

---

Aus der Abteilung für Unfall- und Wiederherstellungschirurgie  
Universitätsklinik Hamburg Eppendorf  
Direktor: Prof. Dr. J. M. Rueger

Trendsportart Inline-Skating  
Verletzungsmuster und Risikogruppen

Dissertation  
zur Erlangung des Grades eines Doktors der Medizin  
dem Fachbereich Medizin der Universität Hamburg vorgelegt von

Heidi Kluge  
aus San Francisco, USA

Hamburg 2006

---

Angenommen vom Fachbereich Medizin  
der Universität Hamburg am: 30.10.2006

Veröffentlicht mit Genehmigung des Fachbereichs  
Medizin der Universität Hamburg

Prüfungsausschuss, der/die Vorsitzende: Prof. Dr. M. Dallek

Prüfungsausschuss: 2. Gutachter/in: Prof. Dr. K.-M. Braumann

Prüfungsausschuss: 3. Gutachter/in: Prof. Dr. V. Wening

---

# Inhaltsverzeichnis

|                                                                |           |
|----------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>Abbildungsverzeichnis.....</b>                              | <b>5</b>  |
| <b>Tabellenverzeichnis.....</b>                                | <b>6</b>  |
| <b>1 Einleitung .....</b>                                      | <b>7</b>  |
| 1.1 Erläuterung der Thematik .....                             | 7         |
| 1.2 Historischer Überblick.....                                | 7         |
| 1.3 Disziplinen des Inline-Skatens.....                        | 13        |
| 1.3.1 Freizeit- und Fitnessskating.....                        | 13        |
| 1.3.2 Inline-Hockey .....                                      | 13        |
| 1.3.3 Speed-Skating .....                                      | 13        |
| 1.3.4 Aggressive- und Stunt-Skating .....                      | 14        |
| 1.4 Ausrüstung .....                                           | 14        |
| 1.4.1 Skate-Schuhe .....                                       | 14        |
| 1.4.1.1 Hardboots.....                                         | 14        |
| 1.4.1.2 Softboots .....                                        | 15        |
| 1.4.1.3 Hybridboots .....                                      | 16        |
| 1.4.1.4 Die Rollen.....                                        | 18        |
| 1.4.2 Schutzausrüstung.....                                    | 21        |
| 1.5 Fahrtechnik, Bremstechnik, Sturztechnik .....              | 24        |
| 1.6 Zielsetzung .....                                          | 25        |
| <b>2 Material und Methoden.....</b>                            | <b>27</b> |
| <b>3 Ergebnisse .....</b>                                      | <b>30</b> |
| 3.1 Verletzungsarten .....                                     | 30        |
| 3.2 Verletzte Regionen .....                                   | 31        |
| 3.3 Verletzungenmechanismen und - ursache .....                | 34        |
| 3.4 Skating-Qualifikation und Schulung.....                    | 35        |
| 3.5 Schutzkleidung .....                                       | 36        |
| 3.6 Verletzungen bei Kindern/Jugendlichen und Erwachsenen..... | 37        |
| 3.6.1 Verletzungsarten .....                                   | 39        |
| 3.6.2 Verletzte Regionen .....                                 | 40        |

---

|          |                                                                  |           |
|----------|------------------------------------------------------------------|-----------|
| 3.6.3    | Verletzungsmechanismen bei jüngeren und älteren Skatern .....    | 44        |
| <b>4</b> | <b>Diskussion.....</b>                                           | <b>47</b> |
| 4.1      | Nutzung von Inline-Skates.....                                   | 48        |
| 4.2      | Verletzungen beim Inline-Skating .....                           | 49        |
| 4.3      | Verletzungsmechanismen .....                                     | 50        |
| 4.4      | Verletzungsmuster bei jugendlichen und erwachsenen Skatern ..... | 50        |
| 4.5      | Verletzungslokalisation.....                                     | 51        |
| 4.5.1    | Kopfverletzungen.....                                            | 51        |
| 4.5.2    | Knieverletzungen.....                                            | 52        |
| 4.5.3    | Finger- und Handverletzungen .....                               | 53        |
| 4.6      | Wirksamkeit von Schutzkleidung .....                             | 54        |
| <b>5</b> | <b>Zusammenfassung .....</b>                                     | <b>60</b> |
| <b>6</b> | <b>Literaturverzeichnis.....</b>                                 | <b>61</b> |
| <b>7</b> | <b>Danksagung .....</b>                                          | <b>66</b> |
| <b>8</b> | <b>Lebenslauf.....</b>                                           | <b>67</b> |
| <b>9</b> | <b>Erklärung.....</b>                                            | <b>68</b> |

## Abbildungsverzeichnis

|                                                                          |    |
|--------------------------------------------------------------------------|----|
| Abbildung 1: Rollschuhfahrer und Rollschuhe, Holland 1790 (35) .....     | 8  |
| Abbildung 2: Rollschuh von Plimpton, USA 1863 (35) .....                 | 10 |
| Abbildung 3: Roller-Skating-Schuhe (35) .....                            | 11 |
| Abbildung 4: Inline-Skate Schuh der Marke K2 (15) .....                  | 12 |
| Abbildung 5: Bremstechniken; Heel-Stop (oben) und T-Stop (unten) .....   | 18 |
| Abbildung 6: Die unterschiedlichen Rollenprofile (35) .....              | 20 |
| Abbildung 7: Protektoren für den Freizeit- und Fitnessbereich (15) ..... | 22 |
| Abbildung 8: Handgelenksschoner .....                                    | 23 |
| Abbildung 9: Helm (15) .....                                             | 23 |
| Abbildung 10: Sturztechniken .....                                       | 25 |
| Abbildung 11: Altersverteilung der verletzten Inline-Skater .....        | 28 |
| Abbildung 12: Verletzungsarten .....                                     | 30 |
| Abbildung 13: Verletzte Regionen .....                                   | 31 |
| Abbildung 14: Pathomechanismen der Verletzungen .....                    | 35 |
| Abbildung 15: Verletzungsarten nach Alter unterschieden .....            | 40 |
| Abbildung 16: Verletzte Regionen unterschieden nach Alter .....          | 41 |
| Abbildung 17: Pathomechanismen unterschieden nach Alter .....            | 45 |
| Abbildung 18: Nutzung von Inline-Skates .....                            | 48 |
| Abbildung 19: Gebrauch von Protektoren (39) .....                        | 54 |

## Tabellenverzeichnis

|                                                                            |    |
|----------------------------------------------------------------------------|----|
| Tabelle 1: Demographische Daten.....                                       | 28 |
| Tabelle 2: Verletzte Regionen I.....                                       | 32 |
| Tabelle 3: Verletzte Regionen II.....                                      | 33 |
| Tabelle 4: Skating Qualifikation.....                                      | 36 |
| Tabelle 5: Benutzung von Schutzkleidung .....                              | 37 |
| Tabelle 6: Demographische Daten nach Alter .....                           | 38 |
| Tabelle 7: Verletzte Regionen nach Alter unterschieden .....               | 44 |
| Tabelle 8: Benutzung von Schutzkleidung: Literatur/eigene Ergebnisse ..... | 56 |
| Tabelle 9: Schutzkleidung bei verletzten Skatern .....                     | 57 |
| Tabelle 10: Schutzkleidung bei konkreten Verletzungen .....                | 57 |

# **1 Einleitung**

## **1.1 Erläuterung der Thematik**

Inline-Skating als moderne Variante des Rollschuhlaufens hat in Deutschland noch keine allzu lange Tradition, verzeichnet aber in den letzten Jahren starke Zuwachsraten. Noch 1992 wurden in Deutschland lediglich 100.000 Paar Inline-Skates verkauft. 1996 wurden mit knapp 4 Millionen Paaren bereits fast die Verkaufszahlen von Fahrrädern (4,5 Millionen) erreicht. Zwischen 1990 und 2000 wurden über 17 Millionen Paar Skates in Deutschland verkauft (15). Mittlerweile gibt es weltweit mehr als 50 Millionen Inline-Skater (9).

Diese Sportart, die vor etwa 17 Jahren nur von einer Minderheit von Sportlern betrieben wurde, ist heute zum Massentrend geworden. Bei großen Marathonveranstaltungen in Berlin, Hamburg oder Köln sind die Teilnehmerplätze schon Monate vorher ausgebucht und in München, Braunschweig oder Bremerhaven patrouillieren Polizisten sogar auf Inline-Skates, um die öffentliche Ordnung zu gewährleisten. In Hessen und Hamburg steht Skaten sogar auf dem Stundenplan der Schulen. Seit dem Frühjahr 2000 gilt Inline-Skaten außerdem als eine der Disziplinen für das deutsche Sportabzeichen (15).

## **1.2 Historischer Überblick**

Inline-Skaten ist zwar erst seit Mitte der 90er Jahre fester Bestandteil des Straßenbildes in Deutschland, die Ursprünge reichen aber sehr viel weiter zurück. Die Idee, mehrere Rollen in einer Linie anzuordnen, um dann über den Asphalt zu gleiten, ist älter als die Straßen und glatten Flächen, die man dazu benötigt (15).

Der genaue Zeitpunkt und Ort der Entwicklung des Inline-Skating stehen nicht fest. Sicher ist allerdings, dass der Sport nicht in den USA, sondern in Europa erfunden wurde. Der erste namentlich bekannte Erfinder von Inline-Skates war

John-Josef Merlin, ein Musikinstrumentenhersteller aus Huy (Belgien). Im Jahre 1760 entwickelte er eine Frühform der heutigen Inline-Skates, welche er „Patins a roues alignees“ nannte (Rollschuhe mit Rollen in einer Reihe). Es handelte sich dabei eigentlich um Schlittschuhe, an denen er jeweils zwei Metallrädchen statt einer Kufe befestigt hatte. Seine Erfindung fand selbst das Interesse des englischen Königshauses. So durfte er mit seiner Erfindung bei einem vornehmen Maskenball am Londoner Königshof über das Parkett rollen und spielte dabei auch noch Geige. Durch das Fehlen von Stoppern wurde der rasante Jungferlauf allerdings frühzeitig durch einen Spiegel gestoppt, da Merlin nicht mehr rechtzeitig bremsen konnte. 1789 konstruierte dann der Belgier van Lede, der als „sculpture medailliste“ (Medaillenschneider) an der Pariser „Academie Royale de Painture et de Sculpture“ tätig war, einen Rollschuh für alle Temperaturen. Er nannte ihn „patin a terre“ (Erdschlittschuh). Der Schuh bestand aus einer Metallplatte mit zwei Holzrädern, einer Art Bremse und einem Wadenschaft (35). Die Abbildung 1 zeigt Rollschuhe aus dem Jahre 1790, die denen von van Lede ähnlich sind.



**Abbildung 1: Rollschuhfahrer und Rollschuhe, Holland 1790 (35)**

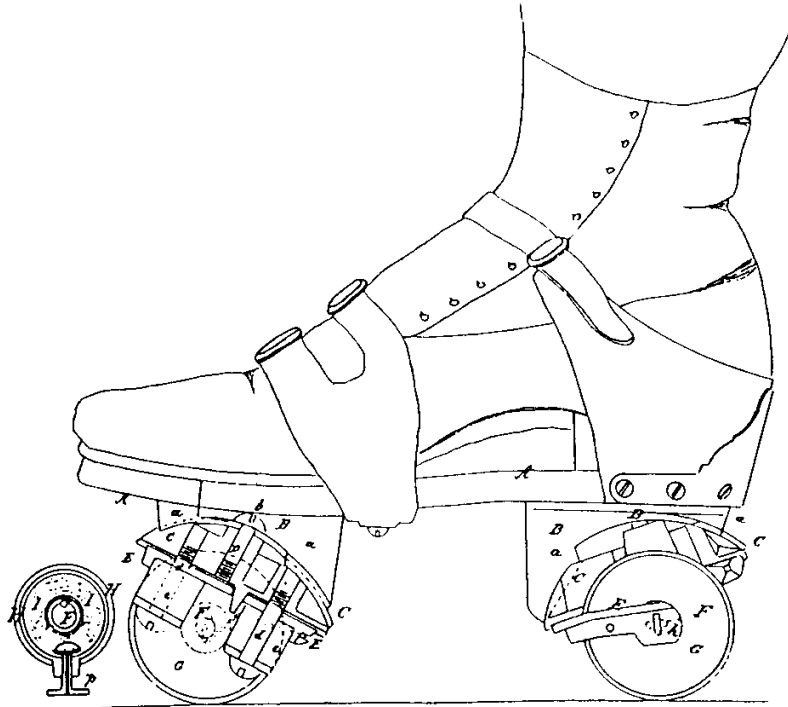


Ein paar Jahre später verbesserte ein Holländer die Konstruktion, indem er vier hölzerne Rollen in einer Linie auf einer Holzleiste unter seinen Schlittschuhen befestigte, um auch im Sommer Schlittschuhlaufen zu können (5).

Im Jahre 1813 konstruierte der französische Eiskunstläufer Jean Garcin einen Rollschuh, den er „cingar“ (Anagramm seines Namens) bzw. „patin de éclipse“ (Schienenrollschuh) nannte. 1815 erhielt er ein Patent auf die Konstruktion seiner Rollschuhe. Die Rollschuhe bestanden zunächst lediglich aus einem Brettchen, an dem Rollen und ein paar Riemen zum Festschnallen an den Fuß befestigt waren. Später verbesserte er seine Konstruktion und eröffnete in Paris die erste „Cingar-Schule“. Der Rollschuh bestand nun aus einem sohlenförmigen Brett, an dem drei kleine Rollen aus Kupfer befestigt waren. Der rollende Untersatz wurde mit einem dünnen Lederriemen am Fuß sowie einer Stütze mit Lederverschlussschnalle, die bis zur Wade hochreichte, befestigt. Außerdem hatten die Rollschuhe eine Fersenbremse (35).

Obwohl sich die Patente sowie die Neukonstruktionen der ersten Inline-Skates im 19. Jahrhundert häuften, blieb der rechte Durchbruch des Inline-Skatings aus. Dies war nicht zuletzt auch auf die Beschaffenheit der damaligen Straßen mit grobem Kopfsteinpflaster zurückzuführen, die ein Befahren mit den Urmodellen der Inline-Skates unmöglich machten, so dass sich die Verwendung auf weitläufige Strecken im Hause beschränkte (15). Außerdem wurden die „einspurigen“ Rollschuhe bald von den normalen Rollschuhen verdrängt.

1863 entwickelte der Amerikaner James Leonard Plimpton aus Medfield die herkömmlichen Rollschuhe (Abbildung 2). Es handelte sich um „Rocking Skates“ oder „patins a quatre roues“ (Rollschuhe mit vier Rollen). Bei dieser Konstruktion waren immer zwei Räder an einer Achse mit zwei Radpaaren angebracht. Die Achsen waren starr gelagert und die Räder aus Holz. Der normale Schuh wurde über Hartgummibänder an den Rollschuhen befestigt, um eine gewisse Nachgiebigkeit zu erreichen. Diese Rollschuhe wurden nun auf der ganzen Welt angeboten und verdrängten die Vorläufer der heutigen Inline-Skates fast vollständig vom Markt (44).



**Abbildung 2: Rollschuh von Plimpton, USA 1863 (35)**

Einige Jahre später, 1894, tauchten dann die Reifenrollschuhe von Bäumcher in Deutschland auf, die etwas mehr Fahrkomfort versprachen, da man Ballonreifen wie bei Fahrrädern benutzte. Aber auch dieses Konzept setzte sich nicht durch, und die prähistorischen Inline-Skates verschwanden fast komplett von der Bildfläche (15).

Erst etwa 60 Jahre später (1960) tauchten die ersten neuzeitlichen Inline-Skates mit vier Rollen in der UdSSR auf. Sie wurden speziell für das Sommertraining der Eisschnellläufer entwickelt.

Auch in Deutschland gab es schon vor Beginn des derzeitigen Booms Inline-Skates. Friedrich Mayer, ein passionierter Schlittschuhläufer, wollte auch im Sommer nicht auf seinen Sport verzichten und konstruierte aus einem alten Paar Schlittschuhen, einigen Blechteilen und vier Rollen das erste deutsche Inline-Skate-Modell. 1970 wurde die Erfindung sogar zum Patent angemeldet. Außerdem nahm Mayer Kontakt zu verschiedenen Rollschuhherstellern auf, doch diese waren nicht an der neuen Erfindung interessiert, da zu dieser Zeit

noch die 2x2 Roller-Skates Hochkonjunktur hatten (35). Diese sogenannten Roller-Skating-Schuhe waren Turnschuhe mit einer Metallplatte an der Sohle, an der zwei Achsen befestigt waren mit je zwei Rädern und einem Stopper vorne (Abbildung 3).



**Abbildung 3: Roller-Skating-Schuhe (35)**

Im Laufe der Jahre kamen dann aber immer mehr „einspurige Rollschuhe“ auf den Markt. 1980 wurde in England der sogenannte „Tri-Skate“ konstruiert. Dieser Rollschuh bestand aus einem Schnürschuh mit drei Rollen und einem Stopper vorne. Zur selben Zeit wurde in den USA der „Bi-Skate“ entwickelt und produziert. Dieser bestand aus zwei Rollen, einem Schnürschuh und einer kleinen Bremse vorne. Zu dieser Zeit gelang dann auch der internationale Durchbruch der heutigen Inline-Skates in den USA.

Um auch im Sommer ihr Eishockeytraining absolvieren zu können, konstruierten die Brüder Scott und Brennan Olsen aus Minnesota aus einem alten Schlittschuh die moderne Frühform der Inline-Skates. Statt der Kufen wurden Rollen am Schuh angebracht. Ihr Patent verkauften die Brüder für nur

15.000 US-Dollar an die Firma Rollerblade, die diese Idee weiterentwickelte und Mitte der Achtziger Jahre den ersten Inline-Skate produzierte, der auch heute noch aktuell ist (Abbildung 4): Ein Schalenschuh aus Plastik, mit vier schmalen, hintereinander liegenden („in-line“) Kunststoffrollen mit Kugellagern und einem Stopper an der Ferse (35). Im Laufe kurzer Zeit stieg „Rollerblade“ zum Weltmarktführer auf. Auch andere Firmen wandten sich nun der Herstellung von Inline-Skates zu und das Inline-Skating zog immer mehr Freizeitläufer in seinen Bann.



**Abbildung 4: Inline-Skate Schuh der Marke K2 (15)**

Anfang der 90er Jahre kam der Trend nach Europa. In Deutschland verkaufte Rollerblade Ende der 90er Jahre fast eine Million Skates pro Jahr. Bekleidungsstücke und Schutzausrüstungen wurden speziell für das Inline-Skating entworfen, verschiedene Disziplinen entstanden und es bildeten sich mehrere Verbände. 1996 schlossen sich verschiedene konkurrierende Organisationen im Deutschen Inline-Skate Verband D.I.V. zusammen. Bis dahin hatte der Deutsche Rollsport Verband (DRB) über viele Jahre die Wettkämpfe für die 2x2 Rollschuhläufer organisiert und deren Interessenvertretung im Deutschen Sportbund (DSB) übernommen. 1998 erfolgte dann die Umbenennung in Deutscher Rollsport und Inline Verband (DRIVE). Hier ist auch der D.I.V seit März 2000 Mitglied.

### **1.3 Disziplinen des Inline-Skatens**

Mittlerweile gibt es verschiedene Formen des Inline-Skatings, die offiziell von den internationalen Verbänden der Sportart in vier Disziplinen unterteilt werden.

#### **1.3.1 Freizeit- und Fitnessskating**

Freizeit- und Fitnessskating bildet den Schwerpunkt des Inline-Skatings, da laut DRIVE rund 90% aller Aktiven zu diesem Bereich gehören. Diese Disziplin beschreibt das Fahren durch Parkanlagen, Fußgängerzonen oder anderen öffentlichen Plätzen und Straßen. Da Freizeit- und Fitnessskater aus Lust und Freude skaten, wird diese Disziplin treffenderweise auch als „Recreation-Skating“ (Erholungs-Skaten) bezeichnet (16).

Das „Off-Road-Skating“, bei dem die Inline-Skater Wald- und Wanderwege, aber auch Schotterpisten und Berge als Fahrgelände aufsuchen, entwickelt sich zur Zeit als neuartige Nutzungsmöglichkeit des Inline-Skatings.

#### **1.3.2 Inline-Hockey**

Die moderne Entwicklung des Inline-Sports ist, wie bereits unter Punkt 1.2. erwähnt, durch die Olsen-Brüder aus Minnesota, ins Rollen gekommen. Mittlerweile wird Inline-Hockey als Teamsport mit eigenen Turnieren und Ligen betrieben. Verbände hierfür sind der Deutsche Inline-Hockey Verband (DIHB) oder der DRIVE (Deutscher Rollsport und Inline-Verband e.V.) Im Unterschied zum Eishockey gibt es eine „non-contact“-Regel, die einen übertriebenen Körpereinsatz verbietet, damit unnötige Verletzungen vermieden werden. Ansonsten ist das Spiel eng an die Eishockeyregeln angelehnt. Gespielt wird mit einem Rollpuck. Die Landesmeister der bundesweiten Inline-Hockey-Liga kämpfen zum Ende einer Saison um den Deutschen Meistertitel. Hierbei sind gemischte Teams (weiblich/männlich) zugelassen (8).

#### **1.3.3 Speed-Skating**

Die Disziplin Speed-Skating ist in Anlehnung an das Eisschnelllaufen entstanden. Die Eisschnellläufer entdeckten die Inline-Skates als alternatives Trainingsgerät für die Sommermonate. Beim Speed-Skating werden hohe

Geschwindigkeiten von teilweise über 50 km/h erreicht. Es wird als Alternative zu anderen Ausdauersportarten wie Radfahren oder Laufen betrieben. Verschiedene Verbände organisieren Veranstaltungen wie Volksläufe über kürzere Strecken, aber auch über die Halbmarathon- und Marathondistanz (8).

### **1.3.4 Aggressive- und Stunt-Skating**

Aggressive-Skating beschreibt das Vollführen akrobatischer Einlagen oder Sprüngen auf Treppen, deren Geländern, Mauern und Bordsteinkanten („street“) oder in sogenannten Half-Pipes („vert“ = vertikal). Die Anhänger dieser Disziplin messen sich wie beim Inline-Hockey und Speed-Skating in internationalen und nationalen Wettkämpfen. Eine wesentliche Motivation für das Aggressive-Skating ist der viel zitierte „Kick“ akrobatische und zum Teil gefährliche Sprünge zu vollführen (18).

## **1.4 Ausrüstung**

Eine Inline-Skating-Ausrüstung besteht aus den Skates und einer Schutzausrüstung. Zu einer kompletten Schutzbekleidung gehören Helm, Ellbogen- und Knieschützer sowie Handgelenkprotektoren.

### **1.4.1 Skate-Schuhe**

Der klassische Inline-Skate-Schuh besteht aus einer Außenschale mit teils herausnehmbarem Innenschuh, dem Rahmen oder Laufrollengestell, vier Kunststoffrollen und den dazugehörigen Kugellagern. Bei den Schuhen können drei verschiedene Arten unterschieden werden. Hardboots mit einer Außenschale aus festem Kunststoff, Softboots, die ähnlich wie Bergstiefel aus einem robusten Mix aus Nylon und Leder gefertigt werden und Hybridboots, eine Mischung aus Hard- und Softboots.

#### **1.4.1.1 Hardboots**

Die Außenschale kann aus unterschiedlichen Materialien, die sich qualitativ unterscheiden, gearbeitet sein. Am häufigsten werden Kunststoffe wie Polyurethan (PU) oder Polyethylen verwendet. Bei den preisgünstigeren

Modellen wird häufig Polyvinylchlorid (PVC) eingesetzt. Dies ist allerdings nicht so elastisch und wird bei längerer Belastung spröde. Unter den Modellen der oberen Preisklassen sind auch Außenschalen aus „Duralite“ oder „Injection molded PU“ zu finden (35). Die Schalen aus diesem Material sind wesentlich leichter, stabiler und abriebfester.

Durch ihre feste Außenschale haben die Hardboots eine gute seitliche Stabilität, so dass das Sprunggelenk gut gestützt wird. Des weiteren lässt sich der Schuh durch Ratschenschnallen schnell und einfach schließen und öffnen. Durch den herausnehmbaren Innenschuh ist außerdem eine gute Belüftung der Inline-Skates möglich. Der Hardboot-Schuh ist allerdings sehr schwer und klobig und bei zu hartem Außenmaterial können am Fuß leicht Druckstellen entstehen. Desweiteren ist die Anpassung an den Fuß bei Hardboots durch die Schnallen oft nicht optimal. Bei starker Beanspruchung können diese außerdem leicht aufgehen oder sogar brechen (15).

#### **1.4.1.2 Softboots**

Neben den Hardboots existieren auch sogenannte Softboots, die außen aus einem festen Nylongewebe gearbeitet sind und innen eine weiche Polsterung aufweisen. Softboots sind bequem und leicht anzuziehen. Da sie sich schnüren lassen und so individueller an die Fußform angepasst werden können bieten sie außerdem einen hohen Tragekomfort.

Softboots weisen jedoch nicht die Stabilität und Kraftübertragung von Hartschalenstiefeln auf. Gerade für Anfänger sind sie deshalb nicht immer optimal, da Muskeln und Gelenke stärker belastet werden, um die schwächere Stabilität des Schuhs abzufangen. Der Innenschuh bildet bei den Softboots mit dem Außenmaterial eine Einheit und lässt sich somit nicht herausnehmen. Der nicht herausnehmbare Innenschuh lässt sich dadurch prinzipiell schwerer trocknen, dafür ist die primäre Belüftung bzw. Luftdurchlässigkeit des Materials grundsätzlich besser als bei Hardboots.

#### **1.4.1.3 Hybridboots**

Eine Kombination aus Hard- und Softboot ist der Hybridboot. Er bietet den angenehmen Tragekomfort der Softboots in Kombination mit den guten stabilisierenden Eigenschaften der Hartschale. Ein Kunststoffschaft am Fußgelenk schützt vor seitlichem Umknicken, im Vorfuß- und Fersenbereich verstärken Kunststoffelemente die beanspruchten Körperstellen. Durch die Kombination von Schnürung und Schnallen bieten die Hybridboots eine gute Passform. Der Vorfuß wird durch eine Schnürung im Stiefel fixiert und der Schaft am oberen Rand mit einer Schnalle geschlossen. Von Vorteil ist außerdem, dass sie ein geringes Gewicht haben (15).

In der Außenschale des Inline-Skates befindet sich ein anatomisch geformter und weich gepolsterter Innenschuh, der sogenannte „Liner“. Meist besteht dieser aus stoffbezogenem Schaumstoff, welcher leicht und atmungsaktiv ist. Je stärker die Polsterung ist, umso angenehmer ist der Tragekomfort, wobei allerdings das unmittelbare Gefühl für den Untergrund verloren geht, da sich die Stiefel „schwammiger“ anfühlen. Gute Innenschuhe bestehen aus einem sogenannten „memory foam“, der sich durch Erwärmung nach einiger Zeit des Tragens der Fußform optimal anpasst.

Das Herzstück der Skates liegt unter dem Schuh. Hier befinden sich die Rollen und das Laufrollengestell. Die Rollen sind in das Laufrollengestell integriert, meist handelt es sich dabei um vier Rollen. Lediglich im Speed-Bereich befinden sich fünf Rollen in einer Schiene. Das Laufrollengestell, auch „frame“ (Rahmen) genannt, ist mit dem Schuh vernietet oder verschraubt und besteht meist aus Aluminium, Karbon oder einem Glasfaser-Kunststoff-Mix. Die Kraft wird über die Schiene auf die Rollen und dann auf die Straße übertragen. Da bei einer zu weichen Schiene viel Energie verloren geht, sind gute Fitness- und Speed-Skates fast ausschließlich mit Aluminium-Schienen ausgestattet (15).

Die meisten Skates sind mit einer Bremsvorrichtung (Stopper) ausgestattet, die sich am hinteren Ende der Schiene des rechten Schuhs befindet. Bei den Speed-, Hockey- oder Stuntschuhen wird die Bremse allerdings oft abmontiert,



da sie die Skater beim Fahren stört oder andere Bremstechniken angewandt werden. Der üblicherweise als Bremse verwendete Stopper besteht aus runden oder rechteckigen Blöcken aus einer Kunststoff-Gummi-Mischung, die eine relativ gute Bremswirkung bei gleichzeitig hoher Abriebfestigkeit gewährleisten. Sie sind an eine Haltevorrichtung geschraubt, mit der sie am Laufrollengestell befestigt werden. Um eine Bremswirkung zu erzielen, wird der rechte Skate vorgeschoben und die Fußspitze angehoben, so dass die Reibung des Bremsgummis auf dem Untergrund den Skate abbremst (sogenannter Heel-Stop; Abbildung 5). Eine weitere Bremstechnik ist der „T-Stop“ bei dem der hintere Skate im 90-Grad-Winkel zur Fahrtrichtung horizontal aufgesetzt und auf dem Boden nachgeschliffen wird (Abbildung 5). Nachteilig ist hierbei, dass die Rollen durch das Schleifen über den Asphalt stark abgenutzt werden, zudem ist der Bremsweg länger als beim Heel-Stop.

Mittlerweile gibt es aber auch im Bremsbereich viele Neuerungen. So wurden bereits richtige Bremssysteme entwickelt, die den Inline-Skater noch schneller zum Stillstand bringen (35). Eines dieser Bremssysteme, mit dem die neueren Modelle teilweise schon ausgestattet sind, funktioniert folgendermaßen: Durch einfaches Vorschieben eines Skateschuhes und der dadurch bedingten Druckausübung des Unterschenkels auf den Schuhschaft führt das Bremssystem den Stopper nach unten und erzielt somit eine Bremswirkung. Die Wirkung dieses Systems scheint allerdings begrenzt und problematisch, sobald Unebenheiten auf der Fahrbahnoberfläche auftreten (8).



**Abbildung 5: Bremstechniken; Heel-Stop (oben) und T-Stop (unten)**

Um den Fahrkomfort zu verbessern, werden häufig Dämpfungselemente in die Skates integriert. Es handelt sich entweder um flache Gelkissen, die zwischen Innenschuh und Schale liegen oder dünne Platten aus neoprenartigem Material, die zwischen Schiene und Schuh gelegt werden. Die Dämpfer absorbieren kleine Unebenheiten des Asphalts und minimieren die Reizung der Fußsohlen. Der Nachteil einer sehr weichen Federung ist allerdings, dass das Gefühl für den Abdruck verloren geht und die Kraftübertragung schlechter wird (15).

#### **1.4.1.4 Die Rollen**

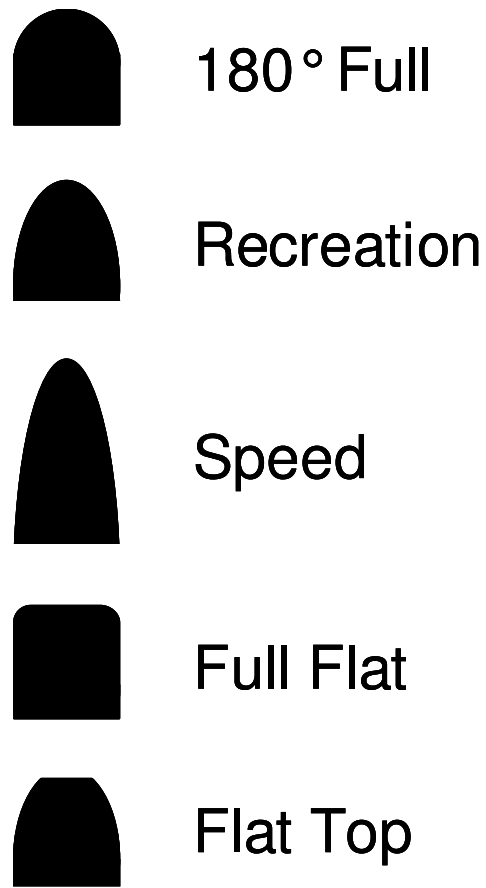
Die Rollen der Inline-Skates sind im Gegensatz zum normalen Rollschuh sehr schmal und weisen somit eine geringere Reibungsfläche auf. In der Regel

bestehen sie aus einem Polyurethan- oder Aluminiumkern, der die zwei Kugellager (pro Rolle) aufnimmt und einem massiven Mantel aus Polyurethan als Lauffläche (15).

Es existieren verschiedene Rollen für die unterschiedlichen Anwendungsbereiche bzw. Disziplinen des Skatens. Sie variieren sowohl in ihrer Größe und Form als auch im Härtegrad.

Die Größe der Rollen, gemessen in Millimetern, stellt den Außendurchmesser dar. Es kommen Rollengrößen von ca. 50-82 mm vor. Vor allem im Race- bzw. Speed-Bereich werden große Rollen (76-82 mm) verwendet (35), da die Endgeschwindigkeit höher und die Laufruhe besser ist, je größer der Durchmesser der Rollen ist. Wendigkeit und Beschleunigung nehmen bei großen Rollen aber gleichzeitig ab (8). Beim Aggressive- und Stunt-Skating werden daher eher kleinere Rollen bevorzugt. Außerdem liegt der Schwerpunkt bei kleineren Rollen tiefer. Beim Aggressive- und Stunt-Skating kommen Rollendurchmesser von 50-66 mm zum Einsatz, in den anderen Disziplinen schwanken die Größen zwischen 70 und 80 mm (15).

Auch bei den Profilen gibt es Unterschiede. Das Profil reicht von einer sehr spitzen über eine runde bis hin zu einer flachen Wölbung. Man unterscheidet fünf verschiedene Rollenprofile und zwar „180° Full“, „Recreation“, „Speed“, „Full Flat“ und „Flat Top“ Radian. Abbildung 6 zeigt die einzelnen Rollenprofile (35).



**Abbildung 6: Die unterschiedlichen Rollenprofile (35)**

Das Profil hat starken Einfluss auf die Laufeigenschaften der Rollen, so dass in jedem der speziellen Einsatzbereiche des Skatens (Speed-Skating, Stunt-Skating, Inline-Hockey und Fitnessskating) ein bestimmtes Profil bevorzugt wird (35). Je spitzer ein Profil ist, umso geringer sind Reibung und Rollwiderstand, so dass ein hohes Tempo problemlos erreicht werden kann. Rollen mit spitzem Profil sind aber nur für den Schnellaufbereich geeignet. Aggressive- und Stunt-Skater bevorzugen Rollen mit flachen Profilen, da sie durch ihre große Auflagefläche für einen stabileren Stand sorgen. Allerdings erhöhen diese Rollen auch gleichzeitig den Rollwiderstand. Die Full-Radius-Rollen werden hauptsächlich für Inline-Hockey- und teilweise für das Stunt-Skating verwendet, da sie mit einer großen Auflagefläche gute Laufruhe, Seitenlage und Standfestigkeit bieten. Bei Einsteiger- und Juniorskates werden runde Profile

verwendet. Die Fitness- und Recreation Rollen haben einen mittleren Radius. Sie bilden einen Kompromiss bezüglich Auflage, Stabilität und Geschwindigkeit (35).

Die Härte der Gummimischung bestimmt Fahreigenschaft, Haltbarkeit, Haftung und Dämpfung der Rollen. Sie wird in Durometer (A) von 74 A (weich) bis 100 A (sehr hart) gemessen. Je weicher die Rolle ist, desto besser ist deren Bodenhaftung und Dämpfung. Für rauen, schwierigen Untergrund sind weiche Rollen deshalb besser geeignet, da Unebenheiten und kleine Löcher „geschluckt“ werden. Besonders für Anfänger sind weiche Rollen sehr geeignet. Nachteilig ist, dass sich weiche Rollen schnell abnutzen. Harte Rollen sind dagegen sehr haltbar, dämpfen aber Stöße kaum ab. Trotzdem werden sie von Aggressive-Skatern bevorzugt, da sie beim „Sliden“ leichter rutschen als weiche Rollen und außerdem ein besseres Gefühl für den Untergrund geben (15).

#### **1.4.2 Schutzausrüstung**

Protektoren schützen den Skater durch die Ummantelung der besonders gefährdeten Körperteile vor Verletzungen. Da sie außerdem eine positive Auswirkung auf das subjektiv empfundene Sicherheitsgefühl beim Fahren und Bremsen haben sind sie ausgesprochen wichtig. Es muss aber betont werden, dass Protektoren Verletzungen zwar reduzieren, jedoch nicht ausschließen können. Über die Art und Schwere der Verletzungen entscheiden zusätzlich diverse andere Faktoren wie Körpergewicht, körperliche Verfassung; Aufprallwinkel, Geschwindigkeit, Bodenbeschaffenheit und Falltechniken.

Wie bereits erwähnt gehören zu einer kompletten Schutzausrüstung Handgelenk-, Knie- und Ellbogenprotektoren sowie der Helm. Aufgrund der verschiedenen Anwendungsbereiche des Inline-Skatings existieren allerdings unterschiedliche Arten der „wrist-guards“, „knee-pads“ und „elbow-pads“.

Die Knie- und Ellbogenprotektoren (Abbildung 7) für den Freizeit- und Fitnessbereich bestehen aus extrem leichtem, aber zugleich widerstandsfähigem Nylonmaterial. Innen werden die empfindlichen Gelenke durch eine weiche Schaumstoffpolsterung geschützt, die außen von einer

harten Plastikschaale umgeben ist und beim Sturz den Aufprall abfangen bzw. ein Gleiten über den Asphalt möglich machen soll.



**Abbildung 7: Protektoren für den Freizeit- und Fitnessbereich (15)**

Beim Aggressive- und Stunt-Skating sind Plastikschröner allerdings nicht ausreichend, da die Stürze meist über das Knie abgefangen werden und so erhebliche Belastungen auf die Kniescheibe einwirken. Da einfache Plastikschröner dabei zerspringen würden ist die Ausrüstung hier robuster. Die austauschbaren Kunststoff-Hartkappen (recaps) sind dementsprechend stabiler als bei herkömmlichen Knie- und Ellbogenschützern. Außerdem sind die Protektoren anatomisch vorgeformt und das dämpfende Schaummaterial ist dicker (15).

Die Handgelenkprotektoren haben fast kein Polstermaterial und bestehen hauptsächlich aus einer beugeseitig angebrachten, abgewinkelten Gleitschiene, die in der Regel mit Klettbindern dorsal fixiert wird.

„Wrist-guards“ (Abbildung 8) leiten die bei einem Sturz am Handgelenk auftretenden Kräfte ab, welches eine richtige Sturztechnik voraussetzt. Die Polsterwirkung ist zu vernachlässigen. Außerdem schützen sie die Handinnenflächen vor Schürfwunden.



**Abbildung 8: Handgelenksschoner**

Inline-Helme (Abbildung 9) ähneln Fahrradhelmen und bestehen aus einem inneren Polstersystem und einer stabilen robusten Kunststoffaussenschale. Hockey- und Aggressive-Helme sind am Hinterkopf weiter heruntergezogen und entsprechen prinzipiell Eishockeyhelmen. Der Schwachpunkt bei allen Helmen liegt in dem evtl. Verrutschen des Helmes beim Aufprall. Wird der Kinnriemen nicht geschlossen, geht ein wesentlicher Teil der Schutzwirkung verloren.



**Abbildung 9: Helm (15)**

Beim Inline-Hockey gehören, angelehnt an die Eishockeykluft, gepolsterte Handschuhe, massive Ellbogen-, Knie- und Schienbeinschoner sowie Schulterpanzer, eine gepolsterte Hose und ein Helm zur kompletten Ausstattung. Außerdem ist ein Mundschutz zu empfehlen, da er Verletzungen durch Ball- oder Schlägertreffer sowie Ellbogenchecks verhindern kann (15).

## **1.5 Fahrtechnik, Bremstechnik, Sturztechnik**

In einer Untersuchung von Adams gaben 58% der befragten Personen als Sturzursache Gleichgewichtsverlust an. Immerhin 25% gaben eine Kollision mit feststehenden Objekten, 11% Zusammenstöße mit Fahrrädern und 5% Kollisionen mit Autos als Sturzursache an (1). Orenstein publizierte 1996 folgende Verletzungsursachen bei 63 Inline-Skatern: 37% der Inline-Skater gaben in dieser Untersuchung als Unfallursache eine überhöhte Geschwindigkeit an. 29% der Inline-Skater kollidierten mit Gegenständen und 30% konnten nicht mehr rechtzeitig bremsen (32). Calle´ und Schieber beschreiben sogar tödliche Unfälle, die sich durch Kollisionen mit Autos und Bussen ereigneten (5, 37).

Ein potentiellies Risiko für ein Sturzereignis beim Inline-Skating ist die hohe Geschwindigkeit. Während Freizeit-Skater Fahrgeschwindigkeiten von immerhin 20-30 km/h erreichen, kommen bei Speed-Skatern Spitzengeschwindigkeiten von über 50 km/h vor. Diese hohen Fahrgeschwindigkeiten erhöhen das Verletzungsrisiko gegenüber dem konventionellen Rollschuhlaufen erheblich. Insbesondere dann, wenn die Bremstechniken nicht beherrscht werden. Besonders bei Anfängern besteht oft ein großes Defizit hinsichtlich der Grundkenntnisse und Basistechniken, wobei sich vor allem das Bremsen als größtes Problem herausstellt. Viele Inline-Skater geben an, nur durch ein Festhalten an Gegenständen wie z.B. Straßenlaternen oder Ampeln oder gar nur durch bewussten Sturz zum Stillstand zu kommen (23). Bei einer Befragung traf dies auf 26% der Skater zu (8). Aus diesem Grund sollten Inline-Skater-Anfänger unbedingt durch eine



fachkundige Schulung die Grundtechniken des Fahrens, des Bremsens, aber auch des richtigen Fallens (Abbildung 10) erlernen.



**Abbildung 10: Sturztechniken**

## **1.6 Zielsetzung**

Die Daten, die dieser Arbeit zugrunde liegen, wurden anhand einer Untersuchung, die am Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf durchgeführt wurde, ermittelt. Zu diesem Zweck wurden die Verletzungen von 182 Inline-Skatern, die zwischen Januar 1995 und April 1997 in Hamburg-Eppendorf behandelt wurden, dokumentiert. Es handelte sich hierbei um exakt 200

Verletzungen, die in diesen zweieinhalb Jahren meist aufgrund von Stürzen auftraten.

Zum Zeitpunkt des Beginns dieser Studie fanden sich in der Literatur nur wenige verlässliche Angaben über Verletzungsmuster und Inzidenz von Skating-Verletzungen. Im Rahmen einer Datenerfassung sollten alle in der Unfallambulanz des Universitätsklinikums Eppendorf konsekutiv behandelten Fälle dokumentiert und analysiert werden. Verschiedene Fragestellungen standen im Vordergrund:

- Welches Verletzungsmuster entsteht beim Inline-Skating?
- Welche Art von Skating betreiben die verletzten Skater?
- Haben Alter der Skater, Beherrschen der Techniken oder Art des Skatens Einfluss auf das Verletzungsmuster?
- Wie häufig wird Schutzkleidung verwendet?

Im UKE wurden 1995 erstmals verletzte Skater behandelt. Es handelte sich um 25 Fälle bei jährlich ca. 15 000 ambulant durchgeführten Notfallbehandlungen. Im Rahmen der Studienplanung wurden diese Daten retrospektiv analysiert.

Die vorliegende Arbeit soll aufzeigen, welche Skater-Gruppen besonders von Verletzungen bedroht sind und wie sich die Verletzungen der verschiedenen Skater-Gruppen unterscheiden. Des Weiteren soll gezeigt werden, durch welche Maßnahmen die typischen Inline-Verletzungen vermieden werden können. In einem weiteren Teil der Arbeit soll verdeutlicht werden, inwieweit sich das Verletzungsmuster der Kinder von dem der älteren Inline-Skater unterscheidet. Außerdem wird das allgemeine Verletzungsmuster beim Inline-Skating dargestellt.

## 2 Material und Methoden

Die betroffenen Patienten wurden telefonisch kontaktiert und nach Details befragt, die nicht in den Unterlagen dokumentiert waren. Ab Frühjahr 1996 wurden diese Angaben bei der Erstbehandlung prospektiv erhoben. Das Ziel bestand darin, insgesamt 200 Fälle zu dokumentieren, um eine ausreichende Basis für die geplanten Auswertungen zu erhalten.

Von Januar 1995 bis Juni 1997 konnten exakt 200 Inline-Verletzungen bei 182 Patienten ausgewertet werden. 1995 wurden 25 Fälle ausgewertet, 1996 dann 115 Fälle und von Januar bis Juni 1997 wurden nochmals 60 Fälle dokumentiert. Die Fallzahl steigerte sich demnach 1996 gegenüber 1995 um etwa das Vierfache, während der Anstieg 1997 gegenüber 1996 nur angedeutet ist.

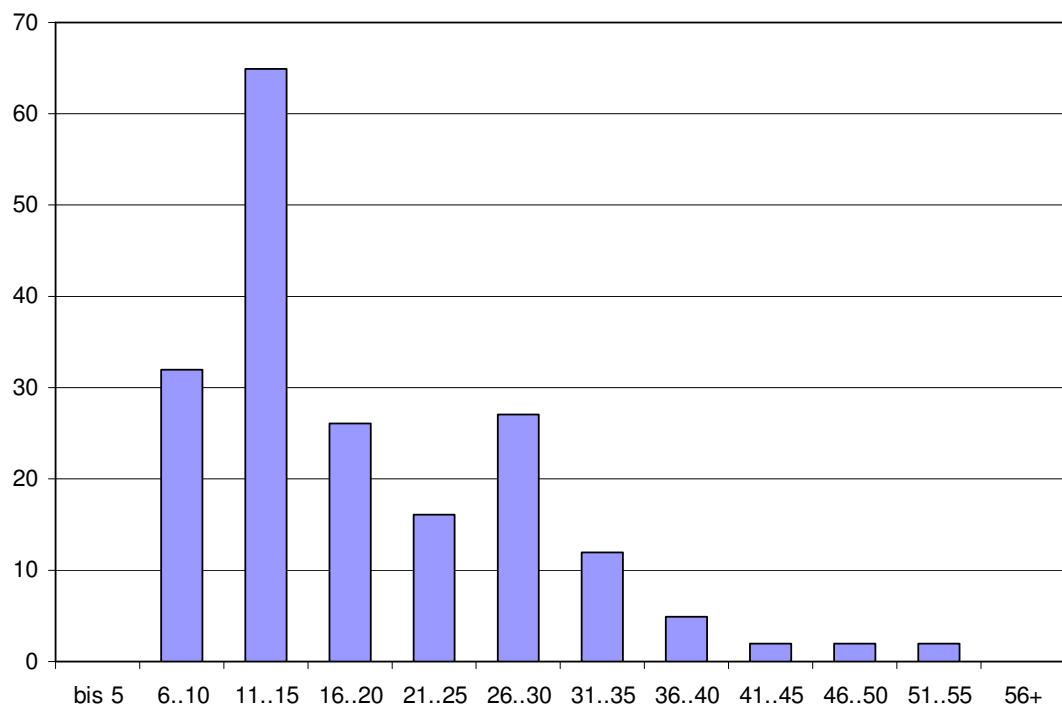
In dem beobachteten Zeitraum wuchs entsprechend der Zunahme der absoluten Verletzungszahlen auch der Anteil der Skater an allen Sportverletzungen. Eine Analyse aller behandelten Sportverletzungen in den Monaten Juni/Juli 1995 ergab, dass unter insgesamt 142 Sportverletzten nur 6% Inline-Skater waren. Fußball war mit 39% aller Verletzungen führend, gefolgt von Basketball mit 8% und Inline-Skating mit 6% auf dem dritten Platz. Mit nur knappem Abstand folgten Schwimmen, Tennis, Kampfsport, Volleyball, Hockey und andere Sportarten. Während ein Jahr später (Juni/Juli 1996) mit 146 Sportverletzungen etwa genauso viele Patienten behandelt wurden wie im Jahr zuvor, belegten Inline-Verletzte jetzt mit 20% aller Sportler hinter Fußball (31%) und mit großem Abstand vor allen anderen Sportarten bereits den zweiten Platz der Statistik (Basketball 6%, Tennis 6%, Skateboard 4%, Laufsport 4%, Reiten 3%, Baseball 3%, Schwimmen 3%, andere 20%).

Die dokumentierten 200 Verletzungen traten bei 182 Patienten auf. In 86% der Fälle erfolgte eine rein ambulante Behandlung. 14% der Patienten wurden stationär aufgenommen, von denen 10% operiert werden mussten. Das Geschlechterverhältnis (männlich : weiblich) betrug 1,33 : 1 (Tabelle 1).

| Geschlecht            |       |
|-----------------------|-------|
| weiblich              | 42,5% |
| männlich              | 57,5% |
| Krankenhausbehandlung |       |
| ambulant              | 86%   |
| stationär             | 14%   |
| Operation             | 10%   |

**Tabelle 1: Demographische Daten**

Das Alter der verletzten Sportler lag zwischen fünf und 55 Jahren. Das Durchschnittsalter lag bei 19,5 Jahren, über 50% der Patienten waren maximal 15 Jahre alt. In der Altersgruppe der elf- bis 15-jährigen fanden sich wesentlich mehr verletzte Skater als in den anderen Altersgruppen (Abbildung 11).



**Abbildung 11: Altersverteilung der verletzten Inline-Skater**

Da es keine allgemein festgelegte Definition gibt, wie man Skater in verschiedene Kategorien bezüglich ihrer Qualifikation einordnet, wurden folgende Kriterien für Anfänger, Fortgeschrittene und Spezialisten festgelegt. Demnach wurden Skater als Anfänger bezeichnet, wenn die Grundfahrtechniken und Bremsfahrtechniken noch nicht sicher beherrscht wurden. Als fortgeschritten wurden Sportler bezeichnet, die die üblichen Fahrtechniken beherrschten und auch in den meisten Situationen sicher bremsen konnten. Der Begriff Spezialisten wird synonym mit Aggressive- und Stunt-Skatern verwendet. Dies charakterisiert solche Skater, die auch Spezialfahrstile mit zum Teil artistischen Fahr- und Sprungtechniken anwendeten und beherrschten.

### 3 Ergebnisse

Die im Ergebnisteil gemachten Aussagen beziehen sich hinsichtlich Diagnosen und Behandlungsdaten auf 200 Fälle (20). Da ein Teil der Befragungen retrospektiv erfolgte und nicht alle Patienten erreicht wurden, gelten einige der anamnestisch erhobenen Zusatzangaben nicht für alle 200, jedoch für mindestens 172 Fälle.

#### 3.1 Verletzungsarten

Auffallend bei den Verletzungen war der im Vergleich mit anderen Sportarten hohe Frakturanteil. Bei fast der Hälfte (46%) aller behandelten Skater stellten sich im Laufe der Diagnostik Frakturen heraus. 27% der Skater litten unter Prellungen oder Schürfungen, bei 16% wurden Kapsel- und Bandverletzungen diagnostiziert.

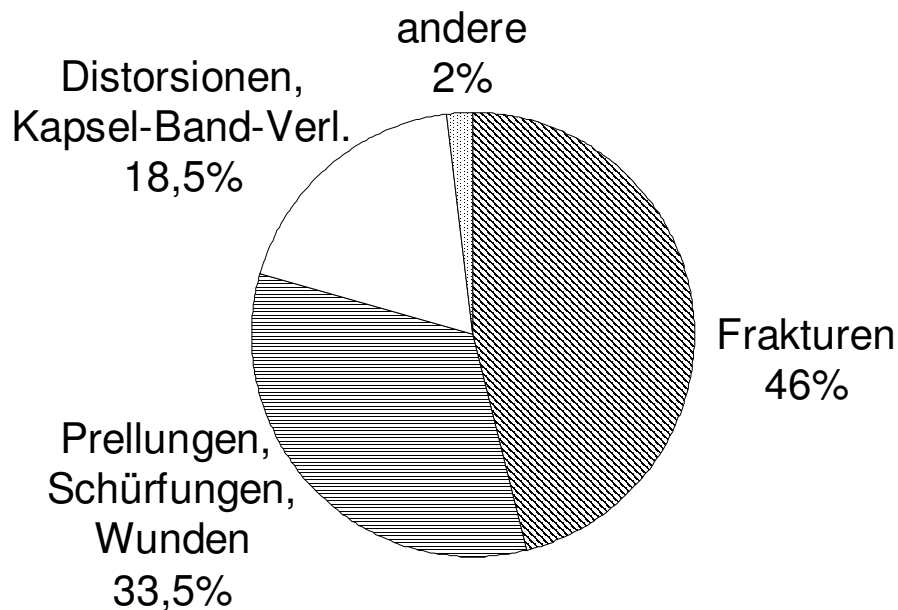


Abbildung 12: Verletzungsarten

### 3.2 Verletzte Regionen

Am häufigsten verletzt war die Region Unterarm/ Handgelenk mit 33,5% aller Fälle. Fasst man die angrenzenden Regionen zusammen, so zeigt sich, dass mit 54,5% mehr als die Hälfte aller Skating-Verletzungen die Arme vom Ellbogen an abwärts betreffen.

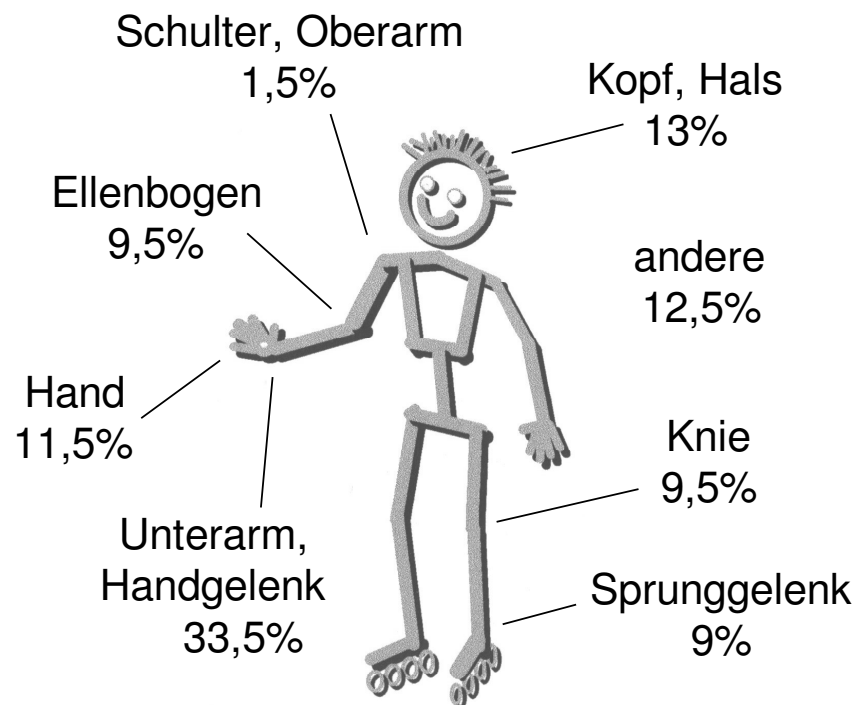


Abbildung 13: Verletzte Regionen

Weitere relevante Regionen, die verletzt wurden, waren Kopf bzw. Hals mit 13%, Knie mit 9,5% sowie Sprunggelenk mit 9%. Die Tabellen 2 und 3 zeigen die verletzten Regionen.

|                            |                 |
|----------------------------|-----------------|
| Kopf, Hals                 | 26 Verletzungen |
| Platzwunde Gesicht         | 7               |
| Schädelprellung            | 7               |
| Zahnverlust                | 3               |
| Fraktur Felsenbein         | 2               |
| Commotio cerebri           | 2               |
| HWS-Distorsion             | 2               |
| Fraktur Kalotte            | 1               |
| Fraktur Nasenbein          | 1               |
| Fraktur Unterkiefer        | 1               |
| Unterarm, Handgelenk       | 67 Verletzungen |
| Fraktur Radius distal      | 35              |
| Fraktur Unterarm distal    | 10              |
| Distorsion                 | 9               |
| Prellung                   | 6               |
| Fraktur Scaphoid           | 5               |
| Fraktur Ulna distal        | 2               |
| Ellbogen                   | 19 Verletzungen |
| Fraktur Radiusköpfchen     | 6               |
| Prellung                   | 6               |
| Schürfung                  | 2               |
| Fraktur Radiushals         | 1               |
| Fraktur Olecranon          | 1               |
| Fraktur diacondylär        | 1               |
| Fraktur Capitulum          | 1               |
| Dehnung ulnares Seitenband | 1               |
| Hand,Finger                | 23 Verletzungen |
| Distorsion                 | 6               |
| Prellung                   | 5               |
| Fingerfraktur              | 3               |
| Knöcherner Kapselausriß    | 3               |
| Fingerluxation             | 3               |
| Schürfung                  | 3               |

**Tabelle 2: Verletzte Regionen I**



|                                        |                        |
|----------------------------------------|------------------------|
| <b>Knie</b>                            | <b>19 Verletzungen</b> |
| Knieprellung                           | 7                      |
| Schürf/Platzwunde                      | 4                      |
| Innenbanddehnung                       | 4                      |
| Distorsion                             | 2                      |
| Innenbandriß                           | 1                      |
| Subluxation Patella                    | 1                      |
| <b>Unterschenkel,<br/>Sprunggelenk</b> | <b>23 Verletzungen</b> |
| Fraktur OSG                            | 10                     |
| • Außenknöchel                         | 7                      |
| • bimalleolär                          | 2                      |
| • bimalleolär +Volkmann Dreieck        | 1                      |
| Distorsion OSG                         | 7                      |
| Platzwunde prätibial                   | 4                      |
| Tibiaspiraletagenfraktur               | 1                      |
| Prellung                               | 1                      |
| <b>Andere</b>                          | <b>23 Verletzungen</b> |
| u. a. Fraktur Rippen                   | 2                      |
| Fraktur Acetabulum                     | 1                      |
| Fraktur Oberarmschaft                  | 1                      |
| Fraktur Oberarm subcapital             | 1                      |
| Fraktur Clavicula                      | 1                      |

**Tabelle 3: Verletzte Regionen II**

In der Region Kopf/Hals waren alle beobachteten Verletzungen auf Anprallverletzungen des Schädels zurückzuführen. Hervorzuheben sind 2 Fälle von Schädelbasisfrakturen sowie eine Kalottenfraktur, die jedoch nicht mit intrakraniellen Begleitverletzungen einhergingen.

In der Ellbogenregion dominierten Verletzungen des proximalen Radius. Aus biomechanischen Überlegungen geht klar hervor, dass es sich hier nicht um Folgen eines Ellbogenaufpralls handeln kann. Vielmehr entstehen derartige Verletzungen durch ein axiales Stauchungstrauma, z. B. beim Sturz auf die ausgestreckten Arme. Die Kraft wird durch den Unterarm bis zur Ellbogenregion fortgeleitet und bewirkt hier die Fraktur.

In der Region Unterarm/Handgelenk dominierten handgelenknahe Radius- und Unterarmfrakturen. Diese Verletzungen entstanden ebenfalls durch ein axiales Stauchungstrauma, meist bei dorsal extendierter Hand.

In der Region Hand/Finger wurden insbesondere Gelenkverletzungen durch Distorsionen bis hin zu knöchernen Kapsel-Band-Verletzungen und Gelenkluxationen beobachtet. Es ist zu berücksichtigen, dass es sich hier um eine nicht durch Gelenkprotektoren zu schützende Region handelt.

Entgegen der möglichen Annahme, Skates seien ähnlich konstruiert wie Skischuhe zeigte sich das Verletzungsmuster am Kniegelenk vollständig anders als im alpinen Skilauf. Die hier registrierten Verletzungen entstanden vorwiegend durch direktes präpatellares Anpralltrauma. Unter den Verletzungen, die sich auf Verdrehmechanismen zurückführen lassen, lagen lediglich leichtere Kapsel-Band-Verletzungen wie Distorsionen oder Innenbanddehnungen vor. Komplexere Knie-Band-Verletzungen, die aus dem alpinen Skisport bekannt sind, wurden nicht beobachtet.

Die Region Unterschenkel/Sprunggelenk war demgegenüber mit deutlich mehr Verletzungen vertreten als dieses nach der scheinbaren Stabilität der Schaftkonstruktionen zu vermuten gewesen wäre. Insgesamt wurden in zehn Fällen Frakturen der Knöchelregion beobachtet, die auf einen Verdrehmechanismus im Sprunggelenk schließen lassen.

Eine insgesamt geringe Zahl von Verletzungen verteilte sich über sämtliche anderen Regionen des Körpers. Zu nennen sind insbesondere Frakturen im thorakalen- und Beckenbereich sowie an den Extremitäten stammnah. In ihrer Absolutzahl waren diese einzelnen Verletzungen jeweils nicht relevant.

### **3.3 Verletzungenmechanismen und - ursache**

Die meisten Verletzungen (42% aller Verletzungen und 75% aller Knochenbrüche) entstanden durch Sturz auf die ausgestreckten Arme. Der Sturz auf den angewinkelten Ellbogen war dagegen nur für 5% aller Verletzungen (2% aller Frakturen) verantwortlich, der Sturz vornüber auf die Knie (5% aller Verletzungen) führte in keinem behandelten Fall zu Frakturen.

In 13% der Fälle wurde eine Torsion des Beines als Verletzungsmechanismus angegeben, die für viele Knie- und insbesondere Sprunggelenkverletzungen verantwortlich ist.

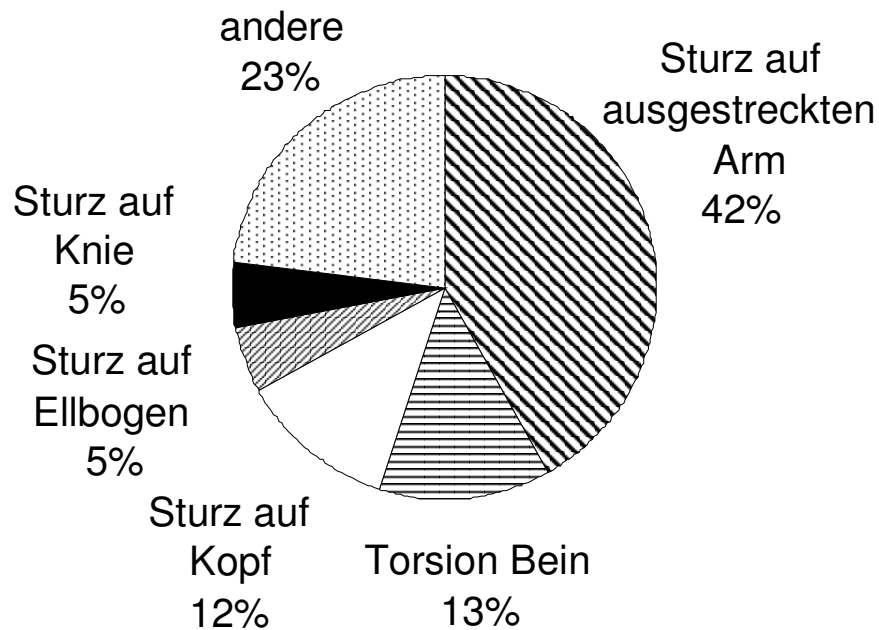


Abbildung 14: Pathomechanismen der Verletzungen

### 3.4 Skating-Qualifikation und Schulung

Verzichtet man auf eine Unterscheidung zwischen jugendlichen und erwachsenen Inline-Skatern, so sind 37,5% der verletzten Skater als Anfänger anzusehen (Tabelle 4). Etwa gleich häufig, nämlich zu 38,5%, waren Fortgeschrittene vertreten. Aggressive- und Stunt-Skater machten 24% aller Verletzten aus. 8% der Verletzungen entstanden bei fortgeschrittenen Skatern im Zusammenhang mit Inline-Hockey. Nur 7,5% der Patienten haben die Fahrtechnik unter Anleitung in Kursen erlernt, 92,5% sind Autodidakten.

Aggressive-Skater machen in der Gesamtstatistik nur 24% aller Verletzten aus, in der Gruppe der Hand-Finger-Verletzten jedoch 43%. 15% aller Aggressive-

Fahrer mussten wegen Fingerverletzungen behandelt werden, jedoch nur 7% aller Freizeit-Skater. Hinsichtlich dieser Spezialausübung des Skatens war auffällig, dass Aggressive-Skater in der Kategorie Unterschenkel/ Sprunggelenk verglichen mit den Freizeit-Skatern die schwerwiegenderen Frakturen hatten. Während die Verletzungen im Aggressive-Bereich oft durch die Schwierigkeit der Stunt-Manöver oder mangelnde Selbsteinschätzung bedingt waren, war die Sturzursache bei den Freizeit-Skatern meist ein Gleichgewichtsverlust bei unvorhergesehenen Fahrsituationen oder beim Bremsmanöver.

| Skating erlernt  |       |
|------------------|-------|
| durch Schulung   | 7.5%  |
| autodidaktisch   | 92.5% |
| Qualifikation    |       |
| Anfänger         | 37.5% |
| Fortgeschrittene | 38.5% |
| Spezialisten     | 24%   |

**Tabelle 4: Skating Qualifikation**

### **3.5 Schutzkleidung**

Bezüglich angelegter Schutzkleidung berichteten 51% aller behandelten Skater, sie hätten zum Unfallzeitpunkt Handgelenkschützer getragen, 45% hatten Ellbogenschützer und 71% Knieschützer angelegt. Helme wurden nur von 8% getragen (Tabelle 5).

Bei Berücksichtigung der Verletzungsmechanismen, die zum Unfall geführt hatten, lagen die Zahlen für die jeweils relevanten Schützer deutlich schlechter. Von allen Skatern, bei denen die Verletzung durch eine axiale Stauchung des Armes verursacht worden war, hatten sich nur 28% durch „wrist-guards“ geschützt. Extensionsfrakturen der distalen Unterarmregion wurden 47-mal gesehen, darunter elfmal trotz angelegter Schützer. Von fünf Patienten mit Scaphoidfrakturen hatte nur 1 Patient Schützer getragen, von sieben Skatern

mit Radiusköpfchen- und -halsfrakturen waren zwei Patienten geschützt gewesen. Nur 14% der auf ihre Ellbogen gestürzten Patienten hatten „elbow-pads“ getragen. Von den Kopfverletzten hatte sich keiner durch einen Helm geschützt. Bei den Knieanprallverletzungen waren zwar 66% durch „knee-pads“ geschützt, jedoch entstanden überhaupt nur 12 Verletzungen durch direkte Knieanpralltraumen, welches die statistische Aussagekraft dieser Daten einschränkt.

|                        | n   | Helm | Handgelenk | Ellbogen | Knie |
|------------------------|-----|------|------------|----------|------|
| Verletzte              | 200 | 8%   | 51%        | 45%      | 71%  |
| Kopfverletzte          | 26  | 0%   |            |          |      |
| Stauchungstrauma Arm   | 88  |      | 28%        |          |      |
| Anpralltrauma Ellbogen | 9   |      |            | 14%      |      |
| Anpralltrauma Knie     | 12  |      |            |          | 66%  |

**Tabelle 5: Benutzung von Schutzkleidung**

### **3.6 Verletzungen bei Kindern/Jugendlichen und Erwachsenen**

Will man ein kindliches von einem Erwachsenen-Verletzungsmuster differenzieren, so ist zunächst die Grenze zwischen Kind und Erwachsenen festzulegen. Hierbei spielt aus unfallchirurgischer Sicht in der Frage, ob es sich bei einem verletzten Heranwachsenden noch um ein Kind oder schon um einen Erwachsenen handelt, der Status der Wachstumsfugen die entscheidende Rolle. Da sich die verschiedenen Fugen aber inter- und intraindividuell zu sehr unterschiedlichen Zeitpunkten schließen, wurde aus Gründen der methodischen Vereinfachung als Grenze ein Alter von 15 Jahren festgelegt. Verletzte oberhalb dieses Alters werden also in dieser Arbeit als Erwachsene behandelt. Zufälligerweise traten exakt 100 der 200 behandelnden Verletzungen bei maximal 15 Jahre alten Skatern auf, die anderen 100 Verletzungen traten bei 16-jährigen oder älteren Skatern auf. Das Durchschnittsalter lag wie bereits erwähnt bei 19,5 Jahren.

|                              | bis 15 Jahre | ab 16 Jahre |
|------------------------------|--------------|-------------|
| <b>Geschlecht</b>            |              |             |
| weiblich                     | 40%          | 45%         |
| männlich                     | 60%          | 55%         |
| <b>Skating erlernt</b>       |              |             |
| durch Schulung               | 3%           | 12%         |
| autodidaktisch               | 97%          | 88%         |
| <b>Krankenhausbehandlung</b> |              |             |
| ambulant                     | 86%          | 86%         |
| Stationär                    | 14%          | 14%         |
| Operation                    | 8%           | 12%         |
| <b>Qualifikation</b>         |              |             |
| Anfänger                     | 41%          | 34%         |
| Fortgeschrittene             | 29%          | 48%         |
| Spezialisten                 | 30%          | 18%         |

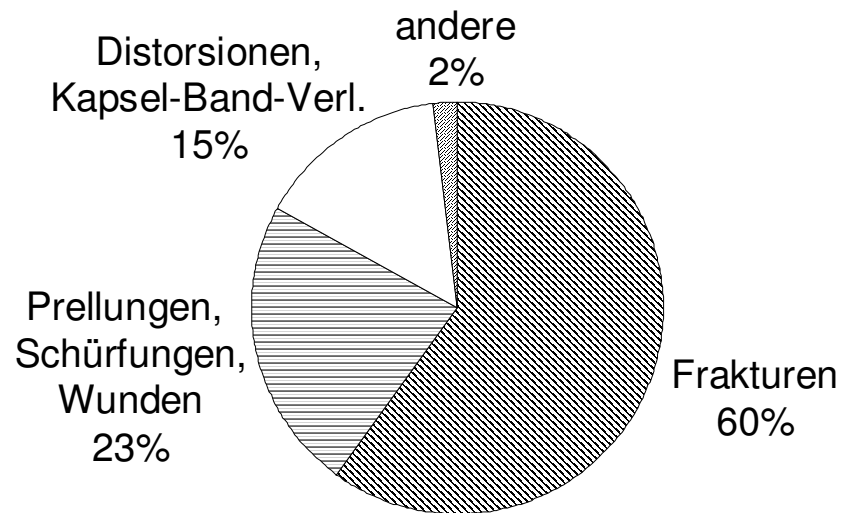
**Tabelle 6: Demographische Daten nach Alter**

Das Geschlechterverhältnis der Kinder ist dem der erwachsenen verletzten Skater vergleichbar. Bei den Kindern fällt auf, dass nur 3% das Skaten professionell durch eine Schulung erlernt haben, 97% sind Autodidakten. Bei den Erwachsenen haben immerhin 12% das Skaten unter Anleitung in Kursen gelernt. Bei den Kindern fällt außerdem der höhere Anfängeranteil sowie der große Anteil von Aggressive- und Stunt-Fahrern auf. Zumindest der zweite Punkt kann nicht überraschen, da Aggressive- und Stunt-Skating fast nur von Kindern und Jugendlichen ausgeübt wird. Aufgrund der unterschiedlichen Arten, der verschiedenen Altersklassen, das Skaten bevorzugt auszuüben, erscheint es nicht sinnvoll, für die unterschiedlich häufig beobachteten Verletzungen Signifikanzniveaus zu berechnen. Die vorliegende Arbeit beschränkt sich daher auf beschreibende Statistik.

### **3.6.1 Verletzungsarten**

Bei Betrachtung der Verletzungsarten von jüngeren Skatern fällt auf, dass diese häufig von Frakturen betroffen sind. Während das Frakturrisiko bei über 15-jährigen "nur" 32% betrug, galt dies für 60% der bis 15 Jahre alten Patienten. Damit kamen bei Kindern fast doppelt so viele Frakturen vor wie bei den älteren Skatern. Bei den Älteren dominieren mit fast der Hälfte der Fälle (44%) dagegen harmlosere Weichteilverletzungen.

### Skater bis 15 Jahre



### Skater ab 16 Jahre

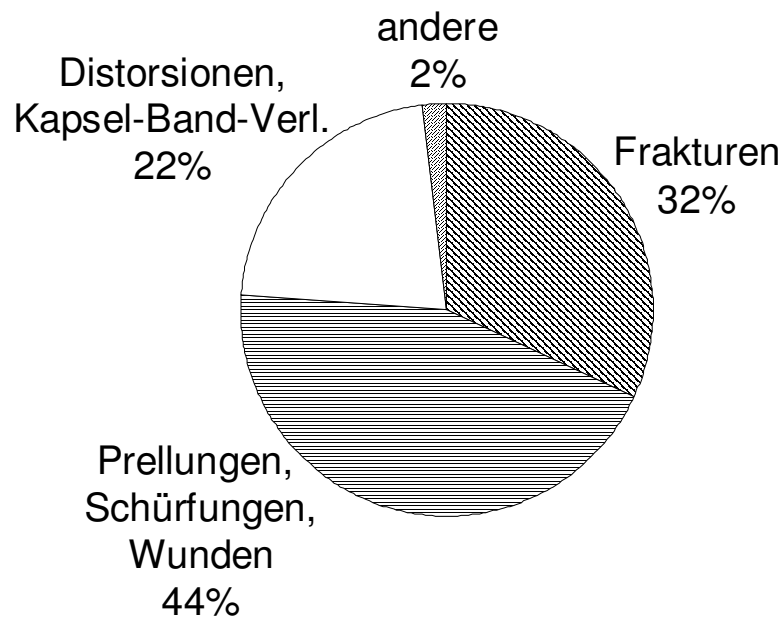


Abbildung 15: Verletzungsarten nach Alter unterschieden

### 3.6.2 Verletzte Regionen

Bei Betrachtung der verletzten Regionen fällt auf, dass die ohnehin am häufigsten verletzte Region "distaler Unterarm/Handwurzel" bei Skatern bis 15 Jahren mit 51% aller Verletzungen überrepräsentiert war. Diese Region war



also fast dreimal so häufig betroffen wie bei den Älteren (18%). Das folgende Diagramm zeigt, unterschieden nach dem Alter der Betroffenen, die Anteile der Verletzungen.

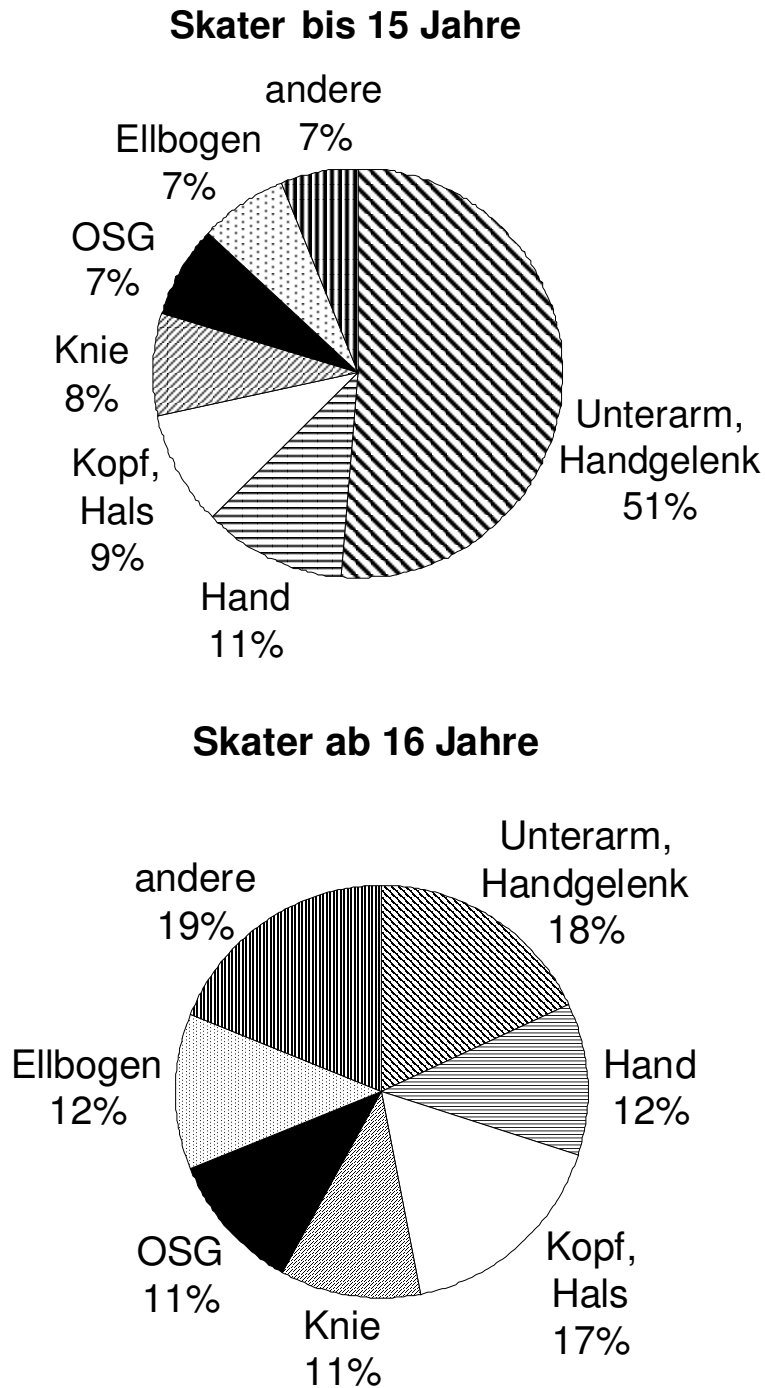


Abbildung 16: Verletzte Regionen unterschieden nach Alter

Auch Frakturen traten hier deutlich häufiger als bei Erwachsenen auf. Während nur 44% der über 15-jährigen am Handgelenk verletzten Skatern von Frakturen betroffen waren, galt dies bei den bis 15-jährigen sogar für 90%. Wie unter Punkt 3.2. bereits erwähnt machen Verletzungen der oberen Extremitäten vom Ellbogen an abwärts etwa 55% aller Verletzungen beim Skating aus. Die Kinder lagen hier mit 69% über dem Durchschnitt, während die Älteren mit 42% deutlich darunter lagen.

|                                   | <b>bis 15 Jahre</b> | <b>ab 16 Jahre</b> |
|-----------------------------------|---------------------|--------------------|
| <b>Unterarm, Handgelenk</b>       | <b>51%</b>          | <b>18%</b>         |
| Radiusfrakturen distal            | 30%                 | 5%                 |
| Unterarmfrakturen distal          | 12%                 | -                  |
| Ulnafrakturen distal              | 2%                  | -                  |
| Scaphoidfrakturen                 | 2%                  | 3%                 |
| Prellung, Schürfung, Distorsion   | 5%                  | 10%                |
| <b>Hand, Finger</b>               | <b>11%</b>          | <b>12%</b>         |
| Frakturen Phalangen               | 2%                  | 2%                 |
| Kapsel-Band-Verletzungen          | 6%                  | 5%                 |
| Prellung, Schürfung               | 3%                  | 5%                 |
| <b>Ellbogen</b>                   | <b>7%</b>           | <b>12%</b>         |
| Radiushals- u. -Köpfchenfrakturen | -                   | 7%                 |
| Fraktur Capitulum humeri          | -                   | 1%                 |
| Olecranonfraktur                  | -                   | 1%                 |
| diacond. Humerusfraktur           | 1%                  | -                  |
| Dehnung ulnares Seitenband        | 1%                  | -                  |
| Prellung Schürfung                | 5%                  | 3%                 |
| <b>Kopf, Hals</b>                 | <b>9%</b>           | <b>17%</b>         |
| Frakturen Felsenbein              | 2%                  | -                  |
| Kalottenfraktur occipital         | 1%                  | -                  |
| Commotio cerebri                  | 1%                  | 1%                 |
| Zahnabbrüche                      | 2%                  | 1%                 |
| Platzwunden, Schürfungen          | 3%                  | 6%                 |
| Frakturen Nasenbein, Unterkiefer  | -                   | 2%                 |
| HWS-Distorsion                    | -                   | 2%                 |
| Schädelprellung                   | -                   | 5%                 |

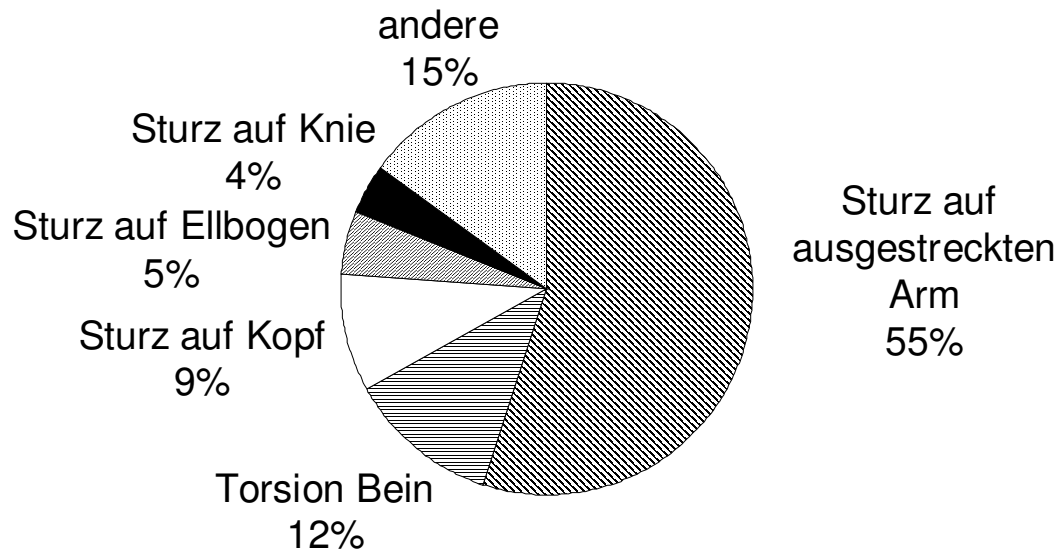
|                                 | bis 15 Jahre | ab 16 Jahre |
|---------------------------------|--------------|-------------|
| <b>Knie</b>                     | <b>8%</b>    | <b>11%</b>  |
| Innenbanddehnung                | 2%           | 2%          |
| Distorsionen                    | 1%           | 3%          |
| Prellung, Schürfung             | 5%           | 6%          |
| <b>Sprunggelenk</b>             | <b>7%</b>    | <b>11%</b>  |
| Außenknöchelfrakturen           | 2%           | 5%          |
| Außen- u. Innenknöchelfrakturen | 1%           | 1%          |
| Abbruch Volkmann-Dreieck        | -            | 1%          |
| Distorsionen                    | 4%           | 3%          |
| Prellungen                      | -            | 1%          |

**Tabelle 7: Verletzte Regionen nach Alter unterschieden**

### **3.6.3 Verletzungsmechanismen bei jüngeren und älteren Skatern**

Unterscheidet man bei den Verletzungsmechanismen zwischen erwachsenen und jugendlichen Skatern, so fällt auf, dass der Sturz auf den ausgestreckten Arm für mehr als die Hälfte aller Verletzungen (55%) bei Jugendlichen verantwortlich war.

### Skater bis 15 Jahre



### Skater ab 16 Jahre

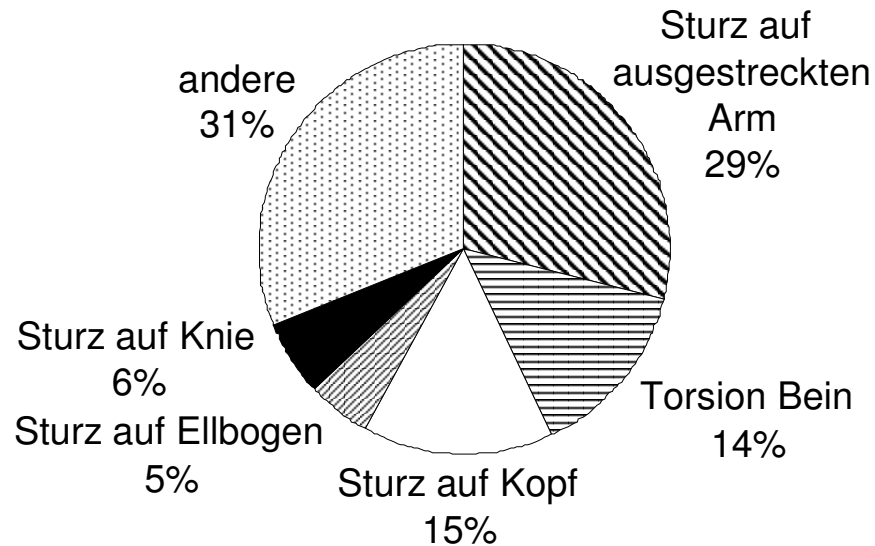


Abbildung 17: Pathomechanismen unterschieden nach Alter

Bei den Erwachsenen war der Sturz auf den ausgestreckten Arm dagegen nur für 29% aller Verletzungen verantwortlich. Durch einen Sturz auf den Kopf wurden immerhin 15% der Verletzungen von Erwachsenen verursacht, bei den Jugendlichen war der Sturz auf den Kopf nur für 9% der Verletzungen

verantwortlich. Beim Sturz auf den Ellbogen und auf das Knie lassen sich kaum Unterschiede feststellen. Auch bei einer Torsion des Beines als Verletzungsmechanismus lässt sich kaum ein Unterschied zwischen Erwachsenen und Jugendlichen im Hinblick auf den Prozentsatz der Verletzungsarten feststellen.

## 4 Diskussion

Die oft von den Medien aufgebrachte Frage, wie gefährlich Inline-Skating im Vergleich mit anderen Sportarten ist, lässt sich anhand von Statistiken nicht seriös beantworten. Sinnvoll wäre hier auch nur ein Vergleich von Freizeit-Skating mit Schlittschuhlaufen oder von Inline-Hockey mit Feld- oder Eishockey. Als nicht organisierte Sportart gibt es keine Angaben über die genaue Zahl der Skater, ebenso wenig darüber, in welcher Intensität das Skating durchschnittlich betrieben wird. Die oben erwähnte Zahl von 20% Inline-Skatern unter allen Sportverletzten im Universitätsklinikum Eppendorf gilt nur für den Hochsommer und sinkt für das gesamte Jahr deutlich unter 10% ab. Und wenn im Sommer beispielsweise viermal bzw. siebenmal mehr verletzte Skater als Basketballer bzw. Baseballer werden, muss man sich fragen, ob das nicht in Relation zur vermuteten Zahl von Basketball- oder Baseball-Spielern noch wenig ist. Nicht publizierte Mitteilungen von mit der Materie befassten Medizinerinnen und Sportwissenschaftlern schätzen die Häufigkeit schwerer Verletzungen zwischen 1 pro 5 Skating-Stunden und 1 pro 1000 Skating-Stunden. Tatsache ist, dass die Häufigkeit von Skating-Unfällen im Straßenverkehr anscheinend überschätzt wird. Bei den ausgewerteten 200 Fällen spielten Skating-Unfälle im Straßenverkehr keine Rolle. Im gesamten Beobachtungszeitraum 1995/1996 wurde im Universitätsklinikum Eppendorf lediglich ein Fußgänger behandelt, der von einem Skater angefahren worden war, kein einziger Skater musste nach einem Zusammenprall mit anderen Verkehrsteilnehmern versorgt werden. Im Juni/Juli 1996 waren Verletzungen nach einem Fahrradsturz etwa viermal häufiger als Skating-Verletzungen; in der Skating-Nebensaison (Frühjahr/Herbst) bis zu 20 mal häufiger.

Wie bei allen anderen Sportarten lässt sich auch beim Skating ein spezifisches Verletzungsmuster herausarbeiten. Die Diskussion über die Gefährlichkeit des Sports sollte nicht alleine im Vordergrund stehen. Skating ist unter anderem eine klassische Sportart für Sportanfänger oder Wiedereinsteiger. Die positiven Einflüsse hinsichtlich eines allgemeinen körperlichen Trainings durch

Bewegung sind ein wichtiger Punkt, der in der Diskussion nicht verloren gehen darf. Es fällt auf, dass es für die meisten Skating-Verletzungen immer wiederkehrende Risikokonstellationen gibt. Es gilt, diese zu analysieren, und aus dieser Kenntnis heraus durch Aufklärung die Verletzungszahlen zu senken. Hier liegt eine Chance der Sportmedizin, denn im Vergleich zu vielen anderen Bereichen der Medizin bestehen viele einfache und effektive Möglichkeiten der Prävention.

#### 4.1 Nutzung von Inline-Skates

Da der Großteil der aktiven Skater keinen Verbänden angeschlossen ist, lassen sich die genauen Zahlen der Aktiven in den einzelnen Disziplinen nur vermuten. Fest steht allerdings, dass der Großteil der Inline-Skater dem Freizeit- und Fitnessskating zuzuordnen ist. Dies ist auch der Statistik der Gesellschaft für Konsumgüterforschung zu entnehmen, die folgende Verteilung für die Nutzung von Inline-Skates beschreibt (13).

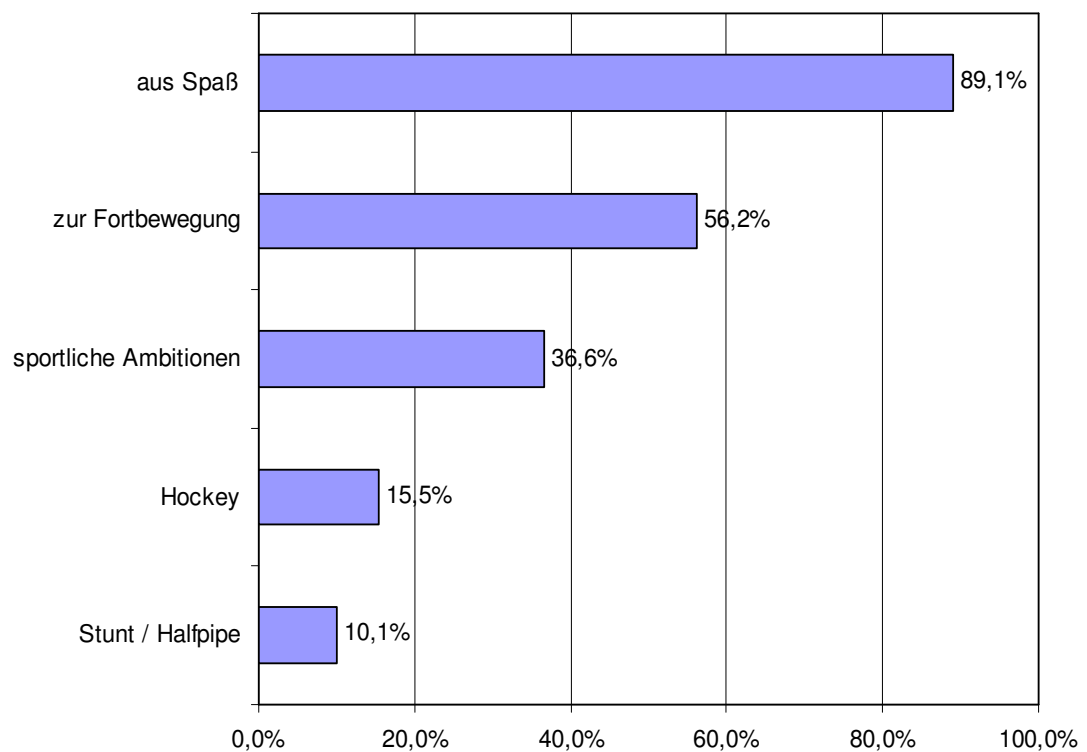


Abbildung 18: Nutzung von Inline-Skates



## **4.2 Verletzungen beim Inline-Skating**

Mit der zunehmenden Popularität des Inline-Skatings hat die Zahl der damit korrelierten Verletzungen dramatisch zugenommen. Die Verletzungen reichen von Hautabschürfungen und kleinen Prellungen bis hin zu schwerwiegenden Gelenk- und Knochenverletzungen. In Unfallstatistiken liegen Skater z. T. schon vor Fußballern, so dass traumatologisch tätige Ärzte zwangsläufig zunehmend vertrauter mit dieser Sportart werden.

Noch bis 1986 fand sich im zentralen Register der NEISS (National- Electronic- Injury- Surveillance- System) der CPSC (Consumer- Product- Safety- Commission) in Washington DC keine einzige Inline-Skate-Verletzung. Seitdem ist allerdings eine drastische Zunahme der registrierten Verletzungen zu verzeichnen (3, 4, 5, 6, 42). Zwischen Juli 1992 und Juni 1993 wurden bereits 30.836 verletzte Inline-Skater in US-Krankenhäusern registriert. Hierbei handelte es sich fast ausschließlich um schwerwiegende Verletzungen, den größten Anteil hatten mit 63% Frakturen, Dislokationen, Distorsionen und Zerrungen der Skelettmuskulatur. Im Jahr 1995 stieg die Zahl der Verletzungen, die in der NEISS registriert wurden dann sogar auf 83.000 (4). Für das Gesundheitssystem ist Inline-Skating schon jetzt zu einem immensen Kostenfaktor geworden. 1995 lagen die Ausgaben in den USA für die Gesundheitsversorgung aller Skater inklusive der angefallenen Gerichtskosten bei fast 2 Milliarden US-Dollar (12). Auch an den Statistiken deutscher und nordamerikanischer Krankenhäuser lassen sich die Steigerungsraten von Skate-Unfällen ablesen. Es konnte allerdings gezeigt werden dass sich durch eine fachkundige Schulung der Inline-Skating-Technik eine Reduktion der Verletzungshäufigkeit erzielen lässt (33).

Auffällig bei den Skating-Verletzungen ist der im Vergleich mit anderen Sportarten hohe Frakturanteil (Abb. 9). Dieser erklärt sich hauptsächlich aus den relativ hohen Fahrgeschwindigkeiten, die auch Anfänger erreichen und der dadurch entstehenden erheblichen kinetischen Energie, die beim Sturz auf die abstützenden Körperteile - vor allem die Arme - wirkt.

Fast 60% aller Verletzungen betrafen die Arme vom Ellbogen an abwärts, hier bevorzugt im Bereich distaler Unterarm. Die Dominanz dieser Region bei den Skating-Verletzungen ist auch aus den wenigen verfügbaren Studien zu diesem Thema bekannt, die zumeist aus den USA stammen (5, 11, 17, 19, 21, 22, 27, 28, 29, 34, 36, 37, 40). Da es sich jedoch bei den wenigen bisher erschienenen Publikationen vorwiegend um Sammelstatistiken mit Skatern unterschiedlichen Alters und unterschiedlicher Qualifikation handelt, wurden weitere Differenzierungen bisher erst selten vorgenommen.

### **4.3 Verletzungsmechanismen**

Hinsichtlich der Mechanismen, die zu den Verletzungen führten, liegt der Sturz auf den ausgestreckten Arm mit 42% an der Spitze (siehe Abb. 11). Bei den Kindern noch deutlich häufiger (55%) als bei den Älteren (29%). Es resultierten hauptsächlich Stauchungsbrüche an verschiedenen Lokalisationen (Radiusköpfchen, distale Unterarmregion, Kahnbein). Diese Skatergruppe hatte beim Sturz auffallend selten Handgelenkschützer getragen. Weiter zeigt sich, dass Stürze auf den angewinkelten Ellbogen und auf das gebeugte Knie (je 5%), vor denen sich Skater besonders fürchten, recht selten vorkommen. Dagegen wird eine Torsion des Beines (13%), die für viele Knie- und insbesondere Sprunggelenkverletzungen verantwortlich ist, in ihrer Häufigkeit vielfach unterschätzt. Während die Verletzungen im Aggressive-Bereich oft durch die Schwierigkeit der Stuntmanöver oder mangelnde Selbsteinschätzung bedingt waren, war die Sturzursache bei den Freizeitskatern meist ein Gleichgewichtsverlust bei unvorhergesehenen Fahrsituationen oder beim Bremsmanöver.

### **4.4 Verletzungsmuster bei jugendlichen und erwachsenen Skatern**

Die vorliegende Arbeit mit 100 Verletzungen bei Skatern bis 15 Jahren und 100 Verletzungen bei Skatern über 15 Jahren zeigt, dass bei Kindern der Frakturanteil annähernd doppelt so hoch ist wie bei den Älteren (Abb. 12). Dies zeigt sich in besonderem Maße bei den Kindern mit 51% in der Region Unterarm/ Handgelenk. 69% bzw. 42% aller Fälle in dieser Studie beruhten auf

axialen Stauchungsmechanismen des Armes. Jedoch zeigte sich altersabhängig eine grundsätzlich andere Verteilung der hierdurch bedingten Verletzungen. Grundsätzlich ist bekannt, dass Brüche der distalen Unterarmregion etwa ein Viertel aller kindlichen Frakturen ausmachen. Bei den kindlichen Skatern dieser Studie galt dies sogar für drei Viertel.

Da häufig Kinder und Jugendliche von Verletzungen betroffen sind, werden spezielle Ausbildungsprogramme und das generelle Tragen von Schutzkleidung für diese Altersgruppe gefordert (30).

Bei den Älteren litten nur etwa 5% aller Verletzten unter solchen Frakturen, hier überwogen harmlosere Weichteilverletzungen (Prellungen und Schürfungen) mit fast der Hälfte der Fälle. Dafür war die ältere Gruppe deutlich häufiger von relevanten Ellbogenverletzungen betroffen. 7% der Erwachsenen erlitten durch ein axiales Stauchungstrauma Frakturen von Radiushals und Radiusköpfchen, während diese Verletzungen bei den Jüngeren überhaupt nicht festgestellt wurden. Verletzungen von Hand und Fingern sind anscheinend altersunabhängig, hier bestanden jedenfalls keine Differenzen.

Zu beachten ist, dass gerade bei Kindern im Bereich des Ellbogens eine radiologische Diagnostik aufgrund des zeitversetzten Auftretens der einzelnen Knochenkerne und des komplexen Gelenkaufbaus schwierig sein kann (43).

## **4.5 Verletzungslokalisation**

### **4.5.1 Kopfverletzungen**

13% aller Patienten wurden wegen Kopf- oder Halsverletzungen behandelt. Die meisten dieser Fälle ließen sich den Mechanismen "Sturz vornüber auf das Gesicht" und "Sturz rücklings auf den Hinterkopf" zuordnen. Alle Stürze auf das Gesicht ereigneten sich bei Skatern über 15 Jahre, während alle Stürze auf den Hinterkopf bei Skatern bis maximal 15 Jahre beobachtet wurden. Die altersbedingt noch unterentwickelten koordinativen Fähigkeiten spielen hierbei vermutlich ebenso eine Rolle, wie der bei Kindern höher liegende Körperschwerpunkt. Gleichgewichtskorrekturen sind hier erschwert und in der Sturzsituation besteht so größere Gefahr, die gefährliche Rücklage nicht mehr

ausgleichen zu können. Da der Moment des Kopfaufpralls auf den Boden nicht so exakt vorhergesehen wird wie beim Sturz vorwärts und somit überraschender kommt, ist eine höhere Krafteinwirkung und Verletzungsschwere zu erwarten. In dieser Gruppe fanden sich drei Jungen mit Schädelfrakturen (zwei 11-jährige Jungen mit Felsenbeinfrakturen und vorübergehender Innenohrschwerhörigkeit sowie ein 9-jähriger Junge mit Kalottenfraktur). Alle waren ohne Helm rückwärts gestürzt, intracranielle Komplikationen traten nicht auf.

Kopfverletzungen in einer Größenordnung von fünf bis zehn Prozent wurden auch von anderen Autoren berichtet, darunter auch Schädelfrakturen mit intracranialen Blutungen (1, 24, 34, 36). Bei Erwachsenen wird sich vermutlich das Tragen von Schutzhelmen aus Compliance-Gründen und fehlendem Problembewusstsein nicht durchsetzen lassen. Angesichts der vielen Stürze rückwärts und den daraus resultierenden Schädelfrakturen sollte für Kinder jedoch auch das Tragen von Helmen dringend empfohlen werden. Die Entwicklung der Verbreitung von Fahrradhelmen gibt Grund zu der Vermutung, dass dies bei entsprechendem Einwirken der Eltern gelingen könnte.

#### **4.5.2 Knieverletzungen**

In der Gruppe der Knieverletzungen wurden zwar Knieinnenbandläsionen gesehen, jedoch keine Kreuzbandverletzungen oder komplexen Kniebinnenschäden. Der Großteil der Knieverletzungen bestand aus harmloseren Weichteilverletzungen. Demgegenüber standen unterschiedlich schwere Frakturen der Knöchelregion. Obwohl die modernen Skates von der Schalenkonstruktion her Skischuhen sehr ähnlich sind, ist das Skating-Verletzungsmuster des Beines nicht mit dem des Skifahrens vergleichbar. Das Fehlen der Skier führt zu geringerer Stabilität der Skates beim Geradeausfahren, aber auch zu geringerer Hebelwirkung beim Rotationstrauma. Außerdem ist der Fuß im Skate bei weitem nicht so fixiert wie in einem Schalen-Skischuh. Die vereinzelt in Kaufhäusern zu Billigpreisen angebotenen Skates sind bekannt dafür, dass die zu weichen Schaftkonstruktionen sogar ein Supinieren des Fußes ermöglichen, welches im Skischuh nahezu ausgeschlossen ist. Mehrere der Verletzten mit OSG-

Distorsionen gaben an, mit solchen Billig-Skates gefahren zu sein. Dagegen berichteten alle Skater mit Knöchelfrakturen anerkannte Markenfabrikate benutzt zu haben. Auch die geschilderten Unfallmechanismen lassen bei den Frakturen kein Supinationstrauma als klassischen Verletzungsmechanismus vermuten.

Ein Aggressive-Skater mit OSG-Luxationsfraktur berichtete, dass beim Hinunterfahren einer Treppe die Schnallen am Schuh komplett aufgesprungen seien, wodurch es zum Sturz mit Supinationstrauma des Sprunggelenks kam. Alle anderen Skater mit Knöchelbrüchen schilderten dagegen als Unfallursache ein Verdrehen des gesamten Beines bei fixiertem Skate im Sinne eines Torsionsmechanismus. Zum Teil (Ältere, Freizeitskater) geschah dies aus geringer Geschwindigkeit und scheinbar banalen Situationen heraus, zum Teil (Kinder/Jugendliche, Aggressive-Skater) beim Landen nach schwierigen Sprüngen mit Schraubenbewegungen. Die letztere Gruppe erlitt bevorzugt schwerwiegendere Frakturen wie Tibiaspiral-Etagenfraktur, bimalleoläre Frakturen oder Beteiligung der tibialen Gelenkfläche. Auch in der Literatur werden vergleichbare Fälle beschrieben (25, 26).

#### **4.5.3 Finger- und Handverletzungen**

Finger- und Handverletzungen wurden besonders häufig bei Aggressive-Skatern festgestellt. Viele Sprungtechniken beim Aggressive-Skating erfordern im Flug ein geplantes Abstützen mit der Hand an der Rampe. Außerdem gehören Stürze beim Aggressive-Skating zwingend zum Training oder Wettkampf. Dies gilt selbst für Weltspitzen-Skater. Die Stürze geschehen oft aus Salto- oder Schraubenbewegungen heraus. Beim idealen Geradeaus-Sturz in der Halfpipe lässt der Skater sich vornüber auf die Knie fallen und rutscht auf seinen Knieschützern mehrere Meter bis zum tiefsten Punkt der Halfpipe. Bei den mehr unkoordinierten Stürzen aus nicht gelungenen Drehungen oder Salti heraus wird jedoch oft versucht, den Sturz auf Kopf oder Thorax durch Abstützen mit den Händen noch abzufangen. Effektive Schutzkleidung für die Finger existiert nur in Form relativ schwerer Eishockey-Handschuhe für Inline-Hockey. Die etwas leichteren, aber immer noch schweren Schutzhandschuhe

für Aggressive-Skater werden von diesen meist mit der Begründung abgelehnt, darin kein Gefühl mehr für den Handeinsatz bei den Stunts zu haben.

#### 4.6 Wirksamkeit von Schutzkleidung

Der Notwendigkeit des Tragens einer kompletten Schutzausrüstung wird beim Inline-Skating nur selten nachgekommen, welches ein großes Problem darstellt. Die wenigsten Skater tragen die vollständige Schutzausrüstung.

Das Tragen von Schutzkleidung wird von vielen Faktoren (u. a. soziales Umfeld, Persönlichkeit) beeinflusst (31).

Die folgende Abbildung gibt eine Übersicht, welche Protektoren wie oft getragen werden (Zahlen zusammengefasst aus mehreren Studien) (39).

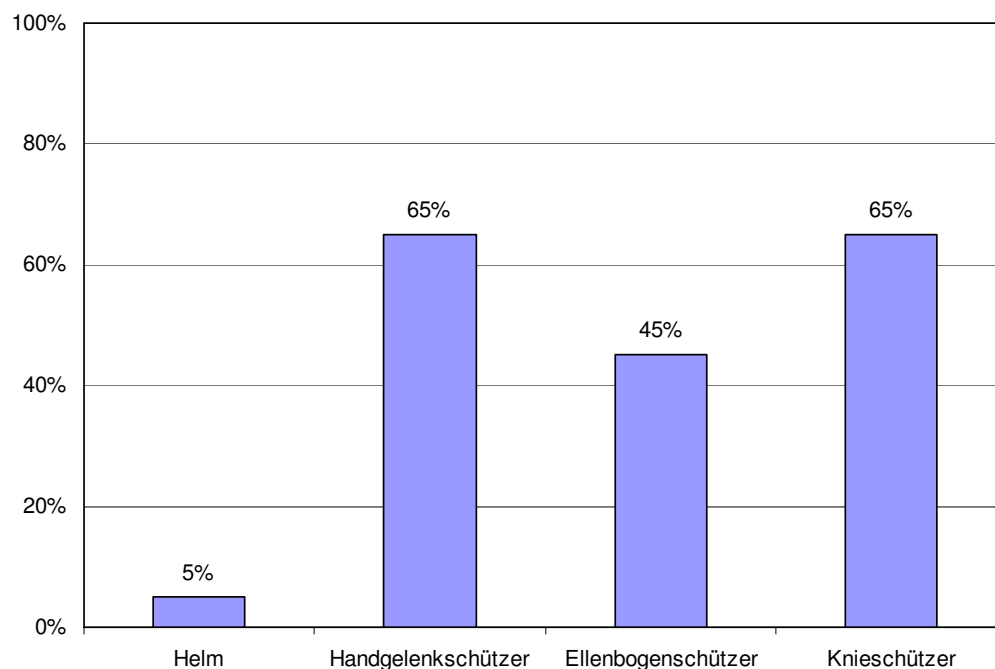


Abbildung 19: Gebrauch von Protektoren (39)

Helme werden bei Inline-Skatern also kaum getragen. Verletzungen am Kopf sind zwar eher selten, können aber sehr schwer sein.

Der Verzicht auf eine geeignete Schutzausrüstung führt nachweislich zu signifikant höheren Verletzungsraten. Bei Stürzen auf den harten Asphalt treten ähnlich wie beim Eislaufen sehr hohe Kräfte auf, die ohne Protektoren nur von dem Halte- und Bewegungsapparat des Menschen absorbiert werden müssen. Dabei entstehen große Belastungsspitzen, die zu schwerwiegenden Brüchen und Distorsionen führen können. Skater, die eine Schutzausrüstung tragen, müssen signifikant seltener in Krankenhäusern behandelt werden, als solche, die keine geeigneten Protektoren tragen (1). Als besonders verletzungsgefährlich hat sich hierbei die Disziplin Aggressive- und Stuntskating herausgestellt. Durch Protektoren und richtige Falltechniken könnten die Belastungsspitzen allerdings reduziert und Verletzungen vermieden werden (16).

Aufgrund des hohen Unfallrisikos handelt es sich nach öffentlicher Meinung beim Inline-Skaten um einen riskanten Sport, der nicht nur die Sporttreibenden selbst, sondern durch Kollisionen auch unbeteiligte Fußgänger und andere Verkehrsteilnehmer gefährdet.

Der Nachweis einer vorhandenen oder fehlenden Wirksamkeit von Schutzkleidung ist aus methodischen Gründen schwierig. Vergleichende Statistiken können hier Anhaltspunkte liefern. Hierzu stellt sich zunächst die Frage, wie häufig die verschiedenen Gelenkschützer von nicht verletzten Durchschnittsskatern verwendet werden. Referenzzahlen aus amerikanischen Studien (22, 44) und eigenen Beobachtungen bei unterschiedlichen Skatergruppen in Hamburg helfen hier, Größenordnungen für die Verbreitung von Gelenkschützern und Helmen (Tabelle 8) vorzugeben.

| Autor / Skater             | n    | Helm | Handgelenk | Ellbogen | Knie |
|----------------------------|------|------|------------|----------|------|
| Young, 1995                | 1548 | 2,6% | 64,5%      |          |      |
| Jacques, 1994              | ?    | <10% | 45-65%     |          |      |
| Hamburg unverletzte Skater |      |      |            |          |      |
| Freizeit-Skater            | 93   | 0%   | 65%        | 48%      | 74%  |
| Aggressive Street          | 57   | 42%  | 84%        | 53%      | 79%  |
| Aggressive Halfpipe        | 111  | 65%  | 68%        | 68%      | 92%  |
| Hamburg UKE, Verletzte     | 200  | 8%   | 51%        | 45%      | 71%  |
| Kopfverletzte              | 26   | 0%   |            |          |      |
| Stauchungstrauma Arm       | 88   |      | 28%        |          |      |
| Anpralltrauma Ellenbogen   | 9    |      |            | 14%      |      |
| Anpralltrauma Knie         | 12   |      |            |          | 66%  |

**Tabelle 8: Benutzung von Schutzkleidung: Literatur/eigene Ergebnisse**

Bei der Benutzung von Helmen ist die Spannbreite der Werte erwartungsgemäß am größten. Sie liegt zwischen 0% für Freizeit-Skater und 65% für Aggressive-Skater. Bei den Gelenkschützern sind die Unterschiede nicht so groß. Tendenziell sind Aggressive-Skater besser geschützt, trotzdem lässt sich der Gebrauch der Gelenkschützer auch für sehr unterschiedlich qualifizierte Skater relativ gut eingrenzen (Handgelenk 65-85%, Ellbogen 48-68%, Knie 74-92%). Es zeigt sich zudem, dass jüngere Skater seltener Schutzkleidung tragen (Tabelle 9), dies deckt sich mit der Erfahrung anderer Arbeitsgruppen (41).



|                                                              | <b>bis 15 Jahre</b> | <b>ab 16 Jahre</b> |
|--------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| <b>Verbreitung von Schutzkleidung bei verletzten Skatern</b> |                     |                    |
| Helm                                                         | 9%                  | 7%                 |
| Ellbogenschützer                                             | 44%                 | 46%                |
| Handgelenkschützer                                           | 41%                 | 61%                |
| Knieschützer                                                 | 68%                 | 74%                |

**Tabelle 9: Schutzkleidung bei verletzten Skatern**

Orientiert man sich an diesen Zahlen, waren die von uns behandelten Skater an den nicht verletzten Regionen "normal" geschützt, sie erlitten jedoch gerade an den nicht geschützten Regionen ihre Verletzung (Tabelle 10).

|                                                                | <b>bis 15 Jahre</b> | <b>ab 16 Jahre</b> |
|----------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------|
| <b>Benutzung von Schutzkleidung bei konkreten Verletzungen</b> |                     |                    |
| Helmträger bei Kopfverletzungen                                | 0%                  | 0%                 |
| Handgelenkschützer bei Sturz auf ausgestreckten Arm            | 26%                 | 30%                |
| Ellbogenschützer bei Sturz auf angewinkelten Ellenbogen        | 20%                 | 8%                 |
| Knieschützer bei Sturz auf Knie                                | 0%                  | 66%                |

**Tabelle 10: Schutzkleidung bei konkreten Verletzungen**

Chong et al. (7) behandelten 57 Patienten mit handgelenknahen Frakturen, von denen sich nur drei ihre Verletzungen trotz Schützern zugezogen hatten. Eine ähnliche Ungleichverteilung von geschützten und ungeschützten Skatern unter ihren Patienten haben auch mehrere andere Autoren beobachtet (1, 10, 29, 32).

Eine 1996 veröffentlichte amerikanische Fall-Kontroll-Studie von Schieber et al. (38) wies nach, dass sich das Verletzungsrisiko durch „wrist-guards“ um den Faktor 10,4 und durch „elbow-pads“ um den Faktor 9,5 senken lässt. Vereinzelt (6) wird zwar auf die Gefahr hingewiesen, dass bei Stürzen mit angelegten Handgelenkschützern die einwirkenden Kräfte weiter proximal ansetzen und oberhalb der Schützer Unterarmschaftfrakturen bewirken können. Trotzdem empfiehlt das amerikanische „Committee on Injury and Poison Prevention and Committee on Sports Medicine and Fitness“ der „Academy of Pediatrics“ (2) nach Auswertung der Literatur mit Nachdruck das konsequente Tragen der Protektoren.

In der vorliegenden Studie wurden Handgelenkschützer von wesentlich weniger Verletzten als den erwarteten 65-85% getragen. Sowohl für Extensionsfrakturen der distalen Unterarmregion (47 Verletzungen, davon 11 trotz Schützern), als auch für Scaphoidfrakturen (fünf Verletzungen, davon einer trotz Schützern), Radiusköpfchen- und -halsfrakturen (sieben Verletzungen, davon zwei trotz Schützern) sowie einige andere seltenere Verletzungen dieser Regionen sind die einwirkenden Kräfte im Sinne einer axialen Stauchung des Armes zu sehen. Zusammen umfasst die Gruppe dieser Verletzungen 88 Fälle. In nur 28% dieser 88 Fälle hatten die Verletzten Handgelenkschützer getragen. Durch axiale Stauchung bedingte Frakturen lassen sich durch „puffernde“ Schützer kaum vermeiden, vielmehr muss der Skater beim Sturz auf seinen Handgelenkschützern gleiten. Ohne angelegte Schützer gleitet niemand freiwillig über den Asphalt, sondern probiert sich abzustützen.

Schon von der Materialbeschaffenheit her sind diese Schienen nicht in der Lage, die mehrere 100 kp betragenden Kräfte abzufangen, die beim Sturz zur forcierten Dorsalextension führen (14). So sind Fälle in der Studie enthalten, in denen Anfänger ungebremst nach einer Abfahrt senkrecht auf eine Mauer zufuhren und versuchten, sich mit den Armen abzustützen. Die bei solchen Mechanismen auftretenden Kräfte führen aller Wahrscheinlichkeit nach mit oder ohne Schützer zur Fraktur. Die Schützer können einwirkende Kräfte nicht neutralisieren, sondern höchstens umleiten. Dafür ist jedoch eine gute Sturztechnik notwendig. Vorausgesetzt wird ein relativ flacher Aufprallwinkel

von Armen und Schiene auf den Boden, so dass ein Ausgleiten auf der Schiene möglich wird. Der stürzende Skater sollte sich daher bei nicht mehr abwendbarem Sturz zunächst vornüber auf die Knieschützer fallen lassen, um die Sturzhöhe zu reduzieren. Dann erfolgt ein Vornüberkippen des Oberkörpers und ein flaches Aufsetzen der Unterarme auf die Unterlage. Der Skater gleitet nun - gewissermaßen in Knie-Ellbogen-Lage - auf der Handgelenkschiene, dem Ellbogenschützer und den Knieschützern, so dass die einwirkende Kraft nicht vollständig axial durch das Armskelett abgeleitet wird.

Skater, die keine Sturztechnik erlernt haben, versuchen in der Regel, sich mit der Hand weit vom Boden weg abzustützen. Gerade die entscheidenden technischen Elemente, nämlich das frühzeitige Stürzen auf die Knie und das flache Gleiten auf den Unterarmen, wird unterbewusst möglichst vermieden. Wenngleich also die Benutzung von Gelenkschützern geeignet erscheint den größten Teil der Frakturen der oberen Extremität zu vermeiden, ist aus biomechanischen Erwägungen für jeden Skater ein Sturztraining im Rahmen eines Anfängerkurses zu empfehlen.

Ein Aufprall des angewinkelten Ellbogens auf den Boden war nur für neun Verletzungen verantwortlich. Acht der Verletzten, darunter auch einer mit Olecranonfraktur, hatten beim Sturz keine Ellbogenschützer getragen. Diese Schützer wirken ebenso wie die Knieschützer beim Anpralltrauma wie ein Schutzkissen, ohne dass sie Kräfte ableiten könnten. Zumindest Prellungen und Schürfungen können durch solche Schützer mit großer Sicherheit verhindert werden. Die Senkung der Häufigkeit von Radiuskopf- und -halsfrakturen ist ebenfalls nur durch Handgelenkschützer bei korrekter Sturztechnik möglich.

## 5 Zusammenfassung

In einem 30-Monats-Zeitraum wurden 200 Inline-Skating-Verletzungen bei 182 Patienten behandelt. 14% der Patienten wurden stationär aufgenommen, 10% operiert. In 46% handelte es sich um Frakturen, in 33,5% um Prellungen, Schürfungen oder Wunden und in 18,5% um Distorsionen/Kapsel-Band-Verletzungen. Bei Kindern lag der Frakturanteil mit 60% deutlich höher. 42% aller Verletzungen und 75% aller Frakturen entstanden durch den Sturz auf die ausgestreckten Arme. Die axiale Krafteinwirkung ist für die häufigsten Frakturen am Handgelenk und Ellbogen verantwortlich. Der zweithäufigste Verletzungsmechanismus (13%) war ein Verdrehtrauma des Beines; Stürze auf die Knie oder die angewinkelten Ellbogen betrafen nur je 5%. 54,5% aller Verletzungen und 71% aller Frakturen traten an Ellbogengelenk, Unterarm, Handgelenk und Hand auf; andere häufig verletzte Regionen waren Kopf/Hals (13%), Knie (9,5%) und Sprunggelenk (9%). Während die Skater ihre Gelenkschützer an den nicht verletzten Gelenken ebenso häufig angelegt hatten wie unverletzte Vergleichsskater, waren gerade die verletzten Regionen auffallend schlecht geschützt.

Zusammenfassend kann man feststellen, dass sich aus den biomechanischen Abläufen der Sportart heraus die beobachteten Verletzungsmuster gut erklären lassen. Der nicht speziell geschulte Skater versucht sich beim Sturz mit ausgestreckten Armen auf dem Boden abzustützen. Das konsequente Tragen der Gelenkschützer und ein Einführungstraining, mit dem speziell die richtige Sturztechnik automatisiert werden kann, ist deswegen dringend zu empfehlen.

## 6 Literaturverzeichnis

1. Adams SL, Wyte CD, Paradise MS, del Castillo J (1996) A prospective study of in-line skating: observational series and survey of active in-line skaters-injuries, protective equipment, and training. Acad Emerg Med 3:304-311
2. American Academy of Pediatrics. Committee on Injury and Poison Prevention and Committee on Sports Medicine and Fitness (1998) In-line skating injuries in children and adolescents. Pediatrics 101:720-722
3. Banas MP, Dalldorf PG, Marquardt JD (1992) Skateboard and in-line-skate fractures: a report of one summer's experience. J Orthop Trauma 6:301-305
4. Calle SC (1994) In-line skating injuries, 1987 through 1992. Am J Public Health 84:675
5. Calle SC, Eaton RG (1993) Wheels-in-line roller skating injuries. J Trauma 35:946-951
6. Cheng SL, Rajaratnam K, Raskin KB, Hu RW, Axelrod TS (1995) "Splint top" fracture of the forearm: a description of an in-line skating injury associated with the use of protective wrist splints. J Trauma 39:1194-1197
7. Chong AL, Sunner PS, Deshpande SR (1995) Wrist guards in in-line and conventional roller-skating injuries. Med J Aust 162:444
8. Deutsche Gesellschaft für Sportmedizin und Prävention Inline-Skating. Informationen, Einschätzungen und Bewertung einer Trendsportart aus sportmedizinischer Sicht. Merkblatt 1997

9. Dufek P, Thormahlen F, Ostendorf U (1999) Fracture of the pisiform bone in inline skating. Sportverletz Sportschaden 13:59-61
10. Eingartner C, Jockheck M, Krackhardt T, Weise K (1997) Injuries due to inline skating. Sportverletz Sportschaden 11:48-51
11. Ellis JA, Kierulf JC, Klassen TP (1995) Injuries associated with in-line skating from the Canadian hospitals injury reporting and prevention program database. Can J Public Health 86:133-136
12. Focus (1996) Gesundheitskosten aller Skater in den USA. Focus 42
13. Gesellschaft für Konsumgüterforschung (1996) Panel-Information aktuell. Nürnberg
14. Giacobetti FB, Sharkey PF, Bos-Giacobetti MA, Hume EL, Taras JS (1997) Biomechanical analysis of the effectiveness of in-line skating wrist guards for preventing wrist fractures. Am J Sports Med 25:223-225
15. Hatje Tobias, Denecke Ulf (2001) Inlineskaten wie ein Profi, 3. Auflage. Südwest Verlag
16. Heidjann J (1997) Verletzungsinzidenz, Prophylaxe und Belastung beim Inline-Skating. Med. Dissertation. Universität Münster
17. Heller DR, Routley V, Chambers S (1996) Rollerblading injuries in young people. J Paediatr Child Health 32:35-38
18. Hilgert RE, Besch L, Behnke B, Egbers HJ (2004) Injury pattern caused by aggressive inline skating. Sportverletz Sportschaden 18:196-203
19. Hilgert RE, Dallek M, Radonich H, Jungbluth KH (1996) Das Verletzungsmuster beim Inline-Skating, Verletzungsmechanismen und Prävention. D Zeitschr Sportmed 47:574-576

20. Hilgert RE, Dallek M, Radonich H, Jungbluth KH (1998) Trendsportart Inline-Skating - Verletzungsmuster und Risikogruppen. Unfallchirurg 101:845-850
21. Houshian S, Herold N, Rock ND (1997) Roller skating injuries. Ugeskr Laeger 159:3580-3582
22. Jacques LB, Grzesiak E (1994) Personal protective equipment use by in-line roller skaters. J Fam Pract 38:486-488
23. Jerosch J, Heidjann J, Thorwesten L, Lepsien U (1998) Injury pattern and acceptance of passive and active injury prophylaxis for inline skating. Knee Surg Sports Traumatol Arthrosc 6:44-9
24. Knudsen HM, Sorensen JC (1997) Roller skating accidents as a cause of intracranial bleeding. Ugeskr Laeger 159:3607-3608
25. Laarhoven van CJ, van der Werken C (1992) 'Quadriplane' fracture of the distal tibia: a triplane fracture with a double metaphyseal fragment. Injury 23:497-499
26. Malanga GA, Smith HM (1996) Lower extremity injuries in in-line skaters: a report of two cases. J Sports Med Phys Fitness 36:139-142
27. Malanga GA, Stuart MJ (1995) In-line skating injuries. Mayo Clin Proc 70:752-754
28. McGrath D, Beattie TF (1996) Rollerblading in children: the Edinburgh experience. J Accid Emerg Med 13:354-355
29. Mitts KG, Hennrikus WL (1996) In-line skating fractures in children. J Paediatr Orthop 16:640-643

30. Mulder S, Hutten A (2002) Injuries associated with inline skating in the European region. *Accid Anal Prev* 34:65-70
31. de Nooijer J, de Wit M, Steenhuis I (2004) Why young Dutch in-line skaters do (not) use protection equipment. *Eur J Public Health* 14:178-81
32. Orenstein JB (1996) Injuries and small-wheel skates. *Ann Emerg Med* 27:204-209
33. Platen P, Schaar B (2003) How to carry out a health-orientated marathon training programme for running and inline skating. *Eur J Cardiovasc Prev Rehabil* 10:304-12
34. Powell EC, Tanz RR (1996) In-line skate and rollerskate injuries in childhood. *Pediatr Emerg Care* 12:259-262
35. Sauter U (1996) *InLine-Skating: Ausrüstung, Techniken, Fahrpraxis*. Falken Verlag, Niedernhausen/Taunus
36. Schieber RA, Branche-Dorsey CM, Ryan GW (1994) Comparison of in-line skating injuries with rollerskating and skateboarding injuries. *JAMA* 271:1856-1858
37. Schieber RA, Branche-Dorsey CM (1995) In-line skating injuries. Epidemiology and recommendations for prevention. *Sports Med* 19:427-432
38. Schieber RA, Branche-Dorsey CM, Ryan GW, Rutherford GW Jr, Stevens JA, O'Neil J (1996) Risk factors for injuries from In-line skating and the effectiveness of safety gear. *N Engl J Med* 335:1630-1635
39. Scholz U (2003) *Inline-Skating. Gesundheits- und Unfallpotential einer neuen Fortbewegungsart. Arbeitsberichte zur Verkehrssicherheit, Berufsgenossenschaft für Gesundheitsdienst und Wohlfahrtspflege*



40. Spicer DD, Mullins MM, Wexler DM (1996) Roller-blades: should they carry a government health warning? *Injury* 27:401-403
41. Vollmer B (1998) Kreislaufwerte und Laktatmessungen von Freizeitsportlern und deren Verletzungsrisiko beim Inline-Skating. Med. Dissertation. Universität Ulm
42. Weinberger DG, Selesnick SH (1994): Roller blade falls - a new cause of temporal bone fractures: case reports. *J Trauma* 37:500-503
43. Weise K, Schwab E, Scheufele TM (1997) Ellenbogenverletzungen im Kindesalter. *Unfallchirurg* 100:255-69
44. Young CC, Mark DH (1995) In-line skating. An observational study of protective equipment used by skaters. *Arch Fam Med* 4:19-23

## **7 Danksagung**

Mein Dank gilt Herrn Prof. Dr. Rueger, Prof. Dr. Dallek und Herrn Dr. Hilgert für die hervorragende Betreuung bei der Durchführung dieser Arbeit.

Desweiteren möchte ich mich bei meinen Eltern bedanken, die mir dieses Studium erst ermöglichten.

## 8 Lebenslauf

### Personalien

Name: Heidi Marie Kluge, geborene Radonich

Geburtsdatum: 10.12.1968

Geburtsort: San Francisco, USA

Staatsangehörigkeit: US amerikanisch

Wohnort: Abendrothsweg 17

20251 Hamburg

Familienstand: verheiratet

### Schulische Ausbildung

1975 - 1979 Grundschule Strenghe in Hamburg

1979 - 1989 Albert-Schweitzer-Gymnasium in Hamburg

05/1989 Allgemeine Hochschulreife

### Studium

1990 - 1992 Studium der Ökotoxikologie, Fachhochschule Hamburg

1992 - 1999 Studium der Humanmedizin an der Universität Hamburg

12/1999 Dritter Abschnitt der Ärztlichen Prüfung

### Ärztliche Tätigkeit

Seit 01/00 Ärztin im Praktikum

Seit 07/01 Assistenzärztin, Zentrum für Innere Medizin, Universitätsklinikum Hamburg-Eppendorf

## 9 Erklärung

### EIDESSTATTLICHE VERSICHERUNG

Ich versichere ausdrücklich, dass ich die Arbeit selbstständig und ohne fremde Hilfe verfasst, andere als die von mir angegebenen Quellen und Hilfsmittel nicht benutzt und die aus den benutzten Werken wörtlich oder inhaltlich entnommenen Stellen einzeln nach Ausgabe (Auflage und Jahr des Erscheinens), Band und Seite des benutzten Werkes kenntlich gemacht habe.

Ferner versichere ich, dass ich die Dissertation bisher nicht einem Fachvertreter an einer anderen Hochschule zur Überprüfung vorgelegt oder mich anderweitig um Zulassung zur Promotion beworben habe.

Unterschrift: \_\_\_\_\_