogens.

## Prospektive Studie

Frage	n-fehlend	n-gesamt	%- fehlend
Geschlecht	0	126	0,0%
Alter	25	126	19,8%
Größe	0	126	0,0%
Gewicht	0	126	0,0%
BMI (errechnet)	0	126	0,0%
Skistunden pro Monat	7	126	5,6%
Skitage pro Monat	7	126	5,6%
Leistungsniveau	27	126	21,4%
Leistungsfähigkeit	0	126	0,0%
Aktivität	1	126	0,8%
Skimodell	1	126	0,8%
Bindungsmodell	1	126	0,8%
Weitere Ausrüstung	1	126	0,8%
Nebensportarten	0	126	0,0%
Training außerhalb der Piste	0	126	0,0%
Verletzung beim Telemarken	0	126	0,0%
Grund der Verletzung	5	56	4,0%
Verletzungsort	2	56	3,6%
Schutzausrüstung getragen	1	56	1,8%
zusätzliche Schutzausrüstung	2	56	3,6%
Arztbesuch	2	56	3,6%
Ärztliche Behandlung	0	29	0,0%
Sportpause	2	56	3,6%

Ausfüllrate des prospektiven Fragebogens.

## **Danksagung**

Auch wenn ich diese Arbeit letzten Endes alleine schreiben musste, so waren dennoch viele Menschen an deren Gelingen beteiligt. Daher möchte ich die Chance nutzen und mich nochmals bedanken.

Mein herzlicher Dank geht an ...

### **Prof. Dr. Rainer Meffert**

für die Möglichkeit in seiner Klinik promovieren zu können.

### **Dr. Kai Fehske**

für die Überlassung des Themas und seine Hilfe und Unterstützung bei der Erstellung der vorliegenden Dissertationsarbeit.

### **Patrick Droste und Arno Klien**

Vielen Dank für die Hilfe bei der Verbreitung des Fragebogen-Links - ohne euch hätte ich wohl nie so viele Teilnehmer erreichen können! Vielen Dank auch an Arno, für den fachlichen Input zu meiner Arbeit und die vielen interessanten Artikel.

### **Mama, Papa und Katrin**

Danke an meine Eltern, dass ihr immer für mich da ward, wenn ich Hilfe gebraucht habe und mich durchgehend während meiner Schul- und Studienzeit unterstützt habt. Danke auch für die vielen aufmunternden Worte, dass ihr immer an mich geglaubt habt und euch geduldig auch all das angehört habt, das nicht geklappt hat. Danke an meine Schwester, für die vielen kleinen Aufmunterungen zwischendurch, die Vor-Examens-Pakete und die vielen gemeinsamen fröhlichen Stunden. Ich bin froh, einen so engen Familienzusammenhalt zu haben!

### **Daniel Gundel**

Danke, dass du mich so nimmst, wie ich bin und immer für mich da bist, auch wenn es mir mal nicht so gut geht. Durch deine ruhige Art hilfst du mir immer wieder, zu den wichtigen Dingen im Leben zurückzufinden. Danke auch für deinen fachlichen Input, die vielen geduldigen Tipps und die Antworten auf all meine Fragen betreffend Endnote, Formatierung, etc. Vielen Dank für die gemeinsame Zeit der letzten 5 Jahre!

### **Meinen Freunden**

Danke für die schönen gemeinsamen Stunden, eure stets offenen Ohren und motivierende Unterstützung!

## Lebenslauf

### Persönliche Daten

---

Name Theresa Hardörfer  
Geboren 09.05.1989 in Kitzingen

### Studium & Ausbildung

---

Seit 10/2017 Junior Consultant, The Boston Consulting Group GmbH  
11/2015 – 08/2017 Projektmanagerin med. Content, Thieme Compliance GmbH  
10/2012 – 04/2017 Promotionsarbeit an der Chirurgischen Klinik II, Universität Würzburg zum Thema „Sportverletzungen beim Telemark“  
10/2008 – 05/2015 Studium der Humanmedizin an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
05/2015 Abschluss des Humanmedizinstudiums an der Julius-Maximilians-Universität Würzburg  
02/2013 – 06/2013 Auslandsstudium an der Université de Bordeaux, Frankreich  
06/2008 Abitur am Armin-Knab-Gymnasium Kitzingen

### Praktisches Jahr

---

12/2014 – 04/2015 Terial Innere Medizin am Leopoldina Krankenhaus, Schweinfurt  
09/2014 – 12/2014 Terial Chirurgie als Erasmus-Praktikum am Sanitätsbetrieb Bozen, Italien  
05/2014 – 09/2014 Terial Gynäkologie am Leopoldina Krankenhaus, Schweinfurt