

Klinik und Poliklinik für Orthopädie und Sportorthopädie
der Technischen Universität München
Klinikum rechts der Isar
(Univ.-Prof. Dr. R. Gradinger)

Fakultät für Sportwissenschaft der Technischen Universität München
Fachgebiet für Sportgeräte und Materialien
(Univ.-Prof. Dr. V. St. Senner)

**Verletzungen im alpinen Skisport unter Berücksichtigung
der Entwicklung in der Skitechnologie**

Zweite Erhebung 2001

Richard Jais

Vollständiger Abdruck der von der Fakultät für Medizin der Technischen
Universität München zur Erlangung des akademischen Grades eines

Doktors der Medizin

genehmigten Dissertation.

Vorsitzender: Univ.-Prof. Dr. D. Neumeier
Prüfer der Dissertation: 1. Univ.-Prof. Dr. V. St. Senner
2. Univ.-Prof. Dr. A. Imhoff

Die Dissertation wurde am 10.01.2005 bei der Technischen Universität
München eingereicht und durch die Fakultät für Medizin am 14.09.2005
angenommen.

Inhaltsangabe

Abkürzungsverzeichnis.....	5
1 Einleitung.....	6
1.1 Wintersport, beliebt und gefährlich.....	6
1.2 Der Carvingski – „Skirevolution“ der 90er.....	9
1.2.1 Carving – eine Neuerfindung?.....	10
1.2.2 Fahrtechnik – Carvingski vs. konventioneller Ski.....	11
1.2.3 Schwungradradius und Fahrverhalten.....	13
1.2.4 Spekulationen zum Verletzungsrisiko.....	14
1.3 Ergebnisse bisheriger Carving-Studien.....	18
1.4 Zielsetzung.....	20
2 Datenerhebung und Methodik.....	22
2.1 Pistenbefragung.....	23
2.1.1 Zeitpunkte und Orte der Befragung.....	23
2.1.2 Interview.....	24
2.2 Unfalldaten.....	25
2.2.1 FdS – Freunde des Skisports im DSV.....	26
2.2.2 Unfallfragebogen.....	27
2.3 Klassifikation.....	27
2.3.1 Personenmerkmale.....	28
2.3.2 Skimaterial – Einteilung in Radiusklassen.....	30
2.3.3 Verletzungen.....	31
2.3.4 Unfallhergang.....	33
2.4 Statistische Methoden.....	33
3 Ergebnisse.....	34
3.1 Vergleich von Verletzten- und Kontrollgruppe.....	34
3.1.1 Personenmerkmale.....	35
3.1.2 Skimaterial.....	38
3.2 Verletzungsauswertung.....	40
3.2.1 Verteilungsmuster der Verletzungen.....	40
3.2.2 Verletzung und Personenmerkmale.....	42
3.2.2.1 Geschlecht und Verletzung.....	42
3.2.2.2 Alter und Verletzung.....	45

3.2.2.3	Fahrtyp und Verletzung.....	53
3.2.3	Verletzung und Skimaterial.....	56
3.2.3.1	Skityp und Verletzung – Vergleich zwischen Carvingski und konventionellem Ski.....	56
3.2.3.2	Taillierungsradius (Carvingski) und Verletzung.....	60
3.2.4	Unfallhergang.....	63
4	Diskussion.....	65
4.1	Analyse der gewählten Stichproben.....	65
4.1.1	Stichprobe unverletzter Skifahrer (Kontrollgruppe).....	65
4.1.2	Stichprobe verletzter Skifahrer (Verletztengruppe).....	66
4.1.3	Wertung des Stichprobenvergleichs.....	69
4.2	Verletzungsauswertung.....	70
4.2.1	Verteilungsmuster der Verletzungen.....	71
4.2.2	Verletzung und Personenmerkmale.....	80
4.2.2.1	Geschlecht.....	80
4.2.2.2	Alter.....	85
4.2.2.3	Fahrtyp.....	95
4.2.3	Verletzung und Skimaterial.....	97
4.2.3.1	Skityp.....	97
4.2.3.2	Taillierungsradius.....	103
4.2.4	Unfallhergang.....	105
4.2.5	Skilänge als Risikofaktor.....	108
5	Zusammenfassung.....	116
6	Literaturverzeichnis.....	119
7	Anhang.....	129
7.1	Tabellen.....	129
7.2	Abbildungen.....	150
7.3	Tabellenverzeichnis.....	155
7.4	Abbildungsverzeichnis.....	159
8	Lebenslauf.....	163
9	Danksagung.....	164

In Liebe und Dankbarkeit
meinen Eltern gewidmet

Abkürzungsverzeichnis

- a: alt (in Tabellen)
- Abb.: Abbildung
- ACL: Vorderes Kreuzband (anterior collateral ligament)
- AK: Altersklasse
- ASU-Ski: Auswertungsstelle für Skiunfälle der ARAG-Sportversicherung
- bfu: Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung
- C: Carver (Person mit Carvingski)
- DSV: Deutscher Skiverband
- F: Fisher-exact-Test
- FdS: Freunde des Skisports e.V. im DSV (DSVaktiv)
- j: jung (in Tabellen)
- m: männlich
- MCL: Knieinnenband (medial collateral ligament)
- M-W-Test Rangsummentest nach Mann-Whitney
- NC: Nichtcarver (Person mit konventionellem Ski)
- n.s.: nicht signifikant
- PCL: posterior cruciate ligament, hinteres Kreuzband
- RL: Relative Skilänge
- SUVA: Schweizerische Unfallversicherungsanstalt
- TR: Taillierungsradius
- TR 1: Radiusklasse 1 (TR unter 14m) TR 2-4 analog (siehe S.30)
- w: weiblich

1 Einleitung

Der Sport erlangt in unserer zunehmend von Freizeit geprägten Gesellschaft eine immer größere Bedeutung. Neben seinen unbestrittenen positiven Auswirkungen auf Physis und Psyche des Sportbetreibenden, birgt er allerdings auch Gefahren in Form von Verletzungsrisiken.

Sportverletzungen und Sportschäden sind zwangsläufige Begleiterscheinungen fast aller Sportarten. Dabei hat deren Häufigkeit nicht nur einschneidende Bedeutung für das betroffene Individuum, sondern auch für die finanziellen Ressourcen unserer Sozialstaaten [31].

Zwar werden die Kosten durch Sportunfälle und deren Folgen in einer Arbeit von Steinbrück et al. [83] nur auf etwa 1/10 der Kosten geschätzt, die durch den zivilisationsbedingten Bewegungsmangel entstehen, aber die gesundheitsökonomische Relevanz von Sportunfällen und Unfallfolgen bleibt ohne Zweifel bestehen.

Beispielsweise schätzt die Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) die Zahl der Sportunfälle innerhalb der schweizerischen Wohnbevölkerung auf 245.000 pro Jahr. Die dadurch verursachten sozialen Kosten werden mit einer Summe in der Höhe von 1,8 Milliarden Franken veranschlagt [1].

Dabei nimmt der alpine Skisport laut manchen Autoren den zweiten Platz unter den verletzungsträchtigsten Sportarten ein [32,83]

1.1 Wintersport, beliebt und gefährlich

In den letzten Jahrzehnten ist der alpine Skisport vom Gelegenheitssport zum internationalen Winterfreizeitsport Nummer eins geworden [32]. So wird die Zahl der alpinen Skiläufer in Deutschland auf fünf bis sieben Millionen geschätzt [83].

Der großen Anzahl aktiver Wintersportler steht allerdings auch ein relativ hohes Verletzungsrisiko gegenüber. Dies findet Ausdruck in einer Einschätzung der SUVA¹, laut der der alpine Wintersport zahlenmäßig hinter dem Fußball an zweiter Stelle unter den Sportunfällen rangiert [32]. Eine vergleichende Studie von Gläser [23] weist zwar darauf hin, dass der alpine Skisport ein geringeres Verletzungsrisiko aufweist als diverse Ballsportarten (Fußball, Handball, Basketball, Volleyball), allerdings ist er als eine der risikoreichsten Individualsportarten zu betrachten und durch seine besondere Beliebtheit auch als „Massensportart“, weswegen das Verletzungsrisiko nicht verharmlost werden kann.

Auch eine 25-Jahres-Analyse der orthopädisch-traumatologischen Ambulanz der Sportklinik Stuttgart Bad Cannstatt unterstreicht die epidemiologische Relevanz von Skiverletzungen. Mit 11,9% aller in der Sportklinik zwischen 1972 und 1997 erfassten Sportverletzungen nimmt der Skisport auch in dieser Auswertung den zweiten Platz ein [83] (siehe Abb.1).

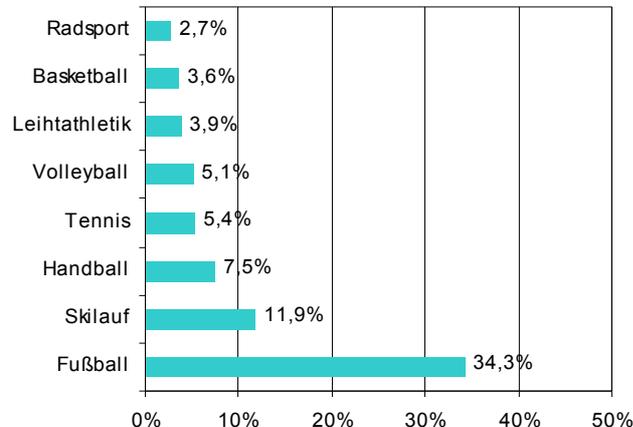


Abbildung 1: Rangliste der zwischen 1972 und 1997 in der Sportklinik Stuttgart Bad Cannstatt am häufigsten behandelten Sportunfälle

Mehr als andere Sportarten unterliegt der alpine Skisport einem ständigen Veränderungsprozess durch Neuentwicklungen im Ausrüstungsbereich. Diese Veränderungen liefern bisweilen erkennbare Auswirkungen auf Verletzungsaufkommen und Verletzungsmuster [14,18,32,43,49,50,75,88].

¹ Schweizerische Unfallversicherungsanstalt

So berichtet die ASU-Ski¹ über einen deutlichen Rückgang des Verletzungsrisikos um rund 30% in den 80er Jahren. Eine Analyse der verletzten Körperregionen zeigt dabei eine deutliche Reduktion der Unterschenkelverletzungen, während sich das Knie in den letzten zwanzig Jahren zur Problemzone Nummer eins entwickelt hat [24]. Auch Heim [32] beschreibt eine Kranialisierung der Verletzungen, womit er die Verlagerung von der unteren zur oberen Extremität und vom Unterschenkel zum Knie bezeichnet. Verletzungsbeobachtungen weiterer Autoren können diese Kranialisierungstendenz bestätigen [14,18,22,42,43,50,61,75,88]. Als Gründe hierfür betrachtet Heim [32] neben der zunehmenden Popularität des Snowboardsports, zum einen die Einführung der Sicherheitsbindungen, durch die die obere Extremität zur „first line of defense“ wurde, zum anderen die zunehmende Verwendung der Schalenskischeuhe, die zwar der Knöchelregion besseren Schutz bieten, mit denen er aber den Beginn der sogenannten „cruciate era“, der Ära der Kreuzbandverletzungen, in Verbindung bringt.

Ein Vergleich der Verletzungsmuster aus den beiden Skiwintern 1973/74 und 1992/93 in Abbildung 2 (unten) bringt die beschriebene Kranialisierung der Wintersportverletzungen zum Ausdruck. Während die Zahl der Kopfverletzungen relativ stabil zwischen 3 und 5% blieb, haben sich Verletzungen der oberen Extremität nahezu verdoppelt (20% vs.35%). Stammverletzungen nahmen von 4 auf 10% zu. Die Häufigkeit von Verletzungen der unteren Extremität sank im beschriebenen Zeitraum von 65% auf 45%, wobei die Zahl der Frakturen zwar um das Vierfache abgenommen, Knieverletzungen sich aber verdreifacht haben [32](siehe Abb.2). Die Häufung von Knieverletzungen ist zwar auch durch verbesserte diagnostische Möglichkeiten bedingt (Magnetresonanztomographie, Arthro-skopie) [35,61], eine Zunahme über den Beobachtungszeitraum scheint allerdings unumstritten.

¹ Auswertungsstelle für Skiunfälle der ARAG Sportversicherung

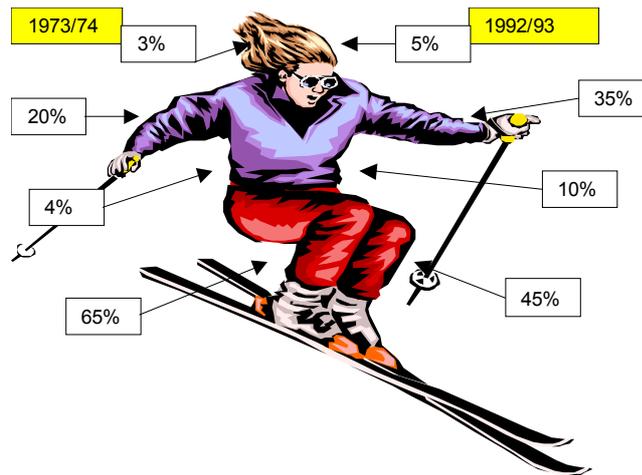


Abbildung 2: Verletzungsmuster der Skiwinter 1973/74 und 1992/93 im Vergleich; Prozentangaben bds. von oben nach unten: Kopf, obere Extremität, Rumpf, untere Extremität

Veränderungen im Bereich der Ausrüstung, wie verbesserte Bindungssysteme und Schalenski- und Schalenkutschuhe, haben das Verletzungsgeschehen im alpinen Skisport nachhaltig verändert. Nach wie vor aber unterliegt der Skisport einem ständigen Veränderungsprozess, der durch die Dynamik des Sports, insbesondere des Rennsports geprägt wird [91]. Dementsprechend sind Innovationen im Bereich Skitechnik immer wieder Mittelpunkt von Diskussionen über Verletzungsrisiken.

Dabei hat selten ein Thema Skifahrer und Experten so polarisiert, wie der Mitte der 90er Jahre aufkommende Carving-Trend, der teilweise kontrovers und polemisch geführte Diskussionen hervorrief [73].

1.2 Der Carvingski – „Skirevolution“ der 90er

„Skirevolution Carving“, so lautet der Titel eines 1997 erschienenen Buches von Kuchler, einem der führenden Methodiker im deutschen Skilauf [48]. Eine Revolution, die sich auch in den Zahlen der auf den Markt gekommenen Skier widerspiegelt.

Waren 1995/96 nur sechs Carvingmodelle auf dem Markt, so waren es in der darauf folgenden Wintersaison bereits vierzig [44]. Mittlerweile hat der stärker taillierte Carvingski den konventionellen Ski fast gänzlich aus dem Handel verdrängt.

Der Carvingski zeichnet sich durch eine veränderte Skigeometrie und ein somit neues Fahrverhalten aus. Dafür verantwortlich ist die Verbreiterung von Skischaufel und Skiende und die daraus resultierende verstärkte Taillierung der neuen Modelle. Untenstehende Abbildung veranschaulicht die skigeometrischen Unterschiede zwischen herkömmlichem „Normalski“ und dem neueren Carvingski mit seiner ausgeprägten Taillierung.



Abbildung 3: Unterschiedliche Taillierung von Carvingski (unten) und konventionellem Ski (oben)

1.2.1 Carving – eine Neuerfindung?

Grundsätzlich gibt es zwei Möglichkeiten, durch die sich ein Alpinski drehen, und eine Kurve fahren kann:

- das Rutschen (Slipping) und
- das Schneiden (Carving).

Beim Rutschen gerät der Ski durch das Drehmoment des Kräftepaars der Trägheit und des Schneewiderstandes in Drehung. Der Ski hat dabei neben der Bewegung in seiner Längsrichtung auch eine Bewegungskomponente,

die senkrecht zur Längsachse des Skis steht. Unter Schneiden versteht man, dass der aufgekantete und belastete Ski entlang seiner Kante gleitet und aufgrund seiner geometrischen Eigenschaften eine Kurve beschreibt [46].

In der Praxis jedoch kommen in aller Regel weder das Schneiden, noch das Rutschen in reiner Form vor. Für Spitzenläufer im alpinen Skisport galt das Schneiden von Kurven seit jeher als erstrebenswertes Ziel. Allerdings war diese Fertigkeit mit den herkömmlichen konventionellen Geräten nur sehr schwer zu realisieren [91].

Das „Carven“ war also keine absolute Neuerung. Ebenso verhielt es sich mit dem Carvingski, der lediglich eine Modifikation der bislang gebräuchlichen Modelle darstellte [47]. Durch Verbreiterung an Skischaufel und Skiende wurde eine Betonung der vorher auch schon vorhandenen Skitaillierung, und somit eine für die Kurvenfahrt entscheidende Veränderung herbeigeführt. Die verstärkte Taillierung bewirkt, dass der auf der Kante gleitende Ski eine durch die Skigeometrie definierte Kurve fährt, die umso enger wird, desto ausgeprägter die Taillierung des Skis ausfällt. Während die Schwungraden konventioneller Ski zwischen 40m und 80m liegen, weisen Carvingski deutlich geringere Radien bis unter 10m auf [60].

Durch diese Neuerungen wurden die Fahreigenschaften des Skis dermaßen grundlegend verändert, dass die Einführung des Carvingskis von manchen als „neue Dimension des Skifahrens“ oder sogar als „Skirevolution“ bezeichnet wurde. Die schneidende Kurvenführung war nicht mehr länger nur den Spitzenläufern vorbehalten, sondern wurde fortan auch Freizeitskiläufern ermöglicht.

1.2.2 Fahrtechnik – Carvingski vs. konventioneller Ski

Der Carvingski war also keine Neuerung der Skiindustrie. Vielmehr wurde eine alte, nicht umgesetzte Idee wieder belebt. Durchaus richtungweisend war hierbei die Firma Kneissl, die zu einem frühen Zeitpunkt stark taillierte Ski mit ausreichender Torsionssteifigkeit auf den Markt brachte. Ebenso

musste die Fahrtechnik im Vergleich zum konventionellen Normalski nicht „neu erfunden“ werden.

Grundsätzlich besteht in der Struktur des Bewegungsablaufes kein Unterschied zwischen einem geübten Fahrer mit konventionellem Ski und einem Skiläufer, der das Carven beherrscht. Beide versuchen, die Rutschkomponente ihres Schwungs möglichst gering zu halten. Eine entscheidende Rolle spielt dabei die Druckverteilung auf die Skier während des Schwingens, vor allem gegen Ende des Schwungs, wenn der Kantendruck gezielt erhöht werden muss. Beherrscht ein Skifahrer diese Bewegungsmechanismen, wird ihm das „geschnittene Schwingen“ mit stärker taillierten Skiern leichter fallen, da diese präziser auf das Aufkanten reagieren und das Skidrehen erleichtern. Carvingski verlangen vom Sportler einen weniger gezielten Druckaufbau als konventionelle Ski, da mit dem Aufkanten die Eigensteuerung des Carvingskis einsetzt und die Vorbereitung auf den nächsten Schwung unterstützt [46].

Bei aller Ähnlichkeit der Bewegungsabläufe gibt es trotzdem gewisse Veränderungen. Druckaufbau und –entlastung durch Vertikalbewegungen, das Drehen der Beine und der Stockeinsatz verlieren beim Carvingski an Bedeutung. Die Beinstellung ist eher offen und die Kurvenlage nimmt zu [47]. Die Belastungsverteilung zwischen Außen- und Innenski ist gleichmäßiger, das Innenbein übernimmt eine deutlich aktivere Rolle. Ungewohnt ist das Einsetzen der Außenkante des Innenskis, eine Bewegung die in der konventionellen Technik völlig unbekannt ist.

Trotzdem erfordern Carvingski nicht das Erlernen vollkommen neuer Techniken. Die Unterschiede zwischen der konventionellen Technik und der Carving-Technik sind nicht so grundlegend, weshalb der Wechsel zum Carvingski in der Regel problemlos ist [47]. Zudem ist die Frage, ob ein Wechsel vom konventionellen Ski zum Carvingski auch einen Wechsel zur Carving-Technik mit sich bringt, oder ob nicht einfach die „konventionelle Technik“ in adaptierter Weise beibehalten wird.

1.2.3 Schwungradradius und Fahrverhalten

Spricht man über das Fahrverhalten von Carvingski, so muss berücksichtigt werden, dass unter dem Oberbegriff „Carvingski“ höchst unterschiedliche Skitypen zusammengefasst werden. Der für das Fahrverhalten maßgeblich ausschlaggebende taillierungsabhängige Kurvenradius kann auf der einen Seite weniger als 10m, auf der anderen Seite aber auch mehr als 35m betragen. Aufgrund dessen scheint die bloße Unterscheidung in konventionellen Ski und Carvingski nicht ausreichend, wenn man eine Beurteilung des Skimaterials vornehmen will.

Die Skihersteller und Fachzeitschriften verwenden meist die allgemein bekannte und vielfach praktizierte Einteilung in Gruppen wie Funocarver, Allroundcarver, Easycarver und Racecarver. Diese Klassifikation bezieht sich aber eher auf bestimmte Zielgruppen als auf den Taillierungsradius und ist demnach Marketingtrends unterworfen. Je nach Hersteller gibt es noch weitere Bezeichnungen wie Freestyle, Freeride, Cross oder Slalom-Race, um nur einige zu nennen.

Das Problem dieser Einteilung ist aber nicht die zum Teil verwirrende Begriffsflut, sondern die Tatsache, dass mit diesen Begriffen das Fahrverhalten der Skier hinsichtlich des „Carving-Effekts“ keineswegs eindeutig beschrieben wird.

Gruppen wie Funocarver, Allroundcarver oder Racecarver entsprechen nämlich keinen festgelegten Radiusklassen. Vergleicht man in der untenstehenden Abbildung die Spannweite an Taillierungsradien verschiedener Gruppen von Carvingski, wird offensichtlich, dass sich die im Handel gebräuchliche Einteilung nicht vorrangig an den Taillierungsradien orientiert (Abbildung 4).

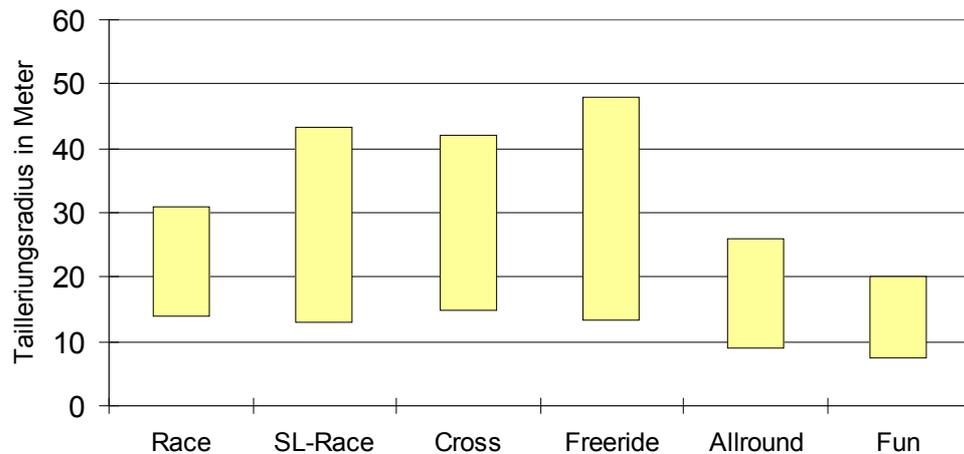


Abbildung 4: Spannweiten bezüglich des Taillierungsradius verschiedener Typen von Carvingski (Quelle: Skimagazine der Jahre 1999-2002 [67,68,69,70])

Will man also Carvingski bezüglich ihres „Carving-Effekts“ beurteilen, so sind die von den Herstellern vorgenommenen Gruppenbezeichnungen wenig hilfreich.

Daher wird im Rahmen dieser Arbeit eine Bewertung und Klassifikation des Taillierungsradius verwendet, die sich rein auf skigeometrische Daten stützt.

1.2.4 Spekulationen zum Verletzungsrisiko

Ogleich Carvingski keine völlig neue Fahrtechnik erfordern, werden im Vergleich zum konventionellen Ski dennoch neue Anforderungen gestellt. Dies gab nach Einführung des Carvingskis Anlass zu kontroversen Diskussionen, insbesondere um das von den neuen Modellen ausgehende Verletzungsrisiko.

Einige der kritischen Ansätze, die ein vermeintlich höheres Verletzungsrisiko für Carvingski postulieren, werden in diesem Abschnitt vorgestellt.

Engere Kurvenführung mit höherer Geschwindigkeit

Einer der Ansatzpunkte kritischer Betrachtung war die Tatsache, dass Carvingski kleinere Kurvenradien mit relativ großer Geschwindigkeit ermöglichen, wodurch sich erhöhte Belastungen für den Skiläufer ergeben.

Die während der Kurvenfahrt entstehende Zentrifugalkraft lässt sich mit einem vereinfachten Modell näherungsweise einschätzen. Sie ist nach physikalischen Gesetzmäßigkeiten abhängig vom Kurvenradius, der Masse des Skiläufers und dem Quadrat seiner Geschwindigkeit. Nach dieser Gleichung hat ein sinkender Taillierungsradius eine steigende Zentrifugalkraft zur Folge (siehe Gleichung 1).

$$Z = \frac{(mv^2)}{r}$$

Gleichung 1: Berechnung der Zentrifugalkraft (Z) mit den Variablen Masse(m), Kurvenradius (r) und Geschwindigkeit (v)

Beim ideal geschnittenen Schwung, das heißt bei einem Schwung ohne Rutschkomponente, heben sich Zentrifugal- und Zentripetalkraft gegenseitig auf. Der Skifahrer muss also steigenden Zentrifugalkräften die entsprechende Muskelkraft und Skitechnik entgegensetzen.

Kritiker des Carving-Trends sehen darin die Problematik, dass sich Skiläufer mit Carving-Ausrüstung bei sinkenden Kurvenradien und steigender Geschwindigkeit in Belastungsbereiche begeben, die einem Vielfachen des eigenen Körpergewichts entsprechen [91] (siehe Abbildung 5).

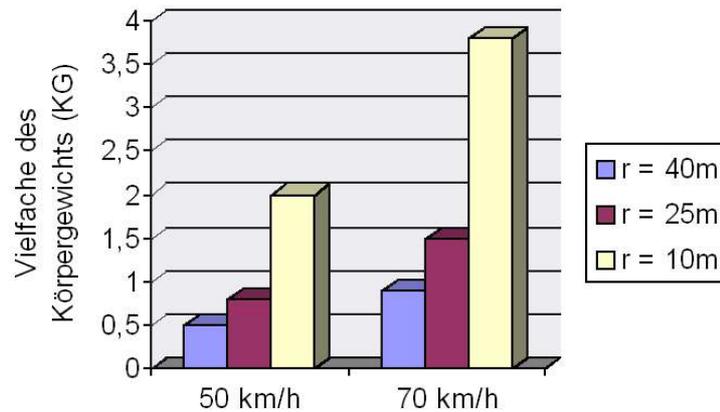


Abbildung 5: Geschwindigkeits- und radiusabhängige Krafterwirkung auf einen Carving-Skifahrer mit der Masse 80kg (in gerundeten Vielfachen des Körpergewichts) und Geschwindigkeit von 50 bzw. 70km/h

Mössner et al. [60] zeigten in einem Fallbeispiel, dass beim Schwung mit einem Carvingski große Belastungen auftreten können. Diese werden zum einen durch den kleineren Schwungradius verursacht, zum anderen durch Reduktion des Schwungradius im Laufe der Kurvenfahrt. Der Skifahrer begibt sich während des Schwungs in eine extreme Kurvenlage und kantet dadurch verstärkt auf, was wiederum eine Verkleinerung des Schwungradius bedingt. Die Belastung für den Skifahrer wird dadurch nochmals gesteigert.

Wörndle [91] äußert in seiner Arbeit zu Auswirkungen des Carvingskis auf Fahrtechnik und Pistensicherheit die Vermutung, dass die Mehrzahl der Freizeitskiläufer diesen gestiegenen Krafterwirkungen athletisch und skitechnisch nicht gewachsen sind.

Kontrolle der Fahrgeschwindigkeit

Einen weiteren Ansatzpunkt zu Spekulationen um Verletzungsrisiken liefert die Kontrolle der Fahrgeschwindigkeit. Wenn konsequent „gecarvt“ wird, dann kann die nötige Temporeduktion nur über das sogenannte „Zuziehen“ des Schwungs erfolgen. Dabei wird dem vom Ski vorgegebenen Radius gefolgt und gegen Ende des Schwungs kurz hangwärts gefahren.

Kann der angesetzte Schwung aus verschiedenen Gründen (steile und/oder schmale Pisten, Bodenunebenheiten, Schneebedingungen, andere Skifahrer) nicht so weit „zugezogen“ werden, dass eine Temporeduktion stattfindet, dann muss der Skifahrer die Ski querstellen, um nicht mehr schneller zu werden [72]. Doch gerade dieses Querstellen erfordert mit Carvingski mehr Körpereinsatz und regulative Fähigkeiten, da die zunehmende Taillierung des Skis eine gleichmäßige Rutschkomponente erschwert [46,72].

Eigendynamik und mangelnde Laufruhe

Kritische Stimmen behaupten außerdem, dass der Carvingski enorme Eigendynamik entwickle und leichter außer Kontrolle gerate als der konventionelle Ski. Auch die mangelnde Laufruhe von Carvingski wird als Ursache für ein womöglich erhöhtes Verletzungsrisiko in Betracht gezogen.

Diesen Befürchtungen liegt die Annahme zugrunde, dass die größere Wendigkeit von Carvingski durch erhöhte Drehneigung und verringerte Stabilität beim Geradeausfahren erkauft wird [34]. Kober und Held [47] berichten von kritischen Stimmen, die behaupten, dass das durch die verstärkte Taillierung bedingte Verschneiden bzw. Verkanten des Skis Verletzungen im Kniebereich vorprogrammieren soll.

Diese Auffassung wird unterstützt von Untersuchungsergebnissen der Arbeitsgemeinschaft Skiforschung der Fachhochschule München, die im Auftrag der Zeitschrift „ski“ Unterschiede im Fahrverhalten zwischen Carving- und Normalski untersucht hat. Die Ergebnisse belegen, dass bei Carvingski häufiger seitliche Störungen auftreten, die allerdings meist unterbewusst vom Skifahrer reguliert werden [87]. Modellhafte Berechnungen von Spitzenfeil und Mester [82] ergeben ebenfalls, dass stark taillierte Ski durch den engeren Kurvenradius größere seitliche Auslenkungen erfahren als konventionelle Modelle. Hierbei wird die Vermutung geäußert, dass der erfahrene Skiläufer wahrscheinlich eher in der Lage ist, solche überraschenden Auslenkungen reflektorisch und/oder muskulär zu kompensieren, während der weniger Geübte vielleicht überfordert ist.

Hohe Geschwindigkeiten und/oder extreme Taillierung könnten daher durchaus zu geringeren Korrekturzeiten und zu einer muskulären Überbeanspruchung führen.

Kollisionsunfälle

Die fahrtechnischen Eigenschaften des Carvingskis sollen außerdem die Gefahr von Zusammenstößen erhöhen, da in den Augen mancher Kritiker dem Skifahrer der Spurverlauf aufgezwungen und die Korrektur der Fahrtrichtung erschwert wird [5]. Weniger geschulte Skifahrer könnten daher Schwierigkeiten bei der Ausführung von Ausweichbewegungen bekommen [44].

1.3 Ergebnisse bisheriger Carving-Studien

Bislang gibt es nur vereinzelt Studien über den Carvingski und seinen Einfluss auf das Verletzungsgeschehen. Diese geben Anlass zur Vermutung, dass Carvingski neben einer erhöhten allgemeinen Verletzungsrate, auch eine Steigerung der Knieverletzungen verursachen [41,90].

Im folgenden wird eine kurze, stichpunktartige Zusammenfassung der bisherigen Ergebnisse von Carving-Studien dargestellt.

1 *Dingerkus und Mang (2001)* [13]

(Prospektiv-retrospektive Studie mit einer Befragung von 412 Carvern)

- 62% der Verletzungen mit Carvingski betreffen die untere Extremität. Vergleichswerte der ASU-Ski aus dem Jahre 1997 belegen 49% beim herkömmlichem Ski.
- besonders das Kniegelenk scheint gefährdet (insbesondere Verletzungen des vorderen Kreuzbands)
- 17% Kollisionsunfälle unter den befragten Carvern

2 Johnson et al. (2000) [41]

(3-Jahresstudie mit Verletzten- und Kontrollgruppe und einem Verletzungsvergleich von 793 Carvingskifahrern und 542 Skifahrern mit konventionellen Ski)

- erhöhte allgemeine Verletzungsrate unter fortgeschrittenen Carvern (Odds ratio 1,5 , $p < 0,02$)
- erhöhtes Vorkommen isolierter vorderer Kreuzbandverletzungen unter fortgeschrittenen Carvern (Odds ratio 1,9 , $p < 0,04$)
- erhöhte Anzahl von Sprunggelenksfrakturen mit Carvingski (Anfänger und Fahrer mittlerer Stärke)
- erhöhte Zahl von Außenbandverletzungen im Kniegelenk unter Carvingskifahrern (ungeachtet der Fahrstärke)
- kein erhöhtes Kollisionsrisiko für Carvingski

3 Merkur et al. (2003) [59]

(Unfallstudie mit 123 Carvingskifahrern und 74 Fahrern mit konventionellen Ski)

- mehr Verletzungen an MCL (mediales Kollateralband) und Unterarm/Handgelenk/Hand unter Carvingskifahrern
- weniger Bandrupturen des Kniegelenks und kombinierte MCL/ACL-Verletzungen in der Gruppe mit Carvingski

4 Wölfel et al. (2003) [90]

(Unfallstudie unter 685 Patienten. Vergleichende Untersuchungen zwischen 259 Carvingskifahrern und 426 Normalskifahrern)

- signifikante Zunahme von Knieverletzungen beim Carvingski (48,2%) gegenüber dem Normalski (42,3%)
- signifikante Zunahme von Kniedistorsionen, Meniskusläsionen, VKB-Ruptur und isolierter Seitenbandruptur unter Carvingskifahrern

- mehr Verletzungen an Schulter und Oberarm beim Gebrauch von Carvingski
- mehr Kollisionsunfälle mit Carvingski (12,3% vs. 10,7%)

5 *Soltmann (2003)* [81]

(Unfallstudie mit einer Gesamtzahl von 2597 Patienten (1998-2000). Vergleichende Untersuchungen zwischen 1147 Carvingskifahrern und 1450 Normalskifahrern)

Die Untersuchungen von Soltmann ergaben keine signifikanten Unterschiede im Verletzungsmuster von Carving- und Normalskifahrern, die sich mehr als eine Saison erhalten. Auch die allgemeine Verletzungshäufigkeit von Carvingskifahrern zeigt sich nicht erhöht.

Was den Taillierungsradius von Carvingski betrifft, lassen sich in der Studie von Soltmann keine Trends nachweisen, die über beide Skiwinter hinweg einen konstanten und signifikanten Einfluss auf das Verletzungsmuster belegen könnten.

Die vergleichende Analyse der Kollisionsunfälle ergibt ein Übergewicht an Kollisionsunfällen unter Carvingskifahrern für die Saison 1998/99. Die Saison 1999/2000 hingegen liefert hierfür keine signifikanten Unterschiede zwischen den beiden Skitypen.

1.4 Zielsetzung

Die vorliegende Arbeit soll einen Beitrag zur Aufklärung der aktuell immer wieder gestellten Frage leisten, ob Carvingski eine größere Verletzungsgefahr darstellen, und ob Skisportler mit Carvingski im Vergleich zu Sportlern mit konventionellem Ski ein unterschiedliches Verletzungsmuster aufweisen. Außerdem soll geklärt werden, ob der Taillierungsradius eines Carvingskis wesentlichen Einfluss auf das Verletzungsgeschehen besitzt.

Die wesentlichen Fragestellungen sind in folgender Liste stichpunktartig aufgeführt. Im Rahmen der Zusammenfassung wird abschließend auf die einzelnen Punkte eingegangen.

1. Wie verbreitet ist der Carvingski mittlerweile? Ist der Carvingski in der Gruppe der Verletzten öfter vertreten als in der Kontrollgruppe, weswegen auf eine höhere Verletzungshäufigkeit geschlossen werden kann?
2. Ist die Radiusverteilung von Carvingski im Vergleich zwischen Verletzen- und Kontrollgruppe unterschiedlich? Sind bestimmte Taillierungsradien verletzungssträchtiger?
3. Welchen Einfluss haben Faktoren wie Geschlecht, Alter und Fahrtyp auf das Verletzungsmuster?
4. Unterscheiden sich Sportler mit Carvingski bzw. konventionellem Ski bezüglich ihres Verletzungsmusters? Reagieren bestimmte Untergruppen (Geschlecht, Alter, Fahrtyp) diesbezüglich unterschiedlich auf die neueren, taillierten Skimodelle?
5. Hat der Taillierungsradius von Carvingski einen relevanten Einfluss auf das Verletzungsmuster (z.B. mehr Knieverletzungen bei engem Taillierungsradius)? Reagieren die Verletzungsmuster der Untergruppen (Geschlecht, Alter, Fahrtyp) unterschiedlich auf den Taillierungsradius des Carvingskis?
6. Treten, wie von einigen Experten vermutet, mit dem Carvingski mehr Kollisionsverletzungen auf?

2 Datenerhebung und Methodik

Während der Skisaison 2000/01 wurden zwei voneinander unabhängige Datenerhebungen durchgeführt. Neben einer schriftlichen Befragung verletzter Skifahrer wurde als Kontrollgruppe eine Stichprobe der aktiven Skifahrer anhand einer Pistenbefragung ermittelt (siehe Abbildung 6).

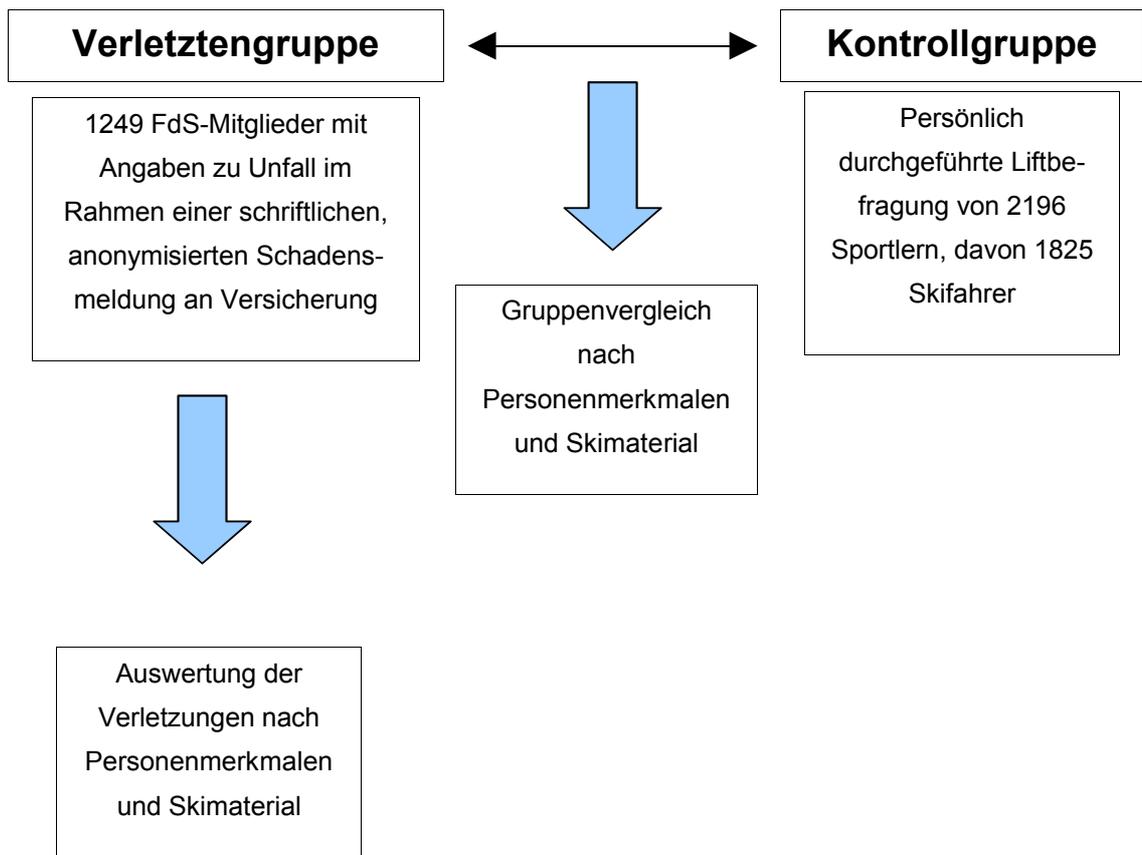


Abbildung 6: Darstellung des Studiendesigns mit Verletzten- und Kontrollgruppe

Die Gruppe der Verletzten umfasste 1249 Wintersportler, die in der Wintersaison 2000/01 einen Skiunfall erlitten, der einer ärztlichen Behandlung bedurfte. Alle Sportler der Verletztengruppe sind Mitglieder der „Freunde des Skisports“ (FdS) und hatten im Rahmen ihrer Schadensmeldung Daten zu ihrem Unfall an ihre Sportversicherung weitergeleitet.

Die Kontrollgruppe dient der Überprüfung der Repräsentativität der FdS-Mitglieder. Hierfür wurde während der Skisaison 2000/01 persönlich eine Pistenbefragung durchgeführt. Diese umfasste eine Gesamtzahl von 2196 Wintersportlern, von denen 1825 mit Skiern unterwegs waren.

2.1 Pistenbefragung

Um eine Bestandsaufnahme der aktiven Wintersportler und des auf den Pisten verwendeten Skimaterials zu erlangen, wird in Eigenarbeit eine Pistenbefragung durchgeführt. Dabei wird eine Zufallsstichprobe der aktiven Wintersportler der Saison 2000/01 erzeugt.

2.1.1 Zeitpunkte und Orte der Befragung

Die Pistenbefragung wurde an 19 verschiedenen Tagen und 14 unterschiedlichen Orten an fast ausschließlich im süddeutschen und österreichischen Raum gelegenen Skigebieten innerhalb des Zeitraums von Dezember 2000 bis April 2001 erhoben. Der in Abhängigkeit von Wochentag und Tageszeit variierenden Zusammensetzung der Pistenbesucher wurde Rechnung getragen, indem die Befragung an verschiedenen Wochentagen zu unterschiedlichen Tageszeiten stattfand (siehe Tabelle 1).

Ort	Datum (Wochentag)	Zeit	Personenanzahl
Axamer Lizum	27.12.2001 (Mi)	10.00-13.00	123
Garmisch-Part.	30.12.2001 (Sa)	9.00-13.00	105
Seefeld	05.01.2002 (Fr)	8.30-11.00	88
Leermoos	12.01.2002 (Fr)	11.00-14.00	96
Lenggries	20.01.2002 (Sa)	12.00-15.00	97
Achensee	30.01.2002 (Di)	10.00-13.30	110
Leermoos	06.02.2002 (Di)	13.00-16.00	93
Garmisch-Partenk.	08.02.2002 (Do)	09.00-11.00	70
St.Anton	09.02.2002 (Fr)	13.30-16.00	92
Seefeld	16.02.2002 (Fr)	9.30-11.00	55
Lenggries	26.02.2002 (Mo)	12.30-15.00	74
Fuegen	02.03.2002 (Fr)	10.30-14.00	105
Ratschings	03.03.2002 (Sa)	09.30-11.30	72
Garmisch-Partenk.	08.03.2002 (Do)	10.00-12.30	76
Gerlos	04.04.2002 (Mi)	12.30-15.30	98
Zell am See	05.04.2002 (Do)	10.30-14.00	134
St.Anton	12.04.2002 (Do)	11.00-14.15	127
Kuehtai	22.04.2002 (So)	12.00-15.00	102
Stubai	28.04.2002 (Sa)	09.00-11.45	108

Tabelle 1: Orts- und Zeitangaben der Interviews mit Anzahl der skifahrenden Teilnehmer

2.1.2 Interview

Das Interview findet an Parkplätzen, Talstationen oder im Warte- oder Ausstiegsbereich von Liftanlagen statt. Durch die beliebige Auswahl jedes dritten Wintersportlers entsteht eine zufällige Stichprobe der aktiven Skifahrer. Als Ausschlusskriterium galt lediglich ein Alter unter 10 Jahren.

Die an der Liftbefragung teilnehmenden Personen wurden nach Geschlecht, Alter und Fahrkönnen befragt. Dabei wurde die subjektive Einschätzung des eigenen Fahrtyps analog zu den in Tabelle 4 auf Seite 29 vorgestellten Kategorien vorgenommen.

Außerdem wurde das benutzte Sportgerät vermerkt, wobei neben dem Skityp (Carvingski/konventionelle Ski) auch die Marke, das exakte Modell und die Skilänge registriert wurden, was eine Berechnung der Taillierungsradien ermöglichte (vgl. Kap. 2.3.2).

Die im Rahmen der Pistenbefragung erhobenen Personen- und Materialmerkmale sind in Tabelle 2 aufgeführt.

Person	Material
Geschlecht	Skityp
Alter	Marke
Fahrtyp	Modell
	Skilänge

Tabelle 2: Im Rahmen der Pistenbefragung erhobene Personen- und Materialmerkmale

2.2 Unfalldaten

Die Verletzengruppe besteht ausschließlich aus Mitgliedern der „Freunde des Skisports“, welche eine Stichprobe der Population der deutschen Skifahrer darstellen. Statistisch erfasst wurden FdS-Mitglieder, die während der Wintersaison 2000/01 einen Skiunfall mit Verletzungsfolge erlitten, und im Rahmen der Verletzungsversorgung eine ambulante oder stationäre ärztliche Behandlung erfuhren.

Sämtliche erfassten Unfalldaten entstammen den Schadensmeldungen dieser FdS-Mitglieder an die ARAG-Sportversicherung.

Als Ausschlusskriterien galten folgende Umstände:

- Unfall ohne Verletzung (nur Sachschaden)
- Unfall ohne Ski oder mit nicht themenrelevantem Sportgerät (Bob, Snowboard, Schlitten, usw.)
- Unfälle, bei denen die Betätigung zum Unfallzeitpunkt keinen Rückschluss auf die Fahreigenschaften des Skis zuließ („Stehen/liegen auf der Piste“, „Anstellen am Lift“, „Sonstiges“)

Unter Berücksichtigung der Ausschlusskriterien verblieben 1249 Schadensmeldungen von Skifahrern, die einer retrospektiven statistischen Auswertung unterzogen wurden.

2.2.1 FdS – Freunde des Skisports im DSV

Der 1960 gegründete Verein ist Bestandteil des Deutschen Skiverbandes (DSV). Ziel der Vereinsgründung war, den Skisportlern eine verlässliche Versicherung für Schäden anzubieten, die bei der Ausübung des Skisports entstehen können.

Neben der ursprünglichen Zielsetzung entwickelte sich der zweite Arbeitsbereich, der das Ziel verfolgte, die Qualität des Skisports durch Verbesserung seiner Sicherheit zu steigern. Dabei widmen sich die „Freunde des Skisports“ vor allem den Belangen des Breiten- und Freizeitsports.

Während der Saison 1999/2000 waren ca. 400.000 deutsche Skifahrer als FdS-Mitglieder organisiert. Schätzungen der FdS zufolge entspricht diese Zahl etwa 8-10% der deutschen Alpinskifahrer [24].

Die ARAG-Sportversicherung als Kooperationspartner der FdS bietet einem Großteil der innerhalb der FdS zusammengeschlossenen Sportler einen Versicherungsschutz gegen Schäden, die im Rahmen der Ausübung des Skisports entstehen.

2.2.2 Unfallfragebogen

Die Schadensmeldungen der verletzten Wintersportler enthalten zahlreiche Informationen zum Unfallgeschehen, darunter Angaben zur Person, zum Skimaterial, zum Unfall und schließlich zu den Verletzungsfolgen (siehe Schadenmeldungsbogen im Anhang: Abbildung 39, S.154).

Dabei wurden folgende Angaben der verletzten Skifahrer erfasst:

- Person
 - Geschlecht
 - Geburtsjahr
 - Subjektive Einschätzung des Fahrtyps
 - Größe
- Skimaterial
 - Gerät zum Unfallzeitpunkt
 - Marke und Modell
 - Skilänge
- Unfall
 - Kollisionsunfall (ja/nein)
- Verletzung
 - Lokalisation
 - Art der Verletzung

2.3 Klassifikation

Die im Rahmen der beiden Erhebungen gewonnenen Informationen wurden in Form von Excel-Tabellen getrennt angelegt. Im Rahmen der statistischen

Auswertung, werden für Personen- und Materialmerkmale die in den folgenden Unterabschnitten vorgestellten Klassifikationen verwendet.

2.3.1 Personenmerkmale

Die personenbezogenen Angaben betrafen neben Geschlecht und Alter des Wintersportlers auch seine subjektive Einschätzung seines Fahrtyps.

Geschlecht

Um eventuell bestehende Unterschiede im Verletzungsverhalten zu untersuchen, werden Männer und Frauen je nach Fragestellung getrennt ausgewertet.

Alter

Das Alter der erfassten Skifahrer geht als diskretes quantitatives Merkmal in die Bewertung ein und wird je nach Fragestellung in Altersklassen eingeteilt. Für den Vergleich von Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung) wird eine Alterseinteilung in 10-Jahresschritten vorgenommen. Dies folgt dem Gedanken, dass die geschlechtsabhängige Alterseinteilung, von der im Rahmen der Verletzungsanalyse Gebrauch gemacht wird (siehe unten), nicht auf die Kontrollgruppe anzuwenden ist. Dies würde eine Verzerrung der Ergebnisse und eine eingeschränkte Vergleichbarkeit hervorrufen, da in der Kontrollgruppe keine Personen unter 10 Jahren interviewt wurden.

Die geschlechtsabhängige Alterseinteilung sieht für weibliche und männliche Skifahrer unterschiedliche Altersklassen vor, die in Tabelle 3 dargestellt sind:

	männlich	weiblich
Kinder / Jugendliche	0-17 Jahre	0-13 Jahre
junge Erwachsene	18-32 J.	14-28 J.
ältere Erwachsene	33-59 J.	29-55 J.
Senioren	über 59 J.	über 55 J.

Tabelle 3: Geschlechtsabhängige Alterseinteilung in vier Gruppen

Diese Alterseinteilung basiert auf einer Studie von Laporte et al. [52]. Diese berichtet über altersabhängige Geschlechtsunterschiede bezüglich der Verletzungen der Tibia und des vorderen Kreuzbands. Unter weiblichen Skifahrern nehmen Kreuzbandverletzungen bereits in jüngerem Alter deutlich zu (13 Jahre), wohingegen sie unter den männlichen erst mit 17 Jahren die Überhand gegenüber Unterschenkelfrakturen gewinnen. Analog zu diesen Zahlen wird bei der Einteilung in Altersklassen der Altersunterschied von 4 Jahren bis in die höheren Altersklassen fortgesetzt.

Hormonelle Einflüsse sorgen im Alter für frühere und stärkere osteoporotische Umbauvorgänge unter Frauen [3], weswegen auch hier an der unterschiedlichen Alterseinteilung festgehalten wird.

Fahrtyp

Sowohl im Rahmen der Pistenbefragung, als auch der Befragung der Unfallverletzten werden die Sportler dazu aufgefordert, ihren Fahrtyp selbst zu beurteilen. Die hierfür benutzten Kategorien 1, 2 und 3 sind in Anlehnung an die DIN ISO-Norm 8061 (2003) gewählt, in der die unterschiedlichen Typen von Skifahrern folgendermaßen charakterisiert werden:

Typ	1	2	3
Geschwindigkeit	langsam bis gemäßigt	Skifahrer, die weder den Beschreibungen unter 1 noch unter 3 voll entsprechen	schnell
Gelände	leicht bis gemäßigt		steil
Stil	vorsichtig(oder sanft)		aggressiv

Tabelle 4: Einteilung der Fahrtypen nach DIN ISO-Norm 8061

Die Einteilung des Fahrtyps auf dem Fragebogen der FdS ist auf einer Skala von 1 bis 11 angetragen. Diese Skalierung basiert aber auf der eben erwähnten DIN ISO-Norm 8061 und lässt sich auf diese übertragen (siehe Abbildung 39, S.154).

2.3.2 Skimaterial – Einteilung in Radiusklassen

Zentrale Notwendigkeit für die Bearbeitung des Themas ist eine Kategorisierung des Skimaterials. Zu diesem Zweck erfolgt eine Berechnung des Taillierungsradius jedes Skimodells anhand seiner geometrischen Daten, gegeben durch die Schaufelbreite (S), Breite in der Skimitte (M), der Breite am Skiende (H), sowie der Kontaktlänge (KL). Aus diesen Größen ergibt sich der Taillierungsradius nach folgender Gleichung von Lind und Sanders [54] :

$$T = \frac{KL^2}{2(S+H-2M)}$$

Gleichung 2: Formel nach Lind/Sanders [54] zur Berechnung des Taillierungsradius (T) eines Carvingskis anhand skigeometrischer Daten (Kontaktlänge (KL), Breite des Skis an Schaufel (S), Skimitte (M) und Skiende (H))

Zur Recherche der Taillierungsradien wurden mehrere Informationsquellen benutzt. Nach möglichst exakter Identifikation der in den beiden Umfragen genannten Skimodelle wurde zunächst versucht, deren Taillierungsmaße aus einer von Soltmann [81] zusammengestellten Liste von Skidaten zu entnehmen. Diese Liste legte er bereits 1998 als ein Ergebnis der Auswertungen im Rahmen seiner Dissertation vor. Gingen die Taillierungsmaße eines Carvingskis daraus nicht hervor, wurden die fehlenden Daten über Befragungen von Herstellern, sowie Internetrecherchen ergänzt.

Besonders schwierig gestaltete sich die Ermittlung der Kontaktlänge, was – trotz der Zusammenarbeit mit den Skiherstellern – für die wenigsten angegebenen Skimodelle direkt gelang. Da diese Kontaktlänge aber gebraucht wird, um mittels der Lind/Sanders-Gleichung den Taillierungsradius berechnen zu können, musste mit Näherungswerten gearbeitet werden. Hierfür wurde aus einer Gruppe von 214 Carvingski, für welche das Verhältnis von Kontaktlänge zu Skilänge bekannt war, ein Korrekturfaktor ermittelt. Durch Multiplikation der Skilänge mit diesem Faktor konnte die

ungefähre Kontaktlänge bestimmt werden. Aus den 214 bekannten Kontaktlängen ergab sich für diesen Faktor ein Wert von 0,885.

Die geringe Standardabweichung von 0,0232 gewährleistet eine hohe Genauigkeit bei der Ermittlung der Kontaktlänge.

Die Ermittlung des Taillierungsradius der von den unverletzten und verletzten Skifahrern verwendeten Ski war nicht in allen Fällen möglich (keine eindeutigen Modellangaben, Geometrie nicht mehr feststellbar). Bei der Kontrollgruppe (Pistenbefragung) konnte der Taillierungsradius für immerhin 1031 der 1225 befragten Skifahrer (84,2%) ermittelt werden. Für die Verletzengruppe war dies jedoch nur in knapp der Hälfte aller Fälle möglich (425 von 866 Carvingski, entspricht 49,1%).

Um den Einfluss der Taillierungsradien auf das Verletzungsgeschehen untersuchen und darstellen zu können, erfolgte abschließend eine Kategorisierung der Taillierungsradien in folgende vier Radiusgruppen:

- TR1 : Taillierungsradius (TR) unter 14 m
- TR2 : Taillierungsradius (TR) zwischen 14 m und 20 m
- TR3 : Taillierungsradius (TR) zwischen 20 m und 26 m
- TR4 : Taillierungsradius (TR) über 26 m

2.3.3 Verletzungen

Aus den anonymisierten Schadensmeldungen der FdS-Mitglieder gehen die Verletzungslokalisationen und Diagnosen hervor. Für die statistische Analyse wird der Körper nach topographischen Gesichtspunkten in sieben Verletzungslokalisationen eingeteilt, die in der folgenden Auflistung mit V1-V7 gekennzeichnet werden. Diese werden je nach Lokalisation nochmals unterteilt, so dass 36 verschiedene Lokalisationen bzw. Diagnosen resultierten. Ergänzt um die Kategorien der oberen und der unteren

Extremität, wurden damit insgesamt 38 verschiedene Gruppen von Verletzungen ausgewertet (Tabelle 5).

Verletzungslokalisationen und Diagnosen
Hals-/Kopfverletzung (V1)
ossäre Hals-/Kopfverletzung
Rumpfverletzung (V2)
ossäre Rumpfverletzung
BWS/LWS-Fraktur
Rippenfraktur
Schulter-/Oberarmverletzung (V3)
ossäre Schulter-/Oberarmverletzung
Claviculafraktur
Humerusfraktur
Schulterluxation
AC-Gelenksluxation/Tossy
Verletzung der Rotatorenmanschette
Unterarm-/Handverletzung (+Ellbogen) (V4)
ossäre Unterarm-/Handverletzung
Unterarm-/Handgelenkfraktur
Mittelhand-/Phalangealfraktur
Skidaumen
Becken-/Oberschenkelverletzung (V5)
ossäre Becken-/Oberschenkelverletzung
Beckenverletzung
Oberschenkelverletzung
Beckenfraktur
Femurfraktur
Knieverletzung (V6)
ossäre Knieverletzung
Seitenbandverletzung
Innenbandverletzung
Außenbandverletzung
Kreuzbandverletzung
Knorpel-/Meniskusverletzung
Knee sprain 1+2
Knee sprain 3
Unterschenkel-/Fußverletzung (V7)
ossäre Unterschenkel-/Fußverletzung
Tibiakopfverletzung
Verletzung der oberen Extremität
Verletzung der unteren Extremität

Tabelle 5: Einteilung der 38 verschiedenen Verletzungslokalisationen und Diagnosen

Bei Mehrfachverletzungen und Verletzungen verschiedener Körperregionen (z.B. Schulter und Knie) geht jede der Verletzungen in die Auswertung mit ein.

Der Begriff „knee sprain“ umschreibt Verletzungen ligamentärer Strukturen im Kniegelenk. Hierbei werden leichtere Verletzungen (knee sprain 1+2) von kompletten Bandrupturen (knee sprain 3) unterschieden.

2.3.4 Unfallhergang

Der Unfallhergang wird lediglich dichotom kategorisiert, und zwar in „Unfälle mit Kollision“ und „Unfälle ohne Kollision“. Dies geschieht vor dem Hintergrund, dass dem Carvingski von einigen Experten nachgesagt wird, er würde eine Zunahme der Kollisionsunfälle bewirken.

2.4 Statistische Methoden

Alle erhobenen Daten wurden in eine Microsoft Excel-Tabelle aufgenommen und dann in das Statistikprogramm SPSS (Version 11.5.1) exportiert.

Die inferenzstatistische Auswertung der kategorialen und qualitativen Parameter erfolgte mittels Chi²-Test oder bei kleineren Stichprobenumfängen mit dem Fisher-Exact-Test. Dieser wird angewandt, wenn die Fallzahlen keinen Chi²-Test zulassen (>20% der Erwartungswerte unter 5) [62]. Bei bestimmten Fragestellungen wurde zusätzlich das relative Risiko (Odds Ratio) berechnet.

Für stetige Parameter, wie Alter oder Taillierungsradius, kommt neben dem Chi²-Test auch der Rangsummentest nach Mann-Whitney für verteilungsunabhängige Merkmale zum Einsatz. Bei zu geringen Fallzahlen (≤ 10) findet der Rangsummentest aufgrund zu geringer Aussagekraft keine Anwendung.

Das Signifikanzniveau wurde auf 5% festgesetzt.

3 Ergebnisse

Der Ergebnisteil gliedert sich in zwei Abschnitte:

- Vergleich von Verletzten- und Kontrollgruppe (Kap. 3.1)
- Verletzungsauswertung (Kap. 3.2)

Verletzten- und Kontrollgruppe entstammen, wie bereits erwähnt, zwei unterschiedlichen Grundgesamtheiten. Vor der Verletzungsauswertung werden zunächst die strukturellen Unterschiede der beiden Gruppen analysiert. Dabei ist neben den Personenmerkmalen (3.1.1) auch die Materialverteilung (3.1.2) von besonderem Interesse.

Im Anschluss an den Vergleich der Verletzten- und der Kontrollgruppe, wird die eigentliche Verletzungsanalyse durchgeführt. Einer Betrachtung des Verletzungsmusters der 1249 Sportler in Kap.3.2.1 folgt die Analyse der Zusammenhänge zwischen Verletzung und Person bzw. Skimaterial (Kap. 3.2.2 bzw. 3.2.3). Abschließend werden die Kollisionsunfälle unter die Lupe genommen (3.2.4).

3.1 Vergleich von Verletzten- und Kontrollgruppe

Das Design der Untersuchung basiert auf dem Vergleich von zwei Gruppen, der Verletztengruppe und einer Kontrollgruppe unverletzter Skifahrer. Die verletzten Skifahrer entstammen allesamt den „Freunden des Skisports“ und haben sich im Laufe der Skisaison 2000/01 eine Skiverletzung zugezogen. Die Kontrollgruppe aktiver Skifahrer wurde in Form einer Pistenbefragung an Lift- und Talstationen im selben Zeitraum erhoben.

3.1.1 Personenmerkmale

Als Personenmerkmale werden im Rahmen der Auswertung Geschlecht, Alter und Fahrtyp auf Zusammenhänge mit dem Unfallgeschehen untersucht. Dabei unterscheiden sich Verletztengruppe und Kontrollgruppe zum Teil deutlich bezüglich dieser Merkmale.

Geschlechtsverteilung

In beiden Gruppen beträgt das Verhältnis von Männern zu Frauen ungefähr 3:2, wobei der Männeranteil im Rahmen der Pistenbefragung noch etwas höher zu liegen kommt als innerhalb der Verletztengruppe (Tabelle 6). Demgemäß scheinen die Frauen unter den Verletzten leicht überrepräsentiert. Der Chi²-Test für den Vergleich der beiden Stichproben ergibt allerdings mit 0,100 keinen signifikanten Unterschied.

	Geschlecht		Gesamt
	weiblich	männlich	
Verletztengruppe	518 (41,7%)	724 (58,3%)	1242
Kontrollgruppe	707 (38,7%)	1118 (61,3%)	1825

Tabelle 6: Geschlechtsverteilung in Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung)

Altersverteilung

Eine durch die Befragungsform entstandene Ungleichverteilung der Altersstruktur ergibt sich aus der Tatsache, dass im Rahmen der Pistenbefragung nur Skifahrer ab 10 Jahren berücksichtigt wurden. Die Gruppe der unter 10-jährigen macht innerhalb der Verletztengruppe lediglich 1,2% (15 Personen) aus. Um den Altersvergleich der beiden Gruppen nicht zu verzerren, wird die jüngste Altersgruppe auch in der Verletztengruppe nicht berücksichtigt.

Eine Betrachtung des mittleren Alters der Skifahrer der beiden Gruppen legt bereits gravierende Unterschiede nahe. Das Durchschnittsalter unter den 1217 Skifahrern der Verletztengruppe beträgt 46,44 Jahre. Die Teilnehmer der Pistenbefragung erweisen sich mit 37,01 Jahren im Durchschnitt als

wesentlich jünger, was im Mann-Whitney-Test signifikante Bestätigung findet ($p=0,000$).

Auch eine Darstellung in 10-Jahresschritten belegt die deutlichen Altersunterschiede zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe (Abbildung 7).

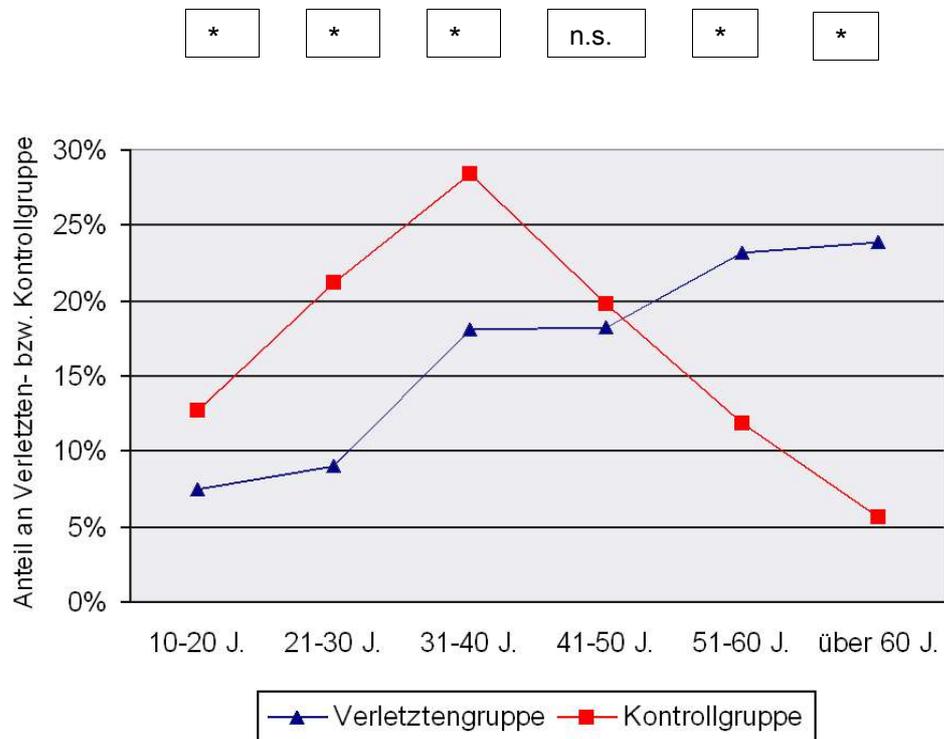


Abbildung 7: Altersvergleich zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung) in 10 Jahresschritten mit Angabe signifikanter Unterschiede im Chi²-Test (* = $p<0,05$)

Wie sich in obiger Abbildung zeigt, besteht ein deutlicher Altersunterschied zwischen der Verletztengruppe und der Kontrollgruppe. Der Chi²-Test belegt diese Diskrepanz für fast alle Altersgruppen mit hochsignifikanten Ergebnissen. Die Verletztengruppe scheint deutlich überaltert im Vergleich zur Pistenbevölkerung. Die über 60-jährigen Skifahrer stellen mit 23,9% sogar die am häufigsten vertretene Altersklasse der Verletztenbefragung, während im Rahmen der Pistenbefragung die Gruppe der 31 bis 40jährigen die am häufigsten vertretene Altersklasse ist (Tabelle 22, S.129).

Fahrtyp

Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung) unterscheiden sich auch bezüglich der Einteilung in Fahrtypen. Zwar suggeriert Abbildung 8 diesbezüglich einen eher geringen Unterschied zwischen den beiden Gruppen, der Chi²-Test ergibt allerdings sowohl für Fahrtyp 2, als auch für Fahrtyp 3 signifikante Unterschiede ($p < 0,05$).

Sowohl die Verletzengruppe, als auch die Kontrollgruppe, stellen etwas mehr als 10% von Skisportlern, die sich als Fahrtyp 1 einschätzen. Ungefähr ein Drittel der Skifahrer beider Gruppen gibt an, Fahrtyp 3 anzugehören, während jeweils mehr als die Hälfte sich dem mittleren der drei Fahrtypen zuordnet (Abbildung 8 bzw. Tabelle 23, S.129).

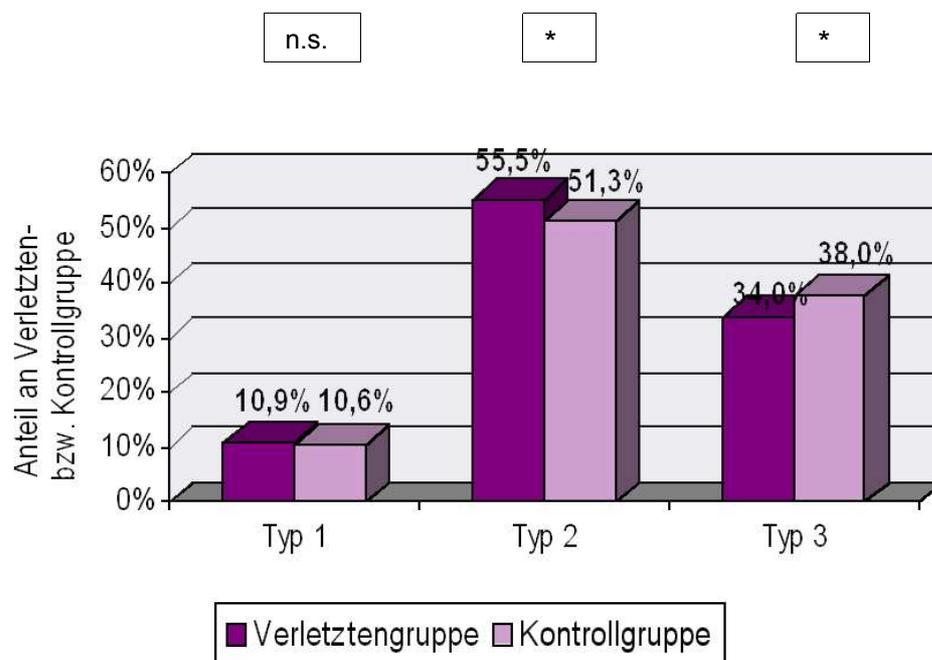


Abbildung 8: Vergleich zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe nach der Einteilung in Fahrtypen mit Angabe signifikanter Unterschiede im Chi²-Test (* = $p < 0,05$)

3.1.2 Skimaterial

Der Vergleich der Personenmerkmale offenbart bereits deutliche Unterschiede zwischen den beiden untersuchten Gruppen. Wie verhält es sich dabei mit dem verwendeten Skimaterial?

Ein erster Vergleich im folgenden Abschnitt beschreibt die Verteilung der beiden Skitypen (Carving- vs. konventioneller Ski) innerhalb Verletzten- und Kontrollgruppe (3.1.2.1). Im darauf folgenden Abschnitt werden die Taillierungsradien der Carvingski unter die Lupe genommen (3.1.2.2).

Skityp

Die Mehrheit der Skifahrer hat den Übergang zum Carvingski vollzogen. Sowohl in der Verletzten-, als auch in der Kontrollgruppe benutzen etwas mehr als zwei Drittel der Skifahrer einen Carvingski.

Die Gruppe der Verletzten stellt mit 69,3% einen etwas höheren Carving-Anteil als die Pistengruppe. Dennoch weist der Chi²-Test mit einem p-Wert von 0,196 keinen signifikanten Zusammenhang auf. Das relative Risiko (odds ratio) von Carvingski gegenüber konventionellen Ski beläuft sich auf 1,107, wobei die Grenzen des 95%-Konfidenzintervalls bei 0,949 bzw. 1,293 liegen.

	Skityp		Gesamt
	Carvingski	Konv. Ski	
Verletztengruppe	866 (69,3%)	383 (30,7%)	1249
Kontrollgruppe	1225 (67,1%)	600 (32,9%)	1825

Tabelle 7: Verteilung von Carvingski und konventionellem Ski auf Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung)

Somit lässt sich anhand der beiden untersuchten Gruppen von Skifahrern kein erhöhtes allgemeines Verletzungsrisiko für Skifahrer mit Carvingski belegen.

Taillierungsradius (Carvingski)

Vergleicht man die prozentuale Verteilung der verwendeten Radiusklassen in Verletzten- und Kontrollgruppe fällt auf, dass die beiden Randgruppen mit extrem kleinen bzw. großen Radien in der Verletztengruppe häufiger als in der Kontrollgruppe vertreten sind, was sich auch in signifikanten Ergebnissen im Chi²-Test widerspiegelt. Ski mit Taillierungsradien zwischen 14 und 20m kommen dagegen deutlich seltener in der Verletztengruppe vor (Abbildung 9).

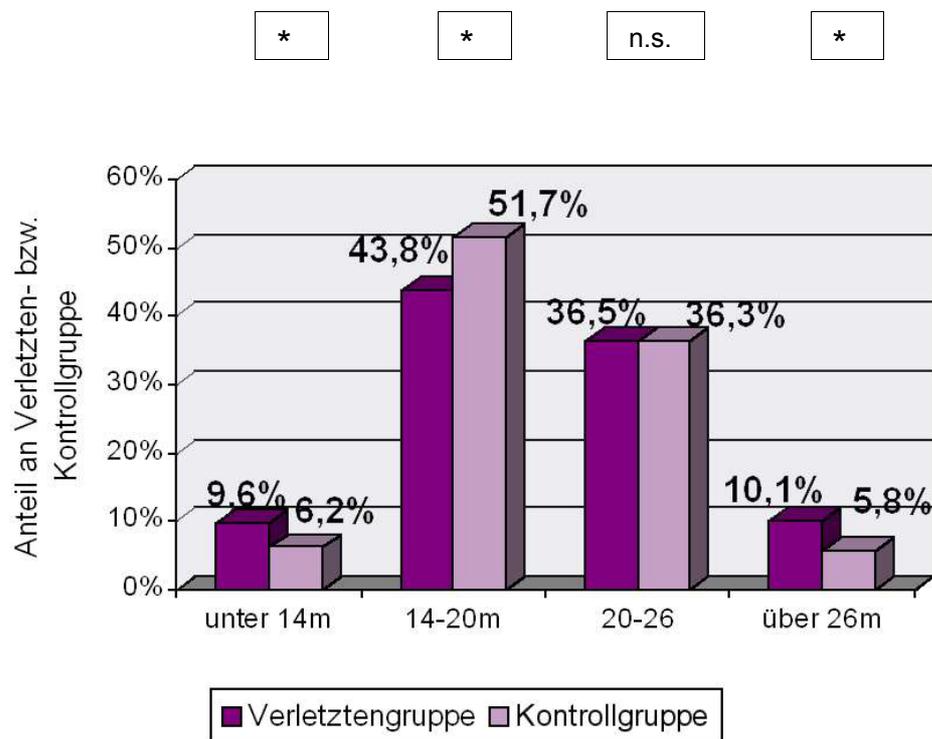


Abbildung 9: Prozentuale Verteilung der Radiusgruppen in Verletzten- und Kontrollgruppe mit Angabe signifikanter Unterschiede im Chi²-Test (* = p<0,05)

Vergleicht man die am häufigsten benutzte Radiusgruppe von 14 bis 20 Meter Taillierungsradius mit den drei anderen Gruppen und berechnet dabei das relative Risiko (odds ratio), so erhält man für die Ski mit extremen Taillierungsradien unter 10 Meter und über 26 Meter ein ungefähr um das Zweifache signifikant erhöhtes relatives Risiko (Abbildung 10).

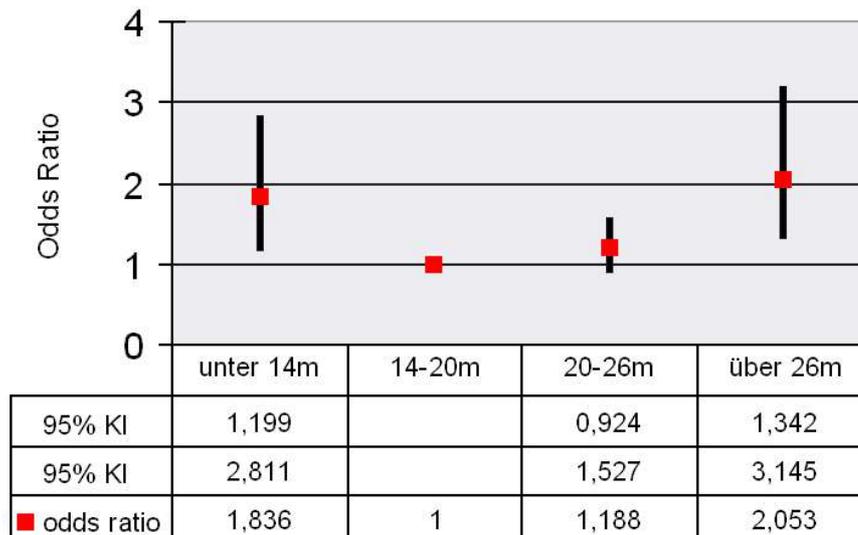


Abbildung 10: Relatives Risiko (odds ratio) der Radiusgruppen und dazugehörige 95%-Konfidenzintervalle im Vergleich zur Radiusgruppe 14-20m (OR:1)

3.2 Verletzungsauswertung

In den folgenden Abschnitten werden die Verletzungen der FdS-Mitglieder der Skisaison 2000/01 einer statistischen Auswertung unterzogen.

Zuerst erfolgt eine kurze Darstellung des Verletzungsmusters (3.2.1), bevor näher auf die Zusammenhänge zwischen Verletzungen und Personenmerkmalen (3.2.2) bzw. Verletzungen und Skimaterial (3.2.3) eingegangen wird.

3.2.1 Verteilungsmuster der Verletzungen

Nach Anwendung der Ausschlusskriterien verbleiben 1249 Skiunfälle, die in die statistische Analyse der Verletzungsauswertung eingehen.

Mit 37,5% stellen Knieverletzungen die mit Abstand häufigste Verletzungsentität, gefolgt von Verletzungen im Bereich des Schultergürtels

und des Oberarms (20,1%). Verletzungen unterhalb des Kniegelenks, in der angloamerikanischen Literatur als „lower leg“ bezeichnet, nehmen mit 15,0% den dritten Rang ein (Abbildung 11).

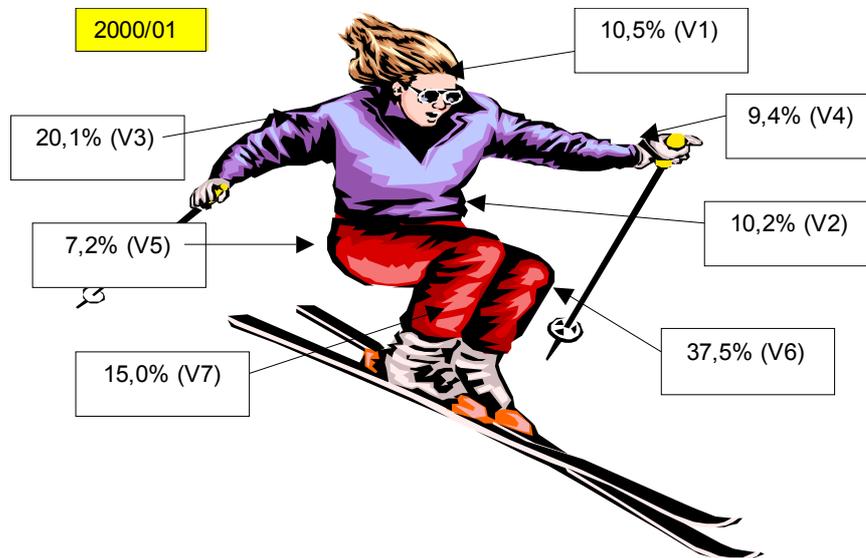


Abbildung 11: Verletzungsmuster der in der Saison 2000/01 verunfallten FdS-Mitglieder (1249 Skifahrer) anhand der Einteilung in sieben Lokalisationen V1-V7

Tabelle 8 liefert eine Übersicht über die Verletzungslokalisationen und Diagnosen innerhalb der Verletzengruppe.

Verletzungslokalisation	Anzahl	%
Hals-/Kopfverletzung (V1)	131	10,5
ossäre Hals-/Kopfverletzung	17	1,4
Rumpfverletzung (V2)	128	10,2
ossäre Rumpfverletzung	63	5,0
BWS/LWS-Fraktur	22	1,8
Rippenfraktur	46	3,7
Schulter-/Oberarmverletzung (V3)	251	20,1
ossäre Schulter-/Oberarmverletzung	108	8,6
Claviculafraktur	26	2,1
Humerusfraktur	70	5,6
Schulterluxation	68	5,4
AC-Gelenkluxation/Tossy	20	1,6
Verletzung der Rotatorenmanschette	28	2,2
Unterarm-/Handverletzung (mit Ellbogen) (V4)	118	9,4
ossäre Unterarm-/Handverletzung	48	3,8
Unterarm-/Handgelenkfraktur	21	1,7

Mittelhand-/Phalangealfraktur	27	2,2
Skidaumen	37	3,0
Becken-/Oberschenkelverletzung (V5)	90	7,2
ossäre Becken-/Oberschenkelverletzung	50	4,0
Beckenverletzung	45	3,6
Oberschenkelverletzung	47	3,8
Beckenfraktur	18	1,4
Femurfraktur	32	2,6
Knieverletzung (V6)	468	37,5
ossäre Knieverletzung	67	5,4
Seitenbandverletzung	177	14,2
Innenbandverletzung	160	12,8
Außenbandverletzung	8	0,6
Kreuzbandverletzung	286	22,9
Knorpel-/Meniskusverletzung	145	11,6
Knee sprain 1+2	82	6,6
Knee sprain 3	302	24,2
Unterschenkel-/Fußverletzung (V7)	187	15,0
ossäre Unterschenkel-/Fußverletzung	141	11,3
Tibiakopfverletzung	49	3,9
Verletzung der oberen Extremität	357	28,6
Verletzung der unteren Extremität	684	54,8
Verletzte Skifahrer gesamt	1249	100%

Tabelle 8: Lokalisation der Verletzungen und Diagnosen innerhalb der 1249 Skifahrer umfassenden Verletztengruppe

3.2.2 Verletzung und Personenmerkmale

Es liegt nahe, dass Faktoren wie Geschlecht, Alter und Fahrtyp das Verletzungsgeschehen beeinflussen. Um dies zu belegen, wird in den folgenden Abschnitten eine Analyse der diesbezüglichen Zusammenhänge unabhängig vom Skimaterial angestellt. Dabei wird deutlich, wie sehr sich die Verletzungsverteilungen zwischen Männern und Frauen, aber auch zwischen den Altersklassen unterscheiden.

3.2.2.1 Geschlecht und Verletzung

In 1242 der 1249 ausgewerteten Fälle ist das Geschlecht des verletzten Sportlers bekannt (724 Männer/518 Frauen). Wird ein geschlechtsabhängiger

Vergleich der sieben Verletzungslokalisationen (V1-V7) mittels Chi²-Test durchgeführt, offenbaren sich deutliche Unterschiede zwischen weiblichen und männlichen Wintersportlern (Abbildung 12 unten + Tabelle 9, S. 44).

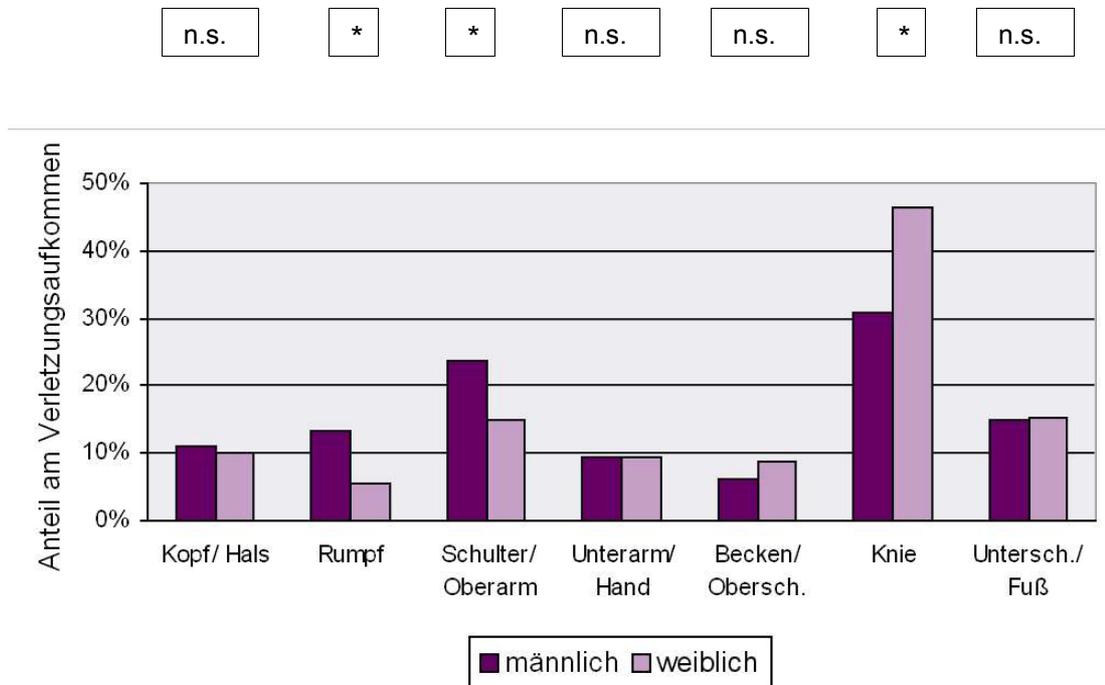


Abbildung 12: Geschlechtsvergleich nach Verteilungsmuster der Verletzungslokalisationen mit Angabe signifikanter Unterschiede im Chi²-Test (* = p < 0,05)

Während Verletzungen im Rumpf- bzw. im Schultergürtel- und Oberarmbereich signifikant häufiger unter männlichen Skifahrern auftreten, sind Knieverletzungen mit einem Anteil von 46,3% deutlich öfter bei Frauen als bei Männern anzutreffen (30,9%). Die übrigen Verletzungslokalisationen sind bei beiden Geschlechtern ungefähr in gleicher Häufigkeit betroffen. Sämtliche absolute und relative Häufigkeiten von weiblichen und männlichen Verletzungen sind in Tabelle 9 zusammengefasst. Das relative Risiko (odds ratio) ist aus der Perspektive der weiblichen Skifahrer zu betrachten. Ein odds ratio größer als eins bedeutet demnach ein erhöhtes Verletzungsrisiko weiblicher Sportler für die jeweilige Lokalisation oder Diagnose.

Verletzungslokalisation und Diagnosen	männlich		weiblich		Chi ² p	Odds ratio
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	79	10,9	52	10,0	0,621	0,911
ossäre Hals-/Kopfverletzung	10	1,4	7	1,4	0,964	0,978
Rumpfverletzung (V2)	97	13,4	29	5,6	0,000	0,383
ossäre Rumpfverletzung	50	6,9	11	2,1	0,000	0,292
BWS/LWS-Fraktur	17	2,3	4	0,8	0,034	0,324
Rippenfraktur	37	5,1	8	1,5	0,001	0,291
Schulter-/Oberarmverletzung (V3)	172	23,8	77	14,9	0,000	0,560
ossäre Schulter-/Oberarmverletzung	72	9,9	35	6,8	0,048	0,656
Claviculafraktur	16	2,2	9	1,7	0,559	0,782
Humerusfraktur	47	6,5	23	4,4	0,122	0,669
Schulterluxation	51	7,0	17	3,3	0,004	0,448
AC-Gelenksluxation/Tossy	15	2,1	5	1,0	0,127	0,461
Verletzung der Rotatorenmanschette	18	2,5	10	1,9	0,515	0,772
Unterarm-/Handverletzung (V4)	69	9,5	48	9,3	0,875	0,969
Ossäre Unterarm-/Handverletzung	29	4,0	19	3,7	0,761	0,913
Unterarm-/Handgelenkfraktur	18	2,5	9	1,7	0,372	0,694
Mittelhand-/Phalangealfraktur	11	1,5	10	1,9	0,579	1,276
Skidaumen	23	3,2	14	2,7	0,628	0,847
Becken-/Oberschenkelverletzung (V5)	44	6,1	46	8,9	0,060	1,506
ossäre Becken-/Oberschenkelverletzung	22	3,0	28	5,4	0,036	1,823
Beckenverletzung	21	2,9	24	4,6	0,107	1,626
Oberschenkelverletzung	23	3,2	24	4,6	0,185	1,481
Beckenfraktur	7	1,0	11	2,1	0,093	2,222
Femurfraktur	15	2,1	17	3,3	0,184	1,604
Knieverletzung (V6)	224	30,9	240	46,3	0,000	1,927
ossäre Knieverletzung	36	5,0	31	6,0	0,436	1,217
Seitenbandverletzung	78	10,8	99	19,1	0,000	1,957
Innenbandverletzung	70	9,7	90	17,4	0,000	1,965
Außenbandverletzung	2	0,3	6	1,2	-	4,230
Kreuzbandverletzung	133	18,4	151	29,2	0,000	1,828
Knorpel-/Meniskusverletzung	76	10,5	68	13,1	0,153	1,288
Knee sprain 1+2	37	5,1	43	8,3	0,024	1,681
Knee sprain 3	139	19,2	161	31,1	0,000	1,898
Unterschenkel-/Fußverletzung (V7)	108	14,9	79	15,3	0,871	1,026
ossäre Unterschenkel-/Fußverletzung	74	10,2	67	12,9	0,137	1,305
Tibiakopfverletzung	26	3,6	23	4,4	0,449	1,247
Verletzung der oberen Extremität	232	32,0	122	23,6	0,001	0,653
Verletzung der unteren Extremität	349	48,2	331	63,9	0,000	1,902
Anzahl Verletzte Skifahrer/Geschlecht	724		518			

Tabelle 9: Skiverletzungen im Geschlechtsvergleich (Chi²-Test+odds ratio, wobei OR>1=erhöhtes Risiko der weiblichen Skifahrer)

Betrachtet man die Ergebnisse für das odds ratio in obiger Tabelle, fällt auf, dass nahezu die gesamten Lokalisationen und Diagnosen der oberen Körperpartie (Rumpf, obere Extremität, Hals/Kopf) eine Tendenz zum männlichen Geschlecht aufweisen (odds ratio <1). Verletzungen des Beckens und der unteren Extremitäten sind dagegen allesamt mit einem erhöhten relativen Risiko für Frauen behaftet.

Unter den Knieverletzungen ist diese Tendenz besonders ausgeprägt (w:46,3% vs. m:30,9%). 29,2% der verletzten weiblichen Skifahrer erleiden eine Kreuzbandverletzung. Dem stehen nur 18,4% männlicher Skifahrer mit einer Kreuzbandverletzung gegenüber. Auch der Schweregrad der Knieverletzungen ist bei den Frauen höher anzusetzen. Der Ausdruck „knee sprain 3“ steht für eine komplette Ruptur einer ligamentären Struktur im Kniebereich. Dies ist immerhin in 31,1% der weiblichen Skiverletzungen der Fall (Tabelle 9).

3.2.2.2 Alter und Verletzung

Neben dem Einfluss des Geschlechts, wird auch das Alter auf Zusammenhänge mit dem Verletzungsgeschehen untersucht. Von den 1249 verletzten Skifahrern machen 1217 eine Altersangabe im Rahmen der Schadensmeldung.

Abbildung 13 verdeutlicht die Altersabhängigkeiten der verschiedenen Verletzungslokalisationen. Der Mittelwert für die gesamte Verletztengruppe beträgt 46,44 Jahre. Betrachtet man das Diagramm, fällt auf, dass die Altersmittelwerte der einzelnen Verletzungslokalisationen zum Teil erheblich vom Altersmittelwert der Verletztengruppe abweichen. Der Rangsummentest nach Mann-Whitney belegt diese Beobachtung für vier der sieben Verletzungslokalisationen mit signifikantem Ergebnis.

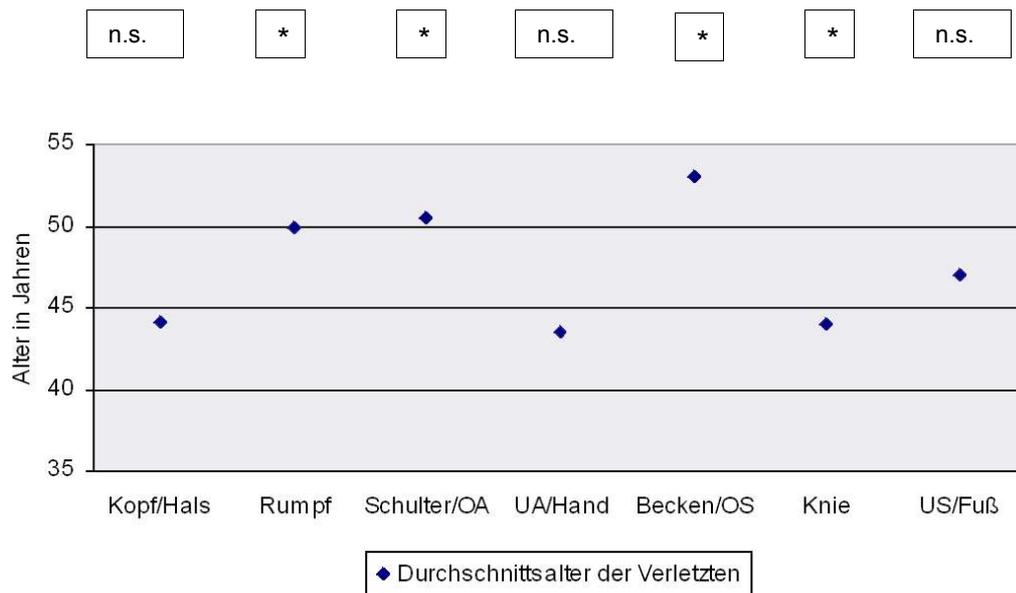


Abbildung 13: Altersmittelwerte für die Verletzungslokalisationen (V1-V7) mit Angabe signifikanter Tendenz in Richtung jüngerer oder älterer Skifahrer im Mann-Whitney-Test (* = $p < 0,05$); zum Vergleich: Durchschnittsalter der gesamten Verletzengruppe: 46,4J.

Analysiert man die Altersabhängigkeit der Verletzungsmuster mit dem Chi²-Test, so weisen sogar sechs der sieben Lokalisationen (V1-V7) eine Assoziation zwischen Verletzung und Alter auf (Tabelle 10, S.48). Lediglich Verletzungen im Unterarm- und Handbereich bieten dabei keinen signifikanten Zusammenhang zwischen Verletzung und Alter des Skifahrers ($p=0,489$). Abbildung 14 auf der nächsten Seite illustriert die zum Teil sehr ausgeprägten Differenzen zwischen den Altersgruppen anhand eines Säulendiagramms.

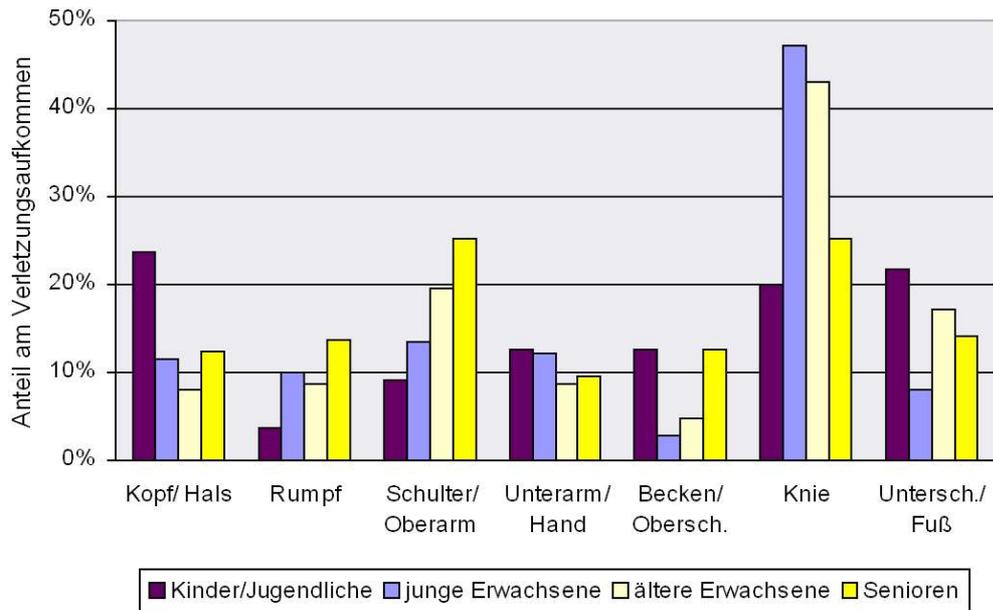


Abbildung 14: Altersabhängiges Verletzungsmuster für die vier Altersgruppen

Auf der folgenden Seite gibt Tabelle 10 einen Überblick über absolute und relative Häufigkeiten aller ausgewerteten Skiverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen.

Der Chi²-Test zeigt hierbei eine Ungleichverteilung innerhalb der vier Altersklassen an. An den prozentualen Häufigkeiten in der jeweiligen Verletzungskategorie kann man dann eventuell verstärkt gefährdete Altersklassen erkennen. Das Ergebnis des Mann-Whitney-Tests gibt an, ob eine Tendenz zu jüngeren oder älteren Skifahrern besteht. Um diese Tendenz anzugeben, ist bei signifikanten p-Werten im Mann-Whitney-Test ein „a“ für alt, oder ein „j“ für jung angegeben.

	AK 1	AK 2	AK 3	AK 4	Chi ²	M-W
Verletzungslok./Diagnose	Zahl/%	Zahl/%	Zahl/%	Zahl/%	p	P
Hals-/Kopfverletzung (V1)	13 / 23,6	20 / 11,6	49 / 8,1	47 / 12,4	0,002	0,297
ossäre Hals-/Kopfverletzung	2 / 3,6	0 / 0,0	4 / 0,7	11 / 2,9	-	0,056
Rumpfverletzung (V2)	2 / 3,6	17 / 9,9	53 / 8,8	52 / 13,7	0,029	0,009 (a)
ossäre Rumpfverletzung	0 / 0,0	7 / 4,1	21 / 3,5	32 / 8,4	0,001	0,001 (a)
BWS/LWS-Fraktur	0 / 0,0	4 / 2,3	11 / 1,8	6 / 1,6	-	0,553
Rippenfraktur	0 / 0,0	3 / 1,7	13 / 2,2	28 / 7,4	0,000	0,000 (a)
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	5 / 9,1	23 / 13,4	118 / 19,5	96 / 25,3	0,001	0,000 (a)
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	4 / 7,3	9 / 5,2	41 / 6,8	49 / 12,9	0,003	0,001 (a)
Claviculafraktur	2 / 3,6	5 / 2,9	5 / 0,8	13 / 3,4	-	0,612
Humerusfraktur	2 / 3,6	3 / 1,7	33 / 5,5	29 / 7,7	0,039	0,005 (a)
Schulterluxation	0 / 0,0	10 / 5,8	37 / 6,1	20 / 5,3	0,296	0,443
AC-Gelenkluxation/Tossy	0 / 0,0	1 / 0,6	16 / 2,6	3 / 0,8	-	0,644
Verletzung der Rotatorenm.	0 / 0,0	2 / 1,2	13 / 2,2	11 / 2,9	-	0,069
Unterarm-/Handverletzung (V4)	7 / 12,7	21 / 12,2	53 / 8,8	36 / 9,5	0,489	0,079
ossäre Unterarm-/Handverl.	4 / 7,3	9 / 5,2	16 / 2,6	19 / 5,0	0,105	0,420
Unterarm-/Handgelenkfraktur	1 / 1,8	5 / 2,9	10 / 1,7	11 / 2,9	-	0,790
Mittelhand-/Phalangealfraktur	3 / 5,5	4 / 2,3	6 / 1,0	8 / 2,1	-	0,366
Skidaumen	0 / 0,0	4 / 2,3	24 / 2,0	9 / 2,4	0,226	0,646
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	7 / 12,7	5 / 2,9	29 / 4,8	48 / 12,7	0,000	0,000 (a)
ossäre Becken/Oberschenkelv.	4 / 7,3	2 / 1,2	13 / 2,2	30 / 7,9	0,000	0,000 (a)
Beckenverletzung	4 / 7,3	2 / 1,2	13 / 2,2	25 / 6,6	0,000	0,002 (a)
Oberschenkelverletzung	3 / 5,5	3 / 1,7	16 / 2,6	25 / 6,6	0,006	0,001 (a)
Beckenfraktur	1 / 1,8	0 / 0,0	3 / 0,5	13 / 3,4	-	0,003 (a)
Femurfraktur	2 / 3,6	2 / 1,2	10 / 1,7	18 / 4,7	-	0,005 (a)
Knieverletzung (V6)	11 / 20,0	81 / 47,1	260 / 43,0	96 / 25,3	0,000	0,000 (j)
ossäre Knieverletzung	3 / 5,5	5 / 2,9	38 / 6,3	19 / 5,0	0,368	0,549
Seitenbandverletzung	2 / 3,6	25 / 14,5	111 / 18,4	31 / 8,2	0,000	0,026 (j)
Innenbandverletzung	1 / 1,8	23 / 13,4	102 / 16,9	28 / 7,4	0,000	0,045 (j)
Außenbandverletzung	0 / 0,0	1 / 0,6	5 / 0,8	1 / 0,3	-	-
Kreuzbandverletzung	2 / 3,6	57 / 33,1	167 / 27,6	49 / 12,9	0,000	0,000 (j)
Knorpel-/Meniskusverletzung	1 / 1,8	23 / 13,4	89 / 14,7	26 / 6,9	0,000	0,030 (j)
Knee sprain 1+2	5 / 9,1	12 / 7,0	42 / 7,0	19 / 5,0	0,519	0,511
Knee sprain 3	1 / 1,8	57 / 33,1	175 / 29,0	56 / 14,8	0,000	0,000 (j)
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	12 / 21,8	14 / 8,1	103 / 17,1	54 / 14,2	0,015	0,579
ossäre Unterschenkel-/Fußverl.	11 / 20,0	10 / 5,8	80 / 13,2	37 / 9,8	0,006	0,726
Tibiakopfverletzung	1 / 1,8	3 / 1,7	29 / 4,8	16 / 4,2	0,265	0,122
Verletzung der oberen Extr.	12 / 21,8	42 / 24,4	167 / 27,6	126 / 33,2	0,073	0,008 (a)
Verletzung der unteren Extr.	28 / 50,9	96 / 55,8	365 / 60,4	172 / 45,4	0,000	0,006 (j)
Personen pro Altersklasse	55	172	604	379		

Tabelle 10: Skiverletzungen in Abhängigkeit von den Altersklassen (AK1-AK4) mit Ergebnissen des Chi²- und Mann-Whitney-Tests

Alter und Kopf-/Halsverletzungen

Verletzungen im Kopf- und Halsbereich stellen in der Gruppe der jüngsten Skifahrer mit 23,6% die am häufigsten genannte Verletzungsregion. Die übrigen Altersgruppen sind von diesen Verletzungen vergleichsweise seltener betroffen. Der Chi²-Test belegt einen Alterszusammenhang mit einem p-Wert von 0,002.

Eine geschlechtsspezifische Auswertung zeigt allerdings, dass sich diese Beobachtung auf die männlichen Sportler dieser Altersgruppe beschränkt. Dort stellen Kopf- und Halsverletzungen mit 30,2% die häufigste Verletzungsregion (Tabelle 29, S.131 und Tabelle 30, S.132).

Abbildung 15 illustriert die Altersunterschiede anhand des relativen Risikos (odds ratio) für Kopf- und Halsverletzungen. Dabei dient die Altersklasse der jungen Erwachsenen als Vergleichsgruppe (odds ratio = 1). Kinder und Jugendliche zeigen, wie bereits erwähnt, deutlich mehr Kopf- und Halsverletzungen, was in einem relativen Risiko von 2,353 signifikant Ausdruck findet.

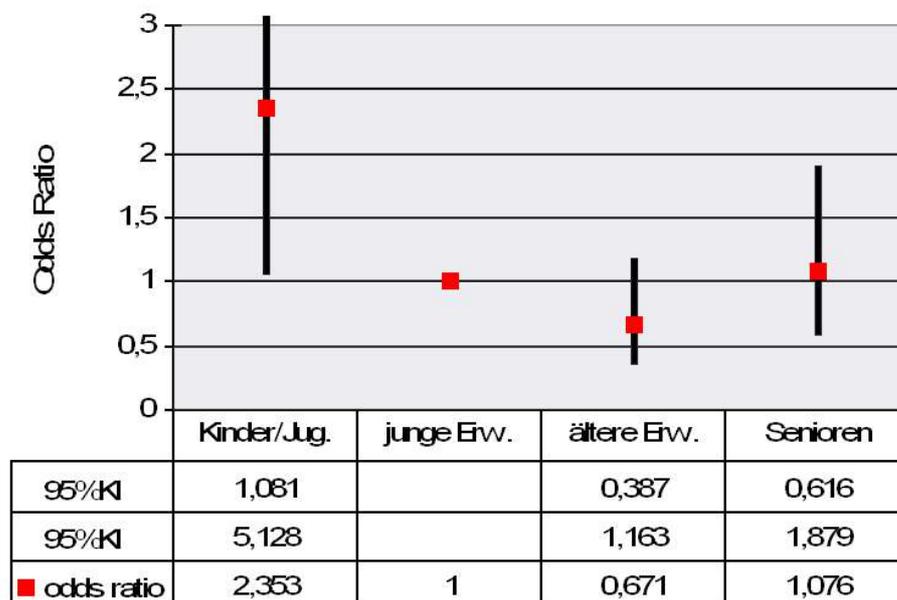


Abbildung 15: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Kopf- und Halsverletzungen in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1)

Alter und Rumpfverletzungen

Auch hinsichtlich Rumpfverletzungen gibt es signifikante Unterschiede. Mit 13,7% ist hier allerdings die Gruppe der Senioren mit Abstand am häufigsten vertreten. Im Gegensatz zu den Hals- und Kopfverletzungen fällt nicht nur der Chi²-Test richtungsweisend aus, da auch der Rangsummentest nach Mann-Whitney eine Tendenz zu den älteren Skifahrern erkennen lässt.

Allerdings muss auch hier angemerkt werden, dass diese Signifikanz lediglich unter den männlichen Skifahrern vorkommt. Dort steigt die Häufigkeit der Rumpfverletzungen mit jeder Altersklasse an. Weibliche Skifahrer der Verletzengruppe sind von dieser Entwicklung nicht betroffen (Tabelle 29, S.131 und Tabelle 30, S.132).

Eine Darstellung des relativen Risikos der Altersklassen findet sich in Abbildung 34 im Anhang (S.150).

Alter und Schulter-/Oberarmverletzungen

Verletzungen von Schulter und/oder Oberarm weisen ebenfalls deutliche Altersabhängigkeiten auf. Der prozentuale Anteil innerhalb der Altersgruppen nimmt mit dem Alter stetig zu, wobei unter den Senioren mit 25,3% ebenso viele Schulter-/Oberarmverletzungen wie Knieverletzungen vorkommen. Unter den männlichen Skifahrern nehmen Schulter- und Oberarmverletzungen im Seniorenbereich sogar den ersten Rang ein (30,1% vs. Knie:17,6%).

Im Gegensatz zu den beiden zuvor beobachteten Verletzungsregionen gelten die Beobachtungen im Schulter-/Oberarmbereich gleichermaßen für Männer wie für Frauen. Sowohl Chi²- als auch Mann-Whitney-Test ergeben Werte, die diese Beobachtung statistisch untermauern (Tabelle 29, S.131 und Tabelle 30, S.132).

Besonders auffallend ist das stetig mit dem Alter ansteigende relative Risiko, im Rahmen eines Skiunfalls eine Verletzung an Schulter und Oberarm zu erleiden (Abbildung 16).

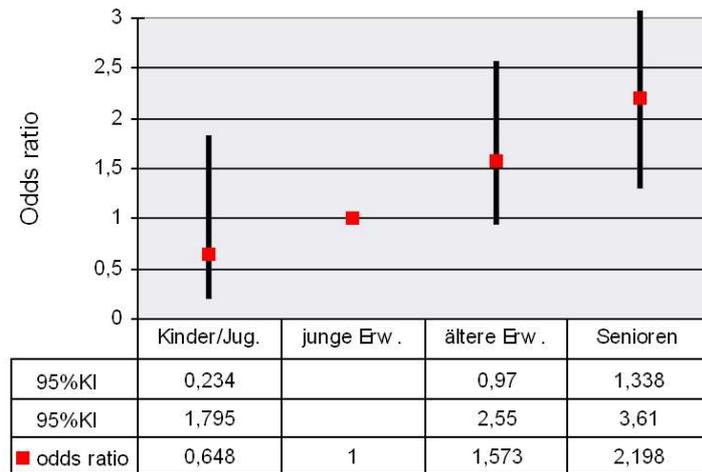


Abbildung 16: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Schulter- und Oberarmverletzungen in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1)

Alter und Unterarm-/Handverletzungen

Als einzige der sieben Verletzungslokalisationen (V1-V7) weist die Unterarm- und Handregion keinerlei statistisch auffällige Zusammenhänge mit dem Alter vor. Auch eine getrennte Auswertung männlicher und weiblicher Skifahrer ergibt keinen Hinweis auf eine Altersabhängigkeit (Tabelle 29, S.131 und Tabelle 30, S.132). Eine Darstellung des relativen Risikos der Altersklassen findet sich ebenfalls im Anhang unter Abbildung 35 (S.150).

Alter und Becken-/Oberschenkelverletzungen

Verletzungen der Becken- und Oberschenkelregion kommen auffallend häufig sowohl in der jüngsten, als auch in der ältesten Altersklasse vor. Im Test nach Mann-Whitney wird ein eindeutig erhöhtes Risiko der älteren Skifahrer belegt. Die getrennte Auswertung männlicher und weiblicher Becken-/Oberschenkelverletzungen lässt erahnen, dass diese Problematik akzentuiert die weiblichen Sportlern betrifft. Unter weiblichen Skifahrern ergeben sämtliche Untergruppen statistisch signifikante Tendenzen in Richtung höheren Alters (Tabelle 29, S.131 und Tabelle 30, S.132).

Auch für Becken- und Oberschenkelverletzungen befindet sich im Anhang eine graphische Darstellung des relativen Risikos der Altersklassen (Abbildung 36, S.151).

Alter und Knieverletzungen

Knieverletzungen treten bevorzugt in den beiden mittleren Altersklassen auf (47,1% bzw. 43,0%, Tabelle 10). Diese Tendenz lässt sich im Kniebereich auch in jeder einzelnen Untergruppe bzw. Diagnose erkennen. Wo der Test nach Mann-Whitney signifikant ausfällt, wird stets eine Tendenz zu den jüngeren Skifahrern nachgewiesen. Im Vergleich zur Altersklasse der jungen Erwachsenen verletzen sich sowohl Kinder- und Jugendliche, als auch Senioren signifikant seltener im Kniebereich, was Abbildung 37 im Anhang bestätigt (S.151). Männer und Frauen weisen im Bereich der Knieverletzungen ähnliche Alterszusammenhänge auf, was sich in den Ergebnissen der im Anhang befindlichen Tabellen widerspiegelt (Tabelle 29, S.131 und Tabelle 30, S.132).

Alter und Unterschenkel-/Fußverletzungen

Verletzungen des Unterschenkel- und Fußbereichs kommen mit 21,0% auffallend oft unter den Kindern- und Jugendlichen vor, wobei vor allem die Gruppe der jungen Erwachsenen mit 8,1% eher selten betroffen ist (Tabelle 10). Abbildung 38 auf Seite 152 zeigt die relativen Risiken der Altersklassen im Vergleich zueinander.

Der Chi²-Test fällt im Unterschenkel- und Fußbereich im Gegensatz zum Test nach Mann-Whitney signifikant aus. Diese Beobachtung liegt vermutlich in den Verletzungszahlen der männlichen Sportler begründet (Tabelle 29, S.131 und Tabelle 30, S.132).

3.2.2.3 Fahrtyp und Verletzung

Sämtliche Skifahrer der Verletzungsgruppe werden im Rahmen der Umfrage dazu aufgefordert, sich gemäß der Einteilung auf Seite 29, einem der drei Fahrtypen zuzuordnen. Insgesamt geben mit 1204 der 1249 verletzten Skifahrer 96,4% ihren Fahrtyp an.

Allerdings scheint der Fahrtyp, im Vergleich zu Geschlecht und Alter, keinen allzu großen Einfluss auf das Verletzungsgeschehen zu besitzen.

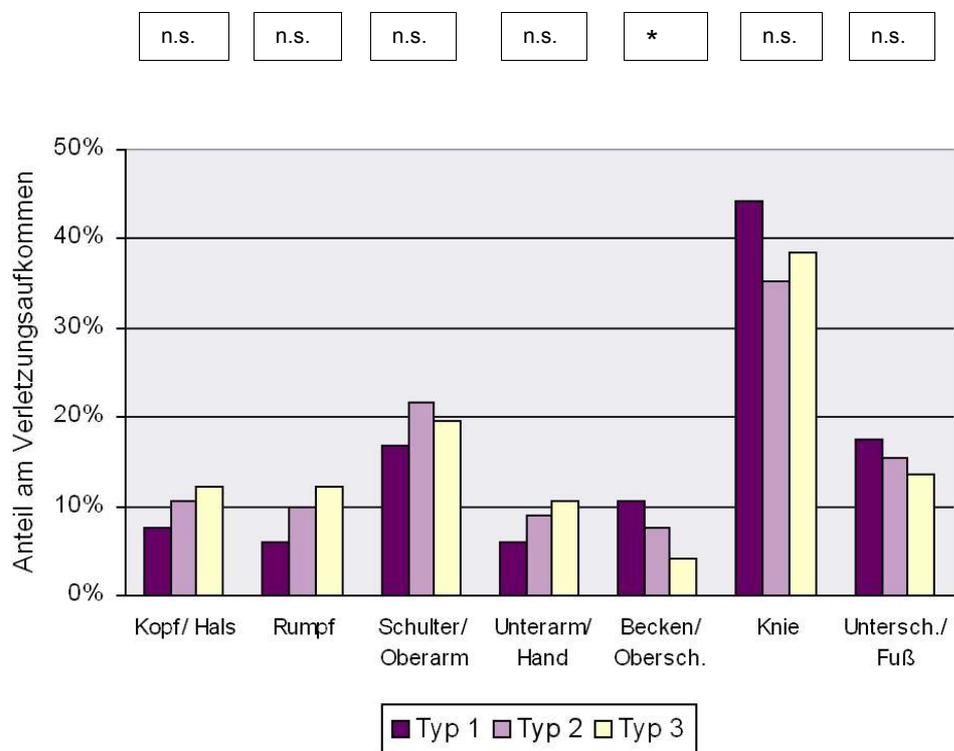


Abbildung 17: Verletzungsverteilung in Abhängigkeit vom Fahrtyp mit Angabe signifikanter Zusammenhänge im Chi²-Test (* = p<0,05)

Von den sieben Verletzungslokalisationen (V1-V7) weisen lediglich Becken- und Oberschenkelverletzungen im Chi²-Test einen signifikanten Wert auf. Hier sind Skifahrer, die sich schwächer einordnen, mit 10,7% häufiger betroffen als Skifahrer der stärkeren Gruppen (7,6% bzw. 4,2%). Ansonst fallen nur für Humerusfrakturen, „knee sprain 1+2“ und Verletzungen der unteren Extremität signifikante Zusammenhänge auf. Sämtliche absolute und relative Häufigkeiten der 38 Verletzungskategorien samt den Ergebnissen des Chi²-Tests sind in folgender Tabelle aufgelistet.

	Fahrtyp			Chi ²
	1 Anzahl/%	2 Anzahl/%	3 Anzahl/%	p
Hals-/Kopfverletzung (V1)	10 / 7,6	71 / 10,6	49 / 12,1	0,351
ossäre Hals-/Kopfverletzung	1 / 0,8	12 / 1,8	3 / 0,7	0,286
Rumpfverletzung (V2)	8 / 6,1	66 / 9,9	50 / 12,3	0,108
ossäre Rumpfverletzung	2 / 1,5	36 / 5,4	23 / 5,7	0,144
BWS/LWS-Fraktur	0 / 0,0	13 / 1,9	9 / 2,2	0,241
Rippenfraktur	2 / 1,5	25 / 3,7	17 / 4,2	0,361
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	22 / 16,8	145 / 21,7	79 / 19,5	0,378
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	6 / 4,6	69 / 10,3	30 / 7,4	0,053
Claviculafraktur	3 / 2,3	13 / 1,9	9 / 2,2	0,938
Humerusfraktur	3 / 2,3	47 / 7,0	18 / 4,4	0,043
Schulterluxation	2 / 1,5	40 / 6,0	24 / 5,9	0,109
AC-Gelenksluxation/Tossy	2 / 1,5	13 / 1,9	5 / 1,2	0,671
Verletzung der Rotatorenm.	1 / 0,8	14 / 2,1	13 / 3,2	0,228
Unterarm-/Handverletzung (V4)	9 / 6,9	60 / 9,0	43 / 10,6	0,401
ossäre Unterarm-/Handverl.	2 / 1,5	24 / 3,6	17 / 4,2	0,358
Unterarm-/Handgelenkfraktur	2 / 1,5	13 / 1,9	10 / 2,5	0,757
Mittelhand-/Phalangealfraktur	0 / 0,0	11 / 1,6	7 / 1,7	0,326
Skidaumen	3 / 2,3	24 / 3,6	17 / 4,2	0,390
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	14 / 10,7	51 / 7,6	17 / 4,2	0,017
ossäre Becken/Oberschenkelv.	10 / 7,6	30 / 4,5	5 / 1,2	0,001
Beckenverletzung	6 / 4,6	28 / 4,2	8 / 2,0	0,123
Oberschenkelverletzung	9 / 6,9	24 / 3,6	9 / 2,2	0,041
Beckenfraktur	3 / 2,3	13 / 1,9	1 / 0,2	0,049
Femurfraktur	7 / 5,3	18 / 2,7	3 / 0,7	0,006
Knieverletzung (V6)	55 / 44,3	236 / 35,3	156 / 38,5	0,130
ossäre Knieverletzung	7 / 5,3	34 / 5,1	22 / 5,4	0,969
Seitenbandverletzung	23 / 17,6	92 / 13,8	57 / 14,1	0,521
Innenbandverletzung	22 / 16,8	84 / 12,6	49 / 12,1	0,356
Außenbandverletzung	1 / 0,8	3 / 0,4	4 / 1,0	-
Kreuzbandverletzung	26 / 19,8	146 / 21,9	105 / 25,9	0,203
Knorpel-/Meniskusverletzung	10 / 7,6	75 / 11,2	56 / 13,8	0,135
Knee sprain 1+2	16 / 12,2	41 / 6,1	21 / 5,2	0,015
Knee sprain 3	34 / 26,0	148 / 22,2	110 / 27,2	0,160
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	23 / 17,6	103 / 15,4	55 / 13,6	0,496
ossäre Unterschenkel-/Fußverl.	16 / 12,2	83 / 12,4	38 / 9,4	0,299
Tibiakopfverletzung	6 / 4,6	26 / 3,9	14 / 3,5	0,835
Verletzung der oberen Extr.	30 / 22,9	200 / 29,9	117 / 28,9	0,266
Verletzung der unteren Extr.	89 / 67,9	352 / 52,7	214 / 52,8	0,004
Personen pro Fahrtyp	131	668	405	

Tabelle 11: Skiverletzungen im Vergleich nach Fahrtyp mit Ergebnissen im Chi²-Test

Eine gesonderte Betrachtung der männlichen Skifahrer in Abhängigkeit vom Fahrtyp ergibt von obiger Tabelle abweichende Erkenntnisse. Unter den 698 verletzten Männern mit bekanntem Fahrtyp fallen lediglich Verletzungen des Knies auffällig aus. Zeigt die Gesamtheit der Knieverletzungen (V6) eine Anhäufung sowohl in Fahrtyp 1 (38,1%) als auch in Fahrtyp 3 (36,0%), so steigen Kreuzbandverletzungen sowie „knee sprain grade 3“ mit steigendem Fahrtyp an (Tabelle 31, S.133).

Unter den weiblichen Skifahrern lassen sich davon abweichende Beobachtungen machen. Hier ergeben sich keine Zusammenhänge von Knieverletzungen und Fahrtyp der verletzten Sportlerinnen.

Allerdings lassen sich andere Risikogruppen erkennen. Vor allem fällt dabei die Häufung von Becken- und Oberschenkelverletzungen unter den Skifahrerinnen mit Fahrtyp 1 auf. Mit 14,8% nehmen die Becken- und Oberschenkelverletzungen unter Skifahrerinnen mit Fahrtyp 1 den dritten Rang ein, während sie im Gesamtverletztengut mit 7,2% an letzter Stelle der Verletzungslokalisationen (V1-V7) liegen (Tabelle 32, S.134).

3.2.3 Verletzung und Skimaterial

Wie in der Einleitung erwähnt, nehmen Neuentwicklungen im Bereich des Materials im Skisport durchaus Einfluss auf das Verletzungsgeschehen. Die materialabhängige Verletzungsauswertung gliedert sich in zwei Teile. Dem Vergleich von Carving- und Normalski (3.2.3.1) folgt die Carving-Analyse, die den Einfluss des Taillierungsradius von Carvingski auf das Verletzungsgeschehen untersucht (3.2.3.2).

3.2.3.1 Skityp und Verletzung – Vergleich zwischen Carvingski und konventionellem Ski

Verletzungen mit Carvingski und konventionellem Ski werden getrennt erfasst und den entsprechenden Körperlokalisationen zugeordnet. Insgesamt gehen 866 Carvingski und 383 konventionelle Ski in die

Auswertung ein. Wie untenstehendem Säulendiagramm zu entnehmen ist, bestehen für die Gesamtheit aller verletzten Skifahrer, bezüglich des Verletzungsmusters nur geringe Unterschiede zwischen dem herkömmlichen konventionellen Ski und dem neueren Carvingski.

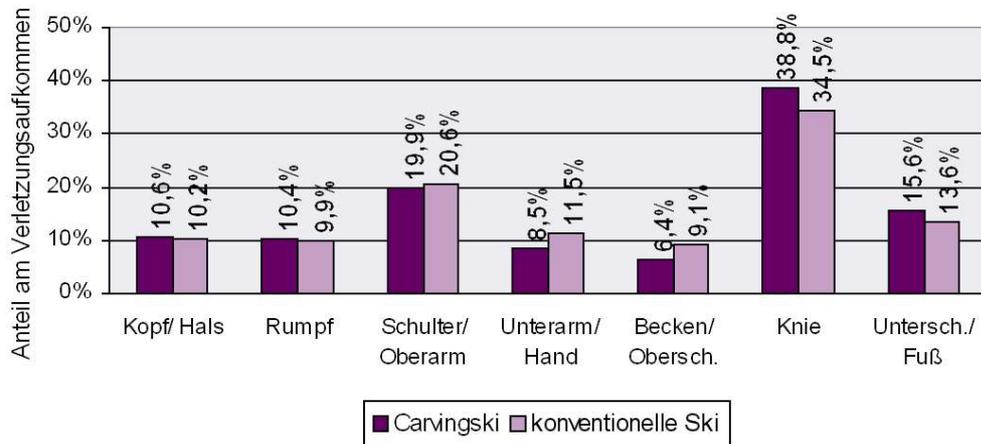


Abbildung 18: Prozentuale Häufigkeiten der Verletzungslokalisationen mit Carvingski und konventionellem Ski

Führt man für jede der sieben Körperregionen getrennt einen Chi²-Vierfeldertest durch, erhält man in keinem der Fälle einen signifikanten Unterschied. Erweitert man die Analyse auf die gesamten 38 Verletzungskategorien ergibt sich nur in einem Fall ein signifikanter Unterschied zwischen Carving- und Normalski (siehe Tabelle 12).

Das relative Risiko von Carvingski gegenüber konventionellen Ski (odds ratio) zeigt für keine der Körperregionen ein signifikant erhöhtes „Carving-Risiko“.

	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carvingski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	92	10,6	39	10,2	0,815	1,048
ossäre Hals-/Kopfverletzung	11	1,3	6	1,6	0,677	0,808
Rumpfverletzung (V2)	90	10,4	38	9,9	0,800	1,053
ossäre Rumpfverletzung	47	5,4	16	4,2	0,352	1,316
BWS/LWS-Fraktur	16	1,8	6	1,6	0,728	1,183
Rippenfraktur	35	4,0	11	2,9	0,312	1,425
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	172	19,9	79	20,6	0,756	0,953
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	72	8,3	36	9,4	0,529	0,874
Claviculafraktur	22	2,5	4	1,0	0,088	2,470
Humerusfraktur	43	5,0	27	7,0	0,140	0,689
Schulterluxation	49	5,7	19	5,0	0,616	1,149
AC-Gelenkluxation/Tossy	16	1,8	4	1,0	0,297	1,783
Verletzung der Rotatoren m.	20	2,3	8	2,1	0,808	1,109
Unterarm-/Handverletzung (V4)	74	8,5	44	11,5	0,101	0,720
ossäre Unterarm-/Handverl.	30	3,5	18	4,7	0,295	0,728
Unterarm-/Handgelenkfraktur	14	1,6	13	3,4	0,046	0,468
Mittelhand-/Phalangealfraktur	16	1,8	5	1,3	0,492	1,422
Skidaumen	22	2,5	15	3,9	0,186	0,639
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	55	6,4	35	9,1	0,079	0,674
ossäre Becken/Oberschenkelv.	32	3,7	18	4,7	0,404	0,778
Beckenverletzung	29	3,3	16	4,2	0,469	0,795
Oberschenkelverletzung	28	3,2	19	5,0	0,139	0,640
Beckenfraktur	14	1,6	4	1,0	0,434	1,558
Femurfraktur	19	2,2	13	3,4	0,216	0,639
Knieverletzung (V6)	336	38,8	132	34,5	0,145	1,205
ossäre Knieverletzung	43	5,0	24	6,3	0,347	0,781
Seitenbandverletzung	119	13,7	58	15,1	0,512	0,893
Innenbandverletzung	109	12,6	51	13,3	0,722	0,937
Außenbandverletzung	6	0,7	2	0,5	1,0 (F)	1,330
Kreuzbandverletzung	210	24,2	76	19,8	0,087	1,294
Knorpel-/Meniskusverletzung	107	12,4	38	9,9	0,216	1,280
Knee sprain 1+2	55	6,4	27	7,0	0,646	0,894
Knee sprain 3	219	25,3	83	21,7	0,169	1,224
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	135	15,6	52	13,6	0,358	1,175
ossäre Untersch./Fußverletzung	104	12,0	37	9,7	0,226	1,276
Tibiakopfverletzung	32	3,7	17	4,4	0,533	0,826
Verletzung der oberen Extr.	236	27,3	121	31,6	0,117	0,811
Verletzung der unteren Extr.	480	55,4	204	53,3	0,479	1,092
Ski pro Skityp	866		383			

Tabelle 12: Skiverletzungen im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski mit Ergebnissen im Chi²-Test und odds ratio (odds ratio aus Perspektive des Carvingski)

Aber wie verhalten sich Carving- und konventioneller Ski zueinander wenn die einzelnen Kategorien (Geschlecht, Alter, Fahrtyp) getrennt voneinander bewertet werden?

Skityp und Geschlecht

Ein Vergleich der beiden Skitypen getrennt nach Geschlecht, ergibt jeweils nur in einer der 38 Verletzungskategorien ein signifikant verändertes relatives Risiko. Diese Beobachtung betrifft bei den weiblichen Skifahrern den sog. Skidaumen, der häufiger beim Gebrauch eines konventionellem Skis auftrat. Männliche Skifahrer mit Carvingski zogen sich signifikant mehr Frakturen an Unterarm- und Handgelenk zu als Normalskifahrer. Sämtliche Ergebnisse samt absoluten und relativen Häufigkeiten sind im Anhang tabellarisch dargestellt (Tabelle 33+Tabelle 34 auf S.135/136).

Skityp und Alter

Die altersabhängige Analyse von Carving- und Normalski offenbart ebenfalls nur vereinzelte signifikante Unterschiede. Die Gruppe der Kinder und Jugendlichen weist wie die Seniorengruppe keinen einzigen Wert auf, der auf signifikante Unterschiede im Verletzungsmuster zwischen Carving- und Normalski hindeutet (Tabelle 35+Tabelle 38 auf S.137/140).

Junge Erwachsene lassen eine Mehrzahl an Becken- und Oberschenkelverletzungen unter konventionellen Ski erkennen. Allerdings kann diese Signifikanz aufgrund geringer Fallzahlen nur mit dem Fisher-exact-Test belegt werden (Tabelle 36,S.138).

Auch unter den älteren Erwachsenen ergibt die einzige Signifikanz eine Tendenz zu den konventionellen Skiern. Die Gruppe mit konventionellen Ski weist in dieser Altersgruppe mit 33,5% deutlich mehr Verletzungen im Bereich der oberen Extremität auf, als dies unter den Carvingskifahrern der Fall ist (25,3%, $p=0,043$, Tabelle 37, S.139).

Skityp und Fahrtyp

Die getrennte Auswertung der drei Fahrtypen zeigt unterschiedliche Ergebnisse. Unter den Fahrtypen 1 und 2 zeigen sich kaum Auffälligkeiten. Lediglich für Humerusfrakturen ergibt sich ein signifikant vermindertes relatives Risiko für Carvingskifahrer des Fahrtyps 2 (Tabelle 39+Tabelle 40 im Anhang, S.141/142).

Anders verhält es sich unter den Skifahrern mit Fahrtyp 3. Dort zeigen sich mehrere signifikante Unterschiede, die in Tabelle 41 (S.143) dargestellt sind. Während Frakturen von BWS/LWS, sowie Becken-/Oberschenkelverletzungen ein vermindertes relatives Risiko für Carvingski aufweisen, ergeben sich im Kniebereich zwei signifikant erhöhte Werte. Knieverletzungen allgemein (V6), sowie Knorpel- und Meniskusverletzungen zeigen dabei ein erhöhtes Carving-Risiko.

3.2.3.2 Taillierungsradius (Carvingski) und Verletzung

Die Frage, ob der Taillierungsradius des Carvingskis einen Einfluss auf das Verletzungsgeschehen besitzt, wird auf zwei verschiedene Wege angegangen. Auf der einen Seite werden die Carvingski gemäß ihrem berechneten Taillierungsradius in Radiusklassen eingeteilt und per Chi²-Test analysiert, auf der anderen Seite werden die Radien als stetige Parameter erfasst und mittels dem Rangsummentest nach Mann-Whitney einer Auswertung unterzogen.

bietet eine Übersicht über sämtliche absolute und relative Häufigkeiten der Radiusklassen und die jeweiligen Testergebnisse der 38 Verletzungskategorien im Chi²- und Mann-Whitney-Test.

	Radiusklassen				Chi ² p	M-W p
	TR 1 < 14m	TR 2 14-20m	TR 3 20-26m	TR 4 > 26m		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	8 / 19,5	14 / 7,5	19 / 12,3	3 / 7,0	-	0,777
ossäre Hals-/Kopfverletzung	0	2 / 1,1	2 / 1,3	0	-	-
Rumpfverletzung (V2)	6 / 14,6	18 / 9,7	18 / 11,6	4 / 9,3	-	0,969
ossäre Rumpfverletzung	3 / 7,3	9 / 4,8	14 / 9,0	2 / 4,7	-	0,348
BWS/LWS-Fraktur	0	1 / 0,5	5 / 3,2	0	-	-
Rippenfraktur	3 / 7,3	8 / 4,3	10 / 6,5	2 / 4,7	-	0,703
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	10 / 24,4	33 / 17,7	41 / 26,5	6 / 14,0	0,139	0,689
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	4 / 9,8	12 / 6,5	16 / 10,3	1 / 2,3	-	0,665
Claviculafraktur	1 / 2,4	5 / 2,7	5 / 3,2	0	-	0,687
Humerusfraktur	03.07.03	6 / 3,2	9 / 5,8	1 / 2,3	-	0,745
Schulterluxation	2 / 4,9	9 / 4,8	15 / 9,7	3 / 7,0	-	0,158
AC-Gelenksluxation/Tossy	2 / 4,9	4 / 2,2	4 / 2,6	0	-	0,362
Verletzung der Rotatorenm.	1 / 2,4	2 / 1,1	4 / 2,6	1 / 2,3	-	-
Unterarm-/Handverletzung (V4)	3 / 7,3	12 / 6,5	14 / 9,0	4 / 9,3	-	0,622
ossäre Unterarm-/Handverl.	1 / 2,4	6 / 3,2	3 / 1,9	2 / 4,7	-	0,884
Unterarm-/Handgelenkfraktur	0	3 / 1,6	2 / 1,3	1 / 2,3	-	-
Mittelhand-/Phalangealfraktur	1 / 2,4	3 / 1,6	1 / 0,6	1 / 2,3	-	-
Skidaumen	0	2 / 1,1	6 / 3,9	2 / 4,7	-	-
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	2 / 4,9	6 / 3,2	8 / 5,2	2 / 4,7	-	0,447
ossäre Becken/Oberschenkelv.	2 / 4,9	4 / 2,2	6 / 3,9	1 / 2,3	-	0,755
Beckenverletzung	1 / 2,4	4 / 2,2	4 / 2,6	1 / 2,3	-	-
Oberschenkelverletzung	1 / 2,4	3 / 1,6	4 / 2,6	1 / 2,3	-	-
Beckenfraktur	1 / 2,4	2 / 1,1	2 / 1,3	0	-	-
Femurfraktur	1 / 2,4	3 / 1,6	4 / 2,6	1 / 2,3	-	-
Knieverletzung (V6)	13 / 31,7	90 / 48,4	50 / 32,3	21 / 48,8	0,009	0,430
ossäre Knieverletzung	3 / 7,3	6 / 3,2	10 / 6,5	4 / 9,3	-	0,196
Seitenbandverletzung	6 / 14,6	30 / 16,1	17 / 11,0	7 / 16,3	0,559	0,680
Innenbandverletzung	6 / 14,6	29 / 15,6	15 / 9,7	5 / 11,6	0,424	0,345
Außenbandverletzung	0	1 / 0,5	2 / 1,3	2 / 4,7	-	-
Kreuzbandverletzung	6 / 14,6	60 / 32,3	36 / 23,2	10 / 23,3	0,065	0,378
Knorpel-/Meniskusverletzung	5 / 12,2	26 / 14,0	21 / 13,5	4 / 9,3	-	0,343
Knee sprain 1+2	2 / 4,9	12 / 6,5	6 / 3,9	4 / 9,3	-	0,922
Knee sprain 3	8 / 19,5	63 / 33,9	36 / 23,2	12 / 27,9	0,094	0,382
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	5 / 12,2	26 / 14,0	24 / 15,5	7 / 16,3	0,931	0,484
ossäre Untersch.-/Fußverletzung	5 / 12,2	23 / 12,4	19 / 2,3	5 / 11,6	0,999	0,816
Tibiakopfverletzung	2 / 4,9	5 / 2,7	7 / 4,5	2 / 4,7	-	0,551
Verletzung der oberen Extr.	12 / 29,3	43 / 23,1	52 / 33,5	10 / 23,3	0,166	0,477
Verletzung der unteren Extr.	17 / 41,5	116 / 62,4	71 / 45,8	27 / 62,8	0,004	0,626
	41	186	155	43		

Tabelle 13: Absolute und relative Häufigkeiten aller Verletzungslokalisationen und Diagnosen nach Radiusklassen TR1-4; Auswertung nach Chi²-Test und Rangsummentest nach Mann-Whitney für stetige Variablen

Die radiusabhängige Analyse mittels Chi²-Test ist aufgrund zu geringer Fallzahlen für die meisten der 38 Auswertungsgruppen nicht zulässig. Dort wo die Fallzahlen das erforderliche Maß besitzen, ergeben sich statistisch auffällige Ungleichverteilungen lediglich im Kniebereich, und vermutlich davon abhängig, auch für Verletzungen der unteren Extremität. In beiden Fällen sind die Radiusklassen 2 und 4 vermehrt betroffen.

Der Rangsummentest nach Mann-Whitney für stetige Variablen ergibt in keinem der Fälle eine signifikante Tendenz in Richtung engerer oder weiterer Taillierungsradien (siehe oben).

Die Radiusauswertung der Untergruppen (Geschlecht, Alter, Fahrtyp) mittels Mann-Whitney-Test ergibt lediglich unter den männlichen Verletzten und den Verletzten mit Fahrtyp 3 statistisch signifikante Tendenzen (Tabelle 42, S.144):

- Schulter- und Oberarmverletzungen mit knöcherner Begleitkomponente zeigen unter den männlichen Skifahrern eine Tendenz zu engeren Taillierungsradien. Dieselbe Verletzungskategorie erscheint unter den Skifahrern des Fahrtyps 3 mit einem p-Wert von 0,095 zumindest auffällig, zumal auch hier die Ski mit engeren Taillierungsradien häufiger betroffen sind. Auch Meniskus- und Knorpelschäden unter männlichen Skifahrern weisen innerhalb der Verletztengruppe eine Tendenz zu Carvingski mit engeren Taillierungsradien vor. Diese Beobachtung erreicht mit einem p-Wert von 0,096 allerdings keine Signifikanz. Sämtliche übrigen Tests im Kniebereich zeigen hierbei keine Zusammenhänge zwischen Verletzung des Sportlers und Taillierung des Carvingskis.
- Eine signifikante Tendenz zu weiten Taillierungsradien zeigt sich in zwei Fällen der Radiusauswertung. Unterschenkel- und Fußverletzungen weisen unter den Skifahrern des Fahrtyps 3 eine Neigung zu weiten Taillierungsradien. Dieselbe Tendenz lässt sich für ossäre Verletzungen derselben Körperregion nachweisen.

3.2.4 Unfallhergang

In der Verletztengruppe finden sich insgesamt 98 Kollisionsunfälle. Dies entspricht einem Anteil von 7,8%. Dabei zeichnet sich im Vergleich zur Gesamtheit der Unfälle ein vollkommen unterschiedliches Verletzungsmuster ab. Mit Schulter/Oberarm, Kopf/Hals und Rumpf scheinen die eher kranial gelegenen Körperregionen einer vermehrten Gefährdung ausgesetzt zu sein (vgl. Abbildung 11, S.41 vs. Abbildung 19, unten).

Während Knieverletzungen im gesamten Verletztengut die mit Abstand häufigste Verletzungsregion darstellen, rangieren sie unter den Kollisionsunfällen nur auf Rang fünf.

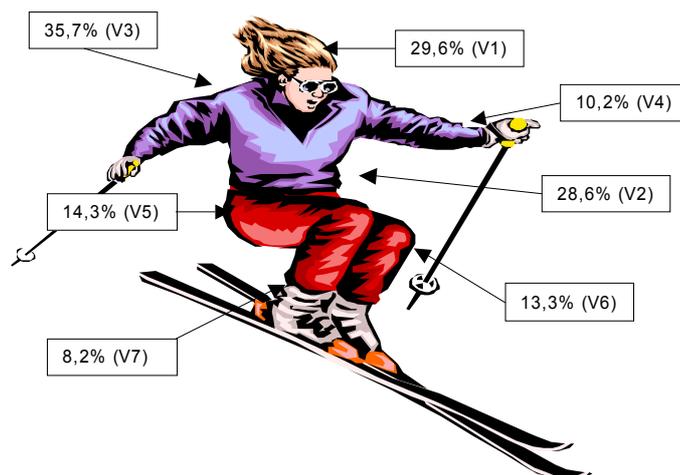


Abbildung 19: Verteilungsmuster der Kollisionsverletzungen (V1-V7)

Kollision und Geschlecht

Männliche und weibliche Skifahrer zeigen dabei keine signifikanten Unterschiede in der Kollisionsstatistik. Männer liegen zwar mit 9,0% (64 von 710) um mehr als zwei Prozentpunkte höher als Frauen (6,8%; 34 von 502), mit dem Chi²-Test errechnet sich hierfür allerdings kein signifikanter Unterschied ($p=0,159$).

Kollision und Alter

Kinder- und Jugendliche sind ebenso wie Senioren auffallend häufig Opfer von Kollisionsverletzungen. Mit 11,1 bzw. 11,2% liegen sie deutlich über den jungen und älteren Erwachsenen (3,6% bzw. 7,1%). Diese ungleiche Verteilung spiegelt sich in einem p-Wert von 0,012 im Chi²-Test wider.

Kollision und Fahrtyp

Der Fahrtyp lässt keinen signifikanten Zusammenhang mit der Anzahl der Kollisionsverletzungen erkennen. Fahrtyp 1 ist mit 8,6% nur unwesentlich häufiger betroffen als die beiden übrigen Fahrtypen (2: 8,0% / 3: 7,5%; $p=0,908$).

Kollision und Skityp/Taillierungsradius

Vergleicht man die Häufigkeit von Kollisionsunfällen pro Skityp, präsentieren sich keine signifikanten Unterschiede zwischen Carving- und Normalski. Insgesamt sind 8,3% der verletzten Carvingskifahrer in einen Kollisionsunfall verwickelt, wohingegen dies nur für 7,3% der verletzten Normalskifahrer zutrifft. Dieser Unterschied ist allerdings zu gering, als das er sich im Chi²-Test als signifikant erweisen würde ($p=0,553$). Auch wenn man in die neun Untergruppen (Geschlecht, vier Altersgruppen, Fahrtyp 1/2/3) aufschlüsselt, ergibt sich keine signifikante Häufung von Kollisionsunfällen bei einem der beiden Skitypen (Tabelle 43, S.145).

Betrachtet man allein die Carvingski, zeigen sich Kollisionsverletzungen im Mann-Whitney-Test unbeeinflusst vom Taillierungsradius ($p=0,614$). Auf eine Betrachtung und Analyse der verschiedenen Radiusklassen mit dem Chi²-Test wird an dieser Stelle aufgrund geringer Fallzahlen verzichtet.

4 Diskussion

Der Diskussionsteil gliedert sich in zwei wesentliche Hauptpunkte. Zunächst wird unter 4.1 die jeweilige Repräsentativität der Verletzten- und der Kontrollgruppe besprochen. Daraufhin wird der im Ergebnisteil dargestellte Vergleich von Verletzten- und Kontrollgruppe einer Wertung unterzogen, und ein kurzer Ausblick auf eventuell folgende Studien geworfen.

Im Abschnitt 4.2 wird dann auf die Verletzungsauswertung eingegangen.

4.1 Analyse der gewählten Stichproben

Die Untersuchung hat als Design den Vergleich von zwei Gruppen, einer Verletztengruppe auf der einen, und einer Kontrollgruppe unverletzter Skifahrer auf der anderen Seite. Für beide Gruppen wurden Stichproben gewählt, und nun stellt sich die Frage, ob diese jeweils repräsentativ sind.

4.1.1 Stichprobe unverletzter Skifahrer (Kontrollgruppe)

Bei der Durchführung der Pistenbefragung 2000/01 wurde angesichts mehrerer Gesichtspunkte auf eine möglichst hohe Repräsentativität geachtet.

Was den Ort der Pistenbefragung betrifft, wurde darauf Wert gelegt, dass möglichst viele verschiedene Skigebiete in die Auswertung aufgenommen wurden. Daher wurde die Befragung in 14 verschiedenen Skigebieten durchgeführt. Außerdem fand das Interview an Stellen statt, die von allen Skifahrern, die das Skigebiet besuchten, auch tatsächlich passiert werden mussten (z.B. Liftstation, Parkplatz). Auf diese Weise wurde eine Selektion bestimmter Skifahrer vermieden.

Was den Zeitraum der Befragung angeht, wurde darauf geachtet, dass die Erhebung an möglichst vielen verschiedenen Terminen und über mehrere Monate hinweg stattfand. Somit verteilen sich die Teilnehmer der Pistenbefragung auf 19 verschiedene Termine zwischen Dezember 2000 und April 2001. Bei den Terminen wurde sowohl auf die Wochentage als auch auf die Uhrzeiten Wert gelegt. Dadurch konnte vermieden werden, dass z.B. nur die Frühaufsteher oder die Wochenendfahrer in die Stichprobe aufgenommen werden.

Die Auswahl der Umfrageteilnehmer erfolgte nach Zufallsprinzip (jeder 3. vorbeikommende Skifahrer).

Neben diesen Gesichtspunkten spielt auch der Stichprobenumfang eine entscheidende Rolle. Dieser dürfte mit 1825 befragten Skifahrern ausreichend gewesen sein, um eine repräsentative Stichprobe der aktiven Skifahrer der Skisaison 2000/01 zu stellen.

4.1.2 Stichprobe verletzter Skifahrer (Verletztengruppe)

Will man das Thema Repräsentativität der Stichprobe der Verletzten beurteilen, sind zwei Einzelanalysen anzustellen:

1. *Ist die Verletztengruppe vollständig? (kein oder nur geringer Bypass-Effekt)*
2. *Ist die Gruppe der FdS-Mitglieder die richtige Stichprobe, um Rückschlüsse auf die aktiven Skifahrer/Pistenpopulation zu ziehen?*

Ad 1:

Die Stichprobe der verletzten FdS-Mitglieder wurde im Grunde nicht gezogen, denn durch das Erleiden einer Skiverletzung haben sich die betroffenen Personen „automatisch“ dieser Gruppe zugeordnet. Dabei handelt es sich eigentlich um keine Zufallsstichprobe, sondern um eine Ex-Post-Facto-Anordnung [89].

Hinsichtlich der automatischen Zuordnung stellt sich nun die Frage, ob alle aus der Population der FdS-Mitglieder, die sich verletzt haben, auch tatsächlich in der Statistik auftauchen („Bypass-Effekt“). Laut Scherer et al. [65] kann dieser Bypass-Effekt je nach Verletzungsart und Erhebungsmodus zwischen 10% und 200% betragen.

In dem vorliegenden Fall ist allerdings eher von einem geringen Bypass-Effekt auszugehen, da die statistische Erfassung an den Versicherungsschutz gekoppelt ist (Datenerhebung anhand der Schadensmeldung). Somit wird wahrscheinlich ein Großteil aller Verletzungen, die eine ärztliche Behandlung erfordern, auch tatsächlich erfasst. Die Verletztengruppe ist daher vermutlich nahezu vollständig. Trotzdem könnten vor allem Bagatellverletzungen im Rahmen der Erfassung dem Bypass-Effekt unterliegen.

Ad 2:

Alle Skifahrer der Verletztengruppe rekrutieren sich aus den „Freunden des Skisports“(FdS), weswegen sich bei einer Auswertung der Verletzungsdaten die Frage stellt, ob die FdS-Mitglieder eine repräsentative Auswahl der aktiven Skifahrer darstellen.

Ein Vergleich der Personenzusammensetzung zwischen Kontrollgruppe und FdS-Mitgliedern offenbart deutliche Unterschiede. Während die Geschlechtsverteilung (Tabelle 14) sich nur geringfügig unterscheidet, treten beim Altersvergleich teilweise große Diskrepanzen auf. Neben den divergenten Alterskurven in Abbildung 20 weist auch ein Vergleich des Durchschnittsalters auf starke Unterschiede hin. Das arithmetische Mittel der Verletztengruppe liegt fast zehn Jahre über dem der Kontrollgruppe (46,44J. vs. 37,01J.).

	Geschlecht		Gesamt
	weiblich	männlich	
FdS-Mitglieder	37,9%	62,1%	ca. 400.000
Kontrollgruppe	707 (38,7%)	1118 (61,3%)	1825

Tabelle 14: Geschlechtsverteilung von FdS-Mitgliedern und Teilnehmern der Pistenbefragung (Kontrollgruppe) ¹

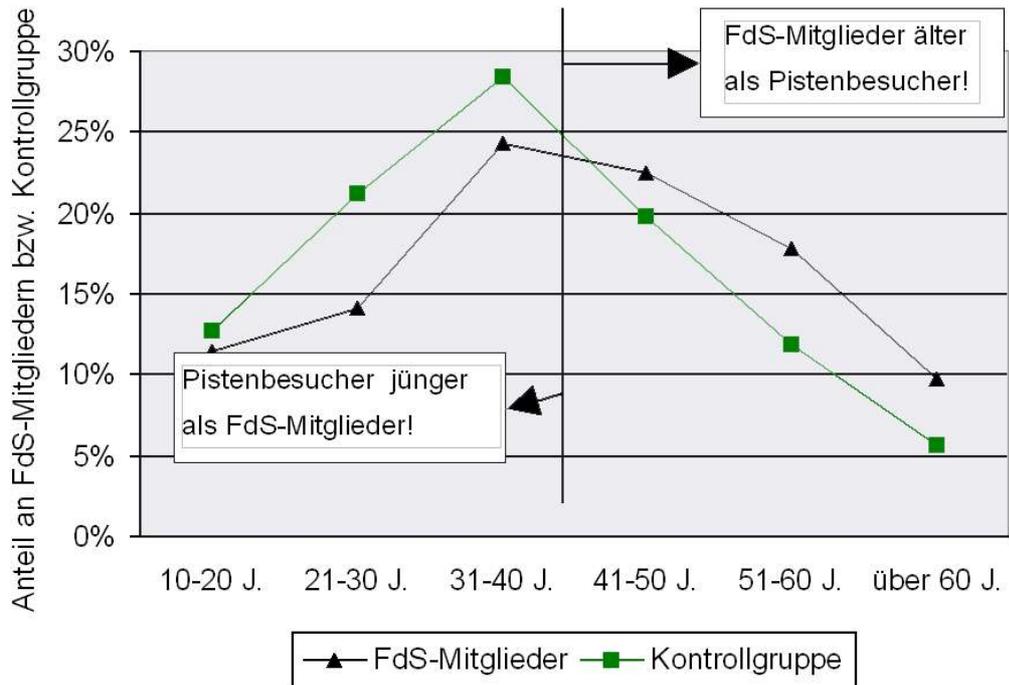


Abbildung 20: Altersvergleich zwischen FdS-Mitgliedern und Pistenpopulation (Kontrollgruppe) in 10-Jahresschritten¹

Da bei den FdS-Mitgliedern keine absoluten Häufigkeiten bekannt sind, wird an dieser Stelle nur eine deskriptive Statistik vorgenommen.

Vergleicht man die FdS-Mitglieder mit den Teilnehmern der Pistenbefragung (Kontrollgruppe), kommt man zum Schluss, dass die „Freunde des Skisports“ keine in allen Kriterien repräsentative Stichprobe der aktiv skifahrenden Bevölkerung darstellen. Zu dem selben Ergebnis kommen auch Jendrusch et al. in ihrer Arbeit zu „Entwicklungen im Skiunfallgeschehen im Zeitraum von 1997 bis 2002“ [38].

¹ Zahlenangaben für die FdS-Mitglieder nach einer persönlichen Mitteilung des Leiters der ARAG Auswertestelle für Skiunfälle

4.1.3 Wertung des Stichprobenvergleichs

Wertung der Testergebnisse Verletzten- vs. Kontrollgruppe

Nachdem die Mitglieder der „Freunde des Skisports“ nicht in jeder Hinsicht als repräsentativ für die aktiv skifahrende Bevölkerung betrachtet werden können, könnten manche der im Ergebnisteil dargestellten Unterschiede zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe dadurch bedingt sein (z.B. Alter, Fahrtyp).

Was nun den Vergleich des verwendeten Skimaterials betrifft, fällt auf, dass die Taillierungsradien der Carvingski ungleich auf die Verletzten- und Kontrollgruppe verteilt sind. Während die Gruppe der Ski mit Radius zwischen 14m und 20m (TR2) signifikant seltener innerhalb der Verletztengruppe vertreten ist, scheinen Skifahrer mit Carvingski der beiden extremen Radiusklassen (unter 14m bzw. über 26m) häufiger in Skiunfälle mit Verletzungsfolgen involviert zu sein (vgl. Ergebnisteil ab S.38).

Im Vergleich der Skitypen weist der Carvingski gegenüber dem konventionellen Ski keine signifikante Ungleichverteilung auf, obwohl der Carvingski in der Verletztengruppe etwas häufiger benutzt wurde.

Steigt nun das Risiko eine Skiverletzung zu erleiden bei extrem engen oder weiten Taillierungsradien? Aufgrund der strukturellen Unterschiede der beiden Vergleichsgruppen sollten die festgestellten Unterschiede mit „gewisser Vorsicht“ betrachtet werden. Trotzdem sind die Aussagen bezüglich Skityp und Taillierungsradius bedeutsam und liefern im Hinblick auf kommende Untersuchungen interessante Aspekte (erhöhte Verletzungshäufigkeit unter den so genannten Extremcarvern?).

Methodische Schlussfolgerungen für Folgeuntersuchungen

Die Mitglieder der „Freunde des Skisports“ (FdS) stellen keine in jeder Hinsicht repräsentative Auswahl der aktiven Skifahrer dar. Warum verwendet man sie daher als Vergleichsgruppe?

Hierfür gibt es mehrere Gründe. Zum einen stellen sie mit einer Gesamtzahl von ca. 400.000 Mitgliedern einen verhältnismäßig großen Anteil der deutschen Skifahrer. Gläser [24] geht davon aus, dass diese Zahl einem Anteil von 8-10% der deutschen Skifahrer entspricht. Zum anderen werden seit mehr als 20 Jahren die gemeldeten Unfälle von FdS-Mitgliedern erfasst und ausgewertet. Diese kontinuierliche Erfassung ermöglicht es, frei von saisonalen Schwankungen langfristige Trends im Skiunfallgeschehen zu analysieren. Auch wenn die Altersstruktur der FdS-Mitglieder nicht der Altersstruktur der tatsächlichen Pistenpopulation entspricht, stellt die Unfallerfassung der FdS-Mitglieder ein ausgezeichnetes Datenmaterial dar, um Verletzungstrends im alpinen Skisport zu ergründen.

Das Problem der unterschiedlichen Altersverteilung zwischen FdS-Mitgliedern und der Kontrollgruppe könnte gelöst werden, indem man die Kontrollgruppe (Pistenbefragung) an die Gruppe der FdS-Mitglieder anpasst. Dazu müssten Probandenpaare gebildet werden, die sich in den wesentlichen Einflussgrößen wie Geschlecht und Alter ähneln (matched pairs) [62]. Mit dieser Kontrollgruppe könnte man dann eine inferenzstatistische Auswertung für das Skimaterial vornehmen. Statistisch betrachtet würden die hiermit ermittelten Materialergebnisse dann zwar nur für die FdS-Mitglieder Gültigkeit besitzen, aber das Problem der personellen Ungleichverteilung der Verletzten- und der Kontrollgruppe wäre auf diese Weise gelöst.

4.2 Verletzungsauswertung

In den folgenden Abschnitten werden die Ergebnisse der vorliegenden Verletzungsauswertung mit Unfallzahlen anderer (größtenteils ausländischer) Autoren verglichen. Dabei wird jeweils auf das Herkunftsland der jeweiligen Daten verwiesen.

Allerdings muss man beim Vergleich von verschiedenen Studien Vorsicht walten lassen. Zu sehr können Studiendesign und Verletzungseinteilung voneinander abweichen. Darauf weisen unter anderem Johnson et al. [43] im Rahmen der Arbeit „Skier Injury Trends – 1972 to 1994“ hin. Auch Scherer et

al. [65] beurteilen die Aussagekraft epidemiologischer Studien kritisch und betonen, dass der sogenannte Bypass-Effekt in Abhängigkeit von Verletzungsart und Erhebungsmodus zwischen 10% und 200% betragen kann („je leichter die Verletzung, desto höher der Bypass-Effekt“ [65]).

Die Verletzungszahlen der vorliegenden Verletztengruppe werden in den folgenden Abschnitten zwar mit den Ergebnissen anderer Unfallstudien verglichen, man sollte sich allerdings stets bewusst sein, dass die Studien sich mehr oder weniger stark bezüglich der oben genannten Kriterien voneinander unterscheiden können.

Außerdem muss darauf hingewiesen werden, dass sich die vorliegenden Auswertungen streng genommen nur auf die FdS-Mitglieder beziehen und eine Übertragbarkeit auf die Gesamtheit der Skifahrer nur bedingt möglich ist [26].

4.2.1 Verteilungsmuster der Verletzungen

Das Knie steht wie erwartet im Mittelpunkt des Verletzungsgeschehens der Verletztenpopulation. Mit 37,5% rangieren Knieverletzungen an erster Stelle der sieben Verletzungslokalisationen (V1-V7), mit weitem Abstand vor den Schulter- und Oberarmverletzungen (20,1%).

Die untere Extremität ist in 54,8% der Traumafolgen betroffen und somit knapp doppelt so oft wie die obere Extremität (28,6%, siehe Abbildung 11, S.41). Dies entspricht den Erfahrungen aus einer amerikanischen 12-Jahresstudie, wo sich im Lauf der Jahre 1982 bis 1993 das Verhältnis der Verletzungshäufigkeit der unteren zur oberen Extremität von ehemals 4:1 auf 2:1 reduziert hat [88]. Das selbe Verhältnis von 2:1 wird von Lamont [51] in einer 2-Jahresstudie neuseeländischer Skiunfälle beschrieben.

Vergleicht man die Werte der vorliegenden Verletztengruppe (Tabelle 8,S.42) mit Unfallzahlen aus den Angaben der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) [71], kommt dort mit 57,2% ein durchaus vergleichbarer Wert für die untere Extremität zustande.

Die obere Extremität nimmt in der bfu-Statistik dagegen nur 19,9% der Verletzungen ein. Grund hierfür könnte die unterschiedliche Datenerfassung durch die Rettungsdienste der Seilbahnen sein. Da Verletzungen an der oberen Extremität den Rettungsdienst der Seilbahnen eventuell seltener beanspruchen, könnte in der bfu-Studie ein höherer Bypass-Effekt entstehen [7]. Zudem weisen, wie die vorangegangene Auswertung darlegt, die „Freunde des Skisports“ eine ältere Altersstruktur auf als die normale Pistenpopulation. Da Verletzungen der Schulter bei steigendem Alter kein skispezifisches Phänomen sind, kann der relativ hohe Prozentsatz natürlich auch hierin begründet liegen.

Kopf- und Halsverletzungen

Verletzungen im Hals- und Kopfbereich stellen durch die unmittelbare Beziehung zum zentralen Nervensystem eine schwerwiegende Bedrohung für den Skifahrer und bedürfen daher einer speziellen Betrachtung. Shealy und Thomas [79] belegen dies in ihrer retrospektiven Studie, in der Verletzungen des Kopfes die mit Abstand häufigste Todesursache unter verunglückten Skifahrern darstellen. Aber wie oft sind Kopf und Hals im Rahmen von Skiverletzungen mitbetroffen?

Im Rahmen der vorliegenden Verletztengruppe (1249 Skifahrer) stellen Kopf- und Halsverletzungen einen prozentualen Anteil von 10,5%, und damit immerhin die vierthäufigste Verletzungslokalisation. Damit liegt die vorliegende Studie unter den Angaben aus der Schweiz. In der Saisonauswertung 2001/02 liegen dort sogar 14,0% der Skiverletzungen im Kopf- und Halsbereich [71]. Johnson et al. [43] hingegen beschreiben in einem nordamerikanischen Skigebiet mit 4,4% Kopfverletzungen einen deutlich geringeren Wert. Dabei scheint sich das Aufkommen im Laufe der Jahre nicht signifikant geändert zu haben [36,43].

Ein Großteil der Kopf- und Halsverletzungen betreffen vermeintlich leichtere Verletzungen wie Prellungen, Risswunden oder HWS-Distorsionen.

In 13% der vorliegenden Kopf- und Halsverletzungen ist eine ossäre Beteiligung beschrieben.

Verletzungen Kopf/Hals	Anzahl	% von 1249 (100%)
Nicht knöcherner Verletzung (Kopf/Hals)	114	9,1%
Knöcherner Verletzung (Kopf/Hals)	17	1,4%
-Schädelbasisfraktur	2	0,2%
-Gesichtsschädel-/Kalottenfraktur	7	0,6%
-Halswirbelfraktur	8	0,6%

Tabelle 15: Ossäre Verletzungen an Kopf- und Hals innerhalb der Verletztengruppe

Ogleich auch Verletzungen ohne ossäre Begleitkomponente im Kopf- und Halsbereich schwerwiegende Folgen haben können, illustriert die obige Tabelle, dass wirklich schwerwiegende Kopf- und Halsverletzungen einen eher geringen Prozentsatz am gesamten Verletztengut einnehmen.

Rumpfverletzungen

Im Rahmen der vorliegenden Verletzungsauswertung werden 128 Skifahrer mit Verletzungen am Rumpf festgestellt. Diese entsprechen 10,2% der verletzten Skifahrer. Eine Bestandaufnahme mehrerer Langzeitstudien (Frankreich, Schweiz) aus der Saison 1992/93 kommt diesem Wert mit 10% ziemlich nahe [32]. Johnson et al. (USA) [43] sowie die bfu (Schweiz) [71] zählen in ihrem Patientengut mit 7,3% bzw. 7,2% etwas niedrigere Anteile von Rumpfverletzungen und Wirbelsäulenverletzungen.

In 63 von 128 Fällen (49,2%) der vorliegenden Auswertung ist eine knöcherner Begleitkomponente von Rumpfverletzungen beschrieben.

Frakturen des knöchernen Thorax bzw. der Brust- und Lendenwirbelsäule machen dabei 3,7% bzw. 1,8% des gesamten Verletzungsspektrums aus (Tabelle 8, S. 42). Die Langzeitstudie von Johnson et al. [43] aus den USA beschreibt zwar nur 1,2% Frakturen im Rumpfbereich, allerdings mit deutlich steigender Tendenz im Lauf der Jahre.

Der höhere Anteil von Rumpfverletzungen in der vorliegenden Verletzten- gruppe könnten Ausdruck dieses angedeuteten Trends sein. Der

Unterschied könnte aber auch durch unterschiedliche Studiendesigns bedingt sein.

Schulter- und Oberarmverletzungen

Schulter- und Oberarmverletzungen stellen innerhalb der vorliegenden Verletzengruppe mit 20,1% aller Verletzungen die zweithäufigste Verletzungsentität. Eine Auswertung von Unfalldaten aus der Schweiz ergibt mit 15,1% einen etwas niedrigeren Wert [71]. Noch niedriger liegen die Zahlen in einem Literaturvergleich von Hunter [36]. Dort nehmen Schulterverletzungen (ohne Oberarmverletzungen) nur zwischen 4% und 11% der akuten Verletzungsformen ein.

Innerhalb der vorliegenden Verletzengruppe weisen 43,0% der Schulterverletzungen eine knöcherne Komponente auf. Dies entspricht einem Anteil von 8,6% der gesamten Verletzengruppe (Tabelle 8, S.42). Eine 22-Jahresstudie aus den USA beschreibt mit 7,0% Frakturen der gesamten oberen Extremität einen vergleichsweise niedrigen Wert [43]. Grund hierfür könnte die in Richtung älterer Skifahrer verschobene Altersstruktur der FdS-Mitglieder sein. Eine Zunahme osteoporotisch bedingter Knochenbrüche könnte als Folge dessen für die Diskrepanz verantwortlich sein.

Frakturen der Clavicula nehmen innerhalb der unfallverletzten FdS-Mitglieder einen prozentualen Anteil von 2,1% ein. Die bereits oben erwähnte Langzeitstudie aus den USA kommt mit 1,6% Claviculafrakturen auf einen vergleichbaren Wert. Dabei stieg die Häufigkeit binnen der 22 Jahre mit deutlicher Signifikanz an [43].

Unterarm- und Handverletzungen

Mit 9,4% aller Verletzungen nehmen Unterarm- und Handverletzungen innerhalb der vorliegenden Verletzengruppe nur den vorletzten Rang ein. In der schweizerischen Unfallstatistik der Saison 2000/01 (bfu) stellen Verletzungen an Unterarm- und Hand mit 4,8% einen noch geringeren Anteil

der Skiverletzungen dar [71]. Dies könnte allerdings in der unterschiedlichen Datenerfassung begründet sein, da die Dokumentation in der bfu-Auswertung von den Pistenrettungsdiensten übernommen wird. Neben Bagatellverletzungen entgehen der Erfassung hierbei vermutlich all jene Verletzungen, die es dem Skifahrer erlauben, ohne größere Hilfe zumindest bis zur nächsten Talstation zu gelangen (Bypass-Effekt) [7].

Knöcherne Verletzungen stellen in der vorliegenden Verletzengruppe immerhin 40,7% der Unterarm- und Handverletzungen und somit 3,8% aller Verletzungen. Die amerikanische Langzeitstudie von Johnson et al. [43] beschreibt für Frakturen an Arm und Hand einen Anteil von 5,4% am gesamten Verletztengut, bezieht allerdings im Gegensatz zur vorliegenden Studie den Oberarm mit ein.

Die häufigste und typischste Verletzung in dieser Körperregion ist allerdings der sogenannte „Skidaumen“, der 31,4% der Verletzungen dieser Region ausmacht, was 3,0% der gesamten Verletzengruppe entspricht (Tabelle 8, S. 42). Hunter [36] berichtet in einem Literaturvergleich, dass der Skidaumen zwischen 8% und 10% aller Skiunfälle ausmacht. Johnson et al. [43] beschreiben in einer 22-Jahresstudie in einem nordamerikanischen Skigebiet zwar 9,7% Skidaumen innerhalb ihrer Verletztenpopulation, allerdings mit einer deutlich signifikanten Abnahme des „klassischen“ Skidaumens zwischen 1972 und 1994. In einer Arbeit zu Skiunfällen der oberen Extremität aus dem Jahre 1981 von Carr et al. [10] stellte der Skidaumen noch 10,9% aller Skiverletzungen.

Neuere Auswertungen beschreiben den „klassischen“ Skidaumen deutlich seltener, was sich mit den Ergebnissen der vorliegenden Arbeit deckt. In der schweizerischen Auswertung der Saison 2001/02 ist der Skidaumen als eigene Verletzungsentität zwar nicht gesondert erfasst, aber sämtliche Verletzungen an Handgelenk, Hand und Fingern entsprechen dort nur 2,5% des Verletzungsaufkommens [71]. Auch Wölfel et al. [90] beschreiben in ihrem Patientengut in einem deutschen Skigebiet mit 3,5% deutlich weniger Skidaumen in ihrer Verletzengruppe als die Zahlen von Hunter dies erwarten lassen würden.

Becken- und Oberschenkelverletzungen

Verletzungen an Becken- und Oberschenkel stellen in der vorliegenden Verletztengruppe mit 7,2% aller verletzten Skifahrer die am seltensten betroffene Körperregion. Ergebnisse unter schweizerischen Skifahrern liegen mit 7,7% ungefähr im selben Prozentbereich [71].

In der Patientengruppe von Wölfel et al. [90] (Deutschland) stellen Becken- und Oberschenkelverletzungen sogar nur 3,8% aller Verletzten, während bei Ekeland et al. [14] (Norwegen) 5% aller Verletzungen der unteren Extremität auf den Oberschenkel entfallen. Nach einer 29-Jahresstudie in einem nordamerikanischen Skigebiet machen Frakturen des Femur sogar nur 0,4% aller Verletzungen aus [78]. Ähnlich schätzen Laporte et al. [53] in einer französischen Studie den Anteil von Femurfrakturen lediglich auf 0,62% aller Wintersportverletzungen.

Im Rahmen der vorliegenden Verletztengruppe liegt der Anteil an knöchernen Verletzungen im Becken-/Oberschenkelbereich mit 4,0% dagegen höher, wobei 1,4% auf das knöcherne Becken und 2,6% auf das Femur entfallen (Tabelle 8, S.42). Die meisten dieser Femurverletzungen liegen vermutlich im Bereich des proximalen Femurs (Schenkelhalsfrakturen /perthrochantäre Frakturen), wobei eine exaktere Angabe der Lokalisationen aufgrund unzureichender Angaben der Verletzten nicht möglich ist.

Der hohe Anteil von Femurfrakturen innerhalb der vorliegenden Auswertung könnte durch die Altersstruktur der FdS-Mitglieder bedingt sein. Hüftnahe Femurfrakturen sind häufig osteoporotisch bedingt und nehmen dadurch im Alter zu, was keine skispezifische Beobachtung ist [3,53].

Knieverletzungen

Knieverletzungen stellen mit 37,5% aller Verletzungen den mit Abstand größten Anteil innerhalb der vorliegenden Verletztengruppe. Dieser Wert liegt über den Angaben von Hunter [36], nach denen zwischen 20% und 36% aller Skiverletzungen das Knie betreffen. Die Auswertungen

schweizerischer Skiunfälle aus der Saison 2001/02 [71] ergeben 35,2% Knieverletzungen, während Wölfel et al. [90] in einem deutschen Skigebiet sogar auf 44,5% kommen.

Während Verletzungen der unteren Extremität im Verlauf der 22-Jahresstudie von Johnson et al. [43] eine Abnahme von 53% erfuhren, laufen Knieverletzungen diesem Trend entgegen. Durch rasante Zunahme der Bandrupturen im Kniebereich, insbesondere der vorderen Kreuzbandruptur (ACL-Ruptur), kristallisierte sich das Knie zum zentralen Punkt des Verletzungsgeschehens und der Präventionsbemühungen [16,18,21,40,43, 45, 63,64,74].

Johnson verdeutlichte die Problematik bereits 1982 in einem Artikel: „The anterior cruciate: A dilemma in Sports Medicine“ [39] und McConkey veröffentlichte 1986 eine Arbeit mit dem Titel „Anterior cruciate ligament rupture in skiing – A new mechanism of injury“ [58].

Trotz aller seither unternommenen Bemühungen berichten Laporte et al. [52] von einem weiteren Anstieg der ACL-Ruptur zwischen 1992 und 1999, wenngleich Johnson et al. in der Studie „Update on injury trends in alpine skiing“ [45] keine Zunahme der ACL-Ruptur im Laufe der 90er Jahre beobachten.

Tabelle 16 bildet neben den Zahlen der vorliegenden Verletzengruppe die Ergebnisse dreier Langzeitstudien aus den USA bzw. Frankreich ab.

Verletzung	Johnson et al (1972-1994) USA	Warne et al (1982-1993) USA	Laporte et al (1992-1999) Frankreich	Verletzengruppe Saison 2000/01
Knieverletzung	23,5%	33,6%		37,5%
Kreuzband		16,6% ¹	12,5% ¹	22,8%
Innenband		18,1%		12,8%
Knee sprain 1+2	13,0%			6,6%
Knee sprain 3	10,5%			24,2%

Tabelle 16: Vergleich der Knieverletzungen der 1249 verunfallten FdS-Mitglieder mit den Ergebnissen dreier Langzeitstudien

¹ nur Rupturen des vorderen Kreuzbands

Vergleicht man trotz unterschiedlichen Studiendesigns die Ergebnisse der vorliegenden Verletzungsauswertung mit der 22-Jahresstudie aus den USA [43], so fällt zum einen die deutlich höhere Knieverletzungsrate der aktuellen Studie auf, und zum anderen die Zunahme von schweren Knieverletzungen (knee sprain 3). Auch innerhalb der US-Studie lässt sich für die Jahre von 1972 bis 1994 eine signifikante Zunahme von Knieverletzungen nachweisen. Dies gilt sowohl für die Knieverletzungen im allgemeinen, als auch für „knee sprain 3“-Verletzungen (Steigerung um 228%) [43].

Vermutlich haben auch diagnostische Verbesserungen maßgeblich zur Zunahme von diagnostizierten Knieverletzungen in den 80er Jahren beigetragen (Computer-/Magnetresonanztomographie, Arthroskopie), jedoch können sie nicht alleine den rasanten Anstieg der Knieverletzungen erklären [35,36,61].

Die Verletzungszahlen von Warme et al. (USA) [88] tragen der in den 80er Jahren beobachteten Zunahme von Knieverletzungen bereits Rechnung und weisen mit 33,6% Knieverletzungen einen eher vergleichbaren Wert auf. Die Werte der französischen Studie [52] hingegen beschreiben mit 12,5% deutlich weniger Kreuzbandverletzungen als in der vorliegenden Verletztengruppe.

Der hohe Anteil an schwerwiegenden Knieverletzungen (knee sprain grade 3) in der vorliegenden Verletztengruppe könnte neben einer tatsächlichen Zunahme der Verletzungen auch mit der methodisch bedingten Patientenselektion im Rahmen der FdS-Schadensmeldung zu tun haben. Durch die Datenerfassung im Rahmen der Versicherungsmeldung könnten leichtere Verletzungen verstärkt dem Bypass-Effekt unterliegen, wodurch die schwerwiegenderen Verletzungen überrepräsentiert erscheinen würden.

Unterschenkel- und Fußverletzungen

Verletzungen an Unterschenkel und Fuß nehmen in der vorliegenden Verletzungsauswertung mit 15,0% den dritten Rang unter den Verletzungslokalisationen ein (Tabelle 8, S.42).

Analysen unter schweizerischen Skisportlern kommen diesem Ergebnis mit 16,1% Unterschenkel- und Fußverletzungen ziemlich nahe [71]. Auch die US-amerikanische 22-Jahresstudie von Johnson et al. [43] liegt mit 15,1% im selben Prozentbereich. Dieselbe Studie beschreibt einen dramatischen Rückgang der Verletzungen unterhalb des Kniegelenks um 87%.

Dieser Rückgang findet auch in weiteren Studien Bestätigung [22,25,32,42 , 45,49,75].

Die Reduktion der Unterschenkel- und Fußverletzungen fand vordringlich in den 70er und 80er Jahren statt, da sowohl die Erhöhung der Skischuhschäfte, als auch die Einführung verbesserter Bindungssysteme und Einstellrichtlinien dem Sprunggelenk und der Tibia höheren Schutz gewährleisteten [24]. Für die 90er Jahre beschreiben Ettliger et al. [19] in ihrer 29-Jahresstudie in etwa gleich bleibende Zahlen für „lower leg injuries“.

75,4% der Unterschenkel- und Fußverletzungen in der vorliegenden Verletzengruppe weisen eine ossäre Beteiligung auf, was 11,3% des gesamten Verletztenguts entspricht (Tabelle 8, S.42). Bei Johnson et al. (USA) [43] nehmen Frakturen von Tibia und Sprunggelenk lediglich 4,6% der Verletzungen ein, wobei im Laufe der Jahre 1972 bis 1994 eine Abnahme um 88% bzw. 92% stattgefunden hat.

Die Anzahl der Tibiakopfverletzungen scheint in der vorliegenden Verletzengruppe mit 3,9% relativ hoch auszufallen. Hierbei muss allerdings beachtet werden, dass im Rahmen der Verletzungsauswertung jegliche knöcherne Mitbeteiligung des Tibiaplateaus im Rahmen eines Kniebinnentraumas zu diesem Bereich gezählt wurde. Im Vergleich zu den Zahlen dieser Auswertung kommen Wölfel et al. (Deutschland) [90] im Rahmen einer Analyse von 767 verletzten Skifahrern auf einen Wert von 2,0% Tibiakopffrakturen.

4.2.2 Verletzung und Personenmerkmale

Im Rahmen der folgenden Diskussionspunkte werden die geschlechts-, alters-, sowie fahrtypabhängigen Unterschiede im Verletzungsmuster beschrieben und diskutiert.

4.2.2.1 Geschlecht

In Abbildung 12 (Seite 43) erkennt man, dass für vier der sieben Verletzungslokalisationen nur unwesentliche Geschlechtsunterschiede bestehen. Diese sind Kopf- und Halsverletzungen (V1), Unterarm- und Handverletzungen (V4), Becken- und Oberschenkelverletzungen (V5) und Unterschenkel- und Fußverletzungen (V7). Auch wenn man innerhalb dieser vier Verletzungslokalisationen weiter aufschlüsselt, ergeben sich bis auf ossäre Verletzungen an Becken- und Oberschenkel keine signifikanten Unterschiede. Letztere sind häufiger unter den weiblichen Skifahrern anzutreffen als unter den männlichen (5,4% vs. 3,0%, siehe Tabelle 9, Seite 44). Sämtliche Verletzungen im Becken- und Oberschenkelbereich weisen dabei die Tendenz auf, häufiger unter weiblichen Skifahrern vorzukommen, bleiben allerdings zum Teil nur knapp nicht signifikant.

Auch wenn Kopfverletzungen in der vorliegenden Auswertung keine signifikante Geschlechtsabhängigkeit erkennen lassen, scheinen sie nicht ganz unabhängig davon zu sein. Cadman und Macnab [9] belegten in einer kanadischen Studie eine signifikante Neigung von männlichen Skifahrern, sich häufiger Verletzungen an Kopf und Gesicht zuzuziehen. Auch die Zahlen von Shealy und Ettliger (USA) [76] legen eine derartige Tendenz nahe. In deren Verletztenpopulation stehen 18% Kopf- und Gesichtsverletzungen unter Männern einem Anteil von 7,7% unter Frauen gegenüber.

Innerhalb der vorliegenden Verletzengruppe sind die männlichen Skifahrer mit 10,9% Kopf- und Halsverletzungen nur unwesentlich häufiger betroffen als weibliche Skifahrer (10,0%, siehe Tabelle 9, Seite 44).

Geschlecht und Knieverletzungen

Was die drei übrigen Verletzungslokalisationen betrifft (Schulter/Oberarm, Rumpf, Knie), fallen deutliche Geschlechtsunterschiede auf. Besonders prägnant ist der Unterschied bei den Knieverletzungen.

Mit 46,3% aller weiblichen Verletzungen, ist das Knie fast bei jeder zweiten verletzten Skifahrerin geschädigt. Unter Männern ist das Knie mit 30,9% zwar auch im Mittelpunkt des Verletzungsgeschehens, aber auf einem deutlich niedrigeren Niveau. Unter den Bandverbindungen im Kniegelenk sind vor allem Kreuzband und Innenband häufig betroffen. In beiden Fällen zeigt sich im Geschlechtsvergleich eine deutliche Häufung unter den weiblichen Skifahrern. Auch der so genannte „knee sprain grade 3“, die komplette Ruptur einer ligamentären Verbindung, ist deutlich häufiger unter Frauen anzutreffen. Insgesamt weisen die weiblichen Skifahrer mit 1,927 ein fast um das Zweifache erhöhtes relatives Risiko gegenüber männlichen Skifahrern auf, eine Knieverletzung zu erleiden (Tabelle 9, S.44 und folgende Abbildung).

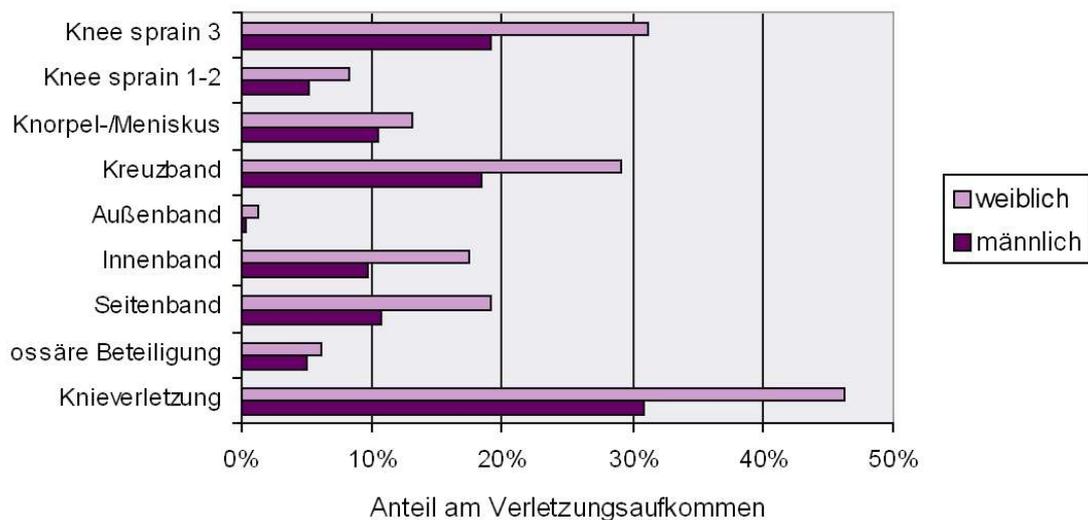


Abbildung 21: Prozentuale Anteile von Knieverletzungen am Verletzungsgeschehen im Geschlechtsvergleich (Häufigkeiten siehe Tabelle 9)

Diese Zahlen sind nicht überraschend. In der Fachliteratur gibt es zahlreiche Studien, die belegen, dass weibliche Skifahrer ein höheres Risiko besitzen,

eine Knieverletzung zu erleiden, als männliche Skifahrer [17,28,30,61,76] (siehe Abbildung 22). Viola et al. [86] konnten hingegen keine signifikant höhere Verletzungsrate des vorderen Kreuzbands weiblicher Skifahrer entdecken, wobei anzumerken ist, dass deren Studie lediglich „professionelle“ Skifahrer beurteilte.

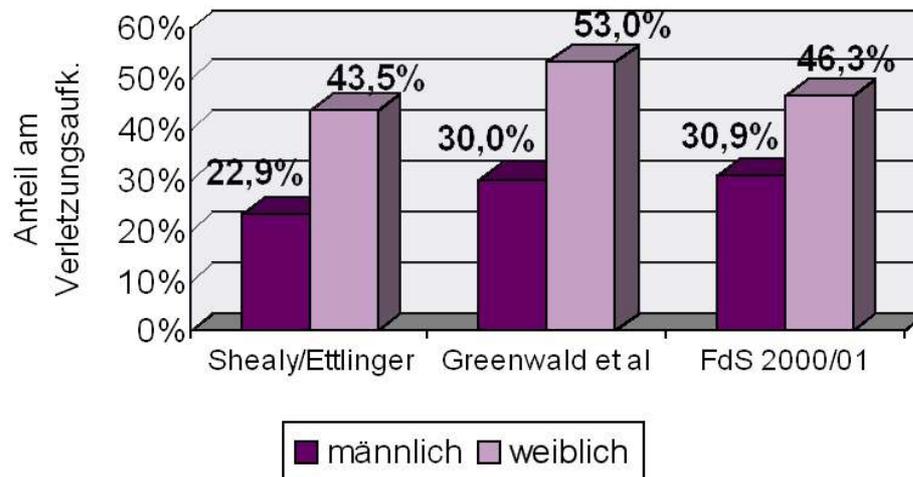


Abbildung 22: Knieverletzungen männlicher und weiblicher Skifahrer der vorliegenden Verletzengruppe (FdS 2000/01) im Vergleich mit Studien von Shealy und Ettliger [76] bzw. Greenwald et al. [28]

Geschlecht und Rumpferletzungen

Unterschiede bezüglich der Geschlechtsverteilung ergeben sich allerdings auch für Schulter und Oberarm, sowie für Rumpferletzungen. Diese Verletzungslokalisationen sind allerdings häufiger unter männlichen Skifahrern anzutreffen.

Während Rumpferletzungen unter den Männern in 13,4% der Fälle als Traumafolgen angegeben werden, ist dies unter den weiblichen Verletzten nur in 5,6% der Fall. Auch die Verletzungen mit ossärer Begleitkomponente kommen signifikant häufiger unter Männern vor (Tabelle 9, S.44 und Abbildung 23).

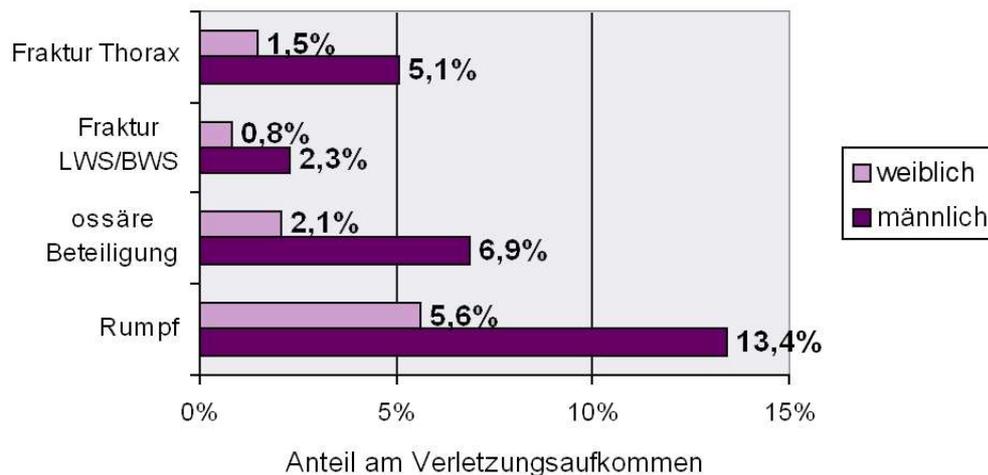


Abbildung 23: Prozentuale Anteile von Rumpfverletzungen am Verletzungsgeschehen im Geschlechtsvergleich (Häufigkeiten siehe Tabelle 9)

Die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit gehen konform mit Untersuchungen von Zink und Gläser [93] aus dem Jahre 1987, die für das Geschlechtsverhältnis von Rumpfverletzungen zu einem Ergebnis von 70 (m):30(w) kommen. Als Hauptursachen werden zu hohe Geschwindigkeit und Überschätzung der eigenen Fähigkeiten in Betracht gezogen

Geschlecht und Schulter-/Oberarmverletzungen

Schulter- und Oberarmverletzungen weisen eine ähnliche Tendenz auf wie Rumpfverletzungen, wobei Männer zu 23,8%, und Frauen zu 14,9% betroffen sind. Diese Prozentwerte markieren ebenso wie die Ergebnisse für ossäre Verletzungen sowie für Schulterluxationen signifikant höhere Verletzungsrisiken für männliche Skifahrer im Schulterbereich (Tabelle 9, S. 44 und Abbildung 24).

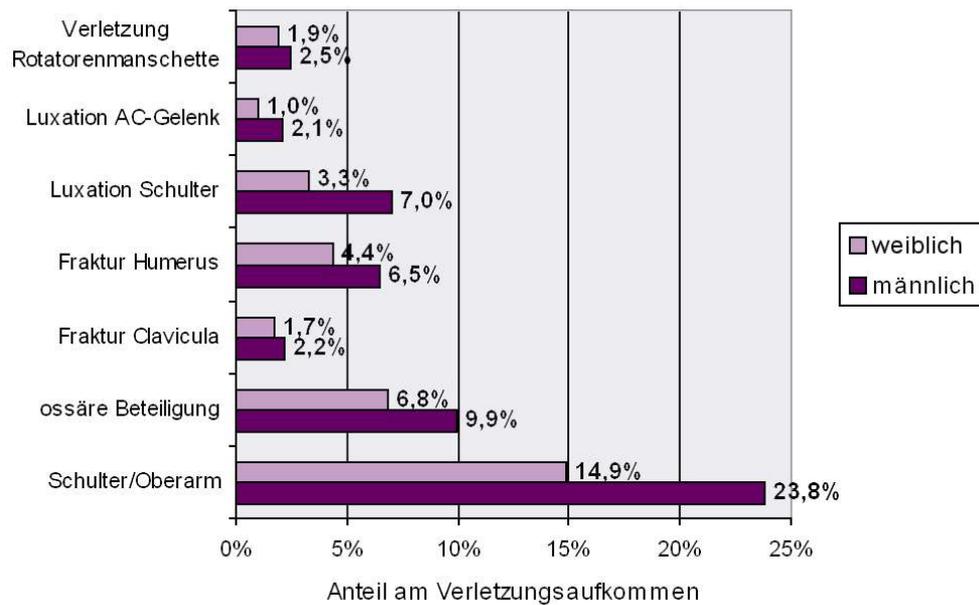


Abbildung 24: Prozentuale Anteile von Schulter- und Oberarmverletzungen am Verletzungsgeschehen im Geschlechtsvergleich (Häufigkeiten siehe Tabelle 9)

Vergleicht man diese Ergebnisse mit den Beobachtungen anderer Autoren, fällt auf, dass die Prozentwerte für Schulterverletzungen zwar um einiges niedriger ausfallen als in der vorliegenden Auswertung, der Geschlechtsvergleich aber die gleiche Tendenz erkennen lässt. So beschreiben Greenwald et al. [28] 10,4% Schulterverletzungen unter männlichen Skifahrern und nur 4,4% unter weiblichen. Shealy und Ettlinger [76] kommen auf ein Verhältnis von 12,8% zu 5,6%. Auch die Zahlen von Cadman und Macnab [9] bestätigen diese Beobachtungen.

Ursachen geschlechtsspezifisch unterschiedlicher Verletzungsmuster

Worin liegen diese deutlichen Unterschiede zwischen den Verletzungsmustern männlicher und weiblicher Skifahrer begründet?

Als Ursachen hierfür werden mehrere Faktoren in Betracht gezogen. Greenwald et al. [28] berichten über eine höhere Inzidenz von Anpralltraumen (traumatic impact injuries) unter männlichen Sportlern. Dadurch sind eher Kopf/Hals-, Schulter- und Rumpferletzungen betroffen.

Auch Shealy und Ettliger [76] beschreiben, dass Männer häufiger mit dem eigenen Skimaterial bzw. festen Objekten kollidieren oder auf die Pistenoberfläche stürzen.

Frauen neigen hingegen eher zu Verdrehtraumen, welche die untere Extremität und insbesondere das Knie in Mitleidenschaft ziehen. Etliche Studien belegen ein erhöhtes Risiko für weibliche Skifahrer eine Verletzungen des Knies bzw. des vorderen Kreuzbands zu erleiden [9,13,17,28,30,52,76,84]. Diese Beobachtung ist bereits aus einer Reihe von Sportarten bekannt [2,11,20,27,57,85]. Als Ursachen werden neben muskulären Defiziten, die dem weiblichen Kniegelenk nicht ausreichend Schutz gewähren, auch neuromuskuläre Dysbalancen, Minderung der Bandfestigkeit sowie hormonelle Einflüsse (Östrogen) diskutiert [33,37,86]. Einen Begründungsansatz aus anatomischer Sicht vertreten Lund-Hanssen et al. [55], die einen Zusammenhang mit einer verminderten Notchöffnung vermuten (proximale Ansatzstelle des ACL).

4.2.2.2 Alter

Neben zahlreichen Studien, die über eine erhöhte Inzidenz von kindlichen und jugendlichen Skiunfällen berichten [4,15,80], belegen Ergebnisse von Cadman/Macnab [9] und von Boldrino/Furian [6] auch ein steigendes Risiko unter älteren Sportlern.

Eine Betrachtung der Verletzungen auf 1000 Skitage von Deibert et al. [12] unterstreicht die Gefährdung von Kindern und Jugendlichen. Kinder liegen dabei mit 4,97 Verletzungen pro 1000 Skitagen deutlich höher als Jugendliche (2,97) und Erwachsene (2,69).

Aber auch die betroffenen Körperregionen wechseln in Abhängigkeit vom Alter des Skifahrers. Deibert et al. listeten in „Skiing injuries in children, adolescents and adults“ [12] die zehn häufigsten Diagnosen pro Altersgruppe und belegten prägnante Unterschiede.

Ein Blick auf Abbildung 14 (S.47) verdeutlicht, wie stark das Verletzungsgeschehen vom Alter der Skifahrer abhängig ist. Je nach Alter schwanken die prozentualen Verteilungen der Verletzungen zum Teil sehr erheblich. In den folgenden Abschnitten werden die Zusammenhänge von Alter und Verletzung diskutiert und mit Ergebnissen anderer Autoren verglichen.

Alter und Kopf-/Halsverletzungen

Untenstehende Abbildung illustriert, dass bezüglich den Kopf- und Halsverletzungen ein deutliches Altersgefälle vorliegt. Wie bereits im Ergebnisteil hingewiesen wurde, fällt im Rahmen dieser Auswertung ein deutlicher Geschlechtsunterschied auf, da vor allem junge männliche Skifahrer eine Neigung zu Kopfverletzungen offenbaren (Tabelle 29 und Tabelle 30, S.131/132). Der Anteil von Kopf- und Halsverletzungen unter männlichen Skifahrern aus der jüngsten Altersklasse beläuft sich dabei auf 30,2%.

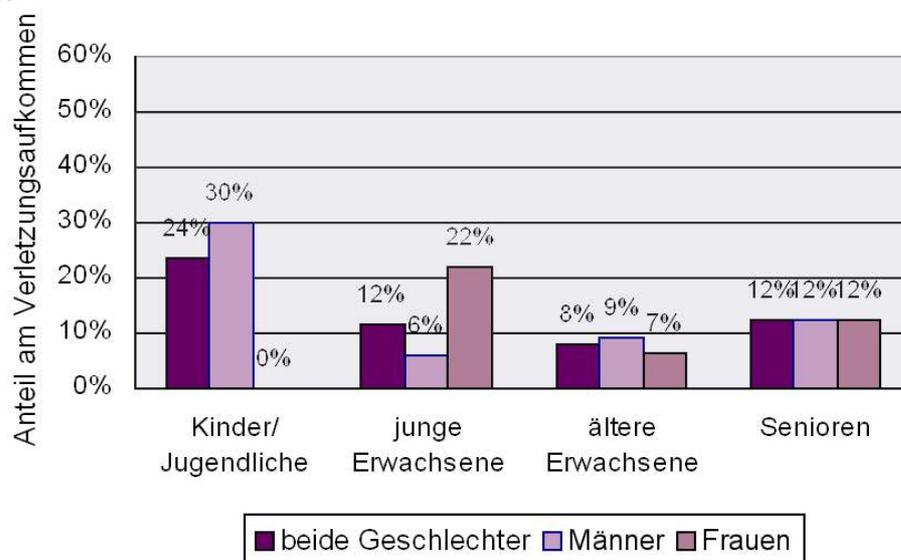


Abbildung 25: Prozentuale Häufigkeit von Kopf- und Halsverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen

Auch in der Fachliteratur lassen sich diesbezügliche Zahlen finden, die ein Altersgefälle der Kopfverletzungen bestätigen. So beschreiben Cadman und

Macnab [9], dass Verletzungen von Kopf und Gesicht am häufigsten unter den 0-6jährigen Skifahrern vorkommen. Teenager bis 17 Jahre weisen dabei eine doppelt so hohe Inzidenz wie Erwachsene auf. Deibert et al. [12] berichten über höhere prozentuale Häufigkeiten von Kopfverletzungen unter Kinder und Jugendlichen in zwei vergleichenden Zeiträumen von 1981-1987 bzw. 1987-1994. Kinder und Jugendliche nehmen dabei mit 9,9% bzw. 8,9% einen ungefähr doppelt so hohen Prozentwert ein wie Erwachsene (4,3%). Auch Ergebnisse einer Arbeit von Blitzer et al. [4] können diese Beobachtungen bestätigen.

Eine Studie schwerer kindlicher und jugendlicher Skiunfälle (5-18Jahre) von Shorter et al. [80] beinhaltet 71% Kopfverletzungen, wobei 34 der insgesamt 38 verunfallten Skifahrer männlich sind. Eine Analyse tödlicher Skiunfälle von Shealy und Thomas [79] belegt ebenfalls hohe Anteile von Kopfverletzungen als Todesursache (Männer 59,9%, Frauen 49,1%). Laut Blitzer et al. [4] spiegelt sich in den erhöhten Verletzungszahlen jugendlicher Skifahrer die Bereitschaft zu erhöhtem Risiko wider.

Deibert et al. [12] schlagen angesichts steigender Verletzungshäufigkeiten vor, den Nutzen von Helmen genauer zu evaluieren. Dabei gelte es vor allem abzuwägen, ob durch den Gebrauch schwerer Helme die Gefahr von Verletzungen der Halswirbelsäule steigt. Obwohl es bisher wenige Studien gibt, die eine protektive Wirkung des Skihelms im Schneesport nachweisen, unterstützt eine Expertenbefragung aus dem Jahr 2004 das Tragen von Skihelmen. Eine fehlende Schutzwirkung oder gar eine schädigende Wirkung konnte demnach bislang noch nicht dargestellt werden [7].

Alter und Rumpfverletzungen

Rumpfverletzungen zeigen in der vorliegenden Auswertung eine Tendenz zu höherem Alter. Dies betrifft neben den Rumpfverletzungen im allgemeinen, auch die Rumpfverletzungen mit ossärer Beteiligung, insbesondere die Rippenfrakturen (Tabelle 10, S.48).

Bei genauerer Betrachtung scheinen diese Ergebnisse in den Verletzungszahlen der Männer begründet zu liegen, da diese mit dem Alter

stetig anwachsende prozentuale Anteile von Rumpferletzungen aufweisen, die sich auch signifikant bestätigen lassen. In der männlichen Gruppe der Senioren nehmen Verletzungen des Rumpfes mit 21,8% immerhin vor den Knieverletzungen (17,6%) den zweiten Rang ein. Bei den weiblichen Sportlern ist diese Häufung mit steigendem Alter nicht zu beobachten, wengleich die Fallzahlen für eine statistische Auswertung auch gering erscheinen (Abbildung 26, Tabelle 29 und Tabelle 30, S.131/132 im Anhang).

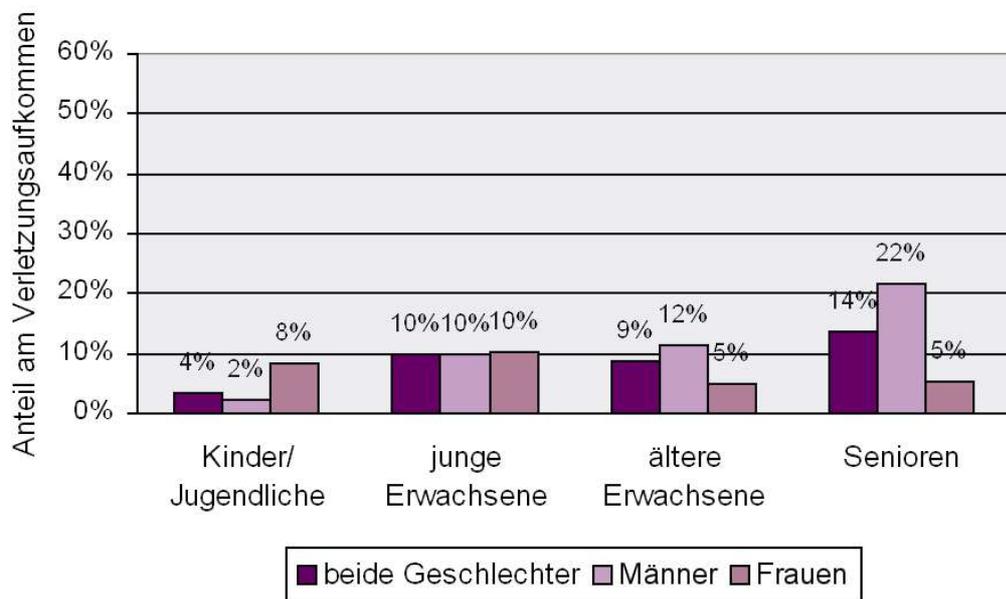


Abbildung 26: Prozentuale Häufigkeit von Rumpferletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen

Zink und Gläser [93] berichten zwischen 1980 und 1984 über Rumpferletzungen und ermitteln eine Häufung unter den 20-29jährigen Skifahrern, die 31% der Rumpferletzungen stellen. Ein Vergleich mit diesen Zahlen ist allerdings nur erschwert möglich, da sich die Altersverhältnisse auf den Pisten im Lauf der Jahre entscheidend verändert haben. Lag 1980 der Anteil von über 50jährigen Skifahrern bei 14,5%, so ist mittlerweile fast jeder dritte Skifahrer über 50 [25]. In der vorliegenden Verletzengruppe betrifft dies fast die Hälfte der Skifahrer (Tabelle 22, Seite129).

Alter und Schulter-/Oberarmverletzungen

Verletzungen von Schulter und Oberarm zeigen in der vorliegenden Verletzengruppe eine deutlich signifikante Zunahme mit steigendem Alter. Abbildung 16 auf Seite 51 illustriert das mit dem Alter stetig ansteigende relative Risiko, eine Schulter-/Oberarmverletzung zu erleiden. Von dieser Entwicklung sind sowohl männliche als auch weibliche Skifahrer betroffen, wenngleich die männlichen Skifahrer konstant höhere Verletzungszahlen aufweisen (Abbildung 27).

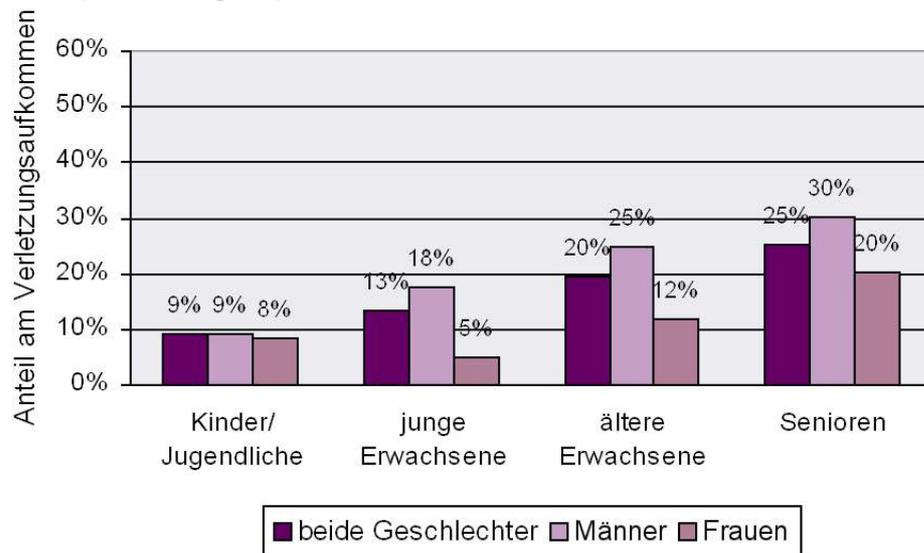


Abbildung 27: Prozentuale Häufigkeit von Schulter- und Oberarmverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen

Bestätigt werden diese Ergebnisse von Cadman und Macnab [9], die ebenfalls für beide Geschlechter mit dem Alter steigende Anteile von Schulterverletzungen beschreiben. Auch die ASU-Ski geht in ihrem Unfallbericht 2000/01 davon aus, dass das Verletzungsrisiko im Schulterbereich mit zunehmendem Alter stark ansteigt [25].

Alter und Unterarm-/Handverletzungen

Unterarm- und Handverletzungen bleiben als einzige Verletzungslokalisierung relativ unbeeinflusst vom Alter des verletzten Skifahrers. Weder bei

Männern, noch bei Frauen ergibt sich in der vorliegenden Verletzengruppe eine signifikante Tendenz (Tabelle 29 und Tabelle 30, S.131/132). Untenstehende Abbildung 28 illustriert die geringen Unterschiede der verschiedenen Altersklassen.

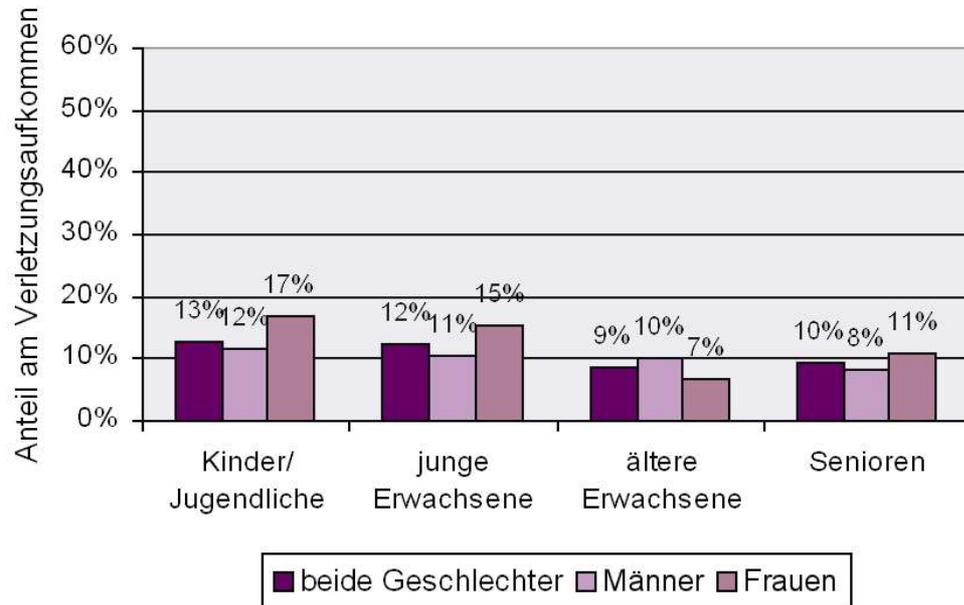


Abbildung 28: Prozentuale Häufigkeit von Unterarm- und Handverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen

Deibert et al. [12] berichten im Zeitraum von 1987 bis 1994 über Frakturen der oberen Extremität. Ähnlich der vorliegenden Studie sind auch dort Verletzungen an Unterarm und Hand etwas häufiger unter Kindern und Jugendlichen anzutreffen als unter älteren Skifahrern. Kinder und Jugendliche weisen bei Deibert et al. [12] 11,7% bzw. 13,3% Frakturen der oberen Extremität auf. Erwachsene liegen dagegen deutlich unter diesem Wert (7,1%).

Alter und Becken-/Oberschenkelverletzungen

Im Rahmen der vorliegenden Verletzungsauswertung weisen sämtliche Untergruppen von Verletzungen im Becken- und Oberschenkelbereich im Mann-Whitney-Test hochsignifikante Ergebnisse auf, die ein zunehmendes Verletzungsrisiko älterer Sportler belegen (Tabelle 10, S. 48).

Abbildung 29 zeigt zwar auch erhöhte Verletzungszahlen unter Kindern und Jugendlichen, angesichts der geringeren absoluten Häufigkeit fallen diese beim Mann-Whitney-Test allerdings kaum ins Gewicht. Vergleicht man im Säulendiagramm die männlichen und die weiblichen Sportler, fällt auf, dass die prozentualen Anteile in den beiden Randgruppen der weiblichen Skifahrer wesentlich höher ausfallen. Hierbei gilt allerdings zu beachten, dass der weibliche Prozentwert in der jüngsten Altersklasse (25%) nicht überzubewerten ist, da die Altersklasse mit 12 Personen sehr gering besetzt ist.

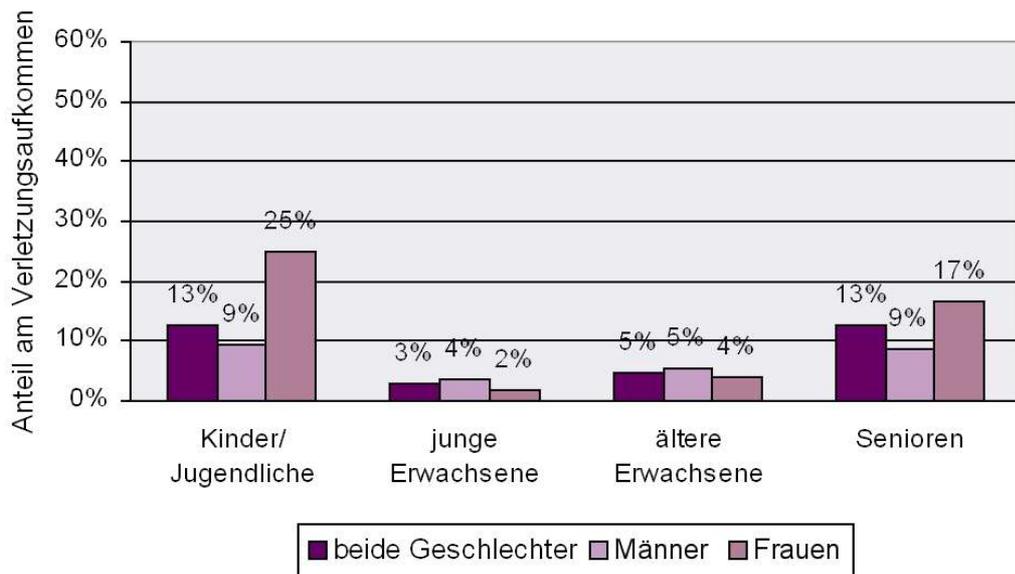


Abbildung 29: Prozentuale Häufigkeit von Becken- und Oberschenkelverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen

Obige Beobachtungen sind allerdings nicht sonderlich überraschend. Angesichts der Altersverlaufskurven und des hohen Anteils knöcherner Verletzungen im Becken- und Oberschenkelbereich (Tabelle 8, Seite 42), sind es vermutlich die typischen Altersfrakturen, die obigen Beobachtungen zugrunde liegen. Die altersbedingte Zunahme der Osteoporose verursacht besonders bei Frauen eine erhöhte Frakturgefahr im Becken- und Oberschenkelbereich (Schenkelhals- und pertrochantäre Femurfrakturen) [3]. Diese Begebenheiten spiegeln sich auch in der Sport treibenden Bevölkerung wider, die zunehmend „altert“, wie Steinbrück [83] in seiner 25-

Jahresanalyse von Sportverletzungen beschreibt. Laporte et al. [53] berichten in ihrer Arbeit zu Femurfrakturen im Wintersport ebenfalls über eine besonders bei den Frauen betonte Zunahme mit steigendem Alter. Diese Zunahme sei allerdings nicht als skispezifisch zu betrachten.

Eine Expertenbefragung zur Unfallprävention im Skisport aus dem Jahre 2004 kommt zum Schluss, dass Schutzartikel für Hüfte und Steißbein für ältere Personen gefördert werden sollen [7]. Die vorliegende Studie kann die entsprechende Gefährdung älterer Personen bestätigen.

Alter und Knieverletzungen

Während Becken- und Oberschenkelverletzungen besonders bei den jüngsten und den ältesten Skifahrern vorkommen, zeigen Knieverletzungen ihre Maxima in den beiden mittleren Altersklassen. Dies gilt sowohl für männliche, als auch für weibliche Skifahrer. Der bereits beschriebene Geschlechterunterschied für Knieverletzungen ($w > m$) offenbart eine Betonung unter den älteren Erwachsenen und den Senioren. Dort zeigen Frauen wesentlich höhere prozentuale Anteile an Knieverletzungen (Abbildung 30, unten).

Einen Zusammenhang zwischen Knieverletzungen und Alter belegen sowohl der χ^2 -, als auch der Mann-Whitney-Test mit deutlicher Signifikanz, wobei der zweite der beiden Tests eine Tendenz in Richtung der jüngeren Sportler ergibt. Auch die Betrachtung der Untergruppen der Knieverletzungen (Innenband, Kreuzband, Knie sprain etc...) lässt für beide Geschlechter erkennen, dass die beiden mittleren Altersklassen vergleichsweise überrepräsentiert sind (Tabelle 29 und Tabelle 30, S.131/132).

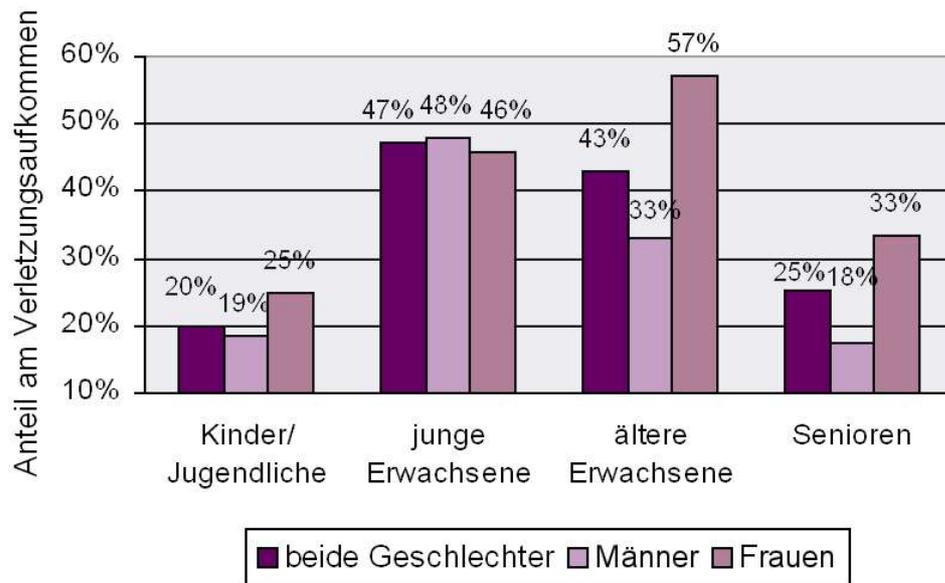


Abbildung 30: Prozentuale Häufigkeit von Knieverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen

Eine Unfallstudie von Cadman und Macnab [9] beschreibt unter Knieverletzten ähnliche Verlaufsformen der Alterskurven wie die vorliegende Auswertung. Bei den männlichen Skifahrern steigt der Anteil der Knieverletzungen jenseits des 18. Lebensjahres an, um in der ältesten Altersklasse über 65 Jahren wieder auf einen niedrigeren Wert abzusinken. Weibliche Skifahrer verzeichnen ebenfalls einen Anstieg der Knieverletzungen über 18 Jahren. Allerdings fällt hier der Wert der über 65jährigen Sportler nicht ab, sondern bleibt mit 50% auf hohem Niveau.

Alter und Unterschenkel-/Fußverletzungen

Die Altersverteilung für Unterschenkel- und Fußverletzungen offenbart für beide Geschlechter vergleichsweise geringe Unterschiede zwischen den Altersklassen. Erhöhten Anteilen unter den Kindern und Jugendlichen folgt ein Tal bei den jungen Erwachsenen, während die Prozentwerte der älteren Erwachsenen und Senioren sich um die 15% bewegen (Abbildung 31, Tabelle 29 und Tabelle 30 im Anhang).

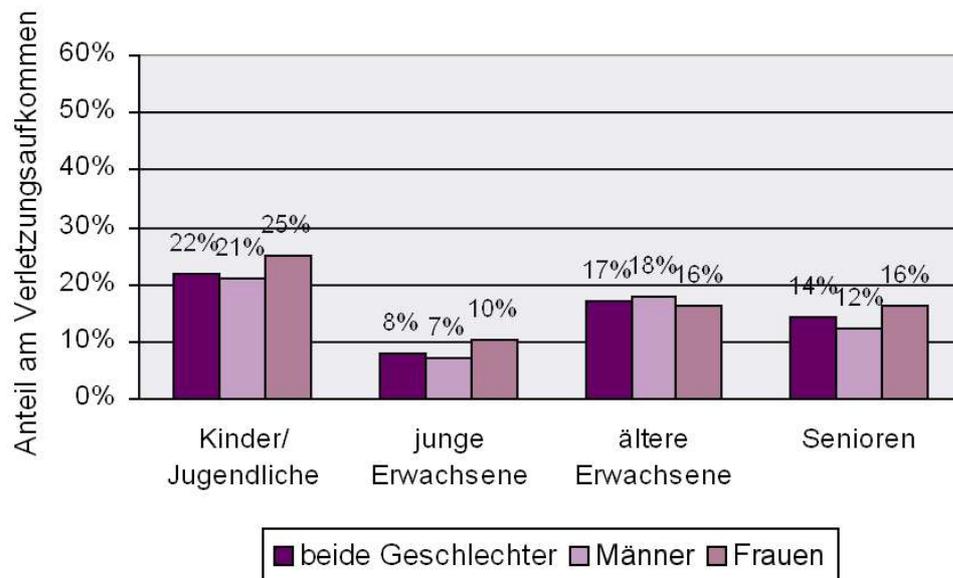


Abbildung 31: Prozentuale Häufigkeit von Unterschenkel- und Fußverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen

Diese Beobachtungen gehen konform mit Ergebnissen der Literatur. So gehen Ekeland et al. [15] von einem signifikant erhöhten Verletzungsrisiko unter Kindern aus. Auch Blitzer et al. [4] beschreiben, sowohl für Verletzungen an Fuß und Sprunggelenk als auch für Tibiafrakturen, erhöhte Anteile unter Kindern und Jugendlichen. Deibert et al. [12] ermitteln in ihrer Arbeit zwar eine deutlich sinkende Inzidenz von Tibiafrakturen in allen Altersklassen, Kinder und Jugendliche bleiben allerdings nach wie vor häufiger betroffen als Erwachsene.

Für die Reduktion von Unterschenkelverletzungen werden verbesserte Bindungs- und Schuhsysteme verantwortlich gemacht [12,24,32,43,49]. Dadurch ist im Laufe der Jahre allerdings das Knie als „erstes freies Gelenk“ in den Mittelpunkt der einwirkenden Kräfte gerückt. Wie Studienergebnisse von Laporte et al. [52] belegen, gilt dies jedoch nicht für Kinder, da deren Tibia noch nicht vollständig ossifiziert und somit weniger stabil ist. Bei starken einwirkenden Kräften bricht bei Kindern daher leichter die Tibia, das Knie bzw. die Kreuzbänder bleiben verschont.

Eine altersabhängige Betrachtung der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu) liefert Zahlen, die diese Theorie bestätigen.

Unterschenkel- und Fußverletzungen stellen in der bfu-Studie die am häufigsten betroffene Körperregion innerhalb der beiden jüngsten Altersklassen (0-9J.: 39,7%; 10-14J.:25,0%; über 15J.: ca.13%). Erst in den Altersklassen über 15 Jahren nehmen die Knieverletzungen den ersten Rang unter den Verletzungslokalisationen ein [7].

Die Ergebnisse der vorliegenden Auswertungen stehen im Einklang mit den oben genannten Studien. Unterschenkelverletzungen stellen unter Kindern und Jugendlichen nach wie vor einen beträchtlichen Anteil der Verletzungen (21,8%, siehe Tabelle 10, Seite 48).

4.2.2.3 Fahrtyp

Die fahrtypabhängige Verletzungsauswertung ergibt für mehrere Verletzungslokalisationen signifikante Ungleichverteilungen (Tabelle 11,S. 55).

Becken- und Oberschenkelverletzungen, scheinen dabei ebenso wie leichtere Verletzungen des Kniebandapparates (knee sprain 1+2) und Verletzungen der unteren Extremität, in der Gruppe der Skifahrer des Fahrtyps 1 überrepräsentiert zu sein. Humerusfrakturen zeigen dagegen eine Häufung unter Skifahrern des Fahrtyps 2.

Aufgrund der deutlich unterschiedlichen Verteilung von männlichen und weiblichen Skifahrern auf die drei Fahrtypen (Tabelle 25, S.130) scheint es allerdings sinnvoll, im Rahmen der Diskussion eine geschlechtsabhängige Auswertung zu betrachten.

Verletzungsmuster männlicher Skifahrer in Abhängigkeit vom Fahrtyp

Das Verletzungsmuster männlicher Skifahrer zeigt sich bis auf eine Verletzungslokalisation relativ unbeeinflusst vom Fahrtyp der Sportler. Statistisch auffällig erscheinen lediglich die Knieverletzungen. Betrachtet man das Gesamtverletzungsaufkommen, dann entfallen erhöhte Anteile von

Knieverletzungen sowohl auf Skifahrer des Fahrtyps 1 (38,1%), als auch auf Skifahrer des Fahrtyps 3 (36,0%). Vergleichsweise sind Skifahrer vom Fahrtyp 2 mit 26,3% deutlich seltener von Knieverletzungen betroffen.

Kreuzbandverletzungen und Rupturen im Kniebandapparat (knee sprain 3) hingegen, nehmen in der vorliegenden Auswertung mit steigendem Niveau des Skifahrers stetig zu. Hierbei stellt Fahrtyp 3 mit 23,4% bzw. 24,8% deutlich höhere Prozentwerte als die übrigen männlichen Sportler (Tabelle 31 im Anhang). Diese Beobachtung geht konform mit den Ergebnissen anderer Autoren. Demnach beschreiben Röhl et al. [61] in einer Aufarbeitung weltweiter Skiunfallstatistiken, dass vor allem Fortgeschrittene und Experten sich anfällig für Knieverletzungen zeigen.

Abbildung 32 liefert eine Übersicht über die Verteilungsform von Knieverletzungen unter männlichen Skifahrern in Abhängigkeit vom Fahrtyp.

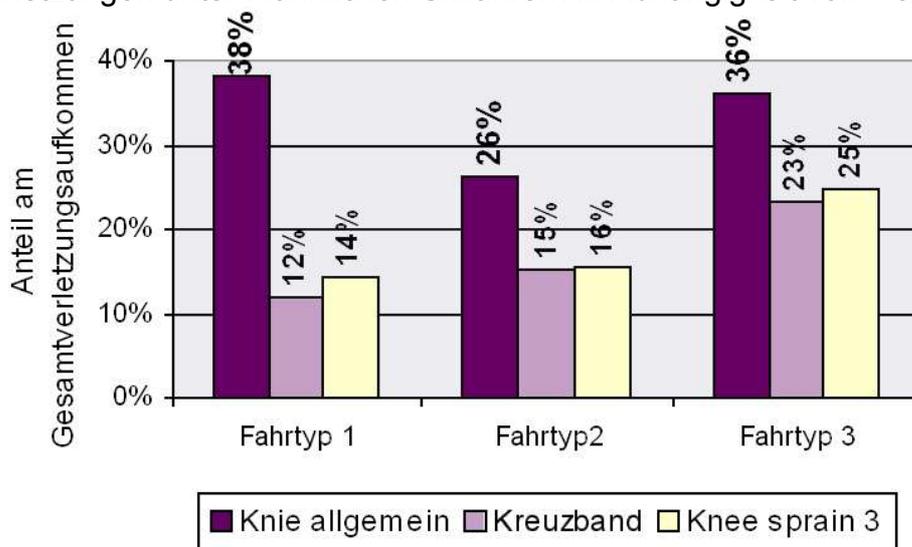


Abbildung 32: Knieverletzungen unter männlichen Skifahrern, und deren prozentuale Verteilung in Abhängigkeit vom Fahrtyp

Verletzungsmuster weiblicher Skifahrer in Abhängigkeit vom Fahrtyp

Unter den weiblichen Skifahrern fallen zwei Verletzungsbereiche statistisch signifikant aus, wobei die Verteilung der Knieverletzungen unauffällig bleibt.

Während knöchernen Verletzungen von Schulter und Oberarm auffallend oft unter den Skifahrerinnen des Fahrtyps 2 vorkommen, sind im Becken- und Oberschenkelbereich Skifahrerinnen des Fahrtyps 1 signifikant überrepräsentiert (Tabelle 32, S.134).

Allerdings könnte der Beobachtung vermehrter Becken- und Oberschenkelverletzungen unter Skifahrerinnen des Fahrtyps 1 das Alter als Störgröße zu Grunde liegen. Der erhöhte Anteil von Becken- und Oberschenkelverletzungen könnte durch die besondere Altersstruktur der Skifahrerinnen des Fahrtyps 1 verursacht sein. Tabelle 26 im Anhang verdeutlicht nämlich, dass sich ältere Skifahrerinnen mit zunehmender Häufigkeit dem Fahrtyp 1 zuordnen. Da Verletzungen im Hüftbereich, insbesondere Schenkelhals- und pertrochantäre Frakturen, meist Verletzungen des höheren Alters sind, und Frauen zudem verstärkt zu osteoporosebedingten Frakturen neigen [3], könnte die Tendenz zu vermehrten Becken-/Oberschenkelverletzungen des Fahrtyps 1 hierdurch entstanden sein.

4.2.3 Verletzung und Skimaterial

Die Auswertung des Skimaterials erfolgt in zwei Stufen, dem Vergleich der beiden Skitypen (Carvingski vs. konventioneller Ski) und der radiusabhängigen Analyse von Carvingski.

4.2.3.1 Skityp

Die Ausführungen in Abschnitt 3.2.2 (Verletzungen und Personenmerkmale) beschreiben die zum Teil recht erheblichen Unterschiede im Verletzungsgeschehen zwischen Männern und Frauen, aber auch zwischen den Altersklassen und den Fahrtypen. Daher erfasst die Risikoanalyse des Carvingskis neben einer allgemeinen Betrachtung aller verletzten Skifahrer auch separate Auswertungen der einzelnen Untergruppen.

Skityp und Verletzung (gesamte Verletztengruppe)

Mit 866 Unfällen mit Carvingski und 383 Unfällen mit konventionellen Ski umfasst die Arbeit 1249 Unfälle, deren Auswertung eine der größten vergleichenden Studien zwischen Carving- und Normalski darstellt. Die Übersicht über die Verteilung von Carvingski und konventionellem Ski unter den sieben Verletzungslokalisationen (V1-V7) illustriert, dass nur geringe Unterschiede bezüglich des Verletzungsmusters der beiden Skitypen bestehen (Abbildung 18, Seite 57).

Die Verletzungsmuster von Skifahrern mit Carving- und konventionellem Ski zeigen keine wesentlichen Unterschiede. Lediglich Frakturen im Unterarm- und Handbereich kommen signifikant häufiger in der Gruppe der Skifahrer mit Normalski vor (Tabelle 12, Seite 58).

Interessanterweise berichten Merkur et al. [59] über ein erhöhtes Risiko von Unterarm- und Handverletzungen unter Skifahrern mit Carvingski. Allerdings scheint die Fallzahl in der Studie von Merkur et al. mit 197 Skifahrern (123 C, 74 K) recht gering.

Die Auswertung von Soltmann [81] über die beiden Skiwinter 98/99 und 99/00 ergibt für Unterarm- und Handverletzungen wie die übrigen Vergleichsstudien keine auffälligen Ergebnisse. In Anbetracht der Tatsache, dass Merkur et al. [59] eine entgegen gesetzte Tendenz beobachten und übrige Studien [41,81,90] keine auffälligen Beobachtungen beschreiben, ist das vorliegende Ergebnis wohl am ehesten als statistischer Ausreißer zu betrachten.

Die von Schneider [66] geäußerte Vermutung, dass beim Carving aufgrund der extremen Kurvenlagen, wie beim Snowboarden auch, die obere Extremität besonders gefährdet wäre, lässt sich anhand der vorliegenden Verletzungszahlen nicht bestätigen. Das relative Risiko für Verletzungen der oberen Extremität beläuft sich für den Carvingski sogar auf 0,811 und liegt somit unter dem des konventionellen Ski (Tabelle 12). Auch Dingerkus und Mang [13] konnten keine dementsprechende Hinweise in ihrer Verletztenpopulation finden.

Wölfel et al. [90] beschreiben in ihrem Patientengut eine überzufällige Häufung von Humeruskopffrakturen unter Skifahrern mit Carvingski. Humeruskopffrakturen sind in der vorliegenden Ausarbeitung zwar nicht gesondert erfasst, die Verletzungskategorie „Frakturen des Humerus“ tritt allerdings häufiger unter Skifahrern mit Normalski auf (7% vs. 5%: n.s.). Die Beobachtung von Wölfel et al. kann dementsprechend nicht bestätigt werden.

Bisherige Studienergebnisse weisen teilweise auf einen Zusammenhang zwischen Knie- bzw. Kreuzbandverletzungen und Carvingski hin [13,41,90]. Interessant erscheint vor diesem Hintergrund, dass biomechanische Untersuchungen von Yamagishi et al. [92] tatsächlich Hinweise dafür liefern, dass die Verwendung von Carvingski das Risiko erhöht, eine Verletzung des vorderen Kreuzbands zu erleiden. Eine Studie von Greenwald et al. [29] liefert zwar keine signifikanten Unterschiede bezüglich der Kniegelenkskinematik, allerdings wird der Bedarf an weiteren Untersuchungen zu diesem Thema betont.

Wie Tabelle 12 auf Seite 58 zu entnehmen ist, lassen sich diese Beobachtungen anhand der vorliegenden Verletztengruppe nicht bestätigen. Skifahrer mit Carvingski weisen zwar prozentual mehr Knieverletzungen, Kreuzbandverletzungen und Bandrupturen (knee sprain 3) auf als Skifahrer mit konventionellen Geräten, die relativen Häufigkeiten sind allerdings nicht so eindeutig verteilt, dass sie statistisch signifikant wären.

Die Studie von Wölfel et al. [90], die in der Gruppe der Carvingskifahrer signifikant mehr Rupturen des vorderen Kreuzbands beobachten, wird in der vorliegenden Verletztengruppe nicht signifikant bestätigt. Allerdings zeigt sich auch in der aktuellen Auswertung die Tendenz, dass sich Skifahrer mit Carvingski häufiger eine Kreuzbandverletzung zuziehen als Skifahrer mit Normalski (C:24,2% vs. NC:19,8%; $p=0,087$). Ein signifikant erhöhtes Carving-Risiko für Knieverletzungen ergibt sich lediglich unter den Skifahrern vom Fahrtyp 3 (Tabelle 41, S.143).

Die von Merkur et al. [59] gemachte Beobachtung einer gesteigerten Gefährdung des medialen Kollateralbandes unter Verwendung von

Carvingski, lässt sich anhand der vorliegenden Verletzungszahlen nicht wiederholen.

Jendrusch et al. [38] treten Befürchtungen entgegen, der Carvingski verursache einen Anstieg von Knieverletzungen. Die Auswertungsstelle für Skiunfälle (ASU-Ski) registrierte demnach in den Skiwintern 2000/01 und 2001/02 jeweils rückläufige Zahlen von Knieverletzungen. Bei einem deutlichen Anstieg der Nutzung von Carvingski widerspricht diese Erkenntnis den Befürchtungen der Carving-Kritiker.

Der Vergleich von Carving- und Normalskiverletzungen für die Jahre 98/99 und 99/00 von Soltmann [81] ergibt keinen Beleg dafür, dass der Carvingski das Verletzungsmuster wesentlich beeinflusst. Auch die vorliegende Auswertung kann keine Hinweise für eine Veränderung des Verletzungsmusters durch den Carvingski liefern.

Skityp und Geschlecht

Die getrennte Analyse der Verletzungsmuster männlicher und weiblicher Skifahrer lässt keine Anzeichen erkennen, die grundlegende Unterschiede zwischen den beiden Skitypen belegen können. Die einzigen Signifikanzen errechnen sich für den Skidaumen (weiblich) und für Claviculafrakturen (männlich). Der Skidaumen tritt dabei gehäuft unter weiblichen Normalskifahrern auf, während die Claviculafraktur öfter männliche Carvingskifahrer betrifft (Tabelle 33 und Tabelle 34, S.135/136). Im Literaturvergleich finden sich keine hiermit korrespondierenden Ergebnisse. Daher ist wohl am ehesten davon auszugehen, dass die signifikanten Unterschiede auf saisonalen Schwankungen beruhen.

Fokussiert man die Betrachtung auf die Knieverletzungen, so zeigen sich sowohl bei den Männern, als auch bei den Frauen höhere relative Häufigkeiten von Knie- und Kreuzbandverletzungen beim Gebrauch von Carvingski. Die Unterschiede sind allerdings nicht signifikant (Tabelle 33 und Tabelle 34, S.135/136).

Die vorliegende Studie bestätigt somit die Auswertung von Soltmann [81], in der ebenfalls keine geschlechtsabhängigen Unterschiede zwischen

Verletzungsmustern von Skifahrern mit Carving- bzw. Normalski belegt werden konnten. Weitere Vergleichsstudien mit einer geschlechtsabhängigen Verletzungsauswertung der beiden Skitypen sind dem Verfasser nicht bekannt.

Skityp und Alter

Die Tabellen 35 bis 38 im Anhang verdeutlichen anhand einer altersabhängigen Auswertung, dass der Wechsel zum Carvingski für keine der vier Altersklassen entscheidende Veränderungen des Verletzungsmusters erwarten lässt.

Nur eines der 120 ermittelten relativen Risiken ist signifikant verändert. In diesem Fall ist das Risiko eine Verletzung der oberen Extremität zu erleiden, mit dem Carvingski vermindert (odds ratio: 0,673) . Dieses Ergebnis betrifft allerdings isoliert die Gruppe der älteren Erwachsenen. Da die Vergleichswerte der drei anderen Altersklassen keine derartige Signifikanz aufweisen, entspricht die Beobachtung vermutlich einem statistischen Ausreißer.

Vergleicht man die Ergebnisse der vorliegenden Auswertung mit denen der 3-Jahresstudie von Soltmann [81], lässt sich kein Anhalt dafür finden, dass ein altersspezifischer Unterschied im Verletzungsmuster von Skifahrern mit Carving- und Normalski besteht.

Skityp und Fahrtyp

Der vom Fahrtyp abhängige Vergleich zwischen den beiden Skitypen lässt im Gegensatz zu den vorherigen Analysen einige interessante Diskrepanzen erkennen. Die relativen Risiken aus der Perspektive der Carvingski sind, getrennt nach den drei Fahrtypen, in den Tabellen 39-41 im Anhang dargestellt.

Fahrtyp 1

Das Verletzungsmuster der Skifahrer vom Fahrtyp 1 scheint unbeeinflusst von der Verwendung von Carvingski zu sein. Allerdings gilt zu bemerken, dass die Fallzahlen sehr gering sind, so dass inferenzstatistische Aussagen mit Vorsicht zu genießen sind (83 Carving-Ski / 48 konv. Ski; Tabelle 39, S.141).

Fahrtyp 2

Auch das Verletzungsmuster der Skifahrer mit Fahrtyp 2 zeigt sich relativ unbeeinflusst vom Skityp. Lediglich hinsichtlich der Humerusfrakturen zeigt die Auswertung einen signifikanten Unterschied, eine Reduktion des relativen Risikos der Skifahrer vom Fahrtyp 2 mit Carvingski. Nachdem ansonsten aber keine skitypabhängigen Auffälligkeiten für den Fahrtyp 2 festgestellt werden können, liegt die Vermutung nahe, dass es sich um eine saisonal bedingte Beobachtung handelt (Tabelle 40, S.142).

Fahrtyp 3

Anders verhält es sich bei Fahrtyp 3, wo mehrere auffällige Ergebnisse vorliegen, denen unter Berücksichtigung bisher veröffentlichter Studien zum Teil Beachtung geschenkt werden sollte. Während die signifikant erniedrigten relativen Risiken zweier Bereiche mit niedrigen Fallzahlen vermutlich statistischen Ausreißern entsprechen (BWS/LWS-Fraktur, Oberschenkelverletzungen), so scheint die signifikante Risikosteigerung bei den Knieverletzungen doch interessant. Das relative Risiko von Typ3-Skifahrern mit Carvingski beträgt für Knieverletzungen 1,675. Zum Vergleich weisen die beiden anderen Fahrtypen ausgeglichene Werte vor (Typ1:1,034 / Typ2:1,041). Auch für Knorpel- und Meniskusverletzungen ist das Carving-Risiko signifikant erhöht (Tabelle 41, S.143).

Diese Ergebnisse sind vor allem in Anbetracht dessen interessant, dass bereits Zahlen vorliegen, die eine erhöhte Inzidenz bestimmter Knieverletzungen unter Carvern vermuten lassen. Johnson et al. [41] belegten in einer 3-Jahresstudie ein erhöhtes Risiko für fortgeschrittene Skifahrer, mit Carvingski eine isolierte Ruptur des vorderen Kreuzbands

(ACL) zu erleiden. Auch Wölfel et al. [90] beobachteten in ihrer Verletzengruppe mehr Knieverletzungen unter Sportlern mit Carvingski, wobei allerdings keine Unterscheidung nach Fahrtyp vorgenommen wurde.

Aufgrund geringerer Fallzahlen und des retrospektiven Studienansatzes mit zum Teil mangelnd exakten Verletzungsangaben, lässt sich die Beobachtung gehäufte isolierter Kreuzbandrupturen im Rahmen dieser Arbeit nicht mit derselben Genauigkeit bestätigen. Das relative Risiko von Carvingskifahrern für Kreuzbandverletzungen (ACL+PCL) beträgt für Fahrtyp 3 allerdings 1,35, und ist somit höher als für die übrigen Fahrtypen. Auch das allgemeine Risiko einer Ruptur im Kniebandapparat (knee sprain 3) steigt von Fahrtyp 1 bis 3 an (Tabelle 39-Tabelle 41 im Anhang). Obwohl die Ergebnisse nicht genau die Daten von Johnson et al. [41] widerspiegeln, belegt auch die vorliegende Studie einen vermuteten Zusammenhang zwischen Carvingski und Knieverletzungen unter fortgeschrittenen Skifahrern.

4.2.3.2 Taillierungsradius

Wie aus auf Seite ersichtlich wird, ergibt sich für die meisten der Verletzungskategorien kein signifikanter Einfluss des Taillierungsradius auf das Verletzungsgeschehen.

Lediglich für Knieverletzungen bzw. Verletzungen der unteren Extremität (allgemein) sind statistisch auffällige Beobachtungen zu machen. So sind in den Radiusklassen TR1 und TR3 etwa 30% (TR1:31,7%, TR3:32,3%), in den Radiusklassen TR2 und TR4 dagegen nahezu 50% Knieverletzungen (TR2:48,4%, TR4:48,8%). Diese Ungleichverteilung ist im Chi²-Test signifikant.

Die Interpretation dieses Ergebnisses fällt schwer, da zwei Radiusklassen betroffen sind, die nicht nebeneinander liegen. Nachdem mit einer Klassifikation der Radiusklassen für den Chi²-Test ein gewisser „Informationsverlust“ einhergeht, wird alternativ der Rangsummentest nach Mann-Whitney für stetige Merkmale angewendet. Im Gegensatz zum Chi²-Test geht beim Mann-Whitney-Test der exakte Taillierungsradius in die

Wertung ein, während der Chi²-Test unterschiedliche Radien in einen Topf wirft (Radiusklassen: unter 14m,14-20m,20-26m,über 26m). Der M-W-Test ist empfindlich gegenüber Medianunterschieden, kann also eine Abweichung der Taillierungsradien in Richtung enger oder weiter Taillierungsradien nachweisen (z.B. Häufung von Knieverletzungen im unteren Radiusbereich) [62]. Würde jedoch sowohl im unteren, als auch im oberen Radiusbereich eine Häufung auftreten, so hätte dies keinen wesentlichen Einfluss auf den Median und der Test könnte unauffällig ausfallen.

Im Rahmen der vorliegenden Auswertung zeigt der Mann-Whitney-Test für keine Verletzungslokalisierung einen statistischen Zusammenhang zwischen Verletzung und Taillierungsradius. Für die Interpretation der im Chi²-Test beschriebenen isolierten Häufung von Knieverletzungen in zwei von vier Radiusklassen kann der M-W-Test somit keine wesentliche Hilfestellung leisten.

Angesichts der willkürlichen Auswahl der Radiusklassen könnten die Auffälligkeiten im Chi²-Test rein zufällig durch die Wahl der Radiusklassen entstanden sein. Um dies zu überprüfen wird mittels einer alternativen Radiuseinteilung ein weiterer Chi²-Test durchgeführt (Tabelle 17, unten).

Dieser Chi²-Test in drei Radiusklassen fällt für sämtliche Verletzungslokalisierungen unauffällig aus. Auch die Verletzungen im Kniebereich liefern keine signifikanten Zusammenhänge.

In Anbetracht der Tatsachen, dass die einzige Auffälligkeit im Chi²-Test sich bei einer Veränderung der Radiusklassen nicht mehr nachweisen lässt, und dass der Mann-Whitney-Test für sämtliche Verletzungslokalisierungen unauffällig ausfällt, lassen sich im Rahmen der vorliegenden Auswertung keine Hinweise für einen Einfluss des Taillierungsradius auf das Verletzungsmuster finden.

	Radiusklassen			Chi ² -Test p-Wert
	unter 18m Anzahl / %	18-24m Anzahl / %	über 24m Anzahl / %	
Kopf/Hals	19 / 12,8%	16 / 8,2%	9 / 11,3%	0,367
Rumpf	14 / 9,4%	23 / 11,7%	9 / 11,3%	0,779
Schulter/Oberarm	28 / 18,8%	48 / 24,5%	14 / 17,5%	0,295
Unterarm/Hand	11 / 7,4%	14 / 7,1%	8 / 10,0%	0,707
Becken/Oberschenke	5 / 3,4%	9 / 4,6%	4 / 5,0%	0,794
Knie	65 / 43,6%	78 / 39,8%	31 / 38,8%	0,702
Kreuzband	44 / 29,5%	51 / 26,0%	17 / 21,3%	0,395
Knee sprain 3	44 / 29,5%	55 / 28,1%	20 / 25,0%	0,767
Unterschenkel/Fuß	20 / 13,4%	29 / 14,8%	13 / 16,3%	0,841
Untere Extremität	85 / 57,0%	103 / 52,6%	43 / 53,8%	0,703
Obere Extremität	37 / 24,8%	59 / 30,1%	21 / 26,3%	0,533
Verletzte pro Radiusklasse (100%)	149	196	80	

Tabelle 17: Verletzungsverteilung unter Carvingskifahrern (absolute und relative Häufigkeiten) in Abhängigkeit von Radiusklassen (unter 18m, 18-24m, über 24m) mit Ergebnissen des Chi²-Tests

Diese Annahme wird bestärkt durch die Auswertungsergebnisse der Verletzungen zweier Skiwinter (1998-2000) von Soltmann [81]. Hierbei offenbart sich für keine der Verletzungskategorien eine Tendenz, die über beide Skiwinter hinweg konstant bleibt.

Außer der Arbeit von Soltmann [81] gibt es bislang keine dem Autor bekannte Vergleichsstudie in der Fachliteratur, mit denen die Erkenntnisse dieser Arbeit verglichen werden können. In Anbetracht der vielfach geführten Diskussionen über Carvingski und deren Taillierungsradien, legen die Ergebnisse der vorliegenden Arbeit den Schluss nahe, dass kein wesentlicher Zusammenhang zwischen dem Taillierungsradius und dem Verletzungsgeschehen besteht.

4.2.4 Unfallhergang

Kollisionsunfälle verursachen im Skisport einen nicht zu vernachlässigenden Anteil der Verletzungen (9,7%; lt. bfu-Statistik 2001/02 [71]). Die Gruppe der FdS-Mitglieder weist einen Anteil von 7,8% Kollisionsunfällen auf.

Vor allem aufgrund der besonders schweren Verletzungsfolgen bedürfen Kollisionsverletzungen einer gesonderten Betrachtung [8]. Eine Arbeit zu Todesfällen im alpinen Skilauf von Shealy und Thomas [79] aus dem Jahr 1996 zeigt, dass in ca. 90% von tödlichen Skiunfällen eine Kollision als unmittelbare Todesursache erkennbar war.

Kollision und Geschlecht

Im Geschlechtsvergleich weisen Männer zwar mehr Kollisionsverletzungen auf als Frauen (9,0% vs. 6,8%), die Tendenz lässt sich allerdings nicht mit einem signifikanten Chi²-Test bestätigen. Vergleicht man dieses Ergebnis mit einer Arbeit von Burtscher und Philadelphy [8], ergibt sich dort zwar ein Männeranteil von 80% unter den Kollisionsverursachern, unter den Kollisionsopfern sind Männer und Frauen aber nahezu paritätisch verteilt.

Kollision und Alter

Unter den Altersklassen zeigen sich besonders Kinder und Jugendliche sowie Senioren häufiger als Kollisionsopfer. Der Chi²-Test belegt die Ungleichverteilung deutlich mit einem p-Wert von 0,012. Die besondere Gefährdung von Kindern wird auch in anderen Studien betont [8,56]. Bislang galt die Gruppe der Senioren nicht als Risikogruppe für Kollisionsverletzungen [8,56,79]. Warum die Senioren der vorliegenden Verletzungsgruppe nun häufiger Opfer von Kollisionsunfällen werden, bleibt Spekulationen vorbehalten. Bevor die Beobachtung interpretiert werden sollte, muss abgewartet werden, ob sie sich in den folgenden Jahren wiederholt.

Kollision und Fahrtyp

Lystad [56] beschreibt in seiner Studie „Collision injuries in alpine skiing“ eine besonders hohe Gefährdung für die Gruppe der Anfänger. Diesbezüglich würde man annehmen, dass Fahrtyp 1 häufiger in Kollisionsunfälle verwickelt sein müsste. Dies ist in der vorliegenden Verletztengruppe zwar

der Fall, der Unterschied ist aber nicht signifikant (siehe Abschnitt 3.2.4). Unter den schweren und tödlichen Verletzungen berichten Shealy und Thomas [79] hingegen über einen hohen Anteil von fortgeschrittenen Skifahrern. Dies liegt vermutlich darin begründet, dass exzessive Geschwindigkeiten bei schweren Verletzungen die häufigste Ursache darstellen und von diesen Skifahrern eher erreicht werden.

Kollision und Skityp bzw. Taillierungsradius

Befürchtungen der Carvingski verursache eine Zunahme von Kollisionen auf den Pisten, können mit den vorliegenden Zahlen nicht bestätigt werden. Wie Tabelle 43 (Seite 145 im Anhang) zeigt, sind die relativen Häufigkeiten für Kollisionsverletzungen ziemlich ähnlich. Statistisch signifikante Unterschiede lassen sich davon nicht ableiten.

Wölfel et al. [90] berichten in ihrer Verletztenpopulation von 12,3% Kollisionsunfällen unter Carvern, während nur 10,7% der konventionellen Skifahrer eine Kollision als Verletzungsursache angeben. Dingerkus und Mang [13] erfassen in ihrer Befragungsgruppe immerhin 17% Kollisionsunfälle unter Carvingskifahrern, während Johnson et al. [41] in einer vergleichenden Studie keine erhöhte Kollisionsgefahr für Carvingski entdecken können. Interessant erscheint diesbezüglich die Arbeit von Soltmann [81], die in der Skisaison 1998/99 noch erhöhte Kollisionen unter Skifahrern mit Carvingski beobachtet, in der Folgesaison allerdings keine signifikanten Unterschiede mehr aufdeckt. Möglicherweise könnte diese Beobachtung auf einen Lernprozess der Pistenbesucher hinweisen, die sich allmählich auf unterschiedliche Fahrtechnik und auf veränderte Kurvenfahrt der Carvingskifahrer einstellen mussten.

Ein Einfluss des Taillierungsradius auf die Häufigkeit von Kollisionsverletzungen lässt sich im Rahmen der vorliegenden Auswertung nicht belegen (M-W-Test: $p=0,614$).

Aufgrund der Datenlage scheint weder der Carvingski, noch der Taillierungsradius des Carvingskis wesentlichen Einfluss auf die Zahl der Kollisionsunfälle zu besitzen.

4.2.5 Skilänge als Risikofaktor

Die radiusbezogene Auswertung der Skiunfälle kommt zu dem Ergebnis, dass der Taillierungsradius von Carvingski keinen wesentlichen Einfluss auf das Verletzungsgeschehen besitzt.

Mit der Einführung der taillierten Carvingmodelle änderte sich aber nicht nur der Taillierungsradius der Ski. Der zunehmende Gebrauch von Carvingski spiegelt sich auch in einer Veränderung der Skilänge wider. Jendrusch et al. [38] berichten, dass der durchschnittliche Normalski ca. 8% länger als die Körperhöhe ist. Dies bedeutet, dass ein 180cm großer Skifahrer im Mittel einen ca.195cm langen Ski fährt. Die durchschnittliche Carving-Skilänge hingegen entspricht der Körperhöhe, wobei Jendrusch et al. [38] vermuten, dass dieser Wert durch den vermehrten Gebrauch von Kurzcarvern noch weiter sinken wird.

Um die Verletzungsauswertung zu vervollständigen, wird im folgenden die Skilänge einer gesonderten Betrachtung unterzogen.

Die in den letzten Jahren von der Auswertungsstelle für Skiunfälle (ASU-Ski) registrierten Skiunfälle offenbaren rückläufige Zahlen für Knieverletzungen, was von Jendrusch et al. [38] in Verbindung mit dem kürzeren Carvingski gebracht wird. Die geringere Hebelwirkung der kürzeren Ski und das somit verringerte verletzungsbewirkende Drehmoment könnten mit dieser Entwicklung kausal zusammenhängen.

Auch Laporte et al. [52] berichten in ihrer Arbeit zur Entwicklung der ACL-Ruptur zwischen 1992 und 1999 von einem Längenzusammenhang. Sportler mit Skiboards unter 1m Länge und Ski unter 1,60m weisen hierbei deutlich reduzierte Raten von Verletzungen des vorderen Kreuzbands auf. Der so genannte „phantom foot“-Mechanismus, der für die Mehrzahl der Kreuzbandverletzungen verantwortlich gemacht wird, werde durch den geringeren Hebelarm reduziert bzw. eliminiert. Auch Shealy et al. [77] weisen auf den Zusammenhang zwischen Skilänge und Kreuzbandverletzungen hin.

Betrachtet man die Skilänge als möglichen Risikofaktor, liegt es nahe, einen Vergleich der Skilänge zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe anzustellen.

Hierbei beträgt der arithmetische Mittelwert der Skilänge innerhalb der Kontrollgruppe (Pistenbefragung) 176,2 cm, während er in der Gruppe der verletzten Skifahrer mit 177,8 cm etwas höher zu liegen kommt. Der Rangsummentest belegt mit deutlicher Signifikanz den Gebrauch längerer Ski innerhalb der Verletzengruppe ($p=0,000$).

Unterteilt man die Ski in zwei Gruppen (Skilänge bis 170cm vs. Skilänge über 170 cm) beobachtet man, dass die langen Ski (>170cm) mit 64,4% in der Verletzengruppe einen höheren Prozentsatz ausmachen als in der Vergleichsgruppe auf der Piste (57,1%, siehe Abbildung 33).

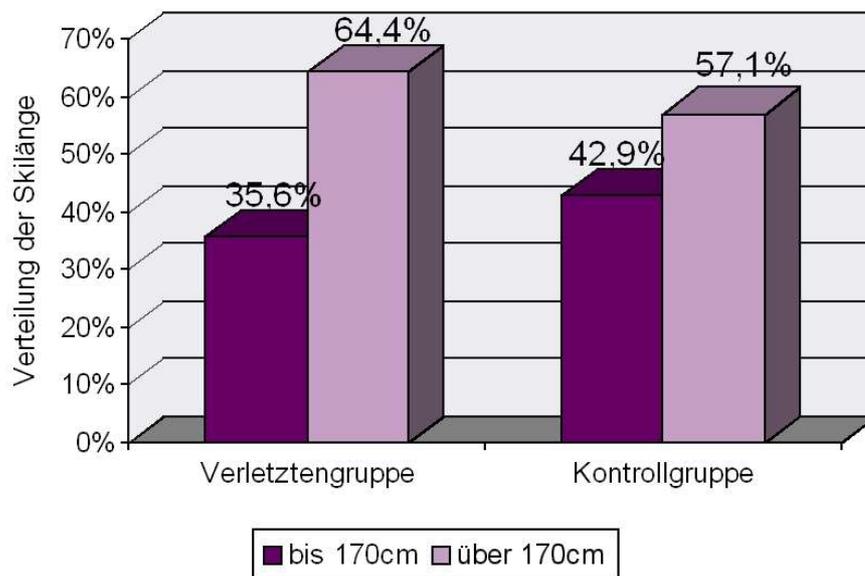


Abbildung 33: Längenvergleich der Skier zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe (kleiner oder gleich 170cm vs. über 170cm Skilänge)

Diese Zahlen untermauern die Vermutung, dass die Skilänge einen wesentlichen Einfluss auf das Verletzungsgeschehen hat. Sind also nicht der Skityp oder die Skitaillierung, sondern vielmehr die Skilänge des Unfallskis ausschlaggebend für das Verletzungsgeschehen?

Vorgehensweise

Zur Beantwortung dieser Frage wird – analog zur Arbeit von Jendrusch et al. [38] - die Skilänge in Prozent der Körperhöhe als Testvariable verwendet.

Hierfür wird aus den beiden Parametern Skilänge und Körpergröße ein Quotient gebildet, der fortan als „relative Skilänge“ (RL) bezeichnet wird. Diese wird in Prozentwerten ausgedrückt, wobei 100% bedeutet, dass Skilänge und Körpergröße exakt gleich sind.

Die zur skilängenabhängigen Verletzungsanalyse benötigten Daten werden allesamt standardmäßig im Rahmen der Schadensmeldung der Versicherungsnehmer erhoben. 1153 der verletzten Skifahrer haben im Unfallfragebogen die Länge ihres Skis angegeben. Darunter sind neben 807 Carvingskifahrern auch 346 Skifahrer mit konventionellem Ski. 1083 unter ihnen machten zusätzlich Angaben zur Körpergröße.

Die Skilänge von Carving- und Normalski weist, wie bereits oben erwähnt, deutliche Unterschiede auf. Im Gegensatz zum konventionellen Ski werden Carvingski ungefähr in Körpergröße gefahren, wie aus folgender Tabelle hervorgeht.

	Carving-Ski	Konv. Ski	insgesamt
Absolute Skilänge [cm]	174,8	184,8	177,8
Relative Skilänge [% der Körperhöhe]	101,3	107,5	103,2

Tabelle 18: Mittelwerte absoluter und relativer Skilänge von Carving- und konv. Ski im Vergleich

Die relative Skilänge hat der absoluten Skilänge gegenüber den Vorteil, dass Männer und Frauen durch die beinhaltete Relation zur Körpergröße leichter verglichen werden können. Im Gegensatz zur absoluten Skilänge unterscheidet sich die relative Skilänge männlicher und weiblicher Skifahrer mit Carvingski nur noch marginal (101,3% vs.101,5%, Tabelle 19).

	Carving-Ski	Konv. Ski	insgesamt
Absolute Skilänge [cm]-männlich	179,1	191,8	182,8
Absolute Skilänge [cm]-weiblich	168,3	175,8	170,7
Relative Skilänge [% der Körperhöhe]-männlich	101,3	108,1	103,3
Relative Skilänge [% der Körperhöhe]-weiblich	101,5	106,6	103,1

Tabelle 19: Absolute und relative Skilängen von Männern und Frauen im Vergleich

Die Verletzungsanalyse bezüglich der relativen Skilänge erfolgt sowohl für beide Skitypen gemeinsam, als auch nach Skityp getrennt. Außerdem wird der geschlechtsunabhängigen Auswertung noch eine nach Geschlechtern getrennte Analyse hinzugefügt. Dadurch resultieren insgesamt neun Auswertungsgruppen:

1. beide Skitypen zusammen (beide Geschlechter, männlich, weiblich)
2. Carvingski (beide Geschlechter, männlich, weiblich)
3. konventionelle Ski (beide Geschlechter, männlich, weiblich)

Die Auswertung dieser neun Subgruppen erfolgt nun über zwei statistische Tests, den Mann-Whitney-Test für quantitative Merkmale und den Chi²-Test für kategoriale Merkmale.

Ergebnisse des Mann-Whitney-Tests

Tabelle 20 auf Seite 112 stellt die Ergebnisse des Rangsummentests nach Mann-Whitney dar. Dieser zeigt an, ob eine Verletzung signifikant zu niedriger oder höherer relativer Skilänge neigt. Dabei werden die beiden Skitypen einerseits zusammen, andererseits aber auch getrennt voneinander ausgewertet. Auch männliche (M) und weibliche (W) Skifahrer werden gemeinsam und getrennt voneinander analysiert.

Während unter den übrigen sechs Verletzungslokalisationen nur vereinzelt signifikante Tendenzen zu kurzen oder langen Skiern auffallen, scheinen die Knieverletzungen deutlich gehäuft bei Verwendung von längeren Ski aufzutreten.

Die nur in einzelnen Subgruppen auffälligen Werte für Kopfverletzungen, AC-Gelenksluxationen, sowie Rumpf- und Becken-/ Oberschenkelverletzungen scheinen schwierig zu interpretieren, hat die Länge des Skis doch einen eher geringen unmittelbaren Einfluss auf Verletzungen außerhalb der unteren Extremitäten. Die Neigung der Knieverletzungen zu höherer relativer Skilänge scheint allerdings logisch,

durch die mit größerer Skilänge steigenden Drehmomente, die unmittelbar auf die untere Extremität und vor allem auf das Knie wirken.

Der Geschlechtervergleich offenbart, dass Frauen wohl sensibler auf Veränderungen der relativen Skilänge reagieren als Männer. Nur einer einzigen Signifikanz auf Seiten der Männer im Bereich der Seitenbänder im Kniegelenk, stehen etliche auffällige Werte unter den weiblichen Verletzten gegenüber.

Skifahrer mit Carving- und Normalski reagieren unterschiedlich auf Veränderungen der relativen Skilänge. Während die konventionellen Ski mit steigender relativer Skilänge kein signifikant erhöhtes Risiko für das Kniegelenk bedeuten, scheint das Knie bei Verwendung längerer Carvingski steigenden Belastungen ausgesetzt zu sein (siehe unten).

Relative Skilänge im Test nach Mann-Whitney	Beide Skitypen			Carvingski			Konv. Ski		
	M+ W	M	W	M+ W	M	W	M+ W	M	W
Hals/Kopf (V1)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,034K	n.s.	n.s.	n.s.
ossär Hals/Kopf	n.s.	-	-	-	-	-	-	-	-
Rumpf (V2)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
ossäre Rumpfverletzung	n.s.	n.s.	n.s.	0,046L	n.s.	-	n.s.	-	-
BWS/LWS-Fraktur	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	-	-	-
Rippenfraktur	n.s.	n.s.	-	0,044L	n.s.	-	-	-	-
Schulter/Oberarm (V3)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ossär Schulter/Oberarm	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
Claviculafraktur	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	-	-	-
Humerusfraktur	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
Schulterluxation	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-
AC-Gelenksluxation	0,039K	n.s.	-	n.s.	-	-	-	-	-
Rotatorenmanschette	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	-	-	-
Unterarm/Hand (V4)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ossär Unterarm/Hand	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	-
Unterarm/Handgelenkfrakt.	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	-	n.s.	-	-
Mittelhand-/Fingerfraktur	n.s.	-	-	n.s.	-	-	-	-	-
Skidaumen	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	-
Becken/Oberschenkel (V5)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	0,040K
ossär Becken/Obersch.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	-
Beckenverletzung	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	-
Oberschenkelverletzung	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	-
Beckenfraktur	n.s.	-	-	n.s.	-	-	-	-	-
Femurfraktur	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	-	-	-	-
Knieverletzung (V6)	n.s.	n.s.	0,011L	0,004L	n.s.	0,001L	n.s.	n.s.	n.s.
ossäre Knieverletzung	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-
Seitenbandverletzung	0,019L	0,023L	n.s.	0,023L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Innenbandverletzung	0,046L	-	n.s.	0,042L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Außenbandverletzung	-	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Kreuzbandverletzung	n.s.	n.s.	0,037L	0,032L	n.s.	0,001L	n.s.	n.s.	n.s.
Knorpel-/Meniskusverletz.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Knee sprain 1+2	0,016L	n.s.	0,042L	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Knee sprain 3	n.s.	n.s.	0,023L	0,012L	n.s.	0,001L	n.s.	n.s.	n.s.
Unterschenkel-/Fuß (V7)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ossär Untersch./Fuß	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Tibiakopfverletzung	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	-
obere Extremität	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
untere Extremität	n.s.	n.s.	n.s.	0,008L	n.s.	0,030L	n.s.	n.s.	n.s.
	1083	637	440	755	450	300	328	187	140

Tabelle 20: Zusammenhänge zwischen relativer Skilänge und dem Verletzungsgeschehen;
statistische Analyse mit Rangsummentest nach Mann-Whitney
(K= Tendenz zu kurzen Ski, L =T. zu langen Ski)

Ergebnisse des Chi²-Tests

In Anlehnung an die Ergebnisse aus dem Mann-Whitney-Test, die für die beiden Skitypen einen unterschiedlichen Einfluss der relativen Skilänge belegen, werden Carving- und Normalski getrennt voneinander ausgewertet. Das gleiche gilt für Männer und Frauen, da auch diese laut Mann-Whitney-Test unterschiedlich auf steigende relative Skilänge reagieren.

In Anlehnung an Jendrusch et al. [38] werden 100% (Carvingski) bzw. 108% (konventionelle Ski) relativer Skilänge als Trennmarken verwendet (siehe Seite 107). Anhand dieser Aufteilung der relativen Skilänge in kürzere und längere Ski wird nun das längenabhängige Verletzungsmuster untersucht.

Sowohl unter den Carvingski, als auch unter den konventionellen Geräten, ergeben sich auch hier keinerlei signifikante Auffälligkeiten für männliche Skifahrer. Dies bestätigt die Beobachtungen des Mann-Whitney-Tests, dass Männer vermutlich weniger sensibel auf eine steigende relative Skilänge reagieren.

Dagegen treten unter den weiblichen Verletzten erneut etliche Auffälligkeiten auf, die ein Risikopotential längerer Ski nahe legen. Abermals ist der Carvingski hiervon stärker betroffen als der konventionelle Ski. Ein Auszug der Ergebnisse für weibliche Carver macht deutlich, dass Knieverletzungen verstärkt in der Gruppe mit längeren Ski vorkommen (Tabelle 21).

	Carvingski				Chi ² /F.ex. p	Odds ratio
	RL ≤ 100%		RL > 100%			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Knieverletzung (V6)	50	39,7	95	54,6	0,011	1,828
ossäre Knieverletzung	6	4,8	13	7,5	0,342	1,615
Seitenbandverletzung	20	15,9	40	23,0	0,128	1,582
Innenbandverletzung	17	13,5	38	21,8	0,065	1,792
Außenbandverletzung	2	1,6	2	1,1	1,0(F)	0,721
Kreuzbandverletzung	31	24,6	64	36,8	0,025	1,783
Knorpel-/Meniskusverletzung	14	11,1	32	18,4	0,084	1,803
Knee sprain 1+2	8	6,3	18	10,3	0,225	1,702
Knee sprain 3	32	25,4	65	37,4	0,029	1,752
Skifahrer pro Gruppe	126		174			

Tabelle 21: Knieverletzungen weiblicher Carvingskifahrer in Abhängigkeit von der relativen Skilänge (RL)

Die restliche Auswertungen mit dem Chi²-Test finden sich im Anhang (Tabelle 44-Tabelle 47). Wie bereits erwähnt, zeigen sich männliche Skifahrer hierbei relativ unbeeinflusst von der Skilänge.

Interpretation

Ein Zusammenhang zwischen Skilänge und Knieverletzung wird in der Fachliteratur bereits von mehreren Autoren erwähnt [38,52,77]. Die obigen Ergebnisse für die Auswertung der relativen Skilänge bestätigen eine steigende Häufigkeit von Knieverletzungen unter Verwendung längerer Ski.

Auch wenn Carvingski, wie bereits gezeigt, kürzer gefahren werden als konventionelle Ski, scheint dies das Risiko für Knieverletzungen nicht zu vermindern. Zwar stellt der Gebrauch von Carvingski auch kein signifikant erhöhtes Risiko für das Kniegelenk dar (siehe Tabelle 12), wird der Carvingski aber in Relation zur Körpergröße zu lang, ändert sich das Verletzungsrisiko. Mit steigender Länge der Carvingski wächst der Anteil der Knieverletzungen signifikant an. Grund hierfür könnten die breiteren Skienden der Carvingski sein, da diese die auf das Knie einwirkenden Hebelkräfte verstärken.

Während Männer dies anscheinend zu kompensieren vermögen, macht sich die höhere Skilänge bei weiblichen Skifahrern als Risikofaktor für das Knie bemerkbar. Womöglich verfügen die Knie männlicher Skifahrer über größere muskuläre Schutzmechanismen (höhere Muskelmasse). Die höhere Anfälligkeit für Knieverletzungen unter weiblichen Sportlern wird im Wesentlichen auf muskuläre Defizite, neuromuskuläre Dysbalancen und hormonelle Einflüsse zurückgeführt (siehe S. 84).

Bedeutet der Carvingski bei zu hoher Skilänge also doch ein erhöhtes Risiko? Die Ergebnisse dieser Arbeit könnten Ansporn sein, den Einfluss der Skilänge auf das Verletzungsgeschehen in weiteren Studien noch genauer zu ergründen.

5 Zusammenfassung

Die in der Zielsetzung gestellten Fragen sind durch die vorliegende Arbeit wie folgt beantwortet:

1. Wie verbreitet ist der Carvingski mittlerweile? Ist der Carvingski in der Gruppe der Verletzten öfter vertreten als in der Kontrollgruppe, weswegen auf eine höhere Verletzungshäufigkeit geschlossen werden kann?

Die Mehrzahl der Skifahrer hat mittlerweile den Wechsel zum Carvingski vollzogen. Obgleich die FdS-Mitglieder aufgrund mangelnder Repräsentativität nur bedingt mit der Kontrollgruppe verglichen werden können, ist anhand der Verteilung der beiden Skitypen auf Verletzten- und Kontrollgruppe nicht von einem erhöhten Carving-Risiko auszugehen.

2. Ist die Radiusverteilung von Carvingski im Vergleich zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe unterschiedlich? Sind bestimmte Taillierungsradien verletzungssträchtiger?

Carvingski mit extrem engen und extrem weiten Taillierungsradien (<10m und >26m) sind auffallend oft in der Verletzengruppe vertreten. Aufgrund der mangelnden Vergleichbarkeit der Verletzten- und der Kontrollgruppe gilt diese Beobachtung unter Vorbehalt einer Verifizierung in weiteren Verletzungsstudien.

3. Welchen Einfluss haben Faktoren wie Geschlecht, Alter und Fahrtyp auf das Verletzungsmuster?

Vor allem Geschlecht und Alter zeigen einen wesentlichen Einfluss auf das Verletzungsmuster. Männer und Frauen unterscheiden sich zum Teil deutlich bezüglich der betroffenen Verletzungslokalisationen. Ebenso bestehen verhältnismäßig große Unterschiede zwischen den Altersklassen. Der Fahrtyp besitzt zwar auch Einfluss auf das

Verletzungsmuster, im Vergleich zu Geschlecht und Alter sind innerhalb der vorliegenden Verletztenpopulation die fahrtypabhängigen Unterschiede aber weniger deutlich erkennbar.

4. Unterscheiden sich Sportler mit Carvingski und konventionellen Ski bezüglich ihres Verletzungsmusters? Reagieren bestimmte Untergruppen (Geschlecht, Alter, Fahrtyp) diesbezüglich unterschiedlich auf die neueren, taillierten Skimodelle?

Bezüglich des Verletzungsmusters lassen sich nur vereinzelt signifikante Unterschiede zwischen Carving- und Normalski nachweisen. Einzelne signifikante Ergebnisse im Bereich der oberen Körperhälfte entsprechen vermutlich saisonalen Schwankungen (nach Zusammenschau mit bisherigen Studienergebnissen).

In der Gesamtgruppe der Verletzten lässt sich für Carvingski ein erhöhtes relatives Risiko für Knie- und Kreuzbandverletzungen errechnen (OR= 1,205 bzw. 1,294). Die Unterschiede sind allerdings nicht signifikant. Die analysierten Untergruppen ergeben größtenteils ähnliche Tendenzen. Auffällig ist hierbei ein erhöhtes relatives Risiko von Knieverletzungen unter Carvingskifahrern des Fahrtyps 3 (OR=1,675), zumal diese Tendenz bereits von Johnson et al. beschrieben wurde [41].

5. Hat der Taillierungsradius von Carvingski einen ernstzunehmenden Einfluss auf das Verletzungsmuster (z.B. mehr Knieverletzungen bei engem TR)? Reagieren die Verletzungsmuster der Untergruppen unterschiedlich auf den Taillierungsradius des Carvingskis?

Der Taillierungsradius von Carvingski scheint keinen verstärkten Einfluss auf das Verletzungsmuster zu entfalten. Zwar zeigen sich im Chi²-Test vereinzelt signifikante Ergebnisse im Kniebereich, die Zusammenschau mit dem Rangsummentest nach Mann-Whitney und die Kontrolle mittels Chi²-Test (veränderte Radiuseinteilung) sprechen allerdings gegen einen wesentlichen Einfluss des Taillierungsradius auf das Verletzungsgeschehen.

6. *Treten, wie von einigen Experten vermutet, mit dem Carvingski mehr Kollisionsverletzungen auf?*

Sowohl in der Gesamtheit der verletzten Skifahrer, als auch in den neun Untergruppen (Geschlecht, Alter, Fahrtyp) lässt sich keine erhöhte Kollisionsgefahr für Carvingski nachweisen.

Bezüglich der sich im Verlauf der Datenanalyse ergebenden Zusatzfrage ergeben sich folgende Schlussfolgerungen:

7. *Welchen Einfluss übt die Skilänge auf das Verletzungsgeschehen aus?*

Die relative Skilänge scheint wesentlichen Einfluss auf Verletzungen der unteren Extremität auszuüben. Besonders Frauen reagieren scheinbar sensibel auf steigende relative Skilänge und verletzen sich somit häufiger im Kniebereich. Interessant ist hierbei außerdem, dass diese Tendenz verstärkt den Carvingski betrifft. Eventuell ist dies eine Auswirkung der breiteren Skienden, die eine Steigerung des Drehmoments bewirken. Männliche Skifahrer zeigen sich von den Einflüssen der Skilänge relativ unbeeinflusst.

6 Literaturverzeichnis

- (1) Allenbach, R.: Sportunfälle und Verletzungsfolgen
Orthopäde, 26 (1997) 916-919
- (2) Arendt, E., Dick, R.: Knee injury patterns among men and women in collegiate basketball and soccer
Am J Sports Med, 23 (1995), 694-701
- (3) Bartl, R., Bartl, C.: Osteoporose-Manual, Diagnostik, Prävention und Therapie, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg, 2004
- (4) Blitzer, C.M., Johnson, R.J., Ettliger, C.F., Aggeborn, K.: Downhill skiing injuries in Children
Am J Sports Med, 12 (1984), 142-147
- (5) Boldrino, C.: Risikoanalyse Carving – Eine neue noch unerforschte Variante des alpinen Skilaufs
Sportverl. Sportschad., 11 (1997), 148-149
- (6) Boldrino, C., Furian, G.: Risk factors in skiing and snowboarding in Austria, Skiing Trauma and Safety: 12th Volume, ASTM STP 1345, American Society for Testing and Materials, 166-174, 1999
- (7) Brügger, O.: Helm und Handgelenkschutz im Schneesport – Schutzwirkungen und Anforderungen (bfu-report), Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu (Hrsg.), Bubenberg Druck, Bern, 2004
- (8) Burtscher, M., Philadelphia, M.: Skiing collision accidents: Frequency and types of injuries, Skiing Trauma and Safety: Tenth Volume, ASTM STP 1266, American Society for Testing and Materials, 73-76, 1996
- (9) Cadman, R., Macnab, A.J.: Age and Gender: Two Epidemiological Factors in Skiing and Snowboarding Injury, Skiing Trauma and Safety: Tenth Volume, ASTM STP 1266, American Society for Testing and Materials, 58-65, 1996

- (10) Carr, D., Johnson, R.J., Pope, M.H.: Upper extremity injuries in skiing
Am J Sport Med, 9 (1981), 378-383
- (11) DeHaven, K.E., Linter, D.M.: Athletic injuries: Comparison by age, sport, and gender
Am J Sport Med, 14 (1986), 218-224
- (12) 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., 80 (1998), 25-31
- (13) Dingerkus, M.L., Mang, A.: Verletzungen und Überlastungen beim Carving
Sportorthop Sporttraumatol, 17 (2001), 213-218
- (14) Ekeland, A., Holtmoen, A., Lystad, H.: Lower extremity equipment-related injuries in alpine recreational skiers
Am J Sport Med, 21 (1993), 201-205
- (15) Ekeland, A., Nordsletten, L., Lystad, H., Holtmoen, A.: Alpine skiing injuries in children, Skiing Trauma and Safety: Ninth Volume, ASTM STP 1182, American Society for Testing and Materials, 43-49, 1993
- (16) Ekeland A., Thoresen B.O.: Isolated rupture of the anterior cruciate ligament by knee hyperflexion, Skiing Trauma and Safety: 6th Volume, ASTM STP 938, American Society for Testing and Materials, 61-67, 1987
- (17) Ellman, B., Holmes, E.M., III, Jordan, J., McCarthy, P.: Cruciate ligament injuries in female alpine ski racers, Skiing Trauma and Safety: 7th Volume, ASTM STP 1022, American Society for Testing and Materials, 105-111, 1989
- (18) Ettlinger, C.F., Johnson, R.J., Shealy, J.E.: A method to help to reduce the risk of serious knee sprains incurred alpine skiing
Am J Sport Med, 23 (1995), 531-537
- (19) Ettlinger, C.F., Johnson, R.J., Shealy, J.E.: Where do we go from here? Skiing Trauma and Safety: 14th Volume, ASTM STP 1440, American Society for Testing and Materials, 53-63, 2003

- (20) Ferretti, A., Papandrea, P., Conteduca F., Mariani, P.P.: Knee ligament injuries in volleyball players
Am J Sport Med, 20 (1992), 203-207
- (21) Figueras, J.M., Escalas, F., Vidal, A., Morgenstern, R., Bulo, J.M., Merino, J.A., Espadaler-Gamisans, J.M. : The anterior cruciate ligament injury in skiers, Skiing Trauma and Safety: 6th Volume, ASTM STP 938, American Society for Testing and Materials, 55-60, 1987
- (22) Fischler L., Röthlisberger M.: Ski- und Snowboardunfälle im Vergleich, Ein aktueller Überblick aus dem Skigebiet von Arosa (Schweiz) (1988/89 bis 1994/95)
Schweiz. Rundschau Med. (PRAXIS), 85 (1996), 777-782
- (23) Gläser H.: Skisport und Skiunfälle. Zahlen und Trends der Saison 1993/1994. ARAG-ASU Düsseldorf, 1995
- (24) Gläser H.: Skisport und Skiunfälle. Zahlen und Trends der Saison 1999/2000. ARAG-ASU Düsseldorf, 2001
- (25) Gläser H.: Skisport und Skiunfälle. Zahlen und Trends der Saison 2000/2001. ARAG-ASU Düsseldorf, 2002
- (26) Gläser H.: Alpine Skiunfälle. Zahlen und Trends der Saison 2001/2002. ARAG-ASU Düsseldorf, 2003
- (27) Gray, J., Taunton, J.E., McKenzie, D.C., Clement D.B., McConkey, J.P., Davidson, R.G.: A survey of injuries to the anterior cruciate ligament of the knee in female basketball players
Int J Sports Med, 6 (1985), 314-316
- (28) 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, ASTM STP 1266, American Society for Testing and Materials, S.36-44, 1996
- (29) Greenwald, R.M., Swanson, S.C., McDonald, T.R.: A comparison of the effect of ski sidecut on three-dimensional knee joint kinematics during a ski run
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 129-133

- (30) Greenwald, R.M., Toelcke, T.: Gender differences in alpine skiing injuries: A profile of the knee-injured skier, *Skiing Trauma and Safety: 11th Volume, ASTM STP 1289, American Society for Testing and Materials*, 111-121, 1997
- (31) Gschwend, N., Frey, W.O.: Sportmedizin und Rehabilitation *Orthopäde*, 26 (1997), 915
- (32) Heim, D.: Tendenzen im Verletzungsmuster des alpinen Wintersports *Schweiz. Rundschau Med. (PRAXIS)*, 86 (1997), 1931-1933
- (33) Hewett, T.E., Myer, G.D., Ford, K.R.: Prevention of anterior cruciate ligament injuries *Current Women's health Reports*, 1 (2001), 218-224
- (34) Hintermeister, R.A.: What do we know about super-sidecut skis? *Sportverl Sportschad*, 11 (1997), 137-139
- (35) Hörterer, H.: Das Kreuz mit dem Band, *Ski 2/99* (1999), 72-73
- (36) Hunter, R.E.: Skiing injuries *Am J Sport Med*, 27 (1999), 381-389
- (37) Huston, L.J., Wojtys, E.M.: Neuromuscular performance characteristics in elite female athletes *Am J Sport Med*, 24 (1996), 427-436
- (38) Jendrusch, G., Henke, T., Gläser, H.: Entwicklungen im Skiunfallgeschehen im Zeitraum von 1997 bis 2002. In: *Alpine Skiunfälle: Zahlen und Trends 2001/02, ASU-Ski, ARAG, SIS (Hrsg.)*, 2003
- (39) Johnson, R.J.: The anterior cruciate: A dilemma in sports medicine *J Sports Med*, 3 (1982), 71-79
- (40) Johnson, R.J.: Skiing and snowboarding injuries. When schussing is a pain *Postgrad Med*, 88 (1990), 36-51
- (41) Johnson, R.J., Natri, A., Ettlinger, C.F., Shealy, J.E.: Three-year study of Carving-Skis, In: *Science and Skiing II: Tagungsband, Universität Salzburg, 2nd International Congress on Science and Skiing, Müller, E.,*

Schwameder, H., Raschner, C., Lindinger, S., Kornexl, E. (Hrsg.),
Verlag Dr. Kovac, Hamburg, 2001, Schriftenreihe zur Sportwissenschaft
Band 26

- (42) Johnson, R.J., Ettliger, C.F., Shealy, J.E.: Skier injury trends, Skiing Trauma and Safety: 7th Volume, ASTM STP 1022, American Society for Testing and Materials, 25-31, 1989
- (43) Johnson, R.J., Ettliger, C.F., Shealy, J.E.: Skier injury trends – 1972 to 1994, Skiing Trauma and Safety: 11th Volume, ASTM STP 1289, American Society for Testing and Materials, 37-48, 1997
- (44) Johnson, R.J., Ettliger, C.F., Shealy, J.E., Meader, C.: Impact of super sidecut skis on the epidemiology of skiing injuries
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 150-152
- (45) Johnson, R.J., Ettliger, C.F., Shealy, J.E.: Update on injury trends in alpine skiing, Skiing Trauma and Safety: 13th Volume, ASTM STP 1397, American Society for Testing and Materials, 108-118, 2000
- (46) Kaiser, F.: Carven im Vergleich zur Skitechnik des sportlichen Skiläufers (Rennläufers) und des Freizeit- bzw. „Komfort-Skiläufers“
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 126-128
- (47) Kober, E., Held, H.J.: Carving erweitert das Skifahren
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 122-123
- (48) Kuchler, W.: Skirevolution Carving – Die neue Lust am Skifahren,
Verlagsagentur CAPsys, Werne, 1997
- (49) Kuriyama, S., Fujimaki, E.: Current trends in ski injuries and their relationship to recent changes in ski equipment, Skiing Trauma and Safety: 6th Volume, ASTM STP 938, American Society for Testing and Materials, 263-270, 1987
- (50) Lamont, M.K.: Ski injury statistics – What changes?, Skiing Trauma and Safety: 8th Volume, ASTM STP 1104, American Society for Testing and Materials, 158-163, 1991

- (51) Lamont, M.K.: New Zealand ski injury statistics – 1989 and 1990 ski seasons, *Skiing Trauma and Safety: 9th Volume*, ASTM STP 1182, American Society for Testing and Materials, 33-42, 1993
- (52) Laporte, J.-D., Binet, M.-H., Constans, D. : Evolution of ACL Ruptures in French Ski Resorts 1992-1999, *Skiing Trauma and Safety: 13th Volume*, ASTM STP 1397, American Society for Testing and Materials, 95-107, 2000
- (53) Laporte, J.-D., Binet, M.-H., Constans, D. : Femur fractures in French Winter Sports Resorts, *Skiing Trauma and Safety: 12th Volume*, ASTM STP 1345, American Society for Testing and Materials, 158-165, 1999
- (54) Lind D., Sanders S.T.: *The Physics of Skiing – Skiing at the triple point*, Springer-Verlag, New York, 205, 1996
- (55) Lund-Hanssen, H., Gannon, J., Engebretsen, L., Holen, K.J., Anda, S., Vatten, L.: Intercondylar notch width and the risk for anterior cruciate ligament rupture. A case-control study in 46 female handball players. *Acta Orthop Scand*, 65 (1994), 529-532
- (56) Lystad, H.: Collision injuries in Alpine Skiing, *Skiing Trauma and Safety: 7th Volume*, ASTM STP 1022, American Society for Testing and Materials, 69-74, 1989
- (57) Malone, T.R., Hardaker, W.T., Garrett, W.E., Feagin, J.A., Bassett, F.H.: Relationship of gender to anterior cruciate ligament injuries in intercollegiate basketball players
J South Orthop Assoc, 2 (1993), 36-39, 1993
- (58) McConkey, J.P.: Anterior cruciate ligament rupture in skiing – A new mechanism of injury
Am J Sport Med, 14 (1986), 160-164
- (59) Merkur, A., Whelan, K.M., Kuah, D., Choo, P.: The effect of ski shape on injury occurrence in downhill skiing, *Skiing Trauma and Safety: 14th Volume*, ASTM STP 1440, American Society for Testing and Materials, 129-139, 2003

- (60) Mössner, M., Nachbauer, W., Schindelwig, K.: Einfluss der Skitailierung auf Schwungradius und Belastung
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 140-145
- (61) Röhrli, S., Hauser, W., Schaff, P., Rosemeyer, B.: Verletzungsmuster beim Skifahren weltweit. Können die derzeitigen Einstellrichtlinien die Verletzungen auch in Zukunft reduzieren?
Sportverl Sportschad, 8 (1994), 73-82
- (62) Sachs, L.: Angewandte Statistik, Anwendung statistischer Methoden, Springer-Verlag, Berlin-Heidelberg-New York, 2002, 10.Auflage
- (63) Schaff, P., Hauser, W.: Skischuh versus Kniegelenk – ein sportmedizinisches, orthopädisches und biomechanisches Problem
Sportverl Sportschad, 3 (1989), 149-161
- (64) Schaff, P., Hauser, W.: Skischuh versus Kniegelenk – Teil 3: Die Risikosituation im Rückwärtsfall
Sportverl Sportschad, 4 (1990), 151-162
- (65) Scherer, M.A., Ascherl, R., Lechner, F.: Zur Aussagekraft epidemiologischer Studien über Verletzungen beim Skisport
Sportverl Sportschad, 6 (1992), 150-155
- (66) Schneider, K.-P.: Sicherheitstechnische Aspekte der Carving-Ausrüstung
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 146-147
- (67) Schneider, M., Schwarzbach, S.: Ski Test, *Ski* 10/99 (1999), 14-56
- (68) Schneider, M., Schwarzbach, S.: Ski Test, *Ski* 10/00 (2000), 38-69
- (69) Schneider, M., Schwarzbach, S.: Ski-Test 2002, *Aktiv* 10/01 (2001), 22-66
- (70) Schneider M., Schwarzbach S.: Großer Ski Test 2002/2003, *Aktiv* 10/02 (2002), 24-64
- (71) Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung (bfu), bfu-Statistik Schneesportunfälle 2001/02, Bern 2002

- (72) Senner, V.: Sicherheitsaspekte beim Carving. In: Alpine Skiunfälle: Zahlen und Trends 1999/2000, ASU-Ski, ARAG, SIS (Hrsg.), 2001
- (73) Senner, V., Schaff, P.: Carving – die neue Dimension des Skifahrens aus der Sicht von Experten
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 117
- (74) Senner, V., Schaff, P., Bubb, H., Ehrlenspiel, K.: Der Rückwärtsfall im alpinen Skilauf
Sportverl Sportschad, 9 (1995), 109-117
- (75) Shealy, J.E.: Comparison of downhill ski injury patterns – 1978-81 vs. 1988-90, Skiing Trauma and Safety: 9th Volume, ASTM STP 1182, American Society for Testing and Materials, 23-32, 1993
- (76) Shealy, J.E., Ettlinger, C.F.: Gender-related injury patterns in skiing, Skiing Trauma and Safety: 10th Volume, ASTM STP 1266, American Society for Testing and Materials, 73-76, 1996
- (77) Shealy, J.E., Ettlinger, C.F., Johnson, R.J.: What do we know about ski injury research that relates binding function to knee and lower leg injuries? Skiing Trauma and Safety: 14th Volume, ASTM STP 1440, American Society for Testing and Materials, 36-53, 2003
- (78) Shealy, J.E., Johnson, R.J., Ettlinger, C.F.: Femur and Tibial Plateau Fractures in Alpine Skiing, Skiing Trauma and Safety: 14th Volume, ASTM STP 1440, American Society for Testing and Materials, 140-148, 2003
- (79) Shealy, J.E., Thomas, T.: Death in downhill skiing from 1976 through 1992 – A retrospective view, Skiing Trauma and Safety: 10th Volume, ASTM STP 1266, American Society for Testing and Materials, 58-65, 1996
- (80) Shorter, N.A., Jensen, P.E., Harmon, B.J., Mooney, D.P.: Skiing injuries in children and adolescents
Journal of Trauma: Injury, Infection and Critical Care, 40 (1996), 997-1001

- (81) Soltmann, J.: Verletzungen im alpinen Skisport unter Berücksichtigung der Entwicklung in der Skitechnologie, Erste Erhebung 1998-2000: Dissertation an der Fakultät für Medizin der Technischen Universität München, (Dissertationsverfahren eingeleitet 2004)
- (82) Spitzenpfeil, P., Mester, J.: Carving und Fahrtechnik – Aspekte der biologischen Regulation
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 134-136
- (83) Steinbrück, K.: Epidemiologie von Sportverletzungen – 25-Jahres-Analyse einer sportorthopädisch-traumatologischen Ambulanz
Sportverl Sportschad, 13 (1999), 38-52
- (84) Stevenson, H., Webster, J., Johnson, R., Beynon, B.: Gender differences and knee injury epidemiology amongst competitive alpine ski racers in Vermont
Iowa Orthop J, 18 (1998), 64-66
- (85) Traina, S.M., Bromberg, D.F.: ACL injury patterns in women
Orthopedics, 20, 545-549, 1997
- (86) Viola, R.W., Steadman, J.R., Mair, S.D., Briggs, K.K., Sterett, W.I.: Anterior cruciate ligament injury among male and female professional alpine skiers
Am J Sports Med, 27 (1999), 792-795
- (87) Vogel, W.: Carving
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 124-125
- (88) Warme, 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, 23 (1995), 597-600
- (89) Wilkening, F., Wilkening, K.: Versuchsplanung, VERS/0 bis VERS/10. In: Kugemann, W.F. und Toman, W. (Hrsg.): Studienmaterialien FIM-Psychologie, Erlangen/Tübingen: DIFF/Universität Erlangen-Nürnberg, Version D/März 1988

- (90) Wölfel, R., Köhne, G., Schaller, C., Gerland, S., Walter, M.: Gefahren beim Carvingskifahren
Sportverl Sportschad, 17 (2003), 132-136
- (91) Wörndle, W.: Carving – ein neuer Skitrend. Auswirkungen auf Fahrtechnik und Pistensicherheit
Sportverl Sportschad, 11 (1997), 118-121
- (92) Yamagish, T., Fujii, K., Kato, S., Tsukawaki, M., Ozawa, T.: Analysis of carving and conventional ski measured pressured distributions during carving turns, *Skiing Trauma and Safety: 14th Volume, ASTM STP 1440*, American Society for Testing and Materials, 3-9, 2003
- (93) Zink, R.A., Gläser, H.: Incidence, morbidity, and mortality of torso trauma from skiing, *Skiing Trauma and Safety: 6th Volume, ASTM STP 938*, American Society for Testing and Materials, 288-296, 1987

7 Anhang

7.1 Tabellen

	Verletztengruppe	Kontrollgruppe	FdS-Mitglieder
Durchschnittsalter	46,93 Jahre	37,01 Jahre	-
0-10 Jahre	-	-	5,57%
11-20 Jahre	90 / 7,5%	234 / 12,8%	10,89%
21-30 Jahre	109 / 9,1%	387 / 21,2%	13,4%
31-40 Jahre	218 / 18,1%	521 / 28,5%	22,93%
41-50 Jahre	219 / 18,2%	362 / 19,8%	21,2%
51-60 Jahre	279 / 23,2%	218 / 11,9%	16,84%
Über 60 Jahre	287 / 23,9%	103 / 5,6%	9,16%
Skifahrer pro Stichprobe	1202	1825	Ca. 400.000

Tabelle 22: Altersvergleich zwischen Verletztengruppe, Kontrollgruppe (Pistenbefragung) und den FdS-Mitgliedern in 10-Jahresschritten

Fahrttyp	Verletztengruppe	Kontrollgruppe
1	131 (10,9%)	194 (10,6%)
2	668 (55,5%)	937 (51,3%)
3	405 (33,6%)	694 (38,0%)
Skifahrer pro Stichprobe	1204 (100%)	1825 (100%)

Tabelle 23: Vergleich zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung) nach Einteilung in Fahrttypen

Altersklasse	Verletztengruppe		Kontrollgruppe	
	weiblich	männlich	weiblich	männlich
unter 10 Jahre	8 (47,1%)	9 (52,9%)	nicht erhoben	
10 –20 Jahre	32 (36,4%)	56 (63,6%)	90 (38,5%)	144 (61,5%)
21-30 Jahre	41 (37,6%)	68 (62,4%)	165 (42,6%)	222 (57,4%)
31-40 Jahre	77 (35,3%)	141 (64,7%)	231 (44,3%)	290 (55,7%)
41-50 Jahre	97 (44,3%)	122 (55,7%)	140 (38,7%)	222 (61,3%)
51-60 Jahre	137 (49,8%)	138 (50,2%)	67 (30,7%)	151 (69,3%)
über 60 Jahre	113 (39,8%)	171 (60,2%)	14 (13,6%)	89 (86,4%)
Gesamt	505 (41,7%)	705 (58,3%)	707 (38,7%)	1118 (61,3%)

Tabelle 24: Geschlechtsverteilung innerhalb der verschiedenen Altersgruppen in 10-Jahresschritten für 1210 verletzte Skifahrer und 1825 Skifahrer der Pistenbefragung

Fahrtyp	Verletztengruppe		Kontrollgruppe	
	weiblich	männlich	weiblich	männlich
1	88 (17,6%)	42 (6,0%)	94 (13,3%)	100 (8,9%)
2	310 (62,1%)	353 (50,6%)	414 (58,6%)	523 (46,8%)
3	101 (20,2%)	303 (43,4%)	199 (28,1%)	495 (44,3%)
Gesamt	499 (100%)	698 (100%)	694 (100%)	1118 (100%)

Tabelle 25: Geschlechtsabhängige Einteilung in Fahrtypen nach DIN ISO-Norm 8061 (2003) innerhalb von Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung)

Altersklasse	Fahrtyp			Gesamt (100%)
	1	2	3	
unter 10 J.	7 (43,8%)	4 (25,0%)	5 (31,3%)	16
10 –20 J.	1 (1,2%)	28 (32,6%)	57 (66,3%)	86
21 –30 J.	4 (3,7%)	28 (26,2%)	75 (70,1%)	107
31 –40 J.	6 (2,8%)	101 (47,0%)	108 (50,2%)	215
41 –50 J.	21 (9,9%)	126 (59,2%)	66 (31,0%)	213
51 –60 J.	37 (14,0%)	176 (66,4%)	52 (19,6%)	265
über 60 J.	51 (18,8%)	192 (70,8%)	28 (10,3%)	271
Gesamt	127 (10,8%)	655 (55,8%)	391 (33,3%)	1173

Tabelle 26: Altersabhängige Einteilung nach Fahrtyp unter 1173 Skifahrern der Verletztengruppe; in Klammern der jeweilige prozentuale Anteil innerhalb der Altersklasse

Altersklasse	Fahrtyp			Gesamt
	1	2	3	
10 –20 J.	26 (11,1%)	110 (47,0%)	98 (41,9%)	234 (100%)
21 –30 J.	65 (16,8%)	171 (44,2%)	151 (39,0%)	387 (100%)
31 –40 J.	61 (11,7%)	260 (49,9%)	200 (38,4%)	521 (100%)
41 –50 J.	25 (6,9%)	207 (57,2%)	130 (35,9%)	362 (100%)
51 –60 J.	12 (5,5%)	129 (59,2%)	77 (35,3%)	218 (100%)
über 60 J.	5 (4,9%)	60 (58,3%)	38 (36,9%)	103 (100%)
Gesamt	194 (10,6%)	937 (51,3%)	694 (38,0%)	1825 (100%)

Tabelle 27: Altersabhängige Einteilung nach Fahrtyp unter 1825 Skifahrern der Kontrollgruppe (Pistenbefragung)

Stichprobe	Schwungradradius				Gesamt
	unter 14 m	14-20 m	20-26 m	über 26 m	
Verletzten- gruppe	41 (9,6%)	186 (43,8%)	155 (36,5%)	43 (10,1%)	425 (100%)
Kontroll- gruppe	64 (6,2%)	533 (51,7%)	374 (36,3%)	60 (5,8%)	1031 (100%)

Tabelle 28: Vergleich nach Radiusgruppen (Carvingski) zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe

Verletzungslok./Diagnose	AK 1	AK 2	AK 3	AK 4	Chi ²	M-W
	Zahl/%	Zahl/%	Zahl/%	Zahl/%	p	P
Hals-/Kopfverletzung (V1)	13 / 30,2	7 / 6,2	33 / 9,3	24 / 12,4	0,000	0,391
ossäre Hals-/Kopfverletzung	2 / 4,7	0	3 / 0,8	5 / 2,6	-	0,406
Rumpfverletzung (V2)	1 / 2,3	11 / 9,7	41 / 11,5	42 / 21,8	0,000	0,000(a)
ossäre Rumpfverletzung	0	7 / 6,2	16 / 4,5	26 / 13,5	0,000	0,001(a)
BWS/LWS-Fraktur	0	4 / 3,5	7 / 2,0	6 / 3,1	-	0,762
Rippenfraktur	0	3 / 2,7	11 / 3,1	22 / 11,4	0,000	0,000(a)
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	4 / 9,3	20 / 17,7	89 / 25,0	58 / 30,1	0,009	0,000(a)
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	4 / 9,3	8 / 7,1	30 / 8,4	30 / 15,5	0,037	0,017(a)
Claviculafraktur	2 / 4,7	4 / 3,5	3 / 0,8	7 / 3,6	-	0,933
Humerusfraktur	2 / 4,7	3 / 2,7	24 / 6,7	18 / 9,3	0,145	0,031(a)
Schulterluxation	0	10 / 8,8	30 / 8,4	11 / 5,7	0,156	0,896
AC-Gelenkluxation/Tossy	0	1 / 0,9	13 / 3,7	1 / 0,5	-	0,465
Verletzung der Rotatorenm.	0	1 / 0,9	8 / 2,2	9 / 4,7	-	0,013(a)
Unterarm-/Handverletzung (V4)	5 / 11,6	12 / 10,6	36 / 10,1	16 / 8,3	0,853	0,138
ossäre Unterarm-/Handverl.	3 / 7,0	5 / 4,4	12 / 3,4	9 / 4,7	-	0,397
Unterarm-/Handgelenkfraktur	1 / 2,3	3 / 2,7	8 / 2,2	6 / 3,1	-	0,764
Mittelhand-/Phalangealfraktur	2 / 4,7	2 / 1,8	4 / 1,1	3 / 1,6	-	0,329
Skidaumen	0	3 / 2,7	15 / 4,2	5 / 2,6	-	0,742
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	4 / 9,3	4 / 3,5	19 / 5,3	17 / 8,8	0,190	0,032(a)
ossäre Becken/Oberschenkelv.	2 / 4,7	2 / 1,8	9 / 2,5	9 / 4,7	-	0,079
Beckenverletzung	02.04.07	2 / 1,8	8 / 2,2	9 / 4,7	-	0,204
Oberschenkelverletzung	2 / 4,7	2 / 1,8	11 / 3,1	8 / 4,1	-	0,088
Beckenfraktur	1 / 2,3	0	2 / 0,6	4 / 2,1	-	-
Femurfraktur	1 / 2,3	2 / 1,8	7 / 2,0	5 / 2,6	-	0,251
Knieverletzung (V6)	8 / 18,6	54 / 47,8	118 / 33,1	34 / 17,6	0,000	0,000(j)
ossäre Knieverletzung	2 / 4,7	3 / 2,7	23 / 6,5	6 / 3,1	0,214	0,877
Seitenbandverletzung	1 / 2,3	16 / 14,2	47 / 13,2	9 / 4,7	0,002	0,113
Innenbandverletzung	0	14 / 12,4	45 / 12,6	7 / 3,6	0,001	0,147
Außenbandverletzung	0	1 / 0,9	0	1 / 0,5	-	-
Kreuzbandverletzung	1 / 2,3	38 / 33,6	76 / 21,3	12 / 6,2	0,000	0,000(j)
Knorpel-/Meniskusverletzung	0	16 / 14,2	47 / 13,2	10 / 5,2	0,002	0,042(j)
Knee sprain 1+2	5 / 11,6	8 / 7,1	15 / 4,2	8 / 4,1	0,131	0,222
Knee sprain 3	0	38 / 33,6	79 / 22,2	15 / 7,8	0,000	0,000(j)
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	9 / 20,9	8 / 7,1	63 / 17,7	24 / 12,4	0,020	0,542
ossäre Unterschenkel-/Fußverl.	8 / 18,6	6 / 5,3	44 / 12,4	13 / 6,7	0,013	0,726
Tibiakopfverletzung	1 / 2,3	1 / 0,9	20 / 5,6	4 / 2,1	-	0,462
Verletzung der oberen Extr.	9 / 20,0	30 / 26,5	121 / 34,0	71 / 36,8	0,095	0,024(a)
Verletzung der unteren Extr.	20 / 46,5	63 / 55,8	185 / 52,0	68 / 35,2	0,001	0,006(j)
Personen pro Altersklasse	43	113	356	193		

Tabelle 29: Lokalisation der Verletzungen und relevanten Diagnosen unter männlichen Skifahrern, getrennt nach Altersklassen (AK1-AK4)

Verletzungslok./Diagnose	AK 1	AK 2	AK 3	AK 4	Chi ²	M-W
	Zahl/%	Zahl/%	Zahl/%	Zahl/%	p	P
Hals-/Kopfverletzung (V1)	0	13 / 22,0	16 / 6,5	23 / 12,4	0,002	0,630
ossäre Hals-/Kopfverletzung	0	0	1 / 0,4	6 / 3,2	-	-
Rumpfverletzung (V2)	1 / 8,3	6 / 10,2	12 / 4,8	10 / 5,4	-	0,205
ossäre Rumpfverletzung	0	0	5 / 2,0	6 / 3,2	-	0,348
BWS/LWS-Fraktur	0	0	4 / 1,6	0	-	-
Rippenfraktur	0	0	2 / 0,8	6 / 3,2	-	-
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	1 / 8,3	3 / 5,1	29 / 11,7	38 / 20,4	0,009	0,002(a)
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	0	1 / 1,7	11 / 4,4	19 / 10,2	-	0,021(a)
Claviculafraktur	0	1 / 1,7	2 / 0,8	6 / 3,2	-	-
Humerusfraktur	0	0	9 / 3,6	11 / 5,9	-	0,060
Schulterluxation	0	0	7 / 2,8	9 / 4,8	-	0,028(a)
AC-Gelenkluxation/Tossy	0	0	3 / 1,2	2 / 1,1	-	-
Verletzung der Rotatorenm.	0	1 / 1,7	5 / 2,0	2 / 1,1	-	-
Unterarm-/Handverletzung (V4)	2 / 16,7	9 / 15,3	17 / 6,9	20 / 10,8	0,148	0,355
ossäre Unterarm-/Handverl.	1 / 8,3	4 / 6,8	4 / 1,6	10 / 5,4	-	0,976
Unterarm-/Handgelenkfraktur	0	2 / 3,4	2 / 0,8	5 / 2,7	-	-
Mittelhand-/Phalangealfaktur	1 / 8,3	2 / 3,4	2 / 0,8	5 / 2,7	-	-
Skidaumen	0	1 / 1,7	9 / 3,6	4 / 2,2	-	0,826
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	3 / 25,0	1 / 1,7	10 / 4,0	31 / 16,7	0,000	0,000(a)
ossäre Becken/Oberschenkelv.	2 / 16,7	0	4 / 1,6	21 / 11,3	-	0,000(a)
Beckenverletzung	2 / 16,7	0	5 / 2,0	16 / 8,6	-	0,002(a)
Oberschenkelverletzung	1 / 8,3	1 / 1,7	5 / 2,0	17 / 9,1	-	0,001(a)
Beckenfraktur	0	0	1 / 0,4	9 / 4,8	-	-
Femurfraktur	1 / 8,3	0	3 / 1,2	13 / 7,0	-	0,004(a)
Knieverletzung (V6)	3 / 25,0	27 / 45,8	142 / 57,3	62 / 33,3	0,000	0,017(j)
ossäre Knieverletzung	1 / 8,3	2 / 3,4	15 / 6,0	13 / 7,0	-	0,420
Seitenbandverletzung	1 / 8,3	9 / 15,3	64 / 25,8	22 / 11,8	0,002	0,079
Innenbandverletzung	1 / 8,3	9 / 15,3	57 / 23,0	21 / 11,3	0,011	0,125
Außenbandverletzung	0	0	5 / 2,0	0	-	-
Kreuzbandverletzung	1 / 8,3	19 / 32,2	91 / 36,7	37 / 19,9	0,001	0,009(j)
Knorpel-/Meniskusverletzung	1 / 8,3	7 / 11,9	42 / 16,9	16 / 8,6	0,077	0,288
Knee sprain 1+2	0	4 / 6,8	27 / 10,9	11 / 5,9	-	0,744
Knee sprain 3	1 / 8,3	19 / 32,2	96 / 38,7	41 / 22,0	0,001	0,030(j)
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	3 / 25,0	6 / 10,2	40 / 16,1	30 / 16,1	0,529	0,758
ossäre Unterschenkel-/Fußverl.	3 / 25,0	4 / 6,8	36 / 14,5	24 / 12,9	0,267	0,922
Tibiakopfverletzung	0	2 / 3,4	9 / 3,6	12 / 6,5	-	0,101
Verletzung der oberen Extr.	3 / 25,0	12 / 20,3	46 / 18,5	55 / 29,6	0,056	0,106
Verletzung der unteren Extr.	8 / 66,7	33 / 55,9	180 / 72,6	104 / 55,9	0,002	0,173
Personen pro Altersklasse	12	49	248	186		

Tabelle 30: Lokalisation der Verletzungen und relevante Diagnosen unter weiblichen Skifahrern, getrennt nach Altersklassen (AK1-AK4)

Verletzungslok./Diagnose	Fahrtyp			Chi ² p
	1 Anzahl/%	2 Anzahl/%	3 Anzahl/%	
Hals-/Kopfverletzung (V1)	4 / 9,5	38 / 10,8	36 / 11,9	0,849
ossäre Hals-/Kopfverletzung	0	6 / 1,7	3 / 1,0	-
Rumpfverletzung (V2)	6 / 14,3	46 / 13,0	42 / 13,9	0,941
ossäre Rumpfverletzung	2 / 4,8	25 / 7,1	21 / 6,9	0,853
BWS/LWS-Fraktur	0	9 / 2,5	8 / 2,6	0,571
Rippenfraktur	2 / 4,8	17 / 4,8	16 / 15,3	0,961
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	11 / 26,2	89 / 25,2	67 / 22,1	0,610
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	3 / 7,1	39 / 11,0	27 / 8,9	0,545
Claviculafraktur	1 / 2,4	6 / 1,7	8 / 2,6	0,706
Humerusfraktur	2 / 4,8	27 / 7,6	16 / 5,3	0,422
Schulterluxation	1 / 2,4	27 / 7,6	21 / 6,9	0,449
AC-Gelenkluxation/Tossy	1 / 2,4	9 / 2,5	5 / 1,7	0,727
Verletzung der Rotatorenm.	1 / 2,4	8 / 2,3	9 / 3,0	0,848
Unterarm-/Handverletzung (V4)	2 / 4,8	34 / 9,6	30 / 9,9	0,559
ossäre Unterarm-/Handverl.	0	16 / 4,5	11 / 3,6	0,340
Unterarm-/Handgelenkfraktur	0	9 / 2,5	8 / 2,6	0,571
Mittelhand-/Phalangealfraktur	0	7 / 2,0	3 / 1,0	-
Skidaumen	2 / 4,8	13 / 3,7	7 / 2,3	0,500
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	1 / 2,4	22 / 6,2	13 / 4,3	0,375
ossäre Becken/Oberschenkelv.	1 / 2,4	12 / 3,4	4 / 1,3	0,227
Beckenverletzung	0	12 / 3,4	6 / 2,0	0,288
Oberschenkelverletzung	1 / 2,4	10 / 2,8	7 / 2,3	0,912
Beckenfraktur	0	5 / 1,4	1 / 0,3	-
Femurfraktur	1 / 2,4	7 / 2,0	3 / 1,0	-
Knieverletzung (V6)	16 / 38,1	93 / 26,3	109 / 36,0	0,018
ossäre Knieverletzung	5 / 11,9	14 / 4,0	16 / 5,3	0,080
Seitenbandverletzung	3 / 7,1	37 / 10,5	38 / 12,5	0,490
Innenbandverletzung	3 / 7,1	34 / 35,4	33 / 10,9	0,705
Außenbandverletzung	0	1 / 0,3	1 / 0,3	-
Kreuzbandverletzung	5 / 11,9	54 / 15,3	71 / 23,4	0,015
Knorpel-/Meniskusverletzung	2 / 4,8	32 / 9,1	40 / 13,2	0,103
Knee sprain 1+2	5 / 11,9	19 / 5,4	13 / 4,3	0,118
Knee sprain 3	6 / 14,3	55 / 15,6	75 / 24,8	0,009
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	8 / 19,0	56 / 15,9	42 / 13,9	0,599
ossäre Unterschenkel-Fußverl.	6 / 14,3	41 / 11,6	27 / 8,9	0,387
Tibiakopfverletzung	4 / 9,5	11 / 3,1	11 / 3,6	0,116
Verletzung der oberen Extr.	13 / 31,0	120 / 34,0	92 / 30,4	0,601
Verletzung der unteren Extr.	23 / 54,8	158 / 44,8	153 / 50,5	0,223
Personen pro Fahrtyp	42	353	303	

Tabelle 31:: Verletzungslokalisationen und relevante Diagnosen 698 männlicher Skifahrer, getrennt und ausgewertet nach Fahrtyp

Verletzungslok./Diagnose	Fahrtyp			Chi ²
	1 Anzahl/%	2 Anzahl/%	3 Anzahl/%	p
Hals-/Kopfverletzung (V1)	6 / 6,8	33 / 10,6	13 / 12,9	0,389
ossäre Hals-/Kopfverletzung	1 / 1,1	6 / 1,9	0	-
Rumpfverletzung (V2)	2 / 2,3	18 / 5,8	8 / 7,9	0,236
ossäre Rumpfverletzung	0	9 / 2,9	2 / 2,0	-
BWS/LWS-Fraktur	0	3 / 1,0	1 / 1,0	-
Rippenfraktur	0	7 / 2,3	1 / 1,0	-
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	10 / 11,4	55 / 17,7	12 / 11,9	0,186
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	3 / 3,4	29 / 9,4	3 / 3,0	0,032
Claviculafraktur	2 / 2,3	6 / 1,9	1 / 1,0	-
Humerusfraktur	1 / 1,1	20 / 6,5	2 / 2,0	-
Schulterluxation	1 / 1,1	13 / 4,2	3 / 3,0	-
AC-Gelenksluxation/Tossy	1 / 1,1	4 / 1,3	0	-
Verletzung der Rotatorenm.	0	6 / 1,9	4 / 4,0	-
Unterarm-/Handverletzung (V4)	7 / 8,0	26 / 8,4	12 / 11,9	0,527
ossäre Unterarm-/Handverl.	2 / 2,3	8 / 2,6	6 / 5,9	-
Unterarm-/Handgelenkfraktur	2 / 2,3	4 / 1,3	2 / 2,0	-
Mittelhand-/Phalangealfraktur	0	4 / 1,3	4 / 4,0	-
Skidaumen	1 / 1,1	11 / 3,5	2 / 2,0	-
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	13 / 14,8	29 / 9,4	4 / 4,0	0,037
ossäre Becken/Oberschenkelv.	9 / 10,2	18 / 5,8	1 / 1,0	0,022
Beckenverletzung	6 / 6,8	16 / 5,2	2 / 2,0	-
Oberschenkelverletzung	8 / 9,1	14 / 4,5	2 / 2,0	-
Beckenfraktur	3 / 3,4	8 / 2,6	0	-
Femurfraktur	6 / 6,8	11 / 3,5	0	-
Knieverletzung (V6)	41 / 46,6	140 / 45,2	47 / 46,5	0,955
ossäre Knieverletzung	2 / 2,3	20 / 6,5	6 / 5,9	0,319
Seitenbandverletzung	20 / 22,7	55 / 17,7	19 / 18,8	0,573
Innenbandverletzung	19 / 21,6	50 / 16,1	16 / 15,8	0,455
Außenbandverletzung	1 / 1,1	2 / 0,6	3 / 3,0	-
Kreuzbandverletzung	21 / 23,9	90 / 29,0	34 / 33,7	0,334
Knorpel-/Meniskusverletzung	8 / 9,1	42 / 13,5	16 / 15,8	0,379
Knee sprain 1+2	10 / 11,4	21 / 6,8	8 / 7,9	0,367
Knee sprain 3	28 / 31,8	91 / 29,4	35 / 34,7	0,592
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	15 / 17,0	47 / 15,2	13 / 12,9	0,722
ossäre Unterschenkel-/Fußverl.	10 / 11,4	42 / 13,5	11 / 10,9	0,725
Tibiakopfverletzung	2 / 2,3	15 / 4,8	3 / 3,0	-
Verletzung der oberen Extr.	16 / 18,2	79 / 25,5	24 / 23,8	0,366
Verletzung der unteren Extr.	65 / 73,9	191 / 61,6	61 / 60,4	0,083
Personen pro Fahrtyp	131	668	405	

Tabelle 32: Verletzungslokalisationen und relevante Diagnosen 499 weiblicher Skifahrer, getrennt und ausgewertet nach Fahrtyp

Männer (n=724)	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carving-Ski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	56	11,0	23	10,6	0,860	1,047
ossäre Hals-/Kopfverletzung	6	1,2	4	1,8	0,497(F)	0,638
Rumpferletzung (V2)	68	13,4	29	13,4	0,986	1,004
ossäre Rumpferletzung	38	7,5	12	5,5	0,339	1,385
BWS/LWS-Fraktur	12	2,4	5	2,3	0,959	1,028
Rippenfraktur	29	5,7	8	3,7	0,255	1,585
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	122	24,1	50	23,0	0,767	1,058
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	50	9,9	22	10,1	0,909	0,970
Claviculafraktur	15	3,0	1	0,5	0,049(F)	6,579
Humerusfraktur	30	5,9	17	7,8	0,338	0,740
Schulterluxation	39	7,7	12	5,5	0,298	1,425
AC-Gelenksluxation/Tossy	12	2,4	3	1,4	0,571(F)	1,730
Verletzung der Rotatoren m.	13	2,6	5	2,3	0,837	1,116
Unterarm-/Handverletzung (V4)	45	8,9	24	11,1	0,359	0,783
ossäre Unterarm-/Handverl.	18	3,6	11	5,1	0,340	0,689
Unterarm-/Handgelenkfraktur	9	1,8	9	4,1	0,060	0,418
Mittelhand-/Phalangealfraktur	9	1,8	2	0,9	0,520(F)	1,942
Skidaumen	17	3,4	6	2,8	0,679	1,220
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	26	5,1	18	8,3	0,102	0,598
ossäre Becken/Oberschenkelv.	14	2,8	8	3,7	0,506	0,742
Beckenverletzung	13	2,6	8	3,7	0,410	0,687
Oberschenkelverletzung	13	2,6	10	4,6	0,151	0,545
Beckenfraktur	5	1,0	2	0,9	1,000(F)	1,071
Femurfraktur	9	1,8	6	2,8	0,401(F)	0,636
Knieverletzung (V6)	164	32,3	60	27,6	0,210	1,252
ossäre Knieverletzung	20	3,9	16	7,4	0,052	0,516
Seitenbandverletzung	51	10,1	27	12,4	0,343	0,787
Innenbandverletzung	46	9,1	24	11,1	0,407	0,803
Außenbandverletzung	2	0,4	0	0	1,000(F)	-
Kreuzbandverletzung	98	19,3	35	16,1	0,308	1,245
Knorpel-/Meniskusverletzung	55	10,8	21	9,7	0,638	1,135
Knee sprain 1+2	25	4,9	12	5,5	0,737	0,886
Knee sprain 3	104	20,5	35	16,1	0,170	1,342
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	75	14,8	33	15,2	0,886	0,968
ossäre Untersch./Fußverletzung	52	10,3	22	10,1	0,962	1,013
Tibiakopfverletzung	15	3,0	11	5,1	0,162	0,571
Verletzung der oberen Extr.	160	31,6	72	33,2	0,668	0,929
Verletzung der unteren Extr.	246	48,5	103	47,5	0,795	1,043
Personen pro Skityp	507		217			

Tabelle 33: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen 724 männlicher Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus Sicht von Carvingski)

Frauen (n=518)	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carvingski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	36	10,2	16	9,8	0,884	1,047
ossäre Hals-/Kopfverletzung	5	1,4	2	1,2	1,000(F)	1,160
Rumpferletzung (V2)	21	5,9	8	4,9	0,627	1,230
ossäre Rumpferletzung	8	2,3	3	1,8	1,0(F)	1,241
BWS/LWS-Fraktur	3	0,8	1	0,6	1,0(F)	1,393
Rippenfraktur	6	1,7	2	1,2	1,0(F)	1,397
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	50	14,1	27	16,5	0,486	0,835
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	22	6,2	13	7,9	0,470	0,770
Claviculafraktur	7	2,0	2	1,2	0,726(F)	1,634
Humerusfraktur	13	3,7	10	6,1	0,213	0,587
Schulterluxation	10	2,8	7	4,3	0,391	0,652
AC-Gelenksluxation/Tossy	4	1,1	1	0,6	1,0(F)	1,862
Verletzung der Rotatoren m.	7	2,0	3	1,8	1,0(F)	1,082
Unterarm-/Handverletzung (V4)	28	7,9	20	12,2	0,118	0,618
ossäre Unterarm-/Handverl.	12	3,4	7	4,3	0,621	0,787
Unterarm-/Handgelenkfraktur	5	1,4	4	2,4	0,474(F)	0,573
Mittelhand-/Phalangealfraktur	7	2,0	3	1,8	1,0(F)	1,082
Skidaumen	5	1,4	9	5,5	0,016(F)	0,247
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	29	8,2	17	10,4	0,419	0,772
ossäre Becken/Oberschenkelv.	18	5,1	10	6,1	0,635	0,825
Beckenverletzung	16	4,5	8	4,9	0,857	0,923
Oberschenkelverletzung	15	4,2	9	5,5	0,529	0,762
Beckenfraktur	9	2,5	2	1,2	0,515(F)	2,114
Femurfraktur	10	2,8	7	4,3	0,391	0,652
Knieverletzung (V6)	169	47,7	71	43,3	0,345	1,196
ossäre Knieverletzung	23	6,5	8	4,9	0,470	1,355
Seitenbandverletzung	68	19,2	31	18,9	0,934	1,020
Innenbandverletzung	63	17,8	27	16,5	0,710	1,099
Außenbandverletzung	4	1,1	2	1,2	1,0(F)	0,926
Kreuzbandverletzung	110	31,1	41	25,0	0,157	1,353
Knorpel-/Meniskusverletzung	51	14,4	17	10,4	0,205	1,456
Knee sprain 1+2	29	8,2	14	8,5	0,895	0,956
Knee sprain 3	113	31,9	48	29,3	0,544	1,133
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	60	16,9	19	11,6	0,114	1,558
ossäre Untersch./Fußverletzung	52	14,7	15	9,1	0,080	1,709
Tibiakopfverletzung	17	4,8	6	3,7	0,557	1,328
Verletzung der oberen Extr.	75	21,2	47	28,7	0,062	0,669
Verletzung der unteren Extr.	231	65,3	100	61,0	0,346	1,202
Personen pro Skityp	354		164			

Tabelle 34: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen 518 weiblicher Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski)

Kinder und Jugendliche (n=55)	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carvingski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	9	25,0	4	21,1	1,0(F)	1,250
ossäre Hals-/Kopfverletzung	1	2,8	1	5,3	1,0(F)	0,514
Rumpfverletzung (V2)	1	2,8	1	5,3	1,0(F)	0,514
ossäre Rumpfverletzung	-	-	-	-	-	-
BWS/LWS-Fraktur	-	-	-	-	-	-
Rippenfraktur	-	-	-	-	-	-
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	4	11,1	1	5,3	0,649(F)	2,252
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	3	8,3	1	5,3	1,0(F)	1,637
Claviculafraktur	2	5,6	0	0	0,539(F)	-
Humerusfraktur	1	2,8	1	5,3	1,0(F)	0,514
Schulterluxation	-	-	-	-	-	-
AC-Gelenksluxation/Tossy	-	-	-	-	-	-
Verletzung der Rotatoren.	-	-	-	-	-	-
Unterarm-/Handverletzung (V4)	5	13,9	2	10,5	1,0(F)	1,372
ossäre Unterarm-/Handverl.	4	11,1	0	0	0,286(F)	-
Unterarm-/Handgelenkfraktur	3	8,3	0	0	0,544(F)	-
Mittelhand-/Phalangealfraktur	1	2,8	0	0	1,0(F)	-
Skidaumen	-	-	-	-	-	-
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	4	11,1	3	15,8	0,682(F)	0,667
ossäre Becken/Oberschenkelv.	3	8,3	1	5,3	1,0(F)	1,637
Beckenverletzung	2	5,6	2	10,5	0,602(F)	0,500
Oberschenkelverletzung	2	5,6	1	5,3	1,0(F)	1,059
Beckenfraktur	1	2,8	0	0	1,0(F)	-
Femurfraktur	2	5,6	0	0	0,539(F)	-
Knieverletzung (V6)	7	19,4	4	21,1	1,0(F)	0,905
ossäre Knieverletzung	3	8,3	0	0	0,544(F)	-
Seitenbandverletzung	1	2,8	1	5,3	1,0(F)	0,514
Innenbandverletzung	0	0	1	5,3	0,345(F)	-
Außenbandverletzung	-	-	-	-	-	-
Kreuzbandverletzung	1	2,8	1	5,3	1,0(F)	0,514
Knorpel-/Meniskusverletzung	0	0	1	5,3	0,345(F)	-
Knee sprain 1+2	4	11,1	1	5,3	0,649(F)	2,252
Knee sprain 3	1	2,8	0	0	1,0(F)	-
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	7	19,4	5	26,3	0,733(F)	0,676
ossäre Untersch./Fußverletzung	6	16,7	5	26,3	0,485	0,560
Tibiakopfverletzung	1	2,8	0	0	1,0(F)	-
Verletzung der oberen Extr.	9	25,0	3	15,8	0,511(F)	1,776
Verletzung der unteren Extr.	17	47,2	11	57,9	0,452(F)	0,651
Personen pro Skityp	36		19			

Tabelle 35: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen 55 kindlicher und jugendlicher Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski)

Junge Erwachsene (n=172)	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carvingski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	12	9,8	8	16,3	0,225	0,554
ossäre Hals-/Kopfverletzung	-	-	-	-	-	-
Rumpfverletzung (V2)	15	12,2	2	4,1	0,157(F)	3,268
ossäre Rumpfverletzung	6	4,9	1	2,0	0,675(F)	2,463
BWS/LWS-Fraktur	3	2,4	1	2,0	1,0(F)	1,200
Rippenfraktur	3	2,4	0	0	0,559	-
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	18	14,6	5	10,2	0,441	1,508
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	7	5,7	2	4,1	1,0(F)	1,418
Claviculafraktur	5	4,1	0	0	0,323(F)	-
Humerusfraktur	2	1,6	1	2,0	1,0(F)	0,794
Schulterluxation	9	7,3	1	2,0	0,285(F)	3,788
AC-Gelenkluxation/Tossy	1	0,8	0	0	1,0(F)	-
Verletzung der Rotatoren m.	2	1,6	0	0	1,0(F)	-
Unterarm-/Handverletzung (V4)	14	11,4	7	14,3	0,600	0,770
ossäre Unterarm-/Handverl.	6	4,9	3	6,1	0,715(F)	0,786
Unterarm-/Handgelenkfraktur	3	2,4	2	4,1	0,624(F)	0,588
Mittelhand-/Phalangealfraktur	3	2,4	1	2,0	1,0(F)	1,200
Skidaumen	3	2,4	1	2,0	1,0(F)	1,200
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	0	0	5	10,2	0,002(F)	-
ossäre Becken/Oberschenkelv.	0	0	2	4,1	0,08(F)	-
Beckenverletzung	0	0	2	4,1	0,08(F)	-
Oberschenkelverletzung	0	0	3	6,1	0,022(F)	-
Beckenfraktur	-	-	-	-	-	-
Femurfraktur	0	0	2	4,1	0,08(F)	-
Knieverletzung (V6)	59	48,0	22	44,9	0,716	1,131
ossäre Knieverletzung	3	2,4	2	4,1	0,624(F)	0,588
Seitenbandverletzung	17	13,8	8	16,3	0,674	0,822
Innenbandverletzung	16	13,0	7	14,3	0,824	0,897
Außenbandverletzung	1	0,8	0	0	1,0(F)	-
Kreuzbandverletzung	42	34,1	15	30,6	0,657	1,175
Knorpel-/Meniskusverletzung	17	13,8	6	12,2	0,784	1,149
Knee sprain 1+2	9	7,3	3	6,1	1,0(F)	1,211
Knee sprain 3	42	34,1	15	30,6	0,657	1,175
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	11	8,9	3	6,1	0,759	1,506
ossäre Untersch./Fußverletzung	7	5,7	3	6,1	1,0(F)	0,925
Tibiakopfverletzung	2	1,6	1	2,0	1,0(F)	0,794
Verletzung der oberen Extr.	31	25,2	11	22,4	0,704	1,164
Verletzung der unteren Extr.	69	56,1	27	55,1	0,906	1,042
Personen pro Skityp	123		49			

Tabelle 36: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen 172 junger erwachsener Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski)

Ältere Erwachsene (n=604)	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carvingski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	38	8,8	11	6,5	0,355	1,387
ossäre Hals-/Kopfverletzung	3	0,7	1	0,6	1,0(F)	1,176
Rumpfverletzung (V2)	38	8,8	15	8,8	0,979	0,992
ossäre Rumpfverletzung	17	3,9	4	2,4	0,345	1,692
BWS/LWS-Fraktur	8	1,8	3	1,8	1,0(F)	1,004
Rippenfraktur	12	2,8	1	0,6	0,124(F)	4,808
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	80	18,4	38	22,4	0,275	0,785
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	28	6,5	13	7,6	0,599	0,833
Claviculafraktur	5	1,2	0	0	0,329(F)	-
Humerusfraktur	21	4,8	12	7,1	0,280	0,669
Schulterluxation	25	5,8	12	7,1	0,55	0,805
AC-Gelenkluxation/Tossy	13	3,0	3	1,8	0,575(F)	1,718
Verletzung der Rotatoren m.	7	1,6	6	3,5	0,208(F)	0,448
Unterarm-/Handverletzung (V4)	33	7,6	20	11,8	0,104	0,617
ossäre Unterarm-/Handverl.	11	2,5	5	2,9	0,781(F)	0,858
Unterarm-/Handgelenkfraktur	6	1,4	4	2,4	0,479(F)	0,582
Mittelhand-/Phalangealfraktur	5	1,2	1	0,6	1,0(F)	1,969
Skidaumen	14	3,2	10	5,9	0,133	0,533
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	20	4,6	9	5,3	0,723	0,864
ossäre Becken/Oberschenkelv.	9	2,1	4	2,4	0,764(F)	0,879
Beckenverletzung	8	1,8	5	2,9	0,533(F)	0,620
Oberschenkelverletzung	12	2,8	4	2,4	1,0(F)	1,181
Beckenfraktur	2	0,5	1	0,6	1,0(F)	0,782
Femurfraktur	7	1,6	3	1,8	1,0(F)	0,912
Knieverletzung (V6)	193	44,5	67	39,4	0,259	1,232
ossäre Knieverletzung	24	5,5	14	8,2	0,218	0,652
Seitenbandverletzung	77	17,7	34	20,0	0,519	0,863
Innenbandverletzung	71	16,4	31	18,2	0,580	0,877
Außenbandverletzung	3	0,7	2	1,2	0,624(F)	0,585
Kreuzbandverletzung	126	29,0	41	24,1	0,225	1,287
Knorpel-/Meniskusverletzung	71	16,4	18	10,6	0,072	1,653
Knee sprain 1+2	28	6,5	14	8,2	0,438	0,769
Knee sprain 3	129	29,7	46	27,1	0,516	1,140
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	76	17,5	27	15,9	0,632	1,125
ossäre Untersch./Fußverletzung	62	14,3	18	10,6	0,228	1,406
Tibiakopfverletzung	19	4,4	10	5,9	0,437	0,733
Verletzung der oberen Extr.	110	25,3	57	33,5	0,043	0,673
Verletzung der unteren Extr.	267	61,5	98	57,6	0,381	1,175
Personen pro Skityp	434		170			

Tabelle 37: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen 604 älterer erwachsener Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski)

Senioren (n=379)	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carvingski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	32	13,1	15	11,2	0,598	1,192
ossäre Hals-/Kopfverletzung	7	2,9	4	3,0	1,0(F)	0,956
Rumpfverletzung (V2)	34	13,9	18	13,4	0,904	1,038
ossäre Rumpfverletzung	22	9,0	10	7,5	0,612	1,224
BWS/LWS-Fraktur	4	1,6	2	1,5	1,0(F)	1,095
Rippenfraktur	19	7,8	9	6,7	0,712	1,168
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	64	26,1	32	23,9	0,631	1,127
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	31	12,7	18	13,4	0,829	0,934
Claviculafraktur	10	4,1	3	2,2	0,556(F)	1,859
Humerusfraktur	17	6,9	12	9,0	0,480	0,758
Schulterluxation	14	5,7	6	4,5	0,607	1,294
AC-Gelenkluxation/Tossy	2	0,8	1	0,7	1,0(F)	1,094
Verletzung der Rotatorenm.	9	3,7	2	1,5	0,341(F)	2,519
Unterarm-/Handverletzung (V4)	21	8,6	15	11,2	0,405	0,743
ossäre Unterarm-/Handverl.	9	3,7	10	7,5	0,106	0,473
Unterarm-/Handgelenkfraktur	4	1,6	7	5,2	0,058(F)	0,301
Mittelhand-/Phalangealfraktur	5	2,0	3	2,2	1,0(F)	0,910
Skidaumen	5	2,0	4	3,0	0,726(F)	0,677
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	30	12,2	18	13,4	0,740	0,899
ossäre Becken/Oberschenkelv.	19	7,8	11	8,2	0,876	0,940
Beckenverletzung	18	7,3	7	5,2	0,426	1,439
Oberschenkelverletzung	14	5,7	11	8,2	0,350	0,678
Beckenfraktur	10	4,1	3	2,2	0,556(F)	1,859
Femurfraktur	10	4,1	8	6,0	0,409	0,670
Knieverletzung (V6)	61	24,9	35	26,1	0,794	0,938
ossäre Knieverletzung	12	4,9	7	5,2	0,889	0,935
Seitenbandverletzung	19	7,8	12	9,0	0,684	0,855
Innenbandverletzung	18	7,3	10	7,5	0,967	0,983
Außenbandverletzung	1	0,4	0	0	1,0(F)	-
Kreuzbandverletzung	33	13,5	16	11,9	0,671	1,148
Knorpel-/Meniskusverletzung	13	5,3	13	9,7	0,106	0,522
Knee sprain 1+2	11	4,5	8	6,0	0,528	0,740
Knee sprain 3	37	15,1	19	14,2	0,809	1,076
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	38	15,5	16	11,9	0,342	1,353
ossäre Untersch./Fußverletzung	26	10,6	11	8,2	0,451	1,328
Tibiakopfverletzung	10	4,1	6	4,5	0,855	0,907
Verletzung der oberen Extr.	79	32,2	47	35,1	0,576	0,881
Verletzung der unteren Extr.	109	44,5	63	47,0	0,637	0,903
Personen pro Skityp	245		134			

Tabelle 38: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen unter 379 Senioren im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski)

Fahrtyp 1 (n=131)	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carvingski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	6	7,2	4	8,3	1,0(F)	0,857
ossäre Hals-/Kopfverletzung	1	1,2	0	0	1,0(F)	-
Rumpfverletzung (V2)	7	8,4	1	2,1	0,257(F)	4,329
ossäre Rumpfverletzung	2	2,4	0	0	0,532(F)	-
BWS/LWS-Fraktur	-	-	-	-	-	-
Rippenfraktur	2	2,4	0	0	0,532(F)	-
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	11	13,3	11	22,9	0,154	0,514
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	4	4,8	2	4,2	1,0(F)	1,164
Claviculafraktur	2	2,4	1	2,1	1,0(F)	1,160
Humerusfraktur	2	2,4	1	2,1	1,0(F)	1,160
Schulterluxation	2	2,4	0	0	0,532(F)	-
AC-Gelenksluxation/Tossy	1	1,2	1	2,1	1,0(F)	0,573
Verletzung der Rotatoren m.	1	1,2	0	0	1,0(F)	-
Unterarm-/Handverletzung (V4)	5	6,0	4	8,3	0,724(F)	0,705
ossäre Unterarm-/Handverl.	0	0	2	4,2	0,132(F)	-
Unterarm-/Handgelenkfraktur	0	0	2	4,2	0,132(F)	-
Mittelhand-/Phalangealfraktur	-	-	-	-	-	-
Skidaumen	2	2,4	1	2,1	1,0(F)	1,160
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	8	9,6	6	12,5	0,610	0,747
ossäre Becken/Oberschenkelv.	6	7,2	4	8,3	1,0(F)	0,857
Beckenverletzung	4	4,8	2	4,2	1,0(F)	1,164
Oberschenkelverletzung	5	6,0	4	8,3	0,724(F)	0,705
Beckenfraktur	3	3,6	0	0	0,298(F)	-
Femurfraktur	3	3,6	4	8,3	0,259(F)	0,413
Knieverletzung (V6)	37	44,6	21	43,8	0,927	1,034
ossäre Knieverletzung	6	7,2	1	2,1	0,422(F)	3,663
Seitenbandverletzung	15	18,1	8	16,7	0,839	1,103
Innenbandverletzung	14	16,9	8	16,7	0,976	1,014
Außenbandverletzung	1	1,2	0	0	1,0(F)	-
Kreuzbandverletzung	17	20,5	9	18,8	0,811	1,116
Knorpel-/Meniskusverletzung	5	6,0	5	10,4	0,496(F)	0,551
Knee sprain 1+2	10	12,0	6	12,5	0,939	0,959
Knee sprain 3	21	25,3	13	27,1	0,823	0,912
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	17	20,5	6	12,5	0,247	1,802
ossäre Untersch./Fußverletzung	12	14,5	4	8,3	0,302	1,859
Tibiakopfverletzung	5	6,0	1	2,1	0,414(F)	3,012
Verletzung der oberen Extr.	15	18,1	15	31,3	0,084	0,485
Verletzung der unteren Extr.	58	69,9	31	64,6	0,531	1,272
Personen pro Skityp	83		48			

Tabelle 39: Absolute und relative Häufigkeiten von Skiverletzungen unter 131 Skifahrern mit Fahrtyp 1 im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi² bzw. Fisher-exact Test(F)/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski)

Fahrtyp 2 (n=668)	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carvingski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	51	11,3	20	9,3	0,427	1,247
ossäre Hals-/Kopfverletzung	7	1,5	5	2,3	0,538(F)	0,664
Rumpfverletzung (V2)	45	10,0	21	9,7	0,925	1,027
ossäre Rumpfverletzung	26	5,8	10	4,6	0,548	1,258
BWS/LWS-Fraktur	12	2,7	1	0,5	0,071(F)	5,848
Rippenfraktur	16	3,5	9	4,2	0,690	0,844
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	95	21,0	50	23,1	0,532	0,883
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	41	9,1	28	13,0	0,122	0,670
Claviculafraktur	10	2,2	3	1,4	0,564(F)	1,605
Humerusfraktur	25	5,5	22	10,2	0,028	0,516
Schulterluxation	25	5,5	15	6,9	0,471	0,784
AC-Gelenkluxation/Tossy	11	2,4	2	0,9	0,241(F)	2,667
Verletzung der Rotatoren m.	10	2,2	4	1,9	1,0(F)	1,199
Unterarm-/Handverletzung (V4)	35	7,7	25	11,6	0,105	0,641
ossäre Unterarm-/Handverl.	15	3,3	9	4,2	0,582	0,789
Unterarm-/Handgelenkfraktur	6	1,3	7	3,2	0,131(F)	0,402
Mittelhand-/Phalangealfraktur	9	2,0	2	0,9	0,517(F)	2,174
Skidaumen	13	2,9	11	5,1	0,150	0,552
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	35	7,7	16	7,4	0,878	1,049
ossäre Becken/Oberschenkelv.	22	4,9	8	3,7	0,497	1,330
Beckenverletzung	19	4,2	9	4,2	0,982	1,009
Oberschenkelverletzung	17	3,8	7	3,2	0,735	1,167
Beckenfraktur	9	2,0	4	1,9	1,0(F)	1,076
Femurfraktur	14	3,1	4	1,9	0,352	1,695
Knieverletzung (V6)	161	35,6	75	34,7	0,820	1,041
ossäre Knieverletzung	21	4,6	13	6,0	0,450	0,761
Seitenbandverletzung	59	13,1	33	15,3	0,435	0,833
Innenbandverletzung	55	12,2	29	13,4	0,647	0,894
Außenbandverletzung	2	0,4	1	0,5	1,0(F)	0,955
Kreuzbandverletzung	104	23,0	42	19,4	0,297	1,238
Knorpel-/Meniskusverletzung	52	11,5	23	10,6	0,743	1,091
Knee sprain 1+2	24	5,3	17	7,9	0,197	0,657
Knee sprain 3	104	23,0	44	20,4	0,442	1,168
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	73	16,2	30	13,9	0,449	1,195
ossäre Untersch./Fußverletzung	62	13,7	21	9,7	0,143	1,477
Tibiakopfverletzung	15	3,3	11	5,1	0,267	0,640
Verletzung der oberen Extr.	125	27,7	75	34,7	0,062	0,719
Verletzung der unteren Extr.	241	53,3	111	51,4	0,640	1,080
Personen pro Skityp	452		216			

Tabelle 40: Absolute und relative Häufigkeiten von Skiverletzungen unter 668 Skifahrern mit Fahrtyp 2 im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi² bzw. Fisher-exact Test(F) / odds ratio (aus der Sicht von Carvingski)

Fahrtyp 3 (n=405)	Skityp				Chi ² p	Odds ratio
	Carvingski		Konv.Ski			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	34	11,2	15	14,9	0,328	0,722
ossäre Hals-/Kopfverletzung	2	0,7	1	1,0	1,0(F)	0,662
Rumpferletzung (V2)	37	12,2	13	12,9	0,853	0,938
ossäre Rumpferletzung	18	5,9	5	5,0	0,715	1,208
BWS/LWS-Fraktur	4	1,3	5	5,0	0,047(F)	0,256
Rippenfraktur	16	5,3	1	1,0	0,084(F)	5,556
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	62	20,4	17	16,8	0,434	1,266
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	25	8,2	5	5,0	0,276	1,721
Claviculafraktur	9	3,0	0	0	0,120(F)	-
Humerusfraktur	15	4,9	3	3,0	0,580(F)	1,695
Schulterluxation	20	6,6	4	4,0	0,334	1,706
AC-Gelenkluxation/Tossy	4	1,3	1	1,0	1,0(F)	1,333
Verletzung der Rotatoren m.	9	3,0	4	4,0	0,744(F)	0,740
Unterarm-/Handverletzung (V4)	30	9,9	13	12,9	0,396	0,741
ossäre Unterarm-/Handverl.	12	3,9	5	5,0	0,774(F)	0,789
Unterarm-/Handgelenkfraktur	6	2,0	4	4,0	0,275(F)	0,488
Mittelhand-/Phalangealfraktur	6	2,0	1	1,0	0,686(F)	2,012
Skidaumen	6	2,0	3	3,0	0,696(F)	0,658
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	8	2,6	9	8,9	0,017(F)	0,276
ossäre Becken/Oberschenkelv.	2	0,7	3	3,0	0,102(F)	0,216
Beckenverletzung	4	1,3	4	4,0	0,111(F)	0,323
Oberschenkelverletzung	4	1,3	5	5,0	0,047(F)	0,256
Beckenfraktur	1	0,3	0	0	1,0(F)	-
Femurfraktur	1	0,3	2	2,0	0,155(F)	0,163
Knieverletzung (V6)	126	41,4	30	29,7	0,036	1,675
ossäre Knieverletzung	13	4,3	9	8,9	0,075	0,457
Seitenbandverletzung	42	13,8	15	14,9	0,795	0,919
Innenbandverletzung	37	12,2	12	11,9	0,938	1,028
Außenbandverletzung	3	1,0	1	1,0	1,0(F)	0,997
Kreuzbandverletzung	83	27,3	22	21,8	0,273	1,350
Knorpel-/Meniskusverletzung	48	15,8	8	7,9	0,047	2,179
Knee sprain 1+2	17	5,6	4	4,0	0,522	1,437
Knee sprain 3	87	28,6	23	22,8	0,252	1,361
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	39	12,8	16	15,8	0,444	0,782
ossäre Untersch./Fußverletzung	26	8,6	12	11,9	0,320	0,693
Tibiakopfverletzung	9	3,0	5	5,0	0,352	0,589
Verletzung der oberen Extr.	89	29,3	28	27,7	0,765	1,079
Verletzung der unteren Extr.	162	53,3	52	51,5	0,753	1,075
Personen pro Skityp	304		101			

Tabelle 41: Absolute und relative Häufigkeiten von Skiverletzungen unter 405 Skifahrern mit Fahrtyp 3 im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski)

Kategorie	m	w	AK2	AK3	AK4	Typ1	Typ2	Typ3
Anzahl Personen (N)	N=265	N=158	N=68	N=216	N=116	N=30	N=220	N=166
Mann-Whitney-Test (M-W)	p	p	p	p	p	p	p	p
Hals-/Kopfverletzung (V1)	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
ossäre Hals-/Kopfverletzung	-	-	-	-	-	-	-	-
Rumpfverletzung (V2)	n.s.	-	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
ossäre Rumpfverletzung	n.s.	-	-	-	n.s.	-	n.s.	n.s.
BWS/LWS-Fraktur	-	-	-	-	-	-	-	-
Rippenfraktur	n.s.	-	-	-	n.s.	-	-	-
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	0,030(e)	-	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Claviculafraktur	-	-	-	-	-	-	-	-
Humerusfraktur	n.s.	-	-	-	-	-	-	-
Schulterluxation	n.s.	-	-	n.s.	-	-	n.s.	n.s.
AC-Gelenkluxation/Tossy	-	-	-	-	-	-	-	-
Verletzung der Rotatoren m.	-	-	-	-	-	-	-	-
Unterarm-/Handverletzung (V4)	n.s.	-	-	n.s.	-	-	n.s.	n.s.
ossäre Unterarm-/Handverl.	-	-	-	-	-	-	-	-
Unterarm-/Handgelenkfraktur	-	-	-	-	-	-	-	-
Mittelhand-/Phalangealfraktur	-	-	-	-	-	-	-	-
Skidaumen	-	-	-	-	-	-	-	-
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	-	-	-	-	-	-	n.s.	-
ossäre Becken/Oberschenkelv.	-	-	-	-	-	-	n.s.	-
Beckenverletzung	-	-	-	-	-	-	-	-
Oberschenkelverletzung	-	-	-	-	-	-	-	-
Beckenfraktur	-	-	-	-	-	-	-	-
Femurfraktur	-	-	-	-	-	-	-	-
Knieverletzung (V6)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
ossäre Knieverletzung	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	-	n.s.	-
Seitenbandverletzung	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	-	n.s.	n.s.
Innenbandverletzung	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	-	n.s.	n.s.
Außenbandverletzung	-	-	-	-	-	-	-	-
Kreuzbandverletzung	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Knorpel-/Meniskusverletzung	n.s.	n.s.	-	n.s.	-	-	n.s.	n.s.
Knee sprain 1+2	-	n.s.	-	-	-	-	-	-
Knee sprain 3	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	0,035(w)
ossäre Unterschenkel-/Fußverl.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.	-	n.s.	0,022(w)
Tibiakopfverletzung	-	-	-	n.s.	-	-	-	-
Verletzung der oberen Extr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	-	n.s.	n.s.
Verletzung der unteren Extr.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

Tabelle 42: Ergebnisse des Rangsummentests nach Mann-Whitney mit Taillierungsradius als Testvariable; getrennte Auswertung von Geschlecht, Altersklassen und Fahrtyp; (e = Tendenz zu engem Taillierungsradius, w = Tendenz zu weitem Taillierungsradius)

	Carvingski		Konventionelle Ski		p (Chi ² - bzw. Fisher exact)
	Anzahl	%	Anzahl	%	
Allgemein	71	8,3	27	7,3	0,553
Männlich	46	9,2	18	8,6	0,790
Weiblich	25	7,2	9	5,8	0,548
Kinder/Jugendl.	4	11,4	2	10,5	1,0 (F)
Junge Erwachs.	5	4,1	1	2,2	1,0 (F)
Ältere Erwachs.	33	7,7	9	5,4	0,329
Senioren	28	11,8	13	10,2	0,660
Fahrtyp 1	6	7,4	5	10,6	0,531 (F)
Fahrtyp 2	39	8,8	13	6,3	0,266
Fahrtyp 3	23	7,6	7	7,1	0,884

Tabelle 43: Häufigkeit von Kollisionsverletzungen bei Carving- und konventionellen Ski
(allgemein und getrennt nach neun Untergruppen)

Verletzungslokalisation/Diagnose	Carvingski				Chi ² /F.ex. p	Odds ratio
	RL ≤ 100%		RL > 100%			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	22	11,5	29	11,2	0,915	0,969
ossäre Hals-/Kopfverletzung	3	1,6	3	1,2	0,702(F)	0,734
Rumpferletzung (V2)	22	11,5	35	13,5	0,529	1,2
ossäre Rumpferletzung	11	5,8	23	8,9	0,216	1,595
BWS/LWS-Fraktur	3	1,6	8	3,1	0,368(F)	1,997
Rippenfraktur	8	4,2	18	6,9	0,215	1,709
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	50	26,2	57	22,0	0,304	0,796
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	24	12,6	22	8,5	0,159	0,646
Claviculafraktur	6	3,1	8	3,1	0,975	0,983
Humerusfraktur	16	8,4	12	4,6	0,104	0,531
Schulterluxation	16	8,4	17	6,6	0,466	0,768
AC-Gelenkluxation/Tossy	6	3,1	4	1,5	0,336(F)	0,484
Verletzung der Rotatoren m.	5	2,6	8	3,1	0,768	1,186
Unterarm-/Handverletzung (V4)	15	7,9	20	7,7	0,959	0,982
ossäre Unterarm-/Handverl.	8	4,2	7	2,7	0,385	0,635
Unterarm-/Handgelenkfraktur	4	2,1	4	1,5	0,727(F)	0,733
Mittelhand-/Phalangealfraktur	4	2,1	3	1,2	0,464(F)	0,548
Skidaumen	2	1,0	10	3,9	0,067	3,795
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	9	4,7	12	4,6	0,969	0,982
ossäre Becken/Oberschenkelv.	7	3,7	6	2,3	0,399	0,623
Beckenverletzung	4	2,1	6	2,3	1,0(F)	1,109
Oberschenkelverletzung	5	2,6	6	2,3	1,0(F)	0,882
Beckenfraktur	4	2,1	1	0,4	0,168(F)	0,181
Femurfraktur	3	1,6	5	1,9	1,0(F)	1,234
Knieverletzung (V6)	62	32,5	92	35,5	0,499	1,146
ossäre Knieverletzung	8	4,2	11	4,2	0,976	1,015
Seitenbandverletzung	15	7,9	33	12,7	0,097	1,713
Innenbandverletzung	14	7,3	30	11,6	0,133	1,656
Außenbandverletzung	0	0	2	0,8	0,510(F)	-
Kreuzbandverletzung	42	22,0	53	20,5	0,695	0,913
Knorpel-/Meniskusverletzung	22	11,5	29	11,2	0,915	0,969
Knee sprain 1+2	8	4,2	14	5,4	0,554	1,307
Knee sprain 3	41	21,5	59	22,8	0,740	1,079
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	26	13,6	42	16,2	0,446	1,228
ossäre Untersch./Fußverletzung	20	10,5	26	10,0	0,881	0,954
Tibiakopfverletzung	6	3,1	8	3,1	0,975	0,983
Verletzung der oberen Extr.	64	33,5	73	28,2	0,225	0,770
Verletzung der unteren Extr.	91	47,6	134	51,7	0,391	1,178
Personen pro Gruppe	191		259			

Tabelle 44: Skiverletzungen männlicher Carvingskifahrer in zwei Gruppen unterschiedlicher relativer Skilänge (Relative Skilänge bis 100% vs. Rel. Skilänge über 100%)

Verletzungslokalisation/Diagnose	Carvingski				Chi ² /F.ex. p	Odds ratio
	RL ≤ 100%		RL > 100%			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	18	14,3	15	8,6	0,122	0,566
ossäre Hals-/Kopfverletzung	3	2,4	1	0,6	0,313(F)	0,237
Rumpferletzung (V2)	8	6,3	10	5,7	0,828	0,899
ossäre Rumpferletzung	2	1,6	6	3,4	0,475(F)	2,214
BWS/LWS-Fraktur	2	1,6	0	0	0,176(F)	-
Rippenfraktur	0	0	6	3,4	0,042(F)	-
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	20	15,9	24	13,8	0,615	0,848
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	7	5,6	12	6,9	0,638	1,259
Claviculafraktur	2	1,6	4	2,3	1,0(F)	1,459
Humerusfraktur	4	3,2	7	4,0	0,766(F)	1,278
Schulterluxation	4	3,2	3	1,7	0,459(F)	0,535
AC-Gelenkluxation/Tossy	3	2,4	1	0,6	0,313(F)	0,237
Verletzung der Rotatoren m.	2	1,6	5	2,9	0,703(F)	1,834
Unterarm-/Handverletzung (V4)	8	6,3	16	9,2	0,370	1,494
ossäre Unterarm-/Handverl.	1	0,8	9	5,2	0,049(F)	6,818
Unterarm-/Handgelenkfraktur	1	0,8	3	1,7	0,642(F)	2,193
Mittelhand-/Phalangealfraktur	0	0	6	3,4	0,042(F)	-
Skidaumen	1	0,8	4	2,3	0,403(F)	2,941
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	12	9,5	9	5,2	0,145	0,518
ossäre Becken/Oberschenkelv.	7	5,6	5	2,9	0,242	0,503
Beckenverletzung	6	4,8	6	3,4	0,567	0,714
Oberschenkelverletzung	7	5,6	4	2,3	0,212(F)	0,400
Beckenfraktur	3	2,4	4	2,3	1,0(F)	0,965
Femurfraktur	4	3,2	2	1,1	0,242(F)	0,355
Knieverletzung (V6)	50	39,7	95	54,6	0,011	1,828
ossäre Knieverletzung	6	4,8	13	7,5	0,342	1,615
Seitenbandverletzung	20	15,9	40	23,0	0,128	1,582
Innenbandverletzung	17	13,5	38	21,8	0,065	1,792
Außenbandverletzung	2	1,6	2	1,1	1,0(F)	0,721
Kreuzbandverletzung	31	24,6	64	36,8	0,025	1,783
Knorpel-/Meniskusverletzung	14	11,1	32	18,4	0,084	1,803
Knee sprain 1+2	8	6,3	18	10,3	0,225	1,702
Knee sprain 3	32	25,4	65	37,4	0,029	1,752
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	25	19,8	25	14,4	0,209	0,678
ossäre Untersch./Fußverletzung	20	15,9	22	12,6	0,426	0,767
Tibiakopfverletzung	5	4,0	10	5,7	0,485	1,476
Verletzung der oberen Extr.	27	21,4	39	22,4	0,839	1,059
Verletzung der unteren Extr.	77	61,1	116	66,7	0,321	1,273
Personen pro Gruppe	126		174			

Tabelle 45: Skiverletzungen weiblicher Carvingskifahrer in zwei Gruppen unterschiedlicher relativer Skilänge (Relative Skilänge bis 100% vs. Rel. Skilänge über 100%)

Verletzungslokalisation/Diagnose	Konventioneller Ski				Chi²/F.ex. p	Odds ratio
	RL ≤ 108%		RL > 108%			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	12	13,5	9	9,2	0,352	0,649
ossäre Hals-/Kopfverletzung	3	3,4	1	1,0	0,348(F)	0,296
Rumpferletzung (V2)	12	13,5	12	12,2	0,800	0,895
ossäre Rumpferletzung	4	4,5	6	6,1	0,750(F)	1,386
BWS/LWS-Fraktur	2	2,2	2	2,0	1,0(F)	0,906
Rippenfraktur	3	3,4	4	4,1	1,0(F)	1,220
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	20	22,5	25	25,5	0,627	1,182
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	9	10,1	9	9,2	0,830	0,899
Claviculafraktur	0	0	1	1,0	1,0(F)	-
Humerusfraktur	8	9,0	5	5,1	0,297	0,544
Schulterluxation	5	5,6	7	7,1	0,671	1,292
AC-Gelenkluxation/Tossy	1	1,1	2	2,0	1,0(F)	1,833
Verletzung der Rotatorenm.	1	1,1	3	3,1	0,623(F)	2,779
Unterarm-/Handverletzung (V4)	8	9,0	10	10,2	0,778	1,151
ossäre Unterarm-/Handverl.	3	3,4	5	5,1	0,723	1,541
Unterarm-/Handgelenkfraktur	3	3,4	4	4,1	1,0(F)	1,220
Mittelhand-/Phalangealfraktur	0	0	1	1,0	1,0(F)	-
Skidaumen	1	1,1	2	2,0	1,0(F)	1,833
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	9	10,1	6	6,1	0,316	0,580
ossäre Becken/Oberschenkelv.	4	4,5	2	2,0	0,426(F)	0,443
Beckenverletzung	4	4,5	3	3,1	0,710(F)	0,671
Oberschenkelverletzung	5	5,6	3	3,1	0,481(F)	0,531
Beckenfraktur	1	1,1	1	1,0	1,0(F)	0,907
Femurfraktur	3	3,4	1	1,0	0,348(F)	0,296
Knieverletzung (V6)	22	24,7	31	31,6	0,295	1,409
ossäre Knieverletzung	6	6,7	8	8,2	0,712	1,230
Seitenbandverletzung	9	10,1	17	17,3	0,153	1,866
Innenbandverletzung	7	7,9	16	16,3	0,078	2,286
Außenbandverletzung	0	0	0	0	-	-
Kreuzbandverletzung	15	16,9	18	18,4	0,786	1,110
Knorpel-/Meniskusverletzung	9	10,1	11	11,2	0,806	1,124
Knee sprain 1+2	4	4,5	8	8,2	0,307	1,889
Knee sprain 3	14	15,7	19	19,4	0,512	1,288
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	16	18,0	15	15,3	0,624	0,825
ossäre Untersch./Fußverletzung	10	11,2	11	11,2	0,998	0,999
Tibiakopfverletzung	4	4,5	6	6,1	0,750(F)	1,386
Verletzung der oberen Extr.	27	30,3	34	34,7	0,526	1,220
Verletzung der unteren Extr.	43	48,3	49	50,0	0,818	1,070
Personen pro Gruppe	89		98			

Tabelle 46: Skiverletzungen männlicher Normalskifahrer in zwei Gruppen unterschiedlicher relativer Skilänge (Relative Skilänge bis 108% vs. Rel. Skilänge über 108%)

Verletzungslokalisation/Diagnose	Konventioneller Ski				Chi ² /F.ex. p	Odds ratio
	RL ≤ 108%		RL > 108%			
	Anzahl	%	Anzahl	%		
Hals-/Kopfverletzung (V1)	7	9,6	6	9,0	0,897	0,927
ossäre Hals-/Kopfverletzung	0	0	2	3,0	0,227(F)	-
Rumpfverletzung (V2)	4	5,5	4	6,0	1,0(F)	1,095
ossäre Rumpfverletzung	2	2,7	1	1,5	1,0(F)	0,538
BWS/LWS-Fraktur	1	1,4	0	0	1,0(F)	-
Rippenfraktur	1	1,4	1	1,5	1,0(F)	1,091
Schulter-/Oberarmverletz. (V3)	11	15,1	12	17,9	0,627	1,230
ossäre Schulter-/Oberarmverl.	4	5,5	6	9,0	0,520(F)	1,697
Claviculafraktur	1	1,4	1	1,5	1,0(F)	1,091
Humerusfraktur	2	2,7	5	7,5	0,259(F)	2,863
Schulterluxation	3	4,1	3	4,5	1,0(F)	1,094
AC-Gelenkluxation/Tossy	1	1,4	0	0	1,0(F)	-
Verletzung der Rotatoren m.	1	1,4	1	1,5	1,0(F)	1,091
Unterarm-/Handverletzung (V4)	13	17,8	7	10,4	0,214	0,538
ossäre Unterarm-/Handverl.	4	5,5	3	4,5	1,0(F)	0,809
Unterarm-/Handgelenkfraktur	2	2,7	2	3,0	1,0(F)	1,092
Mittelhand-/Phalangealfraktur	2	2,7	1	1,5	1,0(F)	0,538
Skidaumen	5	6,8	4	6,0	1,0(F)	0,863
Becken/Oberschenkelverl.(V5)	11	15,1	4	6,0	0,082	0,358
ossäre Becken/Oberschenkelv.	5	6,8	4	6,0	1,0(F)	0,863
Beckenverletzung	6	8,2	2	3,0	0,183(F)	0,344
Oberschenkelverletzung	5	6,8	2	3,0	0,444(F)	0,418
Beckenfraktur	0	0	2	3,0	0,227(F)	-
Femurfraktur	4	5,5	2	3,0	0,682(F)	0,531
Knieverletzung (V6)	25	34,2	32	47,8	0,104	1,755
ossäre Knieverletzung	4	5,5	4	6,0	1,0(F)	1,095
Seitenbandverletzung	13	17,8	13	19,4	0,808	1,111
Innenbandverletzung	12	16,4	11	16,4	0,997	0,999
Außenbandverletzung	0	0	2	3,0	0,227(F)	-
Kreuzbandverletzung	15	20,5	16	23,9	0,635	1,213
Knorpel-/Meniskusverletzung	12	16,4	4	6,0	0,052(F)	0,323
Knee sprain 1+2	3	4,1	10	14,9	0,028	4,094
Knee sprain 3	18	24,7	19	28,4	0,620	1,209
Unterschenkel-/Fußverl. (V7)	10	13,7	7	10,4	0,556	0,735
ossäre Untersch./Fußverletzung	10	13,7	5	7,5	0,233	0,508
Tibiakopfverletzung	3	4,1	3	4,5	1,0(F)	1,094
Verletzung der oberen Extr.	24	32,9	19	28,4	0,563	0,808
Verletzung der unteren Extr.	43	58,9	40	59,7	0,924	1,034
Personen pro Gruppe	73		67			

Tabelle 47: Skiverletzungen weiblicher Normalskifahrer in zwei Gruppen unterschiedlicher relativer Skilänge (Relative Skilänge bis 108% vs. Rel. Skilänge über 108%)

7.2 Abbildungen

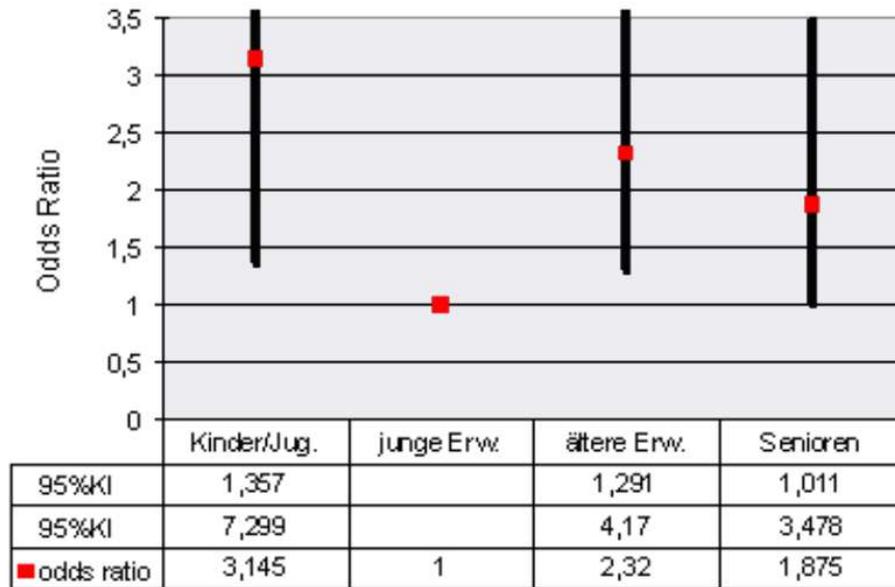


Abbildung 34: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Rumpfverletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1)

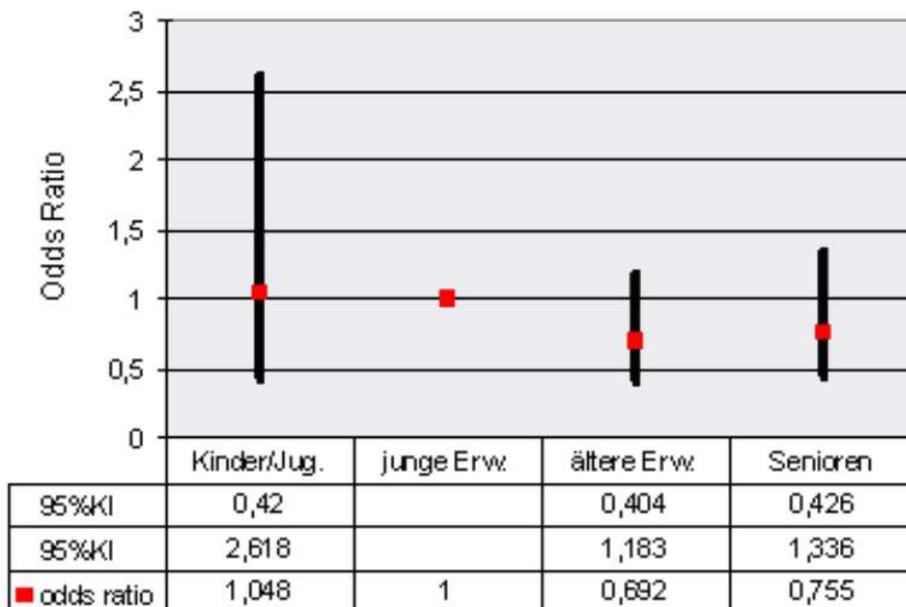


Abbildung 35: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Unterarm- und Handverletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1)

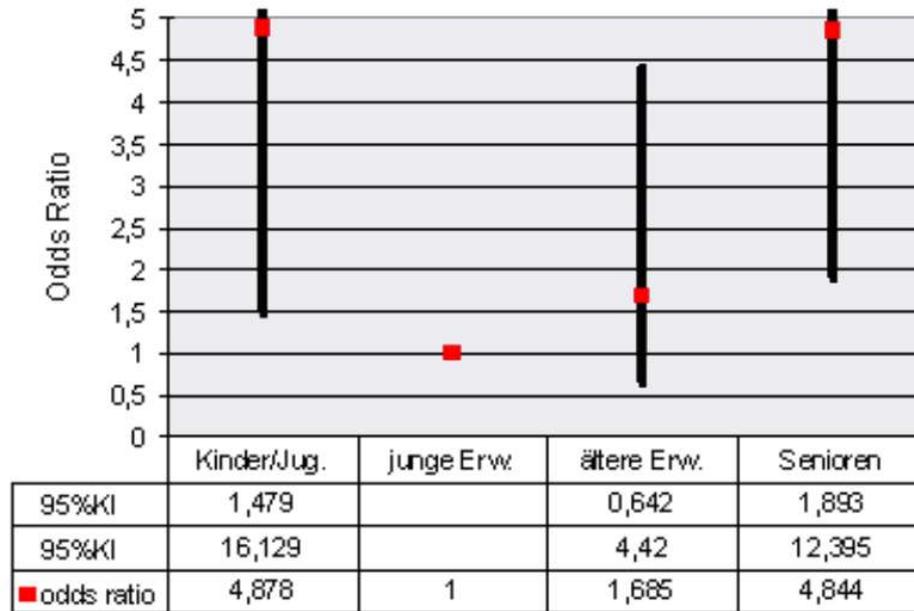


Abbildung 36: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Becken- und Oberschenkelverletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1)

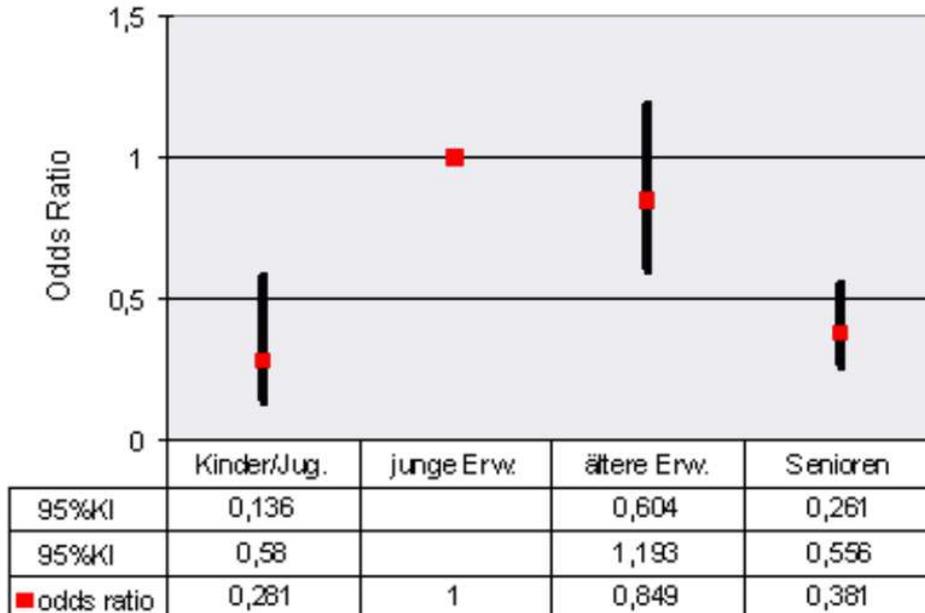


Abbildung 37: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Knieverletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1)

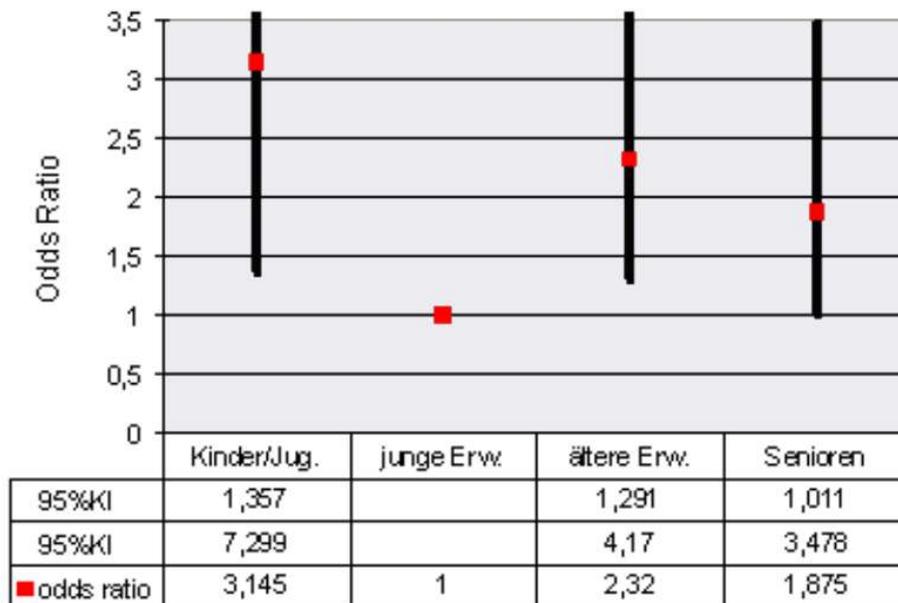


Abbildung 38: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Unterschenkel- und Fußverletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1)

Su
17.1.01



Sehr geehrtes Mitglied,
die Stiftung Sicherheit im Skisport hat in Zusammenarbeit mit den Freunden des Skisports e.V. im Deutschen Skiverband das Forschungsprojekt „Auswertung von Ski-Unfällen“ ins Leben gerufen. Ziel dieses Forschungsprojektes ist eine Untersuchung der Ursachen und Folgen von Ski-Unfällen, damit die Öffentlichkeitsarbeit über das richtige Verhalten auf den Skipisten, aber auch die zweckmäßige Ausstattung der Skipisten selbst unterstützt und fortgesetzt werden kann. Wir bitten Sie daher, auch in Ihrem eigenen Interesse, unsere Aktion zu unterstützen und die nachstehenden Fragen zu beantworten. Wir sichern Ihnen selbstverständlich zu, daß alle Angaben vollkommen anonym bleiben und weder der Schadenbearbeitung zugänglich gemacht werden noch irgendeinen Bezug zu Ihrer Person bekommen.

Solfern in dem Fragebogen keine Zahlenangaben (z. B. Geburtsdatum, Gewichts- und Größenangaben) gefragt sind, kreuzen Sie bitte nur jeweils bei der gestellten Frage die für Sie zutreffende Antwort an. In vielen Fällen sind mehrere Antworten möglich, Sie kreuzen dann bitte alle zutreffenden Antworten an. Da bei Eingang der Schadenmeldung der Fragebogen sofort abgetrennt wird, bitten wir Sie, auch die Fragen zu beantworten, die bereits in der Schadenmeldung beantwortet sind.

Für Ihre Mühe danken Ihnen herzlich Ihre

Stiftung
Sicherheit im Skisport

Freunde des Skisports e.V.
im Deutschen Skiverband

A. Angaben zur Person und zur Skiausrüstung

1. PLZ/Wohnort: 83059

2. Geschlecht: männl. 1 weibl. 2

3. Geburtsjahr: 1 9 32

4. Körpergröße in cm: 170

5. Körpergewicht in Kg: 76

6. Berufstätig: ja 1 nein 2

7. Seit wieviel Jahren fahren Sie ohne große Unterbrechung Ski? 42

8. Wieviel Tage sind Sie in der letzten Saison Ski gefahren? 25

9. Anzahl der Skitage in der laufenden Saison (ab 1.10.) bis zum Unfall-/Schadentag: 3

10. Wie schätzen Sie Ihr skifahrerisches Können ein? (Bitte einen Wert auf der Skala ankreuzen.)

1 = Anfänger	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	11 = Rennläufer
L			A			S					
Skifahrer, der sanftes Tempo und leichte Abfahrten liebt.			Skifahrer, der mehr Tempo und schwierigere Pisten schätzt.			Skifahrer, die schwierige Abfahrten und sehr hohes Tempo bevorzugen.					

11. Marke des Ski: Atomic Typ: Rode 916 Länge: 170

12. Marke des Skischuhs: Salomon Typ: Equipe 9.0

13. Marke der Bindung: Atomic Typ: 311

14. Ist Ihre Sicherheitsbindung vor der Saison eingestellt/überprüft worden:
im Fachgeschäft 1 Ehepartner/Bekannter 2 selbst 3 garnicht 4

15. Einstellzahl der Bindung: 8 unbekannt

16. Welche Wintersportarten betreiben Sie?

Skialpin	<input checked="" type="checkbox"/> 1	Snowboard	<input type="checkbox"/> 2	Monoski	<input type="checkbox"/> 3
Skilanglauf	<input type="checkbox"/> 4	sonstiges	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/> 5

Bitte nicht ausfüllen

Lfd. Nr. 321192

831132

1701076

11421025

3

9

65

70

40

1

80

1

B. Angaben zum Unfall/Schaden

17. Wann fand der Unfall/Schaden statt? Am 10. / 12. / 2000 um 10 Uhr,
ca. 30 Minuten nach Beginn des Skifahrens (bei längerer Pause, z. B. mittags: ab Pausenende)

18. Unfall-/Schadenland (Staat): Schweiz

19. Geschehnis der Unfall-/Schaden: 1 im Heimatort und Umgebung 2 im Urlaub 3 auf einer Wochenendreise/Tagesreise 4 sonstiges

20. Wieviel Tage nach Ankomst im Skigebiet geschah der Unfall/Schaden? 2

21. Waren andere Personen an dem Unfall/Schaden beteiligt? ja 1 nein 2

22. Hat eine andere Person den Unfall/Schaden verursacht/verschuldet? ja 1 nein 2

23. Sind Sie bei dem Unfall/Schaden verletzt worden? ja 1 nein 2

24. Sind andere Personen bei dem Unfall/Schaden verletzt worden? ja 1 nein 2

25. Wie waren die Witterungsverhältnisse zum Zeitpunkt des Unfalls/Schadens? Heltar/sonnig 1 bedeckt/diesig 2 Schneefall/Regen 3 Nebel 4 sonstiges 5

26. Angaben zur Unfall-/Schadenstelle:

Piste: 1 Absichts der Piste: 2 Loipe: 3
Schlepplift: 4 sonst. Lift: 5 sonstiges: 6

27. Schneebeschaffenheit am Unfall-/Schadentag: hart (verleitet, fester Altschnee, o. ä.) 1
mittel (frisch gewalzte Piste, Pulver o. ä.) 2 weich (Sulz, Naß-/Neuschnee o. ä.) 3

28. Geländeverhältnisse am Unfall-/Schadenort (Bitte in jeder Zeile zutreffendes ankreuzen):

steil	<input type="checkbox"/> 1	mittelsteil	<input checked="" type="checkbox"/> 2	flach	<input type="checkbox"/> 3
glatt	<input type="checkbox"/> 1	wellig	<input checked="" type="checkbox"/> 2	buckelig	<input type="checkbox"/> 3
breit	<input checked="" type="checkbox"/> 1	mittelbreit	<input type="checkbox"/> 2	eng	<input type="checkbox"/> 3

12100110

303

2102

212112

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

1

7.3 Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Orts- und Zeitangaben der Interviews mit Anzahl der skifahrenden Teilnehmer.....	24
Tabelle 2: Im Rahmen der Pistenbefragung erhobene Personen- und Materialmerkmale.....	25
Tabelle 3: Geschlechtsabhängige Alterseinteilung in vier Gruppen.....	28
Tabelle 4: Einteilung der Fahrtypen nach DIN ISO-Norm 8061.....	29
Tabelle 5: Einteilung der 38 verschiedenen Verletzungslokalisationen und Diagnosen	32
Tabelle 6: Geschlechtsverteilung in Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung).....	35
Tabelle 7: Verteilung von Carvingski und konventionellem Ski auf Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung).....	38
Tabelle 8: Lokalisation der Verletzungen und Diagnosen innerhalb der 1249 Skifahrer umfassenden Verletztengruppe.....	42
Tabelle 9: Skiverletzungen im Geschlechtsvergleich (Chi ² -Test+odds ratio, wobei OR>1=erhöhtes Risiko der weiblichen Skifahrer).....	44
Tabelle 10: Skiverletzungen in Abhängigkeit von den Altersklassen (AK1-AK4) mit Ergebnissen des Chi ² - und Mann-Whitney-Tests.....	48
Tabelle 11: Skiverletzungen im Vergleich nach Fahrtyp mit Ergebnissen im Chi ² -Test.....	55
Tabelle 12: Skiverletzungen im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski mit Ergebnissen im Chi ² -Test und odds ratio (odds ratio aus Perspektive des Carvingski).....	58
Tabelle 13: Absolute und relative Häufigkeiten aller Verletzungslokalisationen und Diagnosen nach Radiusklassen TR1-4; Auswertung nach Chi ² -Test und Rangsummentest nach Mann-Whitney für stetige Variablen	61
Tabelle 14: Geschlechtsverteilung von FdS-Mitgliedern und Teilnehmern der Pistenbefragung (Kontrollgruppe)	68
Tabelle 15: Ossäre Verletzungen an Kopf- und Hals innerhalb der Verletztengruppe.....	73

Tabelle 16: Vergleich der Knieverletzungen der 1249 verunfallten FdS-Mitglieder mit den Ergebnissen dreier Langzeitstudien.....	77
Tabelle 17: Verletzungsverteilung unter Carvingskifahrern (absolute und relative Häufigkeiten) in Abhängigkeit von Radiusklassen (unter 18m, 18-24m, über 24m) mit Ergebnissen des Chi ² -Tests.....	105
Tabelle 18: Mittelwerte absoluter und relativer Skilänge von Carving- und konv. Ski im Vergleich.....	110
Tabelle 19: Absolute und relative Skilängen von Männern und Frauen im Vergleich.....	110
Tabelle 20: Zusammenhänge zwischen relativer Skilänge und dem Verletzungsgeschehen; statistische Analyse mit Rangsummentest nach Mann-Whitney (K= Tendenz zu kurzen Ski, L =T. zu langen Ski).....	113
Tabelle 21: Knieverletzungen weiblicher Carvingskifahrer in Abhängigkeit von der relativen Skilänge (RL).....	114
Tabelle 22: Altersvergleich zwischen Verletztengruppe, Kontrollgruppe (Pistenbefragung) und den FdS-Mitgliedern in 10-Jahresschritten.....	129
Tabelle 23: Vergleich zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung) nach Einteilung in Fahrtypen.....	129
Tabelle 24: Geschlechtsverteilung innerhalb der verschiedenen Altersgruppen in 10-Jahresschritten für 1210 verletzte Skifahrer und 1825 Skifahrer der Pistenbefragung.....	129
Tabelle 25: Geschlechtsabhängige Einteilung in Fahrtypen nach DIN ISO-Norm 8061 (2003) innerhalb von Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung).....	130
Tabelle 26: Altersabhängige Einteilung nach Fahrtyp unter 1173 Skifahrern der Verletztengruppe; in Klammern der jeweilige prozentuale Anteil innerhalb der Altersklasse.....	130
Tabelle 27: Altersabhängige Einteilung nach Fahrtyp unter 1825 Skifahrern der Kontrollgruppe (Pistenbefragung).....	130
Tabelle 28: Vergleich nach Radiusgruppen (Carvingski) zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe.....	130
Tabelle 29: Lokalisation der Verletzungen und relevanten Diagnosen unter männlichen Skifahrern, getrennt nach Altersklassen (AK1-AK4).....	131

Tabelle 30: Lokalisation der Verletzungen und relevante Diagnosen unter weiblichen Skifahrern, getrennt nach Altersklassen (AK1-AK4).....	132
Tabelle 31:: Verletzungslokalisationen und relevante Diagnosen männlicher Skifahrer, getrennt und ausgewertet nach Fahrtyp.....	133
Tabelle 32: Verletzungslokalisationen und relevante Diagnosen weiblicher Skifahrer, getrennt und ausgewertet nach Fahrtyp.....	134
Tabelle 33: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen männlicher Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi ² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus Sicht von Carvingski).....	135
Tabelle 34: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen weiblicher Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi ² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski).....	136
Tabelle 35: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen kindlicher und jugendlicher Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi ² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski).....	137
Tabelle 36: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen junger erwachsener Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi ² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski).....	138
Tabelle 37: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen älterer erwachsener Skifahrer im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi ² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski).....	139
Tabelle 38: Absolute und relative Häufigkeiten von Verletzungen unter Senioren im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi ² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski).....	140
Tabelle 39: Absolute und relative Häufigkeiten von Skiverletzungen unter 131 Skifahrern mit Fahrtyp 1 im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi ² bzw. Fisher-exact Test (F)/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski).....	141

Tabelle 40: Absolute und relative Häufigkeiten von Skiverletzungen unter 668 Skifahrern mit Fahrtyp 2 im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi ² bzw. Fisher-exact Test(F) / odds ratio (aus der Sicht von Carvingski).....	142
Tabelle 41: Absolute und relative Häufigkeiten von Skiverletzungen unter 405 Skifahrern mit Fahrtyp 3 im Vergleich zwischen Carving- und konventionellem Ski; statistische Auswertung: Chi ² bzw. Fisher-exact Test/ odds ratio (aus der Sicht von Carvingski).....	143
Tabelle 42: Ergebnisse des Rangsummentests nach Mann-Whitney mit Taillierungsradius als Testvariable; getrennte Auswertung von Geschlecht, Altersklassen und Fahrtyp; (e = Tendenz zu engem Taillierungsradius, w = Tendenz zu weitem Taillierungsradius).....	144
Tabelle 43: Häufigkeit von Kollisionsverletzungen bei Carving- und konventionellen Ski (allgemein und getrennt nach neun Untergruppen)....	145
Tabelle 44: Skiverletzungen männlicher Carvingskifahrer in zwei Gruppen unterschiedlicher relativer Skilänge (Relative Skilänge bis 100% vs. Rel. Skilänge über 100%).....	146
Tabelle 45: Skiverletzungen weiblicher Carvingskifahrer in zwei Gruppen unterschiedlicher relativer Skilänge (Relative Skilänge bis 100% vs. Rel. Skilänge über 100%).....	147
Tabelle 46: Skiverletzungen männlicher Normalskifahrer in zwei Gruppen unterschiedlicher relativer Skilänge (Relative Skilänge bis 108% vs. Rel. Skilänge über 108%).....	148
Tabelle 47: Skiverletzungen weiblicher Normalskifahrer in zwei Gruppen unterschiedlicher relativer Skilänge (Relative Skilänge bis 108% vs. Rel. Skilänge über 108%).....	149

7.4 Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Rangliste der zwischen 1972 und 1997 in der Sportklinik Stuttgart Bad Canstatt am häufigsten behandelten Sportunfälle.....	7
Abbildung 2: Verletzungsmuster der Skiwinter 1973/74 und 1992/93 im Vergleich; Prozentangaben bds. von oben nach unten: Kopf, obere Extremität, Rumpf, untere Extremität.....	9
Abbildung 3: Unterschiedliche Taillierung von Carvingski (unten) und konventionellem Ski (oben).....	10
Abbildung 4: Spannbreiten bezüglich des Taillierungsradius verschiedener Typen von Carvingski (Quelle: Skimagazine der Jahre 1999-2002 [67,68,69,70]).....	14
Abbildung 5: Geschwindigkeits- und radiusabhängige Krafteinwirkung auf einen Carving-Skifahrer mit der Masse 80kg (in gerundeten Vielfachen des Körpergewichts) und Geschwindigkeit von 50 bzw. 70km/h.....	16
Abbildung 6: Darstellung des Studiendesigns mit Verletzten- und Kontrollgruppe.....	22
Abbildung 7: Altersvergleich zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe (Pistenbefragung) in 10 Jahresschritten mit Angabe signifikanter Unterschiede im Chi ² -Test (* = p<0,05).....	36
Abbildung 8: Vergleich zwischen Verletzten- und Kontrollgruppe nach der Einteilung in Fahrtypen mit Angabe signifikanter Unterschiede im Chi ² -Test (* = p<0,05).....	37
Abbildung 9: Prozentuale Verteilung der Radiusgruppen in Verletzten- und Kontrollgruppe mit Angabe signifikanter Unterschiede im Chi ² -Test (* = p<0,05).....	39
Abbildung 10: Relatives Risiko (odds ratio) der Radiusgruppen und dazugehörige 95%-Konfidenzintervalle im Vergleich zur Radiusgruppe 14-20m (OR:1).....	40
Abbildung 11: Verletzungsmuster der in der Saison 2000/01 verunfallten FdS-Mitglieder (1249 Skifahrer) anhand der Einteilung in sieben Lokalisationen V1-V7.....	41

Abbildung 12: Geschlechtsvergleich nach Verteilungsmuster der Verletzungslokalisationen mit Angabe signifikanter Unterschiede im Chi ² -Test (* = p< 0,05).....	43
Abbildung 13: Altersmittelwerte für die Verletzungslokalisationen (V1-V7) mit Angabe signifikanter Tendenz in Richtung jüngerer oder älterer Skifahrer im Mann-Whitney-Test (* = p<0,05); zum Vergleich: Durchschnittsalter der gesamten Verletztengruppe: 46,4J.....	46
Abbildung 14: Altersabhängiges Verletzungsmuster für die vier Altersgruppen	47
Abbildung 15: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Kopf- und Halsverletzungen in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1).....	49
Abbildung 16: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Schulter- und Oberarmverletzungen in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1).....	51
Abbildung 17: Verletzungsverteilung in Abhängigkeit vom Fahrtyp mit Angabe signifikanter Zusammenhänge im Chi ² -Test (* = p<0,05).....	53
Abbildung 18: Prozentuale Häufigkeiten der Verletzungslokalisationen mit Carvingski und konventionellem Ski	57
Abbildung 19: Verteilungsmuster der Kollisionsverletzungen (V1-V7).....	63
Abbildung 20: Altersvergleich zwischen FdS-Mitgliedern und Pistenpopulation (Kontrollgruppe) in 10-Jahresschritten1.....	68
Abbildung 21: Prozentuale Anteile von Knieverletzungen am Verletzungsgeschehen im Geschlechtsvergleich (Häufigkeiten siehe Tabelle 9).....	81
Abbildung 22: Knieverletzungen männlicher und weiblicher Skifahrer der vorliegenden Verletztengruppe (FdS 2000/01) im Vergleich mit Studien von Shealy und Ettliger [76] bzw. Greenwald et al. [28].....	82
Abbildung 23: Prozentuale Anteile von Rumpfverletzungen am Verletzungsgeschehen im Geschlechtsvergleich (Häufigkeiten siehe Tabelle 9).....	83
Abbildung 24: Prozentuale Anteile von Schulter- und Oberarmverletzungen am Verletzungsgeschehen im Geschlechtsvergleich (Häufigkeiten siehe Tabelle 9).....	84

Abbildung 25: Prozentuale Häufigkeit von Kopf- und Halsverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen.....	86
Abbildung 26: Prozentuale Häufigkeit von Rumpferletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen.....	88
Abbildung 27: Prozentuale Häufigkeit von Schulter- und Oberarmverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen.....	89
Abbildung 28: Prozentuale Häufigkeit von Unterarm- und Handverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen.....	90
Abbildung 29: Prozentuale Häufigkeit von Becken- und Oberschenkelverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen.....	91
Abbildung 30: Prozentuale Häufigkeit von Knieverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen.....	93
Abbildung 31: Prozentuale Häufigkeit von Unterschenkel- und Fußverletzungen in Abhängigkeit von den vier Altersklassen.....	94
Abbildung 32: Knieverletzungen unter männlichen Skifahrern, und deren prozentuale Verteilung in Abhängigkeit vom Fahrtyp.....	96
Abbildung 33: Längenvergleich der Skier zwischen Verletzten- und Kontrollgruppei (kleiner oder gleich 170cm vs. über 170cm Skilänge).....	109
Abbildung 34: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Rumpferletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1).....	150
Abbildung 35: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Unterarm- und Handverletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1).....	150
Abbildung 36: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Becken- und Oberschenkelverletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1).....	151
Abbildung 37: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Knieverletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1).....	151
Abbildung 38: Odds ratio und 95%-Konfidenzintervalle für Unterschenkel- und Fußverletzungen, in Abhängigkeit von der Altersklasse (Vergleichsgruppe sind „junge Erwachsene“, für die gilt: OR=1).....	152

Abbildung 39: Unfallschadenmeldung der Freunde des Skisports (Vorder-
und Rückseite) 154

8 Lebenslauf

Persönliche Daten:

Name: Jais
Vorname: Richard
Geburtsdatum/-ort: 19.08.1974, Murnau am Staffelsee
Anschrift: Am Taubenbühl 2
82449 Uffing am Staffelsee
Familienstand: ledig

Schulbildung:

09/1981 – 07/1985 Grundschole Uffing
09/1985 – 07/1994 Staffelsee-Gymnasium Murnau

Zivildienst:

08/1994 – 10/1995 Kurklinik Hochried, Murnau

Hochschulstudium:

11/1995 – 07/2002 Studium der Humanmedizin an der
LMU München

Berufliche Weiterbildung:

09/2002 – 02/2004 Chirurgische Abteilung der
Kreisklinik Altötting
03/2004 – 08/2004 Unfallchirurgische Abteilung der
Kreisklinik Altötting
seit 11/2004 Praxisassistent Orthopädie
(Dr. med. E. Schmidt-Ramsin,
München)

9 Danksagung

Mein ganz besonderer Dank gilt Herrn Prof. Dr. V. Senner für die freundliche Überlassung des Themas und die gute kompetente Betreuung während der gesamten Arbeit.

Ebenfalls gilt mein besonderer Dank Herrn Prof. Dr. A. Imhoff für die kurzfristige zur Verfügungstellung als Zweitprüfer.

Weiterhin vielen Dank auch an Herrn H. Gläser von der Auswertungsstelle für Skiunfälle der ARAG Sportversicherung (ASU-Ski) für die zur Verfügungstellung der Unfalldaten.

Bedanken möchte ich mich auch bei den zahlreichen Kontaktpersonen der Skifirmen, die mir bei der Ermittlung der Taillierungsmaße geholfen haben.

Meinem Mitdoktoranden Jan Soltmann möchte ich für die kollegiale Zusammenarbeit und die wertvollen Diskussionen danken.

Ein großer Dank gebührt auch Frau Dipl.-Stat. Regina Hollweck vom Institut für medizinische Epidemiologie und Statistik der Technischen Universität München, Klinikum rechts der Isar, für die Beratung in statistischen Fragestellungen.

Ebenso möchte ich mich bei Herrn Dipl.-Inf. Florian Schmidt für die Unterstützung in allen Computerfragen bedanken.

Herzlichen Dank auch an Andrea für die große Geduld und die aufmunternden Worte während der Arbeit.

Mein größter Dank gilt meiner Mutter und meinem Vater, der leider viel zu früh von uns gegangen ist. Ohne eure Unterstützung wären mein Studium und diese Arbeit nicht möglich gewesen.