

**Aus der Orthopädischen Klinik  
der Universität Würzburg  
Direktor: Professor Dr. med. J. Eulert**

**Veränderungen der Verletzungsmuster beim alpinen Skilauf durch die  
Carvingtechnik**

**Inaugural - Dissertation  
zur Erlangung der Doktorwürde der  
Medizinischen Fakultät  
der  
Bayerischen Julius-Maximilians-Universität zu Würzburg  
vorgelegt von  
Silke Gerland  
aus Bremen**

**Würzburg, Dezember 2004**

**Referent: Priv.-Doz. Dr. med. M. Walther**

**Koreferent: Prof. Dr. med. F. Schardt**

**Dekan: Prof. Dr. med. G. Ertl**

**Tag der mündlichen Prüfung: 13.05.2005**

**Die Promovendin ist Ärztin**

<b>1. Einleitung</b>	<b>1</b>
<b>2. Material und Methodik</b>	<b>5</b>
<b>3. Ergebnisse</b>	<b>8</b>
<b>3.1 Untersuchungsgruppe</b>	<b>8</b>
<b>3.2 Sportgerätverteilung</b>	<b>8</b>
<b>3.3 Verletzungen</b>	<b>9</b>
<b>3.4 Geschlechtsspezifische Verletzungsmuster bei Carvern und normalen Ski</b>	<b>12</b>
<b>3.5 Altersspezifische Verletzungsmuster bei Carvern und normalen Ski</b>	<b>13</b>
<b>3.6 Erfahrung und Wahl des Skis</b>	<b>14</b>
<b>3.7 Fahrkönnen und Skiwahl</b>	<b>14</b>
<b>3.8 Unfallursache</b>	<b>16</b>
<b>3.9 Unfallhergänge</b>	<b>16</b>
<b>3.10 Pisten- und Schneesverhältnisse</b>	<b>17</b>
<b>3.11 Unfallzeitpunkt und bereits gefahrene Zeit</b>	<b>17</b>
<b>3.12 Auslösen der Sicherheitsbindung</b>	<b>18</b>
<b>4. Diskussion</b>	<b>20</b>
<b>4.1 Allgemeine Verletzungsentwicklung</b>	<b>20</b>
<b>4.2 Carvingverletzungen</b>	<b>23</b>
<b>4.4 Carving und Verletzungsursache/mechanismus</b>	<b>26</b>
<b>4.5 Carving und Fahrkönnen</b>	<b>28</b>
<b>4.6 Unfallzeitpunkt und gefahrene Zeit</b>	<b>29</b>
<b>4.7 Carvingverletzungen und Auslösen der Sicherheitsbindung</b>	<b>31</b>
<b>5. Schlussfolgerung</b>	<b>34</b>
<b>6. Literaturverzeichnis</b>	<b>36</b>
<b>Anlage 1: Fragebogen</b>	<b>42</b>
<b>Anlage 2: Diagramme</b>	<b>43</b>
<b>Anlage 3: Tabellen</b>	<b>Fehler! Textmarke nicht definiert.</b>



## 1. Einleitung

Der alpine Skilauf unterliegt ständigen Veränderungsprozessen, besonders durch Innovationen im Rennsport, wo eine exakte Linienführung sehr wichtig ist (Riesenslalom, Super G). Diese Weiterentwicklungen treten heutzutage auch für den Breitensport in den Vordergrund. Durch Beschneiungsmaschinen, immer besser und härter präparierte Pisten und mehr Fahrern auf weniger Raum (in Österreich vor 20 Jahren noch 20 m<sup>2</sup>, heute 2,5 m<sup>2</sup> pro Fahrer) haben sich die Anforderungen an die Ski und ihre Fahrer verändert. Kurvenschneiden war schon immer das Ziel von Ski-Ästheten, aber bisher nur den Könnern, die die schwierig zu steuernde Ausrüstung beherrschten und trainiert waren, vorbehalten. Denn für das perfekte Kurvenschneiden müssen Radius, Tempo und Gelände in Einklang gebracht werden [3, 40, 64]. Der daraus entstandene Trend ist das mittlerweile auch im Breitensport weit verbreitete Carving.

„Carving“ leitet sich aus dem englischen Wort „to carve“, „schneiden, schnitzen, meißeln“ ab. Dieser Begriff ist nicht neu, sondern wurde schon in den 70er Jahren benutzt, um im Idealfall die Phase nach dem Anrutschen im Schwung als „Schneiden“ zu bezeichnen.

Von den Snowboardern, schon in den 80er verwendet, wurde die Definition einen „Schwung von Anfang bis Ende zu schneiden“ in die Skisprache als Begriff des „Carving“ übernommen. Mitte der 90er Jahre verhalfen die Rennläufer im Profisport dem Trend des Carvings zum Durchbruch. Mit dem Ziel schnell zu sein, nicht zu rutschen und möglichst die kürzeste Ideallinie zu finden, wechselte man auf die taillierten Ski, mit denen man noch konsequenter die Kurven auf der Kante fahren konnte [40].

Das Carving verfolgt zwar wie bei der herkömmlichen Technik des alpinen Skifahrens die Grundlagen wie Kanten, Belasten und Drehen, bleibt aber variabel.

Entscheiden erleichtert wird das Drehen und präzise Kanten mit dem Carver durch seine Taillierung und Kürze. Die Taillierung und die noch hinzukommende Ständerhöhung bergen die Gefahr des Verschneidens in sich und sollen durch die breiten Schaufeln relativiert werden, indem sie das Kippmoment zum Aufkanten erhöhen [36, 58]. Die

angesprochene Wendigkeit geht allerdings zu Lasten des Schussfahrens, wo ein unruhiger laufender Ski stabilisiert werden muss. Die Vertikalbewegung, das Beindreuen und der Stockeinsatz verlieren beim Carving an Bedeutung, während die Kurvenlage zunimmt und die Beinstellung offen ist [38].

Der Carving Ski ist ein Allroundski der modernen Art und umfasst ein breites Sortiment an Ski, deren Längen und Radien variieren. Man unterscheidet zwischen dem Easycarver (Comfortcarver, Allroundcarver), dem Fun-Carver und dem Race-Carver [3].

Der Easycarver ist ideal für den sportlichen Freizeitfahrer, da er ungefähr 10 cm kürzer als der herkömmliche Alpinski ist und seine Taillierung so gewählt wird, dass er einen Radius zwischen 15 und 25 Metern hat. Dadurch kann der Skifahrer beim Kurvenfahren Kraft einsparen, seinen Ski dabei leichter steuern und sich auch gerutschte Schwünge erlauben. Die Fahrtechnik unterscheidet sich kaum vom „normalen“ alpinen Skifahren, es werden noch Skistöcke verwendet und die offene Skiführung schon angedeutet [3].

Der Fun-Carver wird ohne Skistöcke, dafür mit Bodenberührung von einer oder beiden Händen (Single- oder Double Touch) in extrem geschnittenen Kurven bei großer Schräglage gefahren. Seine Länge liegt meist weit unter der Körpergröße bei ca 125 cm und auch kürzer. Seine Taillierung lässt Kurvenradien zwischen 10 und 15 Metern zu und um die extremen Schräglagen ermöglichen zu können, werden zusätzlich Bindungserhöhungsplatten verwendet, die die nötigen Aufkantwinkel gewährleisten sollen [3].

Der Race-Carver ist mit 185-205 cm der längste Ski unter den Carvern und für hohe Geschwindigkeiten auf harter Piste konstruiert. Er entwickelte sich aus dem Rennskisport und seine Taillierung ist mit einem Radius zwischen 25 und 35 Metern für schneidende Kurvensteuerung geeignet. Die Länge des Skis und seine Dämpfungsplatten sollen den Ski bei hohen Geschwindigkeiten gute Fahreigenschaften gewährleisten, wofür allerdings ein gutes skitechnisches Können und körperliche Fitness Voraussetzung sind [3].

Weltweit fahren heutzutage ca. 200 Millionen Menschen Ski [34], seit Mitte der 80er Jahre stagniert diese Zahl und auch die Anzahl der Verletzten wird in der Literatur zwischen 2-4 pro 1000 Skitage als relativ konstant angesehen [16, 34, 49, 50, 57, 62].

Was sich allerdings in den letzten Jahrzehnten aus unterschiedlichen Gründen verändert zu haben scheint, ist das Verletzungsmuster.

Eine Ursache dafür sind die veränderten Pistenverhältnisse. Die Abfahrten werden platt gewalzt, verbreitert und mit Schneekanonen künstlich beschneit. Diese harten, glatten und breiten Pisten verleiten zum schnellen Fahren und überfordern den ungeübten Skifahrer, was Stürze und Kollisionen zur Folge hat [57]. Ein weiterer Punkt ist die technische Weiterentwicklung und Veränderung des Materials, speziell der Skischuhe, der Skibremse und der Sicherheitsbindungen. Die Skibremse löste die Schlaufentechnik ab und verminderte so durch den eigenen Ski entstehende Schnittwunden [45, 51]. Waren 1960 noch Unterschenkel und Sprunggelenksverletzungen als „typische Skiverletzung“ bekannt [34, 57], so traten in den letzten Jahren eher proximalere Verletzungen im Bereich von Rumpf, Schulter und Kopf auf, distal dagegen kristallisierten sich Verletzungen der Bandstrukturen des Daumengrundgelenks und Kniegelenks heraus [5, 34, 48].

Der besser angepasste und höher reichende Schalenskischuh reduzierte die Fuß- und Sprunggelenksverletzungen, leitete allerdings die einwirkenden Kräfte bei Drehbewegungen weiter nach proximal ans Knie. Die Einführung der Sicherheitsbindung reduzierte Unterschenkelfrakturen, speziell der Tibia, konnte aber nicht den Bandapparat des Kniegelenks schützen [34, 57].

Verweist man auf schon vorhandene Studien, so wird eine Tendenz der prozentualen Verletzungsanteile am Körper deutlich. Das Kniegelenk liegt mit 20-40 % aller Verletzungen überall an erster Stelle, außerdem treten Verletzungen der Schulter mit 4-20 %, des Kopfes mit 7-10 %, des Daumens mit 7-10 % und des Rumpfes mit 4-5 % auf [3, 5, 34, 62].

Zielsetzung dieser Arbeit ist es, genauere Informationen über mögliche Veränderungen der Verletzungsmuster im alpinen Skisport durch die neuen Carvingtechnologie zu erhalten. Anhand eines Fragebogens sollen Art und Häufigkeit einzelner Verletzungen

dargestellt und Vergleiche mit denen in der Literatur vorhandenen früheren Verletzungsmustern gezogen werden.

## 2. Material und Methodik

968 Verletzte, die in den Saisonen 2000/2001 und 2001/2002 in die chirurgische Ambulanz des Kreiskrankenhauses Garmisch Partenkirchen kamen, beantworteten einen Fragebogen, der Grundlage dieser Arbeit ist. Der Bogen enthielt 18 Fragen, die die Patienten selbst oder mit Hilfe von Begleitpersonen ausfüllten. Die Diagnose wurde durch den behandelnden Arzt nach der Anamnese, körperlicher Untersuchung und wenn nötig mit Hilfe radiologischer Befunde gestellt und auf dem Bogen ergänzt.

Der Bogen beinhaltete folgende Fragen (Original siehe Anhang):

1. Vor-/Nachname
2. Geburtsdatum
3. Geschlecht
4. Unfallort (Skigebiet)
5. Beginn des Skifahrens
6. Unfallzeitpunkt
7. Fahrkönnen (sehr gut, gut, mittel, Anfänger)
8. Erfahrung in Jahren
9. Material (normaler Ski, Race-Carver, Fun-Carver, Big Foot, Tourenski, Tourencarver, Snowblades, Telemark)
10. Skilänge
11. Skimarke
12. Marke der Bindung
13. Bindungsauslösung
14. Schneeverhältnisse (Tiefschnee, normale Piste, Glatteis)
15. Unfallhergang
16. Fremdeinwirkung
17. Belastungsverhalten nach dem Unfall
18. Transport zur Klinik (Bergwacht, RTW, eigener PKW)
19. Diagnose (vom behandelnden Arzt ausgefüllt)

Von den 968 Patienten, die den Fragebogen beantworteten waren 518 männlich und 450 weiblich. Der jüngste Patient war 4, der älteste 83 Jahre alt (das Durchschnittsalter betrug 35 Jahre).

Zehn der Verletzten mussten mit dem Akja geborgen werden. 32 wurden von einem Krankenwagen in die Ambulanz gebracht und 167 kamen mit dem PKW, von denen sich 97 nach dem Unfall keiner weiteren Belastung aussetzten.

Durch das Verwenden von SPSS konnten für die Auswertung Fragen untereinander verknüpft werden. Besonders interessant und relevant erschien hier der Zusammenhang zwischen dem Verletzungsmuster ganz allgemein beim Carver und konventionellen Ski, und auf die unterschiedlichen Carver Modelle bezogen. Hierbei kann zwischen normalen Ski, Race-Carver, Fun-Carver, Allroundcarver, Tourencarver, Telemark, Snow Blade, Big Foot, Twin Tip und Tourenski unterschieden werden.

Die hauptsächlich betroffenen Körperregionen, wie Knie, untere Extremität (ohne Knie), Wirbelsäule, obere Extremität, Rumpf, Kopf und Weichteilverletzungen wurden in Beziehung gesetzt zum Sportgerät (wie oben bereits einzeln aufgelistet).

Detaillierter aufgeschlüsselt wurden hierbei auch spezielle Verletzungen:

- der unteren Extremität: Kniegelenk Distorsion/Kontusion, Meniskus Läsion, Innenband Ruptur/Läsion, VKB Ruptur, Unterschenkel Fraktur/Kontusion
- der oberen Extremität: Schulter Luxation/Kontusion, Tossy, Clavicula Fraktur, Skidaumen, Handgelenk Kontusion/Distorsion, Oberarm Fraktur, Unterarm Fraktur, Handverletzungen)
- des Rumpfes: Wirbelsäulen Kontusion/Distorsion/Fraktur, Beckenverletzung, Commotio/Kopfverletzung, Rippen/Thorax Kontusion

Spezielle Verletzungen des Kniegelenks werden auch unter dem Aspekt möglicher Zweitdiagnosen untersucht.

Außerdem interessiert es, ob bezüglich des Geschlechtes und der Altersgruppe bestimmte Ski Typen bevorzugt gefahren wurden. Hierbei kann dann auch noch auf die Erfahrung (bisher gefahrene Jahre) eingegangen werden.

Welcher Skityp und welches Verletzungsmuster bei den Einschätzungen des Fahrkönnens (sehr gut bis Anfänger) dominieren, bleibt ebenfalls abzuwarten.

Des Weiteren ist zu überlegen, ob Pistenverhältnisse (präparierte Piste, Buckelpiste, Sprungschanze) bei Carving-Verletzungen eine Rolle spielen, ob

Kollisionsverletzungen gehäuft vorkommen und ob der Skityp auch Einfluss auf die Unfallursache und den Unfallhergang hat.

Die Frage nach dem Unfallzeitpunkt und der bis dahin bereits gefahrenen Zeit könnte Hinweise auf mögliche Unterschiede im Ermüdungsverhalten und der entsprechenden der Belastungsintensität mit den beiden Skimodellen aufdecken.

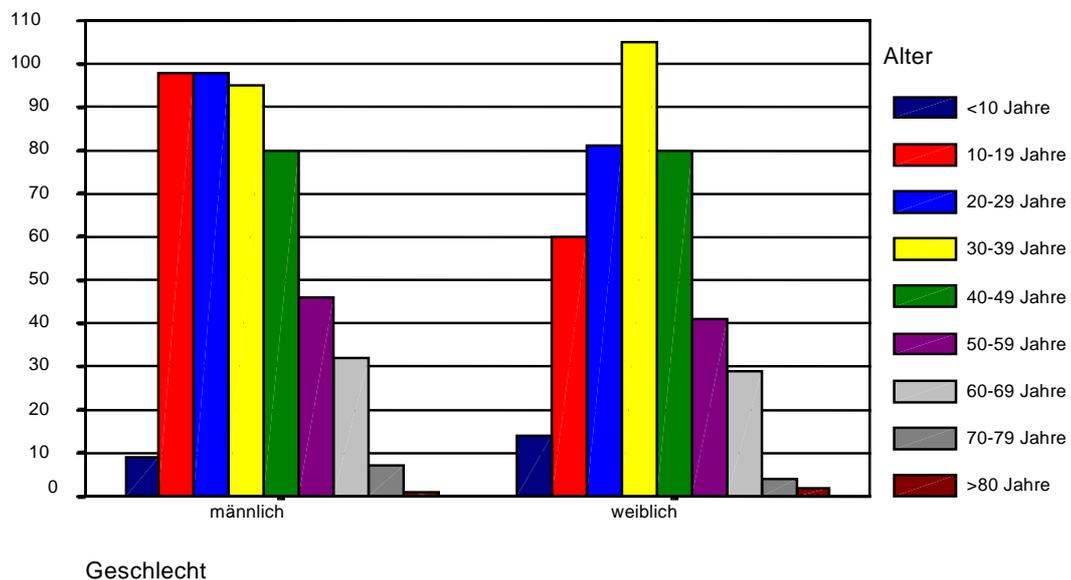
Abzuwarten bleibt, ob das Auslösen der Sicherheitsbindung bei Carvern und herkömmlichen Ski ähnlich ausfällt und ob dabei eventuell unterschiedliche Verletzungen auftreten können.

### 3. Ergebnisse

#### 3.1 Untersuchungsgruppe

Das Alter der ausgewählten 882 Patienten variierte zwischen vier und 83 Jahren.

Von den 466 männlichen Verletzten waren 62% im Alter zwischen 10 und 39 Jahren, dagegen 63% der 416 weiblichen Verunglückten, im Alter zwischen 20 und 49 Jahren. Wie man dem Diagramm 1 und der Tabelle 1 entnehmen kann, verteilen sich die 62% der männlichen Skifahrer relativ gleichmäßig in der oben genannten Altersspanne und weisen lediglich noch im Alter zwischen 40 und 49 Jahren (mit 17%) ein gehäuftes Verletzungsauftreten auf. Bei den weiblichen Skifahrern stechen die 30 bis 39-Jährigen mit 25% heraus, während die Patientinnen im Alter zwischen 20 und 29 Jahren und 40 und 49 Jahren immerhin noch 19% ausmachten. Darauf hin zu weisen wäre noch, dass bei den 10 bis 19-Jährigen männlichen und weiblichen Skifahrern, die größte Diskrepanz in der Verletzungshäufigkeit, zu Gunsten der Männer, besteht. Dagegen konnten bei allen anderen Altersgruppen keine nennenswerten, geschlechtsspezifischen Unterschiede nachgewiesen werden. (Tabelle 1; **Diagramm 1**)



[Diagramm 1]

#### 3.2 Sportgerätverteilung

In der Saison 2000/2001 erschienen insgesamt 409 Patienten in der Ambulanz. 218 zogen sich mit normalen Ski Verletzungen zu, 154 waren Carving Skifahrer und 37

führen mit anderen Modellen (Telemark, Snow Blade, Big Foot, Twin Tip und Tourenski).

In der folgenden Saison 2001/2002 zeigte sich aus einem Gesamtverletzten-Aufkommen von 455, ein umgekehrtes Bild, was Carver und herkömmliche Ski betraf. Die Carver überwogen mit 248 Verletzten, gefolgt von den normalen Ski mit 177 Verunglückten und denjenigen, die andere Ski (Telemark, Snow Blade, Big Foot, Twin Tip und Tourenski) führen mit nur 30 Personen.

Daraus ergibt sich, in unserem Untersuchungszeitraum 2000 bis 2002, ein Gesamtverletzungsaufkommen von 862 Patienten, die genauere Angaben zu ihrem Skimodell machen konnten. Wie der Tabelle entnommen werden kann, führen von diesen 395 normale Ski, 400 Carver und 67 andere Ski (Telemark, Snow Blade, Big Foot, Twin Tip und Tourenski). (**Tabelle 2**)

Sportgerät	Saison 2000/2001		Saison 2001/2002		beide Saisonen	
	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent	Häufigkeit	Prozent
normale Ski	218	53,30	177	38,90	395	45,82
Carver	154	37,65	248	54,51	400	46,41
Andere	37	9,05	30	6,59	67	7,77
Gesamt	409	100	455	100	862	100

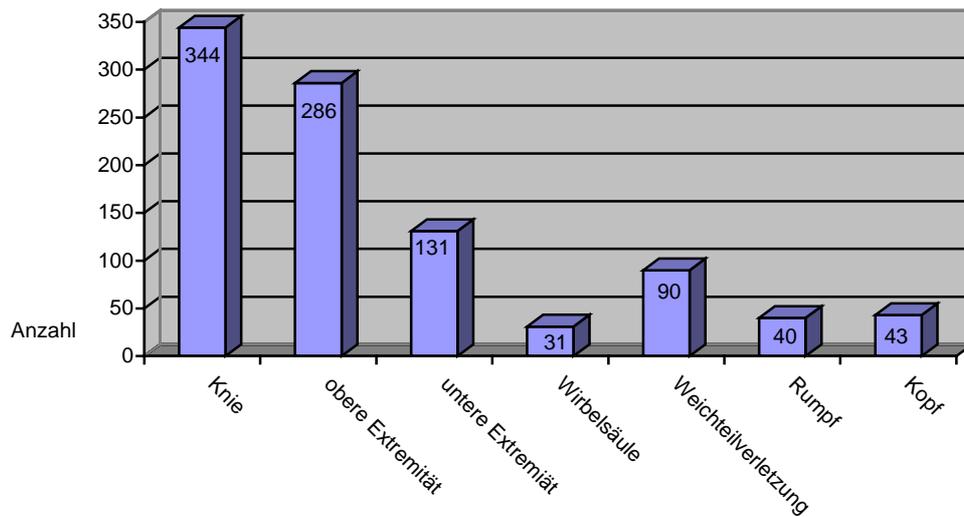
[Tabelle 2]

### 3.3 Verletzungen

Die aufgetretenen Verletzungen werden hier im Folgendem dargestellt und zu verschiedenen Fakten, Einflussgrößen und Situationen in Bezug gesetzt.

#### 3.3.1 Verletzungsauftreten nach Körperregionen

Die häufigsten Verletzungen von den insgesamt 965 Diagnosen traten mit einer Anzahl von 344 am Kniegelenk und 286 an der oberen Extremität auf. Wie dem Diagramm zu entnehmen ist, kamen Verletzungen an den anderen Körperregionen sehr viel seltener vor.



[Diagramm 2]

Betrachtet man diese beiden Gruppen näher, so lässt sich feststellen, dass bei den insgesamt 344 Knieverletzungen 111 das vordere Kreuzband, 101 das Innenband und 60 den Meniskus betrafen. Außerdem lag 69-mal eine Kniegelenks Distorsion bzw. Kontusion vor.

Bei den insgesamt 286 Verletzungen der oberen Extremität fand man 70 Daumen- und Handverletzungen, zu denen speziell noch 30 Skidaumen hinzukamen. Auch der Schulterbereich war mit 52 Verletzten eine der häufigeren Unfallfolgen, während alle anderen eher selten waren. (Tabelle 3; **Diagramm 2**).

### 3.3.2 Vergleich von Carver- und normalen Ski-Verletzungen nach Körperregionen

Bei dem Vergleich von Carver und normalem Ski, nach sieben definierten Körperregionen, konnten 861 Patientendaten verwendet werden. Der Anteil anderer Skimodelle betrug bei dieser Gliederung in allen Körperregionen weniger als 10% und machte insgesamt 67 Verletzte aus.

Signifikante Unterschiede bei Carvern und normalen Ski bezüglich der Körperregionen konnten nicht festgestellt werden. Lediglich Verletzungen des Kniegelenks waren 5% häufiger bei den herkömmlichen Skifahrern zu finden, wie man dem Diagramm und der Tabelle entnehmen kann. (Tabelle 4; Diagramm 3)

### 3.3.2.1 Spezielle Verletzungen der unteren und oberen Extremität

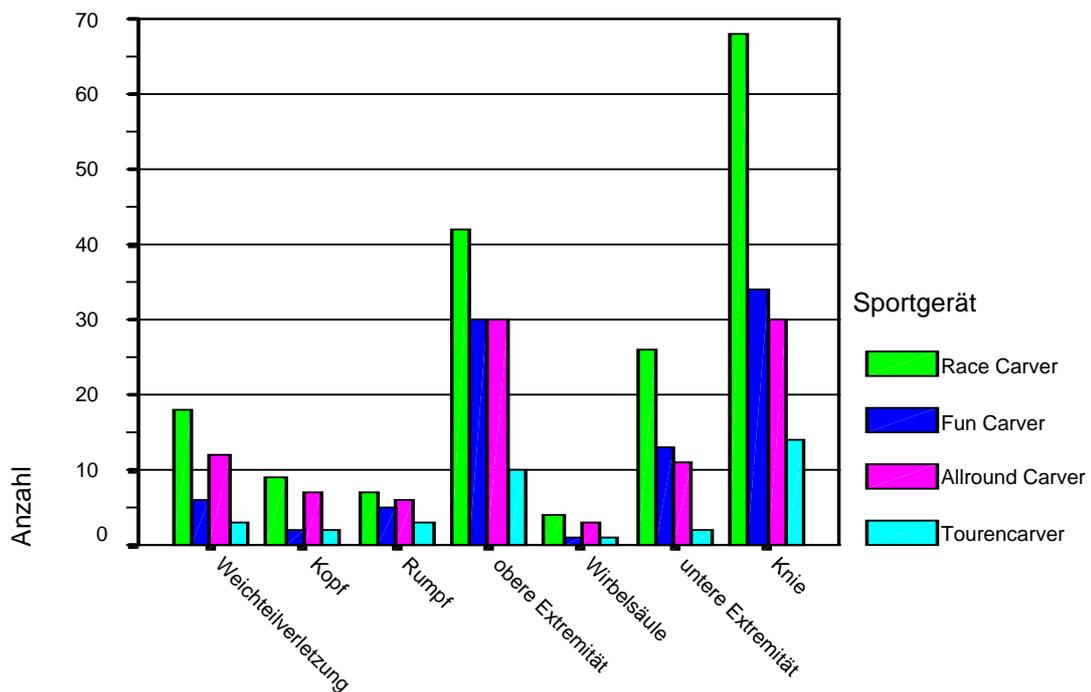
Bei näherer Betrachtung von speziellen Verletzungen der unteren und der oberen Extremität konnten nur geringe Unterschiede bei den am häufigsten vorkommenden Verletzungen, wie Rupturen des vorderen Kreuzbandes, Innenband Läsionen, Daumen- und Handverletzungen (inkl. Skidaumen) und Verletzungen der Schulter, zwischen Fahrern von Carving-Ski und normalen Ski Modellen festgestellt werden. Als durchaus auffällig kann man jedoch das gehäufte Auftreten von Verletzungen des Beckens, Oberarmfrakturen und Verletzungen im Bereich des Oberschenkels bei den Patienten, die Carving-Ski fahren, bezeichnen.

Betrachtet man die speziellen Verletzungen unter dem Gesichtspunkt der Zweit- bzw. Mehrfach-Verletzungen, so wären diese besonders auffällig im Bereich des Kniegelenks zu finden. Von den insgesamt 107 VKB-Rupturen wiesen 14 eine Beteiligung des Innenbandes und 15 eine Beteiligung des Meniskus auf. Ebenfalls gehäuft kamen Innenband-Verletzungen mit Meniskus-Läsionen kombiniert vor. In 29 Fällen, von den insgesamt 86 Innenbandverletzten und 54 Meniskusbetroffenen, fand man sowohl Verletzungen des Innenbandes als auch des Meniskus. (Tabelle 5.1, 5.1.1 und 5.2)

### 3.3.3 Verletzung unter den Carvern im Vergleich nach Körperregionen

Von den insgesamt 399 mit Carving-Ski Verunglückten fuhren 174 Patienten, und somit die meisten, mit *Race-Carvern*. Von diesen verletzten sich 39,1% am Kniegelenk, 24,1% an der oberen und 14,9% an der unteren Extremität.

An zweiter und dritter Stelle standen, fast deckungsgleich, der *Allround-Carver* mit 99 und der *Fun-Carver* mit 91 Verunglückten. Beim *Allround-Carver* kamen sowohl die Knieverletzungen als auch die der oberen Extremitäten mit 30,3% gleich häufig vor. Sonstige Weichteilverletzungen betrafen 20% der Patienten. Auch beim *Fun-Carver* traten die meisten Verletzungen am Kniegelenk mit 37,4%- und an der oberen Extremität mit 33% auf, während Verletzungen der unteren Extremität nur 14,3% betrafen. *Tourencarver* fuhren nur 35, also 8,8%, aller Carver. Die häufigsten Verletzungen traten hier am Kniegelenk mit 40% und an der oberen Extremität mit 28,6% auf. (Tabelle 6; **Diagramm 4**)



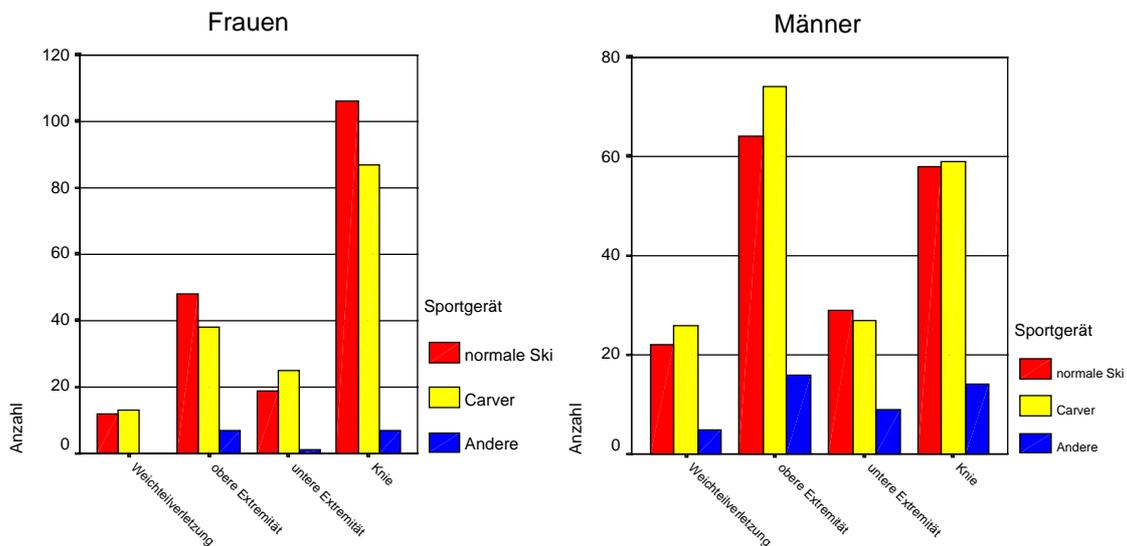
[Diagramm 4]

### 3.4 Geschlechtsspezifische Verletzungsmuster bei Carvern und normalen Ski

Die Verteilung der Skimodelle ist laut unserer Daten relativ geschlechtsunspezifisch, allerdings lässt sich ein tendenziell häufigeres Nutzen von Carving Ski bei der männlichen Untersuchungsgruppe feststellen. Die weiblichen Patienten griffen dagegen noch öfter auf den herkömmlichen Ski zurück. So waren es einerseits 46,84% männliche Skifahrer und 45,9% weibliche Skifahrer, die mit Carvern verunglückten, während andererseits 42,5% der Männer und 49,6% der Frauen mit normalen Ski gefahren sind. Bei den Frauen lag der Verletzungsschwerpunkt mit 49,75% aller Verletzungen im Bereich des Kniegelenks, hierbei waren jeweils zu ungefähr einem Drittel das vordere Kreuzband (35,86%) und das Innenband (31,31%) betroffen. Während die Kreuzbandverletzungen bei Carvern und normalen Ski gleich häufig auftraten, ließ sich bei den Innenbandverletzungen ein vermehrtes Auftreten bei normalen Ski mit einem Anteil von 54% gegenüber den Carving Ski mit 40% feststellen. Diese Tendenz war bei der Kniegelenks Distorsion/Kontusion noch deutlicher. Insgesamt trat sie bei rund 18% auf, von denen 64% normale Ski und nur 33% Carver gefahren sind. Die Männer wiesen bei den Knieverletzungen insgesamt nur einen Anteil von 28,54% auf, der relativ gleichmäßig auf die vier Untergruppen verteilt

(VKB-Ruptur, IB Läsion, Meniskus Läsion, KG Kontusion/Distorsion) war. Die häufigsten Diagnosen beim männlichen Geschlecht waren dagegen Verletzungen der oberen Extremität (33,55%).

Hierbei fielen Daumen- und Handverletzungen (inkl. Skidaumen) mit 27,74% und Verletzungen im Bereich der Schulter mit 18% auf. 50 % der Männer, die sich an der Hand/Daumen verletzten, gaben an Carver gefahren zu sein, während 38,6% normale Ski gewählt hatten. Auch bei den Schulterverletzungen überwogen mit 48,3% die Carver gegenüber den 37,9% der normalen Skifahrer. Die 23,13% der weiblichen Skifahrer mit Verletzungen der oberen Extremität wiesen zu 47,8% eine Daumen- und Handverletzungen (inkl. Skidaumen) auf, wobei ein Unterschied von rund 9% zwischen Carvern (53,3%) und normalen Ski (44,4%) festzustellen war. (Tabelle 7; **Diagramm 5**)



[Diagramm 5]

### 3.5 Altersspezifische Verletzungsmuster bei Carvern und normalen Ski

Die meisten Verletzungen traten in einem Alter zwischen 10 und 49 Jahren auf, diese Gruppe machte rund 80% der analysierten Skifahrer aus. Wie aus dem Diagramm und der Tabelle im Anhang ersichtlich, wurden beide Skitypen im Durchschnitt ungefähr gleichhäufig genutzt. Man fand bei den 10 bis 19-Jährigen noch einen um 3% höheren Anteil an normalen Ski, während die anderen drei Altersgruppen ein ausgeglichenes Niveau aufwiesen oder vermehrt Carver fuhren. Mit rund 40% aller Verletzungen traten

in dieser Gruppe Knieverletzungen auf und mit rund 29% war die obere Extremität betroffen. Bei näherer Betrachtung konnten keine Unterschiede zwischen normalen Ski und Carvern hinsichtlich gehäufter und schwerwiegenderen Verletzungen gefunden werden. (Tabelle 8, 9; Diagramm 6)

### **3.6 Erfahrung und Wahl des Skis**

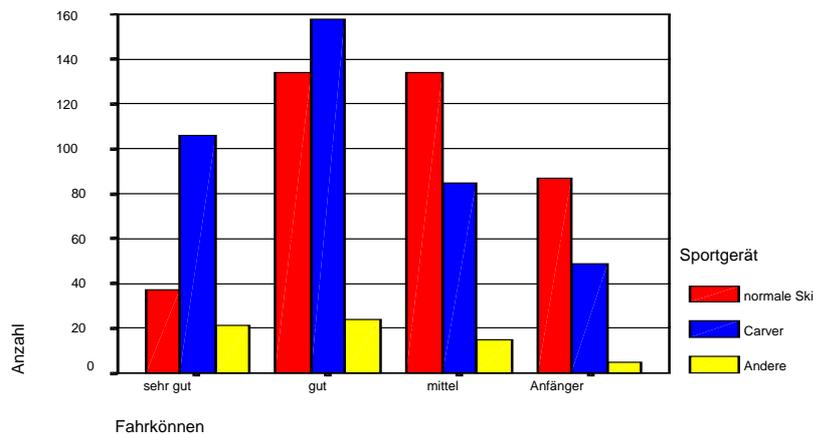
Bei der Skierfahrung und deren damit möglicherweise verbundenen Wahl des Skis lässt sich ein gewisses Muster erkennen. So zeigen unserer Daten, dass Menschen, die zum ersten Mal Ski fahren, fast doppelt so häufig normale Ski wählen. Skifahrer mit bis zu fünf Jahren Erfahrungen präferieren ebenfalls normale Ski, wenn auch nicht ganz so deutlich. Carving Ski bevorzugten hingegen diejenigen, die sechs bis dreißig Jahre Erfahrung vorweisen konnten. Bei Skifahrern mit über 30-jähriger Erfahrung wurden gleich häufig Carver und normale Ski gefahren. (Tabelle 10)

#### **3.6.1 Erfahrung, Geschlecht, Verletzungsmuster und Wahl des Skis**

Es kann weder ein signifikanter Unterschied bei Männern und Frauen, bezogen auf ihre Erfahrung und Wahl des Skis, festgestellt werden, noch treten bestimmte Verletzungen gehäuft auf. Wie bereits besprochen, bestätigten sich aber auch hier die vermehrten Verletzungen im Bereich des Knies und der oberen Extremität. (Tabellen 11-13)

### **3.7 Fahrkönnen und Skiwahl**

Das Fahrkönnen wurde von den Patienten subjektiv eingeschätzt, konnte aber im Zusammenhang mit der unter 3.6 schon aufgeführten "Erfahrung in Jahren" auch tendenziell untermauert werden. 87% der sehr guten und guten Skifahrer wiesen eine Erfahrung zwischen 6 und 50 Jahren auf und rund 70% der Anfänger und mittelmäßigen Fahrer fuhren zum ersten Mal, bzw. höchstens seit fünf Jahren. So hatten sich 65% der sehr guten Skifahrer und 50% der guten Skifahrer mit einem Carving-Ski ihre Verletzungen zugezogen. Der normale Ski wurde dagegen nur von 23% der sehr guten Skifahrer und 42% der guten Skifahrer gefahren. Mittelmäßige Skifahrer entschieden sich zu 57% und Anfänger zu 62% für normale Ski, während Carver nur von 36% bzw. 35% ausgewählt wurden. (Tabelle 14; **Diagramm 7**)



[Diagramm 7]

### 3.7.1 Fahrkönnen und Verletzungsmuster

Bei der Aufschlüsselung der Verletzungsmuster nach dem Fahrkönnen ergaben sich wenig neue Informationen. Die Gruppe der sehr guten Skifahrer verletzte sich als einzige mit 35,9% häufiger an der oberen Extremität als am Knie mit 24,9%. Dagegen wiesen die guten zu 33,4%, und die mittelmäßigen Skifahrer zu 39,7% vermehrt Knieverletzungen auf. Die obere Extremität war bei ihnen aber auch immerhin noch mit 28% bzw. 29% betroffen. Auffällig war, dass sich Anfänger so oft wie keine andere Gruppe am Kniegelenk (49,3%) verletzten, während die obere Extremität ähnlich häufig wie bei den guten und mittelmäßigen Skifahrern, zu 27,3% betroffen war. Die schwerwiegenderen Verletzungen im Bereich des Kniegelenks, wie Rupturen des vorderen Kreuzbandes und Meniskus Läsionen waren in der Gruppe der Anfänger allerdings seltener, hier machten Kniegelenks Distorsionen/Kontusionen und Innenband Verletzungen rund 66% der Verletzungen aus. Hingegen traten bei den sehr guten Skifahrer 62% der Knieverletzungen am vorderen Kreuzband und/oder am Meniskus auf. Bei den guten und mittelmäßigen Skifahrer betrug die schwerwiegenderen Verletzungen am Kniegelenk nur etwas mehr als die Hälfte mit 55% und 53%. (Tabelle 15, 17, 18)

### 3.8 Unfallursache

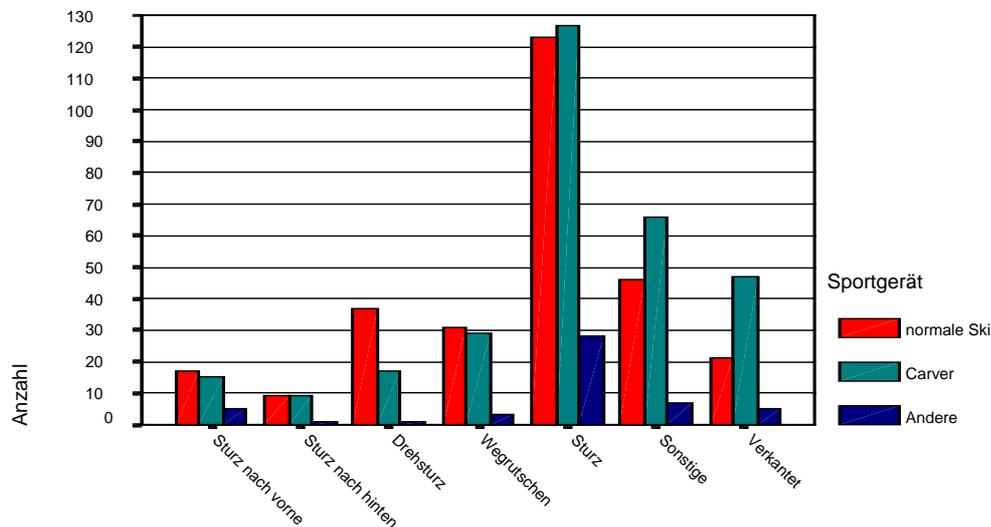
Zur Unfallursache konnten 645 Patienten eine genauere Angabe machen, von denen rund 48% Carver und 44% normale Skifahrer waren. Bei beiden überwog die Eigenverschuldung in Form eines Fahrfehlers mit ca. 55% (normale Ski) und 48% (Carver). Kollisionen und Ausweichmanöver als Unfallursache machten gerade einmal 10,5% aus, davon 39,7% normale Ski und 54,4% Carver. Hierbei waren hauptsächlich die guten bis mittelmäßigen Skifahrer betroffen. In 11% der Fälle war ein Verkanten/Verschneiden Ursache des Sturzes bzw. der Verletzung. Auch hier fanden sich vermehrt Carver (64%) im Vergleich zu normalen Skifahrern (29%). Alle weiteren Unfallursachen können der Tabelle entnommen werden. (Tabelle 20)

	normale Ski		Carver	
Fahrfehler	154	54,04%	146	47,25%
Sprung	12	4,21%	15	4,85%
Kollision/ Ausweichversuch	27	9,47%	37	11,97%
Materialfehler	8	2,81%	11	3,56%
Liftunfall	24	8,42%	18	5,83%
Verletzung durch Skikante	2	0,70%	1	0,32%
Verkanten/verschneiden	21	7,37%	47	15,21%
Weggerutscht	31	10,88%	29	9,39%
Sonstige	6	2,10%	5	1,62%
	<b>285</b>		<b>309</b>	

[Tabelle 20]

### 3.9 Unfallhergänge

Die Beschreibung des Unfallhergangs und seine Ursache war für viele Verunglückte nicht so einfach, so gaben 42% der befragten Carver und normalen Skifahrer einfach nur einen Sturz ohne näherer Differenzierung an. Das Wegrutschen kam ebenfalls bei beiden gleich häufig vor, betraf aber nur 10% der Unfälle insgesamt. Während der Drehsturz bei normalen Ski zu 13% vertreten war, wiesen diesen nur 5,5% der Carver auf. Dreimal so oft gaben dagegen die Carver (15,2%) ein Verkanten des Skis als Unfallursache an. (Tabelle 23; Diagramm 9)



[Diagramm 9]

### 3.10 Pisten- und Schneeverhältnisse

Der Vergleich der Pistenverhältnisse ergab keinen signifikanten Unterschied zwischen Carvern und normalen Ski, beide Skitypen wurden mit 94% bevorzugt auf präparierten Pisten gefahren und auch das Fahrkönnen scheint hierbei irrelevant zu sein. Bei den Schneeverhältnissen machten sowohl Carver als auch normale Skifahrer ähnliche Angaben. Zu 74% fuhren sie in präpariertem/gewalztem Schnee, 15% meinten, auf eisiger Piste gefahren zu sein und 9% im Tiefschnee. Hierbei sollte einschränkend erwähnt werden, dass es sich beim Tiefschnee, laut Erklärungen der Verunglückten, auch um “aufgeworfene Schneehügel” gehandelt haben könnte. (Tabelle 21, 22)

### 3.11 Unfallzeitpunkt und bereits gefahrene Zeit

Bei der Frage nach der Unfallzeit konnte ein vermehrtes Auftreten von Verletzungen gegen 12 Uhr und dann wieder gegen 15 Uhr festgestellt werden. Die meisten Fahrer mit normalen Ski (64,4%), verletzten sich relativ gleichmäßig verteilt im Zeitraum zwischen 12 und 16 Uhr, während bei den Carvern die meisten Unfälle (75,6%) von 11 bis 13 Uhr und von 14 bis 17 Uhr zu verzeichnen waren. 41,6% der Verletzten mit normalen Ski und 35,1% der Carver, die 12 Uhr als Unfallzeitpunkt angaben, waren vorher schon zwei Stunden Ski gefahren.

Bei den Verletzten um 15 Uhr fand man hingegen ein gehäuftes Auftreten von Verletzungen nach drei und vier Stunden (26,6%) bei normalen Ski, und nach drei und fünf Stunden (25,7%) für Carving-Ski.

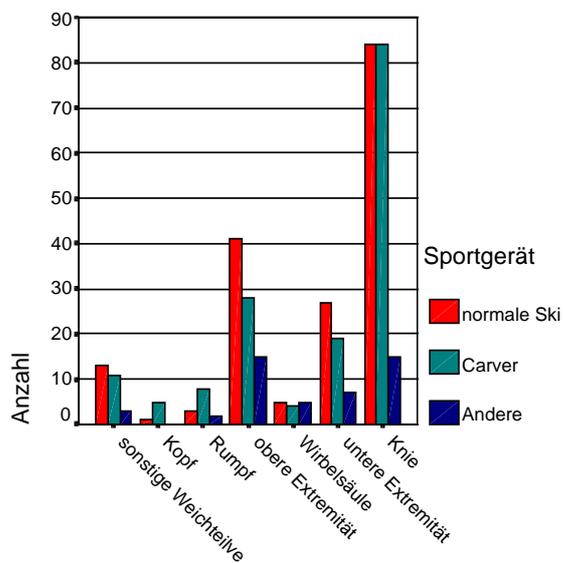
Betrachtet man nur die Angaben nach gefahrener Zeit, können durchaus leichte Unterschiede bei normalen und Carving Ski festgestellt werden. Wie oben schon angedeutet, ereigneten sich die meisten Verletzungen bei beiden Gruppen nach zwei Stunden. Unterschiede ergaben sich in der restlichen Zeit: So überwog der Anteil an normalen Skifahrern nach drei und vier Stunden Fahrzeit, während sich die Carver in den ersten drei Stunden und dann wieder nach fünf, sechs und sieben Stunden Skifahren, häufiger verletzten. (Tabelle 24, 25)

### **3.12 Auslösen der Sicherheitsbindung**

Von den insgesamt 787 Patienten, die Aussagen zu ihren Skibindungen machen konnten, gaben nur vier Personen an, alle weder Carver noch normale Skifahrer, dass sie keine Sicherheitsbindungen hatten. Über die Hälfte, sowohl der normalen Ski (51,5%) als auch der Carver (56,9%), waren mit Sicherheitsbindungen, die auch auslösten, ausgestattet. Demzufolge waren es 48,5% der normalen Skifahrer und 43,1% der Carver, die ein Nichtauslösen der Bindung beklagten. Wie anschaulich den Diagrammen entnommen werden kann, unterschieden sich die Verletzungsschwerpunkte sowohl nach Auslösung der Bindung, als auch nach Sportgerät. Bei den normalen Ski ergaben sich bei Nichtauslösen der Bindung 48,3% Knieverletzungen, 25,6% Verletzungen der oberen Extremität und 7,5% Weichteilverletzungen. Während das Auslösen der Bindung bei den Knieverletzungen eine Reduktion auf 38,4% bewirkte, konnte man im Gegensatz dazu, sowohl eine Zunahme bei den Verletzungen der oberen Extremität auf 31,9%, als auch der Weichteilverletzungen auf 10,3% feststellen. Bei den Carvern waren diese Tendenzen noch sehr viel deutlicher: Die Knieverletzungen bei Nichtauslösen der Bindung machten insgesamt mehr als die Hälfte mit 52,8% aus, während zu 17,6% Verletzungen der oberen Extremität und zu 7% Weichteilverletzungen auftraten.

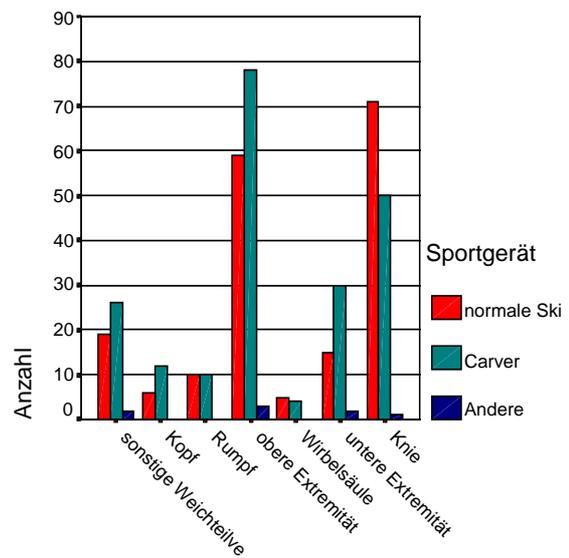
Die Knieverletzungen verringerten sich aufgrund des Auslösens der Bindung auf 23,8%, häufiger traten auch hier Verletzungen der oberen Extremität mit 37,1% und Weichteilverletzungen mit 12,4% auf. (Tabelle 27.1, 27.2, **Diagramm 8.1, 8.2**)

Sicherheitsbindung nicht ausgelöst



[Diagramm 8.1]

Sicherheitsbindung ausgelöst



[Diagramm 8.2]

## 4. Diskussion

Der Trend zum Wechsel von herkömmlichen Ski zu Carving Ski wird auch in unserem Untersuchungszeitraum bei einem Vergleich der beiden Saisonen sehr deutlich. 2000/20001 waren mit 37,65% weniger als die Hälfte aller Verletzten Carver, während 2001/2002 schon der größere Anteil der Verunglückten mit 54,51% aus Carvern bestand. Der Trend zum Carver ist vermutlich auch auf die gesamte Skipopulation übertragbar, so bestanden schon 1997 über 50% der verkauften Ski in den USA aus Carving Ski [24], wie hoch der genaue Prozentsatz von Carving Ski auf der Piste ist, bleibt aber noch abzuwarten.

### 4.1 Allgemeine Verletzungsentwicklung

Unabhängig von dem Skimodell zeigt sich die allgemeine Entwicklung der Verletzungen in den von uns erhobenen Daten, ähnlich den von anderen Autoren [5, 10, 14, 25, 20, 34, 39, 48, 51, 62]. Das Kniegelenk war mit 35,6% das meist betroffene Körperteil überhaupt, rechnet man noch die 13,6% der restlichen Verletzungen der unteren Extremität hinzu, so wären damit schon fast 50% aller Verletzungen abgedeckt. Mit knapp 30% bleiben dann noch Verletzungen der oberen Extremität zu untersuchen, von denen die Daumen- und Handverletzungen (inkl. "Skidaumen") zu 35% und Verletzungen im Schulterbereich (inkl. Tossy und Clavicula Fraktur) zu 32,66% am häufigsten waren.

Hier bestätigt sich, wie auch in anderen Studien beschrieben [5, 19, 39, 43, 55], der Trend weg von der "typischen Skiverletzung", wie Unterschenkel und Sprunggelenksverletzungen. Auch wenn andere Autoren meinen, der "Skidaumen" gehöre zu den häufigsten Verletzungen nach den Knieverletzungen [5] oder mache zwei Drittel aller Handverletzungen aus [29, 47], konnten wir in unserer Studie nur ein Drittel aller Handverletzungen als "Skidaumen" diagnostizieren, was mit 3,11% von allen Verletzungen deutlich unter den Durchschnittswerten anderer Autoren von 8-10% liegt [5, 34, 47, 62].

Als typischer Unfallmechanismus für Verletzungen der oberen Extremität ist der Sturz auf die reflektorisch ausgestreckten Arme und Hände zu sehen. Die Kräfte, die dabei

auf Handgelenk, Unterarm, Oberarm und Schulter wirken, sind je nach Fahrtgeschwindigkeit um ein Vielfaches höher als das eigentliche Körpergewicht. Schulterverletzungen resultieren laut Hunter [34] und Engkvist et al. [15] aus Stürzen auf den ausgestreckten Arm oder durch ein Verdrehen der Schulter nach Außen unter Abduktion. Als „Skidaumen“ wird in der Literatur der Sturz mit dem Skistock in der Hand beschrieben, hierbei kommt es zu einer Läsion des ulnaren kapsulo-ligamentären Apparates durch forcierte Abduktion und Hyperextension des Daumengrundgelenkes [11, 18, 29, 34].

Vergleicht man die Ergebnisse langjähriger Studien, so ist man sich einig, dass die Verletzungen der unteren Extremität durch die Weiterentwicklung der Ausrüstung, speziell der Sicherheitsbindungen und der Skistiefel, insgesamt abnehmen, während dagegen die Knieverletzungen ansteigende Zahlen vorweisen [10, 27, 14, 21, 25, 34, 48, 50, 62].

Unsere Ergebnisse zeigen, dass mit 32% das vordere Kreuzband am häufigsten betroffen war, was mit Resultaten anderer Studien, die Angaben zwischen 25% und 30% machten, übereinstimmt [32, 46, 56, 60]. Als Erklärung dafür lassen sich in der Literatur [27] verschiedene, typische Verletzungsmechanismen finden, bei denen zum größten Teil das Verdrehen des Kniegelenkes an sich, eine Rolle spielt. Ettliger et al. [16] beschrieb zwei wesentliche Mechanismen: Zum einen „the phantom-foot ACL injury mechanism“, bei dem der Skifahrer rückwärts zwischen die Ski fällt, sich versucht mit der Innenseite des Talskis abzufangen und so das Bein in starke Innenrotation bringt, und zum anderen „the boot-induced ACL injury mechanism“. Hierbei setzt bei der unkontrollierten Landung nach einem Sprung der hintere Teil der Ski mit gestrecktem Bein zuerst auf, daraufhin wird die Tibia vom Skischuh nach vorne geschoben, während der vordere Teil des Skis den Boden berührt. Er erwähnt zwar auch andere bekannte Mechanismen wie „hyperextension“, „valgus-external rotation“ und „collision“, hält sie aber für seltener.

Hame et al. [27] beschreibt in ihrer Studie sowohl Hyperflexion beim Aufkommen nach Sprüngen, als auch Hyperextension mit gleichzeitiger Tibia Innenrotation, durch nach vorne Fallen bei gekreuzten Skispitzen, für geeignete Mechanismen, die eine ACL-Ruptur begünstigen.

Neben den isolierten ACL-Rupturen, kam es in rund 18% der Fälle zu einer zusätzlichen Beteiligung des Innenbandes. Die Kombination ACL-Ruptur und Innenband-Verletzung ist aufgrund oben schon aufgeführter Unfallhergänge nicht überraschend. Barber et al. [4] sagt, dass schon frühere Studien zeigten, dass diese Kombination am häufigsten bei den Skifahrern zu finden wäre, außerdem kämen neben den kombinierten ACL- und Innenband-Verletzungen auch noch gehäuft Meniskusläsionen hinzu. Diese auch als „unhappy-triad“ bezeichnete Kombination fanden wir in unseren Daten in fünf Fällen. Hull [32] kommt zu dem Schluss, dass ACL/MCL-Verletzungen typischerweise während eines Drehsturzes nach vorne auftreten, bei dem der Ski nach außen rotiert, das Knie in Valgus-Stellung ist und externe axiale Kräfte auf die Bandstrukturen wirken. Cimino [9] beobachtete in 23% der ACL-Rupturen zusätzlich Meniskus-Läsionen, dem unsere 18% sehr nahe kommen. Im Vergleich zu anderen Sportarten, bei denen ACL-Rupturen auftreten, liegen die begleitenden Meniskusläsionen im alpinen Skisport verhältnismäßig niedrig [9].

Häufiger als diese Verletzungskombinationen waren bei uns die des Innenbandes und des Meniskus. So wiesen rund ein Drittel der Innenbandverletzungen parallel auch Meniskus-Läsionen auf.

Bleibt diesbezüglich noch zu erwähnen, dass sich laut unserer Daten Frauen (50%) im Vergleich zu Männern (28%) deutlich häufiger Knieverletzungen zuzogen, was auch in Studien anderer Autoren wiederzufinden ist [23, 34, 35, 45, 59, 60, 65, 66]. Dabei waren hauptsächlich zu jeweils einem Drittel das VKB und das Innenband betroffen. Als Erklärung dafür gibt es in der Literatur verschiedene Ansätze, die sich speziell auch auf das VKB beziehen und nach Gwinn et al. [26] in „intrinsische Faktoren“ und „extrinsische Faktoren“ untergliedert werden können. Zu den auch von anderen Autoren [1, 34] genannten „intrinsischen Faktoren“ gehören unter anderem VKB- und Femur-Kerben Grösse [8, 34], Gelenk- und Bänderschwäche [13, 34] und hormonelle Einflüsse [2, 13, 42], während zu den „extrinsischen Faktoren“ Muskelstärke [1, 34, 67], Kondition und Technik [1, 34, 67] gerechnet werden.

## 4.2 Carvingverletzungen

Darüber, inwieweit Carven ein erhöhtes Verletzungsrisiko in sich birgt, wurde, angefangen von vielen Skiexperten bis zu den ersten in den letzten Jahren erschienen Studien, viel spekuliert. Entgegen der Meinung und Spekulation anderer Autoren [12] konnten wir in den von uns erhobenen Daten keine erhöhte Anzahl von Knieverletzungen bei Carvern feststellen. Normalskifahrer erlitten, wenn auch nicht signifikant, aber immer noch 5% häufiger Knieverletzungen als Carver. (Tabelle 4.1)

	normale Ski		Carver	
sonstige Weichteilverletzung	34	8,6%	39	9,8%
Kopf	13	3,3%	20	5,0%
Rumpf	14	3,5%	21	5,3%
obere Extremität	112	28,4%	112	28,0%
Wirbelsäule	10	2,5%	9	2,3%
untere Extremität	48	12,2%	52	13,0%
Knie	164	41,5%	146	36,6%
<b>Gesamt</b>	<b>395</b>		<b>399</b>	

[Tabelle 4.1]

Dingerkus et al. [12] präsentierte in seiner Studie mehr Knieverletzungen bei Carvern als bei herkömmlichen Skifahrern, dagegen konnte Laporte et al. [41] dies genauso wenig bestätigen wie wir.

Erklärungsansätze bietet Greenwald et al. [24] mit einer Studie über die Kniegelenkskinematik. Er wies nach, dass der Bewegungsumfang und die Winkelgeschwindigkeiten des Kniegelenks bei den beiden Skitypen unter normalen Skifahrbedingungen gleich sind.

Auch Hintermeister [28] beschreibt, dass für die beiden Skitypen keine Unterschiede in der Muskelaktivität festgestellt werden konnten. Rotationskräfte, die auf das Kniegelenk übertragen werden, werden zwar einerseits durch die Kürze der Carver herabgesetzt, aber andererseits durch den von der Taillierung aufgezwungenen Schwung wieder erhöht. Man muss diesbezüglich also einen Kompromiss bei der Auswahl seines Carvers eingehen.

Kaiser [37] wiederum räumt ein, dass die Kniebelastung und der Kraftaufwand bei zunehmender Geschwindigkeit ansteigt. Dabei sollte man bedenken, dass die Fliehkräfte beim Durchfahren einer Kurve während des Carvings, wegen des kleineren

Radius, erhöht sind und mit dem Quadrat der Geschwindigkeit auch noch zunehmen [37, 44, 61, 64].

In unseren Daten konnten auch beim Schweregrad der Knieverletzung keine signifikanten Unterschiede festgestellt werden: Trotzdem wiesen tendenziell mehr Carver eine schwerwiegendere Knieläsion wie die VKB-Ruptur auf, während eine Innenband-Läsion und KG Kontusion/Distorsion vermehrt bei herkömmlichen Skifahrern zu finden waren. (**Tabelle 5.1**)

	normale Ski		Carver	
Beckenverletzungen	1	0,47%	5	2,54%
OS Kontusion, Fraktur, Luxation	3	1,43%	8	4,06%
VKB Ruptur	52	24,64%	55	27,92%
IB Ruptur, Läsion	48	22,75%	38	19,29%
Meniskus Läsion	27	12,80%	27	13,71%
KG Kontusion, Distorsion	36	17,06%	24	12,18%
Tibiafraktur, Kontusion	14	6,64%	16	8,12%
US Fraktur, Kontusion	17	8,06%	15	7,61%
Sprunggelenksverletzung	12	5,68%	6	3,05%
Fußverletzungen	1	0,47%	3	1,52%
<b>Gesamt</b>	<b>211</b>		<b>197</b>	

[Tabelle 5.1]

Natri et al. [45] ist der Meinung, dass gerade der Carving Ski in unkontrollierten Situationen durch eine spezielle Kombination von Kräften und Drehmomenten Auslöser für eine VKB-Ruptur sein kann. Als ebenfalls ursächlich für VKB-Rupturen beim Carven wird in der Literatur die Verwendung einer Standerhöhung durch Bindungsplatten [12] und die vermehrte Taillierung [30, 31] diskutiert, da beides ein vermehrtes Verschneiden und Verkanten verursachen kann.

Bezüglich der Verletzungen der oberen Extremität zeigten sich keine quantitativen Unterschiede zwischen den beiden Ski, sie lagen nahezu identisch bei je 28% aller Verletzungen. Hier hätte man einen höheren Anteil zu Lasten der Carving-Ski erwarten können, da bei Anwendung der eigentlichen Carving-Technik eine größere Schräglage in der Kurve bei erhöhter Geschwindigkeit möglich ist [58] und man mit „der Hand oder der Hüfte über den Schnee gleitet“ [53]. Näher betrachtet, zeigt sich allerdings die Oberarmfraktur als signifikant erhöht bei Carvern mit 16% im Vergleich zu den normalen Ski mit 6%. Inwieweit die Carving-Technik dafür verantwortlich zu machen ist, bleibt unbeantwortet, da ebenso direkte Gewalteinwirkung bei Stürzen unter erhöhter Geschwindigkeit und Unterschätzung der Eigendynamik der Carver als Ursache denkbar sind [6, 28, 38].

Die Art der Verletzungen, beim Vergleich der einzelnen Carver-Modelle untereinander, durch die unterschiedlichen Fahrtechniken erklären zu wollen, ist sicherlich nicht ganz einfach, da viele Carver nicht die Technik beherrschen, für die ihr Ski konzipiert wurde. Rund 44% der verletzten Carver fuhren einen *Race-Carver*, bei denen am häufigsten Verletzungen am Knie mit 39% und an der oberen Extremität mit 24% auftraten. Der größere Unterschied zwischen den beiden Hauptverletzungslokalisationen könnte darauf zurückzuführen sein, dass beim *Race-Carver* höhere Geschwindigkeiten gefahren werden können [3, 58]. Dies führt zu einer erhöhten Kurvenbeschleunigung [58] mit steigenden Fliehkräften [37, 44, 61, 64] und vermehrter Kniebelastung [24].

Nach Wörndle [64] ist die Fliehkraft bei gleicher Geschwindigkeit jedoch bei *Fun-Carvern* um ein Vielfaches höher als bei den anderen beiden Carver-Typen. Laut unserer Daten verletzten sich von den insgesamt 23% *Fun-Carvern* 34% am Knie und 30% an der oberen Extremität. Spekulationen bleibt es dabei allerdings überlassen, ob diejenigen, die diesen Ski benutzten, tatsächlich wie es das „Funcarven“ proklamiert, ohne Stöcke und mit niedrigerer Geschwindigkeit gefahren sind [40, 64]. Aus den oben aufgeführten Gründen könnte die erhöhte Geschwindigkeit Ursache für die vermehrt aufgetretenen Knieverletzungen sein und das Fahren mit Skistöcken ohne extreme Schräglage [3] für die niedrigere Verletzungsrate der oberen Extremität verantwortlich sein.

Die 25 % *Allround-Carver* wiesen mit jeweils 30% gleich häufig Verletzungen am Knie und an der oberen Extremität auf. Da der *Allround-Carver* für keine extreme Technik

konzipiert wurde, sondern wie der Name schon impliziert, für jeden Fahrstil gleichermaßen geeignet ist, lassen sich keine Vermutungen über besondere Verletzungsmechanismen stellen. Für alle drei gilt allerdings, dass es in Zukunft näherer Studien bedarf, um die Verletzungshergänge der speziellen Carver untereinander zu analysieren.

#### **4.4 Carving und Verletzungsursache/mechanismus**

Über spezifische Unfallursachen oder –mechanismen wurde aufgrund der speziellen Beschaffenheit des Carving-Skis viel spekuliert [6, 36, 38, 58]. Fest steht, dass neben dem relativ unspezifisch von rund der Hälfte aller Skifahrer/Carver angegebenen Fahrfehler (50,67%), das Verkanten bzw. Verschneiden (11,44%) und die Kollision bzw. der Ausweichversuch (10,77%) am häufigsten auftraten.

Die Carver vertraten beim Verschneiden/Verkanten mit 64% im Gegensatz zu den 29% der normalen Skifahrer den größeren Anteil. Kommt es zum plötzlichen Verkanten des Skis, ist der Skifahrer in den meisten Fällen nicht mehr in der Lage, adäquat zu reagieren. Als begünstigend für das häufigere Verschneiden mit Carving-Ski werden die vermehrte Standhöhe, Bindungsplatten [12, 61] und die Taillierung [30, 31] gesehen. Ein stärker taillierter Ski kann beim Verkanten oder anderen überraschenden Ereignissen durch den engeren Kurvenradius bei konstanter Geschwindigkeit, sehr schnell große Auslenkungen erfahren. Besonders wenn dabei gleichzeitig hohe Kräfte auftreten [44, 58].

In diesem Zusammenhang meint Spitzenpfeil et al., dass dies unter Umständen das reflexbasierte, biologische System der Gegenregulation beeinflussen und dem Carver keine Korrekturen mehr ermöglichen könnte [58]. Bei größerer Standhöhe wird nämlich durch den längeren Hebel neben der auftretenden Kraft ebenfalls der Korrekturweg und somit auch die Korrekturzeit verlängert [52].

Nach unseren und auch den Ergebnissen anderer Autoren [12, 36] treten bei den Carvern besonders häufig Kollisionsunfälle auf, hierbei führen laut unseren Daten 54% der Verletzten einen Carving-Ski und rund 40% einen herkömmlichen Ski. Ursächlich für die höhere Anzahl der Verletzten bei den Carvern kann laut Boldrino [6] bei hoher

Pistendichte die stärkere Taillierung sein, die eine Änderung der Fahrtrichtung nur schwer möglich macht. Bei hoher Geschwindigkeit und unvorhersehbaren Richtungswechsel anderer Skifahrer ist die Zeit zu kurz um noch adäquat zu reagieren und einen Zusammenstoß zu verhindern [58]. Auch bei ursprünglich gewohnten Manövern, wie zum Beispiel das Eishockey-Abbremsen kann es zu nicht erwarteten Auslenkungen in eine andere Richtung kommen, die es dem Carver unmöglich machen dem Hindernis auszuweichen [36]. Inwieweit die tatsächliche Pistendichte, Ermüdung oder Unaufmerksamkeit von Skifahrern hierbei eine Rolle spielen, kann anhand der vorliegenden Daten nicht abschließend geklärt werden.

Ob, wie von einigen Autoren [28, 36, 37, 38, 61] vermutet, die ansteigende Laufunruhe und sinkende Stabilität beim Geradeausfahren und nach Sprüngen durch die Taillierung und der noch hinzukommenden Kürze des Carvers für eine höhere Anzahl an Verletzten verantwortlich ist, kann laut unseren Daten nicht sicher gesagt werden. Es verletzen sich zwar ca. 0,5% mehr Carver nach einem Sprung, zu der Laufunruhe und eventuellen Verletzungen nach „Schussfahrten“ stehen allerdings keine Daten zur Verfügung. Laut Kaiser [37] stellt die Laufunruhe besonders in „zertifizierten Hängen“ ein Problem dar, da auch die sonst recht wirksamen Bindungsplatten hier keine positiven Einflüsse zeigen. (Tabelle 20.1)

	normale Ski		Carver	
Fahrfehler	154	54,04%	146	47,25%
Sprung	12	4,21%	15	4,85%
Kollision/ Ausweichversuch	27	9,47%	37	11,97%
Materialfehler	8	2,81%	11	3,56%
Liftunfall	24	8,42%	18	5,83%
Verletzung durch Skikante	2	0,70%	1	0,32%
Verkanten/verschneiden	21	7,37%	47	15,21%
Weggerutscht	31	10,88%	29	9,39%
Sonstige	6	2,10%	5	1,62%
<b>Gesamt</b>	<b>285</b>	<b>100%</b>	<b>309</b>	<b>100%</b>

[Tabelle 20.1]

#### 4.5 Carving und Fahrkönnen

Der Carving-Ski kann vom Anfänger bis zum Profi-Rennfahrer von jedem Fertigungslevel genutzt werden. Laut unseren Daten führen rund 66% der sehr guten/guten Skifahrer und nur 35% der Mittelmäßigen/Anfänger einen Carving-Ski. Für jeden Einzelnen bietet er je nach Fahrkönnen Vor- und Nachteile.

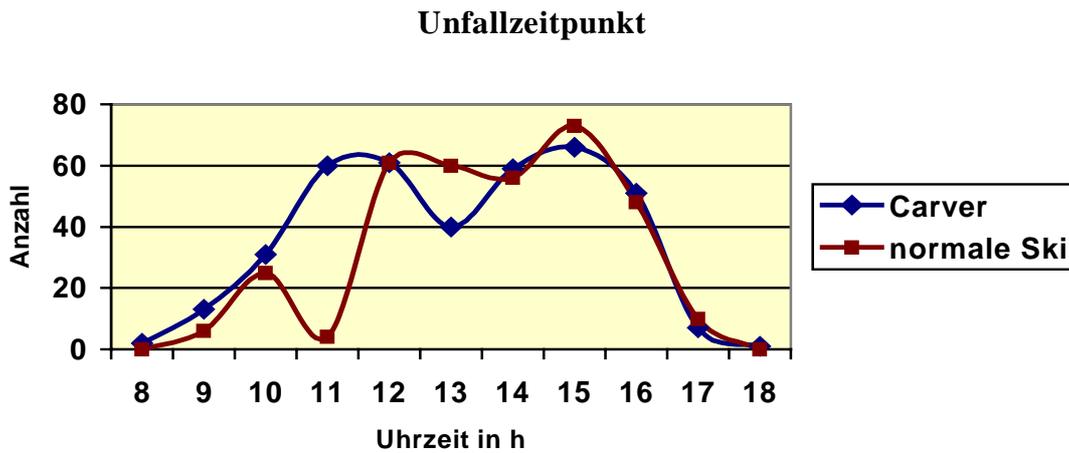
So profitiert der Beginner davon, dass der Carver kürzer, leichter und einfacher zu drehen ist. Hierbei sind die koordinativen Ansprüche geringer und der Lernprozess kann dadurch beschleunigt werden, dass es dem Skifahrer früher möglich ist, vom Pflugfahren ins Parallelschwingen zu wechseln [37, 38, 61, 64]. Studien über Muskelaktivität bei erfahrenen Skifahrern haben keinen nennenswerten Unterschied bei Carvern und herkömmlichen Modellen gezeigt. Ungeachtet dessen müssen Anfänger mit Carving-Ski, durch das leichtere Drehen, weniger Kraft aufwenden und ermüden später. Dies kann das potenzielle Verletzungsrisiko senken [23, 28]. Die Tatsache, dass diese Technik leichter zu erlernen ist, muss aber nicht notwendigerweise mit einer sinkenden Anzahl an Verletzungen einhergehen. Wie auch Johnson et al. [36] meinen, ist eine niedrigere Verletzungsrate erst zu erwarten, wenn das Erlernen der richtigen Technik mit Erfahrung [52, 58] und entsprechenden Reaktionsmöglichkeiten auf der Piste kombiniert wird. Für den mittelmäßigen Fahrer gelten ähnliche Voraussetzungen wie für den Anfänger, da er ebenfalls in den Genuss kommt sein Fahrkönnen zu verbessern, indem er noch kürzere Schwünge ansetzen kann.

Bei den guten und sehr guten Fahrern dürfte unter anderem die eigentliche Carving-Technik im Vordergrund stehen, das heißt, es sind engere, kurze Schwünge mit Schräglage bei höherer Geschwindigkeit möglich. Außerdem ist es ein noch größeres Vergnügen, mit höherer Kontrolle im Tiefschnee fahren zu können [28]. Laut Kaiser [37] berichten allerdings sehr gute Skifahrer, dass trotz der Kürze der Carving-Ski, die Wendigkeit in Buckelpisten abnimmt. Ursächlich hierfür scheint, wie bereits erwähnt, die Schwierigkeit, einen bereits begonnenen Kurvenradius zu verlassen [37]. In unseren Ergebnissen zeigten sich bei sehr guten Skifahrern mehr Verletzungen der oberen Extremität (36%) als am Kniegelenk (25%). Die Knieverletzungen, die sie sich allerdings zuzogen, waren zu ca. 62% als schwerwiegender (VKB 40%, Meniskus 20%) anzusehen.

Im Gegensatz dazu verletzten sich die Anfänger, die Carving-Ski nutzten, zu fast 50% am Kniegelenk. Hierbei betraf nicht ganz die Hälfte das Innenband (45%) und noch nicht einmal ein Viertel verletzte sich am VKB (ca. 21%). Diese unterschiedlichen Ergebnisse bezüglich des Fahrkönnens, wurden auch von anderen Autoren bereits diskutiert. Sie [22, 23] beziehen sich auf eine Studie von Johnson et al. aus Vermont, in der gute/sehr gute Skifahrer ein steigendes Risiko an VKB-Rupturen aufwiesen, während Anfänger bzw. weniger erfahrene Skifahrer vermehrt Frakturen der Fußgelenke zeigten. Wie schon weiter oben erläutert, spielt die Geschwindigkeit in der Kurve und die Kraft beim Auslösen eines Schwunges eine entscheidende Rolle bei Verletzungsursache oder -mechanismus. Sicherlich kann man annehmen, dass insbesondere gute/sehr gute Skifahrer die Vorteile des Carvers durch ihre guten bis sehr guten technischen Fähigkeiten ausnutzen. Leider können sie dadurch in Situationen geraten, die ein Verkanten/Verschneiden des Ski hervorrufen. Ein Faktor, der auch bei dieser Gruppe eine Rolle spielt, ist, dass die nötige Kondition und Koordination, die bei der Kombination von Geschwindigkeit, Kurvenbeschleunigung und Kraftaufwand von ihnen meist unterschätzt wird, bedacht werden muss. Wie schon erwähnt, kann dies leicht zu Situationen kommen, in denen vermehrt Kreuzbandverletzungen auftreten können. Deshalb ist selbst bei dieser Gruppe ein langsames Herantasten an das Limit empfehlenswert.

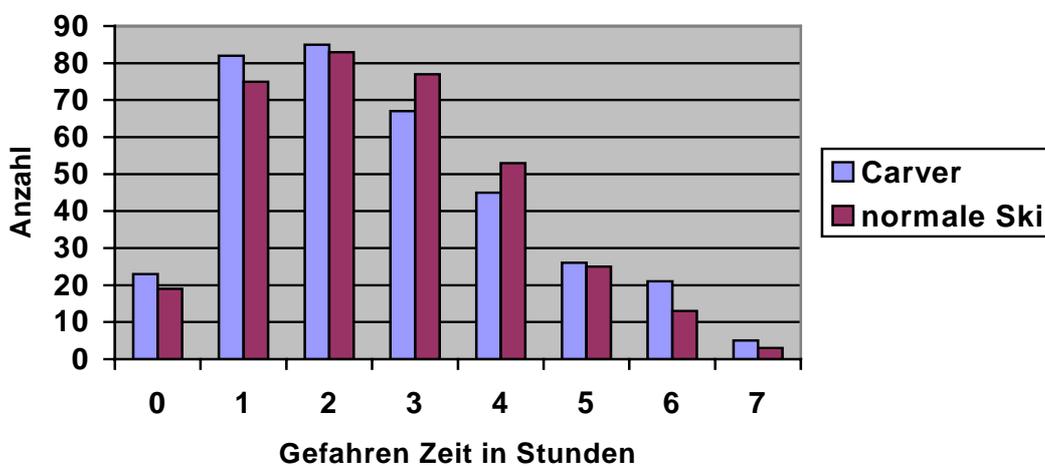
#### **4.6 Unfallzeitpunkt und gefahrene Zeit**

Die Frage nach dem Unfallzeitpunkt und der bis dahin gefahrenen Zeit impliziert die Frage nach der Ermüdung des Skifahrers und der daraus resultierenden Fahrfehler. Wie dem Diagramm entnommen werden kann, weisen die beiden Skitypen nur leichte Unterschiede im Verlauf gegen 11 Uhr auf. Ansonsten zeigen sie beide typische Höhepunkte gegen 12 Uhr und zwischen 15 und 16 Uhr, die auf Ermüdung und/oder Konzentrationsverlust kurz vor der Mittagspause bzw. am „Ski-Tages-Ende“ zurückgeführt werden könnten. **(Diagramm 11)**



[Diagramm 11]

Wie schon weiter oben erwähnt, nehmen einige Autoren an, dass das Carven bei normaler Belastung und herkömmlicher Skitechnik weniger Muskeleinsatz erfordert und somit Kräfte eingespart werden können [23, 28, 38, 52], während bei der eigentlichen Carving-Technik oder beim „kurze Schwünge Fahren“ auf der Kante mehr Kraftaufwand nötig sei [6, 38, 52]. Die meisten Unfälle ereigneten sich bei beiden Skitypen nach einer Fahrzeit von zwei Stunden. Interessant im Hinblick auf die oben erwähnten Theorien sind die restlichen Zeiträume, in denen sich Unfälle ereigneten. Die Carver wiesen zwei weitere Zeiträume, nämlich in den ersten drei Stunden und nach fünf bis sieben Stunden, auf, während sich die normalen Skifahrer nach drei und vier Stunden Fahrzeit häufiger als die Carver verletzten. (**Diagramm 10**)



[Diagramm 10]

Ob allerdings die Carver, die sich in den ersten drei Stunden verletzten, tatsächlich gearvt sind und somit in diese Risikogruppe einzustufen wären, kann mit unseren Daten nicht belegt werden und ist nur der Ansatz eines Erklärungsversuches. Die Theorie des späteren Ermüdens lässt sich jedoch, wenn man das Diagramm betrachtet, durchaus mit unseren Daten vereinbaren.

Leider kann aus den Zeitangaben nur eine tendenzielle Entwicklungen entnommen werden, da hier verstärkt subjektive und nicht eruierbare Einflußgrößen eine Rolle spielen, wie z.B. Intensität des Fahrens und Pausen am Hang, Liftwartezeiten, Nutzung von Schlepp- oder Sessellift, Alkoholgenuss in der Mittagspause, Schlafdefizit durch ausgedehntes „Aprés ski“ am Vorabend, etc.

#### **4.7 Carvingverletzungen und Auslösen der Sicherheitsbindung**

Das Thema der Sicherheitsbindung wird seit Jahren schon sehr konträr diskutiert. Als gesichert gilt, dass die Weiterentwicklung und Verbesserung von Bindungen und Skischuhe dazu beigetragen haben, die Anzahl typischer Verletzungen der unteren Extremität zu senken [7, 14, 16, 45, 68]. Hierzu gehören Knöchel- und Schienenbeinfrakturen, die laut Studien [7, 16] um bis zu 70% zurückgingen, während sich Verletzungen des Kniegelenkes auf einem relativ gleichbleibendem Niveau hielten [7, 14, 16, 45, 68]. In diesem Zusammenhang wurde von Johnson et al. [36] das Konzept der Lower Extremity Equipment Related (LEER) Injury eingeführt. Er stellte fest, dass rund 80% der Verletzungen der unteren Extremität LEER-Verletzungen waren, bei denen die Bindung nicht auslöste und der Ski das Bein durch Hebelwirkung verdrehte. Wir und andere [7] konnten feststellen, dass mittlerweile nahezu jeder Ski mit einer Sicherheitsbindung (nach unseren Daten 99,5% der Verletzten) ausgestattet ist, ob diese fachmännisch auf den Skifahrer eingestellt und nicht veraltet ist, kommt als gesonderter Einflussfaktor hinzu.

Nachdem heutzutage besonders die Knieverletzungen im Vordergrund stehen, was sich auch anhand unserer Daten ablesen lässt (ca. 35%), hält Hull [33] das „Two-Mode-System“ (Heel-Toe-Type) für durchaus geeignet, kombinierte Verletzungen des medialen IB und VKB zu verhindern. Trotzdem treten diese Verletzungen nach wie vor auf, da, selbst wenn alle Einstellungsstandards eingehalten werden [33], jedes Knie mit seiner Muskulatur, Kontraktionsstärke und Bänderstabilität unterschiedlich ist und

dadurch schwierig in eine Norm gesetzt werden kann. Werner [63] testete, welche Muskeln besonders aktiviert werden mussten durch Selbstausslösung der Bindung beim nach innen Drehen von Fuß und Bein. Hierbei wurde speziell in den medialen Anteilen der Kniebeuger eine hohe Muskelaktivität gemessen, die von Kindern und muskelschwächeren Frauen nicht aufgebracht werden konnte. Er stellte eine hoch signifikante Korrelation zwischen Oberschenkel-Kraft und der Fähigkeit zum Auslösen der Bindung fest.

Natri [45] dagegen zeigt in einer seiner Studien, dass die Inzidenz von Knieverletzungen durch Anpassung des Fahrverhaltens und der Technik in gefährdenden Situationen zu deutlich weniger Knieverletzungen führte. Weiterhin stellt er fest, dass bisher keine gesicherten Daten existieren, die nachweisen, dass ein Bindungssystem das Kniegelenk schützte, da sie in erster Linie zum Verhindern von Tibiafrakturen konstruiert wurden.

Unsere Daten zeigen, dass bei Verletzten, deren Sicherheitsbindungen ausgelöst haben, weniger Knieverletzungen (30,27%) und mehr Verletzungen der oberen Extremität (34,74%) auftraten; während bei nicht Auslösen der Sicherheitsbindung mehr als doppelt so viele Knieverletzungen (48,16%) wie Verletzungen der oberen Extremität (22,11%) zu finden waren. Bezieht man sich auf Natri [45], dann ist dies ein typisches und kein überraschendes Ergebnis, da die Bindungen nicht dafür konzipiert sind, auf solche Kräfte sensitiv oder verlässlich zu reagieren, die möglicherweise eine Knieverletzungen verursachen. Aus diesen Gründen hält er auch das „Two-Mode-System“ zum Schutze des Knies für ungeeignet, räumt allerdings ein, dass eine „multidirektionale Bindung“ in Zukunft eine Perspektive bieten könnte. Finch et al. [17] hält dagegen auch die bisher auf dem Markt erhältlichen „multidirektionalen Bindungen“ für insuffizient, Knieverletzungen zu verhindern und fordert weitere Entwicklungen auf diesem Gebiet.

Beim Vergleich der insgesamt 783 Skifahrern, die Angaben zum Auslösen ihrer Bindung machten, konnte man feststellen, dass von rund 57% der Carver die Bindung auslöste, während es bei den herkömmlichen Skifahrern ca. 51,5% waren.

**(Tabelle 27.3)**

		normale Ski	Carver
<b>Bindung nicht ausgelöst</b>	sonstige Weichteilverletzung	13	11
	Kopf	1	5
	Rumpf	3	8
	obere Extremität	41	28
	Wirbelsäule	5	4
	untere Extremität	27	19
	Knie	84	84
<b>Gesamt</b>		<b>174</b>	<b>159</b>
<b>Bindung ausgelöst</b>	sonstige Weichteilverletzung	19	26
	Kopf	6	12
	Rumpf	10	10
	obere Extremität	59	78
	Wirbelsäule	5	4
	untere Extremität	15	30
	Knie	71	50
<b>Gesamt</b>		<b>185</b>	<b>210</b>
<b>Gesamt</b>		<b>359</b>	<b>369</b>

[Tabelle 27.3]

Laut diesen Daten scheint der Carving-Ski, nicht wie von Johnson et al. [36] angenommen, ein höheres Risiko des Nicht-Auslösen der Sicherheitsbindung zu haben. Er [36] vermutete, dass es in Situationen, wo sich der Ski aufgrund seines starken Bogeneffekts zu sehr verbiegt, zum Verklemmen des Skischuhs kommen kann und die Bindung nicht auslöst. Allerdings kann durch Bindungsplatten bei den meisten Carving-Ski eine höhere Steifigkeit im Mittelteil erzielt werden, was zu einer Verflachung der Biegelinie führt [37].

## 5. Schlussfolgerung

Der allgemeinen Trend weg vom herkömmliche Ski zum Carving-Ski wurde von unserer Studie gut aufgezeigt. In der ersten Saison schienen die Carving-Ski mit rund 38% Anteil an Verletzten noch nicht so verbreitet wie in der zweiten Saison mit ca. 55%. Mittlerweile findet man in den Angeboten der Sportgeschäfte und Verleihservices kaum noch ein herkömmliches Skimodell. Deshalb wird sich wohl auch in kommenden Studien diese Entwicklung in einer noch höheren Anzahl der verletzten Carver widerspiegeln.

Über die beiden Saisonen verteilt konnten wir uns einen guten Eindruck über die Skimodelle im Vergleich machen, da sich ca. die eine Hälfte der Skifahrer mit herkömmlichen Ski und die andere mit Carving-Ski verletzte. Nach wie vor gilt, dass das Knie das meist betroffene Körperteil ist. Bezüglich der Carving-Ski können wir keine allgemeine Häufung von Knieverletzungen feststellen. Es fiel jedoch auf, dass die sehr guten und guten Carver, die sich am Knie verletzten, sehr viel häufiger (66%) schwerwiegendere Verletzungen wie VKB- und Meniskus-Läsionen davontrugen. Ursächlich hierfür scheinen die bereits erläuterte, spezielle Konstruktion und daraus resultierenden besonderen Eigenschaften des Carving-Skis zu sein. Das Verkanten/Verschneiden und die Kollision/Ausweichmanöver als gängigste Verletzungsursachen/mechanismen neben dem Fahrfehler können ebenfalls darauf zurückgeführt werden. Um besonders auf das Verkanten/Verschneiden regulierend eingreifen zu können, wurde von der FIS bereits eine Standhöhenbeschränkung von 55mm eingeführt.

Die richtige Wahl des zum Fahrkönnen passenden Carvers scheint in Zukunft eine nicht unwichtige Rolle zu spielen. Hier haben Sportgeschäfte und Verleihservices eine gewisse Verantwortung, die nicht unterschätzt werden darf. Der Carver selbst sollte, auch wenn er nicht den typischen Carving-Stil fährt, sein Können aufgrund des drehfreudigen Skis nicht überschätzen und sich eine gewisse Zeit nehmen, um sich an den neuen Ski zu gewöhnen und Erfahrung sammeln zu können.

Nach wie vor gilt, dass der Skifahrer sowohl vom allgemeinen Fitnessstraining als auch von speziellen Koordinationsübungen durch z.B. Skigymnastik profitiert und sein Verletzungsrisiko senken kann.

Im Bereich von technischen Weiterentwicklungen, liegt die Hoffnung wohl in Zukunft wie schon seit Jahren in einer Verbesserung der Sicherheitsbindung, um nicht nur Tibiafrakturen zu verhindern, sondern auch das Kniegelenk schützen zu können.

## 6. Literaturverzeichnis

- 1. Arendt E. A.:** Anterior cruciate ligament injuries. *Curr Womens Health Rep.* 2001 Dec; 1 (3): 211-7.
- 2. Arendt E. A, Bershadsky B., Agel J.:** Periodicity of noncontact anterior cruciate ligament injuries during the menstrual cycle. *J Gend Specif Med.* 2002 Mar-Apr; 5 (2): 19-26.
- 3. Bachleitner R. (Hg.):** *Alpiner Wintersport.* Studienverlag 1998; S. 39- 43: Ausdifferenzierung im Skisport: Carving, Snowboarding und Snow-Funparks, S. 65-67: Alles Carving?!, S. 171-179: Skisport und Gesundheit.
- 4. Barber F. A.:** Snow skiing combined anterior cruciate ligament/medial collateral ligament disruptions. *Arthroscopy* 1994; 10 (1): 85-89.
- 5. Berghold F.:** *Unfallforschung und Unfallverhütung im alpinen Skilauf.* Österreichischer Bundesverlag 1988; S. 43-55: Häufigkeit von Skiunfällen, S. 60-72: Entwicklungstendenzen und Auswirkungen des Skiunfallgeschehens, S. 73- 95: Bisherige Methoden der Skiunfallforschung und deren Einfluß auf die Unfallverhütung.
- 6. Boldrino C.:** Carving risk analysis. A new still unexplored variant of alpine skiing. *Sportverletzungen Sportschaden;* 1997 Dec; 11 (4): 148-9.
- 7. Bouter L. M., Knipschild P. G., et al.:** Binding function in relation to injury risk in downhill skiing. *Am J Sports Med* 1989; 17 (2): 226-33.
- 8. Charlton W. P. H., St. John T. A., Ciccotti M. G., Harrison N., Schweitzer M.:** Differences in femoral notch anatomy between men and women. *Am J Sports Med* 2002; 30 (3): 329-33.
- 9. Cimino P. M.:** The incidence of meniscal tears associated with acute anterior cruciate ligament disruotion secondary to snow accidents. *Arthroscopy* 1994; 10 (2): 198-200.
- 10. Davidson T. M., Laliotis A. T.:** Alpine skiing injuries. A nine-year study. *West J Med* 1996.
- 11. De Monaco D., Stäuble D. T.:** Der Skidaumen: die akute Läsion des ulnaren Seitenbandes des Daumengrundgelenkes. *Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie* 2002; 50 (1): 17-19.

- 12. Dingerkus M. L., Mang A.:** Verletzungen und Überlastungen beim Carving. Sport-Orthopädie - Sport-Traumatologie 2001; 17: 213-218.
- 13. Dragoo J. L., Lee R. S., Benhaim P., Gerald A. M., Finerman G. A. M., Hame S. L.:** Relaxin Receptors in the Human Female Anterior Cruciate Ligament. The American Journal of Sports Medicine 2003; 31: 577-584.
- 14. Ekeland A., Holtmoen A., Lystad H.:** Lower extremity equipment-related injuries in alpine recreational skiers. Am J Sports Med. 1993; 21 (2): 201-5.
- 15. Engkvist O., Balkfors B., Lindsjö U.:** Thumb injuries in downhill skiing. Int J Sports Med 1982; 3 (1); 50-5.
- 16. Ettlinger C. F., Johnson R.J., Shealy J. E.:** A method to help reduce the risk of serious knee sprains incurred in alpine skiing. Am J Sports Med. 1995; Sep-Oct; 23 (5): 531-7.
- 17. Finch C. F., Kelsall H. L.:** The effectiveness of ski bindings and their professional adjustment for preventing alpine skiing injuries. Sports Med 1998; Jun; 25(6): 407-16.
- 18. Fricker R., Hintermann B.:** Skier's thumb. Treatment, prevention and recommendations. Sports Med 1995; 19 (1): 73-9.
- 19. Furrer M., Erhart S., Frutiger A., Bereiter H., Leutenegger A., Rüedi T.:** Severe skiing injuries: a retrospective analysis of 361 patients including mechanism of trauma, severity of injury, and mortality. The Journal of trauma 1995 Oct.; Vol. 39, No. 4: 737-41.
- 20. Geyer M., Beyer M.:** Skiing injuries: analysis in a German ski area. Sportverletz Sportschaden 1989; 3 (4): 143-8.
- 21. Geyer M., Wirth C.J.:** Ein neuer Verletzungsmechanismus des vorderen Kreuzbandes. Unfallchirurg 1991; 94: 69-72.
- 22. Glass N.:** Cutting a tight curve increases injuries. The Lancet 2000; Vol 355; 22: 293.
- 23. Greenwald R., Senner V., Swanson S.:** Biomechanics of Carving Skis. Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie 2001; 49 (1): 40-44.
- 24. Greenwald R. M., Swanson S. C., Mc Donald T. R.:** A comparison of the effect of ski sidecut on three-dimensional knee joint kinematics during a ski run. Sportverletz Sportschaden 1997 Dec; 11 (4): 129-133.

- 25. Greier K.:** Sportverletzungen an einer hochleistungsorientierten Skisportschule: eine retrospektive Studie an der Internatsschule für Skisportler in Stams. Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie 2002; 50 (3): 110-115.
- 26. Gwinn D. E., Wilckens J. H., McDevitt E. R., Ross G., Tzu-Cheg Kao:** The relative incidence of anterior cruciate ligament injury in men and women at the United States Naval Academy. Am J Sports Med 2000; 28 (1): 537-40.
- 27. Hame S. L., Oakes D. A., Markolf K. L.:** Injury to the anterior cruciate ligament during alpine skiing. Am J Sports Med 2002; 30 (4): 226-33.
- 28. Hintermeister R. A.:** What do we know about super-sidecut skis? Sportverletz Sportschaden 1997 Dec ;11 (4): 137-9.
- 29. Höcker K., Pachucki A.:** Diagnostik und Behandlung der Bandverletzung am Daumengrundgelenk. Sportverletz Sportschaden 1992; 6: 165-69.
- 30. Hörterer H.:** Carven ohne Gefahren. Skimagazin 1997; 7: 86-87.
- 31. Hörterer H.:** Das Kreuz mit dem Band. Skimagazin 1999; 2: 72-73.
- 32. Hull M. L., PhD:** Analysis of skiing accidents involving combined injuries to the medial collateral and anterior cruciate ligaments. Am J Sports Med. 1997; Vol. 25, No. 1: 35-40.
- 33. Hull M. L., Allen, K. W.:** Design of an actively controlled snow ski release binding. J Biomech Eng 1981; 103 (3): 138-45.
- 34. Hunter R. E.:** Skiing injuries. Am J Sports Med. 1999 May-Jun; 27(3): 381-9.
- 35. Jarvinen M., Natri A., Laurila S., Kannus P.:** Mechanisms of anterior cruciate ligament ruptures in skiing. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 1994; 2 (4): 224-8.
- 36. Johnson R. J., Ettliger C. F., Shealy J. F., Meader C.:** Impact of super sidecut skis on the epidemiology of skiing injuries. Sportverletz Sportschaden 1997 Dec; 11 (4): 150-2.
- 37. Kaiser F.:** Carving in comparison with ski technique of the skiing athlete (competitive skier) and the leisure and comfort level skier. Sportverletz Sportschaden 1997 Dec; 11 (4): 126-8.
- 38. Kober E., Held H.J.:** Carving expands the skiing field. Sportverletz Sportschaden 1997 Dec; 11 (4): 122-3.
- 39. Koehle M. S., Lloyd-Smith R., Taunton J. E.:** Alpine ski injuries and their prevention. Sports Med 2002; 32 (12): 785-93.

- 40. Kuchler W.:** Carving – Ein neuer Spaß am Skifahren. Rowohlt Verlag 1997; S. 11-15: Einführung., S.24-39: Ausrüstung zum Carven., S.135-141: Anhang.
- 41. Laporte J. D., Binet M. H., Constans D.:** Evolution of ACL Ruptures in French Ski Resorts 1992-1999. Skiing Trauma and Safety: Thirteenth International Symposium, ASTM STP 1397, R.J. Johnson (ed.), ASTM Philadelphia, PA, 2000; pp: 95-107.
- 42. Liu S. H., Al-Shaikh R. A., Panossian V., Finerman G. A., Lane J. M.:** Estrogen affects the cellular metabolism of the anterior cruciate ligament. A potential explanation for female athletic injury. Am J Sports Med. 1997 Sep-Oct; 25 (5): 704-9.
- 43. Matter P., Ziegler W. J.:** The ski accident in the last 15 years. Correlations with equipment. Sportverletz Sportschaden 1987; 1 (4): 157-60.
- 44. Mössner M., Nachbauer W., Schindelwig K.:** Einfluß der Skitaillierung auf Schwungradradius und Belastung.Sportverletz Sportschaden. 1997 Dec; 11 (4): 140-5.
- 45. Natri A., Beynnon B. D., Ettlinger C. F., Johnson R. J., Shealy J. E.:** Alpine ski bindings and injuries. Current findings. Sports Med. 1999 Jul ;28 (1): 35-48.
- 46. Paletta G. A., Levine D. S., O'Brien S. J., Wickiewicz T. L., Warren R. F.:** Patterns of meniscal injury associated with acute anterior cruciate ligament injury in skiers. Am J Sports Med. 1992 ; 20 (5): 542-7.
- 47. Pechlaner S., Suckert K., et al.:** Hand injuries in Alpine skiing. Sportverletz Sportschaden 1987; 1 (4): 171-6.
- 48. Röhrli S., Hauser W., Schaff P., Rosemeyer B.:** Verletzungsmuster beim Skifahren weltweit. Können die derzeitigen Einstellrichtlinien die Verletzungen auch in Zukunft reduzieren? Sportverletz Sportschaden 1994; 8: 73-82.
- 49. Ronning R., Gerner T., Engebretsen L.:** Risk of injury during alpine and telemark skiing and snowboarding. The equipment-specific distance-correlated injury index. Am J Sports Med. 2000 Jul-Aug; 28 (4): 506-8.
- 50. Schaff P., Hauser W.:** Skischuh versus Kniegelenk – ein sportmedizinisches, orthopädisches und biomechanisches Problem. Sportverletz Sportschaden 1989 Dec; 3 (4): 149-61.
- 51. Scherer M. A., Ascherl R., Lechner F.:** The value of epidemiologic studies of ski injuries. Sportverletz Sportschaden 1992 Dec; 6 (4): 150-5.
- 52. Schlegel C.:** Carving aus sportmedizinischer Sicht. Schweizerische Zeitschrift für Sportmedizin und Sporttraumatologie 1998; 46 (2): 79-82.

- 53. Schneider K. P.:** Technical safety aspects of carving equipment. Sportverletz Sportschaden. 1997 Dec; 11(4): 146-7.
- 54. Schöpe H. G.:** Der Parallelschwung im alpinen Skilauf, Technik, Sensomotorik, Lernen. Verlag Dr. Kovac 2001: S. 7-33: Die mechanische Drehbewegung des Skis im Parallelschwung in Abhängigkeit von der Bauweise in Verbindung mit dem vom Fahrer erzeugten Kanten und Wenden.
- 55. Schydlofsky, P., Halberg, G., Galatius-Jensen, S. P.:** Skiing injuries. Review over the winter of 1990-1991 in a clinic in the French Alps. Ugeskr Laeger 1993; 155 (6): 387-90.
- 56. Speer K. P., Warren R. F., Wickiewicz T. L., Horowitz L., Henderson L.:** Observations on the injury mechanism of anterior cruciate ligament tears in skiers. Am J Sports Med. 1995 Jan-Feb; 25 (1): 35-40.
- 57. Sperner G., Genelin A., Golser K., Resch H., Beck E.:** Das Verletzungsmuster des Sprunggelenkes im Skischuh – eine retrospektive Analyse. Sportverletz Sportschaden 1989; 3: 162-166.
- 58. Spitzenpfeil P., Mester J.:** Carving and ski technique--aspects of biological regulation. Sportverletz Sportschaden 1997 Dec; 11 (4): 134-6.
- 59. Stevenson, H., Webster, J., Johnson, R., Beynon, B.:** Gender differences in knee injury epidemiology among competitive alpine ski racers. Iowa Orthop J 1998; 18: 64-6.
- 60. Viola R. W., Steadman J. R., Mair S. D., Briggs K. K., Sterett W. I.:** Anterior cruciate ligament injury incidence among male and female professional alpine skiers. Am J Sports Med. 1999 Nov-Dec; 27 (6): 792-5.
- 61. Vogel W.:** Carving. Sportverletz Sportschaden 1997 Dec; 11 (4): 124-5.
- 62. Warne W. J., Feagin J. A., King P., Lambert K. ., Cunningham R. R.:** Ski injury statistics, 1982 to 1993, Jackson Hole Ski Resort. Am J Sports Med. 1995; 23 (5): 597-600.
- 63. Werner, S., Willis, K.:** Self-release of ski-binding. Int J Sports Med 2002; 23 (7): 530-5.
- 64. Wörndle W.:** Carving--a new ski trend. Effects on skiing technique and course safety. Sportverletz Sportschaden 1997 Dec; 11 (4): 118-21.

**65. Wojtys E. M., Huston L. J., Lindenfeld T. N., Hewett T. E., Greenfield M. L.:**

Association between the menstrual cycle and anterior cruciate ligament injuries in female athletes. Am J Sports Med. 1998 Vol. 26; No. 5: 614-19.

**66. Wojtys E. M., Huston L. J., Melbourne D., Boynton, Spindler K. P., Lindenfeld T. N.:**

The Effect of the Menstrual Cycle on Anterior Cruciate Ligament Injuries in Women as Determined by Hormone Levels. Am J Sports Med. 2002; Vol. 30, No. 2:182-88.

**67. Zeller B. L., McCrory J. L., Kibler W. B., Uhl T. L.:**

Differences in Kinematics and Electromyographic Activity Between Men and Women during the Single-Legged Squat. The American Journal of Sports Medicine 2003; 31: 449-456.

**68. Zucco P.:** Effect of equipment on current ski injuries, their development in the last 20 years and their prevention. Schweiz Z Med Traumatol 1994; 1: 8-12.

**Anlage 1: Fragebogen****SKIBOGEN**

Klinikum Garmisch-Partenkirchen  
 Abteilung für Unfall- und  
 Wiederherstellungschirurgie  
 Chefarzt Priv.-Doz. Dr. med. R. Wölfel

**Vor-/Nachname:** .....

Geb.-Datum: ( ) männlich ( ) weiblich

Sehr geehrte Patientin, sehr geehrter Patient,

Sie haben einen Unfall beim Wintersport erlitten. Damit der Skisport sicherer wird, versuchen wir die Unfallursachen zu analysieren und bitten Sie daher um Ihre Mithilfe.

Bitte füllen Sie den folgenden Bogen so genau wie möglich aus. Die Daten werden nur zu Forschungszwecken ausgewertet und nicht an Dritte weitergeleitet.

Vielen Dank für Ihre Mühe und gute Genesung!

**Unfallort (Skigebiet):** .....

Skifahren am Unfalltag begonnen um: ..... Uhr Unfallzeitpunkt: ..... Uhr

Fahrkönnen: ( ) sehr gut ( ) gut ( ) mittel ( ) Anfänger

Erfahrung: „Ich fahre seit ..... Jahren“

**Material:** ( ) „normale Ski“ ( ) Race-Carver ( ) Fun-Carver ( ) BigFoot

( ) Tourenski ( ) Tourencarver ( ) Snow Blades ( ) Telemark

Skilänge: ..... cm Skimarke: .....

Marke der Skibindung: ..... Bindung ausgelöst? ( ) ja ( ) nein

Schneeverhältnisse: ( ) Tiefschnee ( ) normale Piste ( ) Glatteis

**Unfallhergang:**

.....  
 .....  
 .....

Fremdeinwirkung: ( ) ja ( ) nein

Verhalten nach dem Unfall: ( ) keine Belastung ( ) weitere Belastung

Transportmittel zur Klinik: ( ) Bergwacht ( ) RTW ( ) eigener PKW

**Diagnose:** .....

.....  
 .....

**Anlage 2: Diagramme**

Diagramm 3.: Verletzungen nach Körperregionen: Carver und normale Ski

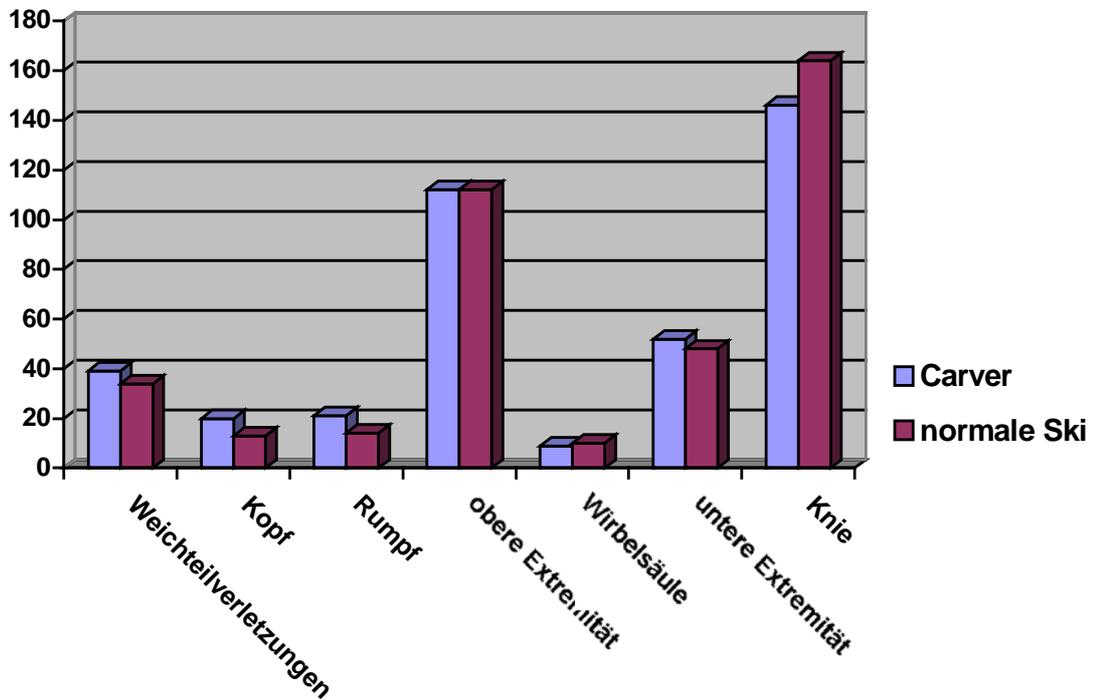
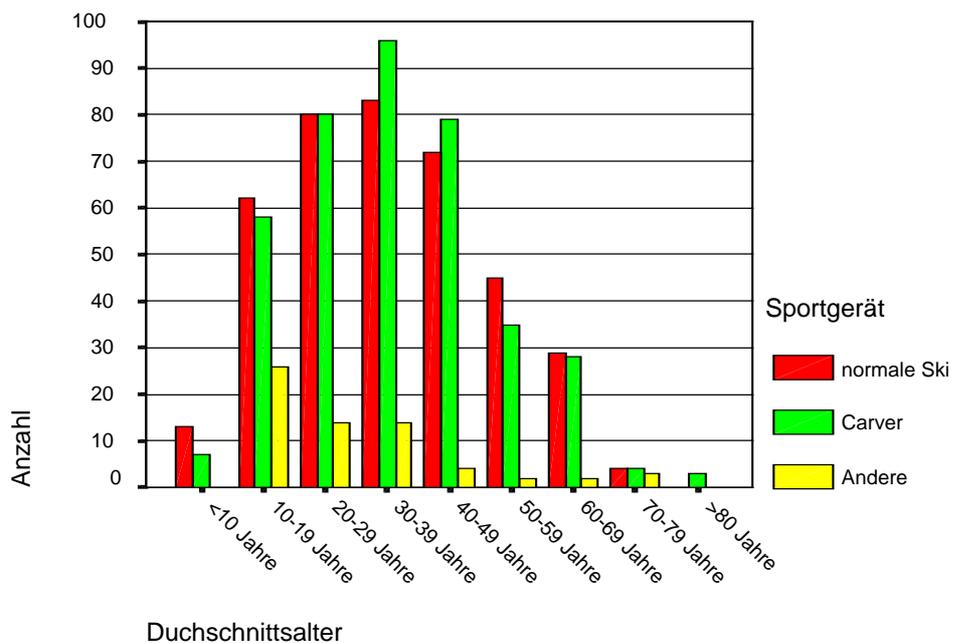


Diagramm 6.: Altersspezifische Verletzungsmuster bei Carvern und normalen Ski



## Anlage 3: Tabellen

### 1. Geschlecht/Alter

Durchschnittsalter	männlich	weiblich	Gesamt
<10 Jahre	9 1,0%	14 1,6%	23 2,6%
10-19 Jahre	98 11,1%	60 6,8%	158 17,9%
20-29 Jahre	98 11,1%	81 9,2%	179 20,3%
30-39 Jahre	95 10,8%	105 11,9%	200 22,7%
40-49 Jahre	80 9,1%	80 9,1%	160 18,1%
50-59 Jahre	46 5,2%	41 4,6%	87 9,9%
60-69 Jahre	32 3,6%	29 3,3%	61 6,9%
70-79 Jahre	7 0,8%	4 0,5%	11 1,2%
>80 Jahre	1 0,1%	2 0,2%	3 0,3%
<b>Gesamt</b>	<b>466 52,8%</b>	<b>416 47,2%</b>	<b>882 100,0%</b>

### 3. Verletzungsaufreten nach Körperregionen

Verletzung	Häufigkeit	Prozent
Weichteilverletzung	90	9,33
Commotio, Kopfverletzungen	43	4,45
Rippen/Thorax Kontusion, Fraktur	40	4,15
Tossey	26	2,69
Schulter Lux., Kontu., Distor.	52	5,39
Clavicula Fraktur	21	2,18
OA Fraktur	30	3,11
UA Fraktur	21	2,18
Ellenbogen Lux., Kont., Dis., Fraktur	10	1,03
HG Kontu., Distor., Fraktur	27	2,79
Daumen, Handverletzung	70	7,25
Skidaumen	30	3,11
WS Kontu., Dist.; WK Fraktur	32	3,32
Beckenverletzungen	10	1,04
OS Kontusion, Fraktur, Luxation	16	1,66
VKB Ruptur	111	11,50
IB Ruptur, Läsion	101	10,47
Meniskus Läsion	60	6,22
KG Kontusion, Distorsion	69	7,15
Tibiafraktur, Kontusion	35	3,63
US Fraktur, Kontusion	42	4,35
Sprunggelenksverletzung	25	2,59
Fußverletzungen	4	0,41
<b>Gesamt</b>	<b>965</b>	<b>100</b>

#### 4. Vergleich von Carver und normalen Ski: Verletzungen nach Körperregionen

	normale Ski		Carver	
sonstige Weichteilverletzung	34	8,6%	39	9,8%
Kopf	13	3,3%	20	5,0%
Rumpf	14	3,5%	21	5,3%
obere Extremität	112	28,4%	112	28,0%
Wirbelsäule	10	2,5%	9	2,3%
untere Extremität	48	12,2%	52	13,0%
Knie	164	41,5%	146	36,6%
<b>Gesamt</b>	<b>395</b>	<b>100%</b>	<b>399</b>	<b>100%</b>

#### 5.1 Spezielle Verletzungen der unteren Extremität

	normale Ski		Carver	
Beckenverletzungen	1	0,47%	5	2,54%
OS Kontusion, Fraktur, Luxation	3	1,42%	8	4,06%
VKB Ruptur	52	24,6%	55	27,91%
IB Ruptur, Läsion	48	22,75%	38	19,29%
Meniskus Läsion	27	12,80%	27	13,71%
KG Kontusion, Distorsion	36	17,06%	24	12,18%
Tibiafraktur, Kontusion	14	6,64%	16	8,12%
US Fraktur, Kontusion	17	8,06%	15	7,61%
Sprunggelenksverletzung	12	5,68%	6	3,05%
Fußverletzungen	1	0,47%	3	1,52%
<b>Gesamt</b>	<b>211</b>	<b>100%</b>	<b>197</b>	<b>100%</b>

### 5.1.1 Erst- und Zweitdiagnose Kniegelenk

		Normale Ski	Carver
<b>VKB Ruptur</b>	Weichteilverletzung	-	1
	Commotio	-	1
	IB Ruptur, Läsion	8	6
	Meniskus Läsion	8	7
	KG Distorsion, Kontusion	3	3
	<b>Gesamt</b>	<b>19</b>	<b>18</b>
<b>IB Ruptur, Läsion</b>	Rippen Kontusion, Fraktur	-	1
	Meniskus Läsion	1	4
	KG Distorsion, Kontusion	-	2
	Sprunggelenksverletzung	1	-
	<b>Gesamt</b>	<b>2</b>	<b>7</b>
<b>Meniskus Läsion</b>	IB Ruptur, Läsion	14	7
	KG Distorsion, Kontusion	1	-
	Sprunggelenksverletzung	1	-
	<b>Gesamt</b>	<b>16</b>	<b>7</b>
<b>KG Kontusion, Distorsion</b>	Weichteilverletzung	-	1
	IB Ruptur, Läsion	-	1
	Sprunggelenksverletzung	-	-
	Daumen, Handverletzung	1	-
	<b>Gesamt</b>	<b>1</b>	<b>2</b>

### 5.2 obere Extremität

Verletzung	normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
Tosy	11	10	2	<b>23</b>
Schulter Lux., Kontu., Distor.	21	17	4	<b>42</b>
Clavicula Fraktur	8	7	1	<b>16</b>
OA Fraktur	7	18	-	<b>25</b>
UA Fraktur	9	7	2	<b>18</b>
HG Kontu., Distor., Fraktur	11	8	7	<b>26</b>
Skidaumen	12	10	3	<b>25</b>
Daumen, Handverletzung	29	32	3	<b>64</b>
Ellenbogen Lux., Kont., Distor., Fraktur	5	3	1	<b>9</b>
<b>Gesamt</b>	<b>113</b>	<b>112</b>	<b>23</b>	<b>248</b>

### 6. Verletzung unter den Carvern im Vergleich nach Körperregionen

Verletzung	Touren Carver	Race Carver	Fun Carver	Allround Carver	normale Ski	Andere	Gesamt
sonstige Weichteilverletzung	3	18	6	12	34	5	<b>78</b>
Kopf	2	9	2	7	13	1	<b>34</b>
Rumpf	3	7	5	6	14	2	<b>37</b>
obere Extremität	10	42	30	30	112	23	<b>247</b>
Wirbelsäule	1	4	1	3	10	5	<b>24</b>
untere Extremität	2	26	13	11	48	10	<b>110</b>
Knie	14	68	34	30	164	21	<b>331</b>
<b>Gesamt</b>	<b>35</b>	<b>174</b>	<b>91</b>	<b>99</b>	<b>395</b>	<b>67</b>	<b>861</b>

### 7. Geschlechtsspezifische Verletzungsmuster bei Carvern und normalen Ski

Verletzungen	Skityp	männlich	weiblich	Gesamt
sonstige Weichteilverletzung	normale Ski	22	12	34
	Carver	26	13	39
	Andere	5	-	5
	<b>Gesamt</b>	<b>53/11,55%</b>	<b>25/6,21%</b>	<b>78</b>
Kopf	normale Ski	6	7	13
	Carver	12	8	20
	Andere	-	1	1
	<b>Gesamt</b>	<b>18/3,92%</b>	<b>16/3,98%</b>	<b>34</b>
Rumpf	normale Ski	12	2	14
	Carver	15	6	21
	Andere	1	1	2
	<b>Gesamt</b>	<b>28/6,1%</b>	<b>9/2,24%</b>	<b>37</b>
obere Extremität	normale Ski	64	48	112
	Carver	74	38	112
	Andere	16	7	23
	<b>Gesamt</b>	<b>154/33,55%</b>	<b>93/23,13%</b>	<b>247</b>
Wirbelsäule	normale Ski	4	6	10
	Carver	2	7	9
	Andere	4	1	5
	<b>Gesamt</b>	<b>10/2,1%</b>	<b>14/3,5%</b>	<b>24</b>
untere Extremität	normale Ski	29	19	48
	Carver	27	25	52
	Andere	9	1	10
	<b>Gesamt</b>	<b>65/14,16%</b>	<b>45/11,19</b>	<b>110</b>
Knie	normale Ski	58	106	164
	Carver	59	87	146
	Andere	14	7	21
	<b>Gesamt</b>	<b>131/28,54%</b>	<b>200/49,75%</b>	<b>331</b>
<b>Gesamt</b>		<b>459</b>	<b>402</b>	<b>861</b>

### 8. Altersspezifische Verletzungsmuster bei Carvern und normalen Ski

Verletzung			normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
sonstige Weichteilverletzung	Duchschnittsalter	10-19 Jahre	5	4	2	11
		20-29 Jahre	6	10	1	17
		30-39 Jahre	2	7	1	10
		40-49 Jahre	8	11	1	20
		50-59 Jahre	11	4	-	15
		60-69 Jahre	2	1	-	3
		70-79 Jahre	-	1	-	1
	<b>Gesamt</b>			<b>34</b>	<b>38</b>	<b>5</b>
Kopf	Duchschnittsalter	<10 Jahre	1	-	-	1
		10-19 Jahre	3	6	-	9
		20-29 Jahre	5	4	1	10
		30-39 Jahre	1	1	-	2
		40-49 Jahre	1	4	-	5
		50-59 Jahre	1	2	-	3
		60-69 Jahre	-	1	-	1
	70-79 Jahre	1	1	-	2	
>80 Jahre	-	1	-	1		
<b>Gesamt</b>			<b>13</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>34</b>
Rumpf	Duchschnittsalter	<10 Jahre	1	-	-	1
		10-19 Jahre	3	2	-	5
		20-29 Jahre	1	4	1	6
		30-39 Jahre	1	7	-	8
		40-49 Jahre	4	4	1	9
		50-59 Jahre	1	3	-	4
		60-69 Jahre	2	1	-	3
	70-79 Jahre	1	-	-	1	
<b>Gesamt</b>			<b>14</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>37</b>
obere Extremität	Duchschnittsalter	<10 Jahre	-	2	-	2
		10-19 Jahre	15	16	5	36
		20-29 Jahre	26	24	8	58
		30-39 Jahre	26	30	5	61
		40-49 Jahre	19	19	1	39
		50-59 Jahre	14	7	1	22
		60-69 Jahre	10	9	1	20
	70-79 Jahre	1	1	2	4	
<b>Gesamt</b>			<b>111</b>	<b>108</b>	<b>23</b>	<b>242</b>
Wirbelsäule	Duchschnittsalter	10-19 Jahre	3	4	3	10
		20-29 Jahre	1	1	-	2
		30-39 Jahre	4	1	2	7
		40-49 Jahre	-	1	-	1
		50-59 Jahre	-	2	-	2
	60-69 Jahre	1	-	-	1	
<b>Gesamt</b>			<b>9</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>23</b>

<b>untere Extremität</b>	Durchschnittsalter	<10 Jahre	2	3	-	5
		10-19 Jahre	11	9	6	26
		20-29 Jahre	5	10	-	15
		30-39 Jahre	8	9	3	20
		40-49 Jahre	7	7	-	14
		50-59 Jahre	7	4	-	11
		60-69 Jahre	4	8	-	12
		70-79 Jahre	1	-	-	1
	<b>Gesamt</b>		<b>45</b>	<b>50</b>	<b>9</b>	<b>104</b>
<b>Knie</b>	Durchschnittsalter	<10 Jahre	9	2	-	11
		10-19 Jahre	22	17	10	49
		20-29 Jahre	36	27	3	66
		30-39 Jahre	41	40	3	84
		40-49 Jahre	33	33	1	67
		50-59 Jahre	11	13	1	25
		60-69 Jahre	10	8	1	19
		70-79 Jahre	-	1	1	2
	>80 Jahre	-	2	-	2	
<b>Gesamt</b>		<b>162</b>	<b>143</b>	<b>20</b>	<b>325</b>	

### 9. Altersverteilung auf Skityp

		normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
		<10 Jahre	13	7	-
10-19 Jahre	62	58	26	146	
20-29 Jahre	80	80	14	174	
30-39 Jahre	83	96	14	193	
40-49 Jahre	72	79	4	155	
50-59 Jahre	45	35	2	82	
60-69 Jahre	29	28	2	59	
70-79 Jahre	4	4	3	11	
>80 Jahre	-	3	-	3	
<b>Gesamt</b>		<b>388</b>	<b>390</b>	<b>65</b>	<b>843</b>

## 10. Erfahrung und Wahl des Skis

		normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
<b>Ich fahre Ski:</b>	zum 1.Mal	64	33	2	99
	seit 1-2 Jahren	41	27	12	80
	seit 3-5 Jahren	67	56	5	128
	seit 6-10 Jahren	53	77	17	147
	seit 11-15 Jahren	34	49	8	91
	seit 16-20 Jahren	38	39	5	82
	seit 21-30 Jahren	41	62	9	112
	seit 31-40 Jahren	28	27	4	59
	seit 41-50 Jahren	14	13	1	28
	seit 51-60 Jahren	1	8	-	9
über 60 Jahre	-	1	-	1	
<b>Gesamt</b>		<b>381</b>	<b>392</b>	<b>63</b>	<b>836</b>

## 11. Erfahrung und Verletzungsmuster

		sonstige Weichteil- verletzung	Kopf	Rumpf	obere Extremität	Wirbel- säule	untere Extremität	Knie	Gesamt
<b>Ich fahre Ski:</b>	zum 1.Mal	5	3	4	26	-	12	52	102
	seit 1-2 Jahren	3	2	1	32	-	12	41	91
	seit 3-5 Jahren	18	6	4	24	8	22	56	138
	seit 6-10 Jahren	15	5	7	55	8	19	51	160
	seit 11-15 Jahren	9	8	5	26	6	13	34	101
	seit 16-20 Jahren	13	4	6	26	2	7	29	87
	seit 21-30 Jahren	15	4	5	34	2	14	44	118
	seit 31-40 Jahren	8	5	4	22	1	10	15	65
	seit 41-50 Jahren	3		2	17	-	6	5	33
	seit 51-60 Jahren	-	1	2	4	-	3	-	10
	über 60 Jahre	-			1	-		-	1
<b>Gesamt</b>	<b>89</b>	<b>38</b>	<b>40</b>	<b>267</b>	<b>27</b>	<b>118</b>	<b>327</b>	<b>906</b>	

## 12. Erfahrung und Geschlecht

		männlich	weiblich	Gesamt
<b>Ich fahre Ski:</b>	zum 1.Mal	46	56	102
	seit 1-2 Jahren	37	54	91
	seit 3-5 Jahren	73	65	138
	seit 6-10 Jahren	97	63	160
	seit 11-15 Jahren	55	46	101
	seit 16-20 Jahren	49	39	88
	seit 21-30 Jahren	58	61	119
	seit 31-40 Jahren	35	30	65
	seit 41-50 Jahren	25	8	33
	seit 51-60 Jahren	8	2	10
über 60 Jahre	1	-	1	
<b>Gesamt</b>		<b>484</b>	<b>424</b>	<b>908</b>

## 13. Erfahrung kombiniert mit Verletzungsmuster und Skiwahl

Verletzung			normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
<b>sonstige Weichteilverletzung</b>	Ich betreibe diesen Sport	zum 1. Mal	4	1	-	5
		seit 1-2 Jahren	1	1	-	2
		seit 3-5 Jahren	8	8	-	16
		seit 6-10 Jahren	3	7	3	13
		seit 11-15 Jahren	3	4	-	7
		seit 16-20 Jahren	7	4	-	11
		seit 21-30 Jahren	2	11	1	14
		seit 31-40 Jahren	4	2	1	7
	seit 41-50 Jahren	2	1	-	3	
<b>Gesamt</b>		<b>34</b>	<b>39</b>	<b>5</b>	<b>78</b>	
<b>Kopf</b>	Ich betreibe diesen Sport	zum 1. Mal	1	2	-	3
		seit 1-2 Jahren	2	-	-	2
		seit 3-5 Jahren	2	4	-	6
		seit 6-10 Jahren	1	3	-	4
		seit 11-15 Jahren	4	3	-	7
		seit 16-20 Jahren	1	2	1	4
		seit 21-30 Jahren	1	1	-	2
		seit 31-40 Jahren	1	4	-	5
	seit 51-60 Jahren	-	1	-	1	
<b>Gesamt</b>		<b>13</b>	<b>20</b>	<b>1</b>	<b>34</b>	
<b>Rumpf</b>	Ich betreibe diesen Sport	zum 1. Mal	2	2	-	4
		seit 3-5 Jahren	1	3	-	4
		seit 6-10 Jahren	2	4	-	6
		seit 11-15 Jahren	-	5	-	5
		seit 16-20 Jahren	3	2	1	6
		seit 21-30 Jahren	3	1	1	5
		seit 31-40 Jahren	3	1	-	4
		seit 41-50 Jahren	-	1	-	1
	seit 51-60 Jahren	-	2	-	2	
<b>Gesamt</b>		<b>14</b>	<b>21</b>	<b>2</b>	<b>37</b>	

<b>obere Extremität</b>	Ich betreibe diesen Sport	zum 1. Mal	13	12	-	25
		seit 1-2 Jahren	13	8	7	28
		seit 3-5 Jahren	12	10	-	22
		seit 6-10 Jahren	20	25	6	51
		seit 11-15 Jahren	8	11	2	21
		seit 16-20 Jahren	10	12	1	23
		seit 21-30 Jahren	13	15	4	32
		seit 31-40 Jahren	7	9	1	17
		seit 41-50 Jahren	8	6	1	15
		seit 51-60 Jahren	1	2	-	3
	über 60 Jahre	-	1	-	1	
<b>Gesamt</b>		<b>105</b>	<b>111</b>	<b>22</b>	<b>238</b>	
<b>Wirbelsäule</b>	Ich betreibe diesen Sport	seit 3-5 Jahren	5	2	-	7
		seit 6-10 Jahren	-	5	2	7
		seit 11-15 Jahren	3	1	1	5
		seit 16-20 Jahren	1	-	1	2
		seit 21-30 Jahren	1	1	-	2
		seit 31-40 Jahren	-	-	1	1
<b>Gesamt</b>		<b>10</b>	<b>9</b>	<b>5</b>	<b>24</b>	
<b>untere Extremität</b>	Ich betreibe diesen Sport	zum 1. Mal	7	3	-	10
		seit 1-2 Jahren	7	4	-	11
		seit 3-5 Jahren	12	4	4	20
		seit 6-10 Jahren	8	8	1	17
		seit 11-15 Jahren	1	8	3	12
		seit 16-20 Jahren	2	5	-	7
		seit 21-30 Jahren	4	7	1	12
		seit 31-40 Jahren	4	5	1	10
		seit 41-50 Jahren	2	2	-	4
		seit 51-60 Jahren	-	3	-	3
<b>Gesamt</b>		<b>47</b>	<b>49</b>	<b>10</b>	<b>106</b>	
<b>Knie</b>	Ich betreibe diesen Sport	zum 1. Mal	37	13	2	52
		seit 1-2 Jahren	18	14	5	37
		seit 3-5 Jahren	27	25	1	53
		seit 6-10 Jahren	19	25	5	49
		seit 11-15 Jahren	15	17	2	34
		seit 16-20 Jahren	14	14	1	29
		seit 21-30 Jahren	17	25	2	44
		seit 31-40 Jahren	9	6	-	15
		seit 41-50 Jahren	2	3	-	5
<b>Gesamt</b>		<b>158</b>	<b>142</b>	<b>18</b>	<b>318</b>	

**14. Fahrkönnen und Skiwahl**

		normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
<b>Fahrkönnen</b>	<b>sehr gut</b>	37	106	21	<b>164</b>
	<b>gut</b>	134	158	24	<b>316</b>
	<b>mittel</b>	134	85	15	<b>234</b>
	<b>Anfänger</b>	87	49	5	<b>141</b>
<b>Gesamt</b>		<b>392</b>	<b>398</b>	<b>65</b>	<b>855</b>

**15. Fahrkönnen und Verletzungsmuster**

		sehr gut	gut	mittel	Anfänger	Gesamt
<b>Verletzung</b>	<b>sonstige Weichteilverletzung</b>	22	44	19	5	<b>90</b>
	<b>Kopf</b>	10	17	7	4	<b>38</b>
	<b>Rumpf</b>	10	15	9	6	<b>40</b>
	<b>obere Extremität</b>	65	95	76	41	<b>277</b>
	<b>Wirbelsäule</b>	6	10	11	-	<b>27</b>
	<b>untere Extremität</b>	23	44	36	20	<b>123</b>
	<b>Knie</b>	45	113	104	74	<b>336</b>
<b>Gesamt</b>		<b>181</b>	<b>338</b>	<b>262</b>	<b>150</b>	<b>931</b>

**17. Fahrkönnen kombiniert mit Skiwahl und Verletzungsmuster**

Fahrkönnen	Verletzung		Sportgerät			Gesamt
			normale Ski	Carver	Andere	
<b>sehr gut</b>		sonstige Weichteilverletzung	4	13	3	<b>20</b>
		Kopf	2	6	-	<b>8</b>
		Rumpf	2	7	-	<b>9</b>
		obere Extremität	16	32	8	<b>56</b>
		Wirbelsäule	1	2	2	<b>5</b>
		untere Extremität	2	14	4	<b>20</b>
		Knie	10	31	4	<b>45</b>
	<b>Gesamt</b>		<b>37</b>	<b>105</b>	<b>21</b>	<b>163</b>
<b>gut</b>		sonstige Weichteilverletzung	17	19	2	<b>38</b>
		Kopf	5	11	1	<b>17</b>
		Rumpf	6	8	1	<b>15</b>
		obere Extremität	36	46	5	<b>87</b>
		Wirbelsäule	4	4	2	<b>10</b>
		untere Extremität	18	17	5	<b>40</b>
		Knie	48	53	8	<b>109</b>
	<b>Gesamt</b>		<b>134</b>	<b>158</b>	<b>24</b>	<b>316</b>
<b>mittel</b>		sonstige Weichteilverletzung	10	6	-	<b>16</b>
		Kopf	5	1	-	<b>6</b>
		Rumpf	4	3	1	<b>8</b>
		obere Extremität	36	20	7	<b>63</b>
		Wirbelsäule	5	3	1	<b>9</b>
		untere Extremität	18	13	1	<b>32</b>
		Knie	56	39	5	<b>100</b>
	<b>Gesamt</b>		<b>134</b>	<b>85</b>	<b>15</b>	<b>234</b>
<b>Anfänger</b>		sonstige Weichteilverletzung	3	1	-	<b>4</b>
		Kopf	1	2	-	<b>3</b>
		Rumpf	2	3	-	<b>5</b>
		obere Extremität	22	14	3	<b>39</b>
		untere Extremität	10	7	-	<b>17</b>
		Knie	49	22	2	<b>73</b>
	<b>Gesamt</b>		<b>87</b>	<b>49</b>	<b>5</b>	<b>141</b>

## 18. Fahrkönnen und Knieverletzungen

	sehr gut	gut	mittel	Anfänger	Gesamt
VKB Ruptur	18 40%	43 38,4%	34 33%	15 20,6%	<b>110 33,1%</b>
IB Ruptur, Läsion	9 20%	29 25,89%	27 26,2%	33 45,2%	<b>98 29,4%</b>
Meniskus Läsion	10 22,2%	19 16,96%	21 20,4%	9 12,3%	<b>59 17,7%</b>
KG Kontusion, Distorsion	8 17,8%	21 18,75%	21 20,4%	16 21,9%	<b>66 19,8%</b>
<b>Gesamt</b>	<b>45 100%</b>	<b>112 100%</b>	<b>103 100%</b>	<b>73 100%</b>	<b>333 100%</b>

## 21. Pistenverhältnisse

Fahrkönnen	Untergrund	Sportgerät			Gesamt
		normale Ski	Carver	Andere	
sehr gut	präparierte Piste	27	88	15	130
	Buckelpiste	2	1	-	3
	Sprungschanze	2	8	3	13
	sonstige	1	1	2	4
	<b>Gesamt</b>	<b>32</b>	<b>98</b>	<b>20</b>	<b>150</b>
gut	präparierte Piste	110	140	18	268
	Buckelpiste	7	4	-	11
	Sprungschanze	3	-	-	3
	sonstige	1	4	5	10
	<b>Gesamt</b>	<b>121</b>	<b>148</b>	<b>23</b>	<b>292</b>
mittel	präparierte Piste	113	77	13	203
	Buckelpiste	2	1	1	4
	Sprungschanze	2	-	-	2
	sonstige	2	-	-	2
	<b>Gesamt</b>	<b>119</b>	<b>78</b>	<b>14</b>	<b>211</b>
Anfänger	präparierte Piste	83	46	4	133
	Buckelpiste	-	1	-	1
	sonstige	-	1	-	1
	<b>Gesamt</b>	<b>83</b>	<b>48</b>	<b>4</b>	<b>135</b>

## 22. Schneeverhältnisse

Schneeverhältnisse		Sportgerät			Gesamt
		normale Ski	Carver	Andere	
Tiefschnee	Anzahl	29	30	15	<b>74</b>
	% von Sportgerät	7,8%	7,9%	24,2%	<b>9,1%</b>
präparierter Schnee	Anzahl	278	292	34	<b>604</b>
	% von Sportgerät	75,1%	76,6%	54,8%	<b>74,3%</b>
Harsch	Anzahl	6	8	-	<b>14</b>
	% von Sportgerät	1,6%	2,1%	-	<b>1,7%</b>
Eis	Anzahl	57	51	13	<b>121</b>
	% von Sportgerät	15,4%	13,4%	21,0%	<b>14,9%</b>
<b>Gesamt</b>	<b>Anzahl</b>	<b>370</b>	<b>381</b>	<b>62</b>	<b>813</b>
	<b>% von Sportgerät</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>	<b>100,0%</b>

**23. Unfallhergänge**

		Sportgerät			Gesamt
		normale Ski	Carver	Andere	
Mechanismus	Sturz nach vorne	17	15	5	37
	Sturz nach hinten	9	9	1	19
	Drehsturz	37	17	1	55
	Wegrutschen	31	29	3	63
	Sturz	123	127	28	278
	Andere	46	66	7	119
	Verkantet	21	47	5	73
<b>Gesamt</b>		<b>284</b>	<b>310</b>	<b>50</b>	<b>644</b>

**24. Unfallzeitpunkt**

		normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
Unfallzeitpunkt [volle Stunden - 24h]	1	1	-	-	1
	8	-	2	-	2
	9	6	13	-	19
	10	25	31	5	61
	11	47	60	12	119
	12	61	61	12	134
	13	60	40	3	103
	14	56	59	12	127
	15	73	66	13	152
	16	48	51	8	107
	17	10	7	1	18
	18	-	1	-	1
	19	-	1	-	1
20	-	1	-	1	
24	1	-	-	1	
<b>Gesamt</b>		<b>388</b>	<b>393</b>	<b>66</b>	<b>847</b>

**25. Gefahrene Stunden**

		normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
Bereits gefahrene Stunden am Unfalltag [volle Stunden]	0	19	23	4	46
	1	75	82	5	162
	2	83	85	19	187
	3	77	67	15	159
	4	53	45	5	103
	5	25	26	5	56
	6	13	21	3	37
	7	3	5	1	9
	8	-	1	-	1
	9	1	-	-	1
15	1	-	-	1	
<b>Gesamt</b>		<b>350</b>	<b>355</b>	<b>57</b>	<b>762</b>

## 27.1 Sicherheitsbindung

		normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
<b>keine Sicherheitsbindung</b>	Kopf	-	-	1	<b>1</b>
	obere Extremität	-	-	2	<b>2</b>
	untere Extremität	-	-	1	<b>1</b>
<b>Gesamt</b>		-	-	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Bindung nicht ausgelöst</b>	sonstige Weichteilverletzung	13	11	3	<b>27</b>
	Kopf	1	5	-	<b>6</b>
	Rumpf	3	8	2	<b>13</b>
	obere Extremität	41	28	15	<b>84</b>
	Wirbelsäule	5	4	5	<b>14</b>
	untere Extremität	27	19	7	<b>53</b>
	Knie	84	84	15	<b>183</b>
<b>Gesamt</b>		<b>174</b>	<b>159</b>	<b>47</b>	<b>380</b>
<b>Bindung ausgelöst</b>	sonstige Weichteilverletzung	19	26	2	<b>47</b>
	Kopf	6	12	-	<b>18</b>
	Rumpf	10	10	-	<b>20</b>
	obere Extremität	59	78	3	<b>140</b>
	Wirbelsäule	5	4	-	<b>9</b>
	untere Extremität	15	30	2	<b>47</b>
	Knie	71	50	1	<b>122</b>
<b>Gesamt</b>		<b>185</b>	<b>210</b>	<b>8</b>	<b>403</b>
<b>Gesamt</b>		<b>359</b>	<b>369</b>	<b>59</b>	<b>787</b>

**27.2 Sicherheitsbindung**

		normale Ski	Carver	Andere	Gesamt
<b>keine Sicherheitsbindung</b>	Kopf	-	-	1	<b>1</b>
	obere Extremität	-	-	2	<b>2</b>
	untere Extremität	-	-	1	<b>1</b>
<b>Gesamt</b>		<b>-</b>	<b>-</b>	<b>4</b>	<b>4</b>
<b>Bindung nicht ausgelöst</b>	sonstige Weichteilverletzung	13	11	3	<b>27</b>
	Kopf	1	5	-	<b>6</b>
	Rumpf	3	8	2	<b>13</b>
	obere Extremität	41	28	15	<b>84</b>
	Wirbelsäule	5	4	5	<b>14</b>
	untere Extremität	27	19	7	<b>53</b>
	Knie	84	84	15	<b>183</b>
<b>Gesamt</b>		<b>174</b>	<b>159</b>	<b>47</b>	<b>380</b>
<b>beide Bindungen ausgelöst</b>	sonstige Weichteilverletzung	18	25	2	<b>45</b>
	Kopf	6	12	-	<b>18</b>
	Rumpf	10	10	-	<b>20</b>
	obere Extremität	59	78	3	<b>140</b>
	Wirbelsäule	5	4	-	<b>9</b>
	untere Extremität	12	29	2	<b>43</b>
	Knie	64	45	1	<b>110</b>
<b>Gesamt</b>		<b>174</b>	<b>203</b>	<b>8</b>	<b>385</b>
<b>eine Bindung ausgelöst</b>	sonstige Weichteilverletzung	1	1	-	<b>2</b>
	untere Extremität	3	1	-	<b>2</b>
	Knie	7	5	-	<b>5</b>
<b>Gesamt</b>		<b>11</b>	<b>7</b>	<b>-</b>	<b>18</b>

## **Danksagung**

**Ich danke Herrn Priv.-Doz. Dr. med. M. Walther für die sehr gute Betreuung der Arbeit, sein Entgegenkommen in jeglicher Hinsicht und seine unglaublich prompte Beantwortung aller aufgetretenen Fragen.**

**Herrn Prof. Dr. med. F. Schardt danke ich für die Übernahme des Koreferats.**

**Herrn Priv.-Doz. Dr. med. R. Wölfel und seinem Team aus dem Klinikum Garmisch-Partenkirchen danke ich für das zur Verfügung stellen aller Daten und der angenehmen Zusammenarbeit während meiner Aufenthalte dort.**

**Ein ganz besonders herzliches Dankeschön geht an meine lieben Eltern, die mich während meines gesamten Studiums bedingungslos unterstützt haben.**

**Und zuletzt noch einen großen Dank an meine beste Freundin Grit, die alle orthographischen Belange und Änderungen geduldig korrigierte.**



## Lebenslauf

**Name:** Silke Gerland  
**Geburtsdatum:** 11.09.1973  
**Geburtsort:** Bremen  
**Familienstand:** ledig

**Schulbildung:**  
1980 – 1984 Grundschule am Baumschulenweg  
1984 – 1990 Gymnasium Barkhof  
1990 – 1993 Gymnasium an der Hermann Böse Straße  
1993 Abitur

**Studium:**  
11/1993 – 02/1997 Betriebswirtschaftslehre, Julius-Maximilian-Universität in Würzburg  
11/1997 Studium der Humanmedizin in Würzburg  
04/2000 Physikum  
03/2001 1. Staatsexamen  
08/2003 2. Staatsexamen  
10/2003 – 09/2004 1. PJ-Tertial in der Medizinischen Universitäts-Klinik Würzburg  
2. PJ-Tertial in der chirurgischen Abteilung des St. Lukes Hospitals auf Malta  
3. PJ-Tertial in der orthopädischen Klinik des Kantonsspitals Olten, Schweiz  
11/2004 3. Staatsexamen

**Veröffentlichung:** Wölfel R., Köhne G., Schaller C., Gerland S., Walther M.: Gefahren beim Carvingskifahren. Sportverletzung Sportschaden 2003; 17: 132-136.

**Sonstige Kenntnisse:**  
Medizin: Sportmedizin  
Medical English Kurse  
EDV: Anwendungsorientierte Kenntnisse: Word, Excel, SPSS  
Sprachen: Englisch, Latein, Spanisch

**Aktivitäten:**  
1989 – 1994 Tennis-Trainer von Jugendlichen und Erwachsenen  
10/1994 – 02/1997 Studentische Hilfskraft am Lehrstuhl für Wirtschaftsinformatik  
03/1997 – 10/1997 Absolvierung des zweimonatigen Pflegepraktikums mit anschließender Tätigkeit als Pflegehelferin in der Missionsärztlichen Klinik Würzburg  
03/1998 – 03/1999 Studentische Hilfskraft am Institut für Psychotherapie  
10/2000 – 12/2003 Sitzwachen in der Zahn- und Kieferchirurgie

**Hobbies:** Tennis, Skifahren, Inlineskating, Literatur

Würzburg, Dezember 2004



