

**Verletzungsmuster und Verletzungsrisiko
im alpinen Wintersport
am Beispiel der Skiregion Oberstdorf**

Klaus Johannes Düwell

Aus der
Orthopädisch-Chirurgischen Gemeinschaftspraxis im
Medizinischen Versorgungszentrum am Nordbad

Prof. Dr. med. Bernd Rosemeyer

**Verletzungsmuster und Verletzungsrisiko
im alpinen Wintersport
am Beispiel der Skiregion Oberstdorf**

Dissertation
zum Erwerb des Doktorgrades der Medizin
an der Medizinischen Fakultät der
Ludwig-Maximilians-Universität zu München

vorgelegt von
Klaus Johannes Düwell

aus
Oberstdorf

2015

Mit Genehmigung der Medizinischen Fakultät
Der Universität München

Berichterstatter: Prof. Dr. Bernd Rosemeyer

Mitberichterstatter: Priv. Doz. Dr. Oliver Pieske

Mitbetreuung durch den
Promovierten Mitarbeiter: Dr. Andreas Kugler

Dekan: Prof. Dr. med. Dr. h.c. M. Reiser, FACR, FRCR

Tag der mündlichen Prüfung: 25.06.2015

Für meine Familie

Inhaltsverzeichnis

1. Einführung.....	1
1.1 Geschichte des Skifahrens.....	1
1.2 Geschichte des Snowboardens.....	4
2. Material und Methode	9
2.1 Datenerfassung.....	9
2.2 Statistische Auswertung.....	13
3. Ergebnisse.....	15
3.1 Patientenkollektiv.....	15
3.2 Begleitfaktoren der Unfälle.....	18
3.3 Verletzungsrisiko.....	21
3.4 Verletzungsschwere.....	22
3.5 Verletzungslokalisationen und Verletzungsmuster.....	23
3.6 Einfluß der Begleitfaktoren auf die Verletzungen.....	37
4. Diskussion.....	48
4.1 Bewertung der eigenen Ergebnisse in Gegenüberstellung zu den Ergebnissen der Literatur.....	48
4.2 Stärken und Schwächen der vorliegenden Studie.....	72
5. Zusammenfassung.....	73
6. Schlussfolgerung.....	76
7. Literatur.....	78
8. Anhang.....	85

1 Einführung

1.1 Geschichte des Skifahrens

Bereits im 7. Jahrhundert, so wird berichtet, sollen slawische Einwanderer aus dem nordöstlichen Russland Skier in das slowenische Krain gebracht haben. Der dort entstandene „Krainer Bauernskilauf“ hatte jedoch für die Ausbreitung des Skifahrens kaum Bedeutung. Als Ursprungsregion des Skifahrens als sportliche Betätigung gilt die norwegische Landschaft Telemarken um das Jahr 1860. Die Norweger sorgten für eine großflächige Verbreitung des Skisports in Europa und Nordamerika [Hoek]. Zunächst entstand aus der zur Fortbewegung im Schnee auf einfachen Holzbrettern dienenden Technik das Skispringen. Damit das Training effizienter wurde, musste nach Sprüngen schnell gestoppt werden, um die Aufstiegszeit zu verkürzen. Daraus wurden die ersten Richtungswechsel- und Stoppschwünge entwickelt. Zu unterscheiden war der Telemark-Schwung und der Kristiania-Schwung. Der Telemark-Schwung wird hauptsächlich auf dem Außenski durchgeführt. Dieser wird nach vorne geschoben und verkantet, der Körper wird stark in Pflugform zum Außenski geführt. Beim Kristiania-Schwung wird das Gewicht auf den Innenski verlagert, der leicht nach vorne geschoben und stark verkantet wird. Der Körper wird mit einer kräftigen Bewegung in die gewünschte neue Fahrtrichtung gedreht, und der Außenski folgt dem Innenski. Der dabei entwickelte konkav geformte Ur-Ski verfügte bereits, ähnlich wie bei modernen Carvingskiern, über eine Taillierung [Kuchler]. Aus dieser ursprünglichen Fahrweise, mit nicht auf den Skiern fixierten Fersen, entstand unter anderem auch das Langlaufen.

Die zunehmende Popularität des Ski-Sports in Norwegen führte ab 1895 in Mitteleuropa zu einem regelrechten Ski-Boom. Bereits 1885 benutzte der Forstmeister Maximilian Lizius in Jachenau als einer der ersten in Deutschland bei seinen Reviergängen Skier, die ihm ein norwegischer Förster schenkte [Gudelius]. Aufgrund des steileren Geländes - im Vergleich zu Skandinavien - fiel das Erlernen der schwierigen Schwünge jedoch zunächst sehr schwer. Aufstiege waren schwierig und mühsam [Zehetmayer]. So wurden die Schwungtechniken den Bedingungen angepasst: Beim Telemarkschwung wurde der äußere, vorneliegende Ski in eine

größere Stemmstellung gedreht, um so die Fahrtrichtung sicherer und bremsend ändern zu können. Durch diese sogenannte Stemmtelmarktechnik konnte die Bremswirkung vergrößert werden [Hoek, Zehetmayer]. Die norwegische Technik, die Fahrt auf der Taillierung des Skis, wurde somit abgewandelt. Als Folge dieser Innovation wurden der Stemmschwung, der Ski und das Blockieren des Ski-/Skifahrer-Systems in Fahrtrichtung zu einem wichtigen Element weiterer Skitechniken in den anschließenden Jahren und Jahrzehnten.

Als wichtigster Ski-Pionier und Begründer der alpinen Skitechnik der Jahrhundertwende gilt der Tscheche Mathias Zdarsky. Ihm wird die erste Bergabfahrt der Geschichte zugeschrieben [Bilgeri]. Im Jahr 1897 veröffentlichte er die „Alpine Lilienfelder Skilauf-Technik“, ein Buch das zum damaligen Zeitpunkt wegweisend für das Skiwesen galt. Auch die von Zdarsky selbst entwickelte Skitechnik beruhte auf dem Stemmfahren, doch machte er sich die taillierte Bauweise seiner selbst konstruierten Skier zu Nutzen. Dabei erkannte er, dass die Taillierung automatisch kurvige Schwünge ermöglicht [Zdarsky].

In der 1950er Jahren entwickelte sich das Skifahren immer mehr zum Breitensport. Es stand weniger der Leistungsgedanke im Vordergrund als das Bewegungs- und Naturerlebnis. Skifahren ist mittlerweile eine der beliebtesten Wintersportarten in den Alpen wie auch ein bedeutender Faktor für den Wintertourismus. Ebenso in Skandinavien und anderen europäischen Gebirgen, den Rocky Mountains in den USA und in Kanada, in Japan, Australien, Neuseeland und den südamerikanischen Anden. Zu den bedeutendsten Neuerungen, die das Skifahren Breitensporttauglich gemacht haben, zählen der Parallelschwung - der das klassische „Wedeln“ in den 50er Jahren möglich gemacht hat - der Umsteigsschwung in den 70er Jahren - der das Tiefschneefahren und das Fahren in steilem Gelände erleichterte - und das Carving in den 90er Jahren - bei dem das Ausnutzen und Gleiten auf dem Kantenradius im Vordergrund steht. Die Entwicklung zum Massensport im 20. Jahrhundert wurde vor allem durch den verstärkten Bau von Skipisten und Aufstiegshilfen wie Seilbahnen oder Skilifte und ihre immer weiterentwickelten Konstruktionen gefördert. Skifahren verbreitet sich jedoch auch im Flachland durch den Bau von Skihallen, in denen das ganze Jahr über Skigefahren werden kann. Sogar in Dubai, einem der sommerlichsten Orte der Welt, gibt es mittlerweile eine

Skihalle. Weltweit entstand auch das Heliskiing, bei dem ein Hubschrauber als Aufstiegshilfe dient und die Wintersportler an entlegene Berggipfel bringt, an denen dann kilometerlange Tiefschneeabfahrten auf die Sportler warten.

Seit den Olympischen Winterspielen 1936 in Garmisch-Partenkirchen gehört das alpine Skifahren durchgehend zum Programm der Spiele. In der ersten Austragung bestand das Skifahren nur aus der alpinen Kombination, zusammengesetzt aus einem Abfahrts- und einem Slalomwettbewerb. 1948, bei den zweiten Olympischen Winterspielen mit alpinen Skirennen, gab es neben der Kombination auch Einzelwertungen in den beiden Disziplinen. Ab 1952 in Oslo zählte auch der Riesenslalom zum Programm der Olympischen Spiele. 1988 in Calgary wurden die Wettbewerbe noch durch den Super-G ergänzt. Der Super-G ist eine Disziplin, die von der Geschwindigkeit und den Torabständen zwischen dem Riesenslalom und der Abfahrt anzusiedeln ist; das Besondere jedoch ist, dass es beim Super-G keinen Trainingslauf gibt, sondern die Strecke nur im Seitrutschen besichtigt werden darf. Zwischen 1948 und 1980 zählten die Olympischen Spiele auch gleichzeitig als alpine Skiweltmeisterschaften, so dass in dieser Zeit die Olympiasieger gleichzeitig Weltmeister waren. Erst seit 1985 finden die Weltmeisterschaften in ungeraden Jahren unabhängig von den Olympischen Spielen statt. Die ersten Olympiasieger waren Christl Cranz und Franz Pfnür aus dem damaligen Deutschen Reich. Die erfolgreichste Skisportlerin in der Geschichte der olympischen Spiele ist Janica Kostelic aus Kroatien, die insgesamt vier olympische Goldmedaillen gewinnen konnte. Die erfolgreichsten deutschen Damen sind Maria Riesch, Katja Seizinger, Rosi Mittermaier und Ossi Reichert. Bei den Herren ist Kjetil André Aamodt aus Norwegen - mit ebenfalls vier Goldmedaillen - der Erfolgreichste. Als einziger deutscher Goldmedaillengewinner lässt sich Markus Wasmeier nennen, der 1994 im Riesenslalom und im Super-G erfolgreich war. Zu der großen Popularität dieses Sportes trugen jedoch auch Skilegenden wie Hanni Wenzel aus Lichtenstein, die Österreicherin Trude Jochum-Beiser und Heidi Bibl aus Deutschland maßgeblich bei. Bei den Männern lassen sich Skilegenden wie der Italiener Alberto Tomba, Toni Sailer (der „schwarze Blitz von Kitz“) aus Österreich und Henri Oreiller aus Frankreich nennen.

1.2 Geschichte des Snowboardens

Bereits im Jahr 1900 soll der Österreicher Toni Lenhardt den ersten Vorläufer des Snowboards erfunden haben, indem er sich anstatt zweier Bretter nur eins unter die Füße geschnallt hat. Bis zum ersten voll funktionsfähigen und ansatzweise elegant fahrbaren Snowboard sollte aber noch einige Zeit vergehen.

1929 hat sich der US-Amerikaner Jack Burchett Gedanken darüber gemacht, wie man aus einer Spanplatte, Pferdezügeln und Wäscheleinen einen für den Schnee tauglichen Untersatz basteln könnte. Diese Idee blieb aber privat und kam nie auf den Markt (Abbildung 1).



Abbildung 1: Burchett's erstes „Snowboard“

Es waren zwei Wellenreiter - Tom Sims und Sherman Poppen - die 1963 das Gefühl ihrer Sportart auf den Schnee bringen wollten. Sie experimentierten mit alten Türen und großen Brettern, auf denen sie Laschen montierten. Sherman Poppen bastelte 1965 für seine Kinder aus zwei alten Skiern, die er mit Dübeln aneinander befestigte, und an deren Spitze er die vom Surfen bekannte Leash befestigte, einen fahrbaren Untersatz, den er Snurfer (Snow und Surfer) nannte (Abbildung 2). Dadurch konnte er das Gerät beim Fahren nicht verlieren und die Kontrollmöglichkeiten des bindingslosen Brettes durch Gewichtsverlagerung nach vorne und hinten sowie seitlich auf die Kanten erhöhen. Ein halbes Jahr später, als sich dieses Sportgerät bewährte und auch fahrbar war, produzierte Poppen zusammen mit dem Bowlingkugel Hersteller Brunswick Corporation den Snurfer. Der Snurfer war ein 1,20m langes bananenförmiges Brett aus Hartplastik, an dessen Spitze eine Schnur befestigt war. Der Snurfer wurde für 15 US-Dollar im Handel verkauft. Der Erfolg des Brettes war so groß, dass innerhalb von nur 10 Jahren über eine Million Snurfer verkauft wurden [Humphreys et al.].

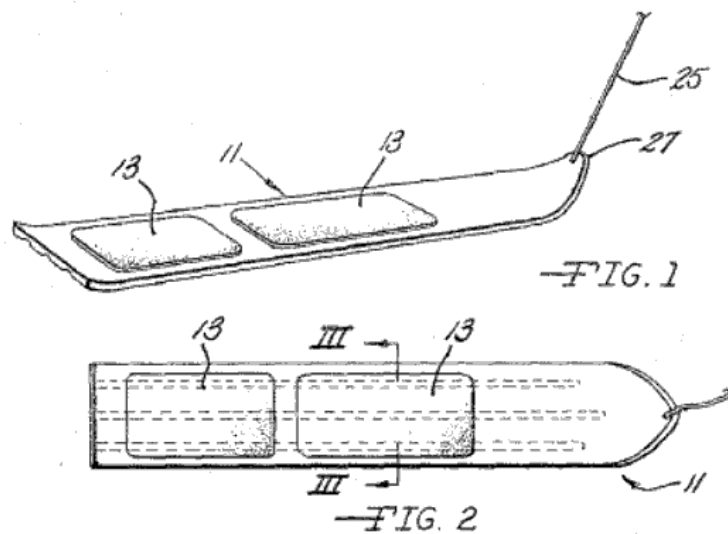


Abbildung 2: Schemazeichnung des Brunswick Snurfers

3 Personen gelten letztendlich als die Pioniere der Snowboardentwicklung. Niemand geringer als Jake Burton Carpenter bekam 1968 als 14-jähriger einen Snurfer unter die Füße und verbesserte die Konstruktion in monate- und schließlich jahrelanger Tüftelarbeit, begleitet von abenteuerlichen sportlichen Selbstversuchen in den Skigebieten nahe seines Wohnortes in Cornwall, New York. Er veränderte Länge, Breite, Taillierung und die Finnenposition. Aber erst die Befestigung einer Wasserskibindung auf dem Snurfer führte zu einem funktionellen Durchbruch. Standfestigkeit und Boardkontrolle erhöhten sich entscheidend und auch längere Abfahrten waren nun möglich. Später gründete Jake Burton Carpenter die Firma Burton und brachte das erste Serien-Modell, das legendäre „Backhill“, auf den sich entwickelnden Markt (Abbildung 3) [Humphreys et al., Lamprecht et al., Trosien et al.].



Abbildung 3: Burton Backhill

Parallel zu Burton war Tom Sims an der Weiterentwicklung der neuen Schneesurfboarder entscheidend beteiligt. Auf der Grundlage seiner Erfahrungen in der Surfboardherstellung begann der Surfer und Skateboardweltmeister 1975 mit dem „shapen“ von Snowboards aus Polyester, ging aber 1977 zur Laminatbauweise mit Holzkern über, die, angelehnt an die Skiproduktion, ab 1981 den Einbau von Stahlkanten ermöglichte. Die bis heute gültige Grundform des Snowboards als funktionelles, vielseitig verwendbares Sportgerät war damit entstanden [S-MBM 10/1995, Steiner et al., Hebbel-Seeger, Humpfreys, Trosien et al.]. Bis heute gehören die Unternehmen von Burton und Sims zu den führenden Snowboardherstellern auf dem internationalen Snowboardmarkt [Humpfreys et al., Lamprecht et al., Trosien et al.].

Auch Dimitrije Milovich versuchte 1970 schon Boards mit Stahlkanten zu entwickeln. 1975 nahm er in Utah die Produktion seiner Wintersticks auf, ein von ihm entwickeltes Snurfboard (Abbildung 4). Er entwickelte Boards mit Swallowtail (Schwalbenschwanz), da er dadurch eine bessere Drehfreudigkeit erreichen wollte. Die Stahlkanten von seinen früheren Boards verschwanden wieder. [Humpfreys et al., Lamprecht et al., Trosien et al.].

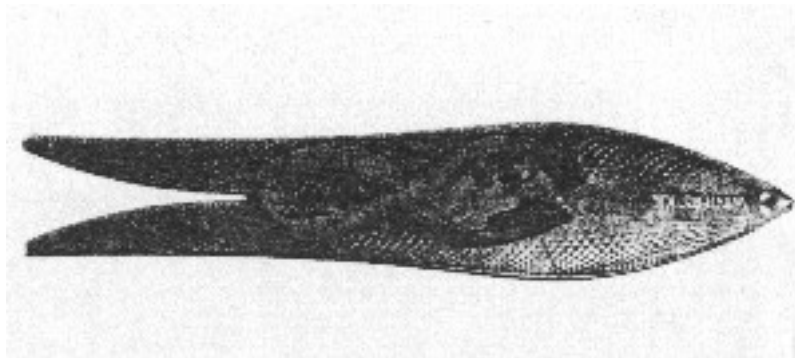


Abbildung 4: Dimitrije Milovichs Winterstick

In Europa entwickelten die Gebrüder Strunk und der Trickskifahrer Fuzzy Garhammer 1981 den sogenannten „Swingbo“ (Abbildung 5). Er bestand aus zwei Skiern, die mit einer erhöhten Standplatte verbunden waren, auf der zwei Gummilaschen zur Befestigung der Füße angebracht wurden [Dann et al.]. Leider

konnte sich der Swingbo jedoch nicht durchsetzen und verschwand genau so schnell wieder aus den Bergen wie er gekommen war. Der Schweizer José Fernandez importierte unter dessen neue Brettypen aus den USA und montierte aus dem Skitourenbereich abgeleitete sogenannte Hardboot-Bindungen auf die Boards. Diese ermöglichten extreme Kurvenlagen und einen extremen Kantendruck, während in den USA stärker die sogenannten Softboots und das Freestyle-Fahren fortentwickelt wurden [Humpfreys, S-MBM, Lamprecht et al., Hebbel-Seeger].

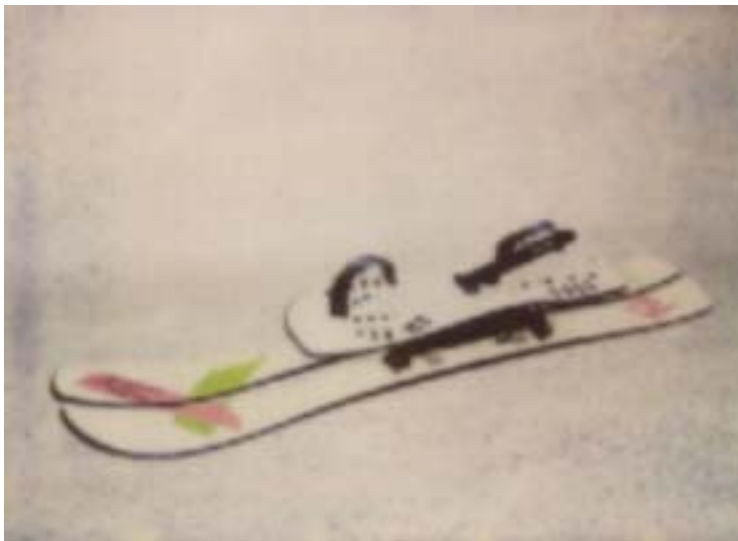


Abbildung 5: Swingbo

1982 organisierte Paul Graves die erste nationale Snowsurfing Meisterschaft in Vermont. Diese Veranstaltung bestand aus Slalom und Abfahrt. Zum ersten Mal traten Snowboarder aus ganz Amerika gegeneinander an, so auch die Rivalen Jake Burton und Tom Sims. Dieses Ereignis weckte das Interesse der Medien, und somit war Snowboarden das erste Mal landesweit in den USA ein Thema. Ab Mitte der 80er Jahre erlebte der Sport in Amerika und auch in Europa einen enormen Aufschwung [Dann et al.]. Die ersten, die mit diesem Sport Geld verdienten, waren Craig Kelly, Jean Nerva, Burt Lamar, José Fernandez, Peter Bauer und Petra Müssig. 1987 fanden die ersten Weltmeisterschaften statt - eine in St. Moritz, die andere in Beckenridge USA. Da das Snowboarden immer mehr Menschen faszinierte, und die Anzahl der Boarder sich laufend steigerte, wurden immer mehr Liftbetreiber gezwungen, ihre Pisten auch für Snowboarder zu öffnen.

1994 wurde die Teilnahme von Snowboardern an Olympischen Spielen zum Gesprächsthema und, 1995 beschloss das Olympische Komitee Snowboarden erstmals in Nagano/Japan 1998, die Disziplinen Riesenslalom und Halfpipe in den Wettkampf mit aufzunehmen [Dann et al.]. In Saltlake City wurde der Riesenslalom durch den Parallelriesenslalom ersetzt, bei dem sich immer 2 Sportler parallel im direkten Vergleich duellieren. In Turin 2006 wurden die Snowboardwettkämpfe durch den Boardercross erweitert und 2014, in Sotschi durch den Slopestyle. Die ersten Olympiasieger waren Karine Ruby aus Frankreich und Ross Rebagliati aus Kanada im Riesenslalom, die deutsche Nicola Thost und Gian Simmen aus der Schweiz in der Halfpipe, die Schweizerin Tanja Frieden sowie der US-Amerikaner Seth Wescott im Boardercross und im Slopestyle die US-Amerikaner Jamie Anderson und Sage Kotsenburg.

Ski- und Snowboardfahren sind schon lange beliebte Sportarten. Für Familien, Jugendgruppen, Vereine, Schulen und Firmen haben Skiausflüge im Winter eine große Bedeutung. Die Freude wird jedoch immer wieder durch Horrornachrichten aus den Medien getrübt. In den Tageszeitungen erscheinen beinahe täglich in den Wintermonaten Schlagzeilen über schwerverletzte Skifahrer und Snowboarder. Gibt man im Internet in der Suchmaschine Google die Stichworte „Skifahrer verletzt“ ein, so werden ca. 2.430.000 Ergebnisse; bei den Stichworten „Snowboarder verletzt“ ca. 805.000 Ergebnisse angezeigt. Diese Nachrichten und die Tatsache, dass die Zahlen selten in einer Relation betrachtet werden, führen unweigerlich zu der Annahme, alpiner Wintersport sei eine Risikosportart.

Ziel dieser Arbeit soll sein - anhand einer großen Menge an Unfalldaten - eine Analyse von Verletzungen, Verletzungsmustern, deren Begleitfaktoren sowie dem Risiko im alpinen Wintersport durchzuführen.

2. Material und Methode

2.1 Datenerfassung

Die Grundlage dieser Arbeit stellten die Unfallprotokolle der Bergwacht Oberstdorf dar. Ausgewertet wurden die Protokolle der Wintersaisons 2003/2004 bis 2007/2008.

Die Protokolle beinhalteten folgende Items:

1. Vor-/Nachname
2. Geburtsdatum
3. Adresse
4. Sportart
5. Unfalldatum
6. Unfallzeitpunkt
7. Unfallort
8. Verletzungslokalisierung
9. Verletzungsart
10. Verletzungsschwere nach dem NACA-Score
11. Beteiligung (Alleinbeteiligung/Fremdbeteiligung)
12. Versorgungsmittel (Vakuumschiene, Vakuumbett, Sam-Splint, Stifneck, Schaufeltrage, Verband,)
13. Transport (Skidoo + Akia, Skidoo, Akia, Rollstuhl, Trage, Bergesack, Pistenwalze, Bergbahn, Hubschrauberwinde)
14. Übergabe an (Selbstfahrer, KTW/RTW, Arztpraxis, Hubschrauber, Bestattungsdienst)

Aus den Vornamen der Patienten konnte das Geschlecht bestimmt werden, aus dem Geburtsdatum wurde das Alter berechnet, und aus der Adresse wurde die Postleitzahlenregion abgelesen. Aus dem Unfalldatum wurde der Wochentag nachgeschlagen, und aus dem Unfallort konnte mit Hilfe der Pistenpläne die Schwierigkeit bzw. die Art des Geländes herausgefunden werden.

Die Verletzungslokalisationen wurden teilweise zusammengefasst zu den Regionen:

- Kopf
- Schulter/Oberarm
- Ellenbogen
- Unterarm/Handgelenk
- Hand/Finger
- Wirbelsäule
- Thorax/Rippen
- Abdomen
- Becken
- Oberschenkel
- Knie
- Unterschenkel/Sprunggelenk
- Fuß/Zehen
- Polytrauma

Die einzelnen Regionen wurden wiederum nach den Verletzungsarten aufgeschlüsselt:

Kopf:

- Fraktur
- Commotio
- Schnitt-/Schürf-/Platzwunde
- Epistaxis

Schulter/Oberarm:

- Bänderverletzung
- Humerusfraktur
- Claviculafraktur
- Luxation
- Distorsion/Kontusion
- Schnitt-/Schürfwunden

Ellenbogen:

- Fraktur
- Distorsion/Kontusion
- Schnitt-/Schürfwunde

Unterarm/Handgelenk und Hand/Finger

- Bänderverletzung
- Fraktur
- Distorsion/Kontusion
- Schnitt-/Schürfwunde

Wirbelsäule, Thorax/Rippen:

- Fraktur
- Distorsion/Kontusion

Abdomen:

- stumpfes Trauma
- Kolik

Becken:

- Fraktur
- Distorsion/Kontusion
- Schnitt-/Schürfwunde

Oberschenkel:

- Fraktur
- Schnitt-/Schürfwunde

Knie:

- Bänderverletzung
- Patellafraktur
- Distorsion/Kontusion
- Schnitt-/Schürfwunde

Unterschenkel/Sprunggelenk:

- Bänderverletzung
- Fraktur
- Distorsion/Kontusion
- Schnitt-/Schürfwunde

Fuß/Zehen:

- Fraktur
- Distorsion/Kontusion

Da die Schwere der Verletzungen gemessen am NACA-Score nicht regelmäßig von der Bergwacht in die Protokolle eingetragen wurde, wurde in dieser Arbeit bei einigen Unfällen der Score anhand der gegebenen Informationen über Verletzungslokalisierung, Verletzungsart, Versorgung, Transport und Übergabe ergänzt. Der NACA-Score, der Ende der sechziger Jahre für Unfälle in der Luftfahrt entwickelt wurde, war international eine der ersten brauchbaren Methoden zur Schweregradbeurteilung von verletzten Patienten [ÖGAN]. Er wurde ausgewählt, da er der verbreitetste unter den Notfallscores ist und auch in das bundeseinheitliche Notarzteinsatzprotokoll aufgenommen wurde [Bein]. Darüber hinaus zeigten Valuri et al., dass eine andere bekannte Methode, der Injury Severity Score, insbesondere bei weniger schweren Verletzungen zu ungenau ist [Valuri et al.].

Tabelle 1 : NACA – Score zur Schweregradbeurteilung verletzter Patienten

NACA 1	Geringfügige Störung. Keine ärztliche Intervention
NACA 2	Leichte bis mäßig schwere Störung. Ambulante ärztliche Maßnahme
NACA 3	Mäßige bis schwere aber nicht lebensbedrohliche Störung. Stationäre Behandlung erforderlich
NACA 4	Schwere Störung, Entwicklung einer Lebensbedrohung kann nicht ausgeschlossen werden
NACA 5	Akute Lebensgefahr
NACA 6	Atem- und/oder Kreislaufstillstand bzw. Reanimation
NACA 7	Tod

Anhand des Unfallortes konnte in den jeweiligen Pistenplänen der Schwierigkeitsgrad der entsprechenden Piste nachgesehen werden. Blau bedeutet, dass es sich um eine leichte Piste mit wenig Gefälle und wenigen Unebenheiten handelt. Rot bedeutet, es handelt sich um eine mittelschwere Strecke mit mittlerem Gefälle, die unter Umständen auch Unebenheiten aufweisen können. Bei den schwarzen Pisten handelt es sich um ein starkes Gefälle, das auch starke Unebenheiten aufweisen kann. Ist die Rede von Fungelände, handelt es sich um Funparks mit Schanzen, Rails und verschiedenen Bodenformen oder eine Boardercrossstrecke, die ebenfalls Schanzen enthält, sowie Steilkurven oder Wellenpisten. Freies Gelände sind Abfahrten jenseits der Pistenmarkierungen ohne jegliche Präparation, und bei Wanderwegen handelt es sich zumeist um zugeschneite, präparierte Strassen oder Wege.

2.2 Statistische Auswertung

Die Daten aus den Protokollen und den daraus gewonnenen Informationen wurden in MS Excel in eine Tabelle eingegeben. Die Tabelle wurde in das Statistikprogramm PASW Statistics 18.0 für Macintosh eingelesen und ausgewertet.

Bei der Auswertung kamen insbesondere deskriptive Verfahren mit Erstellung von Häufigkeitstabellen nach Klassifizierung vieler Merkmale sowie Vier- oder Mehrfeldertafeln zum Einsatz.

Bei bestimmten Fragestellungen wurde der Chi-Quadrat-Test auf Unabhängigkeit durchgeführt, um eine Aussage darüber zu erhalten, mit welcher Wahrscheinlichkeit zwei oder drei Merkmale statistisch voneinander unabhängig sind.

Der Chi-Quadrat-Test basiert dabei auf dem Vergleich zwischen den beobachteten und den erwarteten Häufigkeiten zweier Merkmale in einer Kreuztabelle. Er kann auch bei nominalskalierten Merkmalen und auch für Kreuztabellen mit mehr als 2 x 2 Feldern eingesetzt werden.

Die Allgemeine Vierfeldertafel (2 x 2 Tabelle) ist wie folgt aufgebaut:

	Kategorie A (z.B. Mit Knieverletzung)	Kategorie B (z.B. ohne Knieverletzung)	
Merkmal A (z.B. Männer)	a	b	a+b
Merkmal B (z.B. Frauen)	c	d	c+d
	a+c	b+d	N (=a+b+c+d)

Bei den beobachteten Besetzungen der Felder handelt es sich um die in der eigenen Untersuchung erhobenen Daten (sog. Kontingenztafel) und bei den erwarteten Besetzungen um die Daten, die man erwarten würde, wenn keine Beziehung zwischen den Merkmalen bestünden (sog. Indifferenztafel). Die Indifferenztafel entsteht durch die Multiplikation der zu jedem Feld gehörenden Zeilen- und Spaltensumme und anschließender Division durch die Stichprobengröße, z. B.

$$\frac{(a+b) \times (a+c)}{N}$$

Für den Erwartungswert in Feld „a“.

Durch den Vergleich der Felderbesetzungen der Kontingenztafel mit denen der Indifferenztafel lässt sich schließen, dass, je größer die jeweilige Differenz zwischen den Häufigkeiten der beiden Tabellen ist, desto stärker der Hinweis darauf, dass keine statistische Unabhängigkeit vorliegt.

Der Chi-Quadrat Wert wird nach folgender Formel berechnet:

$$\chi^2 = \frac{N (ad-bc)^2}{(a+b)(c+d)(a+c)(b+d)}$$

Irrtumswahrscheinlichkeiten von $p < 0,01$ wurden dabei als hochsignifikant und Werte $< 0,05$ wurden als signifikant gewertet.

3. Ergebnisse

3.1 Patientenkollektiv

Insgesamt verletzten sich in den fünf Wintersaisons, 2003/2004 bis 2007/2008, 2842 Personen in den Skigebieten Fellhorn, Nebelhorn und Söllereck. Die Saisons beginnen je nach Schneelage durchschnittlich etwa Anfang Dezember und enden etwa eine Woche nach Ostern. 65,6 Prozent (n=1865) waren Skifahrer und 34,4 Prozent (n=977) waren Snowboarder. Am Fellhorn verletzten sich 63,7 Prozent (n=1187) der Skifahrer und 69,0 Prozent (n=674) der Snowboarder. Am Nebelhorn 18,9 Prozent (n=353) der Skifahrer und 21,5 Prozent (n=210) der Snowboarder. Am Söllereck verletzten sich 17,4 Prozent (n=325) der Skifahrer und 9,5 Prozent (n=93) der Snowboarder (Abbildung 6).

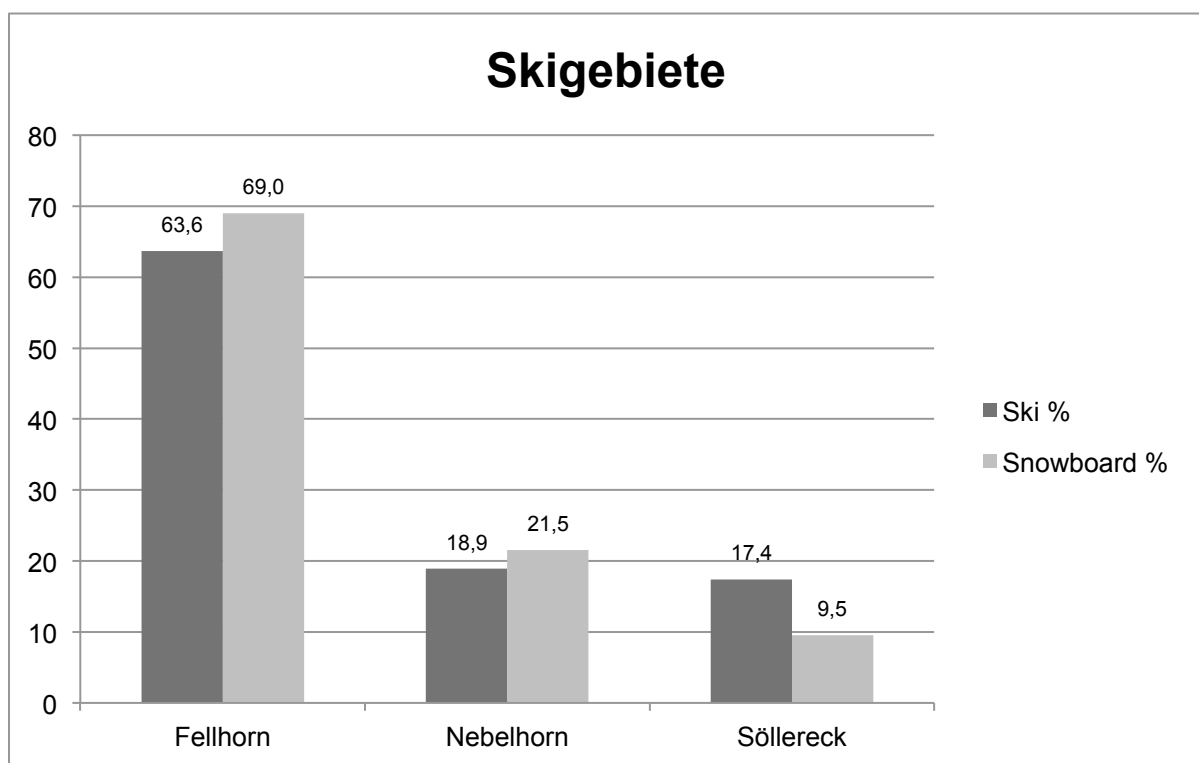


Abbildung 6: Verteilung auf die Skigebiete (Ski: n=1865, Snowboard: n=977)

Das Durchschnittsalter der verunfallten Skifahrer war 31,7 Jahren (2 – 78, Median 30, $s = 16,8$), das der Snowboarder 19,2 Jahre (7 – 68, Median 18, $s = 6,7$) (Abbildung 7).

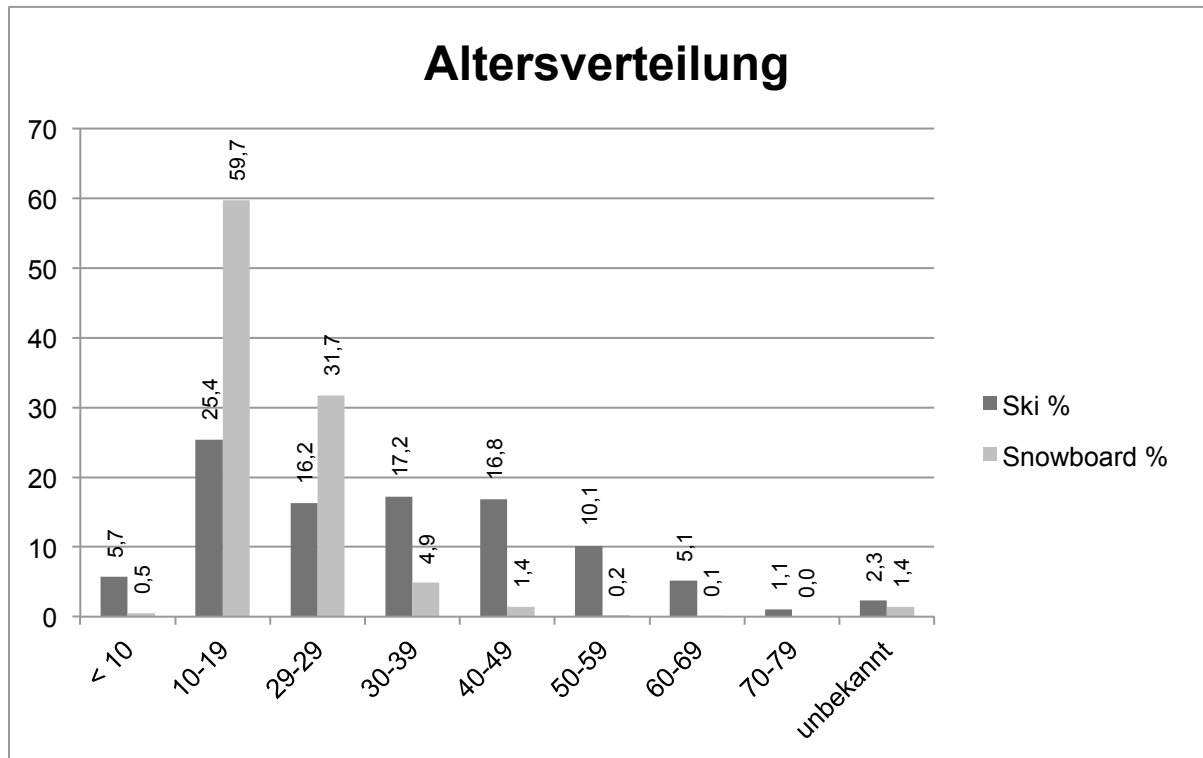


Abbildung 7: Altersverteilung der Patienten (Ski: n=1865, Snowboard: n=977)

Von den verletzten Skifahrern waren 51,6 Prozent (n=967) männlich und 47,8 Prozent (n=892) weiblich, bei sechs Skifahrern wurde das Geschlecht nicht dokumentiert. Unter den Snowboardern waren 64,1 Prozent (n=626) männlich und 35,6 Prozent weiblich, bei drei Snowboardern wurde das Geschlecht nicht dokumentiert. (Abbildung 8).

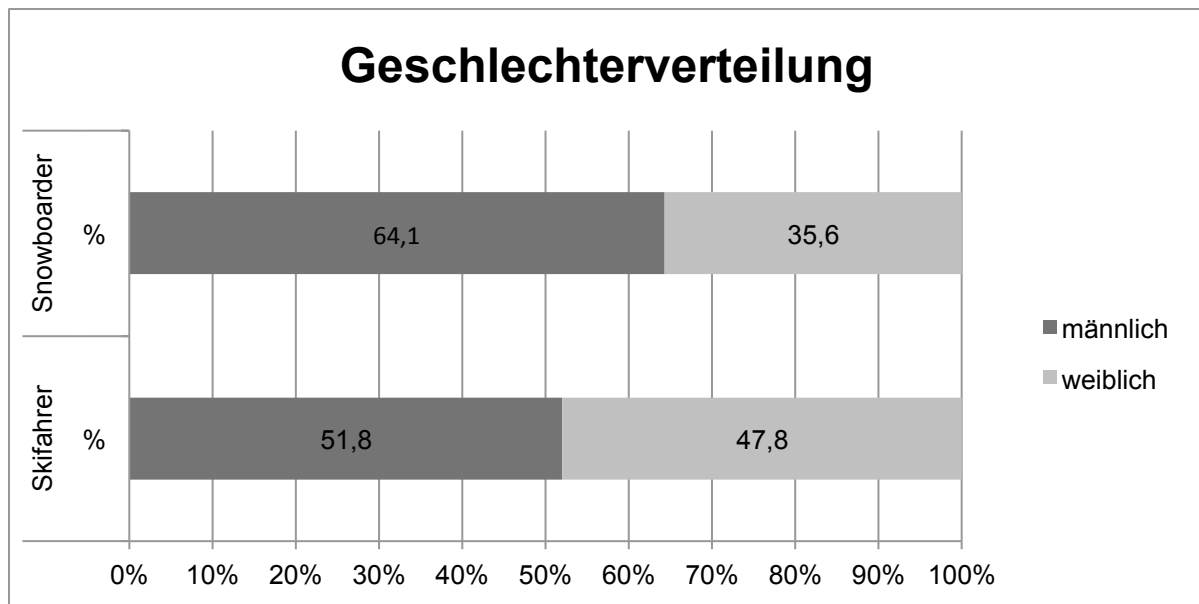


Abbildung 8: Geschlechterverteilung der Sportarten (Ski: n=1865, Snowboard: n=977)

Die verletzten Skifahrer stammten aus insgesamt 23 Ländern. 89,3 Prozent (n=1665) waren Deutsche, 3,4 Prozent (n=63) waren Niederländer und 3,1 Prozent (n=58) kamen aus Großbritannien. 3,2 Prozent (n=60) stammten aus den weiteren 20 Nationen.

Die drei am häufigsten vertretenen Postleitzahlenregionen unter den Deutschen waren die Region 8, mit 27,2 Prozent (n=508), die Region 7, mit 21,5 Prozent (n=400) und die Region 6, mit 10,2 Prozent (n=191). Bei 1,0 Prozent (n=19) wurde die Herkunft nicht protokolliert.

Unter den verletzten Snowboardern waren Personen aus insgesamt 12 Nationen vertreten. 95,0 Prozent (n=928) waren Deutsche, 2,4 Prozent (n=23) waren Niederländer und 0,3 Prozent (n=3) waren Briten. Die übrigen stammten aus sieben weiteren Nationen und machten einen Anteil von 1,5 Prozent (n=15) aus. Die drei am häufigsten vertretenen Postleitzahlenregionen der Snowboarder waren die Region 8, mit 35,6 Prozent (n=348), die Region 7, mit 32,0 Prozent (n=313) und die Region 6, mit 6,5 Prozent (n=63). Bei 0,8 Prozent (n=8) wurde die Herkunft nicht protokolliert (Tabelle 2 im Anhang).

3.2 Begleitfaktoren der Unfälle

Tag

Bei den Skifahrern ereigneten sich mit 20,3 Prozent (n=378) die meisten der Unfälle samstags. 17,1 Prozent (n=319) ereigneten sich sonntags und 14,1 Prozent (n=262) freitags (Abbildung 9).

Auch bei den Snowboardern ereigneten sich die meisten Unfälle samstags (25,1 Prozent, n=245). Sonntags ereigneten sich 19,3 Prozent (n=189) und donnerstags 13,9 Prozent (n=136) (Abbildung 9).

Im Vergleich konnte festgestellt werden, dass der Anteil der verletzten Snowboarder samstags hochsignifikant größer war als der der Skifahrer ($p < 0,01$) (Tabelle 3 im Anhang).

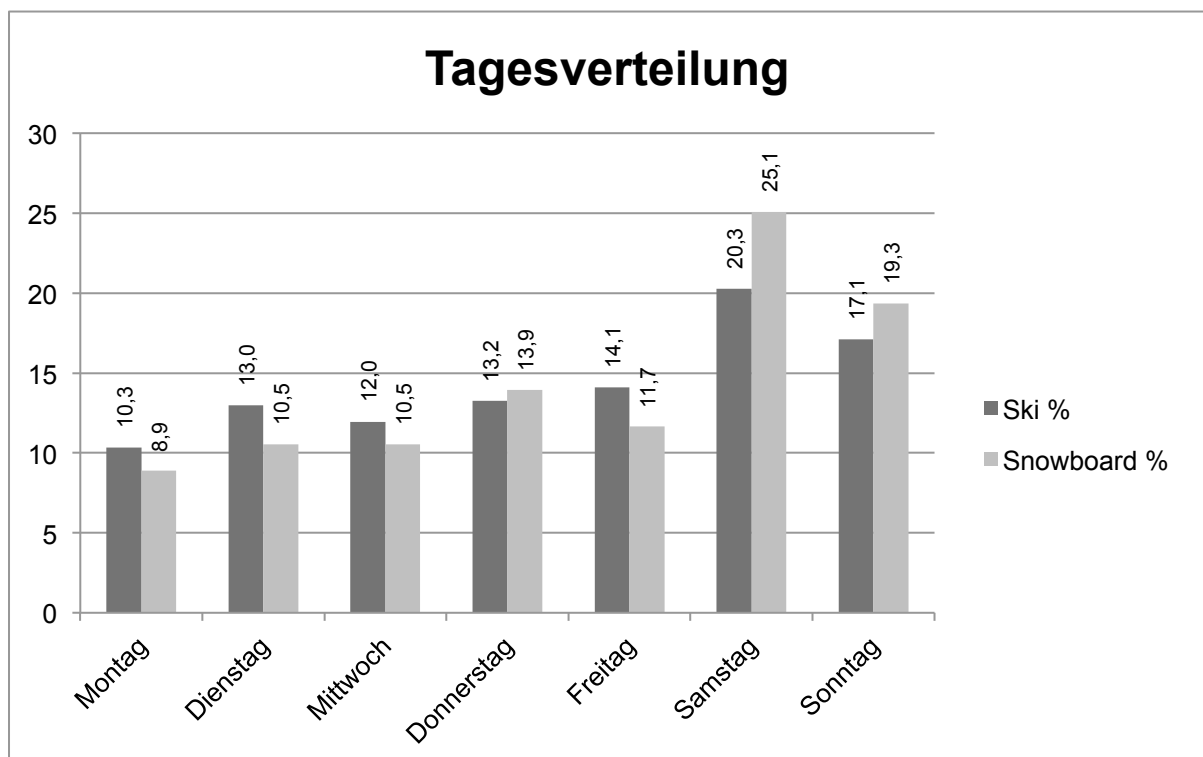


Abbildung 9: Tagesverteilung Ski und Snowboard (Ski: n=1865, Snowboard: n=977)

Tageszeit

Die Hauptunfallzeit der Skifahrer lag zwischen 11.00 Uhr und 15.00 Uhr. In der Mittagszeit zwischen 12.00 h und 13.00 h lässt sich ein Einschnitt beobachten. 16,7 Prozent (n=312) verletzten sich zwischen 11.00 h und 12.00 h, 15,6 Prozent (n=291) zwischen 12.00 h und 13.00 h, 16,8 Prozent (n=313) zwischen 13.00 h und 14.00 h und 17,4 Prozent (n=324) zwischen 14.00 h und 15.00 h (Abbildung 10).

Die Hauptunfallzeit der Snowboarder lag zwischen 11.00 Uhr und 16.00 Uhr. Wie bei den Skifahrern lässt sich ein Einschnitt zwischen 12.00 h und 13.00 h beobachten. 18,1 Prozent (n=177) der Unfälle ereigneten sich zwischen 11.00 h und 12.00 h, 15,9 Prozent (n=155) zwischen 12.00 h und 13.00 h, 18,0 Prozent (n=176) zwischen 13.00 h und 14.00 h, 17,0 Prozent (n=169) zwischen 14.00 h und 15.00 h und 14,4 Prozent (n=141) zwischen 15.00 h und 16.00 h (Abbildung 10).

Beim Vergleich der beiden Sportarten ließ sich feststellen, dass die Rate der verletzten Snowboarder zwischen 15.00 Uhr und 16.00 Uhr signifikant größer war als die der Skifahrer, und die Rate der verletzten Skifahrer zwischen 16.00 Uhr und 17.00 Uhr signifikant größer war als die der Snowboarder (Tabelle 4 im Anhang).

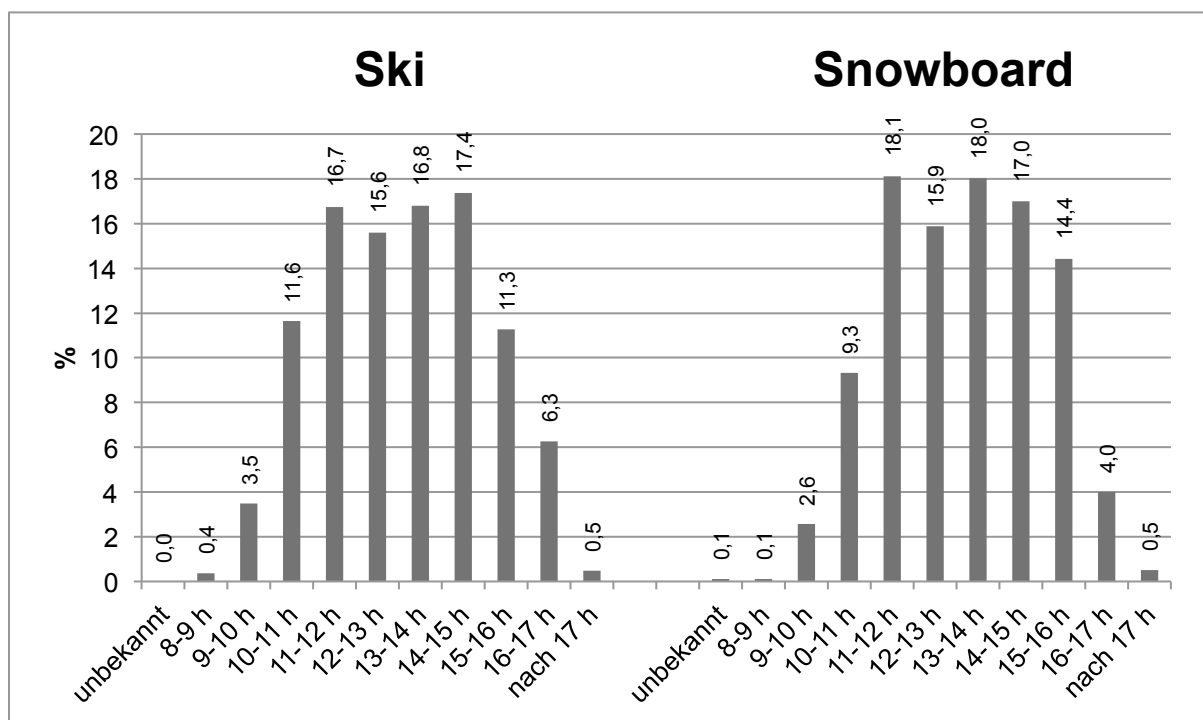


Abbildung 10: Verteilung der Tageszeiten (Ski: n=1865, Snowboard: n=977)

Schwierigkeit und Art des Geländes

Die Skifahrer verletzten sich am häufigsten auf roten Pisten (55,6 Prozent, n=1065). Auf blauen Pisten verletzten sich 31,7 Prozent (n=591) und auf schwarzen 3,5 Prozent (n=66). 4,0 Prozent (n= 74) verletzten sich in einem Fungelände und 2,7 Prozent (n=51) in freiem Gelände. Bei 2,5 Prozent (n=47) der Skifahrer wurde das Gelände nicht protokolliert.

Die meisten der Snowboarder verletzten sich ebenfalls auf roten Pisten (46,5 Prozent n=454). Auf einer blauen Piste verletzten sich 30,9 Prozent (n=302) und auf einer schwarzen Piste verunfallten 1,9 Prozent (n=19). 17,9 Prozent (n=175) hatten einen Unfall in einem Fungelände und 1,0 Prozent (n=10) in freiem Gelände. Bei 1,7 Prozent (n=17) wurde das Gelände nicht protokolliert (Abbildung 11).

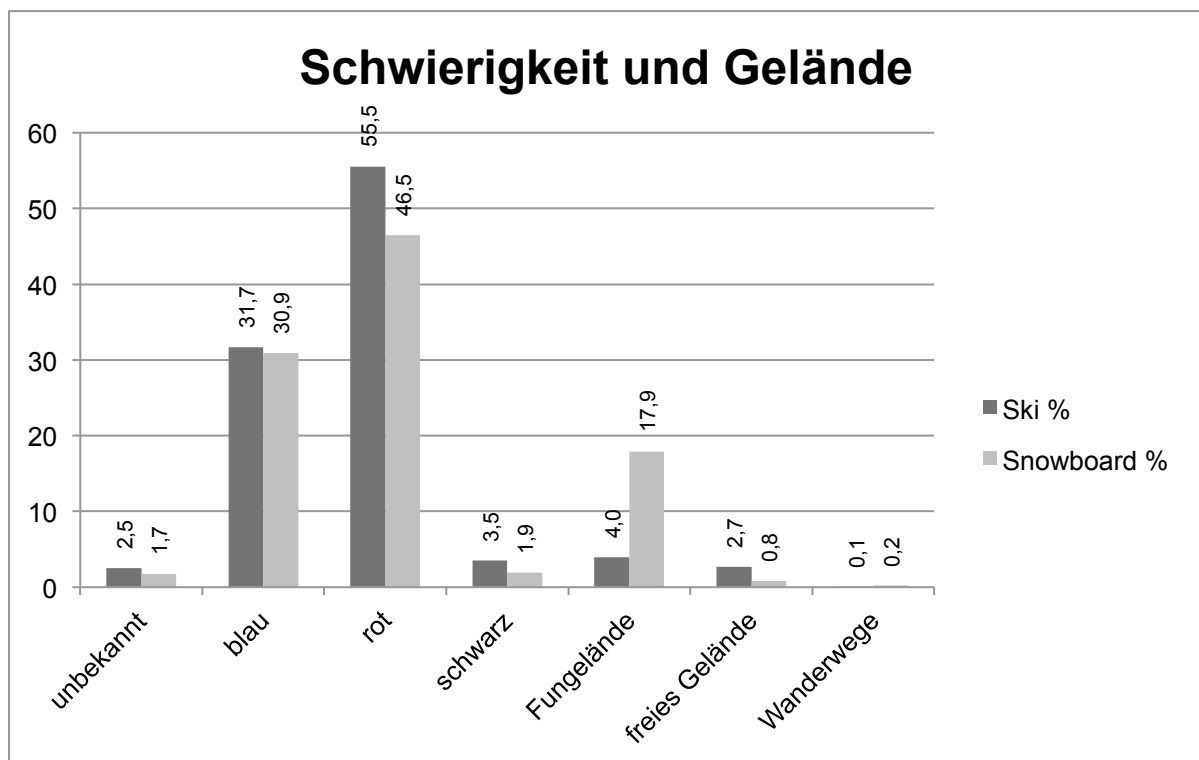


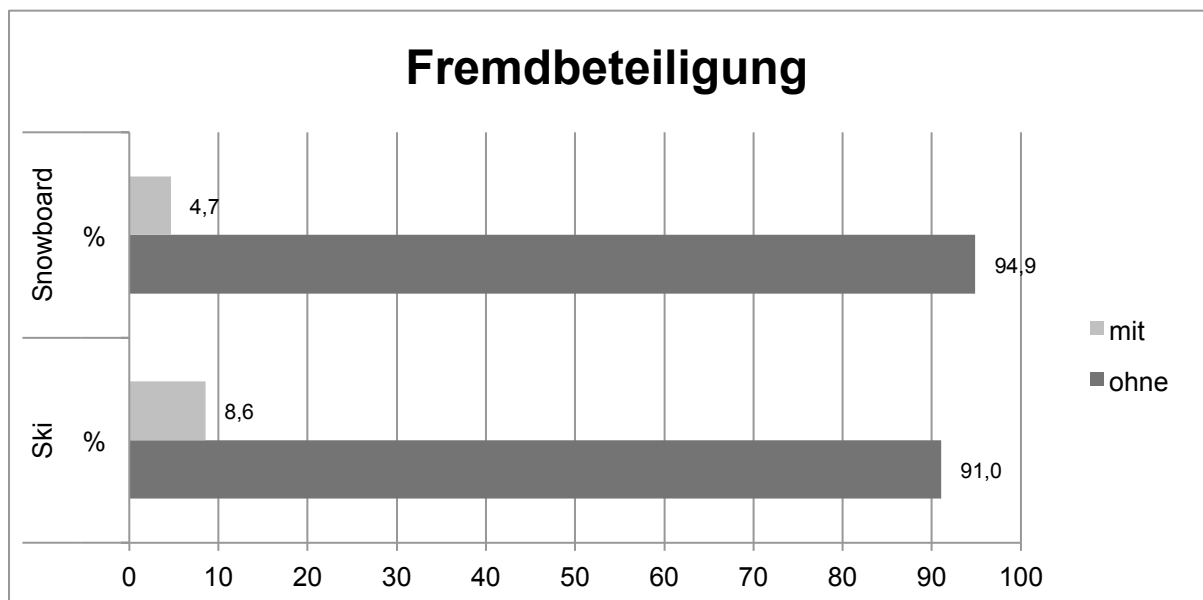
Abbildung 11: Verteilung von Schwierigkeit und Gelände (Ski: n=1865, Snowboard: n=977)

Die Verletzungsraten an Skifahrern waren auf roten Pisten und in freiem Gelände hochsignifikant höher als die der Snowboarder ($p < 0,01$). Auf schwarzen Pisten war der Anteil der Skifahrer signifikant höher als der der Snowboarder ($p = 0,018$). Im

Fungelände dagegen hatten die Snowboarder einen hochsignifikant größeren Verletzungsanteil als die Skifahrer ($p < 0,01$). Auf den blauen Pisten konnte kein Unterschied festgestellt werden (Tabelle 5 im Anhang).

Fremdbeteiligung

Die meisten Skifahrer (91,1 Prozent, $n=1698$), sowie die meisten Snowboarder (94,1 Prozent, $n=927$) verletzten sich ohne Fremdbeteiligung. 8,6 Prozent der verletzten Skifahrer und 4,7 Prozent ($n=46$) der Snowboarder waren in eine Kollision verwickelt. (Abbildung 12)



Fremdbeteiligung bei den Verletzungen (Ski: $n=1865$, Snowboard: $n=977$)Abbildung 12:

3.3 Verletzungsrisiko

Laut Auskunft der drei Bergbahnen über die Beförderungszahlen wurden am Fellhorn in den fünf Wintersaisons 1.198.465, am Nebelhorn 529.993 und an der Söllereckbahn 586.346 sogenannte „Ersteintritte“ von Wintersportlern registriert. Ersteintritt bedeutet, dass eine Wintersportkarte das erste Mal an einem Tag registriert wurde, egal ob es sich um eine Tageskarte, eine Mehrtageskarte oder eine

Saisonkarte handelt. Somit spiegelt diese Zahl die Anzahl der Wintersporttage aller Sportler über die Saison verteilt wieder.

Wird die Anzahl der verletzten Ski- und Snowboardfahrer mit der Anzahl der gefahrenen Tage in Relation gesetzt, ergibt sich am Fellhorn ein Risiko von 0,16 Prozent, am Nebelhorn von 0,11 Prozent und am Söllereck von 0,10 Prozent sich an einem Skitag zu verletzen. Das Gesamtrisiko für Ski- und Snowboardfahrer sich an einen Sporttag zu verletzen beträgt 0,12 Prozent (Tabelle 6 im Anhang).

In einer Studie von Gläser wird beschrieben, dass ein Skifahrer durchschnittlich 4,5 Stunden pro Tag auf der Piste verbringt [Gläser]. Legt man diese Zahl zugrunde, ergibt sich am Fellhorn ein Risiko von 0,35 Verletzungen pro 1000 Stunden, am Nebelhorn von 0,24 Verletzungen pro 1000 Stunden und am Söllereck von 0,16 Verletzungen pro 1000 Stunden Sportausübung. Insgesamt ergibt sich für alle drei Skigebiete ein Risiko von 0,27 Verletzungen pro 1000 Stunden Sportausübung (Tabelle 6 im Anhang).

3.4 Verletzungsschwere

Bei den Skifahrern wurden mit 59,3 Prozent (n=1105) die meisten Verletzungen dem NACA-Score 2 zugeordnet. 25,7 Prozent (n=480) der Verletzungen entsprachen dem NACA-Score 3, 9,0 Prozent (n=167) dem Score 1 und 5,8 Prozent (n=109) wurden zu NACA 4 zugeteilt. Dem NACA-Score 5 entsprachen nur 0,2 Prozent (n=4). NACA 6 und 7 wurde nicht vergeben (Abbildung 13).

Bei den Snowboardern dagegen war der NACA-Score 3 der Häufigste. In diesen wurden 46,0 Prozent (n=449) aller Snowboarderverletzungen eingeteilt. 39,6 Prozent (n=387) wurden dem NACA-Score 2 zugeteilt, 8,6 Prozent (n=84) dem NACA 1, 5,4 Prozent (n=53) dem NACA 4 und 0,4 Prozent (n=4) wurden in den NACA-Score 5 eingeteilt. Die NACA-Scores 6 und 7 wurden nicht vergeben (Abbildung 13).

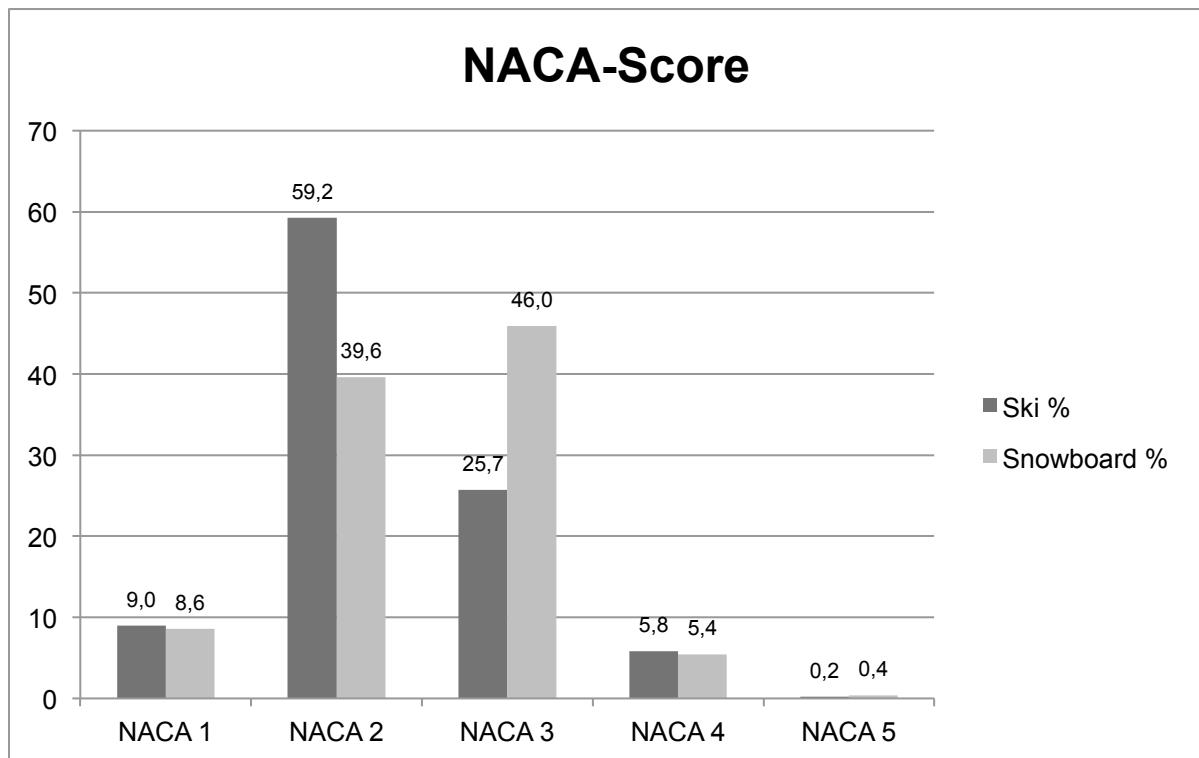


Abbildung13: Verteilung des NACA-Scores auf Ski- (n=1865) und Snowboardfahrer (n=977)

Im Vergleich der beiden Sportarten lässt sich feststellen, dass Skifahrer hochsignifikant häufiger Verletzungen dem NACA-Score 2 entsprechend aufwiesen als die Snowboarder ($p < 0,01$). Snowboarder dagegen verletzten sich hochsignifikant häufiger dem NACA-Score 3 entsprechend, als Skifahrer ($p < 0,01$). Bei den restlichen NACA-Scores lässt sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Sportarten feststellen. Somit lässt sich sagen, dass sich Snowboarder schwerer verletzten als Skifahrer (Tabelle 7 im Anhang).

3.5 Verletzungslokalisationen und Verletzungsmuster

Die am häufigsten betroffene Körperpartie der verunfallten Skifahrer war mit 37,1 Prozent (n=691) das Kniegelenk. Die Region Schulter und Oberarm folgt mit 17,3 Prozent (n=322), Unterschenkel und Sprunggelenk mit 12,6 Prozent (n=234), und der Kopf war zu 11,7 Prozent (n=219) betroffen. Verletzungen der Wirbelsäule folgten mit 5,8 Prozent (n=108) und der Unterarm bzw. das Handgelenk folgt mit 5,2 Prozent (n=97). Die restlichen Verletzungen haben Anteile zwischen 0,1 Prozent

(n=2) bei den Polytraumen und 2,6 Prozent (n=48) bei den Oberschenkelverletzungen (Abbildung 14).

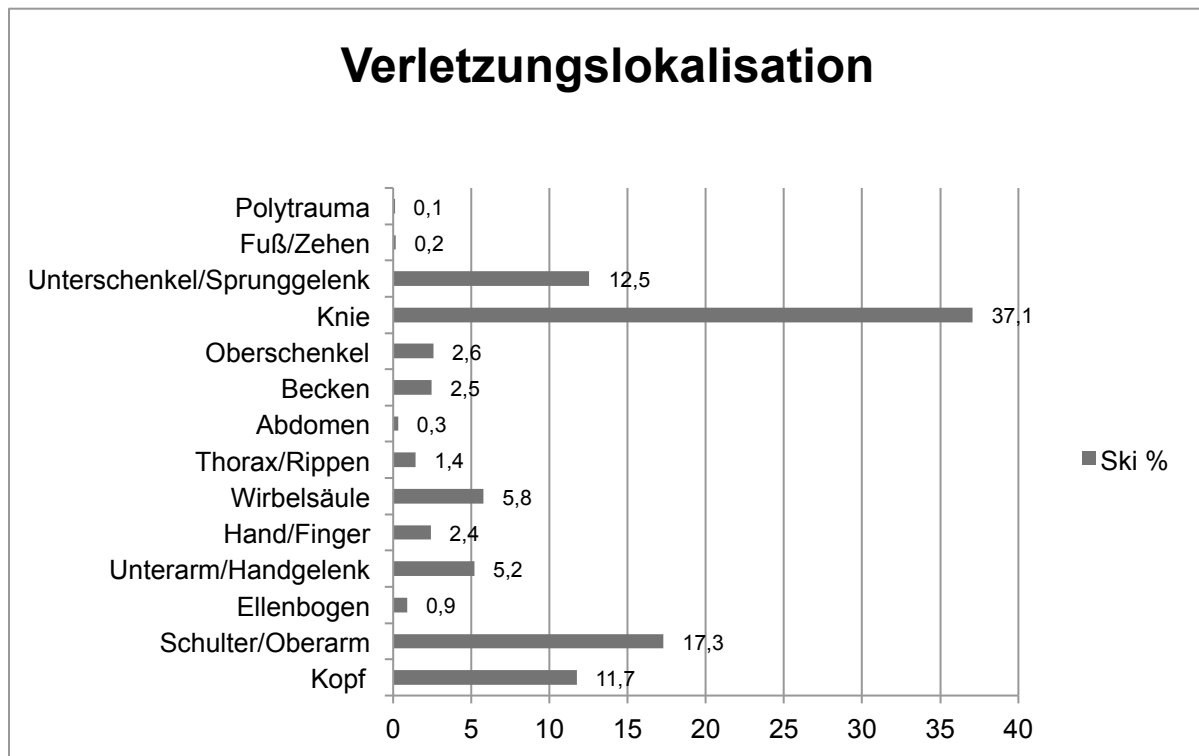


Abbildung 14: Verletzte Körperregionen der Skifahrer (n=1865)

Verletzungsart der am häufigsten betroffenen Körperregionen der Skifahrer

Unter den Kniegelenkstraumen waren der Anteil der Bänderverletzungen mit 28,7 Prozent (n=198) am größten. Schürf- oder Schnittwunden hatten einen Anteil von 3,2 Prozent (n=22), Patellafrakturen hatten 3,0 Prozent (n=21) und Distorsionen oder Kontusionen hatten einen Anteil von 2,6 Prozent (n=18). Bei 62,5 Prozent (n=432) konnte die Bergwacht keine genauere Diagnose stellen (Abbildung 15).

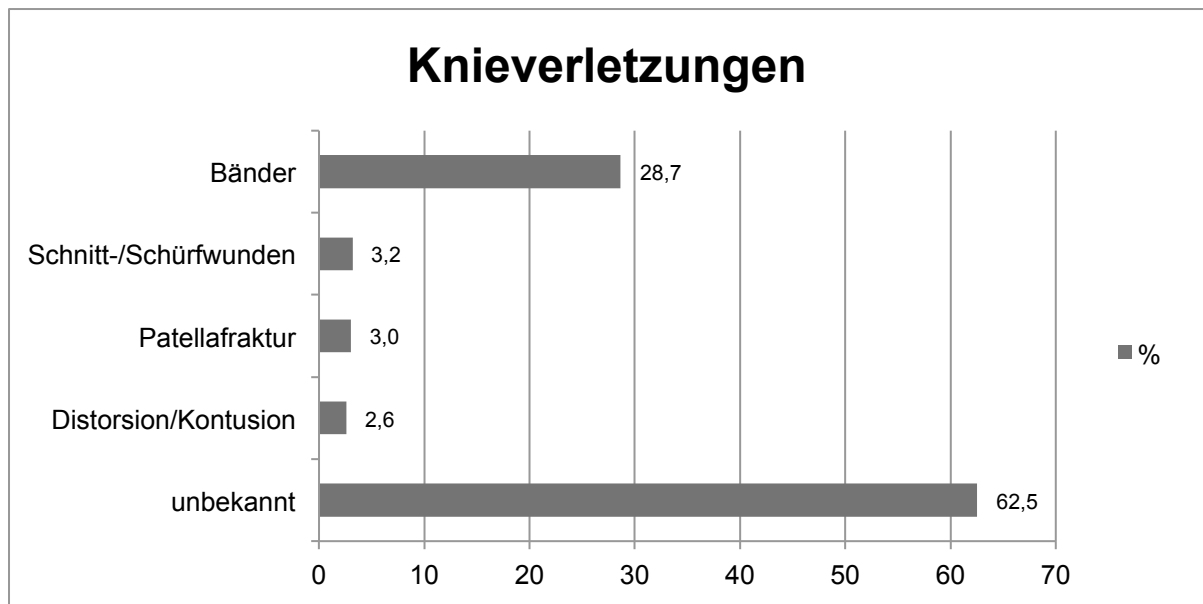


Abbildung 15: Knieverletzungen der Skifahrer (n=961)

Die häufigste Verletzung an der Schulter, bzw. am Oberarm der Skifahrer war mit 24,8 Prozent (n=80) eine Luxation des Schultergelenks. Humerusfrakturen wiesen einen Anteil von 22,7 Prozent (n=73) auf, Claviculafrakturen hatten 21,4 Prozent (n=69), Kontusionen oder Distorsionen hatten 9,3 Prozent (n=30) und auf Verletzungen des Bandapparates legte sich die Bergwacht in 0,6 Prozent (n=2) der Fälle fest. Keine genaue Diagnose konnte bei 21,1 Prozent (n=68) festgestellt werden (Abbildung 16).

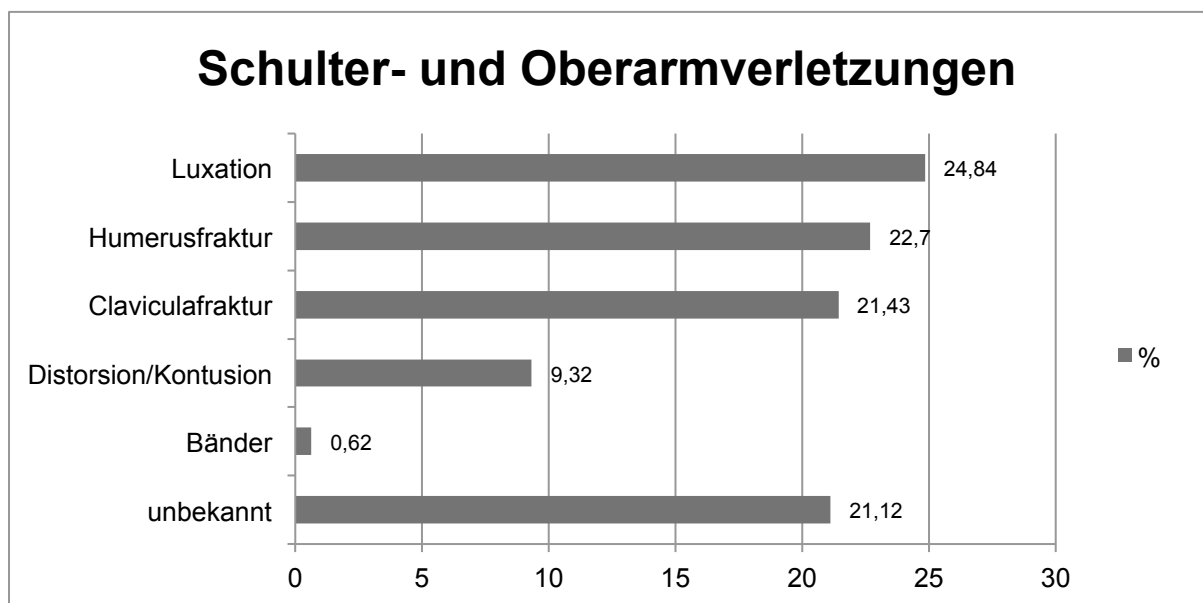


Abbildung 16: Schulter- und Oberarmverletzungen der Skifahrer (n=322)

Unter den Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen waren Frakturen mit einem Anteil von 53,0 Prozent (n=124) die häufigsten. Distorsionen oder Kontusionen hatten einen Anteil von 12,4 Prozent (n=29), Schnitt- oder Schürfwunden hatten 7,7 Prozent (n=18), und Bänderverletzungen hatten einen Anteil von 6,4 Prozent (n=15). Bei 20,5 Prozent (n=48) konnte keine genaue Diagnose gestellt werden (Abbildung 17).

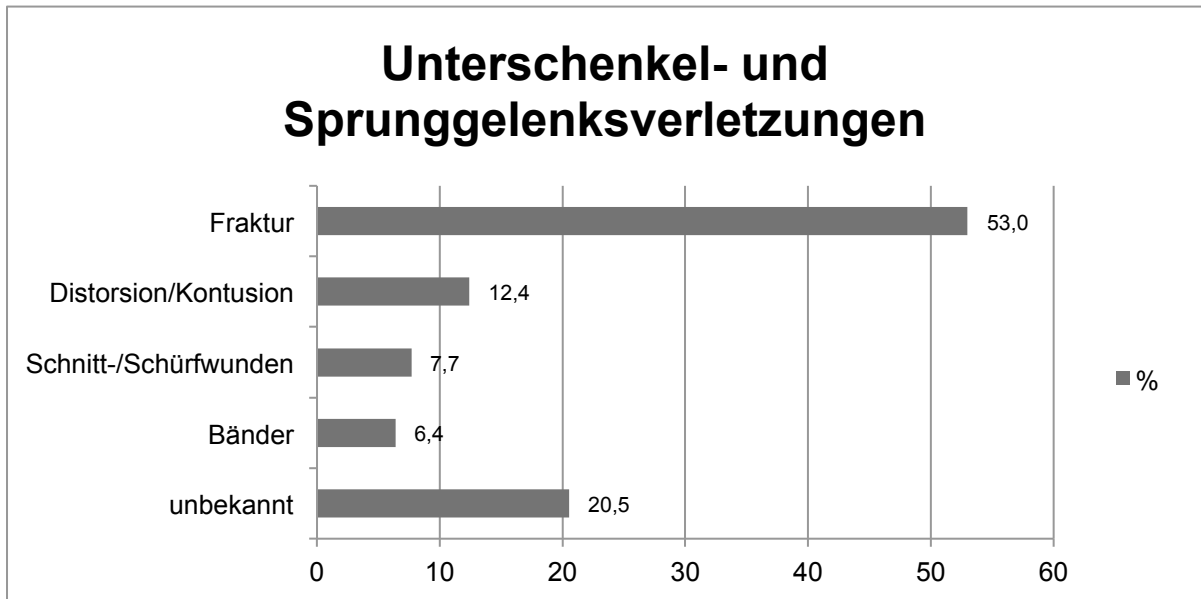


Abbildung 17: Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen der Skifahrer (n=234)

Unter den Kopfverletzungen der Skifahrer war die Rate der Commotios mit 48,0 Prozent (n=105) am größten, Schnitt-, Schürf- oder Platzwunden zogen sich 40,2 Prozent (n=88) zu, die Rate der Frakturen war 5,0 Prozent (n=11) und Epistaxis kam in 0,5 Prozent der Fälle (n=1) vor. Bei 6,4 Prozent (n=14) konnte keine genaue Diagnose gestellt werden (Abbildung18).

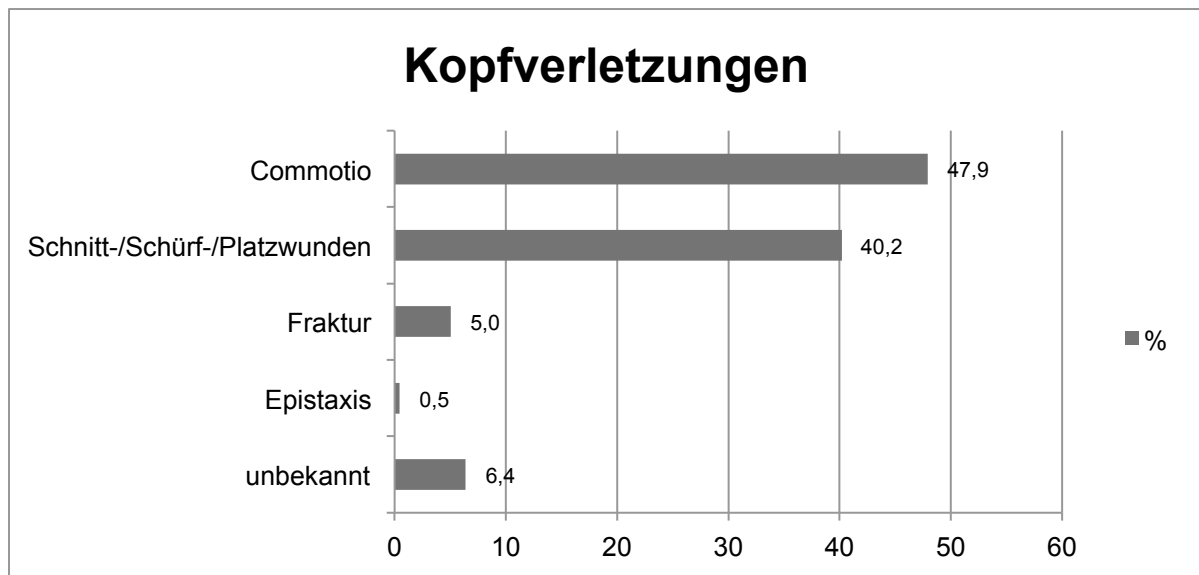


Abbildung 18: Kopfverletzungen der Skifahrer (n=219)

Unter den Wirbelsäulentraumen der Skifahrer hatten Frakturen mit 40,7 Prozent (n=44) den größten Anteil. Distorsionen oder Kontusionen hatten einen Anteil 38,0 Prozent (n=41). Bei 21,3 Prozent (n=23) konnte keine genaue Diagnose gestellt werden (Abbildung 19).

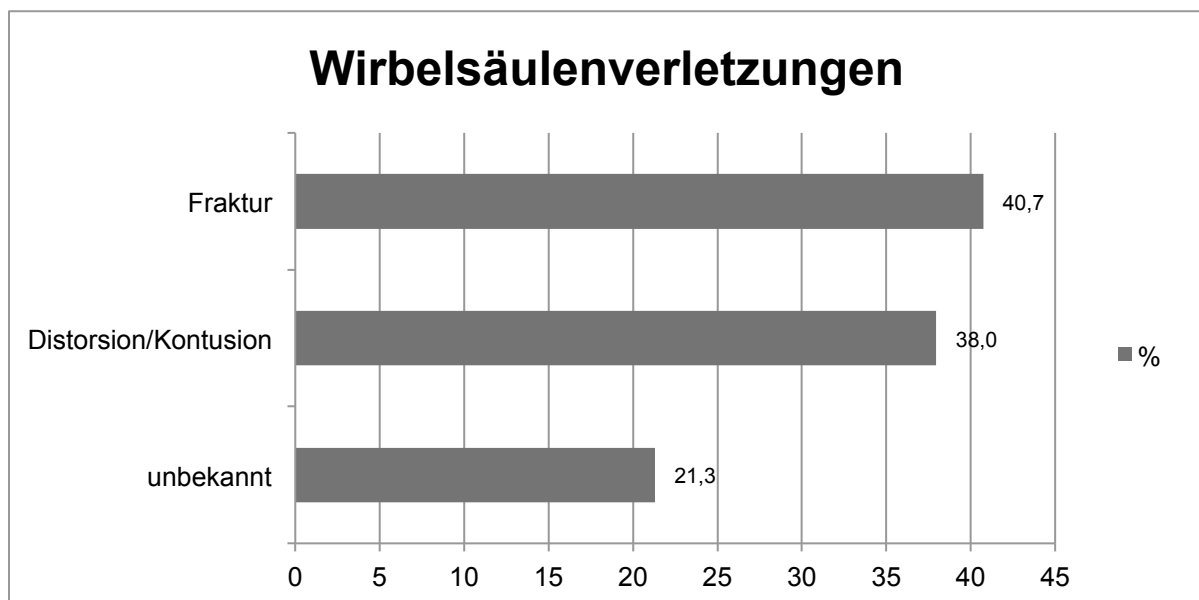


Abbildung 19: Wirbelsäulenverletzungen der Skifahrer (n=108)

Bei den Unterarm- und Handgelenksverletzungen war die Rate der Frakturen mit 78,4 Prozent (n=76) am größten. Die Rate der Distorsionen und Kontusionen war

10,3 Prozent (n=10) und die der Schnitt- und Schürfwunden lag bei 5,2 Prozent (n=5). Bei 6,2 Prozent (n=6) konnte keine genau Diagnose erstellt werden (Abbildung 20).

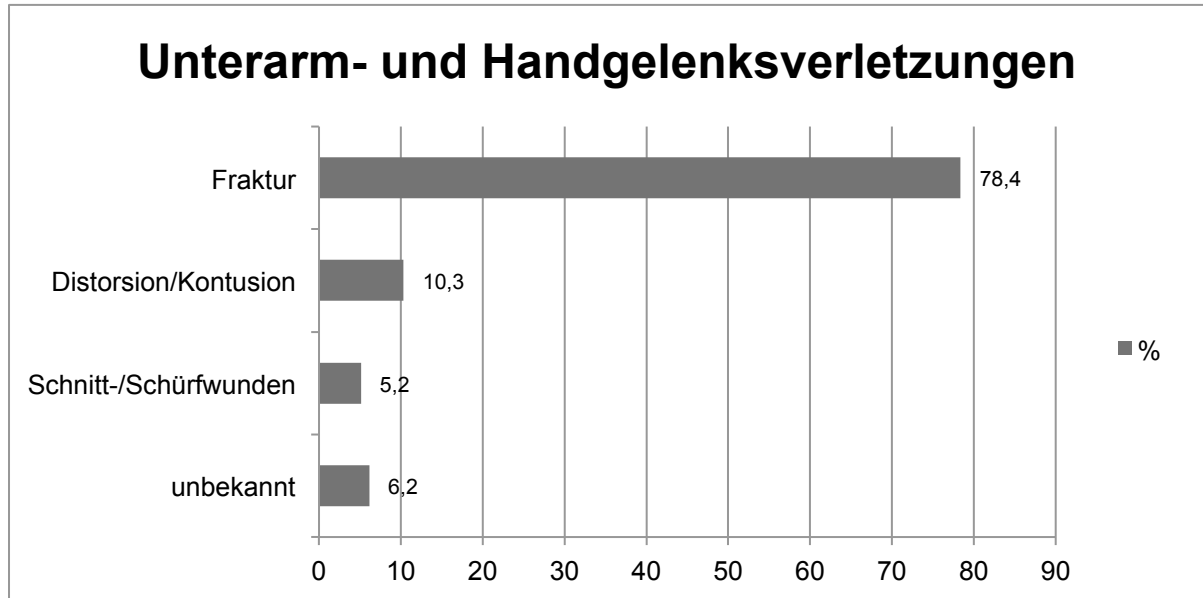


Abbildung 20: Unterarm- und Handgelenksverletzungen der Skifahrer (n=97)

Die häufigste verletzte Körperregion der Snowboarder war der Unterarm, bzw. das Handgelenk (29,4 Prozent, n=287), Schulter- und Oberarmtraumen hatten einen Anteil von 21,9 Prozent (n=214) und Kopfverletzungen hatten einen Anteil von 10,8 Prozent (n=105). Das Knie war in 8,8 Prozent (n=86) der Unfälle betroffen, Unterschenkel und Sprunggelenk in 8,3 Prozent (n=81) und die Wirbelsäule in 8,1 Prozent (n=79) der Unfälle. Die restlichen Traumen hatten Anteile zwischen 0,2 Prozent (n=2) bei den Fuß- und Zehenverletzungen sowie bei den Polytraumen und 3,4 Prozent (n=33) bei den Ellenbogentraumen (Abbildung 21).

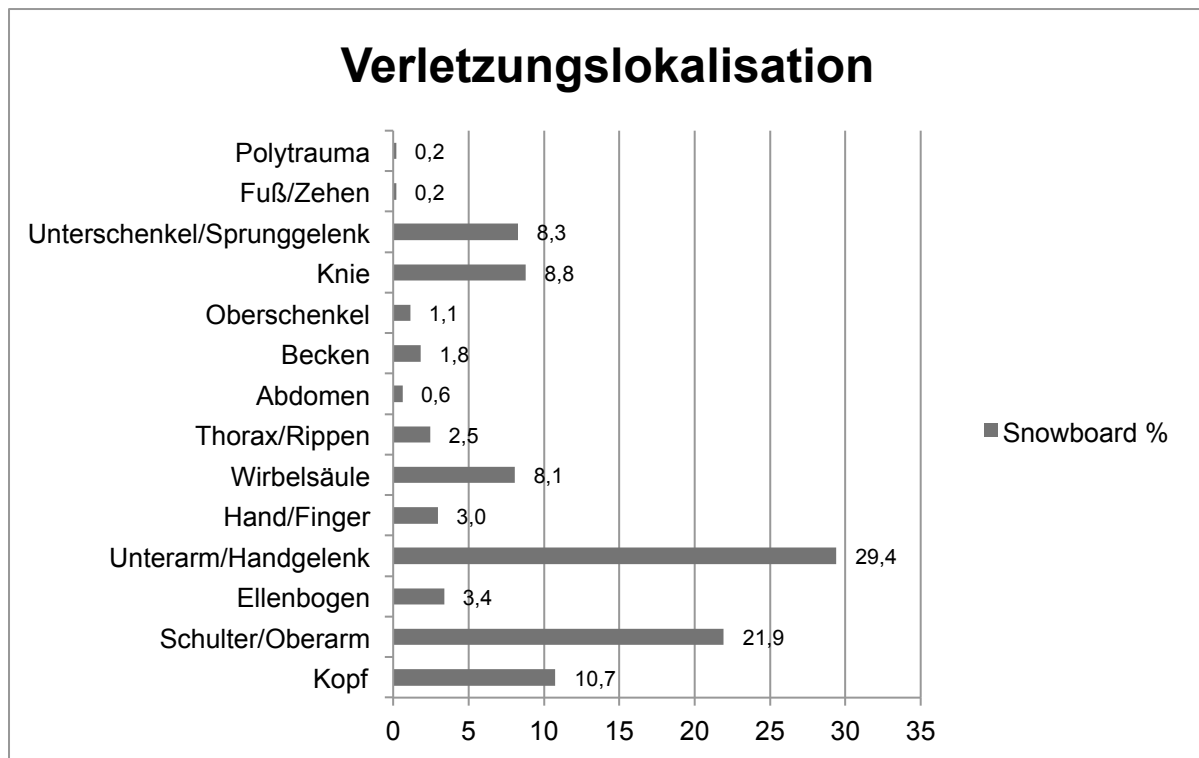


Abbildung 21: Verletzte Körperregionen der Snowboarder (n=977)

Verletzungsart der am häufigsten betroffenen Körperregionen der Snowboarder

Unter den Unterarm- und Handgelenksverletzungen der Snowboarder hatten Frakturen mit 82,9 Prozent (n=238) den größten Anteil. Distorsionen und Kontusionen hatten einen Anteil von 5,2 Prozent (n=15), und auf Verletzungen des Bandapparates legte sich die Bergwacht in 1,1 Prozent (n=3) fest. Schnitt- und Schürfwunden hatten einen Anteil von 0,4 Prozent (n=1) und bei 10,5 Prozent (n=30) konnte keine genaue Diagnose festgestellt werden (Abbildung 22).

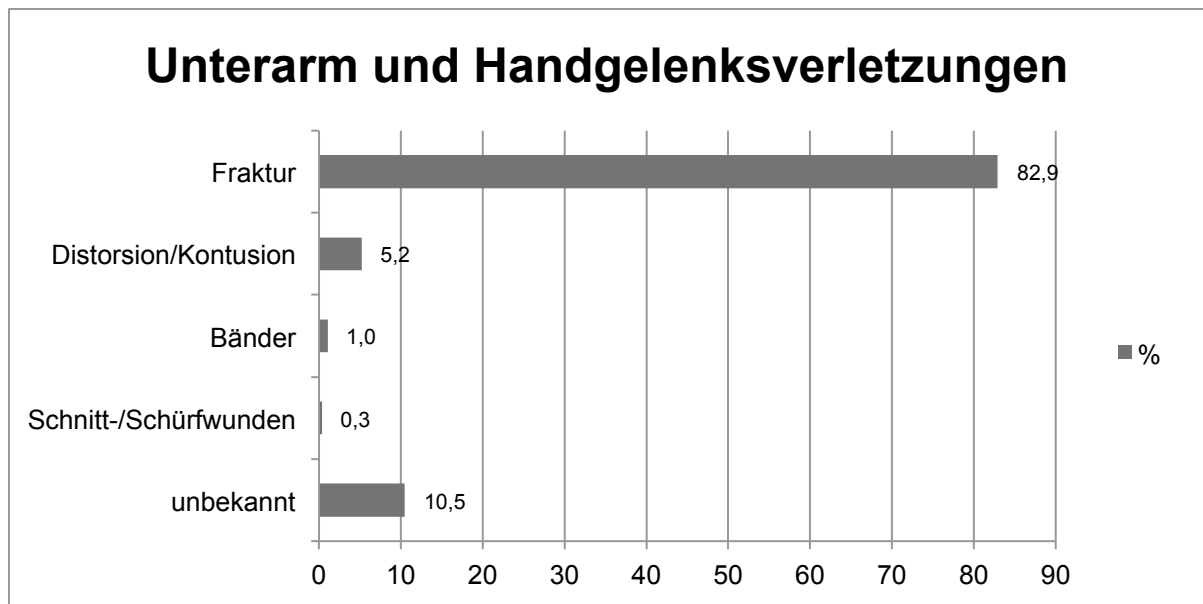


Abbildung 22: Unterarm- und Handgelenksverletzungen der Snowboarder (n=287)

Unter den Schulter- und Oberarmverletzungen hatten Claviculafrakturen mit 31,8 Prozent (n=68) den größten Anteil. Humerusfrakturen hatten einen Anteil von 23,8 Prozent (n=51), und die Rate der Luxationen war 16,8 Prozent (n=36). Distorsionen oder Kontusionen wurden bei einem Anteil von 9,8 Prozent (n=21) verzeichnet, Schnitt- oder Schürfwunden bei einem Anteil von 0,9 Prozent (n=2) und Bänderverletzungen wurden bei einem Anteil von 0,5 Prozent (n=1) diagnostiziert. Bei 16,4 Prozent (n=35) konnte keine genaue Diagnose gestellt werden (Abbildung 23).

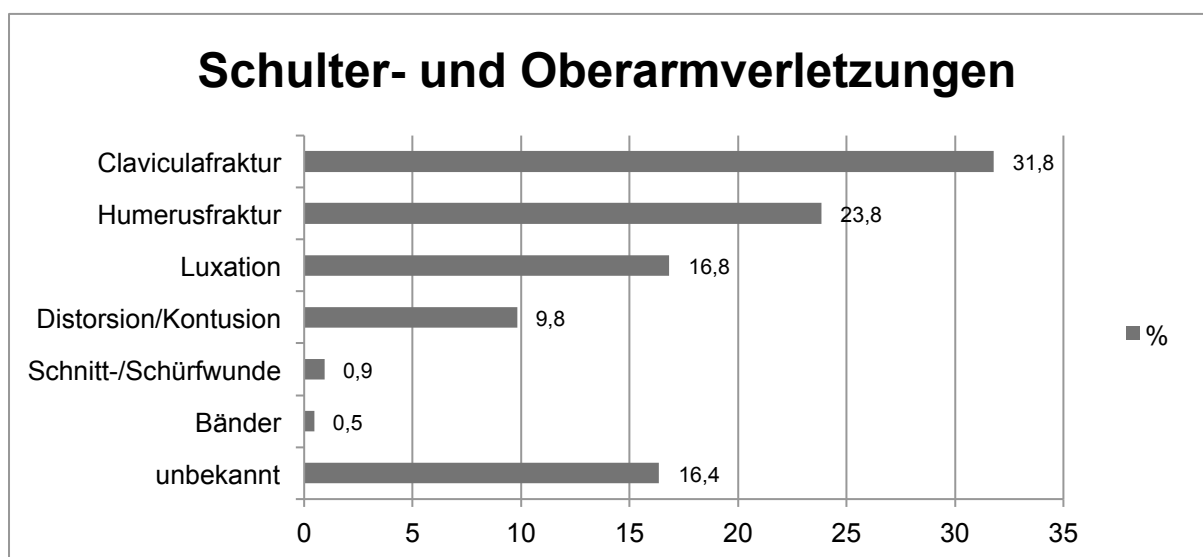


Abbildung 23: Schulter- und Oberarmverletzungen der Snowboarder (n=214)

Die häufigste aller Kopfverletzungen der Snowboarder war mit einem Anteil von 55,2 Prozent (n=58) eine Commotio, Schnitt-, Schürf- oder Platzwunden hatten einen Anteil von 29,5 Prozent (n=31), Frakturen von 8,6 Prozent (n=9), und eine Epistaxis kam bei einem Anteil von 1,9 Prozent (n=2) vor. Bei 4,8 Prozent (n=5) konnte keine genaue Diagnose gestellt werden (Abbildung 24).

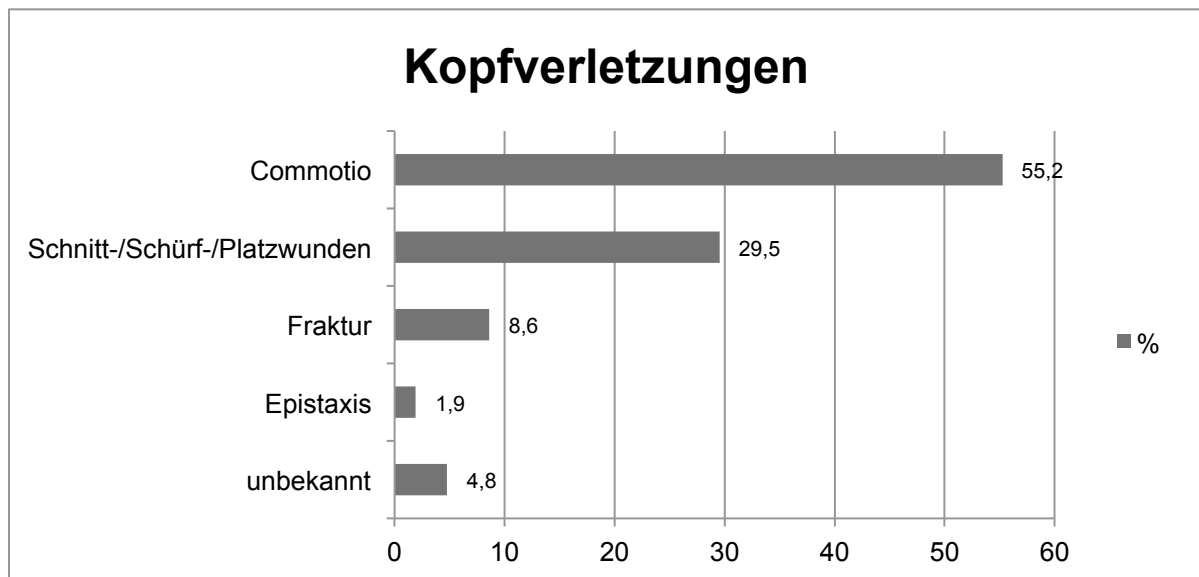


Abbildung 24: Kopfverletzungen der Snowboarder (n=105)

Unter den Kniegelenkstraumen der Snowboarder hatten Bänderverletzungen den größten Anteil mit 30,2 Prozent (n=26), Schnitt- und Schürfwunden hatten einen Anteil von 7,0 Prozent (n=6) und die Raten der Patellafrakturen und Distorsionen, bzw. Kontusionen waren jeweils 3,5 Prozent (n=3). Bei 55,8 Prozent (n=48) konnte keine genaue Diagnose gestellt werden (Abbildung 25).

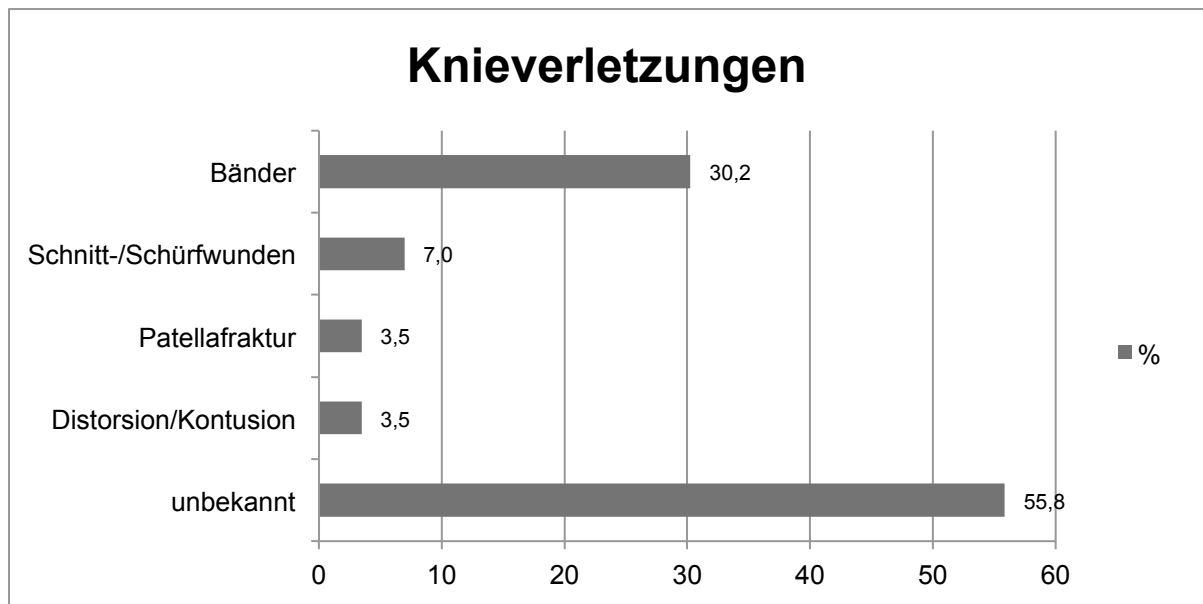


Abbildung 25: Knieverletzungen der Snowboarder (n=86)

Bei den Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen der Snowboarder hatten Frakturen mit 49,4 Prozent (n=40) den größten Anteil, Bänderverletzungen hatten einen Anteil von 14,8 Prozent (n=12), Schnitt- und Schürfwunden hatten einen Anteil von 11,1 Prozent (n=9) und Distorsionen oder Kontusionen hatten einen Anteil von 6,2 Prozent (n=5). Bei 18,5 Prozent (n=15) konnte keine genaue Diagnose gestellt werden (Abbildung 26).

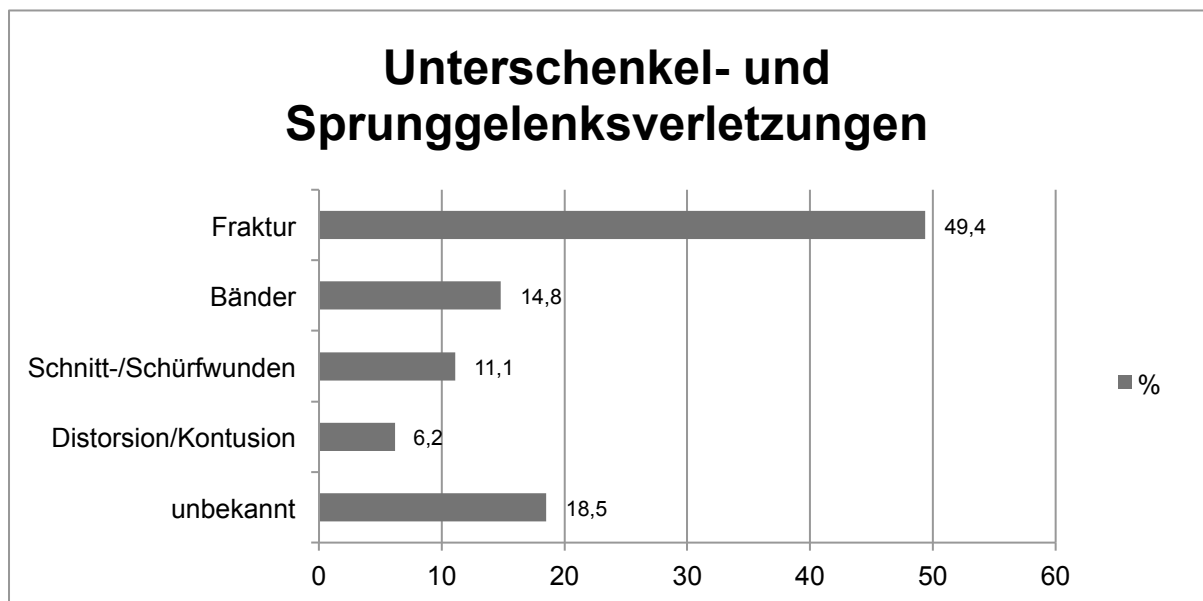


Abbildung 26: Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen der Snowboarder (n=81)

Unter den Wirbelsäulentraumen der Snowboarder hatten Frakturen mit 41,8 Prozent (n=33) die größte Rate. Distorsionen und Kontusionen hatten eine Rate von 35,4 Prozent (n=28). Bei 22,8 Prozent (n=18) konnte keine genaue Diagnose gestellt werden (Abbildung 27).

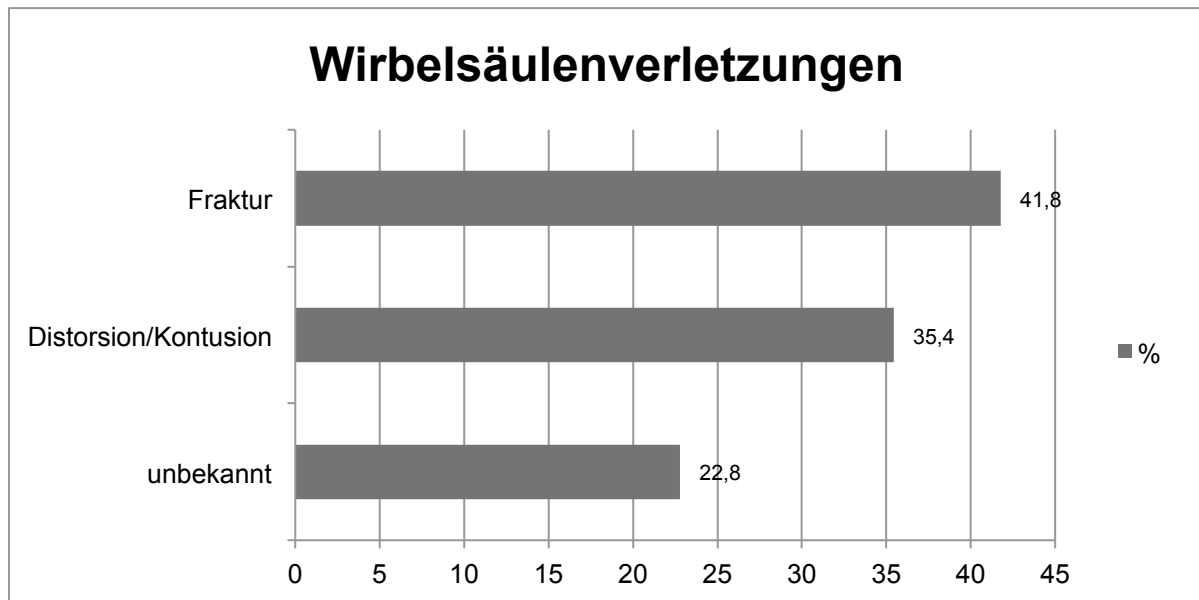


Abbildung 27: Wirbelsäulenverletzungen der Snowboarder (n=79)

Die zehn häufigsten Verletzungsmuster der Skifahrer

Die häufigste Verletzung der Skifahrer insgesamt war mit einem Anteil von 10,6 Prozent (n=198) eine Bänderverletzung im Kniegelenk. Unterschenkel- und Sprunggelenksfrakturen waren mit einem Anteil von 6,7 Prozent (n=124) die zweithäufigsten Verletzungen, gefolgt von Commotios mit einem Anteil von 5,6 Prozent (n=105). Schnitt-, Schürf- und Platzwunden am Kopf hatten einen Anteil von 4,7 Prozent (n=88), Schulterluxationen von 4,3 Prozent (n=80) und Unterarm- und Handgelenksfrakturen von 4,1 Prozent (n=76). Frakturen des Humerus hatten einen Anteil von 3,9 Prozent (n=37), Claviculafrakturen von 3,7 Prozent (n=69), Wirbelsäulenfrakturen von 2,4 Prozent (n=44), und Distorsionen und Kontusionen der Wirbelsäule hatten einen Anteil von 2,2 Prozent (n=41) (Abbildung 28). Bei insgesamt 33,5 Prozent (n=624) konnte neben der Verletzungslokalisation keine genaue Diagnose durch die Bergwacht gestellt werden.

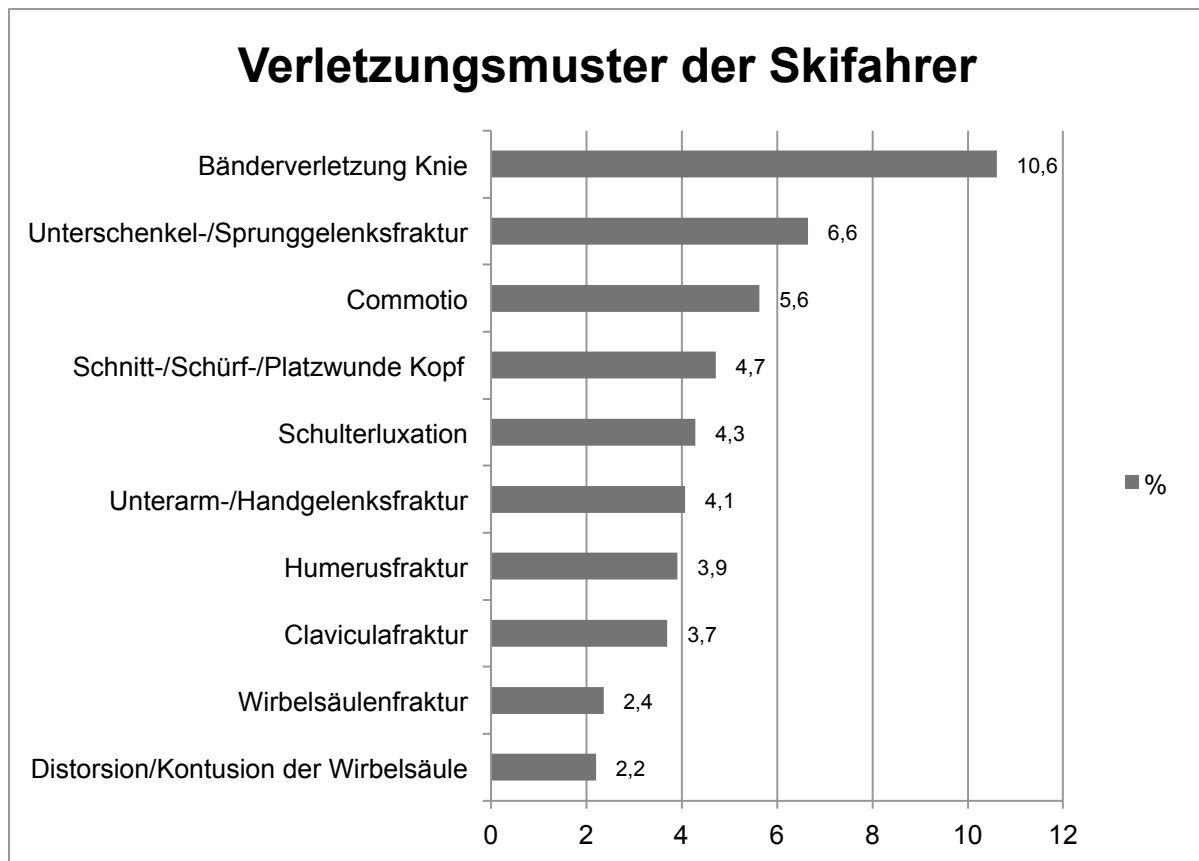


Abbildung 28: Die zehn häufigsten Verletzungsmuster der Skifahrer (n=1865)

Die zehn häufigsten Verletzungsmuster der Snowboarder

Die häufigste Verletzung der Snowboarder insgesamt war mit einem Anteil von 24,4 Prozent (n=238) eine Unterarm- oder Handgelenksfraktur. Claviculafrakturen hatten mit 7,0 Prozent (n=68) den zweitgrößten Anteil, gefolgt von Commotios mit 5,9 Prozent (n=59). Humerusfrakturen hatten eine Rate von 5,2 Prozent (n=51), Unterschenkel- und Sprunggelenksfrakturen von 4,1 Prozent (n=40), Schulterluxationen von 3,7 Prozent (n=36) und Wirbelsäulenfrakturen hatten eine Rate von 3,4 Prozent (n=33). Schnitt-, Schürf- oder Platzwunden am Kopf hatten einen Anteil von 3,2 Prozent (n=31), Distorsionen und Kontusionen der Wirbelsäule von 2,9 Prozent (n=28), und Bänderverletzungen im Kniegelenk hatten einen Anteil von 2,7 Prozent (n=26) an den Verletzungen der Snowboarder (Abbildung 29). Bei 18,0 Prozent (n=176) konnte durch die Bergwacht - neben der Verletzungslokalisation - keine genauere Diagnose gestellt werden.

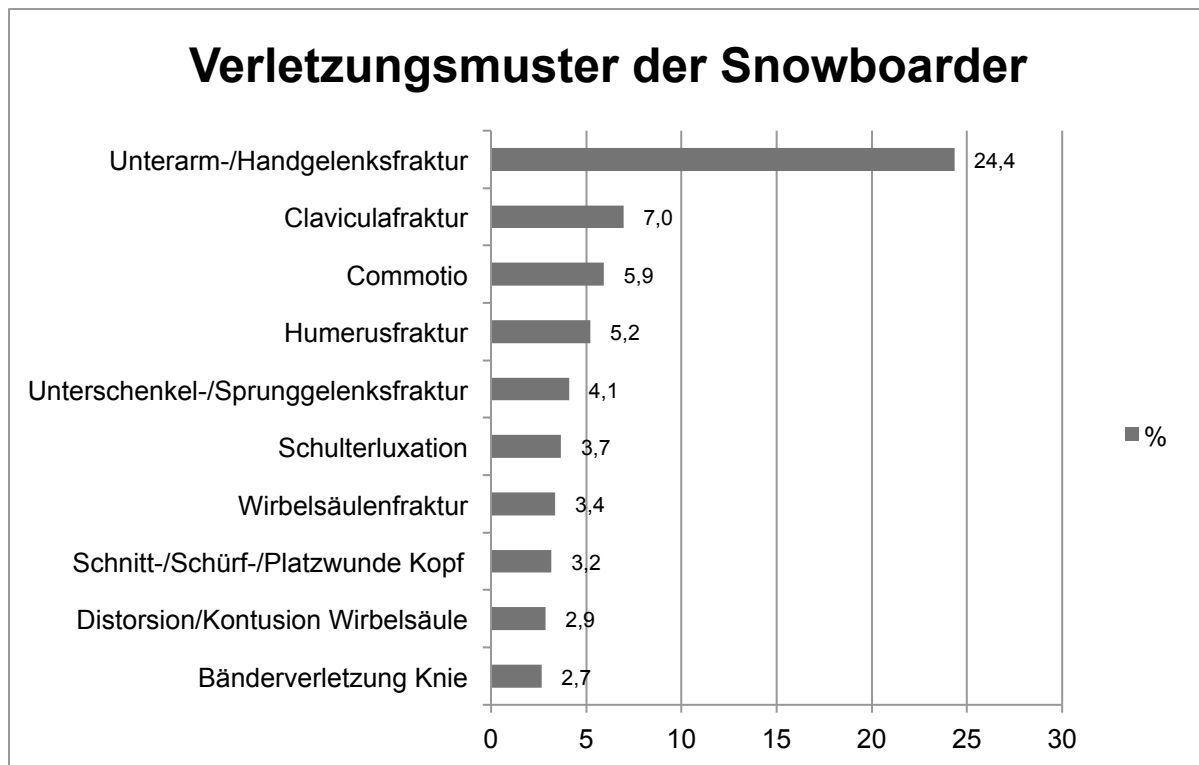


Abbildung 29: Die zehn häufigsten Verletzungsmuster der Snowboarder (n=977)

Im Vergleich der beiden Sportarten ließ sich feststellen, dass sich Snowboarder hochsignifikant häufiger in den Bereichen Schulter/Oberarm, Ellenbogen und Unterarm/Handgelenk verletzt als die Skifahrer ($p < 0,01$). Die Rate der Wirbelsäulenverletzungen war signifikant höher ($p = 0,019$). Skifahrer dagegen hatten bei den Kniegelenkstraumen und den Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen jeweils hochsignifikant höhere Raten als die Snowboarder ($p < 0,01$). Die Rate der Oberschenkelverletzungen war signifikant höher ($p = 0,011$) (Abbildung 30 und Tabelle 8 im Anhang).

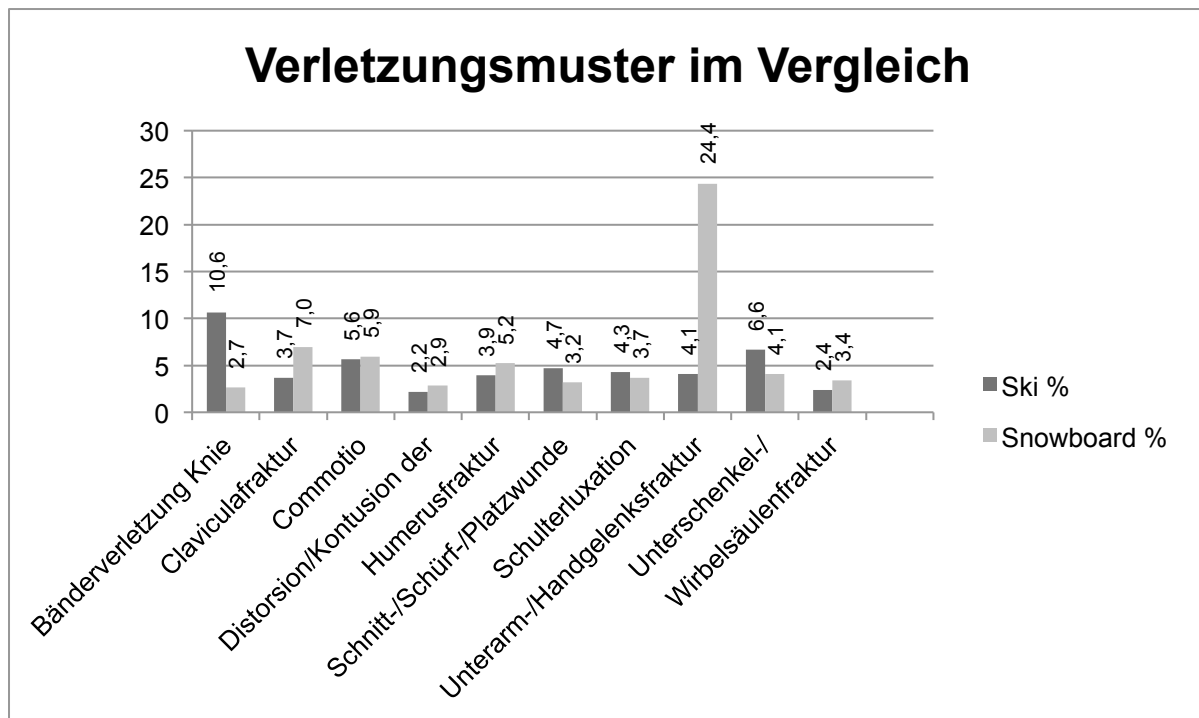


Abbildung 30: Verletzungsmuster im Vergleich (Ski: n=1865, Snowboard: n=977)

3.6 Einfluss der Begleitfaktoren auf die Verletzungen

Geschlechtsabhängige Verletzungen der Skifahrer

Der Anteil der Kopfverletzungen war bei männlichen verletzten Skifahrern mit 15,1 Prozent hochsignifikant größer als bei weiblichen mit 8,1 Prozent ($n=72$) ($p<0,01$). Auch der Anteil der Schulter- und Oberarmverletzungen war beim männlichen Geschlecht mit 22,5 Prozent ($n=218$) hochsignifikant höher als beim weiblichen mit 11,66 Prozent ($n=104$) ($p<0,01$). Die Rate der Rippen- und Thoraxtraumen war ebenfalls mit 2,4 Prozent ($n=23$) bei Männern hochsignifikant größer als bei Frauen mit 0,5 Prozent ($n=4$) ($p<0,01$). Frauen dagegen hatten bei den Knieverletzungen mit 49,6 Prozent einen hochsignifikant höheren Anteil als die Männer mit 25,4 Prozent ($n=246$) ($p<0,01$). Bei den restlichen Verletzungen ließ sich kein signifikanter Unterschied zwischen den Geschlechtern feststellen (Abbildung 31 und Tabelle 9 im Anhang).

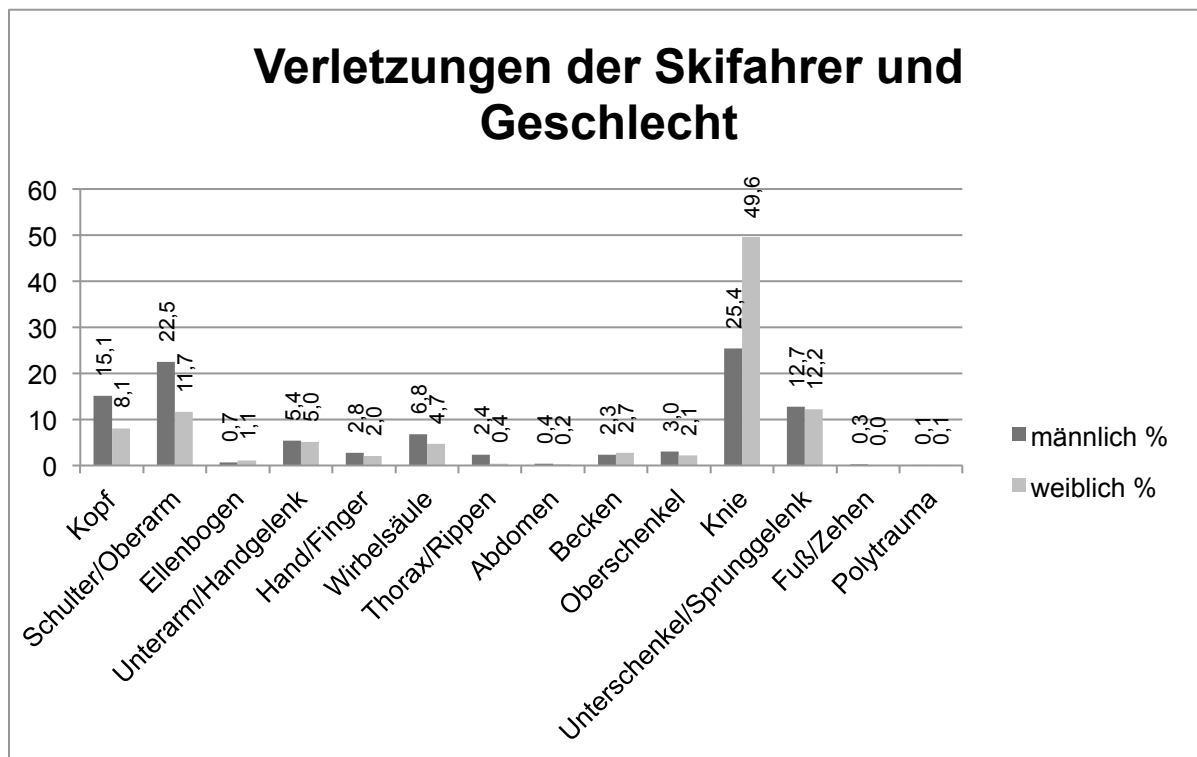


Abbildung 31: Geschlechtsabhängige Verletzungen der Skifahrer (männlich: $n=967$, weiblich: $n=892$)

Geschlechtsabhängige Verletzungen der Snowboarder

Unter den Verletzungen der Snowboarder war der Anteil der Schulter- und Oberarmverletzungen bei den Männern mit 26,8 Prozent (n=168) hochsignifikant höher als bei den Frauen mit 13,2 Prozent (n=46) ($p<0,01$). Frauen dagegen hatten mit 3,7 Prozent (n=13) eine hochsignifikant höhere Rate an Beckentraumen als Männer mit 0,8 Prozent (n=5) ($p<0,01$). Auch der Anteil der Kniegelenkstraumen war bei Frauen mit 13,5 Prozent (n=47) hochsignifikant höher als bei Männern mit 6,1 Prozent (n=38) ($p<0,01$). Bei den anderen Verletzungslokalisationen lässt sich kein signifikanter Unterschied feststellen (Abbildung 32 und Tabelle 10 im Anhang).

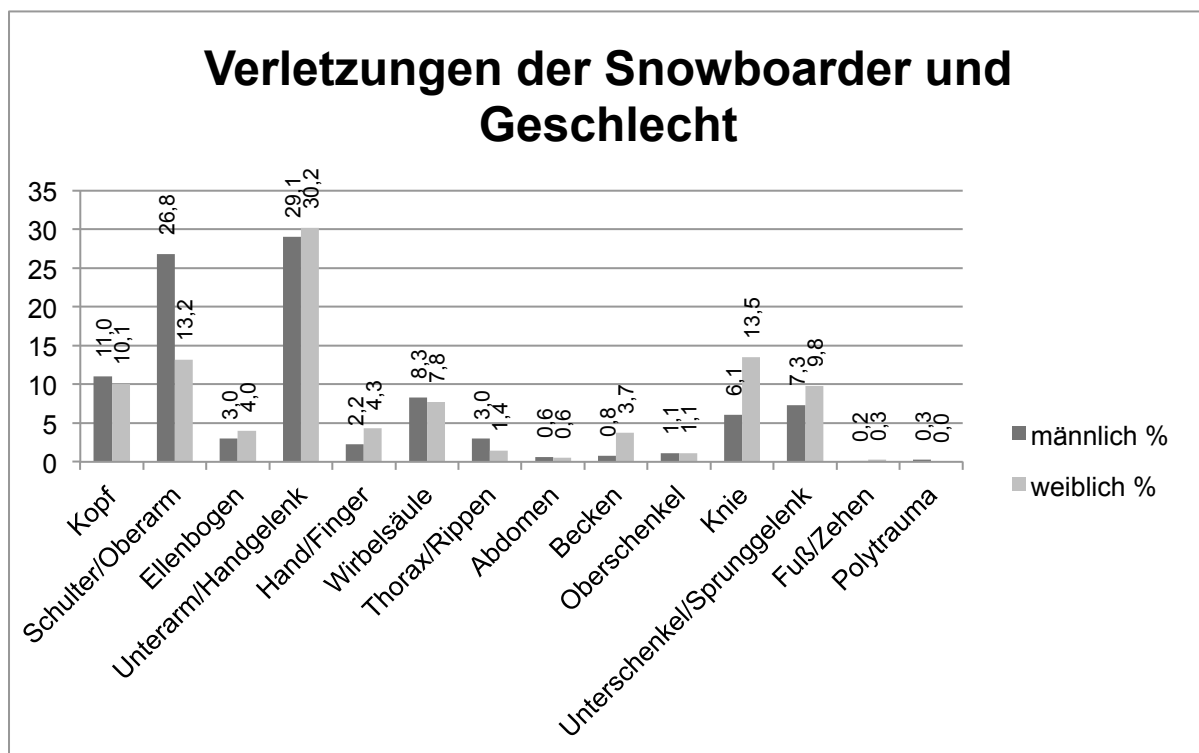


Abbildung 32: Geschlechtsabhängige Verletzungen der Snowboarder (männlich: n=626, weiblich: n=348)

Altersabhängige Verletzungen der Skifahrer

Das Durchschnittsalter der im Erfassungszeitraum verletzten Skifahrer betrug 31,7 Jahre, wobei über 85 Prozent der Patienten zwischen 10 und 59 Jahre alt waren. Davon hatte die Gruppe der 10- bis 19jährigen mit 25,4 Prozent den größten Anteil. Die genauen Anteile an Traumen lassen sich der Tabelle 11 im Anhang entnehmen.

Bei den unter zehnjährigen Skifahrern lagen die Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen mit 37,7 Prozent (n=40) an erster Stelle, gefolgt von Kniegelenksverletzungen mit 22,6 Prozent (n=24) und Wirbelsäulenverletzungen mit 9,4 Prozent (n=10). Bei den 10- bis 19jährigen waren Kniegelenkstraumen mit 29,3 Prozent (n=139) an Nummer eins, gefolgt von Kopfverletzungen mit einem Anteil von 14,8 Prozent (n=70) und Schulter- und Oberarmverletzungen mit 13,3 Prozent (n=63). In den Altersgruppen zwischen 20 und 69 Jahren hatten jeweils Kniegelenksverletzungen die größten Anteile mit Werten zwischen 29,2 Prozent (n=28) bei den 60- bis 69jährigen und 44,7 Prozent (n=143) bei den 30- bis 39jährigen. An zweiter Stelle lagen Schulter- und Oberarmverletzungen mit Anteilen zwischen 16,3 Prozent (n=52) bei den 30- bis 39jährigen und 22,9 Prozent (n=72) bei den 40- bis 49jährigen. Während bei den 20- bis 29jährigen und 30- bis 39jährigen Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen mit 11,2 (n=34), bzw. 10,3 Prozent (n=33) an dritter Stelle folgten, nahmen diesen Platz bei den 40- bis 49jährigen die Kopfverletzungen mit 10,5 Prozent (n=33) ein. In den beiden Gruppen der 20- bis 39jährigen rangierten die Kopfverletzungen mit 8,6 Prozent (n=26), bzw. 9,4 Prozent (n=30) auf dem vierten Platz, während dies bei den 40- bis 49jährigen wiederum die Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen mit 8,9 Prozent (n=28) taten. Bei den Altersgruppen der 50- bis 69jährigen waren die Anteile der Kopfverletzungen und der Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen mit 11,6 Prozent (n=22) und 12,5 Prozent (n=12) gleich hoch und somit die dritthäufigsten Verletzungen. Bei den über 70jährigen war der Anteil der Kopfverletzungen mit 30,0 Prozent (n=6) am größten, Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen, Kniegelenksverletzungen und Schulter- und Oberarmverletzungen hatten je einen Anteil von 15,0 Prozent (n=3).

Außer dem hohen Anteil der Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen bei den

unter 10jährigen ließen sich jedoch keine altersspezifischen Verletzungen ausmachen (Abbildungen 33a, b, c und Tabelle 11 im Anhang).

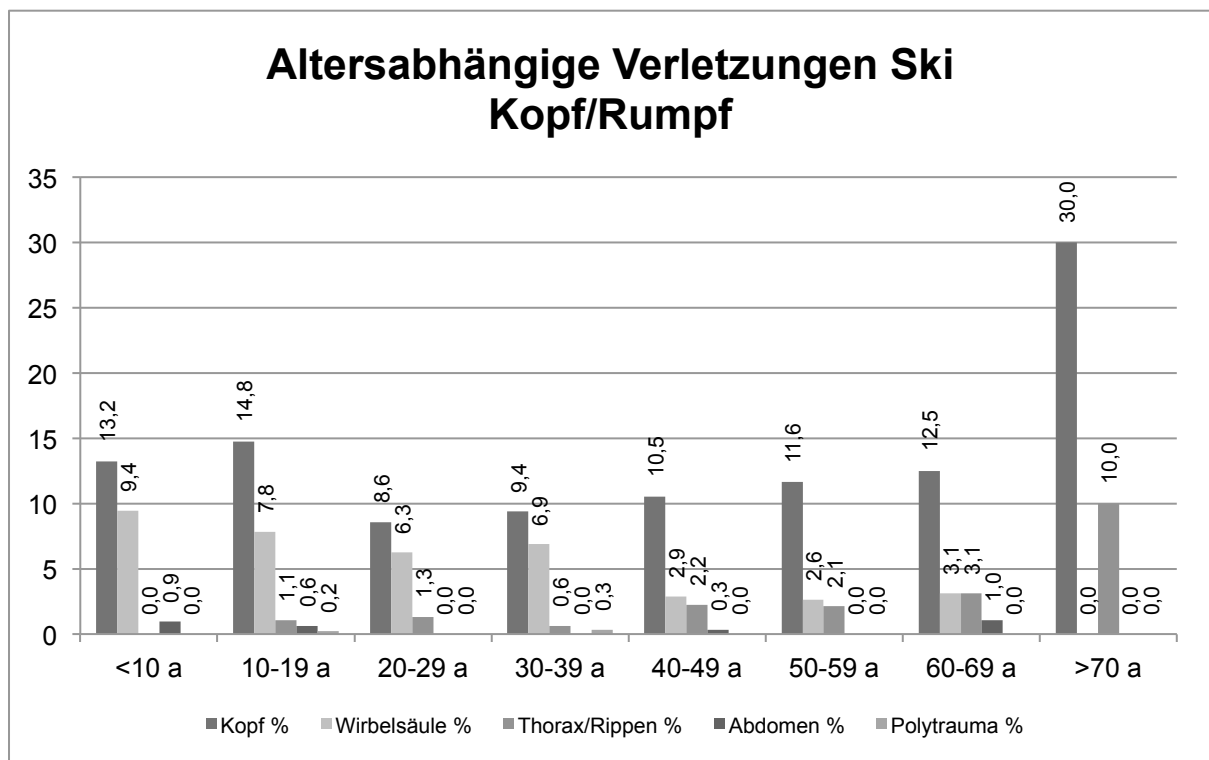


Abbildung 33a: Altersabhängige Verletzungen der Skifahrer Kopf/Rumpf (n=1865)

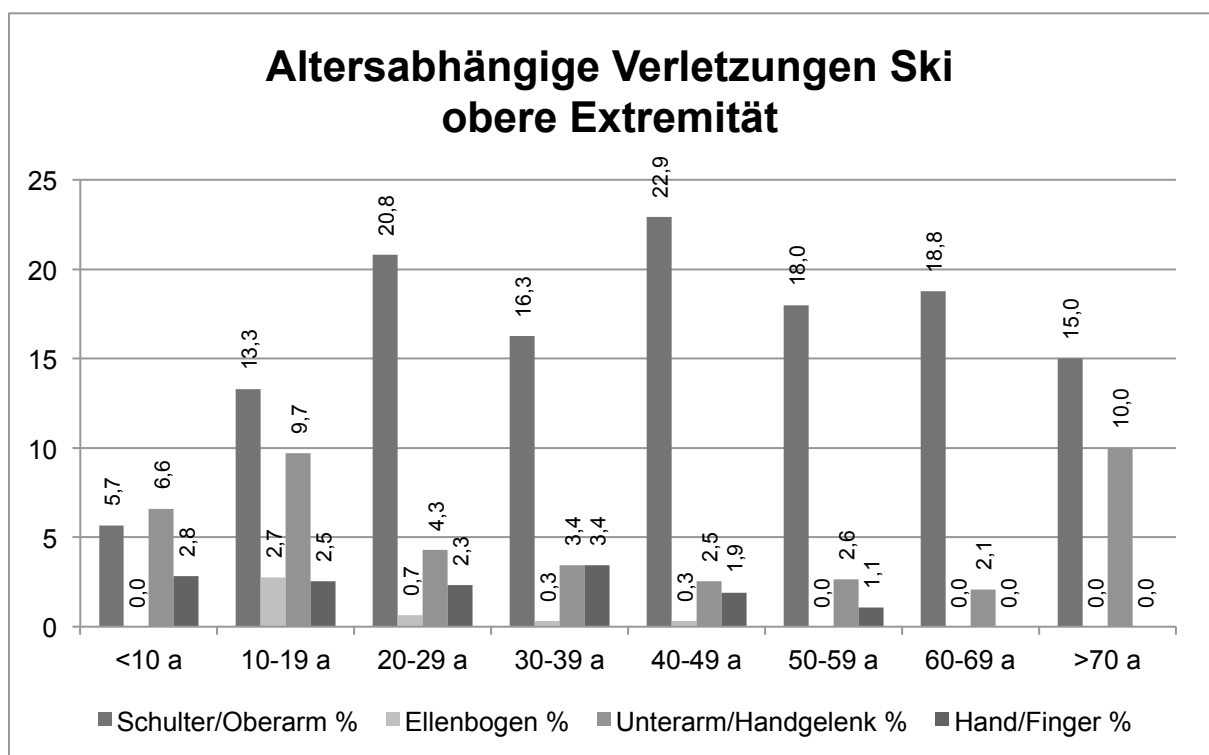


Abbildung 33b: Altersabhängige Verletzungen der Skifahrer obere Extremität (n=1865)

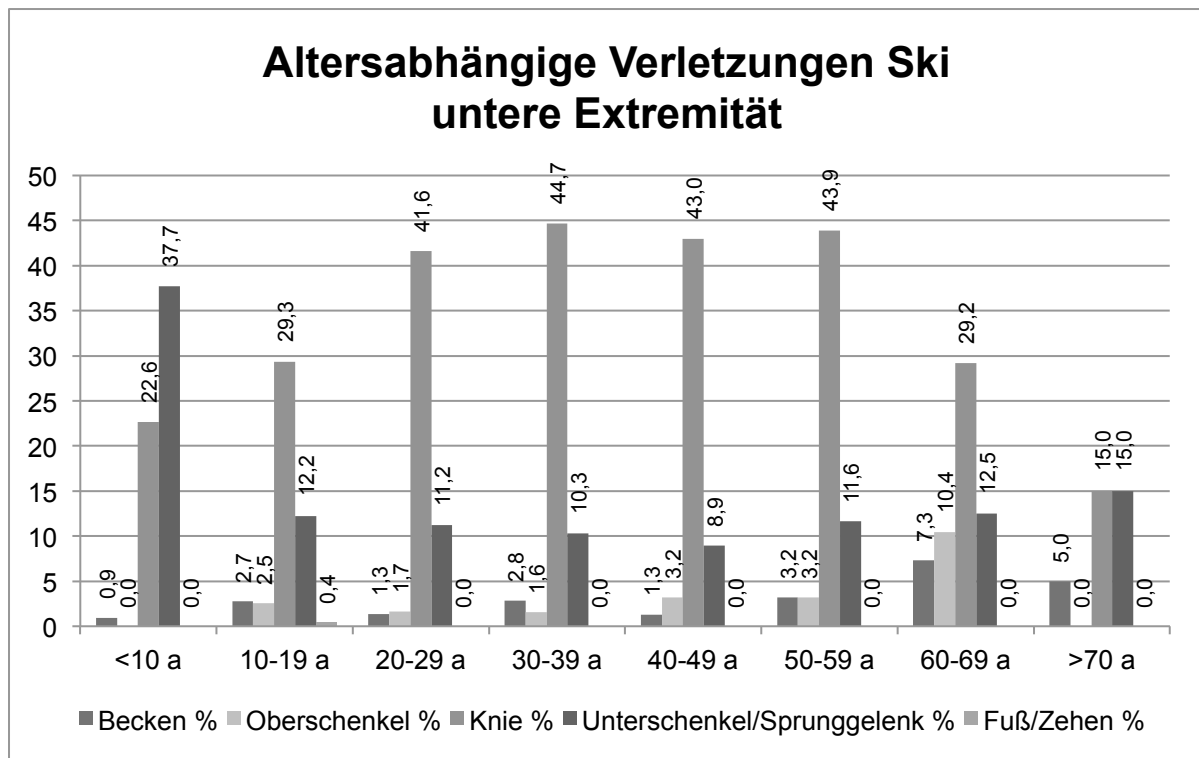


Abbildung 33c: Altersabhängige Verletzungen der Skifahrer untere Extremität (n=1865)

Altersabhängige Verletzungen der Snowboarder

Das Durchschnittsalter der im Erfassungszeitraum verletzten Snowboarder betrug 19,2 Jahre, über 90 Prozent der Patienten waren zwischen 10 und 29 Jahre alt. Davon hatte die Gruppe der 10- bis 19jährigen mit 59,7 Prozent den größten Anteil. Die genauen Anteile an Traumen lassen sich der Tabelle 12 im Anhang entnehmen.

Bei den unter zehnjährigen Snowboardern hatten Schulter- und Oberarmtraumen den größten Anteil mit 60,0 Prozent (n=3), Kopf- und Kniegelenkstraumen hatten je einen Anteil von 20,0 Prozent (n=1). Die Gesamtverletztetenzahl in dieser Altersgruppe betrug jedoch nur fünf. In den Altersgruppen zwischen 10 und 39 Jahren hatten Unterarm- und Handgelenksverletzungen sowie Schulter- und Oberarmverletzungen die größten Anteile. Während bei den 10- bis 19jährigen und den 30- bis 39jährigen die Unterarm- und Handgelenkstraumen mit 35,0 Prozent (n=204) und 27,1 Prozent (n=13) an erster Stelle lagen waren es bei den 20- bis 29jährigen die Schulter- und Oberarmverletzungen mit 28,4 Prozent (n=88). Umgekehrt lagen bei den 10- bis 19jährigen und den 30- bis 39jährigen die Schulter- und Oberarmtraumen mit 19,0 Prozent (n=111) und 16,7 Prozent (n=8) an zweiter Stelle und bei den 20- bis

29jährigen die Unterarm- und Handgelenksverletzungen mit 20,3 Prozent (n=63). Bei den 30- bis 39jährigen liegen die Knieverletzungen mit Schulter- und Oberarmverletzungen gleich auf bei 16,7 Prozent (n=8). Unter den 10- bis 19jährigen und den 20- bis 29jährigen ist der Anteil der Kopfverletzungen mit 11,0 Prozent (n=64) und 10,3 Prozent (n=32) jeweils der dritthöchste. In der Gruppe der 40- bis 49jährigen liegen Kniegelenkstraumen an erster Stelle mit 28,6 Prozent (n=4), Schulter- und Oberarmverletzungen folgen mit 21,4 Prozent (n=3) und Unterarm- und Handgelenkstraumen sowie Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen haben je einen Anteil von 14,3 Prozent (n=2) und sind damit die dritthäufigsten Verletzungen in dieser Altersgruppe.

Mit zunehmendem Alter scheinen unter den Snowboardern die Verletzungen der unteren Extremität zugunsten der oberen zuzunehmen. Ansonsten ließen sich jedoch keine altersspezifischen Verletzungsmuster ausmachen (Abbildungen 34a, b, c und Tabelle 12 im Anhang).

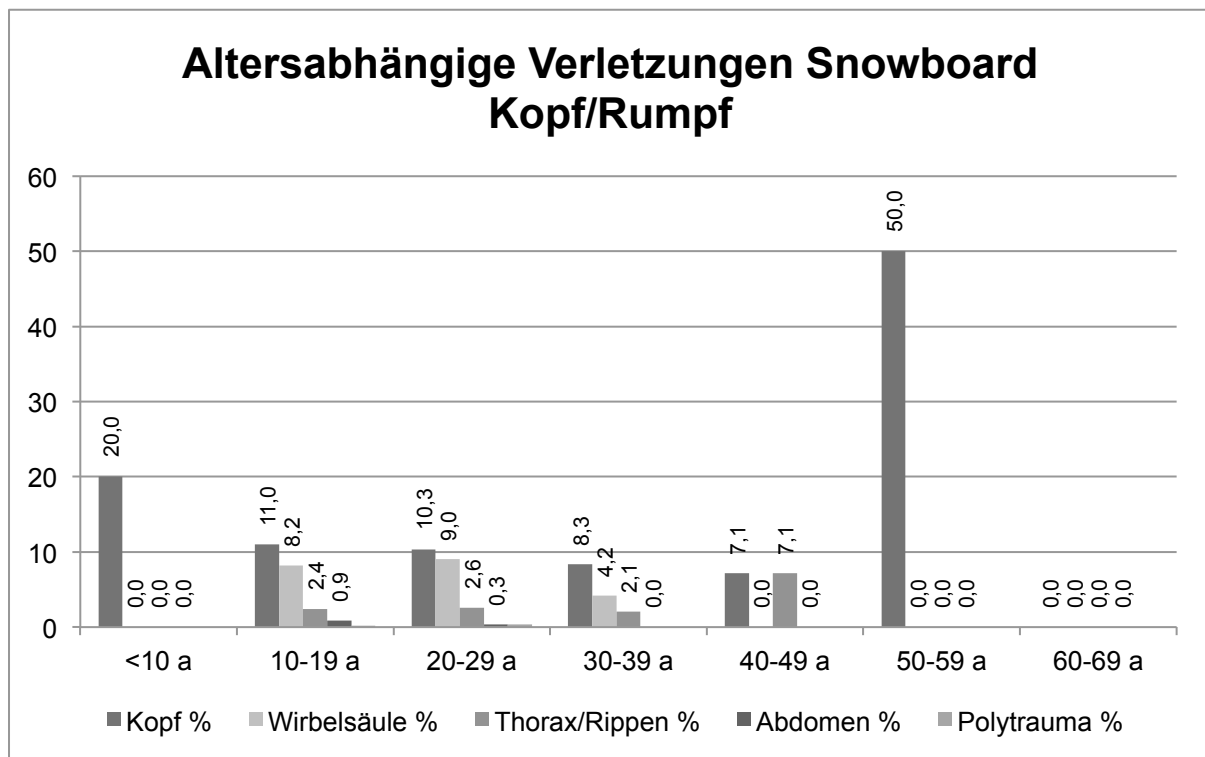


Abbildung 34a: Altersabhängige Verletzungen der Snowboarder Kopf/Rumpf (n=977)

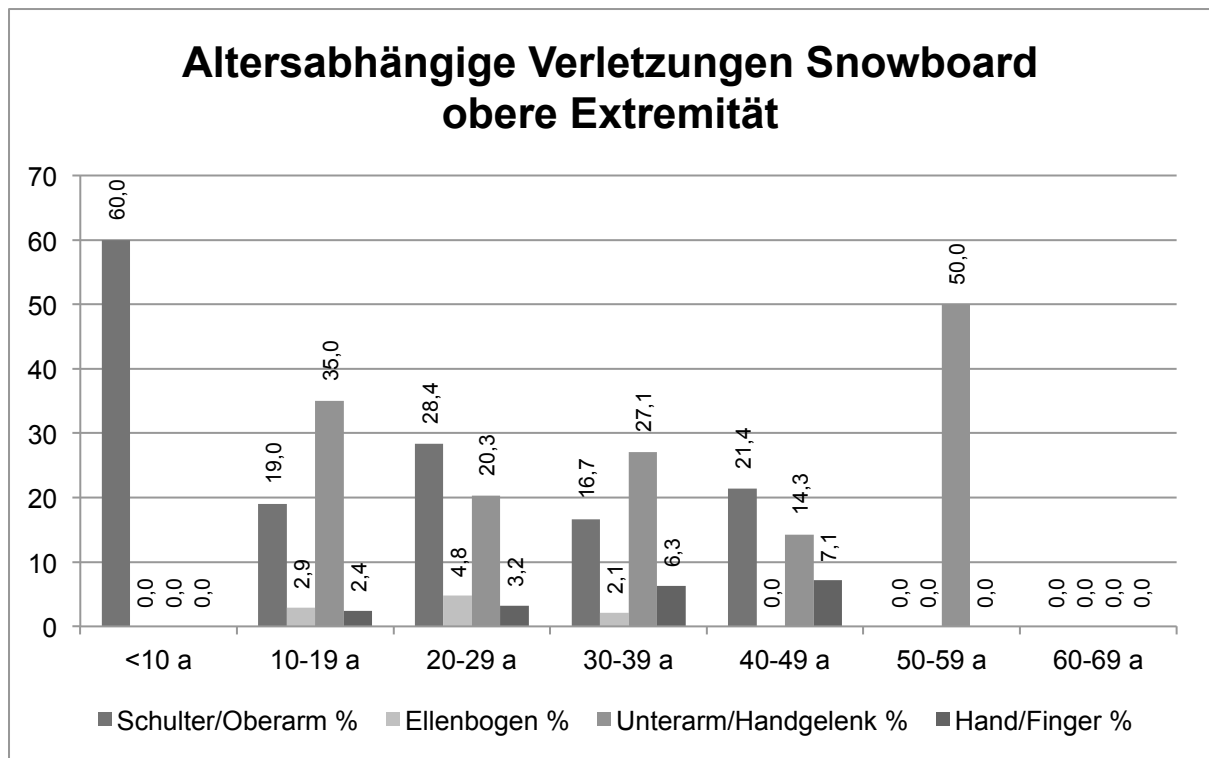


Abbildung 34b: Altersabhängige Verletzungen der Snowboarder obere Extremität (n=977)

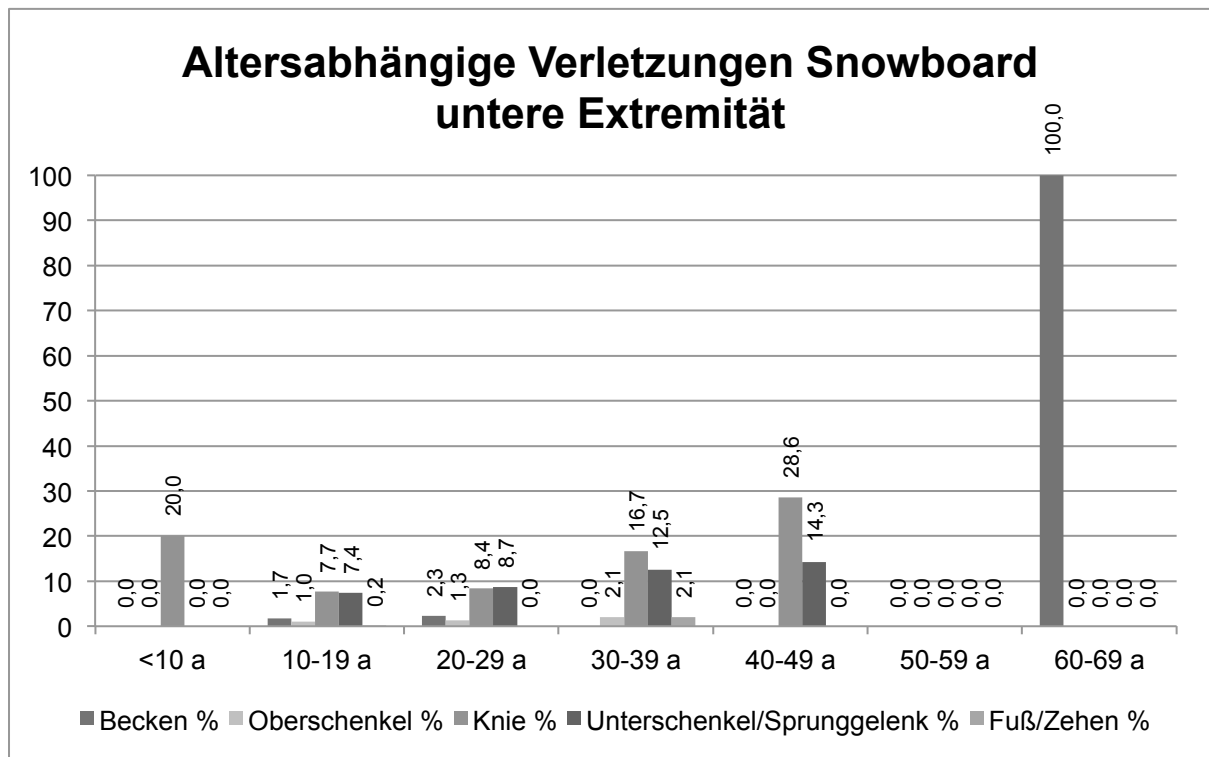


Abbildung 34c: Altersabhängige Verletzungen der Snowboarder untere Extremität (n=977)

Geländeabhängige Verletzungen der Skifahrer

Im Fungelände war der Anteil der Wirbelsäulentraumen mit 17,6 Prozent (n=13) hochsignifikant größer als in den anderen Geländen, in denen die Anteile zwischen 4,6 Prozent (n=3) auf schwarzen Pisten und 7,8 Prozent (n=4) in freiem Gelände lagen ($p<0,01$). Auf den schwarzen Pisten waren die Raten der Thorax- und Rippentraumen mit 6,1 Prozent (n=4) hochsignifikant größer als in den anderen Geländen, deren Raten zwischen null Prozent in Fungelände und 3,9 Prozent (n=2) in freiem Gelände lagen ($p<0,01$). Auch die Anteile der Kniegelenkstraumen waren auf schwarzen Pisten mit 53,0 Prozent (n=35) hochsignifikant größer als in den restlichen Geländen, deren Anteile zwischen 17,6 Prozent (n=13) in Fungelände und 38,4 Prozent (n=227) lagen ($p<0,01$).

Für die restlichen Verletzungslokalisationen konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Geländes festgestellt werden; zu erwähnen sei jedoch: Die größten Anteile der Unterarm- und Handgelenksverletzungen mit 6,1 Prozent (n=36), der Hand- und Fingerverletzungen mit 3,2 Prozent (n=19) und der Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen mit 15,4 Prozent (n=91) gab es auf blauen Pisten. Die höchsten Raten der Kopftraumen mit 14,9 Prozent (n=11), der Schulter- und Oberarmtraumen mit 24,3 Prozent (n=18) und der Oberschenkeltraumen mit 4,1 Prozent (n=3) gab es im Fungelände. Der höchste Anteil der Beckenverletzungen war im freiem Gelände mit einem Anteil von 3,9 Prozent (n=2) zu finden (Tabelle 13 im Anhang).

Geländeabhängige Verletzungen der Snowboarder

Hochsignifikante Unterschiede gab es in den Anteilen der Schulter- und Oberarmverletzungen. Der größte Anteil war auf schwarzen Pisten mit 31,6 Prozent (n=6), der niedrigste Anteil war auf den blauen Pisten mit 13,9 Prozent (n=42) ($p<0,01$). Im freien Gelände gab es keine Schulter- und Oberarmverletzungen. Auf den schwarzen Pisten war der Anteil der Oberschenkeltraumen mit 15,8 Prozent (n=3) hochsignifikant höher als in den anderen Geländen, deren Anteile zwischen null Prozent in freiem Gelände und 1,1 Prozent (n=2) lagen ($p<0,01$).

In freiem Gelände war der Anteil Kniegelenkstraumen mit 30,0 Prozent (n=3) hochsignifikant größer als in den anderen Geländen, deren Anteile zwischen 4,0 Prozent (n=7) im Fungelände und 12,3 Prozent (n=37) auf blauen Pisten lagen ($p<0,01$). Die Anteile der Wirbelsäulentraumen waren mit 20,0 Prozent (n=2) in freiem Gelände signifikant höher als in den anderen, wo die Anteile zwischen 6,1 Prozent (n=27) auf roten Pisten und 13,1 Prozent (n=23) im Fungelände lagen ($p=0,026$).

Auf roten Pisten war der Anteil der Rippen- und Thoraxtraumen mit 4,0 Prozent (n=18) signifikant höher als in den restlichen Geländen, deren Anteile zwischen null Prozent auf schwarzen Pisten und im freien Gelände und 2,9 Prozent (n=5) im Fungelände lagen ($p=0,031$).

Für die restlichen Verletzungslokalisationen konnten keine signifikanten Unterschiede bezüglich des Geländes festgestellt werden, zu erwähnen sei jedoch: Die größten Anteile der Kopfverletzungen mit 14,2 Prozent (n=43), der Unterarm- und Handgelenkstraumen mit 33,4 Prozent (n=101) und der Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen mit 10,3 Prozent (n=31) waren auf blauen Pisten zu finden. Der höchste Anteil der Ellenbogentraumen war mit 5,3 Prozent (n=1) auf den schwarzen Pisten zu finden und die höchste Rate der Hand- und Fingerverletzungen gab es mit 10,0 Prozent (n=1) in freiem Gelände (Tabelle 14 im Anhang).

Einfluss von Kollisionen auf die Verletzungen

Hochsignifikante Unterschiede der Verletzungsraten durch Kollisionen gab es bei den Skifahrern in mehreren Bereichen. So war die Rate der Kopftraumen durch Kollisionen mit 29,4 Prozent (n=47) hochsignifikant höher als die ohne Fremdbeteiligung mit 10,1 Prozent (n=171) ($p<0,01$). Ebenso war die Verletzungsrate der Wirbelsäulentraumen mit 11,3 Prozent (n=18) in der Gruppe mit Kollisionen hochsignifikant höher als die, in der Gruppe ohne Fremdbeteiligung mit 5,2 Prozent (n=89) ($p<0,01$). Auch Thorax- und Rippentraumen kamen in der Gruppe der Kollisionen mit 11,3 Prozent (n=18) hochsignifikant häufiger vor als in der Gruppe ohne Fremdbeteiligung mit 5,2 Prozent (n=89) ($p<0,01$). Die Rate der

Beckentraumen mit Kollision war mit 5,6 Prozent (n=9) ebenfalls hochsignifikant höher als die ohne Fremdbeteiligung mit 2,2 Prozent (n=37) ($p<0,01$).

Bei den Knieverletzungen war die Rate ohne Fremdbeteiligung mit 39,1 Prozent (n=664) jedoch hochsignifikant höher als die durch Kollisionen mit 15,6 Prozent (n=25) ($p<0,01$). Auch bei den Verletzungen des Unterschenkels und Sprunggelenks ist der Anteil ohne Fremdbeteiligung mit 13,3 Prozent (n=225) hochsignifikant größer als der durch Kollisionen mit 5,6 Prozent (n=9) ($p<0,01$).

Signifikante Unterschiede konnten bei den Verletzungsraten der Abdomen- und Oberschenkeltraumen festgestellt werden. So war die Rate der Abdomenverletzungen mit Fremdbeteiligung mit 1,3 Prozent (n=2) höher als die ohne Fremdbeteiligung mit 0,2 Prozent (n=4) ($p=0,031$) und die Rate der Oberschenkelverletzungen war mit Fremdbeteiligung (5,0 Prozent, n=8) höher als die ohne Fremdbeteiligung (2,3 Prozent, n=39) ($p=0,037$).

Bei den anderen Verletzungslokalisationen der Skifahrer konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen mit und ohne Fremdbeteiligung festgestellt werden (Tabelle 15 im Anhang).

Unter den Verletzungsraten der Snowboarder gab es hochsignifikante Unterschiede im Bereich der Kopf-, Hand-/Finger- und Fuß-/Zehenverletzungen. Bei den Kopftraumen war der Anteil der durch Kollisionen verletzten Sportler (6,9 Prozent, n=11) höher, als der Anteil derer, die sich ohne Fremdbeteiligung (5,5 Prozent, n=93) verletzten ($p<0,01$). Bei den Hand- und Fingerverletzungen war der Anteil der Patienten die kollidierten mit 3,1 Prozent (n=5) ebenfalls höher als der, der Patienten die nicht kollidierten mit 1,4 Prozent (n=24) ($p<0,01$). Auch Unter den Fuß- und Zehenverletzungen war der Anteil derer, die sich mit Fremdbeteiligung (0,6 Prozent, n=1) verletzten höher als der Anteil derer, die sich ohne Fremdbeteiligung (0,1 Prozent, n=1) verletzten ($p<0,01$).

Bei den anderen Verletzungslokalisationen der Snowboarder konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Gruppen mit und ohne Fremdbeteiligung festgestellt werden (Tabelle 16 im Anhang).

Verletzungsmuster in Abhängigkeit des Skigebietes

Am Söllereck war unter den Skifahrern die Rate Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen mit 20,6 Prozent (n=67) hochsignifikant höher als am Fellhorn mit 11,0 Prozent (n=131) und am Nebelhorn mit 10,2 Prozent (n=36) ($p < 0,01$). Dagegen war die Rate der Schulter- und Oberarmtraumen mit 11,7 Prozent (n=38) signifikant niedriger als am Fellhorn mit 18,2 Prozent (n=216) und am Nebelhorn mit 19,3 Prozent (n=68) ($p = 0,013$). Am Nebelhorn war die Rate der Hand- und Fingerverletzungen mit 4,3 Prozent (n=15) signifikant höher als in den anderen zwei Skigebieten mit 2,0 Prozent (n=24) am Fellhorn, bzw. mit 1,9 Prozent (n=6) am Söllereck ($p = 0,044$). Bei den restlichen Verletzungen konnten keine nennenswerten Unterschiede bezüglich der Skigebiete gefunden werden (Tabelle 17 im Anhang).

Bei den Snowboardern ließ sich feststellen, dass am Fellhorn die Rate der Schulter- und Oberarmtraumen mit 25,1 Prozent (n=169) hochsignifikant höher war als am Nebelhorn (16,7 Prozent, n=35) und am Söllereck (10,8 Prozent, n=10) ($p < 0,01$). Am Söllereck war die Rate der Unterarm- und Handgelenksverletzungen mit 45,2 Prozent (n=42) hochsignifikant größer als in den anderen beiden Skigebieten, mit 28,2 Prozent (n=190) am Fellhorn und 26,2 Prozent (n=55) am Nebelhorn ($p < 0,01$). Bei den restlichen Verletzungen der Snowboarder konnten keine nennenswerten Unterschiede bezüglich der Skigebiete gefunden werden (Tabelle 18 im Anhang).

4. Diskussion

In dieser retrospektiven Studie wurden die Daten über Verletzungen und Verletzungsmuster, sowie ihren Begleitfaktoren verglichen und analysiert.

4.1 Bewertung der eigenen Ergebnisse in Gegenüberstellung zu den Ergebnissen der Literatur

Das Durchschnittsalter der Skifahrer betrug 31,7 Jahre, das der Snowboarder 19,2 Jahre. Damit lagen die Durchschnittsalter der etwa gleich hoch wie in vergleichbaren Studien mit Altersangaben zwischen 28 und 36 Jahren bei den Skifahrern und zwischen 18 und 22 Jahren bei den Snowboardern [Aschauer et al., Bladin/McCrory, Corra et al., Deibert et al., Gabl et al., Köhle, Machold et al., Mc Beth et al., Pigozzi et al.].

Auch die Geschlechterverteilung - sowohl der verletzten Skifahrer mit einem annähernd ausgeglichenen Verhältnis von 52 Prozent Männern zu 48 Prozent Frauen, als auch der verletzten Snowboarder mit einem Verhältnis von 64 Prozent Männern zu 36 Prozent Frauen - entspricht der anderer Studien, bei denen das Geschlechterverhältnis durchschnittlich bei 56 Prozent Männern zu 44 Prozent Frauen unter den Skifahrern und bei 59 Prozent Männern zu 41 Prozent Frauen unter den Snowboardern liegt. [Aschauer et al., Bladin/McCrory, Corra et al., Gabl et al., Köhle, Machold et al., Mc Beth et al., Pigozzi et al].

89 Prozent der verletzten Skifahrer und 95 Prozent der verletzten Snowboarder waren Deutsche. Unter den Skifahrern stammten 3,4 Prozent der Verunfallten aus den Niederlanden und 3,2 Prozent aus Großbritannien; unter den Snowboardern stammten 2,4 Prozent aus den Niederlanden und nur 0,3 Prozent aus Großbritannien. Die relativ hohe Anzahl der Niederländer korreliert mit dem subjektiven Eindruck der Anzahl an Sportlern auf der Piste. Oberstdorf ist ein sehr beliebter Wintersportort für Niederländer und wird immer wieder in großen Zahlen von Niederländern zu bestimmten Zeiten besucht. Die hohe Anzahl an Verletzten Briten erklärt sich dadurch, dass es in Oberstdorf ein alpines Ausbildungszentrum der British Army gibt, in dem die Soldaten Skifahren lernen sollen. In der Mehrzahl

handelt es sich hierbei um absolute Anfänger. Da es aber nicht möglich war, die Verhältnisse zwischen den sportausübenden Holländern bzw. Briten und den verletzten Sportlern darzustellen, kann auch nicht über das Risiko für Ski- und Snowboardfahrer aus diesen Nationen geurteilt werden. Aschauer et al. beschreiben jedoch ein höheres Risiko für nicht Wintersporterprobte, deren individuelles Risiko noch höher anzusetzen sei aufgrund der Tatsache, dass schlechtere Skifahrer nicht die durchschnittliche Anzahl an Tagesabfahrten erreichen, auf deren Grundlage die Risikoberechnung erfolgt [Aschauer et al.]. Unter den deutschen verunfallten Skifahrern und Snowboardern kam der größte Teil jeweils aus der Postleitzahlenregion 8, gefolgt von der Region 7 und der Region mit der Anfangsziffer 6. Vermutlich kommen die meisten Besucher auch aus der Postleitzahlenregion 8, dies kann aber nicht belegt werden und somit kann auch nicht von einem erhöhten Risiko gesprochen werden. Die hohe Anzahl der Verletzten aus der Region 7 kann dadurch erklärt werden, dass Oberstdorf an den Wochenenden ein beliebtes Ausflugsziel für Baden-Württemberger im Winter darstellt und sogar ein extra Zug, der sogenannte „Schwabenexpress“ eingesetzt wird, der von Stuttgart mit diversen Zustiegstopps Wintersportler nach Oberstdorf bringt.

Begleitfaktoren der Unfälle

Tag

In beiden Sportarten wurden die meisten Unfälle am Wochenende - samstags häufiger als sonntags - verzeichnet. Montage waren die Tage mit den wenigsten Verletzungen. Vergleicht man die beiden Sportarten, so konnte man sehen, dass sich Snowboarder samstags hochsignifikant häufiger verletzten als Skifahrer. Der Grund dafür könnte sein - beobachtet man an der Bahn zusteigende Sportler - dass junge Snowboarder wesentlich häufiger in Gruppen Tagesausflüge unternehmen als dies Skifahrer tun. Dieses Geschehen lässt sich auch vorwiegend samstags beobachten. Dies lässt sich jedoch nicht belegen.

Tageszeit

Betrachtet man die Tageszeitenverteilung, ließ sich feststellen, dass die Hauptverletzungszeit der Skifahrer zwischen 11.00 Uhr und 15.00 Uhr und die der Snowboarder zwischen 11.00 Uhr und 16.00 Uhr lag. Bei beiden Sportarten gab es einen Einschnitt zwischen 12.00 Uhr und 13.00 Uhr, der die Pausenzeit zum Mittag widerspiegelt. Signifikante Unterschiede wurden zwischen 15.00 Uhr und 16.00 Uhr, als die Snowboarder häufiger verunfallten und zwischen 16.00 Uhr und 17.00 Uhr, als die Skifahrer häufiger verunfallten, gefunden. Aschauer et al. beschreiben für Skifahrer ein über die gesamte Liftbetriebszeit des ganzen Tages gleich verteiltes Verletzungsrisiko. Snowboarder seien dagegen am späten Nachmittag eindeutig mehr gefährdet [Aschauer et al.].

Geländeverteilung

In dieser Arbeit wurde festgestellt, dass sich sowohl Skifahrer als auch Snowboarder am häufigsten auf roten Pisten, gefolgt von blauen Pisten, Fungelände, schwarzen Pisten und freiem Gelände verletzten. Diese Ergebnisse korrelieren auch mit der Häufigkeit der zur Verfügung stehenden Pisten und Geländen und sind daher auch keine Überraschungen. Im Vergleich der Sportarten wurde festgestellt, dass sich Skifahrer hochsignifikant häufiger auf roten Pisten und in freiem Gelände verletzten und signifikant häufiger auf schwarzen Pisten als Snowboarder. Snowboarder dagegen verletzten sich hochsignifikant häufiger im Fungelände als Skifahrer. Eine Umfrage des Snowboarder MBM (Monster Backside Magazin) aus dem Jahr 2003 zum Thema Vorlieben und Verhalten von Snowboardern ergab, dass 71 Prozent der befragten Snowboarder Freeride- und Powder-Fans seien, 42 Prozent bevorzugten den Funpark und lediglich 14 Prozent wollten noch gerne auf der Piste fahren [Dann et al.]. Dies ist vermutlich der Grund, warum sich die Skifahrer häufiger auf den Pisten verletzten und die Snowboarder häufiger im Fungelände. Dass sich Skifahrer hochsignifikant häufiger in freiem Gelände verletzten, ist möglicherweise ein Phänomen der sogenannten „Spurwanzen“. Spurwanzen werden von den einheimischen Wintersportlern höhnisch die Leute genannt, die den Spuren anderer Sportler ins freie Gelände folgen, obwohl sie sich dort nicht auskennen und ihr

Können nicht dem geforderten entspricht. Aus eigener Erfahrung ist der Anteil der Skifahrer unter diesen wesentlich größer als der der Snowboarder.

Verletzungsrisiko

In dieser Arbeit zeigt sich ein Gesamtrisiko von 0,1 Prozent für Ski- und Snowboardfahrer pro Sporttag. In der Literatur schwanken die Angaben zwischen 0,2 Prozent und 0,8 Prozent [Hunter, Köhle/Lloyd-Smith/Taunton, Bladin/McCrory, Floyd]. Man kann jedoch beobachten, dass die Verletzungsrisiken in den neueren Studien stets geringer ausfallen als in den älteren. Dieser Trend wird auch in den jährlich erscheinenden Unfallberichten der Auswertungsstelle für Skiunfälle der ARAG beschrieben. So sanken die Verletztenzahlen pro 1000 Skifahrer seit der Saison 1979/1980 bis zur Saison 2008/2009 um 52 Prozent [ASU]. Aus Behandlungseinrichtungen wird berichtet, dass die Verletzungszahlen in den letzten Jahren etwa konstant blieben. Die Anzahl der Sportler auf den Pisten nimmt jedoch stets zu. So wird beschrieben, dass die österreichischen Skigebiete ihre Beförderungszahlen allein zwischen den Jahren 2002 – 2007 um 35 Prozent erhöht haben [Aschauer et al.]. Die Senkung des Verletzungsrisikos in den letzten Jahren trotz steigenden Ambitionen der Sportler und zunehmender Risikobereitschaft wurde ermöglicht durch bessere und gleichmäßige Pistenpräparierung, durch hohen technischen Aufwand inklusive künstlicher Beschneigung, durch Ausbau und Absicherung der Skipisten und durch Verbesserungen im Materialsektor [Aschauer et al.].

In den verschiedenen Medien wird immer wieder im Bezug auf Ski oder Snowboardfahren von Risikosportarten gesprochen; dass diese Sportarten Jahr für Jahr gefährlicher würde und immer mehr Opfer forderten. Vergleicht man jedoch die in dieser Arbeit berechneten Verletzungen pro 1000 Stunden Sportausübung mit anderen Sportarten, zeigt sich, dass Ski- und Snowboardfahren mit 0,27 Verletzungen pro 1000 Stunden Sportausübung weit im unteren Bereich liegt (Tabelle 19).

Tabelle 19: Verletzungen pro 1000 Stunden Sportausübung anderer Sportarten [Schöffl et al.]

Sportart	Verletzungen pro 1000 Stunden	Quelle
Rugby Amateure Wettkampf	283	Gabbett
Rugby Profi Wettkampf Sommer/Winter	150/52	Gissane et al.
Eishockey – Profis	83	Mölsä et al.
Rugby Jugend	57	Gabbett
Handball Frauen Wettkampf	50	Wedderkopp et al.
Männerfußball Spiel/Training UEFA Champions League	31,6/3-5	Ekstrand
Motorradsrennen Profis – Straße, Cross, Trial	22,4	Tomida et al.
American Football Deutsche Bundesliga	15,7	Baltzer und Ghadamgahi
Handball Männer Wettkampf/ Training	14,3/0,6	Seil et al.
Basketball Profis und Amateure, Männer und Frauen	9,8	Cumps et al.
Männerfußball Profis Gesamtverletzungsrisiko	9,4	Ekstrand
Yachtsegeln –Profis – Wettkampf und Training	8,8	Neville et al.
Polo Wettkampf	7,8	Costa – Paz et al
Kitesurfen	7	Nickel
Eisklettern	4,9	Schöffl, et al.
Frauenfußball Bundesliga	3,1/1,4	Becker
Indoorklettern – Weltcup	3,1	Schöffl und Küpper
Triathlon	2,5	Burns et al.
Boxen – Amateure und Profis	2	Zazryn et al.
Mountainbike	1	Gaulrapp et al
Nordic Walking	0,9	Knobloch und Vogt
Wellenreiten	0,41	Dau et al.
Ski- und Snowboardfahren	0,27	Aktuelle Arbeit
Hallenklettern	0,08	Schöffl und Winkelmann

Im Vergleich mit anderen Sportarten zeigt sich hier, dass es sich beim Ski- und Snowboardfahren nicht um Risikosportarten handelt.

Verletzungsschwere

Snowboarder und Skifahrer hatten etwa gleich hohe Anteile an Verletzungen, die den NACA-Scores 1,4 und 5 entsprechen. Skifahrer hatten einen hochsignifikant höheren Anteil an Verletzungen nach NACA 2, und Snowboarder hatten dagegen einen hochsignifikant höheren Anteil an NACA 3 Verletzungen. NACA 6 und 7 wurden nicht vergeben. Corra et al. und McBeth et al., die in ihren Studien die Verletzungsschwere mit dem ISS (Injury severity score) gemessen haben, konnten keine Unterschiede zwischen Skifahrern und Snowboardern bezüglich der Schwere der Verletzungen herausfinden. Corra et al. verzeichneten im Jahr 2001/2002 im Bereich ISS < 4 ein Ski/Snowboardverhältnis von 55,7 Prozent zu 56,3 Prozent, im Bereich ISS 4-25 42,3 Prozent zu 42,7 Prozent und im Bereich >25 2 Prozent zu 1 Prozent [Corra et al.]. Mc Beth zeigte in einer Studie aus dem Jahr 2009 über einen zehnjährigen Zeitraum einen durchschnittlichen ISS von 20,8 auf bei ähnlicher Verteilung unter Ski- und Snowboardfahrern [McBeth]. Durch den signifikant höheren Anteil der Snowboarder dem NACA 3 entsprechend und dem signifikant niedrigeren Anteil dem NACA 2 entsprechend kommt man in dieser Arbeit auf das Ergebnis, dass sich Snowboarder schwerer verletzten als Skifahrer. Dennoch darf man nicht vergessen, dass es sich bei diesem Score um eine präklinische Klassifizierung handelt und stark subjektiven Einflüssen unterliegt. Außerdem ist dieser Score abhängig vom Ausbildungsstand und der persönlichen Erfahrung des Anwenders [Gustafson et al., Schuster et al.]. Weiss et al. empfehlen daher, dass der NACA-Score, für eine differenzierte, auf physiologischen Parametern beruhende präklinische Patientenbeurteilung und für die Herstellung einer vergleichbaren Datenbasis verschiedener Rettungsdienste durch einen entsprechenden Score ergänzt werden sollte [Weiss et al.].

Verletzungsmuster

Kopfverletzungen

Statistiken über Kopfverletzungen der Skifahrer sind sehr ernüchternd. In einer Studie von Deibert et al. wurde ein signifikanter Anstieg der Kopfverletzungsraten

zwischen 1981 und 1994 festgestellt. In den letzten Jahren der Studie stieg der Anteil auf 8,9 Prozent an [Deibert et al.]. In den Arbeiten von Cadman und Macnab et al. waren die Anteile der Kopfverletzungen zwischen 17 Prozent und 22 Prozent [Cadman, Macnab et al.]. Furrer et al. zeigte einen Anstieg der Kopfverletzungen von 12 Prozent zwischen 1984 und 1988 auf 19 Prozent zwischen 1989 und 1992 [Furrer et al.]. In einer aktuelleren Studie von Sulheim et al. aus dem Jahre 2006 liegt die Rate bei 17,6 Prozent [Sulheim et al.]. In dieser Arbeit wurde eine Kopfverletzungsrate von 11,7 Prozent festgestellt. Die durch Tragen eines Helmes reduzierbaren Verletzungen, wie Commotios und Frakturen, hatten Anteile von 48,0 Prozent bzw. 5,0 Prozent an den Kopfverletzungen. Welche der Verletzten einen Helm trugen, wurde leider nicht dokumentiert. Die Mechanismen sind entweder einfache Stürze, Stürze in Kombination mit Schlägen durch den Ski oder Skistock oder Kollisionen mit anderen Sportlern oder Gegenständen wie Sessellifte oder Pistenmarkierungen [Burtscher et al., Lindsjö et al.].

Die Kopfverletzungsraten der Snowboarder liegen in der Literatur durchschnittlich zwischen 5 und 11 Prozent [Davidson et al., Jerosch et al., Oberthaler et al., Dann et al.]. Pigozzi et al. verzeichneten eine Rate von 2 Prozent [Pigozzi et al.] und Chow et al. von 18 Prozent [Chow et al.]. In dieser Arbeit lag der Anteil der Kopfverletzungen der Snowboarder bei 10,8 Prozent, die durch Helme veringerbaren Commotios machten mit 55,2 Prozent den größten Anteil aus; unklar ist hierbei, welcher Verletzte dabei schon einen Helm getragen hat.

Helme werden immer beliebter in der Annahme, dass sie das Risiko von Kopfverletzungen reduzieren [Hennessey et al.]. Sulheim et al. fanden heraus, dass das Tragen von Helmen das Risiko von Kopfverletzungen tatsächlich um 60 Prozent reduzieren kann [Sulheim et al.]. Helme bestehen meistens aus einer energieabsorbierenden inneren Struktur aus aufgeschäumtem Polystyrol, eingearbeitet in eine äußere Schale aus hartem Kunststoff. Die Schutzwirkung des Schneesporthelems beruht einerseits darauf, die Kraft eines Einschlages auf eine möglichst große Fläche zu verteilen und somit die Aufprallenergie zu absorbieren, andererseits auf der Durchdringungsfestigkeit vor Gegenständen durch die harte Schale [BFU]. Der Helm reduziert das Risiko für Verletzungen des Schädels sowie der Anteile des Kopfes, die sonst noch vom Helm umgeben sind. Wichtig ist, dass

der Helm so eng sitzt, wie es der Tragkomfort noch erlaubt, und Kinnriemen jederzeit fest verschlossen sind. Helmgegner behaupten, dass das Tragen zu einer erhöhten Risikobereitschaft führe [Rees-Jones]. Ähnliche Argumente wurden in der Vergangenheit im Radsport benutzt, dennoch gibt es eine große Datenlage, die zeigt, dass das Risiko durch das Tragen von Helmen - ungeachtet des Verhaltens - stark reduziert wird [American Academy of Pediatrics]. Die US-Consumer Product Safety Commission erforschte, an welchen Stellen des Kopfes sich die häufigsten Einschläge ereignen und stellte fest, dass 44 Prozent dieser Stellen von einem Helm bedeckt würden. Ausserdem könnten im Ski- und Snowboardsport durchschnittlich elf tödliche Kopfverletzungen pro Jahr durch Tragen von Helmen verhindert werden [USCPSC].

Wirbelsäulenverletzungen

In der Literatur schwanken die Raten der Wirbelsäulentraumen der Skifahrer zwischen einem Prozent und 17 Prozent [Frymoyer et al., Matter et al., Bladin/McCrory/Pogorzelski, Levy et al.] In dieser Arbeit lag die Rate unter den Skifahrern bei 5,8 Prozent. Davon wiesen 40,7 Prozent Frakturen und 38,0 Prozent Distorsionen oder Kontusionen auf. Laut Tarazi et al. ereignen sich die Mehrzahl der Wirbelverletzungen der Skifahrer durch Stürze und durch Sprünge [Tarazi et al.]. Der Mechanismus bei den Sprüngen ist, dass bei einem zu flachen Aufsprung das Körpergewicht eine axiale Kraft auf die Wirbelsäule ausübt und so zu einer Stauchung oder gar zu Brüchen der Wirbelkörper und Bandscheibenverletzungen führt. Bei einem Sturz kommt es entweder durch direkte Schläge auf die Wirbelsäule, oder durch Verdrehen bzw. Überstrecken der Wirbelsäule zu Verletzungen [Köhle et al., Tarazi et al.].

Wirbelsäulenverletzungen haben bei den Snowboardern Anteile zwischen einem und 17 Prozent [Frymoyer et al., Matter et al., Bladin/Giddings/Robinson, Levy et al.]. In dieser Studie wurde ein Anteil von 8,9 Prozent festgestellt. 41,8 Prozent waren Frakturen. Auch bei den Snowboardern resultieren die meisten Verletzungen aus einfachen Stürzen, Kollisionen mit anderen Objekten (Bäume oder Pistenmarkierungen) oder Sprüngen. Die Mechanismen sind ähnlich denen der

Skifahrer. Bei den Sprüngen ist es die axiale Kraft, die auf die Wirbelkörper und die Bandscheiben ausgeübt wird, und bei den Stürzen sind es Schläge, oder Distorsionen bzw. Hyperextensionen der Wirbelsäule [Levy et al.].

Eine Möglichkeit Wirbelsäulenverletzungen zu verhindern oder zu minimieren, stellt das Tragen von Protektoren dar, wie sie auch von Motorradfahrern genutzt werden und zu ihrer Standardausrüstung gehören. Sie bestehen aus einem weichen, schaumstoffartigen Material, auf das einzelne Kunststoffplatten aufgebracht sind, die wie Kettenglieder ineinander greifen. Diese Anordnung ermöglicht eine uneingeschränkte Flexion, verhindert aber in gewissem Maße die Extension der Wirbelsäule. Somit bieten Protektoren sowohl Schutz gegen Schläge (ähnlich wie beim Helm werden sie auf eine größere Fläche verteilt und damit besser absorbiert), als auch gegen die Hyperextension der Wirbelsäule. Damit die Protektoren an ihrem Wirkungsort bleiben, verfügen sie entweder über Armschlaufen und einen Nierengurt oder sind als Westen konzipiert. Leider scheinen Protektoren jedoch bei Skifahrern weniger akzeptiert zu sein als bei Snowboardern [Franz et al.].

Obere Extremität

Schulter- und Oberarm

Verletzungsraten der Schulter und des Oberarms bei Skifahrern differieren unter verschiedenen Autoren sehr stark. Während sie bei manchen mit Raten zwischen 22 und 41 Prozent angegeben werden [Davidson et al., Sherry, Carr et al., Ungerholm et al., Kocher et al., Sutherland et al., Kuriyama et al., Weaver], liegt die Rate bei Koehle et al., bei 11 Prozent [Koehle et al.]. In dieser Arbeit lag die Rate der Schulter- und Oberarmtraumen bei 17,3 Prozent. Die häufigsten Verletzungen waren Luxationen des Glenohumeralgelenks (24,8 Prozent), Humerusfrakturen (22,7 Prozent) und Claviculafrakturen (21,4 Prozent). Laut Kocher et al. sind die häufigsten Schulter- und Oberarmverletzungen Rupturen der Rotatorenmanschette, anteriore Schulterluxationen, Sprengungen des Acromioclavikulargelenks und Claviculafrakturen [Kocher et al.]. Mit den in dieser Arbeit zur Verfügung stehenden Protokollen der Bergwacht konnte jedoch nur zwischen den oben genannten

Verletzungen unterschieden werden. Kocher et al. beschreibt als häufigsten Grund für diese Verletzungen einen Sturz, bei dem ein direkter Schlag auf die Schulter oder den Oberarm stattfindet. Eine weitere Ursache ist ein Sturz auf den ausgestreckten Arm, durch den ein axiales Moment direkt auf die Schulter einwirkt. Als dritte Möglichkeit beschreibt er eine exzentrische Muskelkontraktion des bei einem Sturz auf der Piste aufliegenden, abduzierten Oberarms [Kocher et al.]. Schulter- und Oberarmverletzungen entstehen häufiger durch eine höhere Geschwindigkeit und der dadurch resultierenden höheren Aufprallkräfte [Hunter].

Die durchschnittlichen Verletzungsraten von Schulter und Oberarm der Snowboarder nehmen in der Literatur Größen zwischen 7 und 12 Prozent ein [Davidson et al., Jerosch et al., Oberthaler et al., Shealy, Pigozzi et al.]. Jerosch et al. beschreiben eine Verletzungsrate von 19 Prozent [Jerosch et al.]. In dieser Untersuchung wurde eine Rate von 21,9 Prozent festgestellt, wobei die häufigsten Verletzungen Clavikulafrakturen (31,8 Prozent), Humerusfrakturen (23,8 Prozent) und Luxationen des Glenohumergelenks (16,8 Prozent) waren. Ein möglicher Grund für die hohe Verletzungsrate könnte sein, dass laut Müller massive Verschiebungen der Verletzungen in den Jahren von der unteren Extremität zur oberen Extremität stattgefunden haben [Müller]. Davidson et al., Müller et al. und Sasaki et al. zeigen auf, dass Anfänger (Handgelenk) und Könner (Schulter) vermehrt die obere Extremität, mittelgute Fahrer dagegen vermehrt die untere Extremität (Knie- und Sprunggelenk) verletzen [Davidson et al., Müller et al., Sasaki et al.].

Die hohe Anzahl an Schulter- und Oberarmtraumen erklärt sich, wie bei den Skifahrern auch durch Aufprallkräfte, die bedingt durch eine meist hohe Geschwindigkeit beim Sturz nach vorne über die Nase (in Fahrtrichtung vorderer Teil des Boards) entstehen oder durch das Abduzieren der oberen Extremitäten durch einen unerwarteten Schneekontakt, wobei ein Außenrotations- und Elevationsmechanismus provoziert wird [Dann et al.].

Beim Vergleich der Sportarten konnte in dieser Arbeit festgestellt werden, dass sich die Snowboarder hochsignifikant häufiger die Schulter und den Oberarm verletzten als die Skifahrer. Bestätigt wird dies auch durch Arbeiten anderer Autoren [Davidson et al., Bladin/McCrory/Pogorzelski, Shealy, Sasaki et al.]. Der Grund hierfür liegt im

Sturzverhalten, denn Stürze mit dem Snowboard zu verhindern ist, aufgrund der fixierten Beine, deutlich schwieriger als mit Skiern. Während Skifahrer durch Ausgleichsbewegungen mit den Beinen die Balance eher halten können, stürzen Snowboarder unweigerlich auf die oberen Extremitäten bzw. versuchen, reflexartig Stürze mit den Armen abzustützen.

Unterarm und Handgelenk, Hand und Finger

Mit dem Rückgang der Verletzungsraten der unteren Extremitäten bei den Skifahrern seit den 1970er Jahren konnte ein relativer Anstieg der Verletzungsraten der oberen Extremitäten festgestellt werden [Warme et al., Johnson]. Verletzungen des Unterarms und des Handgelenks werden in der Literatur nur spärlich behandelt. In einer Studie von Matsumoto et al. aus dem Jahre 2002 mit 2175 verletzten Skifahrern beträgt der Anteil der Handgelenksfrakturen an allen Frakturen 25 Prozent und ist damit die zweithäufigste Fraktur der Skifahrer nach Clavikulafrakturen [Matsumoto et al.]. Deibert et al. und Warme et al. beschreiben den „Skidaumen“, also einen Abriss des ulnaren Kollateralbandes am Daumengrundgelenk, als die häufigste Verletzung der Skifahrer im Bereich der oberen Extremität, mit Raten zwischen 7 und 8 Prozent [Deibert et al., Warme et al.]. In dieser Arbeit hatten die Verletzungen des Unterarms und des Handgelenks einen Anteil von 5,2 Prozent. Davon waren 78,4 Prozent Frakturen. Der Anteil der Hand- und Fingerverletzungen lag bei 2,4 Prozent. Der typische Mechanismus, der zum „Skidaumen“ führt, ist ein Sturz auf die ausgesteckte Hand, in der sich noch der Skistock befindet. Durch den Aufprall wirkt eine abduzierende und extendierende Kraft auf das ulnare Kollateralband. Befindet sich der Stock nicht in der Hand, und landet der Skifahrer auf der leeren Handfläche, wird eine geringere Kraft auf das Band ausgeübt, und das Risiko eines Abrisses wird deutlich minimiert. Dafür steigt jedoch das Risiko einer Handgelenksfraktur [Köhle, Hunter]. Dass die Anzahl der Handverletzungen in dieser Arbeit sehr gering ist, liegt einerseits vermutlich daran, dass der Skifahrer mit „Skidaumen“ nicht immobilisiert ist und damit auch seltener die Bergwacht aufsucht. Er geht eher auf eigene Initiative in ein Krankenhaus; andererseits kann es sein, dass die Bergwacht mit ihren eingeschränkten technischen Mitteln auf der Piste diese Verletzung schlichtweg nicht erkennt oder diagnostizieren kann.

Bei den Snowboardern ist die Datenlage zu den Unterarm- und Handgelenksverletzungen durchaus größer als bei den Skifahrern. Mit Raten von 19 - 28 Prozent sind die Unterarm- und Handgelenksverletzungen – in erster Linie distale Radiusfrakturen – in der Literatur die häufigsten Verletzungen der Snowboarder überhaupt [Davidson et al., Jerosch et al., Oberthaler et al., Shealy, Pigozzi et al.]. Dies war auch in dieser Untersuchung der Fall. Die Rate der Verletzungen lag bei 29,4 Prozent, 82,9 Prozent dieser Verletzungen wurden von der Bergwacht vor Ort als Frakturen diagnostiziert. Als Mechanismus der Entstehung der Radiusfrakturen stehen Rückwärtsstürze, welche mit ausgestreckten Armen und dorsiflektierten Händen aufgefangen werden im Vordergrund [Davidson et al., Machold et al., Shealy]. Die Radiusfraktur ist dementsprechend auch eine typische Anfängerverletzung [Chow, Janes/Abbot, Saragaglia et al., Dann et al.]. Machold et al. vermelden sogar 81 Prozent der Handgelenksverletzungen in der ersten Snowboardwoche [Machold et al.]. Eine weitere Ursache dieser Verletzung ist der Sturz bei Sprungmanövern [Müller et al.].

Beim Vergleich der beiden Sportarten konnte in dieser Arbeit ein hochsignifikanter Unterschied der Anteile an Unterarm- und Handgelenkstraumen festgestellt werden. Auch verschiedene Studien kommen auf ähnliche Ergebnisse. [Davidson et al., Bladin/Giddings/Robinson, Sasaki et al., Shealy]. Bladin/Giddings/Robinson verzeichneten beispielsweise unter den Snowboardern 16 Prozent Unterarm- und Handgelenksverletzungen und bei den Skifahrern nur 4 Prozent [Bladin/Giddings/Robinson]. Eine Möglichkeit, Handgelenksverletzungen zu verringern oder zu vermeiden, sind Handgelenksprotektoren. Es gibt sie entweder als „eigenes System“, in dem ergonomisch angepasste Kunststoffplatten palmarseitig und dorsalseitig in eine Art Bandage eingenäht sind und unter dem Handschuh getragen werden oder ein System, in dem diese Platten bereits in einem Handschuh integriert sind. Bauer und Campell beschreiben in ihren Studien, dass die Handgelenksverletzungen – insbesondere bei Anfängern – mit solchen Protektoren signifikant gesenkt werden könnten [Bauer,Campell]. Chow et al. und Fischler et al. erwähnen jedoch ein erhöhtes Risiko für Ellenbogen- und Schulterverletzungen durch die Übertragung der Kräfte auf diese Strukturen [Chow,Fischler et al.]. Die Verwendung von Handgelenksprotektoren liegt in Europa mit steigender Tendenz zwischen 16 und 53 Prozent [Campell, Dingerkus et al., Fischler et al., Müller].

Untere Extremität

Knieverletzungen

In dieser Arbeit war bei den Skifahrern das Kniegelenk mit 37,1 Prozent Anteil an allen Verletzungen am häufigsten betroffen. Dies deckt sich auch mit anderen Studien über Skiverletzungen [Aschauer et al., Sakamoto et al., Koehle et al., Hunter]. Neben den 62,5 Prozent von der Bergwacht nicht klar klassifizierten Kniegelenksverletzungen waren in 28,7 Prozent der Fälle Bandstrukturen betroffen. Eine Differenzierung zwischen Kreuzbändern und Collateralbändern sowie Meniskusschäden, konnte aufgrund der vorliegenden Unfallprotokolle in dieser Arbeit nicht stattfinden.

Die Mechanismen, die im Skisport zu einer Ruptur des vorderen Kreuzbandes führen können, unterscheiden sich grundlegend von den Dezelerations-, Richtungswechsel- und Kontakttraumata, wie sie von anderen Sportarten wie Fußball oder Basketball bekannt sind [Hunter]. Es werden dabei vier unterschiedliche Unfallhergänge, die eine Ruptur verursachen können, diskutiert. Als häufigen Mechanismus beschreiben verschiedene Autoren den „phantom-footmechanism“ oder „Quadrizepsload“ bei dem der Skifahrer das Gleichgewicht verliert, in Rücklage und dann in eine Hockstellung („back seat“) gerät. Versucht der Skifahrer den Oberkörper nun aus der Falllinie zum Bergski zu drehen behält der verkantete Talski seine Richtung bei und beschleunigt zusätzlich, wodurch sowohl ein Außenrotations- als auch ein Valgusstress am betroffenen Knie entsteht. Beim Versuch des Fahrers, den Oberkörper wieder in Vorlage zu bringen und die Balance wiederherzustellen, wird der M. quadrizeps femoris kontrahiert („violent contraction“), wodurch sich der biomechanische Stress auf das Band zusätzlich erhöht und eine vollständige Ruptur des vorderen Kreuzbandes resultieren kann. Dieser Mechanismus wird besonders bei gut trainierten Spitzensportlern beobachtet, denn die hierbei auftretenden Kräfte sorgen für eine Verschiebung der Tibia nach ventral und sind umso größer, je mehr Kraft durch den Oberschenkelmuskel aufgebaut werden kann [Ettlinger et al., McConkey, Paletta et al., Pressman et al., Warme et al.]. Als zweiten möglichen Unfallmechanismus sehen Ettlinger et al. und Paletta et al. den sogenannten „boot-induced mechanism“. Hierbei landet der Sportler nach einem Sprung, in

Hyperextension in den Kniegelenken, in Rücklage zuerst mit den Skienden auf der Piste. Beim Aufkommen mit den vorderen Skienden bzw. mit den Schuhspitzen erfolgt ein starker Vorschub der Tibia wodurch ein enormer Stress auf das vordere Kreuzband entsteht. Dieser Effekt wird durch den Hebeleffekt des steifen Skischuhs zusätzlich begünstigt [Ettlinger et al., Rossi et al.]. Von Paletta et al. werden als dritte und vierte Ätiologie der „valgus-external rotation“ und der „varus-internal rotation mechanism“ beschrieben, bei dem durch ein Verkannten des Innenskis ein Sturz nach vorne zwischen die Ski und dadurch entweder ein Aussenrotations- und Valgustrauma („Skitips out“) oder ein Innenrotations- und Varustrauma („Skitips in“) mit folgender Ruptur des ACL resultieren kann [Paletta et al.]. Mechanismen wie Kollisions- und Hyperflexionstraumen werden ebenfalls, jedoch wesentlich seltener beobachtet [Ettlinger et al., Rossi et al.].

Kombinierte Läsionen des vorderen Kreuzbandes und des Innenbandes sind bei Skifahrern häufig. Kugler et al. zeigten eine Rate von 39 Prozent auf und Paletta et al. von 26 Prozent [Kugler et al., Paletta et al.]. Barber et al. zeigten hingegen 64 vordere Kreuzband-/ Innenbandverletzungen auf, von denen 23 durch Skifahren entstanden und 41 durch andere Sportarten, ohne jedoch den Anteil der Skifahrer am Gesamtkollektiv anzugeben [Barber]. Gründe dafür sind laut Hull und Pressman et al., wie bei isolierten Kreuzbandrupturen auch, Außenrotations- und Valguskkräfte, wie sie beispielsweise bei Drehstürzen nach vorne beobachtet werden [Hull, Pressman et al.]. Auch Barber beschreibt diesen sogenannten „slow twisting fall“ [Barber]. Die von O'Donoghue bereits 1950 beschriebene „unhappy-triad“ (Kombination aus vorderer Kreuzband-, Innenband- und medialer Meniskusläsion) wird laut verschiedener Autoren inzwischen seltener beobachtet als die Triade aus vorderer Kreuzband-, Innenband- und lateraler Meniskusläsion [Kugler et al., Paletta et al., Pressman et al., Rossi et al.]. So berichten Kugler et al. über einen Anteil von 20 Prozent der Kombinationsverletzungen vorderes Kreuzband, Innenband und Aussenmeniskus der Skifahrer mit vorderer Kreuzbandruptur, während die Triade aus vorderem Kreuzband, Innenband und Innenmeniskus nur 4 Prozent ausmachten [Kugler et al.]. Barber zeigte arthroskopisch in einer Studie bei Patienten mit Verletzungen des vorderen Kreuzbandes und des Innenbandes, dass begleitende Innenmeniskusläsionen stets mit gleichzeitigem Schaden des Außenmeniskus auftreten [Barber]. Laut Cimino kommen im Skisport, im Vergleich zu anderen

Sportarten, bei denen Rupturen des vorderen Kreuzbandes auftreten, begleitende Meniskusläsionen selten vor. Wesentlich häufiger tritt dagegen eine gleichzeitige Verletzung von Innenband und Innenmeniskus auf [Cimino].

In nahezu jeder Skiunfallstatistik wird ein Zusammenhang zwischen Kniegelenkstrauma und einer falsch eingestellten Sicherheitsbindung, die nicht auslöst, festgestellt [Natri et al.]. Bouter et al. beschreiben, dass das Risiko für eine Verletzung der unteren Extremitäten um das 2,3fache ansteigt, falls sich ein Ski nicht löst und sogar um das 3,3fache, sollten sich beide Skier nicht lösen [Bouter et al.].

Bei den Snowboardern sind die Raten der Kniegelenkstraumen in der Literatur mit 15 – 21 Prozent beschrieben [Davidson et al., Jerosch et al., Oberthaler et al., Shealy, Pigozzi et al.]. Machold et al. dagegen beschreiben eine Verletzungsrate von 8 Prozent [Machold et al.]. Dies deckt sich auch mit den Ergebnissen dieser Studie (8,8 Prozent). Am häufigsten waren Verletzungen der Bänder im Kniegelenk (30,2 Prozent). Ursache für die Kniegelenksverletzungen der Snowboarder sind meistens Rotationstraumen aufgrund eines im Schnee verkeilten Boards oder eine Kollision [Janes/Abbott, Machold et al.]. Bladin/McCrory/Pogorzelski beschreiben dabei, dass meistens das vorne stehende Bein betroffen sei [Bladin/McCrory/Pogorzelski]. Diese Traumen entstehen in der Mehrzahl durch einen Sturz nach vorne [Davidson et al.]. Im Gegensatz zu Kirkpatrick et al. verzeichnen mehrere Autoren höhere Verletzungsraten der Kniegelenke mit Hardboots [Pigozzi et al., Dingerkus et al., Öttl et al.].

Im Vergleich der beiden Sportarten wurde in dieser Arbeit festgestellt, dass sich Skifahrer hochsignifikant häufiger am Kniegelenk verletzten als Snowboarder. Dieses Erkenntnis deckt sich absolut mit den Ergebnissen anderer Autoren. Grund hierfür ist, dass bei den Snowboardern die Beine auf dem Board fixiert sind; damit kann das Board (im Gegensatz zum Ski) nicht als Hebel auf eines der beiden Kniegelenke wirken, vorausgesetzt, die Bindung ist intakt. Die beidbeinige Fixation wirkt damit protektiv für Kniebinnenverletzungen [Davidson et al., Bladin/McCrory/Pogorzelski, Shealy, Sasaki et al.].

Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen

Verletzungen des Unterschenkels und des Sprunggelenks von Skifahrern sind in der Literatur wenig beschrieben und die Verletzungsraten sind geringer als in dieser Arbeit. Corra et al. beschreibt eine Verletzungsrate von 9 Prozent [Corra et al.], Warme et al. dagegen nur von 5 Prozent [Warme et al.].

In dieser Arbeit lag der Anteil bei 12,6 Prozent. Die häufigsten Verletzungen waren Frakturen der Tibia bzw. des Sprunggelenks (53,0 Prozent). Der Mechanismus, der dahinter steckt, ist eine Rotationskraft, die durch das Verschneiden der Ski direkt auf das Sprunggelenk oder die Tibia übertragen wird. Dies in Kombination mit Skischuhen, die nicht hoch genug über das Sprunggelenk reichen oder einer fehlerhaft eingestellten Sicherheitsbindung, die nicht auslöst, führt dann zu solch einer Verletzung [Schneider].

Unter den Snowboardern liegen die Raten der Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen bei den verschiedenen Autoren zwischen 9 und 17 Prozent [Davidson et al., Jerosch et al., Oberthaler et al., Pigozzi et al.]. Shealy dagegen beschreibt eine Verletzungsrate von 22 Prozent [Shealy]. In dieser Untersuchung lag der Anteil von Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen der Snowboarder bei 8,3 Prozent. Die häufigsten waren mit 49,4 Prozent Frakturen. Sprunggelenksverletzungen entstehen oft durch übermäßige Dorsalflexion bei Vorwärtsstürzen [Davidson et al.]. Laut Kirkpatrick et al. scheint die Art des Snowboardschuhes (ob Softboot oder Hardboot) keine Auswirkung auf die Verletzungsrate zu haben [Kirkpatrick et al.]. Mehrere andere Autoren verzeichnen jedoch weniger Verletzungen der Sprunggelenke bei der Benutzung von Hardboots als bei Softboots [Pigozzi et al., Dingerkus et al., Öttl et al.]. Zu einer typischen Snowboardverletzung wird auch die Fraktur des Processus lateralis des Talus gezählt, die 2 - 8 Prozent aller Snowboardverletzungen ausmacht [Janes/Abbott, Kirkpatrick et al., Paul et al., Pigozzi et al., Saragaglia et al.]. Diese Verletzung entsteht durch eine forcierte Dorsiflexion und Rückfußinversion im Sprunggelenk, wie sie bei Landungen und Vorwärtsstürzen auftreten kann [Janes/Fricken, Kirkpatrick et al., Paul]. Diese Fraktur kann röntgenologisch leicht übersehen und als Sprunggelenksdistorsion fehldiagnostiziert werden.

Im Vergleich der zwei Sportarten ließ sich in dieser Arbeit feststellen, dass Skifahrer anteilmäßig hochsignifikant häufiger Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen aufwiesen als Snowboarder. In der Literatur dagegen ist dies der umgekehrte Fall [Davidson et al., Bladin/McCrory/Pogorzelski, Shealy, Sasaki et al.]. Der Grund hierfür könnte möglicherweise sein, dass die Entwicklung der Softboots und der dazugehörigen Bindungen immer weiter voranschreitet und mittlerweile trotz der nötigen Flexibilität der Schuhe ein hohes Maß an Halt und Schutz für die Sprunggelenke gewährleistet ist [Dann et al.]. Dies zeigt auch, dass der Einfluß des Schuhtyps bei den Snowboardern auf die Häufigkeit von Sprung- und Kniegelenksverletzungen umstritten ist. Mehrere Autoren verzeichnen mehr Knieverletzungen mit Hardboots und dementsprechend mehr Sprunggelenksverletzungen beim Verwenden von Softboots [Bladin/Giddings/Robinson, Pigozzi et al., Dingerkus et al., Öttl et al.]. Andere Studien sehen keinen Einfluss des Schuhtyps auf die Verletzungslokalisation [Janes/Abbott, Machold et al., Dann et al.].

Geschlechterspezifische Verletzungsmuster

Die Untersuchung geschlechtsspezifischer Verletzungsmuster unter den Skifahrern ergab deutliche Unterschiede in den Bereichen Kopf, obere Extremitäten, Rumpf und Knie.

Männer verletzten sich hochsignifikant häufiger an Kopf, oberer Extremität (Schulter) und am Rumpf (Thorax und Rippen) als Frauen. Diese Tendenzen lassen sich ebenfalls in anderen Verletzungsstatistiken beim Skifahren wiederfinden. Begründet wird dies mit einer erhöhten Rate von Anpralltraumen bei männlichen Skifahrern, wofür eine risikoreichere Fahrweise seitens der Männer mitverantwortlich sein könnte [Greenwald et al., Shealy et al.].

Frauen dagegen zogen sich hochsignifikant mehr Kniegelenkstraumen zu als die männlichen Skifahrer. Dies bestätigen Studien zahlreicher Autoren, die ein erhöhtes Risiko für Verletzungen des Bandapparates im Knie bei weiblichen Athleten sehen [Harmon et al., Natri, Rossi et al., Wojtys et al.]. Die Gründe für die erhöhte

Anfälligkeit dieser Strukturen im Knie, speziell des VKB, sind nach Hunter noch weitgehend unklar [Hunter], es werden jedoch „extrinsische Faktoren“ wie Muskelstärke, Kondition und Technik, und „intrinsische Faktoren“ wie Bandlaxizität, Femurkerbenbreite und hormonelle Einflüsse in der Literatur diskutiert [Harmon et al., Hunter, Liu, Wojtys et al.]. Aschauer et al. erklären dies damit, dass Frauen immer noch mit der Umstellung auf den Carvingstil etwas zurückhaltender sind als Männer und auch oft mit neuen Skiern mit alter klassischer Technik inklusive langsamer Fahrgeschwindigkeit fahren, wodurch andere Sturzmechanismen, die mehr die unteren Extremitäten betreffen, zum Tragen kommen [Aschauer et al.].

Unter den Snowboardern konnten geschlechtsspezifische Unterschiede im Bereich der oberen Extremität (Schulter/Oberarm), im Bereich des Beckens und im Bereich der Kniegelenke festgestellt werden.

Männer verletzten sich hochsignifikant häufiger an der Schulter und am Oberarm als Frauen. Frauen jedoch verletzten sich hochsignifikant häufiger am Kniegelenk als Männer.

Einzelne Studien zeigen geschlechtsspezifische Unterschiede auf. So scheinen Männer vermehrt den Stamm, die obere Extremität (v. a. Schulter) und das Sprunggelenk, Frauen hingegen die Beine (v. a. Kniegelenk) und das Handgelenk zu verletzen [Berghold et al., Janes/Abbot, Shealy et al., Campell]. Für den Stamm und das Sprunggelenk konnte dies jedoch in dieser Arbeit nicht bestätigt werden. Inwieweit diese Unterschiede aber tatsächlich anatomisch bedingt sind oder einfach vom Fahrkönnen oder -typ herrühren, ist nicht geklärt. Aus eigener Erfahrung als langjähriger, vom Deutschen Skilehrerverband anerkannten Snowboardlehrer, sind weibliche Sportler - vor allem im Anfängerbereich - vorsichtiger als männliche. Männer erreichen dadurch höhere Geschwindigkeiten und verletzen sich möglicherweise deshalb öfter nach dem zuvor genannten Verletzungsmechanismus für Schulter- und Oberarmtraumen. Frauen sind dagegen mehr auf Vorsicht bedacht und rutschen häufiger seitlich auf den Kanten wodurch die Wahrscheinlichkeit des Verkantens und somit auch die Gefahr von Rotationstraumen im Kniegelenk steigt.

Altersspezifische Verletzungen

In dieser Arbeit wurde festgestellt, dass bei den Skifahrern, in den Altersgruppen zwischen 10 und 69 Jahren, Knieverletzungen die größten Anteile haben. Die zweit häufigsten zwischen 20 und 69 waren die Schulter- und Oberarmverletzungen. Kopfverletzungen und Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen hatten etwa die gleichen Anteile und wechselten sich zwischen den dritt- und vierthöchsten Anteilen ab. Einzig auffällig war die hohe Rate der Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen bei den unter 10jährigen. Hunter stellte in seinen Untersuchungen fest, dass Frakturen der unteren Extremitäten bei Kindern unter zehn Jahren neunmal häufiger vorkommen als bei Skifahrern über 20 Jahren [Hunter]. Verschiedene Autoren beschreiben dabei, dass diese kindlichen Frakturen, zwischen 50 und 89 Prozent den Unterschenkel betreffen [Chambers, Pecina, Ekeland et al.]. Werner et al., und Hunter sehen den Grund für diese Verletzungen darin, dass zum einen Bindungen nicht kindergerecht eingestellt sind und zum anderen, das Material, mit dem Kinder unterwegs sind, oft veraltet ist und von der Größe des Schuhs und der Länge der Ski nicht passen [Werner et al., Hunter]. So sollte für die Einstellung der Skier die Größe, das Gewicht, das Fahrlevel und die Schuhgröße des Kindes sowie die Pistenbedingungen beachtet werden [Hagel, Pecina].

Bei den Snowboardern zwischen 10 und 39 Jahren hatten Verletzungen der oberen Extremitäten (Unterarm- und Handgelenk sowie Schulter- und Oberarm) die höchsten Anteile mit 51,8 Prozent (29,8 und 22 Prozent) . Bei den 30- 39jährigen war der Anteil der Knieverletzungen mit 16,7 Prozent jedoch gleich hoch wie der, der Schulter- und Oberarmverletzungen, und bei den 40-49-jährigen hatten die Knieverletzungen mit 28,6 Prozent sogar den größten Anteil, Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen sowie Unterarm- und Handgelenksverletzungen waren gleich auf (14,3 Prozent). Es scheint also, als würden mit steigendem Alter der Snowboardfahrer die Verletzungen der unteren Extremitäten zunehmen. In der Arbeit von Machold et al. wird beschrieben, dass die Mehrzahl der Snowboarder, die Knieverletzungen erlitten, in ihrem Kollektiv bereits mehr Vorerfahrung besitzen und daher weniger Verletzungen der oberen Extremitäten haben [Machold et al.]. Wie gut die Verletzten in dieser Arbeit ihre Sportart beherrschten, konnte jedoch mit den zur Verfügung stehenden Daten nicht ermittelt werden. Unterstelle man der älteren

Generation, dass sie noch in höheren Zahlen mit Hardboots unterwegs sei, könnte dies ein weiterer Grund für die große Rate an Kniegelenksverletzungen sein, denn wie bereits erwähnt verzeichnen verschiedene Autoren höhere Raten für Kniegelenkstraumen bei der Benutzung von Hardboots im Gegensatz zu den Softboots [Pigozzi et al., Dingerkus et al., Öttl et al.].

Geländespezifische Verletzungen.

Unter den Skifahrern gab es hochsignifikante Unterschiede bei den Wirbelsäulentraumen, bei den Thorax- und Rippentraumen und bei den Knieverletzungen bezüglich des Geländes. Wirbelsäulentraumen waren in Fungelände hochsignifikant häufiger als auf den Pisten oder in freiem Gelände. Der Grund dafür liegt vermutlich darin, dass in einem Funpark neben Rails und Boxen der größte Teil aus verschiedenst aufgebauten, sogenannten Kickern besteht und Wirbelsäulenverletzungen zu 20 Prozent bei Skifahrern aus Sprüngen und den dadurch entstehenden axialen Kräften oder einer Hyperextension resultieren [Tarazi]. Kniegelenkstraumen hatten ihren größten Anteil auf schwarzen Pisten. Als Erklärung hierfür kommt am ehesten der „phantom-foot-mechanism“ zum Tragen, bei dem der Skifahrer aus der Balance kommt, in Rücklage gerät und versucht, den Körper aus der Falllinie zu steuern, der Talski jedoch verkantet und die Hangrichtung beibehält [Ettlinger et al]. Thorax- und Rippentraumen waren auf den schwarzen Pisten mit 6,1 Prozent am häufigsten.

Unter den Snowboardern konnten hochsignifikante Unterschiede bei den Schulter- und Oberarmtraumen, bei den Oberschenkeltraumen und bei den Kniegelenksverletzungen festgestellt werden; signifikante Unterschiede wurden bei den Wirbelsäulenverletzungen und den Thorax- und Rippentraumen bezüglich des Geländes festgestellt. Die Raten der Schulter- und Oberarmtraumen waren bei den Snowboardern im Fungelände und auf schwarzen Pisten häufiger als in anderen Geländen. Snowboarder (und auch Skifahrer), die sich in einem Funpark aufhalten, sind meist in gutem Könnernstatus und kennen daher die Gefahr der Hyperdorsiflexion des Handgelenks beim Abfangen von Stürzen. Daher sind sie bemüht, Stürze auf einer möglichst großen Fläche der Arme, wie sie die komplette

Länge der Unterarme bietet, abzufangen, wodurch die Gefahr von Schulter- und Oberarmverletzungen steigt [Dann et al.]. Auf den schwarzen Pisten kommt der von Dann et al. beschriebene Mechanismus der Aussenrotations- und Hyperelevationstraumen zum Tragen, der durch steiles Gelände begünstigt wird [Dann et al.]. Kniegelenkstraumen traten am häufigsten in freiem Gelände und auf blauen Pisten auf. Auf den blauen Pisten sind es vermutlich mehr die Anfänger, die sich Knieverletzungen aufgrund eines verkeilten Boards zuziehen, und im freien Gelände sind es fortgeschrittene Fahrer, bei denen jedoch die schwierigeren Boden- und Schneebedingungen oder auch nur mangelnde Konzentration aufgrund der bestehenden Routine das Verkeilen und damit die Rotationstraumen begünstigen [Janes/Frincken]. Wirbelsäulenverletzungen hatten im freien Gelände und im Fungelände höhere Anteile. Im freien Gelände kommt eher der Mechanismus der Hyperextension und direkten Schlägen bei Stürzen und im Fungelände der Mechanismus der axialen Kraft auf die Wirbelsäule zum Tragen [Lewy/Smith].

Die größten Anteile der Oberschenkeltraumen der Snowboarder gab es auf schwarzen Pisten, die größten Anteile der Thorax- und Rippenverletzungen auf roten Pisten. Aber auch hier kann man aufgrund der niedrigen Gesamtvorkommen von 1,1 Prozent, bzw. 2,5 Prozent nicht von einem erhöhten Risiko ausgehen.

Einfluss von Kollisionen auf die Verletzungen.

Bei den Skifahrern wurden in dieser Arbeit hochsignifikant höhere Verletzungsraten durch Kollisionen in den Bereichen Kopf, Wirbelsäule und Thorax/Rippen beobachtet als ohne Fremdbeteiligung. Signifikant höher waren die kollisionsbedingten Raten bei den Bereichen Abdomen und Becken. Die Verletzungsraten der unteren Extremität (Kniegelenk und Unterschenkel/Sprunggelenk) waren dagegen bei den ohne Fremdbeteiligung verunfallten Skifahrern hochsignifikant größer als bei den in eine Kollision verwickelten Sportlern. Bei den Snowboardern gab es mit Kollisionen hochsignifikant häufiger Kopfverletzungen sowie Hand- und Fingerverletzungen als ohne. Die Signifikanz der Fuß- und Zehenverletzungen kann nicht gewertet werden, da es insgesamt nur zwei dieser Verletzungen gab; eine in der Gruppe mit, und eine in der Gruppe ohne Fremdbeteiligung.

Bei beiden Sportarten hatten die Kopfverletzungen in den Gruppen mit Fremdbeteiligung die höchsten Raten aller Verletzungen. Dies deckt sich mit einer Studie von Muser et al., die experimentell mit Hilfe von Crashtest-Dummys die biomechanischen Belastungen bei Skifahrer-Kollisionen bestimmten und feststellen konnten, dass besonders der Kopf-/Halsbereich bei Kollisionen gefährdet ist [Muser et al.]. Das Verletzungsrisiko bezüglich Thorax- Abdomen- und Beckenverletzungen ist hingegen bei Unfällen mit Fremdbeteiligung geringer und nur bei hohen Aufprallgeschwindigkeiten relevant [Muser et al.,BFU]. Für Verletzungen der Wirbelsäule ist häufig eine Oberkörperrotation durch den Sekundäraufprall maßgeblich [Muser et al.]. Verletzungen der unteren Extremität kommen insgesamt bei Kollisionen seltener vor, sind jedoch dann schwerwiegender und meistens auch durch einen Sekundäraufprall bedingt [BASPO, Muser et al.]. Dass die Verletzungsraten der Hand- und Fingertraumen der Snowboarder mit Kollisionen hochsignifikant höher sind, beruht wahrscheinlich auf Abwehrreaktionen. Skifahrer zeigen dies jedoch nicht, da Hand und Finger durch das Festhalten der Stöcke geschützt sind.

Einfluss des Skigebietes auf die Verletzungen

Die drei Skigebiete unterscheiden sich grundsätzlich voneinander. Das Fellhorn ist das größte Skigebiet mit überwiegend Pisten im roten Schwierigkeitsbereich. Außerdem verfügt dieses Gebiet über einen Funpark. Das Fellhorn ist somit unter den dreien eher das Allroundskigebiet, das für jeden Könnerebereich geeignet ist. Das Nebelhorn dagegen ist ein kleineres Skigebiet und verfügt über mehrere Pisten im schwarzen Schwierigkeitsbereich. Neben einem kleinen Übungslift für Anfänger ist das Nebelhorn für Könner sehr gut geeignet. Zudem verfügt dieses Skigebiet über eine Boardercrossstrecke sowie eine „Waschbrett-Strecke“ - eine Strecke mit mehreren hintereinander aufgeschobenen Wellen. Somit ist das Nebelhorn unter den drei Gebieten eher das Könnerskigebiet. Das Söllereck ist das kleinste der drei Skigebiete und verfügt überwiegend über Pisten im leichtesten, blauen Schwierigkeitsbereich. Für Ski- und Snowboardkurse sehr beliebt und geeignet ist das Söllereck, das Familien- und Anfängerskigebiet.

Unter den Skifahrern gab es eine hochsignifikant größere Verletzungsrate von 20,6 Prozent an Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen am Söllereck als in den anderen beiden Skigebieten. Die Rate der Schulter- und Oberarmverletzungen war dagegen in diesem Skigebiet signifikant niedriger. Diese Ergebnisse korrelieren mit den bereits vorher genannten Erkenntnissen, dass Schulter- und Oberarmverletzungen häufiger bei höheren Geschwindigkeiten auftreten [Hunter], wie sie am Söllereck aufgrund der geringen Steilheit nicht so einfach zustande kommen können. Der hohe Anteil der Unterschenkel- und Sprunggelenksverletzungen könnte ein Resultat der hohen Anfängerrate am Söllereck sein. Das Material der Anfänger und Kinder ist oft nicht entsprechend angepasst und eingestellt, Schuhe sind nicht passend, die Bindung nicht richtig eingestellt oder die Skilänge stimmt nicht. [Werner et al., Hunter]. Das Resultat dieser „Materialmängel“ sind Verletzungen der Unterschenkel- und Sprunggelenke [Werner et al., Hunter]. Hand- und Fingerverletzungen hatten am Nebelhorn einen signifikant höheren Anteil als am Fellhorn und am Söllereck. Einerseits könnte das daran liegen – geht man davon aus, dass es sich in der Mehrzahl dieser Verletzungen um einen sogenannten Skidaumen, Verletzungen des ligamentum collaterale ulnare handelt, was aus den Unfallprotokollen nicht zu entnehmen war – dass am Nebelhorn die Könnerstufe höher ist, und somit auch das Material, in diesem Fall die Stöcke, hochwertiger sind. Aktuelle Skistöcke verfügen über fest an den Händen fixierten Handgelenksschlaufen, die entweder über ein Stecksystem oder ein Ösensystem mit dem Stock verbunden sind und somit im Falle eines Sturzes das Loswerden der Stöcke erschwert, wodurch die Verletzungsraten für das ligamentum collaterale ulnare steigt. Andererseits könnte es aber auch nur der Fall sein, dass die Skiwacht am Nebelhorn großzügiger mit der Verdachtsdiagnose „Skidaumen“ umgeht. Unter den Snowboardern stellte sich eine hochsignifikant höhere Verletzungsrate an Schulter- und Oberarmverletzungen heraus. Dies lässt sich mit der Tatsache vereinen, dass das Fellhorn als einziger dieser drei Berge über einen Funpark verfügt und ein großer Teil der Schulter- und Oberarmverletzungen bei Snowboardern durch Sprünge hervorgerufen wird [Davidson et al., Sasaki et al.]. Am Söllereck gab es eine hochsignifikant höhere Rate an Unterarm- und Handgelenkstraumen als an den anderen beiden Bergen. Dies korreliert wiederum mit der Tatsache, dass unter den Anfängern der Snowboarder die Verletzungsraten an Unterarm- und Handgelenksverletzungen in der Literatur sehr groß sind

[Davidson et al., Jerosch et al., Oberthaler et al., Shealy, Pigozzi et al.].

4.2 Stärken und Schwächen der vorliegenden Studie

Eine Stärke der Studie ist sicherlich die hohe Anzahl der ausgewerteten Unfallprotokolle durch die Einbeziehung der Unfälle über einen Zeitraum von fünf Saisonen. Damit ließ sich ein Durchschnitt von Wintersportjahren mit verschiedenen Schneebedingungen und Pistenbeschaffenheiten erfassen. So war zum Beispiel die Saison 2004/2005 ein eher gutes Wintersportjahr mit viel Schnee und guter Pistenbeschaffenheit und die Saison 2006/2007 ein sehr dürrtiges Jahr mit wenig Schnee und dementsprechend wenig Möglichkeiten einer perfekten Pistenpräparierung.

Als mögliche Fehlerquelle könnten die Unfallprotokolle der Bergwacht angesehen werden, da die nichtmedizinischen Bergwachtmänner eine eingeschränkte Diagnosemöglichkeit auf den Pisten besitzen und ihren Erfahrungen trauen müssen. Menzel fand jedoch in einer Untersuchung über die Qualitätssicherung im Bergrettungsdienst am Beispiel der Bergwachtabschnitte Oberallgäu (ein Abschnitt davon ist die Bergwacht Oberstdorf) heraus, dass die präklinischen Diagnosen in 94,2 Prozent der Fälle zutreffen [Menzel]. In dieser Arbeit wurden unklare Befunde auf den Unfallprotokollen stets als unbekannte Verletzung erfasst. So kamen beispielsweise die hohen unbekannten Verletzungen im Bereich der Kniegelenke zustande. Man kann sich sehr gut vorstellen, dass auf der Piste eine Kniegelenksverletzung sehr schwer zu differenzieren ist. Auf diese Weise konnten jedoch die Fehlerquellen sehr gering gehalten werden.

Bei der Erfassung des NACA-Scores auf den Unfallprotokollen zeigte sich, dass dieser in manchen Fällen nicht erfasst wurde. Dieser wurde dann anhand der gegebenen Informationen wie Verletzungslokalisation, Verletzungsart, Versorgung, Transport und Übergabe gemäß der offiziellen Einteilung (Siehe Tabelle 1) ergänzt.

5. Zusammenfassung

In dieser retrospektiven Studie wurden die Unfalldaten über Verletzungen von 2842 verletzten Ski- und Snowboardfahrern der Jahre 2003 bis 2008 bezüglich Verletzungen, Verletzungsmustern und Verletzungsrisiken sowie derer Begleitfaktoren verglichen und analysiert.

Die verletzten Snowboarder waren im Mittel 19,2 Jahren deutlich jünger als die Skifahrer mit 31,7 Jahren. Männer verletzten sich beim Snowboarden deutlich häufiger wie Frauen (2:1), während es bei den Skifahrern fast ausgeglichen ist (52% / 48%). 91,2 % der Verletzten waren Deutsche, am häufigsten aus Postleitzahlenregion mit der Anfangsziffer 8 (30,1 %), gefolgt von Niederländern (3 %) und Briten (2,2 %). Dies liegt daran, dass Niederländer den größten Anteil an ausländischen Wintersporttouristen haben und die Briten ein Alpines Trainingscenter in Oberstdorf haben. Unfälle ereigneten sich bei beiden Sportarten am häufigsten samstags (22 %), gefolgt von sonntags (17,9 %). Snowboarder (25,1 %) verletzten sich dabei samstags hochsignifikant häufiger als Skifahrer (20,3 %). Ein möglicher Grund könnte die höhere Zahl an Tagesausflügen unter den Snowboardern sein. Die Hauptverletzungszeit war bei Snowboardern wie bei Skifahrern zwischen 11.00 und 12.00 Uhr (18,1 % bzw. 16,7 %) sowie 13.00 und 16.00 bzw. 15.00 Uhr. Mit einem Einschnitt zur Mittagszeit zwischen 12.00 und 13.00 Uhr. Snowboarder verletzten sich zwischen 15.00 und 16.00 Uhr (14,4 %) und Skifahrer zwischen 16.00 und 17.00 Uhr (6,3 %) signifikant häufiger. Auf roten Pisten ereigneten sich die meisten Unfälle (52,4 %), gefolgt von blauen (31,4 %), Fungelände (8,8 %), schwarzen Pisten (3 %) und freiem Gelände (2,2 %), dies korreliert mit der Anzahl der zur Verfügung stehenden Pisten. Skifahrer verletzten sich hochsignifikant häufiger auf roten Pisten (55,6 %) und im freien Gelände (2,7 %), und signifikant häufiger auf schwarzen Pisten (3,5 %) als Snowboarder. Snowboarder verletzten sich hochsignifikant häufiger im Fungelände (17,9 %) als Skifahrer (4 %). Dies liegt an der Tatsache, dass die Vorlieben der Snowboarder eher im Bereich der Funparks liegen.

Das Verletzungsrisiko liegt für beide Sportarten zusammen bei 0,12 % und ist somit niedriger als in vergleichbaren Studien (0,2 bis 0,8 %), dies zeigt damit den schon länger beobachteten Trend, dass die Verletzungszahlen rückläufig sind. Mit 0,27

Verletzungen pro 1000 Stunden Sportausübung liegen diese Sportarten in den Bereichen von Nordic Walking (0,9) und Wellenreiten (0,4).

Skifahrer verletzten sich hochsignifikant häufiger dem NACA-Score 2 entsprechend (59,3 % zu 39,6 %) während Snowboarder häufiger dem NACA-Score 3 aufwiesen (46 zu 25,8 %) und sich somit schwerer verletzen als Skifahrer.

Die am häufigsten verletzte Körperregion der Skifahrer ist das Kniegelenk (37,1 %), gefolgt von Schulter bzw. Oberarm (17,3 %), Unterschenkel-/Sprunggelenk (12,6 %) und Kopfverletzungen (11,8 %). Die häufigsten Knieverletzungen sind Bandverletzungen (28,7 %). Die Unfallmechanismen sind der „boot-induced-mechanism“, der „phantom-foot-mechanism“ oder der „valgus-external rotation mechanism“. Die hohe Anzahl von Schulter- und Oberarmverletzungen ist dem Trend der Carvingski geschuldet mit denen höhere Kurvengeschwindigkeiten erreicht werden und somit bei Stürzen durch eine Schleuderkraft die oberen Extremitäten mehr gefährdet sind. Die häufigste Verletzungslokalisation der Snowboarder ist der Unterarm bzw. das Handgelenk (29,4 %) als Folge von Auffang- und Abstützbewegungen. Schulter- und Oberarmverletzungen (21,9 %) haben den zweitgrößten Anteil und resultieren wie bei den Skifahrern aus den hohen Kurvengeschwindigkeiten. Kopfverletzungen (10,8 %) haben den drittgrößten Anteil. Im Vergleich der beiden Sportarten verletzten sich Snowboarder hochsignifikant häufiger in den Bereichen Schulter/Oberarm (21,9 zu 17,3 %), Ellenbogen (3,4 zu 0,9 %) und Unterarm/Handgelenk (29,4 zu 5,2 %) und signifikant häufiger im Bereich der Wirbelsäule (8,1 zu 5,8 %). Skifahrer dagegen verletzten sich hochsignifikant häufiger am Kniegelenk (37,1 zu 8,8 %) und an Unterschenkel/Sprunggelenk (12,6 zu 8,3 %), sowie signifikant häufiger am Oberschenkel (2,6 zu 1,1 %). Die häufigsten Verletzungsmuster der Skifahrer sind Bänderverletzungen am Knie (10,6 %), gefolgt von Unterschenkel- und Sprunggelenksfrakturen (6,7 %) und Commotiones cerebri (5,6 %). Die häufigsten Verletzungsmuster der Snowboarder sind Unterarm- und Handgelenksfrakturen (24,4 %), gefolgt von Clavikulafrakturen (7 %) und Commotiones Cerebri (5,9 %).

Unter den Skifahrern verletzten sich Männer hochsignifikant häufiger am Kopf (15,1 zu 8,1 %), an Schulter und Oberarm (22,5 zu 11,7 %) und an Rippen und Thorax (2,4 zu 0,4 %) als Frauen. Frauen hatten dagegen hochsignifikant höhere Anteile an

Kniegelenkstraumen (49,6 zu 25,4 %). Unter den Snowboardern verletzten sich die männlichen Sportler hochsignifikant häufiger an Oberarm und Schulter (26,8 zu 13,2 %) als weibliche, während bei Frauen hochsignifikant höhere Anteile an Beckentraumen (3,7 zu 0,8 %) und Kniegelenkstraumen bestanden (13,5 zu 6,1 %). Signifikante altersspezifische Verletzungen ließen sich in beiden Sportarten nicht feststellen.

Bei Skifahrern hatten Wirbelsäulenverletzungen einen hochsignifikant höheren Anteil im Fungelände (17,6 %), während Kniegelenkstraumen hochsignifikant häufiger auf schwarzen Pisten auftraten (53 %). Bei den Snowboardern zeigten sich hochsignifikant häufiger Schulter- und Oberarmverletzungen auf schwarzen Pisten (31,6 %) und im Fungelände (30,3 %), Kniegelenkstraumen in freiem Gelände (30 %) und Oberschenkeltraumen auf schwarzen Pisten (15,8 %), während Wirbelsäulen- traumen in freiem Gelände (20 %) sowie Thorax- und Rippentraumen auf roten Pisten (4 %) hochsignifikant häufiger waren.

Durch Kollisionen verletzten sich Skifahrer hochsignifikant häufiger in den Bereichen Kopf (29,4 zu 10,1 %), Wirbelsäule (11,3 zu 5,2 %) und Thorax/Rippen (5 zu 1,1 %) als ohne Kollision. Ohne Kollisionen verletzten sie sich hochsignifikant häufiger am Kniegelenk (39,1 zu 15,6 %) und am Unterschenkel/Sprunggelenk (13,3 zu 5,6 %). Snowboarder verletzten sich hochsignifikant häufiger durch Kollisionen am Kopf (6,9 zu 5,5 %) als ohne Fremdbeteiligung.

Im Bezug auf die Verletzungen unterschieden sich die Skigebiete. Im Vergleich der 3 Skigebiete waren am Söllereck Unterschenkel- und Sprunggelenkstraumen bei den Skifahrern hochsignifikant häufiger (20,7 %) und Schulter- und Oberarmtraumen signifikant seltener (11,7 %), während am Nebelhorn der Anteile der Hand- und Fingerverletzungen der Skifahrer signifikant höher (4,3 %) war. Am Fellhorn ließ sich eine hochsignifikant höhere Rate an Schulter- und Oberarmverletzungen (25,1 %) feststellen während am Söllereck die Unterarm- und Handgelenkstraumen (45,2 %) hochsignifikant häufiger waren.

6. Schlussfolgerung

Die gefährdetste Körperregion der Skifahrer ist das Kniegelenk, wenngleich auch eine Verschiebung in Richtung der oberen Körperhälfte stattgefunden hat. Bei den Snowboardern ist es das Handgelenk bzw. der Unterarm. Sowohl bei den Skifahrern als auch bei den Snowboardern lässt sich feststellen: je höher die Könnersstufe, desto höhere auch die Geschwindigkeiten, und somit sind Schulter/Oberarm und Kopf mehr gefährdet. Umgekehrt treten bei Anfängern und langsameren Fahrern häufiger Verletzungen im Bereich der Kniegelenke, Sprunggelenke und Handgelenke auf.

Bei der Analyse des Risikos hat sich gezeigt, dass es sich beim Skifahren und Snowboarden nicht um Risikosportarten handelt, sondern dass diese im Vergleich zu anderen Sportarten zu den sichersten gehören, wenn man sie in Relation zu der Anzahl setzt, die diese Sportarten ausüben. Dies ist sicherlich der Pistenqualität und der stetigen Verbesserungen des Materials zu verdanken.

Um Verletzungen vorzubeugen, sollte stets ein intaktes und auf den Sportler angepasstes Equipment verwendet werden. Es empfiehlt sich – vor allem für Anfänger – die Sportgeräte beim Fachmann zu erwerben. Des weiteren empfiehlt es sich, angebotene Sicherheitsausrüstungen wie Helme, Rücken- und Handgelenksprotektoren zu nutzen, da diese nachweislich Verletzungen reduzieren können. Kopfverletzungen haben bei beiden Sportarten relativ hohe Anteile und könnten durch das Tragen von Helmen drastisch verringert werden.

Bezüglich des Verhaltens sollte an die Vernunft der Wintersportler appelliert werden. Sie sollten sich nur auf Pisten aufhalten, die ihrem Können entsprechen. Das gleiche gilt für Funparks, die mittlerweile große Dimensionen angenommen haben. Hier halten sich immer mehr „Profis“ auf. Ungeübte sollten sich hier zurückhalten und auf kleinere Schanzen, die es fast überall gibt, ausweichen. Besonders im freien Gelände ist eine sehr gute Geländekenntnis sowie über Gefahren, wie z.B. Lawinen gefragt; denn hier bringen sich nicht nur der Sportler selbst, sondern auch andere Wintersportler und das Rettungspersonal in Gefahr! Die Tatsache, dass an Wochenenden aufgrund des erhöhten Pistenaufkommens und im Tagesverlauf

aufgrund der Müdigkeit die Verletzungswahrscheinlichkeit zunimmt sollte zu einer erhöhten Aufmerksamkeit zu diesen Zeiten führen.

Die Tatsache, dass sich Skifahrer signifikant, teilweise sogar hochsignifikant häufiger auf Pisten und im freien Gelände verletzt als Snowboarder, widerspricht dem oft zitierten Ruf der Snowboarder als „Pistenrowdies“. Diesbezüglich sollte nicht zwischen den ausgeübten Sportarten differenziert werden. Vielmehr könnte es unabhängig von der Sportart am Alter und Geschlecht der Wintersportler liegen und damit möglicherweise die Unbeschwertheit und höhere Risikobereitschaft jüngerer Sportler widerspiegeln.

7. Literatur

American Academy of Pediatrics: Committee on Injury and Poison Prevention. Bicycle helmets. Pediatrics (2001) 108:1030-2

Aschauer E, Ritter E, Resch H, Thoeni H, Spatzenegger H: Verletzungen und Verletzungsrisiko beim Ski- und Snowboardsport. Unfallchirurg (2007) 110(4): 301-6

ASU: Unfälle und Verletzungen im alpinen Skisport - Zahlen und Trends 2008/2009. Auswertungsstelle für Skiunfälle der ARAG in Kooperation mit der Stiftung Sicherheit im Skisport. www.ski-online.de/sis

Baltzer A W A, Ghadamgahi P D: American Football-Verletzungen in der deutschen Bundesliga: Verletzungsrisiko und Verletzungsmuster. European Journal of Trauma (1998) 24(2): 60-65

Barber F A: Snow skiing combined anterior cruciate ligament/ medial collateral ligament disruptions. Arthroscopy (1994) 10: 85-89

BASPO: Sportverhalten der Schweizer Bevölkerung. Bundesamt für Sport (2007) www.baspo.admin.ch

Bauer E: Schulskeizeit & Sicherheit - Gedanken zur Sicherheitserziehung im Schulbereich. In: Jahrbuch '99: Sicherheit im Bergland. Innsbruck: Österreichisches Kuratorium für alpine Sicherheit (1999) 9-20

Becker A: Verletzungen im Frauenfußball. Medizinische Dissertation (2006) Universität des Saarlandes, Homburg/Saar

Bein T: Scores – Hilfsmittel zur Risikoeinschätzung. In: Madler C., Jauch K., Werdan K., Siegrist J., Pajonk F. (Hrsg.): Das NAW – Buch Akutmedizin der ersten 24 Stunden. 3. Auflage (2005) Elsevier Urban & Fischer, 193-9

Berghold F, Seidl A M: Snowboardunfälle in den Alpen ± Risikodarstellung, Unfallanalyse und Verletzungsprofil. Dt Z Sportmed (1990) 41: 460-7

BFU – Beratungsstelle für Unfallverhütung, Statistik, Bern, Schweiz www.bfu.ch

Bilgeri G: Der alpine Skilauf. München (1922) 26

Bladin C, Giddings P, Robinson M: Australian snowboard injury data base study. A four-year prospective study. Am J Sports Med (1993) 21:701–4.

Bladin C, McCrory P: Snowboarding injuries. An overview. Sports Med (1995) 19:358–64.

Bladin C, McCrory P, Pogorzelski A: Snowboarding Injuries - Current Trends and Future Directions. Sports Med (2004) 34: 133-8

Bouter L , Knipschild P G, Volovics A: Binding function in relation to injury risk in downhill skiing. Am J Sports Med (1989) 17: 226-33

Burns J, Keenan A, Redmond A: Factors associated with triathlon-related overuseinjuries. J Orthop Sports Phys Ther. (2003) 33(4): 177-84

Burtscher M, Nachbauer W, Schröcksnadel P: Risk of traumatic death during downhill skiing compared with that during mountaineering, in Johnson RJ, Mote CD Jr, Ekeland A (eds): Skiing Trauma and Safety. Volume 11. ASTM STP 1289. West Conshohocken, PA, American Society for Testing and Materials (1997): 23–9

Cadman R E: Ski injury prevention [doctoral thesis]. Vancouver: University of British Columbia, 1996

- Campell L R:** Snowboardunfälle - multizentrische schweizerische Snowboardstudie 1992/93. Bern. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung 1995
- Carr D, Johnson R J, Pope M H:** Upper extremity injuries in skiing. Am J Sports Med (1981) 9: 378-83
- Chambers H G:** Ligament injuries in children and adolescents. In: Pedowitz RA, O'Connor JJ, Akeson WH, editors. Daniel's knee injuries: ligament and cartilage structure, function, injury and repair. Philadelphia (PA): Lippincott, Williams and Wilkins (2003) 587-98
- Chow T K, Corbett S W, Farstadt D J:** Spectrum of injuries from snowboarding. J Trauma (1996) 412: 321-5
- Cimino P M:** The incidence of meniscal tears associated with acute anterior cruciate ligament disruption secondary to snow accidents. Arthroscopy (1994)10: 198-200
- Corra S, Conci A, Conforti G, Sacco G, De Giorgi F:** Skiing and snowboarding injuries and their impact on the emergency care system in South Tyrol: a retrospective analysis for the winter season 2001–2002. Inj Control Saf Promot. (2004) 11(4): 281-5
- Costa-Paz M, Aponte-Tinao L, Muscolo D:** Injuries to polo riders: a prospective evaluation. Br J Sports Med. (1999) 33(5): 329–31
- Cumps E, Verhagen E, Meeusen R:** Prospective epidemiological study of basketball injuries during one competitive season: Ankle sprains and overuse knee injuries. J Sports Sci Med (2007) 6: 204-11
- Dann K, Kristen K H, Knoeringer M, Boldrino C, Neher S:** Snowboarden: Geschichte – Verletzungen – Risiken – Materialneugkeiten – Wettkampfbetreueung – Prävention. Orthopäde (2005) 34: 433-40
- Dau I, Dingerkus M L, Lorenz S:** Verletzungsmuster beim Wellenreiten. Dtsch Ztschr Sportmed (2005) 12: 410-14
- Davidson T M, Laliotis A T:** Alpine skiing injuries. A nine-year study. West J Med (1996) 164: 310-4
- Davidson T M, Laliotis A T:** Snowboarding injuries: a four-year study with comparison with alpine ski injuries. West J Med (1996) 164: 231-7
- Deibert M C, Aronsson D D, Johnson R J, Ettlinger C F, Shealy J E:** Skiing Injuries in Children, Adolescents and Adults. J Bone Joint Surg (1998) 80-a(1): 25-32
- Dingerkus M L, Öttl G, Elhardt K:** Verletzungen und Überbelastungen beim Snowboarden. Sportorthop Sporttraumatol (1998) 14: 19-24
- Ekeland A, Rodven A:** Injuries in Norwegian ski resorts 1998-2000 [abstract]. In: Puddu GC, Mariani P, editors. Proceedings of the 10th Congress of European Society of Sports Traumatology, Knee Surgery and Arthroscopy; 2002 Apr 23-27. Rome: F Begliomini, (2002) 416
- Ekstrand J, Walden M, Hagglund M:** Risk for injury when playing in a national footballteam. Scand J Med Sci Sports (2004) 14(1): 34-8
- Ettlinger C F, Johnson R J, Shealy J E:** A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. Am J Sports Med (1995) 23: 531-7
- Fischler L, Röthlisberger M:** Ski- und Snowboardunfälle im Vergleich - ein aktueller Überblick aus dem Skigebiet von Arosa (1988/89 bis 1994/95). Schweiz Rundsch Med Prax (1996) 85: 777-82
- Floyd T:** Alpine skiing, snowboarding, and spinal trauma. Arch Orthop Trauma Surg (2001) 121:433– 6.

- Frymoyer J W, Pope M H, Kristiansen T:** Skiing and spinal trauma.
Clin Sports Med (1982) 1:309–18.
- Furrer M, Erhart S, Frutiger A, et al:** Severe skiing injuries: a retrospective analysis of 361 patients including mechanism of trauma, severity of injury, and mortality.
J Trauma (1995) 39: 737-41
- Gabbett T:** Incidence of injury in amateur rugby league sevens. Br J Sports Med.
(2002) 36:23-6
- Gabbett T:** Incidence of injury in junior rugby league players over four competitive seasons.
J Sci Med Sports (2008) 11(3): 323-8
- Gabl M, Lang T, Pechlaner S, Sailer R:** Snowboardverletzungen.
Sportverl Sportschad (1991) 5: 172-4
- Gaulrapp H, Weber A, Rosemeyer B:** Injuries in mountain biking.
Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc. (2001) 9(1): 48-53
- Gissane C, Jennings D, Kerr K, White J:** Injury Rates in Rugby League Football: Impact of Change in Playing Season. Am J Sports Med. (2003) 31(6): 954-8
- Gläser H:** Wie gefährlich ist der alpine Skisport? Skisport und Skiunfälle 1993/1994: Ein Vergleich mit Den vier Ballsportarten Fußball, Handball, Basketball und Volleyball.
Fachzeitschrift für den Sport (1995) 7: 20-4
- Gudelius J:** Die Jachenau. Jachenau (2008) 41-2
- Gustafson D H, Fryback D G, Rose J H, Prokop C T, Demeter D E, et al.:** An evaluation of multiple trauma severity indices created by different index development strategies.
Med Care (1983) 21: 674-91
- Greenwald R M, France E P, Rosenborg T D:** Significant gender differences in alpine skiing injuries: A five year study. Skiing trauma and safety- Tenth volume.
American society for testing and materials (1996) 36-44
- Harmon K G, Ireland M L:** Gender differences in noncontact anterior cruciate ligament injuries.
Clinics in Sports Medicine 2000; 19: 287-302
- Hebbel-Seeger A:** Snowboarding. Ausrüstung – Technik – Fahrpraxis. Niederhausen (1997)
- Hennessey T, Morgan S J, Elliot J P, et al.:** Helmet availability at skiing and snowboarding rental shops: a survey of Colorado ski resort rental practices. AmJ PrevMed (2002) 22: 110-2
- Hoek H:** Der Ski. 5. Auflage. München (1911) 201-5
- Hörterer H:** Carvingskifahren. Orthopäde (2005) 5: 426-32
- Hull M L:** Analysis of skiing accidents involving combined injuries to the medial collateral and anterior cruciate ligaments. Am J Sports Med. (1997) 25: 35-40
- Humphreys, Duncan:** „Shreadheads go mainstream“? Snowboarding and alternative Youth. In: International Rewiev for the Sociology of Sport 32 (1997) 2: 147-60
- Hunter R E:** Skiing Injuries. Am J Sports Med (1999) 27(3): 381-9
- Janes P C, Abbott P:** The Colorado snowboarding injury study: eight year results. In: Johnson (Hrsg.): Skiing Trauma and Safety XII. Philadelphia. American Society for Testing and Materials)1999) 141-9
- Janes P C, Frincken G T:** Snowboarding injuries. In: Johnson, Mote, Zelcer (Hrsg.): Skiing Trauma and Safety IX. Philadelphia. American Society for Testing and Materials (1993) 255-61

- Jerosch J, Bachmann B, Linnenbecker S, Thorwesten L:** Snowboarden: typische Verletzungen - Ursachen - prophylaktische Maßnahmen. Dt Z Sportmed (1996) 47: 562-9
- Kirkpatrick D, Hunter R, Janes P, et al.:** The snowboarder's foot and ankle. Am J Sports Med (1998) 26: 271-7
- Knobloch K, Vogt P:** Nordic Walking Verletzungen – Der Nordic– Walking–Daumen als neue Verletzungsentität. Sportverletz Sportschaden (2006) 20: 137–42
- Kocher M S, Dupré M M, Feagin J A:** Shoulder Injuries from Alpine Skiing and Snowboarding. Sports Med (1998) 25(3): 201-11
- Koehle S, Lloyd-Smith R, Taunton J E:** Alpine Ski Injuries and Their Prevention. Sports Med (2002) 32(12): 786-93
- Kuchler W:** Skirevolution Carving. Die neue Lust am Skifahren. Werne (1997) 17-8
- Kugler A, Krüger-Franke M, Berr E, Troullier H-H, Rosemeyer B:** Vordere Kreuzbandverletzungen beim alpinen Skisport. Sportorthopädie-Sporttraumatologie (1996) 12.4: 252-5
- Kuriyama S, Fujimaki E, Katagiri T, et al.:** Anterior dislocation of the shoulder joint sustained through skiing: arthrographic findings and prognosis. Am J Sports Med (1984) 12: 339-46
- Lamprecht M, Stamm H:** Vom avantgardistischen Lebensstil zur Massenfreiheit. Eine Analyse des Entwicklungsmusters von Trendsportarten. In: Sportwissenschaft (1998) 3: 370-87
- Lindsjö U, Hellquist E, Engkvist O, et al:** Head injuries in alpine skiing, in Johnson RJ, Mote CD Jr (eds): Skiing Trauma and Safety: Fifth International Symposium. ASTM STP 860. Philadelphia, American Society for Testing and Material (1985): 375–81
- Liu S H, Al-Shaikh R A, Panossian V, Finerman G A, Lane J M:** Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament. A potential explanation for female athletic injury. Am J Sports Med 1997; 25: 704-9
- Levy A S, Smith R H:** Neurologic injuries in skiers and snowboarders. Semin Neurol (2000) 20:233–45.
- Machold W, Kolonja A, Kwasny O, Fuchs M:** Verletzungsrisiken beim Snowboarden. Sportverl Sportschad (1999) 13: 1-7
- Macnab A J, Smith T, Gagnon F A, et al.:** Effect of helmet wear on the incidence of head/face and cervical spine injuries in young skiers and snowboarders. Inj Prev (2002) 8:324 –7.
- Matsumoto K, Miyamoto K, Hiroshi S, Yasuhiko S, Katsuji S:** Upper Extremity Injuries in Snowboarding and Skiing: a Comparative Study. Clin J Sport Med (2002) 12: 354-9
- Matter P, Ziegler W J, Holzach P:** Skiing accidents in the past 15 years. J Sports Sci (1987) 5:319–26.
- Mc Beth P B, Ball C G, Mulloy R H, Kirkpatrick A W:** Alpine ski and snowboarding traumatic injuries: incidence, injury patterns, and risk factors for 10 years. Am J Surg. (2009) 197(5): 560-4
- McConkey J P:** Anterior cruciate ligament rupture in skiing. A new mechanism of injury. Am J Sports Med (1986) 14: 160-164
- Menzel P K:** Qualitätssicherung im Bergrettungsdienst – Eine Standortbestimmung zur Versorgungs- und Diagnosequalität am alpinen Einsatzort. Dissertationsarbeit (1998)
- Mölsä J, Kujala U, Näsman O, Lehtipuu T, Airaksinen O:** Injury profile in ice hockey from the 1970s through the 1990s in Finland. Am J Sports Med. (2000) 28(3):322 –7

- Muser M H, Schmitt K U, Lanz C, Walz F H:** Experimentelle Bestimmung biomechanischer Belastungen bei Skifahrer-Kollisionen. Dtsch Z Sportmed (2009) 60: 315-9
- Müller R:** Unfälle und Präventionsmaßnahmen beim Snowboarden. In: Alt, Schaff, Schumann (Hrsg.): Neue Wege zur Unfallverhütung im Sport. Köln. Bundesinstitut für Sportwissenschaft (2000) 267-73
- Müller R, Brügger O, Mathys R, Stüssi E:** Snowboardunfälle. Sportverl Sportschad (2000) 14: 121-7
- Natri A, Beynnon B D, Ettlinger C F, et al.:** Alpine ski bindings and injuries: current findings. SportsMed (1999) 28: 35-48
- Neville V, Molloy J, Brooks J, Speedy D, Atkinson G:** Epidemiology of injuries and illnesses in America's Cup Yacht racing. Br J Sports Med. (2006) 40(4): 304 –11
- Nickel C, Zernial O, Musahl V, Hansen U, Zantop T, Petersen W:** A prospective study of kitesurfing injuries. Am J Sports Med. (2004) 32(4): 921-7
- Oberthaler G, Primavesi C, Niederwiese B, Hertz H.:** Snowboardunfälle 1991 bis 1994 – Eine Analyse. Sportverl Sportschad (1995) 9: 118-22
- ÖGAN:** Österreichische Gesellschaft für Qualitätssicherung und Ausbildung in der Notfallmedizin. www.oegan.at/jo/index.php?option=com_content&task=view&id=26&Itemid=24
- Öttl G, Riel K-A, Dingerkus M L, Brommer J, Lorck F, Bernett P:** Snowboardfahren - eine Analyse von Verletzungen und Überlastungsbeschwerden. Prakt Sport Traumatol Sportmed (1994) 10: 2-8
- Paletta G A, Levine D S, O'Brien S J, Wickiewicz T L, Warren R F:** Patterns of meniscal injury associated with acute anterior cruciate ligament injury in skiers. Am J Sports Med (1992) 20: 542-7
- Paul CP, Janes PC.:** The snowboarders talus fracture. In: Mote, Johnson, Hauser, Schaff (Hrsg.): Skiing Trauma and Safety X. Philadelphia. American Society for Testing and Materials (1996): 388-93
- Pecina M:** Injuries in downhill (alpine) skiing. Croatian Med J (2002) 43: 257-60
- Pigozzi F, Santori N, Di Salvo V, Parisi A, Di Luigi L:** Snowboard traumatology: an epidemiological study. Orthopedics (1997) 20: 505-9
- Pressman A, Johnson D H:** A review of ski injuries resulting in combined injury to the anterior cruciate ligament and medial collateral ligaments. Arthroscopy (2003) 2: 194-202
- Rees-Jones A:** Skiing helmets. Br J Sports Med (1999) 33: 3
- Rossi M J, Lubowitz J H, Guttman D:** The skier's knee. Arthroscopy (2003) 1: 75-84
- Sakamoto Y, Keishoku S:** Snowboarding and Ski Boarding Injuries in Niigata, Japan. Am J Sports Med (2008) 36(5): 943-8
- Saragaglia D, Hashemi A, Picard F, Montbarbon E, Tourné Y, Charbel A:** Les accidents de surf des neiges: étude épidémiologique rétrospective à propos de 202 blessés. J Traumatol Sport (1996) 13: 13-9
- Sasaki K, Takagi M, Ida H, Yamakawa M, Ogino T:** Severity of upper limb injuries in snowboarding. Arch Orthop Trauma Surg (1999) 119: 292-5
- Schneider T:** Snow skiing injuries. Aus Fam Phys (2003) 32: 499-502
- Schöffl V, Morrison A, Schwarz U, Schöffl I, Küpper T:** Evaluation of injury and fatality risk in rock and ice climbing. Sports Med (2010) 40:657-79.

- Schöffl V R, Küpper T:** Injuries at the 2005 World Championships in Rock Climbing. Wilderness Environ Med. (2006) 17: 33-6
- Schöffl V, Winkelmann H P:** Unfallstatistik an „Indoor Kletteranlagen“. Sportverletz Sportschaden (1999) 13(1): 14-6
- Schuster H P, Dick W:** Scoresysteme in der Notfallmedizin? Anaesthesist (1994) 43: 30-5
- Seil R, Rupp S, Tempelhof S, Kohn D:** Sport Injuries in Team Handball. Am J SportsMed. (1998) 26: 681-7
- Shealy J E:** Snowboard vs. downhill skiing injuries. In: Johnson, Mote, Zelcer (Hrsg.): Skiing Trauma and Safety IX. Philadelphia. American Society for Testing and Materials (1993) 241-54
- Shealy J. E., Ettlinger C.F.:** Gender-related injury patterns in skiing. Skiing trauma and safety- Tenth Volume. American society for testing and materials (1996) 73-6
- Sherry E:** Skiing injuries in Australia. Med J Aust (1984) 140: 530-1
- Skiing helmets:** an evaluation of the potential to reduce head injury. Washington, D.C. U.S. Consumer Product Safety Commission, 1999 Jan
- Snowboarder – Monster Backside Magazin:** Amerikanische Ausgabe (1995) 10: 124-46
- Steiner M, Hatje T:** Snowboard – Das Handbuch. München (1992)
- Sulheim S, Holme I, Ekeland A, et al.:** Helmet use and risk of head injuries in Alpine skiers and snowboarders. JAMA (2006) 295: 919 –24.
- Sutherland A G, Holmes J D, Myers S:** Differing injury patterns in snowboarding and alpine skiing. Injury (1996) 27: 423-5
- Tarazi F, Dvorak M F, Wing P C:** Spinal injuries in skiers and snowboarders. Am J Sports Med (1999) 27: 177-80
- Tomida Y, Hirata H, Fukuda A, Tsujii M, Kato K, Fujisawa K, Uchida A:** Injuries in elite motorcycle racing in Japan. Br J Sports Med. (2005) 39(8): 508-11
- Trosien G, Stetter D:** Globale Ausbreitung des Snowboardings und Entwicklung in Deutschland. In: Trosien G (Hrsg.): Globalisierung und Sport: Business, Entertainment, Trends. Aachen (1998) 89-102
- Ungerholm S, Engkvist O, Gierup J, et al.:** Skiing injuries in children and adults: a comparative study from an 8-year period. Int J Sports Med (1983) 4: 236-40
- US Consumer Product Safety Commission:** Skiing Helmets: An Evaluation of the Potential to Reduce Head Injury. Washington, DC: US Government Printing Office (1999)
- Valuri G, Stevenson M, Finch C, Hamer P, Elliott B:** The validity of a four week self-recall of sports injuries. Inj Prev (2005) 11(3):135 -7
- Warne W J, Feagin J A, King P, Lambert K L, Cunningham R R:** Ski Injury Statistics, 1982 to 1993, Jackson Hole Ski Resort. Am J Sports Med (1995) 23(5): 597-600
- Weaver J K:** Skiing-related injuries to the shoulder. Clin Orthop (1987) 216: 24-8
- Wedderkopp N, Kaltoft M, Lundgaard B, Rosendahl M, Froberg K:** Prevention of injuries in young female players in European team handball. A prospective intervention study. Scand J Med Sci Sports (1999) 9(1):41-7

- Weiss M, Bernoulli L, Zollinger A:** Der NACA-Index – Aussagekraft und Stellenwert des Modifizierten NACA-Indexes in der präklinischen Schweregraderfassung von Unfallpatienten. *Anaesthesist* (2001) 50: 150-4
- Werner S, Willis K:** Self-release of ski-binding. *Int J Sports Med* (2002) 23: 530-5
- Wojtys E M, Huston L J, Melbourne D, Boynton, Spindler K P, Lindenfeld T N:** The effect of the menstrual cycle on anterior cruciate ligament injuries in women as determined by hormone levels. *Am J Sports Med* (2002) 30: 182-88
- Zazryn T, Cameron P, Mc Crory P:** A prospective cohort study of injury in amateur and profi boxing. *Br J Sports Med.* (2006) 40(8): 670-4
- Zdarsky M:** Die Lilienfelder Skilauf-Technik. Hamburg (1897)
- Zehetmayer H:** Zur Interdependenz von Skitechniken und Ski-Ideologien – Ein Beitrag zur Skigeschichte. In: Grünekee, Alfred/Heckers, Herbert (Hrsg.): *SPORTS-Schriftenreihe zum Wintersport. Band 19: Skifahren und Snowboarden heute.* Düsseldorf (2005) 12-6

8. Anhang

Tabelle 1 : NACA – Score zur Schweregradbeurteilung verletzter Patienten

NACA 1	Geringfügige Störung. Keine ärztliche Intervention
NACA 2	Leichte bis mäßig schwere Störung. Ambulante ärztliche Maßnahme
NACA 3	Mäßige bis schwere aber nicht lebensbedrohliche Störung. Stationäre Behandlung erforderlich
NACA 4	Schwere Störung, Entwicklung einer Lebensbedrohung kann nicht ausgeschlossen werden
NACA 5	Akute Lebensgefahr
NACA 6	Atem- und/oder Kreislaufstillstand bzw. Reanimation
NACA 7	Tod

Tabelle 2: Herkunft der Verletzten

Herkunft	Ski		Snowboard	
	n	%	n	%
unbekannt	19	1,02	8	0,82
PLZ 0...	35	1,88	15	1,54
PLZ 1...	52	2,79	13	1,33
PLZ 2...	65	3,49	22	2,25
PLZ 3...	84	4,50	24	2,46
PLZ 4...	121	6,49	35	3,58
PLZ 5...	131	7,02	53	5,42
PLZ 6...	191	10,24	63	6,45
PLZ 7...	400	21,45	313	32,04
PLZ 8...	508	27,24	348	35,62
PLZ 9...	78	4,18	42	4,30
GBR	58	3,11	3	0,31
NLD	63	3,38	23	2,35
Sonstige	60	3,22	15	1,54
Gesamt	1865	100,00	977	100,00

Tabelle 3: Tagesverteilung der Ski und Snowboarder

	Ski		Snowboard		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	
Montag	193	10,35	87	8,90	280	9,85	0,220
Dienstag	242	12,98	103	10,54	345	12,14	0,059
Mittwoch	223	11,96	103	10,54	326	11,47	0,261
Donnerstag	247	13,24	136	13,92	383	13,48	0,616
Freitag	263	14,10	114	11,67	377	13,27	0,069
Samstag	378	20,27	245	25,08	623	21,92	<0,01
Sonntag	319	17,10	189	19,34	508	17,87	0,139
Gesamt	1865	100,00	977	100,00	2842	100,00	

Tabelle 4: Stundenverteilung der Ski- und Snowboardunfälle

	Ski		Snowboard		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	
unbekannt	0	0,00	1	0,10	1	0,04	
8-9 h	7	0,38	1	0,10	8	0,28	0,192
9-10 h	65	3,49	25	2,56	90	3,17	0,180
10-11 h	217	11,64	91	9,31	308	10,84	0,059
11-12 h	312	16,73	177	18,12	489	17,21	0,352
12-13 h	291	15,60	155	15,86	446	15,69	0,856
13-14 h	313	16,78	176	18,01	489	17,21	0,409
14-15 h	324	17,37	166	16,99	490	17,24	0,798
15-16 h	210	11,26	141	14,43	351	12,35	0,015
16-17 h	117	6,27	39	3,99	156	5,49	0,011
nach 17 h	9	0,48	5	0,51	14	0,49	0,916
Gesamt	1865	100,00	977	100,00	2842	100,00	

Tabelle 5: Geländeverteilung der Ski- und Snowboardunfälle

	Ski		Snowboard		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	
unbekannt	47	2,52	17	1,74	64	2,25	0,671 < 0,01 0,018 <0,01 <0,01
blau	591	31,69	302	30,91	893	31,42	
rot	1036	55,55	454	46,47	1490	52,43	
schwarz	66	3,54	19	1,94	85	2,99	
Fungelände	74	3,97	175	17,91	249	8,76	
freies Gelände	51	2,73	10	1,02	61	2,15	
Gesamt	1865	100,00	977	100,00	2842	100,00	

Tabelle 6: Verletzungshäufigkeit und -risiko

	Verletzungen pro 1000h Sportausübung	Verletzungsrisiko [%]
Fellhorn	0,35	0,16
Nebelhorn	0,24	0,11
Söllereck	0,16	0,10
Gesamt	0,27	0,12

Tabelle 7: Verletzungsschwere der Ski und Snowboarder

	Ski		Snowboard		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	
NACA 1	167	8,95	84	8,60	251	8,83	0,750
NACA 2	1105	59,25	387	39,61	1492	52,50	<0,01
NACA 3	480	25,74	449	45,96	929	32,69	<0,01
NACA 4	109	5,84	53	5,42	162	5,70	0,647
NACA 5	4	0,21	4	0,41	8	0,28	0,352
Gesamt	1865	100,00	977	100,00	2842	100,00	

Tabelle 8: Verletzungslokalisationen der Skifahrer und Snowboarder

	Ski		Snowboard		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	
Kopf	219	11,74	105	10,75	324	11,40	0,428
Schulter/Oberarm	322	17,27	214	21,90	536	18,86	<0,01
Ellenbogen	17	0,91	33	3,38	50	1,76	<0,01
Unterarm/Handgelenk	97	5,20	287	29,38	384	13,51	<0,01
Hand/Finger	45	2,41	29	2,97	74	2,60	0,337
Wirbelsäule	108	5,79	79	8,09	187	6,58	0,019
Thorax/Rippen	27	1,45	24	2,46	51	1,79	0,054
Abdomen	6	0,32	6	0,61	12	0,42	0,254
Becken	46	2,47	18	1,84	64	2,25	0,287
Oberschenkel	48	2,57	11	1,13	59	2,08	0,011
Knie	691	37,05	86	8,80	777	27,34	<0,01
Unterschenkel/Sprunggelenk	234	12,55	81	8,29	315	11,08	<0,01
Fuß/Zehen	3	0,16	2	0,20	5	0,18	0,791
Polytrauma	2	0,11	2	0,20	4	0,14	0,510
Gesamt	1865	100,00	977	100,00	2842	100,00	

Tabelle 9: Geschlechterspezifische Verletzungsmuster der Skifahrer

	männlich		weiblich		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	
Kopf	146	14,96	72	8,07	218	11,73	<0,01
Schulter/Oberarm	218	22,34	104	11,66	322	17,32	<0,01
Ellenbogen	7	0,72	10	1,12	17	0,91	0,369
Unterarm/Handgelenk	52	5,33	45	5,04	97	5,22	0,747
Hand/Finger	27	2,77	18	2,02	45	2,42	0,278
Wirbelsäule	66	6,76	42	4,71	108	5,81	0,051
Thorax/Rippen	23	2,36	4	0,45	27	1,45	<0,01
Abdomen	4	0,41	2	0,22	6	0,32	0,472
Becken	22	2,25	24	2,69	46	2,47	0,565
Oberschenkel	29	2,97	19	2,13	48	2,58	0,238
Knie	246	25,20	442	49,55	688	37,01	<0,01
Unterschenkel/Sprunggelenk	123	12,60	109	12,22	232	12,48	0,745
Fuß/Zehen	3	0,31	0	0,00	3	0,16	0,959
Polytrauma	1	0,10	1	0,11	2	0,11	0,954
Gesamt	967	99,08	892	100,00	1859	100,00	

Tabelle 10: Geschlechterspezifische Verletzungsmuster der Snowboarder

	männlich		weiblich		Gesamt		p-wert
	n	%	n	%	n	%	
Kopf	69	11,02	35	10,06	104	10,68	0,640
Schulter/Oberarm	168	26,84	46	13,22	214	21,97	<0,01
Ellenbogen	19	3,04	14	4,02	33	3,39	0,414
Unterarm/Handgelenk	182	29,07	105	30,17	287	29,47	0,719
Hand/Finger	14	2,24	15	4,31	29	2,98	0,068
Wirbelsäule	52	8,31	27	7,76	79	8,11	0,764
Thorax/Rippen	19	3,04	5	1,44	24	2,46	0,123
Abdomen	4	0,64	2	0,57	6	0,62	0,902
Becken	5	0,80	13	3,74	18	1,85	<0,01
Oberschenkel	7	1,12	4	1,15	11	1,13	0,965
Knie	38	6,07	47	13,51	85	8,73	<0,01
Unterschenkel/Sprunggelenk	46	7,35	34	9,77	80	8,21	0,187
Fuß/Zehen	1	0,16	1	0,29	2	0,21	0,673
Polytrauma	2	0,32	0	0,00	2	0,21	0,291
Gesamt	626	100,00	348	100,00	974	100,00	

Tabelle 11: Altersspezifische Verletzungsmuster der Skifahrer

Ski																		
	<10		10-19		20-29		30-39		40-49		50-59		60-69		unbekannt		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Kopf	14	13,21	70	14,77	26	8,58	30	9,38	33	10,51	22	11,64	12	12,50	6	13,95	219	11,74
Schulter/Oberarm	6	5,66	63	13,29	63	20,79	52	16,25	72	22,93	34	17,99	18	18,75	11	25,58	322	17,27
Ellenbogen	0	0,00	13	2,74	2	0,66	1	0,31	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	17	0,91
Unterarm/Handgelenk	7	6,60	46	9,70	13	4,29	11	3,44	8	2,55	5	2,65	2	2,08	3	6,98	97	5,20
Hand/Finger	3	2,83	12	2,53	7	2,31	11	3,44	6	1,91	2	1,06	0	0,00	4	9,30	45	2,41
Wirbelsäule	10	9,43	37	7,81	19	6,27	22	6,88	9	2,87	5	2,65	3	3,13	3	6,98	108	5,79
Thorax/Rippen	0	0,00	5	1,05	4	1,32	2	0,63	7	2,23	4	2,12	3	3,13	0	0,00	27	1,45
Abdomen	1	0,94	3	0,63	0	0,00	0	0,00	1	0,32	0	0,00	1	1,04	0	0,00	6	0,32
Becken	1	0,94	13	2,74	4	1,32	9	2,81	4	1,27	6	3,17	7	7,29	1	2,33	46	2,47
Oberschenkel	0	0,00	12	2,53	5	1,65	5	1,56	10	3,18	6	3,17	10	10,42	0	0,00	48	2,57
Knie	24	22,64	139	29,32	126	41,58	143	44,69	135	42,99	83	43,92	28	29,17	10	23,26	691	37,05
Unterschenkel/Sprunggelenk	40	37,74	58	12,24	34	11,22	33	10,31	28	8,92	22	11,64	12	12,50	4	9,30	234	12,55
Fuß/Zehen	0	0,00	2	0,42	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	2,33	3	0,16
Polytrauma	0	0,00	1	0,21	0	0,00	1	0,31	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,11
Gesamt	106	100,00	474	100,00	303	100,00	320	100,00	314	100,00	189	100,00	96	100,00	43	100,00	1865	100,00

Tabelle 12: Altersspezifische Verletzungen der Snowboarder

Snowboard																		
	<10		10-19		20-29		30-39		40-49		50-59		60-69		unbekannt		Gesamt	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
Kopf	1	20,00	64	10,98	32	10,32	4	8,33	1	7,14	1	50,00	0	0,00	2	14,29	105	10,75
SSchulter/Oberarm	3	60,00	111	19,04	88	28,39	8	16,67	3	21,43	0	0,00	0	0,00	1	7,14	214	21,90
Ellenbogen	0	0,00	17	2,92	15	4,84	1	2,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	33	3,38
Unterarm/Handgelenk	0	0,00	204	34,99	63	20,32	13	27,08	2	14,29	1	50,00	0	0,00	4	28,57	287	29,38
Hand/Finger	0	0,00	14	2,40	10	3,23	3	6,25	1	7,14	0	0,00	0	0,00	1	7,14	29	2,97
Wirbelsäule	0	0,00	48	8,23	28	9,03	2	4,17	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	7,14	79	8,09
Thorax/Rippen	0	0,00	14	2,40	8	2,58	1	2,08	1	7,14	0	0,00	0	0,00	0	0,00	24	2,46
Abdomen	0	0,00	5	0,86	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	0,61
Becken	0	0,00	10	1,72	7	2,26	0	0,00	0	0,00	0	0,00	1	100,00	0	0,00	18	1,84
Oberschenkel	0	0,00	6	1,03	4	1,29	1	2,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	11	1,13
Knie	1	20,00	45	7,72	26	8,39	8	16,67	4	28,57	0	0,00	0	0,00	2	14,29	86	8,80
Unterschenkel/Sprunggelenk	0	0,00	43	7,38	27	8,71	6	12,50	2	14,29	0	0,00	0	0,00	3	21,43	81	8,29
Fuß/Zehen	0	0,00	1	0,17	0	0,00	1	2,08	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,20
Polytrauma	0	0,00	1	0,17	1	0,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,20
Gesamt	5	100,00	583	100,00	310	100,00	48	100,00	14	100,00	2	100,00	1	100,00	14	100,00	977	100,00

Tabelle 13: Geländespezifische Verletzungen der Skifahrer

Ski															
	blau		rot		schwarz		Fun		fr. Gel		unbekannt		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Kopf	59	9,98	129	12,45	8	12,12	11	14,86	7	13,73	5	10,64	219	11,74	0,532
Schulter/Oberarm	90	15,23	192	18,53	7	10,61	18	24,32	8	15,69	7	14,89	322	17,27	0,108
Ellenbogen	4	0,68	9	0,87	0	0,00	2	2,70	2	3,92	0	0,00	17	0,91	0,075
Unterarm/Handgelenk	36	6,09	50	4,83	2	3,03	1	1,35	2	3,92	6	12,77	97	5,20	0,369
Hand/Finger	19	3,21	24	2,32	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	4,26	45	2,41	0,166
Wirbelsäule	29	4,91	55	5,31	3	4,55	13	17,57	4	7,84	4	8,51	108	5,79	<0,01
Thorax/Rippen	7	1,18	13	1,25	4	6,06	0	0,00	2	3,92	1	2,13	27	1,45	<0,01
Abdomen	2	0,34	4	0,39	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	0,32	0,947
Becken	13	2,20	27	2,61	1	1,52	2	2,70	2	3,92	1	2,13	46	2,47	0,914
Oberschenkel	14	2,37	26	2,51	1	1,52	3	4,05	1	1,96	3	6,38	48	2,57	0,894
Knie	227	38,41	384	37,07	35	53,03	13	17,57	16	31,37	16	34,04	691	37,05	<0,01
Unterschenkel/Sprunggelenk	91	15,40	119	11,49	5	7,58	10	13,51	7	13,73	2	4,26	234	12,55	0,143
Fuß/Zehen	0	0,00	2	0,19	0	0,00	1	1,35	0	0,00	0	0,00	3	0,16	0,110
Polytrauma	0	0,00	2	0,19	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,11	0,825
Gesamt	591	100,00	1036	100,00	66	100,00	74	100,00	51	100,00	47	100,00	1865	100,00	

Chi²-Test wurde ohne Einbeziehung der Unbekannten durchgeführt

Tabelle 14: Geländespezifische Verletzungen der Snowboarder

Snowboard															
	blau		rot		schwarz		Fun		fr. Gel		unbekannt		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	
Kopf	43	14,24	45	10,11	1	5,26	13	7,43	1	10,00	2	11,76	105	10,75	0,148
Schulter/Oberarm	42	13,91	112	25,17	6	31,58	53	30,29	0	0,00	1	5,88	214	21,90	<0,01
Ellenbogen	5	1,66	19	4,27	1	5,26	8	4,57	0	0,00	0	0,00	33	3,38	0,300
Unterarm/Handgelenk	101	33,44	121	27,19	3	15,79	52	29,71	2	20,00	8	47,06	287	29,38	0,188
Hand/Finger	9	2,98	18	4,04	0	0,00	1	0,57	1	10,00	0	0,00	29	2,97	0,125
Wirbelsäule	23	7,62	27	6,07	2	10,53	23	13,14	2	20,00	2	11,76	79	8,09	0,026
Thorax/Rippen	1	0,33	18	4,04	0	0,00	5	2,86	0	0,00	0	0,00	24	2,46	0,031
Abdomen	1	0,33	5	1,12	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	6	0,61	0,499
Becken	7	2,32	5	1,12	1	5,26	4	2,29	1	10,00	0	0,00	18	1,84	0,151
Oberschenkel	2	0,66	4	0,90	3	15,79	2	1,14	0	0,00	0	0,00	11	1,13	<0,01
Knie	37	12,25	35	7,87	1	5,26	7	4,00	3	30,00	3	17,65	86	8,80	<0,01
Unterschenkel/Sprunggelenk	31	10,26	41	9,21	1	5,26	7	4,00	0	0,00	1	5,88	81	8,29	0,125
Fuß/Zehen	0	0,00	2	0,45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,20	0,693
Polytrauma	0	0,00	2	0,45	0	0,00	0	0,00	0	0,00	0	0,00	2	0,20	0,693
Gesamt	302	100,00	454	100,00	19	100,00	175	100,00	10	100,00	17	100,00	977	100,00	

Chi²-Test wurde ohne Einbeziehung der Unbekannten durchgeführt

Tabelle 15: Einfluss von Kollisionen auf die Verletzungen der Skifahrer

	ohne		mit		unbekannt		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Kopf	171	10,07	47	29,38	1	14,29	219	11,74	<0,01
Schulter/Oberarm	299	17,61	23	14,38	0	0,00	322	17,27	0,302
Ellenbogen	16	0,94	1	0,63	0	0,00	17	0,91	0,687
Unterarm/Handgelenk	86	5,06	9	5,63	2	28,57	97	5,20	0,758
Hand/Finger	44	2,59	1	0,63	0	0,00	45	2,41	0,122
Wirbelsäule	89	5,24	18	11,25	1	14,29	108	5,79	<0,01
Thorax/Rippen	19	1,12	8	5,00	0	0,00	27	1,45	<0,01
Abdomen	4	0,24	2	1,25	0	0,00	6	0,32	0,031
Becken	37	2,18	9	5,63	0	0,00	46	2,47	<0,01
Oberschenkel	39	2,30	8	5,00	1	14,29	48	2,57	0,037
Knie	664	39,10	25	15,63	2	28,57	691	37,05	<0,01
Unterschenkel/Sprunggelenk	225	13,25	9	5,63	0	0,00	234	12,55	<0,01
Fuß/Zehen	3	0,18	0	0,00	0	0,00	3	0,16	0,595
Polytrauma	2	0,12	0	0,00	0	0,00	2	0,11	0,664
Gesamt	1698	100,00	160	100,00	7	100,00	1865	100,00	

Chi²-Test wurde ohne Einbeziehung der Unbekannten durchgeführt

Tabelle 16: Einfluss von Kollisionen auf die Verletzungen der Snowboarder

	ohne		mit		unbekannt		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Kopf	93	5,48	11	6,88	1	14,29	105	5,63	<0,01
Schulter/Oberarm	208	12,25	6	3,75	0	0,00	214	11,47	0,133
Ellenbogen	32	1,88	1	0,63	0	0,00	33	1,77	0,640
Unterarm/Handgelenk	277	16,31	10	6,25	0	0,00	287	15,39	0,237
Hand/Finger	24	1,41	5	3,13	0	0,00	29	1,55	<0,01
Wirbelsäule	74	4,36	4	2,50	1	14,29	79	4,24	0,862
Thorax/Rippen	24	1,41	0	0,00	0	0,00	24	1,29	0,269
Abdomen	6	0,35	0	0,00	0	0,00	6	0,32	0,584
Becken	16	0,94	1	0,63	1	14,29	18	0,97	0,821
Oberschenkel	10	0,59	1	0,63	0	0,00	11	0,59	0,493
Knie	83	4,89	3	1,88	0	0,00	86	4,61	0,571
Unterschenkel/Sprunggelenk	77	4,53	3	1,88	1	14,29	81	4,34	0,667
Fuß/Zehen	1	0,06	1	0,63	0	0,00	2	0,11	<0,01
Polytrauma	2	0,12	0	0,00	0	0,00	2	0,11	0,753
Gesamt	927	54,59	46	28,75	4	57,14	977	52,39	

Chi²-Test wurde ohne Einbeziehung der Unbekannten durchgeführt

Tabelle 17: Einfluss des Skigebietes auf die Verletzungsmuster der Skifahrer

	Fellhorn		Nebelhorn		Söllereck		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Kopf	153	12,89	33	9,35	33	10,15	219	11,74	0,119
Schulter/Oberarm	216	18,20	68	19,26	38	11,69	322	17,27	0,013
Ellenbogen	12	1,01	3	0,85	2	0,62	17	0,91	0,794
Unterarm/Handgelenk	60	5,05	18	5,10	19	5,85	97	5,20	0,847
Hand/Finger	24	2,02	15	4,25	6	1,85	45	2,41	0,044
Wirbelsäule	73	6,15	21	5,95	14	4,31	108	5,79	0,448
Thorax/Rippen	16	1,35	8	2,27	3	0,92	27	1,45	0,306
Abdomen	5	0,42	0	0,00	1	0,31	6	0,32	0,471
Becken	29	2,44	7	1,98	10	3,08	46	2,47	0,654
Oberschenkel	35	2,95	3	0,85	10	3,08	48	2,57	0,075
Knie	428	36,06	141	39,94	122	37,54	691	37,05	0,406
Unterschenkel/Sprunggelenk	131	11,04	36	10,20	67	20,62	234	12,55	<0,01
Fuß/Zehen	3	0,25	0	0,00	0	0,00	3	0,16	0,424
Polytrauma	2	0,17	0	0,00	0	0,00	2	0,11	0,565
Gesamt	1187	100,00	353	100,00	325	100,00	1865	100,00	

Tabelle 18: Einfluss des Skigebietes auf die Verletzungsmuster der Snowboarder

	Fellhorn		Nebelhorn		Söllereck		Gesamt		p-Wert
	n	%	n	%	n	%	n	%	
Kopf	68	10,09	25	11,90	12	12,90	105	10,75	0,592
Schulter/Oberarm	169	25,07	35	16,67	10	10,75	214	21,90	<0,01
Ellenbogen	26	3,86	5	2,38	2	2,15	33	3,38	0,462
Unterarm/Handgelenk	190	28,19	55	26,19	42	45,16	287	29,38	<0,01
Hand/Finger	18	2,67	8	3,81	3	3,23	29	2,97	0,689
Wirbelsäule	55	8,16	19	9,05	5	5,38	79	8,09	0,553
Thorax/Rippen	21	3,12	2	0,95	1	1,08	24	2,46	0,139
Abdomen	5	0,74	1	0,48	0	0,00	6	0,61	0,664
Becken	12	1,78	5	2,38	1	1,08	18	1,84	0,721
Oberschenkel	6	0,89	5	2,38	0	0,00	11	1,13	0,113
Knie	50	7,42	24	11,43	12	12,90	86	8,80	0,069
Unterschenkel/Sprunggelenk	52	7,72	24	11,43	5	5,38	81	8,29	0,132
Fuß/Zehen	2	0,30	0	0,00	0	0,00	2	0,20	0,637
Polytrauma	0	0,00	2	0,95	0	0,00	2	0,20	0,257
Gesamt	674	100,00	210	100,00	93	100,00	977	100,00	

Eidesstattliche Versicherung

Düwell, Klaus Johannes

Ich erkläre hiermit an Eides statt,
dass ich die vorliegende Dissertation mit dem Thema

Verletzungsmuster und Verletzungsrisiko im alpinen Wintersport am Beispiel der Skiregion Oberstdorf

selbständig verfasst, mich außer der angegebenen keiner weiteren Hilfsmittel bedient und alle Erkenntnisse, die aus dem Schrifttum ganz oder annähernd übernommen sind, als solche kenntlich gemacht und nach ihrer Herkunft unter Bezeichnung der Fundstelle einzeln nachgewiesen habe.

Ich erkläre des Weiteren, dass die hier vorgelegte Dissertation nicht in gleicher oder in ähnlicher Form bei einer anderen Stelle zur Erlangung eines akademischen Grades eingereicht wurde.

Ort, Datum

Unterschrift Doktorandin/Doktorand