Bundesinstitut für Sportwissenschaft
Wissenschaftliche Berichte und Materialien

Neue Wege zur Unfallverhütung im Sport



Wilfried Alt
Peter Schaff
Heiner Schumann
(Hrsg.)

2000
Band 2

Wilfried Alt / Peter Schaff / Heiner Schumann (Hrsg.)

Neue Wege zur Unfallverhütung im Sport

Beiträge zum Dreiländerkongress
„Mit Sicherheit mehr Spaß –
Neue Wege zur Unfallverhütung im Sport"
26. bis 27. Mai 2000
in München

Veranstalter:
Arbeitsgemeinschaft Sicherheit im Sport, Deutschland
Institut „Sicher Leben", Österreich
Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung

1. Auflage
SPORT und BUCH Strauß 2000

Vorwort

Sport - das ist Bewegung, Spiel, Wettkampf, Geselligkeit. Sport ist aber auch mit einem gewissen Verletzungsrisiko verbunden. Über 1,3 Millionen sportlich Aktive in der Bundesrepublik Deutschland verletzen sich jährlich bei der Sportausübung so schwer, dass sie ärztlich versorgt werden müssen. Von daher besteht ein hohes Interesse, neben den positiven Aspekten des Sporttreibens mögliche Verletzungsrisiken, die mit dem Sporttreiben einhergehen können, zu reduzieren.

Dem Anliegen der Unfallverhütung im Sport fühlt sich das Bundesinstitut für Sportwissenschaft seit vielen Jahren verpflichtet. Dies spiegelt sich sowohl in der Förderung themenbezogener Forschungsprojekte wider als auch in der Leitung der Arbeitsgemeinschaft „Sicherheit im Sport" seit deren Gründung. So hat auch die Arbeitsgemeinschaft „Sicherheit im Sport" (ASIS) zusammen mit dem Institut „Sicher Leben" in Österreich und der „Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung" die Initiative zur Durchführung eines Kongresses ergriffen, dessen Ziel es ist, den Sporttreibenden neue Wege zur Unfallverhütung und Risikominimierung im Sport aufzuzeigen,

In diesem Band unserer Schriftenreihe veröffentlichen wir aus allen Bereichen des Sports Beiträge dieses Dreiländerkongresses. In Analogie zum Programm des Kongresses ist der Band in die thematischen Schwerpunkte Unfallverhütung durch gesundheits- und risikobewusstes Handeln, durch sichere Technik und Ausrüstung sowie durch präventive Maßnahmen untergliedert. Besondere Beachtung finden dabei auch die Trendsportarten.

Ich möchte den Referenten des Kongresses für ihre Beiträge danken, auch dafür, dass sie der Aktualität wegen Verantwortung für Form und Inhalt ihrer Beiträge übernommen haben und so diesen Band noch vor dem Kongress ermöglichten. Möge dieser Band für die Kongressteilnehmer und für alle an einem risikoarmen Sport Interessierten eine aussagefähige Informationsquelle sein, die auch nach dem Kongress zum Nachlesen nochmals anregt.

Den Dreiländerkongress zur Sportunfallverhütung verstehen wir als eine Transferveranstaltung aus der Wissenschaft für den Sport. Neben der Vermittlung neuester Erkenntnisse zur Unfallverhütung aus Deutschland, Österreich und der Schweiz sollten Sportler und ihre Organisationen für das Thema Sicherheit und Unfallverhütung im Sport sensiblisiert werden. Denn wir alle wissen: ein risikoarmer Sport macht ***„mit Sicherheit mehr Spaß"***.

Köln, im Mai 2000

Martin-Peter Büch
Direktor des Bundesinstituts für Sportwissenschaft

Bundesinstitut für Sportwissenschaft
Wissenschaftliche Berichte und Materialien

Die Deutsche Bibliothek - CIP-Einheitsaufnahme
Neue Wege zur Unfallverhütung im Sport / Wilfried Alt / Peter Schaff / Heiner Schumann Hrsg.: Bundesinstitut für Sportwissenschaft - Köln: Sport und Buch Strauß, 2000
(Wissenschaftliche Berichte und Materialien / Bundesinstitut für Sportwissenschaft ; Bd. 2000,2)
ISBN 3-89001-336-8

1. Auflage 2000
Sport und Buch Strauß GmbH
Olympiaweg 1, 50933 Köln

© Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Köln

Druck: Hansen, Berg.-Gladbach

ISBN 3-89001-336-8
Printed in Germany

Inhaltsverzeichnis

Themenschwerpunkt 1:

Unfallverhütung durch gesundheits- und risikobewußtes Handeln

Schaff, P.:
Mit Sicherheit mehr Spaß - Neue Wege zur Unfallverhütung im Sport 1

Jeschke, D. Zeilberger, K.:
Gesundheitliche Aspekte des Sports 3

Kisser, R.:
Wege zur Senkung des Verletzungsrisikos 13

Mester, J., Schwarzer, J., Seifriz, F., Spitzenpfeil, P.:
Sicherheit und Leistung: Vibrationsbelastungen in Sportpraxis und Training 31

Heck, H.:
Sicherheit im Sport aus internistischer Sicht 43

Krause, R.:
Risiko-Kommunikation risikolos und effektiv gestalten 55

Martin, B. W.:
Bewegungsförderung und Unfallrisiko 67

Themenschwerpunkt 2:

Unfallverhütung durch sichere Technik und Ausrüstung

Alt, W.:
Gütezeichen im Sport 75

Fister, U.:
Prävention in der Schule 83

Wehmeyer, K.:
Sicherheitstechnische Betreuung im Sportverein 87

Jendrusch, G.:
Unfallverhütung im Sport-Gutes Sehen, Gefahren erkennen, richtig reagieren 97

Milani, T.:
Sportschuhe und Bodenbelag 123

Themenschwerpunkt 3:

Unfallverhütung durch präventive Maßnahmen

Henke, T., Gläser H., Heck, H.:
Sportverletzungen in Deutschland 139

Gollhofer, A., Alt, W., Lohrer, H.:
Entwicklung eines Verfahrens zur komplexen neuromuskulären und mechanischen Diagnostik des Kniegelenkes 167

Lohrer, H., Gollhofer, A., Alt, W.:
Propriozeptives Training im Rahmen der Prophylaxe des Supinationstraumas 175

Brüggemann, G.-P., Assheuer, J., Eckhardt, R.:
Belastungen und Belastungsfolgen der Wirbelsäule im Sport unter besonderer Berücksichtigung des Kunstturnens 183

Krahl, H., Schratt, H.-E., Stehle P., Görlich P.: Verletzungsschwerpunkt Schulter im Handball und Tennis 205

Mittelmeier, W., Hof, N., Matter H.-P.: Stellenwert der Diagnostik mittels Kernspintomographie im Sport 215

Themenschwerpunkt 4:

Unfallverhütung in Trendsportarten

Schaar, B., Jaeschke, R., Platen, P.:
Safer Skating - Ein Weg zum Sicheren Inlineskating 221

Schulz, H., Heck. H.:
Verletzungen bei Fitness-Skatern 229

Bruegger, O.:
Nationale Präventionskampagne im Bereich Inlineskating 235

Gaulrapp, H.:
Präventive Aspekte beim Mountainbiking 239

Voigt, H.-F.:
Verletzungen / Schäden und ihre Prophylaxe im Beach-Volleyball 243

Lazik, D., Bittmann, F.:
Therapeutisches Klettern 257

Boldrino, Ch., Furian, G., Schneider, K.:
Risikofaktoren beim Snowboarden 259

Müller, R.:
Unfälle und Präventionsmaßnahmen beim Snowboarden 267

Mit Sicherheit mehr Spaß!

Neue Wege zur Unfallverhüptung im Sport

Schaff, P.

TÜV Product Service, München

Sicherheit zählt zu den Grundbedürfnissen des Menschen.

Dies wird verständlich, wenn wir uns die Entwicklungsgeschichte der Menschheit vor Augen führen. Unsere Vorfahren waren - um zu überleben - Jäger, aber auch Gejagte in einer Umwelt voller Gefahren. Von der Höhle, die Schutz bot, über Schutzkleidungen wie Felle oder Rüstungen bis hin zur Verteidigung mittels Waffen reichte die Bandbreite der Methoden, das eigene Leben zu schützen gegen den Reiz der Gefahr, der „Beute“ versprach.

Dagegen ist die Menschheit des 21. Jahrhunderts eher einer akustischen und optischen Reizüberflutung ausgesetzt als einer direkten, täglichen Gefährdung des Lebens.

Obwohl die Entwicklung zur „Sicherheit“ zweifelsohne positiv zu werten ist, so reduziert sie beim Menschen die über Jahrtausende vorhandenen Reize und die entsprechenden Reflexe. Diese waren dabei fast immer mit körperlicher Anstrengung verbunden. Heutzutage findet sich dies vergleichbar nur noch im Sport.

Ist Sicherheit im Sport damit ein dem Reiz der Tätigkeit zuwider laufender Ansatz? Für den, der nur den Reiz in der Gefahr sucht, mag das zutreffen. Aber bekommt nicht auch dieser beim Fahren mit der Achterbahn dieses bestimmte Kribbeln im Bauch, wohl wissend, daß die Fahrt sicherer ist als die Fahrt mit dem eigenen Auto?

Der Reiz liegt somit nicht allein in der Gefahr, sondern im körperlichen Erfahren der Grenzen, die der Körper im Stande ist auszuhalten oder im Wettstreit mit anderen, um besser, schneller oder „extremer“ zu sein. Sicherheit im Sport kann daher den Abstand zur Gefahrengrenze nicht beliebig vergrößern, wohl aber die Gefährdung nahe der Grenze auf ein Minimum reduzieren.

Der Reiz muß mit Sicherheit erlebbar, die persönliche Grenze im Wettstreit muß sicher erreichbar bleiben und es muß auch in Zukunft mit Sicherheit mehr Spaß im Sport ermöglicht werden.

Dies zu erreichen bedarf es eines interdisziplinären Ansatzes von Sportmedizinern, Physiologen, Psychologen, Biomechanikern, Pädagogen, Sicherheitsingenieuren,

Sportgeräteprüfern und nicht zuletzt auch Trainern und Sportlern in einem gemeinsamen Grundverständnis, was Sicherheit im Sport letztendlich sein muß: ein Garant für die lange, unbeschwerte Ausübung der für den Menschen so wichtigen körperlichen Betätigung, allein oder in der Gruppe, in der Überwindung der eigenen Angst oder im direkten Wettstreit mit anderen.

Kurz und knapp:

Es bedeutet auch, ein Stück Lebensqualität zu sichern!

Priv. Doz. Dr. med. Peter Schaff
TÜV Product Service Medical - Health- Sports und
Technische Universität München
Ridlerstr. 65
80339 München

Gesundheitliche Aspekte des Sports

Jeschke, D., Zeilberger, K.

Technische Universität München

Sport charakterisiert diejenigen motorischen Aktivitäten des Menschen, die weder der Befriedigung von Lebensnotwendigkeiten dienen, noch ein produktorientiertes Handeln darstellen. Grundmotivationen dafür sind Freude, Lust an Bewegung, an Gestaltung und Beherrschung von nichtalltäglichen Bewegungsformen wie auch das Bedürfnis, authentische Erfahrungen mit sich selbst als Leib-Seele-Geist-Einheit in einer für den Sport geschaffenen, vor allem aber natürlichen Umwelt und in einem wechselnden sozialen Umfeld zu sammeln (7). Diese Beweggründe entspringen nicht der Ratio, sondern der Emotio und verleiten zu verschiedenstartigen Muskelarbeiten ohne und mit Geräten, die bis an psychophysische Leistungsgrenzen auch im Bewußtsein gesundheitlicher Risiken führen. Vom Wiener Psychiater und Philosophen *V. E. Frankl* (5) wurde deswegen Sport als „freiwillig gewählte Situation eines natürlichen Notstandes“ bezeichnet, den der Mensch in zivilisierten Gesellschaften sucht, um einen ihn persönlich befriedigenden Streß zu erleben. - Stress, die psychophysische Belastung des Organismus, ist nicht lebensverkürzend, sondern nach *A. Selyè* „the salt of life“, der psychophysische Funktionen und organische Strukturen entwickelt und erhält. Schädigend sind Disstress und eine chronische Homöostase. - Auf der Basis der emotionalen Grundmotivationen entwickelt sich bei sportlich Talentierten das Leistungsstreben nach nationalen, internationalen sportlichen Ehren und mit rationalem Hintergrund auch nach finanziellem Gewinn. Primär Vernunftsgründe sind es, die dank Aufklärung in den letzten Jahrzehnten Sport einerseits zur Gesundheitserhaltung, zur Verbesserung der Fitness für Alltag und Beruf, andererseits zur Prävention von und zur Rehabilitation bei chronischen Krankheiten und Behinderungen treiben lassen.

Über den Sinn und Wert des Sports, der in unserer modernen Gesellschaft zu einem eigenständigen Kulturphänomen geworden ist (7), wird wie über jeden Kulturzweig kontrovers diskutiert. Sein mehr passiver als aktiver Unterhaltungswert in der Freizeitgestaltung und sein volkswirtschaftlicher Wert ist unumstritten. Sein sozialer und pädagogischer Wert wird besonders für die Jugend betont. Über den Gesundheitswert ist man geteilter Meinung. Sportorganisationen und aktiv Sporttreibende sind von positiven Effekten überzeugt. In der nicht sporttreibenden Population halten sich jedoch seit Jahren Slogans wie „Sport ist Mord“ bzw. „Treibe Sport oder bleibe gesund“. Auch in Medizinerkreisen herrscht Skepsis vor. Wiederholt wurde auf Deutschen Ärztetagen in der jüngeren Vergangenheit im

Hinblick auf Todesfälle beim Sport, vor allem aber die finanziellen Belastungen des Gesundheitswesens durch Sportverletzungen und -schäden über besondere Risikoabsicherungen Sporttreibender diskutiert. Aus den Morbiditäts- und Mortalitätsstatistiken des Statistischen Bundesamts in Wiesbaden ist nicht entnehmbar, dass die Sportbegeisterung, die dank der intensiven Werbeaktivitäten des Deutschen Sportbundes wellenförmig in den letzten 30 Jahren unser Land überzogen, sich positiv auf den Gesundheitszustand unserer Population auswirkte. Unverändert führen Krankheiten der Atmungsorgane, des Herz-Kreislauf-Systems, des Stütz- und Bewegungsapparates, der Verdauungsorgane und der Diabetes mellitus die Morbiditätsstatistik an. Haupttodesursachen sind unverändert Herz-Kreislauf-Krankheiten, Krebserkrankungen und die der Atmungsorgane. Die heutige höchste Lebensdauererwartung seit Menschengedenken wird den Fortschritten der kurativen Medizin zugeordnet.

Bei den Diskussionen um das Thema Sport und Gesundheit spielt die auch von Fachgesellschaften nicht eindeutig gelöste Frage, was unter Gesundheit im Gegensatz zu Krankheit zu verstehen ist, eine wesentliche Rolle. Folgt man den grundsätzlichen Überlegungen von *Antonovsky* (1) beschreiben die Begriffe psychophysische Funktionsqualitäten im Lebensprozess mit Konsequenzen für die Lebensdauer. Verkürzt formuliert ist eine gestörte und verminderte Funktionalität sowie alles, was dazu führt, als krankhaft anzusehen und hat den vorzeitigen Tod zur Folge; alles, was die Regulationsfähigkeit, die Stresstoleranz (Fitness) und psychophysische Leistungs-fähigkeit erhöht, erhält, ist dem gegenüber gesund. Sowohl eine Prävention von pathogenetischen Faktoren und selbstverständlich Therapie von Krankheiten wie aber auch gesundheitsfördernde Interventionen sind notwendig, wenn der Mensch sein genetisches Potential optimal qualitativ und quantitativ nutzen will.

Die sportmedizinische Forschung, federführend in Deutschland, hat in den letzten 50 Jahren fundierte Erkenntnisse über akute und chronische Reaktionen des gesunden wie kranken Menschen auf sportliche Belastungen erarbeitet. Sie erklären plausibel die in epidemiologischen Studien nachgewiesenen Beziehungen von körperlicher Aktivität und Morbidität bzw. Mortalität, die in den letzten 30 Jahren vorwiegend aus den USA vorgelegt wurden. Sportpsychologische Analysen in den letzten 10 Jahren erhellen zunehmend die komplexen Zusammenhänge zwischen den psychomentalen Dimensionen von Gesundheit und Sport. Demoskopische Erhebungen über die sportlichen Aktivitäten in Deutschland bieten schließlich Erklärungen für die in unserem Land noch diskrepanten Einschätzungen ihrer gesundheitlichen Wertigkeit. Im Folgenden soll schlaglichtartig dazu Stellung genommen werden.

Gesundheitliche Effekte sportlichen Handelns

Wie jedem Sporttreibenden geläufig, hat die Auseinandersetzung mit dem psychophysischen Stress positive wie negative Effekte. Vollzieht sich das Handeln im Rahmen einer gegebenen sportartspezifischen Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit, löst erfolgreiches Handeln Freude, Lust aus und belohnt danach mit Wohlbefinden, Selbstwertbestätigung und Selbstwertschätzung trotz physischer Ermüdung. Mißlingendes Handeln hat gegenteilige emotionale und mentale Effekte während und danach zur Folge. Bei Überschreitung psychophysischer Belastbarkeitsgrenzen droht ein akuter Gesundheitsschaden, ja der Tod beim Sport.
Eine sportliche Handlung per sè, gelegentliches Sporttreiben, ein gelegentlicher Aktivurlaub bringen - soweit erkennbar - einen kurzzeitigen Gewinn nur für psychomentale Dimensionen von Gesundheit, aber unter einem u.U. erhöhten psychophysischen Risiko.

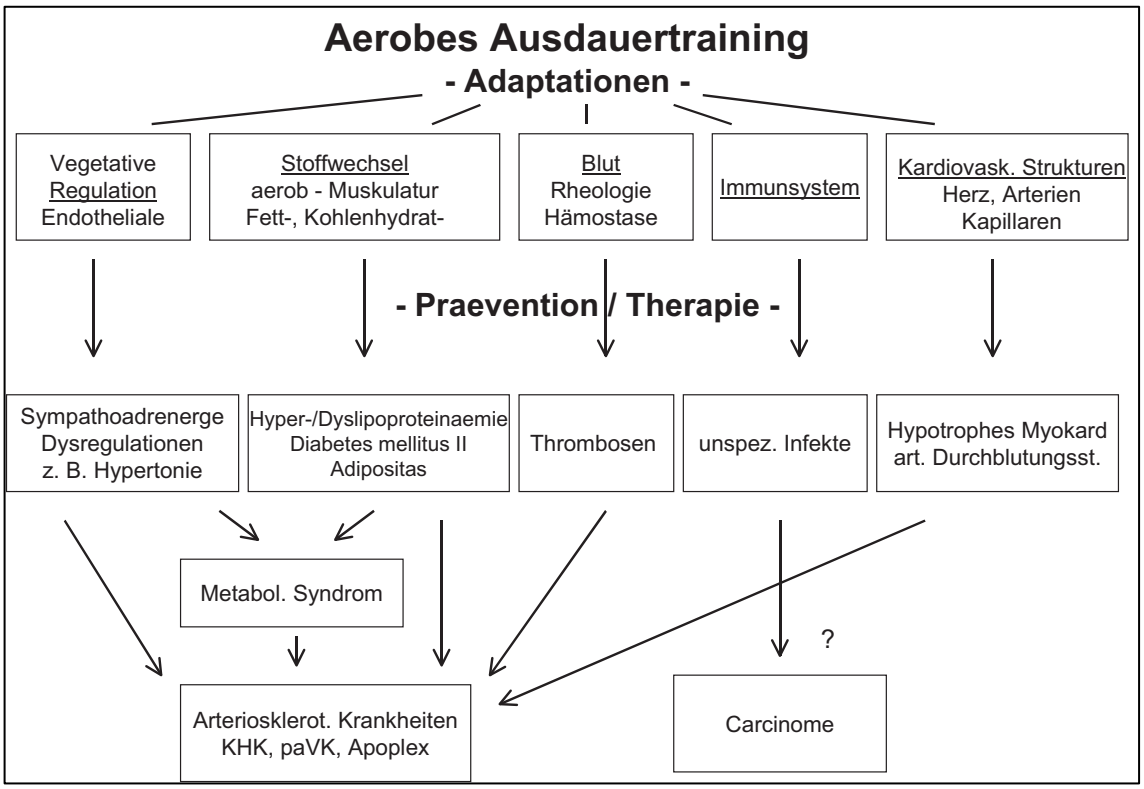


Abbildung 1: Aerobes Ausdauertraining, Adaptationen an Organsystemen und Beispiele deren präventiver / therapeutischer Potenz

Ein physischer Gewinn ist nur dann zu erwarten, wenn muskuläre Beanspruchungen regelmäßig, ganzjährig, möglichst mehrmals pro Woche über dem motorischen Alltagsniveau erfolgen. Bei Gesunden wie bei Kranken reagiert der Organismus darauf mit physiologischen Adaptationen, die die physische Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit steigern. Wie aus der medizinischen Trainingslehre bekannt (9), müssen Art, Intensität, Dauer der motorischen Belastung und Regenerationsphasen nach Belastung, in der sich Trainingsadaptationen vollziehen, beachtet werden. Die Belastbarkeit des Individuums in Abhängigkeit von Alter, Geschlecht, Vorerkrankungen, Leistungszustand, und individuelle Trainierbarkeit sind zu

berücksichtigen. Körperliches Training ist ein komplexer Prozeß, der nicht nur im Hochleistungssport, sondern auch im Gesundheitssport der Steuerung bedarf und nicht nur bei Behinderten und chronischen Kranken kontrolliert durchgeführt werden sollte. Überziehungs- und Übertrainingssyndrome, ja bleibende körperliche Schäden sind bei schlecht geführtem Training aus allen Sportbereichen bekannt.

Aus dem großen Spektrum sportlicher Handlungsmöglichkeiten haben sich zwei Beanspruchungsformen herauskristallisiert, die für die physische Gesundheit des Menschen von dominierender Bedeutung sind.

Es ist das Verdienst von vielen sportmedizinischen Forschergruppen, besonders der um *Hollmann, Mellerowicz* und *Keul,* die Wertigkeit aerober Ausdauerbeanspruchungen, wie sie in den Sportarten Walking, Jogging, Bergwandern, Radfahren, Rudern, Skilanglauf realisiert werden, aus internmedizinischer Sicht herausgearbeitet zu haben. Hinter den in Abb. 1 charakterisierten Adaptationen stehen differenzierte Kenntnisse über funktionelle und organische trainingsbedingte Veränderungen, die in Kenntnis der Ätiologie und Pathogenese von Krankheiten eine primär wie sekundär präventive Potenz besitzen und in der Therapie einer Fülle von chronischen internmedizinischen Krankheiten genützt werden können. Vor allem sind die Effekte gegen und bei arteriosklerotischen Gefäßerkrankungen, dem gesundheitlichen Hauptproblem im mittleren und höheren Lebensalter, hervorzuheben. Bei der koronaren Herzkrankheit wurde von *Ornish et al (11)* und *Schuler et al* (16) in kontrollierten, prospektiven Studien das vor Jahren noch undenkbare Ergebnis gewonnen, dass Ausdauertraining in Verbindung mit einer fettarmen Diät eine Regression von Koronarstenosen mit verbesserter myokardialer Durchblutung bewirkt. Der Energieumsatz mußte allerdings mehr als 8.000 kJ/Woche betragen (8).

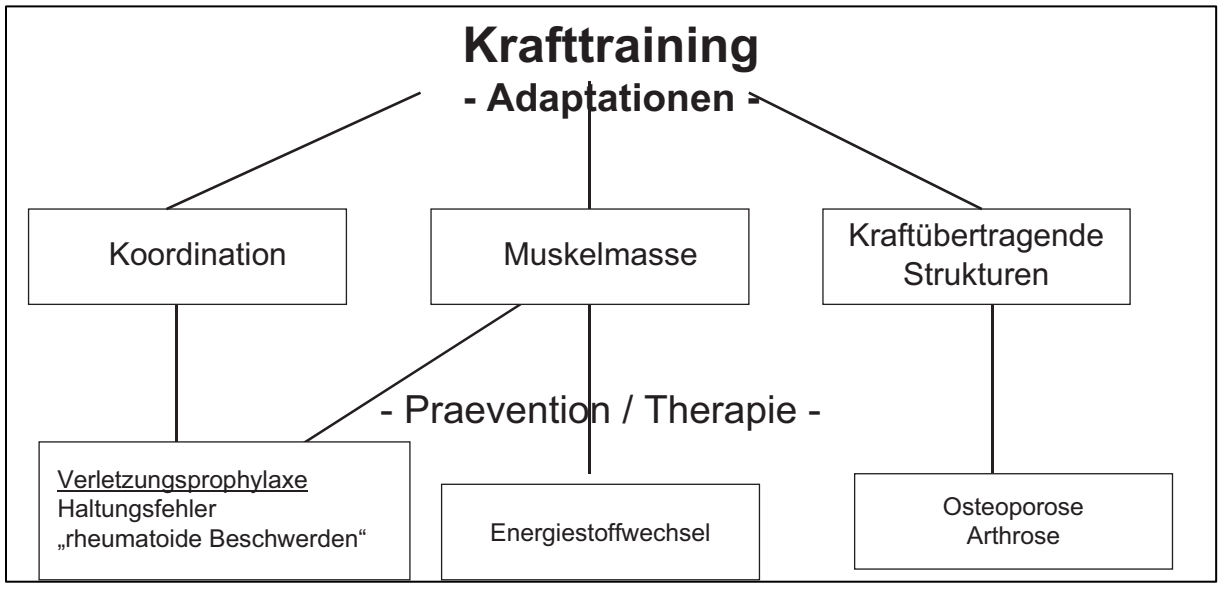


Abbildung 2 Krafttraining, Adaptationen an Organsystemen und Beispiele präventiver / therapeutischer Möglichkeiten

Systematische Kraftbelastungen möglichst aller Muskelschlingen des Körpers, die mit Apparaten heute risikoarm durchführbar sind, stellen die zweite wesentliche Trainingsform dar (Abb. 2).

Muskelkraft ist zeitlebens für Motorik und Statik des Organismus notwendig und zeitlebens trainierbar. Neben den allbekannten präventiven und therapeutischen Indikationen Verletzungsprophylaxe, Vermeidung / Behandlung von Haltungsfehlern und „rheumatoiden" muskulären Beschwerden liegt der Wert in der Erhaltung der Masse des größten Stoffwechselorgans des Körpers, der Muskulatur, und in der Prävention wie auch Therapie degenerativer Erkankungen des passiven Stütz- und Bewegungsapparates, insbesondere der Osteoporose (6). Krafttraining ist nicht nur für die Fitness des jungen Menschen, sondern gerade die des alternden notwendig.
Neben diesen Trainingsschwerpunkten dürfen Maßnahmen zur Verbesserung der Koordination und Flexibilität nicht vernachlässigt werden. Verletzungsprophylaxe und Erhöhung der Belastbarkeit durch Ökonomisierung der energetischen und Kraftbeanspruchung sind die gesundheitlichen Hauptargumente. Sie gehören in die Aufwärmphase jeden Trainings und als Ergänzung in Form eigenständiger Ganzkörpergymnastik zu jedem Sportprogramm.

Epidemiologische Erkenntnisse zu körperlicher Aktivität, Sport und Gesundheit

Die epidemiologische Forschung beschäftigte sich erst in den letzten 20 Jahren intensiv mit dieser Problematik. Den Beziehungen von regelmäßiger wöchentlicher Aktivität - erhoben durch Befragungen - , von körperlicher Leistungsfähigkeit - gemessen vorwiegend durch Ergometrie - zu Prävalenz wie Inzidenz vor allen Dingen von kardiovaskulären und metabolischen Krankheiten wie zu Todesursachen wurde in Quer- und Längsschnittstudien an Populationen überwiegend über dem 40. Lebensjahr nachgegangen. Andere Einflußfaktoren auf Morbidität und Mortalität wurden eliminiert.
Wesentliche Ergebnisse, die von *Blair* (4) erstellt wurden, zeigt Tab. 1. Es ergaben sich eindeutige inverse Beziehungen zwischen körperlichem Aktivitäts-/ Leistungsfähigkeitsgrad und Gesamtmortalität, koronarer Herzerkrankung, deren Risikofaktoren und metabolische Krankheiten, zu verschiedenen Krebskrankheiten und der Osteoporose. Drei Studien sollen hervorgehoben werden.
Paffenbarger et al (12, 13) konnten als erste an über 17.000 männlichen Absolventen der Havard-University eine dosisabhängige, inverse exponentielle Beziehung mit dem relativen Risiko eines ersten Herzinfarktes und dem wöchentlichen Energiemehrverbrauch durch Sport nachweisen. Bei einem Mehrverbrauch von 4.000 kJ/Woche sank das Risiko eindeutig um 25 % ab, um bei 16.000 kJ/Woche einem erreichbaren Endwert von 50 % entgegenzugehen.
Blair et al (2, 3) gingen prospektiv über 8 Jahre an primär gesunden mehr als 10.000 Männern und 3.000 Frauen den Zusammenhängen zwischen Todesursachen und körperlicher Leistungsfähigkeit, die ergometrisch als aerobe Leistungsfähigkeit gemessen wurde, nach. Mit zunehmender Leistungsfähigkeit sank die Häufigkeit an Herz-Kreislauf-Todesfällen und Krebstodesfällen in beiden Geschlechtern.

Sarna et al (15) untersuchten retrospektiv die Lebenserwartung von über 2.000 Spitzenathleten, von denen 65 % in ihren Sportarten weiter regelmäßig aktiv waren, und verglichen sie mit der von 1-A-gemusterten Soldaten, von denen nur 17 % regelmäßig sportlich aktiv waren. Bei Ausdauerathleten war die Todesfallrate durch Herz-Kreislauf- und Krebskrankheiten, bei Spielsportlern nur durch Herz-Kreislauf-Krankheiten, bei Kraftsportlern nur durch Krebskrankheiten gegenüber dem Kontrollkollektiv eindeutig erniedrigt. Aus Überlebenskurven zeichnete sich ein präventiver Effekt aller Sportarten etwa ab dem 35. Lebensjahr ab.

Tabelle 1: Ergebnisse epidemiologischer Studien über die Beziehungen von körperlicher Aktivität / körperlicher Fitness und chronischen Krankheiten (nach Blair (4))

Krankheiten	Anzahl der Studien[a]	Trend zwischen Aktivitäts- oder Fitneßkategorien und Beweisstärke[b]
Gesamtmortalität	***	↓↓↓
Koronararterienerkrankung	***	↓↓↓
Hypertonie	**	↓↓
Diabetes mellitus II	*	↓↓
Fettstoffwechselstörungen	***	↓↓
Apoplexie	**	↓
Krebs:		
Dickdarm	***	↓↓
Brust	*	↓
Prostata	**	↓
Lunge	*	↓
Osteoporose	**	↓↓

[a] * Wenige Studien, weniger als 5; ** mehrere Studien, 5-10; *** viele Studien, mehr als 10.
[b] ↓ Einige Beweise für reduzierte Erkrankungsraten zwischen den Aktivitäts- oder Fitneßkategorien; ↓↓ sichere Beweise für reduzierte Erkrankungsraten zwischen den Aktivitäts- oder Fitneßkategorien; ↓↓↓ stichhaltige Beweise für reduzierte Erkrankungsraten zwischen den Aktivitäts- oder Fitneßkategorien; ausgezeichnete Methoden; umfangreiche Beweise für biologische Mechanismen.

Aus den Studien geht als Fazit hervor: 1. Bewegungsmangel, nach *Hollmann* (9) definiert als körperliche Aktivität, bei der die Beanspruchung chronisch unter 50 % der maximalen kardiovaskulären Leistungsfähigkeit und unter 30 % der maximalen Muskelkraft liegt, ist als eigenständiger Risikofaktor für eine Reihe von häufigen Krankheiten, insbesondere des kardiovaskulären Systems, zu werten.
2. Wird regelmäßig körperliche / sportliche Aktivität mit einem Energieumsatz von mehr als 4.000 kJ / Woche (60 kJ pro kg Körpergewicht / Woche) betrieben, ist mit

präventiven Effekten zu rechnen, die optimal werden, wenn mehr als 8.000 kJ/Woche (120 kJ/kg KG/Woche) umgesetzt werden.
Als praktische Konsequenz ergab sich die Empfehlung zu möglichst täglichen körperlichen Aktivitäten von mehr als einer halben Stunde Dauer mit mittelschwerer Beanspruchung (Energieumsatz von 16 - 30 kJ/min), wobei man ins Schwitzen geraten soll (14). Aus sportmedizinischer Sicht lassen sich diese allgemein gehaltenen Angaben grob in mehr als zweimaliges aerobes Ausdauertraining im aerob-anaeroben Übergangsbereich und mehr als einmaliges Krafttraining mit mehr als 50 % der Maximalkraft und mehr als 3 Wiederholungen pro Woche präzisieren. Die Dauer einer Trainingseinheit sollte auch im Hinblick auf Auf- und Abwärmphase 45 min nicht unterschreiten.

Demoskopische Erhebungen über sportliche Aktivitäten in Deutschland

Nach jüngsten Erhebungen des Robert-Koch-Instituts in Berlin (Bundes-Gesundheitssurvey 1998) schläft der erwachsene Bundesbürger im Durchschnitt 8 Stunden und verbringt um 7 Stunden des Tages sitzend (10). Ca. 5 Stunden wurden mit leichter körperlicher Alltagsaktivität, weniger als 3 Stunden mit mittelschwerer körperlicher Beanspruchung, z.B. auch Joggen, Radfahren und Schwimmen, um 1 Stunde mit anstrengender Muskelarbeit wie Lasten tragen, schwerer Gartenarbeit und intensivem Sport ausgefüllt.

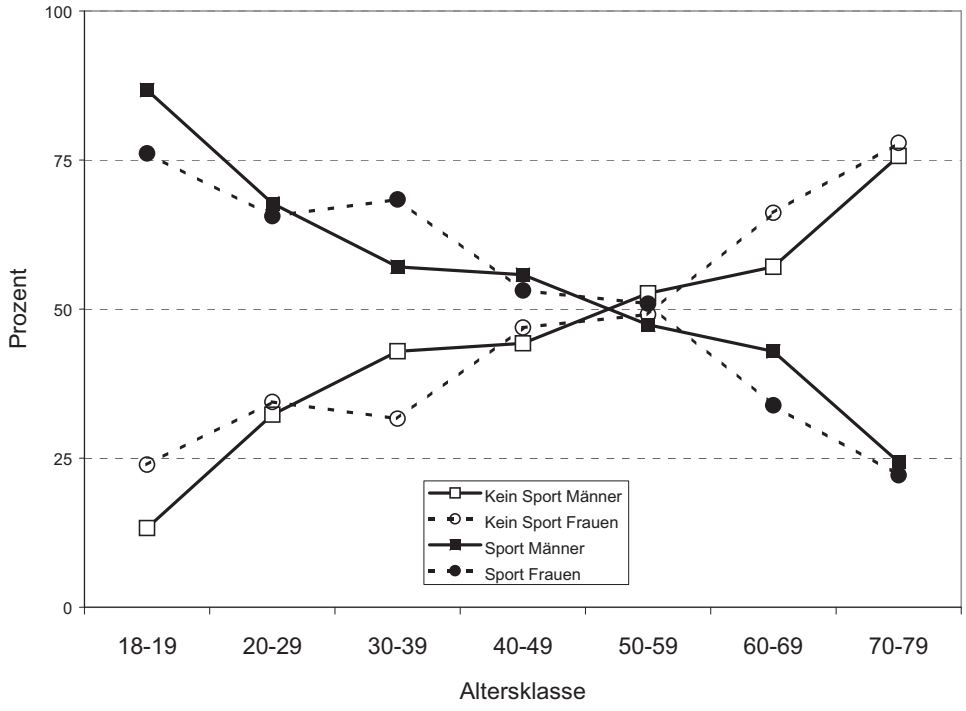


Abbildung 3: Regelmäßige sportliche Aktivität von >30 min/Wo und sportliche Inaktivität in der Bundesrepublik Deutschland. Bundes-Gesundheits-survey 1998 (nach Mensink (10))

Nach den o.g. epidemiologischen Untersuchungen ist erst ab mittelschwerer Muskelarbeit mit präventiven Effekten zu rechnen. In der Berufswelt hat sich dank Automatisation in den letzten 40 Jahren der kalorische Umsatz um nahezu 40% reduziert (9). Ein immer größerer Teil unserer Population müßte deshalb Sport zur Gesundheitserhaltung treiben. Das Gesundheitssurvey ergab, dass trotz jahrzehntelanger intensiver Werbeaktion für den Sport 1998 im Durchschnitt 44 % der Männer und 50 % der Frauen im Erwachsenenalter überhaupt keinen Sport treiben. 13 % der Männer und 10 % der Frauen sind regelmäßig 2 - 4 Stunden/Woche, 11 % der Männer und 5 % der Frauen mehr als 4 Stunden/Woche sportlich aktiv. Mit zunehmendem Alter nimmt die sportliche Aktivität von wenigstens mehr als einer halben Stunde / Woche von ca. 80 % im 18. bis 19. Lebensjahr auf weniger als 25 % bei über 70jährigen ab (Abb.3).

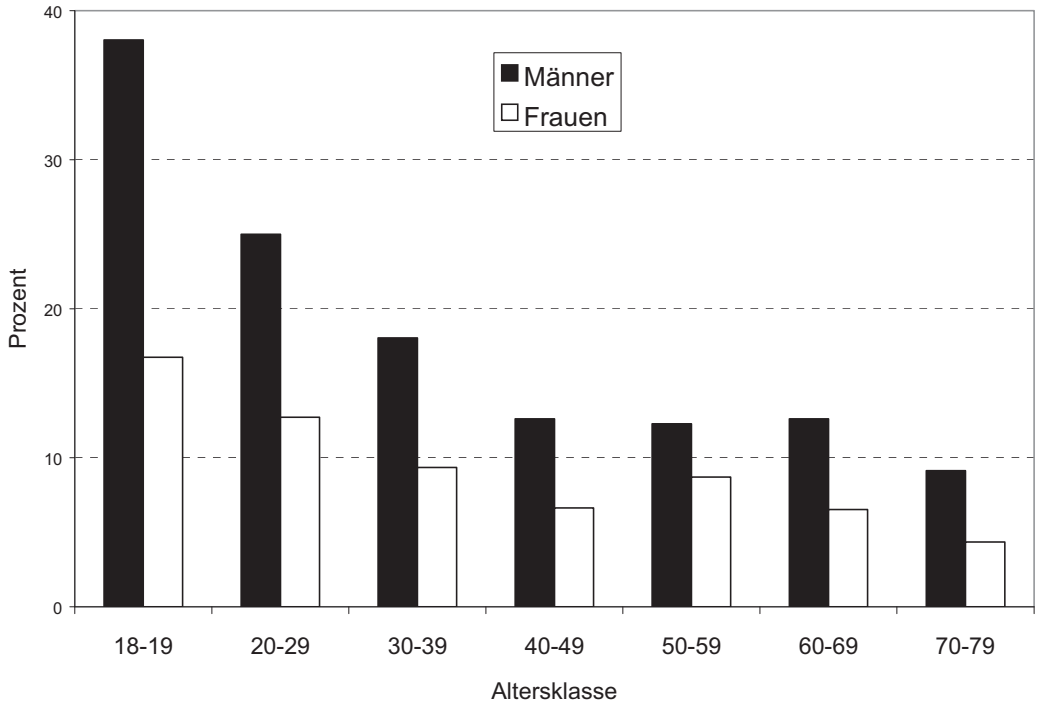


Abbildung 4: Bevölkerungsanteil in der Bundesrepublik, der empfohlene Mindestgrenzen regelmäßiger körperlicher Aktivität überschreitet (nach Mensink (10))

Legt man die Empfehlungen des amerikanischen Centers for Disease Control für notwendige körperliche Aktivitäten zur Gesundheitserhaltung zugrunde (14), ergibt sich, dass im Durchschnitt nur 15 % der Männer und weniger als 10 % der Frauen Bedingungen erfüllen, um den gesundheitlichen Folgen des Bewegungsmangels vorzubeugen.

Ein derartig geringer Prozentsatz sportlich Aktiver schlägt sich in keiner globalen Gesundheitsstatistik nieder.

Zusammenfassung:

Sport, der kontrolliert durchgeführt wird und Trainingsbedingungen erfüllt, hat einen wissenschaftlich belegbaren Gesundheitswert.
Gesundheitsfördernde Effekte, die sich im individuellen Gesundheitsgefühl, in höherer Belastbarkeit und Leistungsfähigkeit niederschlagen, sind bei jedem, ob jung oder alt, gesund oder krank zu erwarten. Das hat uns besonders der Behindertensport gelehrt.
Ein sicherer, voll erklärbarer primär wie sekundär präventiver und therapeutischer Nutzen engt sich allerdings auf funktionelle und organische Krankheiten ein, in deren Ätiologie und Pathogenese Bewegungsmangel ein entscheidender Faktor ist. Derartige Krankheitsbilder dominieren aber in Morbiditätsstatistiken aller zivilisierten Länder. Sie sind für Kosten im Gesundheitswesen maßgebend. Eine intensive Förderung des Sports und nicht eine Drosselung müßte man deswegen gerade von medizinischer Seite erwarten.

Literatur beim Verfasser

Anschrift für die Verfassers:
Prof. Dr. med. D. Jeschke
Lehrstuhl und Klinik für Präventive und Rehabilitative Sportmedizin
Technische Universität München
Conollystrasse 32
80809 München

Wege zur Senkung des Verletzungsrisikos

Kisser, R.

Institut „Sicher Leben“, Wien

1. Verletzungsverhütung und Sport – ein Widerspruch?

Bevor man sich mit den Wegen beschäftigen, das Verletzungsrisiko beim Sport zu senken, ist die Frage zu stellen, inwieweit die Ziele der Verletzungsvermeidung und der sportlichen Betätigung im Widerspruch stehen. Der springende Punkt ist ja, daß man Sport nicht betreibt um keinen Unfall zu haben, sondern um Freude, Gesundheit, Zufriedenheit, Entspannung oder ein soziales Erlebnis zu gewinnen. Unfälle bei Bewegung, Kraftanstrengung und Wettkampf können offensichtlich nicht völlig vermieden werden. Bestrebungen zur Unfallvermeidung stehen daher im Verdacht, die Einschränkung der Sportausübung selbst zu propagieren.

Daher gibt es gelegentlich Mißtrauen, vereinzelt sogar Konflikte zwischen Repräsentanten des Sportes und denen der Unfallverhütung. Insbesondere heikel wird es, wenn Unfallverhüter die Unfallhäufigkeit bestimmter Sportarten publizieren, um Betroffenheit und Bereitschaft zur Abhilfe zu provozieren. Ohne vorherige Zusammenarbeit wird dies von Sportfunktionären leicht als Imageschädigung „ihres“ Sportes empfunden. Andererseits muß man zugeben, daß die Publizität der Sportunfälle und deren Kosten für das Gesundheitswesen zwar lästig, aber doch Ansporn ist, sich mit dem Problem auseinanderzusetzen (Institut „Sicher Leben“ 1995).

Die kritischen Stimmen in den Medien, die gelegentlich sogar einen Selbstbehalt bei Leistungen der Sozialversicherung nach Sportverletzungen fordern, werden im Übrigen kaum von dem dünnen Stimmchen der Unfallverhüter inspiriert. Ursache ist die tägliche ausführliche Berichterstattung über den Wagemut der Spitzensportler, über deren teilweise spektakuläre Unfälle und verletzungsbedingte Ausfälle. Der Sport sitzt – was sein Image betrifft – in einer Art Erfolgsfalle: Die enorme Medienpräsenz des Wettkampfsportes ist wichtigster Werbeträger auch für den Breitensport, verursacht aber als unangenehme Nebenwirkung eine Imageschädigung des Sportes als gesundheitsverachtend und verletzungsträchtig.

2. Paradigmenwechsel im Sport

Der Sport ist, was seine gesundheitsfördernde Wirkung betrifft, ins Gerede gekommen. Was jahrzehntelang als Dogma gegolten hat, ist bei näherer Betrachtung fragwürdig: Sport ist nicht per se gesundheitsfördernd. Das trifft bekanntermaßen für Hochleistungssportler zu, leider aber auch für viele Freizeitsportler. Einerseits gibt es einige, die zu viel tun und zuwenig auf ihre Gesundheit schauen, andererseits auch viele, die zu wenig tun und deshalb nichts an Gesundheit gewinnen..

Das Problem ist, daß der Begriff Sport vom Spitzensport und seiner Härte geprägt ist, der Breitensport aber andere Regeln braucht. Immer stärker scheiden sich vier unterschiedliche Sportwelten voneinander: Die Welt des medientauglichen Spitzensportes, die Welt des in Vereinen organisierten Leistungs- und Wettkampfsportes, die Welt des von Studios angebotenen gesundheitsorientierten Fitnessportes, und der individuelle gelegentlich ausgeübte Freizeitsport. Sport in einer bereits gesundheitsgefährdenden Intensität betreiben etwa 3 Prozent der Bevölkerung, gesundheitsförderlichen Sport betreiben rund 18 Prozent, 26 Prozent tun zu wenig, um einen Gesundheitsnutzen zu haben, 44 Prozent sind abstinent (Bässler 1998).

Die Häufigkeit von Verletzungen vor allem im Breitensport schmälert den ohnedies nicht ganz so großen Gesundheitsgewinn durch Sportausübung weiter. Verletzungsvermeidung ist im Spitzensport kein zentrales Thema und wird deshalb leider auch im Breitensport zuwenig angestrebt. In Österreich verletzen sich jährlich rund 3,4 Prozent aller sportlich Aktiven bei einem Sportunfall; bei rund 8 Mio. Einwohnern sind das jährlich etwa 128.000 (siehe Tabelle 1), was volkswirtschaftliche Schäden von rund 360 Mio. Euro verursacht (Bauer, 1998).

Tabelle 1:
Verletzungsrisiko bei ausgewählten Sportarten
(Risiko = Zahl der Verletzten/Zahl der Ausübenden in Österreich.
Quelle: Bauer 1998)

Sportart	**Verletzte**	**Ausübende**	**Risiko**
Alpinsk	73.000	7.900.000	0,9 %
	22.000	539.000	4,1 %
Fußball			
Gymnastik u.ä.	7.000	871.000	0,8 %
Inline Skating u.ä.	8.000	600.000	1,3 %
Radfahren	26.000	2.649.000	1,0 %

3. Gute Gründe für den Kampf gegen Sportverletzungen

Das Imageproblem des Sportes ist ein handfester Grund, eine Senkung des Verletzungsrisikos anzustreben. Sportverletzungen haben ja einen negativen Effekt auf die Zahl der Sportausübenden: Viele, vor allem junge Menschen hören wegen einer Sportverletzung auf. Manche, die vielleicht Interesse an einer bestimmten Sportart hätten, fangen in Hinblick auf das Verletzungsrisiko gar nicht damit an.

Vor allem Menschen, die Gesundheits- und Schönheitsgewinn suchen, werden von der Wettkampforientierung vieler Vereine und der damit einhergehenden Geringschätzung des Verletzungsrisikos nicht angesprochen. Staatlich geförderte Sportvereine verlieren deshalb vielfach Mitglieder, kommerzielle Anbieter gewinnen.

Die Menschen sind immer weniger bereit, Gefährdungen hinzunehmen, die von anderen ausgehen, insbesondere wenn diese daran verdienen. Die Bereitschaft zu klagen, ist zwar noch viel geringer als in den USA, aber auch in Europa wachsen die Anforderungen an die Sicherheit von Produkten und Dienstleistungen. Das betrifft alle Leistungsanbieter im Sportbereich: Sportartikelhersteller, Sportfachhandel, Sportstättenbetreiber, Sportschulen, Vereine und Fitness-Studios.

Vor allem aber – und das ist bei aller nüchternen Betrachtung das Wichtigste – verursachen Verletzungen Leid, insbesondere bei bleibenden Gesundheitsschäden und Todesfällen. Viele dieser Verletzungen könnten vermieden werden.

4. Grundsätze

Es gibt also gute Gründe, Verletzungen einzusparen, allerdings immer unter der Voraussetzung, daß die Nutzenstiftung der Sportausübung dadurch nicht eingeschränkt wird. Unter dieser Voraussetzung sind Unfallverhüter und Proponenten des Sportes Partner. Viele Maßnahmen zur Verletzungsverhütung beeiträchtigen den Sport überhaupt nicht. Man denke z.B. an den Alpinskilauf: Eine ordentlich eingestellte Skibindung schmälert offensichtlich nicht das Vergnügen. Oder an das Fußballspielen: Wenn ein Schiedsrichter streng, aber gerecht ist, empfindet das nur ein Rüpel als Mangel.

Manche Sicherheitsmaßnahmen werden aber auch als Beeinträchtigung empfunden und abgelehnt, z.B. die Empfehlung, während des Skifahrens auf Alkohol zu verzichten, oder die Aufforderung, beim Fußball keine versteckte Fouls zu begehen, oder der Rat, beim Fahrradfahren jederzeit einen Radhelm zu tragen. Hier geht es darum Nutzen und Beeinträchtigung abzuwägen. Was akzeptabel ist oder nicht, wird nicht am grünen Tisch entschieden, sondern von den Sportausübenden selbst. Sicherheitsempfehlungen sind grundsätzlich keine Befehle, sondern Angebote an die Sportausübenden, wie sie sich schützen können. Solche Empfehlungen unterliegen in

einer Demokratie dem Diskurs, d.h. der Meinungsbildung durch Diskussion. Auch wenn der Sicherheitsgewinn einer ordentlichen Ausbildung, der regelmäßigen Wartung des Sportgerätes oder einer Schutzausrüstung unbestritten ist, werden sich viele – aus welchen Gründen auch immer – dagegen entscheiden. Und auch dazu hat jeder das Recht – zumindest so lange er damit niemanden anderen gefährdet und solange das Regelwerk einer Sportart nichts anderes bestimmt.

Um Wege zur Senkung des Verletzungsrisikos (siehe Tabelle 2) zu skizzieren, werde im Folgenden Beispiele aus drei in den deutschsprachigen Ländern besonders beliebten Breitensportarten herangezogen: Dem Fußballsport, dem Alpinskilauf und dem Radfahren.

Tabelle 2:

Ansätze zur Verletzungsvermeidung

1. **Hardware**

Sportgerät und Schutzausrüstung
Sportstätten
Wartung

2. **Software – der Mensch**

Schulung der Anfänger
Weiterbildung, Training
Sonstige Informationstätigkeit

3. **Regeln**

Sportregeln und Sanktionen
Zivilrecht und Judikatur
Gesetze und Behörden

4. **Strategien**

Kooperation der Leistungsträger
Langfristige Kampagnen
Community Intervention
Qualitätssicherung

5. Wege zur Risikosenkung: Die Hardware

Sportgeräte

Die Sicherheit der Sportgeräte, der Sportstätten und der Schutzausrüstungen wird durch Marktmechanismen, aber auch durch Produkthaftungs- und Produktsicherheitsgesetze vorangetrieben. Eine neue Produktsicherheitsrichtlinie der Europäischen Kommission, die weitere Verbesserungen bringen wird, ist gerade in Vorbereitung. Bei Typen von Sportgeräten, die schon länger existieren, gibt es in der Regel auch etablierte Normen. Obwohl die Sicherheit neuer Produkte selten gravierende Mängel aufweist, läßt sich doch – bei näherem Hinschauen – immer wieder ein erhebliches Verbesserungspotential finden: Im Skilauf z.B. können – in Hinblick auf das höhere Knieverletzungsrisiko von Frauen – Bindungen und Schuhe für Frauen entwickelt werden. Für Fahrräder können Bremsen gebaut werden, die nicht bei Nässe versagen.

Verhaltenshinweise in Gebrauchsanleitungen

Generell unbefriedigend sind die Gebrauchsanleitungen. Warum wird bei Fußbällen, Skiern oder Fahrrädern nicht eine Gebrauchsanleitung mitgegeben, die auch eine Zusammenfassung der wichtigsten Regeln des verletzungsfreien Fußballspielens, Skifahrens oder Radfahrens enthält? Offensichtlich kann man diese Sportarten nicht ohne Sportgeräte betreiben, die auch bei widmungsgemäßem Gebrauch gewisse Verletzungsgefahren darstellen. Bei anderen Produkten wie z.B. Haushaltschemikalien oder Heimwerkermaschinen ist es explizit oder implizit Vorschrift, dem Konsumenten Hinweise zu gegeben, wie er sein Risiko minimieren kann. Wahrscheinlich können auch bei Sportgeräten geschädigte Personen unter bestimmten Bedingungen mit Erfolgsaussicht gegen Händler oder Produzenten klagen, wenn diese keine Information über die Risiken der widmungsgemäßen Verwendung seines Produktes gegeben haben. Alle Sicherheitsregeln können ja keineswegs als selbstverständlich bekannt vorausgesetzt werden.

Wartung

Ein anderer Schwachpunkt ist die Wartung der Geräte, was beim Fußball wohl keine Rolle spielt, wohl aber bei Ski, Skischuh und Skibindung sowie dem Fahrrad. Neue Produkte werden in der Regel in Ordnung sein, bei längerem Gebrauch entstehen aber Abnutzungserscheinungen, die ein erhebliches Risiko beinhalten. Beim Ski betrifft dies insbesondere die Auslösebindung, deren Auslösewerte sich durch Abnutzung erheblich verändern können. Die Folge ist ein zunehmendes Risiko von Knieverletzungen und Unterschenkelbrüchen. Da die Skalen auf den Bindungen nicht geeicht sind, sind Veränderungen des Materials nur durch ein externes geeichtes

Prüfgerät zu kompensieren. Die entsprechende Norm sieht die Verwendung eines solchen Prüfgerätes allerdings nicht zwingend vor. Es ist zu rechnen, daß etwa 20% aller Skiverletzungen durch ältere, mangelhaft eingestellte Bindungen verursacht werden. Klarerweise führen auch Mängel beim Fahrrad, insbesondere der Bremsen zu einer Vielzahl von Unfällen. Obwohl der Anteil bei etwa 10% der Unfälle liegt, gibt es keine Norm, wie Fahrräder zu warten sind. Die Hauptschwierigkeit besteht hier im mangelhaften Qualitätsbewußtsein der Konsumenten, von denen nur wenige ihr Sportgerät einmal jährlich zur Wartung bringen.

Sportstätten

Die technischen Lösungen und Normen für Sportstätten sind (trotz mancher Mängel) weitgehend zufriedenstellend; die Umsetzung in der Praxis läßt aber oft zu wünschen übrig. Wie viele Fußballfelder gibt es wohl mit Löchern und Maulwurfshügeln? Aller Orten sind noch immer mobile Kleintore in Verwendung, obwohl durch das Umstürzen solcher Tore jährlich Dutzende Kinder schwere Kopfverletzungen erleiden. Die Sicherung der Pisten vor sogenannten atypischen Gefahren wie Absturzstellen oder Liftstützen wird in renommierten Skigebieten zweifellos mit großer Sorgfalt betrieben. Trotzdem bringt jede Begehung z.B. im Rahmen sogenannter Pistengütesiegel-Kommissionen zumindest einige Mängel an Tageslicht. Viele Regionen unterziehen sich aber diesem freiwilligen Test gar nicht, und den Konsumentinnen und Konsumenten scheint es auch weitgehend egal zu sein – zumindest bis sie sich durch einen entsprechenden Mangel verletzen. Der Zustand unserer Straßen und Radwege erreicht bei weitem noch nicht den Standard der Skipisten, vermutlich auch deshalb, weil gegen den Straßenerhalter kaum geklagt wird, selbst wenn er durch Tolerieren von Längsfurchen oder sonstige Sturzfallen einen Radunfall mitverschuldet hat.

Persönliche Schutzausrüstungen

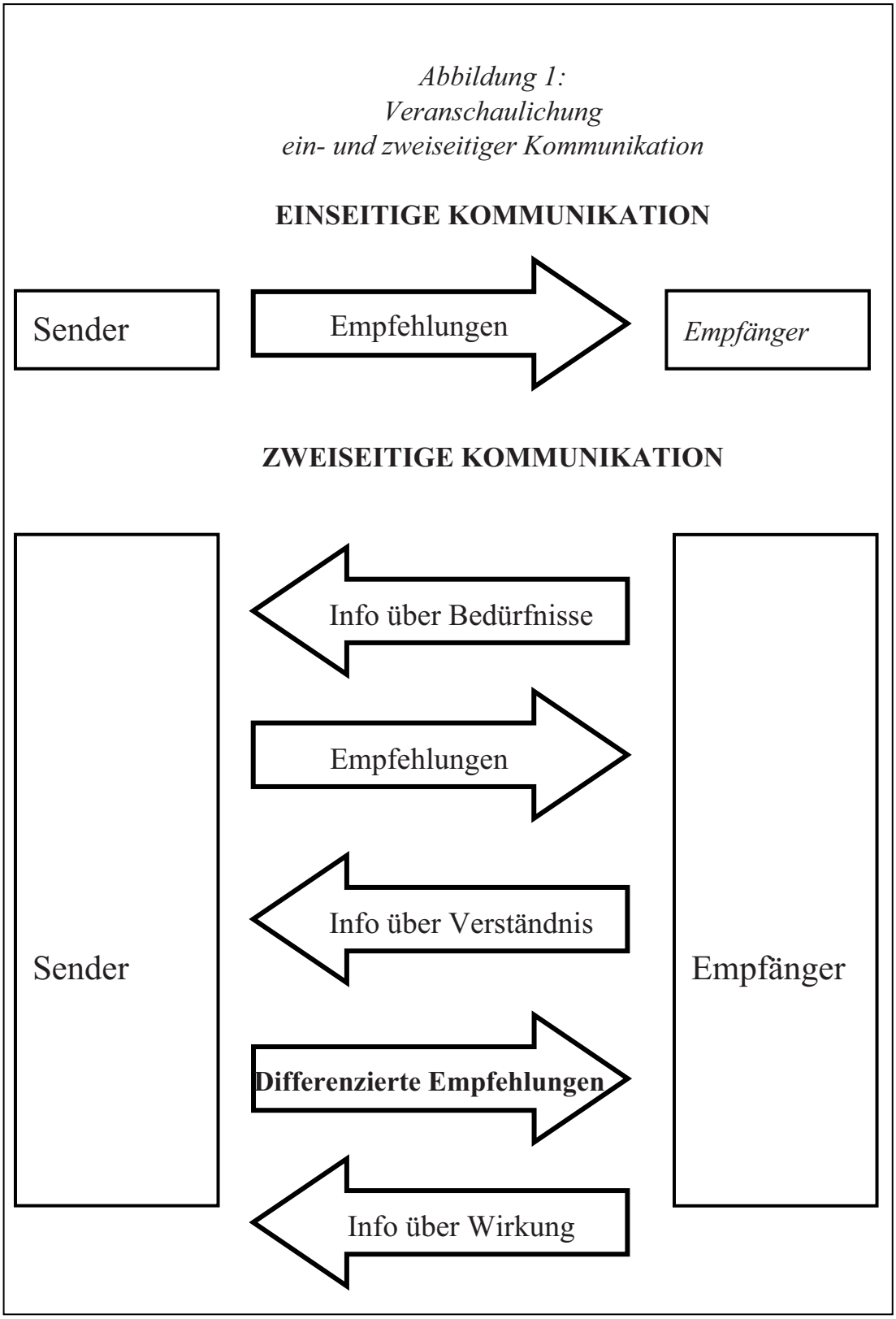
Brauchbare Schutzausrüstungen existieren sowohl für Fußball (Schienbeinschützer), Ski (Auslösebindung, Skihelm) als auch Fahrrad (Radhelm). Nicht überraschend ist, daß auch hier technische Verbesserungen und Neuentwicklungen möglich sind: z.B. Skihandschuhe zur Vermeidung von Verletzungen des Daumengrundgelenks durch Skistockschlaufen. Primär geht es aber nicht um technische Fragen, sondern um die mangelnde Akzeptanz dieser Schutzausrüstungen bei den Sportausübenden (z.B. Schienbeinschützer, Radhelm).

6. Wege zur Risikosenkung: Die Software – der Mensch

Zweiseitige Kommunikation

Natürlich gibt es viele Menschen, die wenig auf die eigene Sicherheit schauen. Der übliche Reflex der Unfallverhüter ist, sich moralisch zu erheben und den Kopf über die Unvernunft zu schütteln. In der Folge werden in der Werbung für mehr Sicherheit teilweise die peinlichsten Fehler gemacht: Den Menschen wird Angst mit grauslichen Unfallfotos gemacht – die Folge ist nicht mehr Augenmerk für Sicherheit, sondern Wegschauen, Verdrängen und emotionale Ablehnung der Unfallverhütung. Sicherheitsverweigerer werden gelegentlich verächtlich gemacht oder mit Sanktionen bedroht. Manchmal erhalten sie medizinische Vorträge, die sie nicht verstehen, oder man drückt ihnen Broschüren mit seitenlangem Text in die Hand. Seltener werden Nicht-Kunden als Noch-Nicht-Kunden und als Partner verstanden, von denen etwa zu erfahren ist, warum sie beim Fußballspielen in bestimmten Situationen Fouls für richtig halten, die Skibindung nicht jährlich warten lassen und keinen Radhelm tragen (siehe Abbildung 1).

Abbildung 1:
Veranschaulichung
ein- und zweiseitiger Kommunikation



Nur ein Dialog, eine qualitative Motivforschung, wird die Gründe zutage fördern: z.B. daß Fußballer Verletzungen gar nicht als Problem betrachten, daß Skihändler in den Skiorten kein preiswertes Ski- und Bindungsservice über Nacht anbieten, und daß Radhelme die Frisur zerdrücken. Erst der Dialog kann die Erkenntnisse liefern, wie vielleicht doch mehr Sicherheit erreicht werden kann, wie Produkte und Dienstleistungen verbessert werden müssen. Der Kunde ist König – und das gilt auch für die Kunden von Empfehlungen zur Unfallverhütung. Wenn diese Empfehlungen nicht „gekauft" werden, ist vielleicht die Ware schuld.

Der Bewußtseinsbildungsprozeß

Vielen Sportausübenden ist gar nicht bewußt, daß sie ein überflüssiges Verletzungsrisiko haben, worin es besteht und noch weniger, wie sie es beseitigen können. Verdrängung (aus Angst) und Abwehrhaltung (um nicht die Lust am Sport zu verlieren) sind naheliegend und eigentlich normale Reaktionen. Das Bewußtsein, sich verletzen zu können, also Betroffenheit, ist lästig, aber leider die Basis für eine Beschäftigung mit dem Thema und für anschließende Sicherheitsmaßnahmen.

Der Meinungsbildungsprozeß läuft über die Stufen: Betroffenheit und damit Bereitschaft zur Informationsaufnahme/ Wissen über Gefährdungen und geeignete Abhilfen/ Zustimmung zu den vorgeschlagenen Abhilfen und Bereitschaft, diese zu schaffen/ sicherheitsorientierte Handlung/ Ausbildung einer Gewohnheit, womit die Gefährdung wieder weitgehend vergessen werden kann. Die Menschen können auf verschiedenen Stufen dieses Prozesses stehen und müssen jeweils spezifisch angesprochen werden (siehe Tabelle 3).

Tabelle 3:
Ansatzpunkte für die Evaluation von Maßnahmen zur Senkung des Verletzungsrisikos (vorher/nachher; Versuchs-/Kontrollgruppe)

1. **Maßnahmen der Leistungsträger**
2. **Art und Qualität**
3. **Menge und Reichweite**
4. **Wissen der Zielgruppe über Unfallgefahren und Abhilfen**
5. **Befürwortung der empfohlenen Maßnahmen**
6. **Verwendung dieser Abhilfen**
7. **Verletzungshäufigkeit**

Fälle ärztlicher Behandlung

Tage in Spitalsbehandlung, Todesfälle
Keine Alibihandlungen

Der Prozeß bis zum Setzen sicherheitsdienlicher Maßnahmen oder dem Beachten entsprechender Regel läuft nicht zwangsläufig ab. Es ist ein weitverbreiteter Irrglaube, daß allein der Wunsch gesund zu bleiben ausreicht, um begierig alle entsprechenden Empfehlungen aufzugreifen. So ist es natürlich nicht. Nur für Kranke ist die Gesundheit primäres Ziel. Für Gesunde ist es der Lebensvollzug, der Erfolg, das Vergnügen. Jedem ist bewußt, daß es keine absolute Sicherheit gibt. Kleine alltägliche Risiken werden nicht als Bedrohung empfunden, die zu einer unmittelbaren Abwehr Anlaß geben. Die Bereitschaft sich mit Sicherheitsfragen auseinanderzusetzen ist daher – außer bei unmittelbar angstauslösenden Bedrohungen – nicht besonders groß, und eher eine Sache des Intellekts als des Gefühls.

Will man daher Menschen zu einem sicherheitsdienlichem Verhalten bewegen, geht dies nicht mit homöopathischen Alibihandlungen. Als eine derartige Alibihandlung ist z.B. anzusehen, wenn 100.000 Broschüren über sicheren Skilauf für eine Zielgruppe von 8 Millionen Menschen (jährlich allein in Österreich) produziert werden, die selten Broschüren lesen wollen und zum Teil kein Deutsch verstehen. Davon kann man keine Wirkung erwarten. Es braucht zur Durchsetzung bestimmter Anliegen ausreichend groß und langfristig angelegter Informationsaktionen, die von jenen getragen werden, die die Sportler direkt erreichen.

Information durch Leistungsträger

Den besten Kontakt haben jene, die die zur Sportausübung erforderliche Leistungen (Hilfen, Produkte, Dienstleistungen) liefern: Eltern und Kindergärten, die mit ihrem Vorbild und ihrer Bewegungserziehung die Grundlage zur Sportausübung legen, Schulen, die mit ihrer Leibeserziehung Grundtechniken und Grundwerte vermitteln, Trainer in Vereinen, Sportschulen oder Studios, die beraten und begleiten, Sportartikelindustrie und Sportfachhandel, die ihre Kunden zufriedenstellen möchten, Sportärzte und Leistungsträger im Tourismus. Diese Leistungsträger sollten zur Überzeugung kommen, daß Unfallverhütung im Sport mehr Menschen zur Sportausübung bringt, Sportler länger aktiv bleiben läßt, sportliche Erfolge sichert, die Zufriedenheit der Kunden steigert, und das Image der Sportausübung insgesamt verbessert. Wenn diese Dienstleister sehen, daß eine Intensivierung der Verletzungsverhütung im Sport ihnen Vorteile bringt, dann – allerdings auch nur dann – wird es mehr Sicherheit im Sport geben.

Der Sportfachhandel kann im Zuge von Verkaufsaktionen Schutzausrüstungen zu den Sportgeräten anpreisen oder beides als zusammengehöriges Paket verkaufen. Die Schulen können stärker als bisher kompensatorische Leibeserziehung mit weniger Wettkampf betreiben, bei der nicht nur die Leistungsstarken ermutigt, sondern auch die Leistungsschwachen durch individuelle Zielsetzung gefördert werden. Die Vereine können verstärkt Angebote für gesundheitsförderlichen Breitensport entwickeln und damit diesen Markt den kommerziellen Anbietern streitig machen. Alle Anbieter können Verletzungen ihrer Mitglieder bzw. Kunden aufzeichnen, Verletzungsvermeidung zum Nebenziel erklären und damit Werbung betreiben. Die Sportschulen können Empfehlungen zur Verletzungsverhütung verbindlich in ihre

Curricula aufnehmen und entsprechende Informationen systematisch an alle Schülerinnen und Schüler abgeben. Verletzungsverhütung kann in den Ausbildungen der Sportlehrer auf allen Ebenenen zu einem Bestandteil der Prüfungen werden. Betreiber von Sportstätten können ihre Anlagen überprüfen lassen, ob sie dem aktuellen Sicherheitsstandard entsprechen und damit Werbung machen. Es ist klar, daß Unfallverhütungsagenturen diese Leistungen nicht erbringen, bestenfalls unterstützen können.

Wahrscheinlich ist eine bessere Positionierung des Fitnessportes und eine etwas größere Distanz zu dem von Werbeagenturen inszenierten Spitzensport notwendig, für den Höchstleistungen und atemberaubende Bewerbe vom Abfahrtslauf bis „Ultimate Fighting“ natürlich wichtiger als der Breitensport sind. Beim mediengerechten Spitzensport gibt das gesundheitsfördernde Image des Sportes dem Publikum eine vordergründige Rechtfertigung für ihr Interesse, und wird das positive Image des Sportes teilweise bewußt verwendet um z.B. für Tabakwaren und alkoholische Getränke zu werben.

7. Wege zur Risikosenkung: Regelwerke und Überwachung

Für alle drei Sportarten, die hier exemplarisch betrachtet werden, gibt es Regelwerke. Beim Fußball sorgt in der Regel ein Schiedsrichter dafür, daß es eingehalten wird. Möglicherweise ist aber dieses Regelwerk, das sich am Leistungssport orientiert, gar nicht das beste um Verletzungen auch bei weniger gut trainierten Freizeitsportlern oder bei Kindern und Jugendlichen zu vermeiden. Wahrscheinlich gibt es hier Ansätze um besser zwischen den Erfordernissen des Profi- und des Amateursportes zu unterscheiden.

Beim Skilauf ist die Situation weniger befriedigend. Es gibt zwar die Regeln der FIS um Zusammenstöße zwischen Skifahrern zu vermeiden, darin fehlen aber manche wichtige Sicherheitsgebote wie z.B. die Auflage für ein sicheres Sportgerät Sorge zu tragen, das Verbot sich zu betrinken oder gegen Stehende abzuschwingen. Die FIS-Regeln stellen keine exekutierbare, sondern eine unverbindliche Norm dar, an der sich im Streitfall die Judikatur orientiert. Zumindest in Österreich gibt es keine verbindliche Pistenordnung und keine Pistenwacht, die Verstöße sanktionieren kann.

Für den Radverkehr gibt es in den Straßenverkehrsgesetzen sehr detaillierte Regelungen, die allerdings nur lückenhaft überwacht werden. Der entscheidende Vorteil von verbindlichen, sicherheitsbezogenen und verhaltenssteuernden Regeln ist, daß sie leicht im Rahmen von Ausbildungen oder sonstigen Maßnahmen kommuniziert werden können, und daß sie so ein selbstverständlicher Standard werden (können). Zur Einhaltung braucht es aber jedenfalls eine sportartspezifische Überwachung mit Sanktionsmöglichkeit.

8. Wege zur Senkung des Verletzungsrisikos: Zivilrecht

Ein wichtiger Motivator für Produzenten, Händler und Dienstleister, aber auch für jeden Sportler ist die Gefahr, für die Schädigung eines Kunden bzw. anderen Sportlers haftbar gemacht zu werden. Trotz Produkthaftungsgesetzen ist in den europäischen Ländern die Bereitschaft, bei einem Schaden vor Gericht zu ziehen, bei weitem nicht so groß wie in den USA, und das wird sich wegen den in Europa üblichen geringen Schadenersatzsummen auch nicht kurzfristig ändern. Ganz anders wäre die Situation, wenn sich indirekt Geschädigten wie Arbeitgeber und Sozialversicherungen solchen Prozessen anschlössen.

Eine langsame Veränderung wird aber die zunehmende Verbreitung von Rechtsschutzversicherungen bewirken. Dazu kommt, daß die Spruchpraxis immer stärker in Richtung einer verschuldensunabhängigen Gefährdungshaftung geht, etwa nach dem Grundsatz: Wer an einer Sache, von der eine Gefahr ausgeht, verdient, soll auch für die Schäden haften. Die Europäische Konsumentenschutzpolitik scheint diesen Trend zu unterstützen. Möglicherweise gibt es in wenigen Jahren auch eine Europäische Richtlinie zur Einführung von Dienstleistungshaftpflichtgesetzen. Wenn nicht aus Überzeugung, dann zumindest aus Eigenschutz, werden in Zukunft Dienstleistungsanbieter im Sport mehr für die Sicherheit ihrer Kunden oder Vereinsmitglieder als bisher machen.

9. Wege zur Senkung des Verletzungsrisikos: Systemische Konzepte

Einzelne Ansätze wie Produktverbesserung, Werbekampagnen für Schutzausrüstungen, Anpassung von Regeln der Sportausübung sind für sich genommen nur von beschränkter Wirksamkeit. Nahezu immer benötigt man ein abgestimmtes Bündel von Maßnahmen, denn die Erhöhung der Sicherheit erfordert letztlich nachhaltige Modifikationen des Systems des Sportbetriebes selbst. Auch einmalige Aktionen bewirken meist wenig, sondern Aktionen müssen einen langen Atem haben und über Jahre fortgesetzt werden. Dafür sind auch ausreichende Ressourcen erforderlich. In der Regel gelingt es nur so, Sicherheitsempfehlungen dauerhaft umzusetzen und zu einer Selbstverständlichkeit zu machen.

Kooperation

Um ein bestimmtes Anliegen (z.B. Verwendung von Schienbeinschützern bei allen Fußballspielen, regelmäßige Wartung des Fahrrades, Information der Skifahrer über Pistenregeln) mit einiger Wirkung umzusetzen, braucht es ein koordiniertes Zusammenwirken aller beteiligten Institutionen. Beim Fußball sind das – neben Unfallverhütungsagenturen – Vereine und Dachverbände, Sponsoren, Übungsleiter und deren Ausbildungsstätten, Schulen und Schulverwaltung, Sportfachhandel,

Medien. Beim Radfahrern Sportfachhandel, Sportartikelhersteller und Medien. Beim Skilauf Seilbahnwirtschaft, Skischulen, Beherbergungsbetriebe, Fremdenverkehrswerbung, Sportfachhandel, Sportartikelhersteller und Medien. Idealerweise gibt es vorbereitende Arbeitsgruppen aller Beteiligten, und leisten alle ihren Beitrag im Rahmen ihrer normalen Tätigkeit. In Österreich existieren solche Arbeitskreise z.B. zur Vorbereitung und Durchführung von Aktionen beim Fußball, beim Radfahren und Skifahren.

Standards

Je nach Sportart, Sicherheitsanliegen und Leistungsträger (Verein, Sportschule, Hersteller, Handelsunternehmen usw.) können spezifische Vorgaben zur sicherheitsorientierten Leistungserbringung (Verfahrensanweisungen, Checklisten, Richtlinien, Standards oder Normen) festgelegt werden. Sind solche Vorgaben vorhanden, kann deren Einhaltung dokumentiert und damit überprüfbar gemacht werden. In Österreich gibt es beispielsweise eine Checkliste für die sicherheitswirksame Wartung des Fahrrades und verschiedene Regelwerke für die Vergabe von „Pistengütesiegeln“. Eine Richtlinie für sicherheitsorientierte Fußballvereine wird demnächst vorgestellt.

Evaluation

Aktionen müssen sich angemessene, aber konkrete Ziele setzen und von einer Wirksamkeitskontrolle begleitet sein. In Österreich führen leider nur wenige Sportvereine Aufzeichnungen über Verletzungen ihrer Aktiven oder über das Ausscheiden von Jugendlichen nach Verletzungen. Noch weniger setzen sich Ziele, um wieviel sie die Verletzungsrate in einer bestimmten Zeit senken wollen. Dies ist um so überraschender, weil Ausfälle häufig sind und im Wettbewerb entscheidende Nachteile darstellen. Einigermaßen vollständige und wahrheitsgetreue Aufzeichnungen eines Leistungsträgers über die eigenen sicherheitsförderliche Maßnahmen sowie über die Verletzungen seiner Kunden sind die Voraussetzung, daß die Einhaltung der (selbst verordneten) Standards kontrollierbar werden.

Die Evaluierung (Tabelle 3) soll sich nicht nur auf Unfälle beziehen. Mindestens ebenso interessant ist es, auf welcher Stufe des Bewußtseinsbildungsprozesses sich die Zielgruppen befinden, ob also eine Empfehlung bekannt ist, ob sie auf Zustimmung stößt, und ob Bereitschaft besteht, sie zu befolgen. Auch die direkte Frage, ob empfohlene Maßnahmen gesetzt werden, wird meistens wahrheitsgemäß beantwortet. Das österreichische Institut „Sicher Leben“ führt Evaluationsstudien z.B. für die demnächst startende Fußball-Kampagne „Sicher am Ball“, für die gerade gestartete Fahrrad-Vignetten-Aktion „Komfort und Sicherheit“ und das Modellprojekt „Sichere Skiregion“ in Bad Kleinkirchheim durch.

Qualitätskontrolle

Ziel ist es, sicherheitsdienliche Standards als Selbstverständlichkeiten zu etablieren. Dazu eignen sich die im Qualitätsmanagement üblichen Mechanismen. Die Kontrolle erfolgt am besten durch Außenstehende im Zuge von sogenannten Audits, d.h. spezifischen (freiwilligen) Betriebsprüfungen. Existiert bei einem Leistungsträger bereits ein Qualitätssicherungssystem, lassen sich Sicherheitsaspekte meist zwanglos als zusätzliche Prüfkriterien integrieren. Bekanntlich ist es eine Sache, sich Regeln zu verordnen, und eine andere, die Einhaltung dieser Regeln von Außenstehenden prüfen zu lassen. Sicherheitsbezogene Qualitätsmarken sind nützliche Instrumente zur Qualitätssicherung, weil sie von den Leistungsträgern in der Werbung benützt werden können (siehe Abb.2).

Abbildung 2:
Prüfsiegel in Österreich
Rad/Ski/Pistengüte/
Sichere Skiregion, Sichere Gemeinden



Community Intervention

Hinter diesem Schlagwort verbirgt sich eine vielfach erprobte Strategie der Gesundheitsförderung, welche Ähnlichkeiten mit dem Konzept „Public Mobilization" aus der Welt der Public Relations aufweist. Ausgangspunkt ist die Erfahrung, daß die systematisch verbundene Kommunikation mehrerer thematisch zusammengehöriger Inhalte einen größeren Effekt bringt als die Summe der Bearbeitung der einzelnen Themen. Das heißt, daß eine umfassende Kampagne zur Verletzungsverhütung mit vielen zugehörigen Empfehlungen bessere Effekte als Einzelkampagnen bringen kann. Durch die gleichzeitige Behandlung aller für die Verletzungsvermeidung wichtigen Anliegen, etwa in einer Sportart, wird die Wichtigkeit von Sicherheit und Gesundheit generell gestärkt und Sicherheit sozusagen auf die Tagesordnung der Alltagskonversation gesetzt.

Unter „Communities“ sind nicht nur Orte, sondern auch andere „Systeme“, auch Teilsysteme, zu verstehen (Svanström 1993). Innerhalb des Sportes könnte dies das „System“ Fußball bzw. innerhalb des Fußballs einzelne Ligen sein. Im Rahmen einer „Community Intervention“ würden alle Sicherheitsaspekte wie Verwendung von Schienbeinschützern, gleichwertiges Schuhwerk für alle Spieler, kontrolliertes Aufwärmen, kein Spiel ohne Schiedsrichter usw. mit verschiedenen Instrumenten wie Aufzeichnung aller Fouls und Verletzungen, Vergabe eines Fairness-Preises, flexible Modifikation der Regeln, sicherheitsorientierte Weiterbildung der Coaches, Verteilung von Informationsmaterial, Prüfung des Wissens über Sicherheitsregeln, Motivation durch Preisausschreiben, begleitende Medienarbeit usw. bearbeitet. Als Beispiel dafür kann die österreichische Aktion „Sicher am Ball“ genommen werden, die als Gemeinschaftsprojekt des Österreichischen Fußballbundes, der Bundessportorganisation und des Institutes „Sicher Leben“ noch im Frühjahr 2000 starten soll.

Beim Skilauf bietet sich an, die Informationstätigkeit dort zu konzentrieren, wo skigefahren wird, d.h. in den Wintersportregionen. Dazu wurde das Konzept „Sichere Skiregion“ entwickelt, welches die lokalen Leistungsträger Seilbahngesellschaft, Fremdenverkehrsverein, Hotellerie und Sportfachhandel vereint. Der Kern ist eine Art Norm, was die lokalen Institutionen zur Erhöhung der Sicherheit beim Skilauf leisten können – inklusive Information ihrer Kunden über das richtige und sichere Verhalten auf den Pisten. Es scheint derzeit der Hauptmangel zu sein, daß den Wintersportlern zwar sichere Lifte, Pisten und Sportgeräte geliefert werden, aber keine Gebrauchsanleitungen mit den notwendigen Sicherheitshinweisen. Österreichische Regionen können sich vom Institut „Sicher Leben“ auditieren lassen, inwieweit sie die Norm „Sichere Skiregion“ erfüllen. Bei ausreichender Konformität erhalten sie ein Zertifikat und ein Nutzungsrecht an dem Prüfzeichen, das sie in ihrer Werbung nutzen können (Kisser, Goethals & Wrobel 1994).

Dieses Programm ist eine spezielle Variante des allgemeinen Konzeptes „Sichere Gemeinden“ der Weltgesundheitsorganisation. Um als „Sichere Gemeinde“ in das WHO-Netzwerk aufgenommen zu werden, ist es erforderlich, ein umfassendes Programm zur Verhütung von Verletzungen in allen Lebensbereichen eingerichtet, dokumentiert und evaluiert zu haben, und dieses vom WHO-Collaborating Center on Community Safety Promotion in Schweden zertifiziert zu haben. In den deutschsprachigen Ländern erfüllt erst ein einziges Programm die WHO-Kriterien, nämlich das der Bodenseeregion in Vorarlberg, dem westlichsten Bundesland Österreichs. Im Rahmen dieses Konzeptes wurden auch viele Maßnahmen zur Vermeidung von Sportverletzungen gesetzt, die innerhalb von drei Jahren zu deren Reduktion um 22 Prozent geführt haben (Goethals & Kisser 1999).

10. Zusammenfassung

Maßnahmen zur Senkung des Verletzungsrisikos im Sport sind nicht nur menschlich geboten, sondern auch zur Wahrung des Ansehens des Sportes als gesundheitsförderliche Tätigkeit. Eine nachhaltige Umorientierung der Leistungsträger in den verschiedenen Sportarten hin zu einer höheren Wertschätzung von Gesundheit und Unfallverhütung ist nicht nur wünschenswert, sondern angesichts des sich wandelnden Marktes auch notwendig.

Insbesondere im Bereich des Breiten- und Wellness-Sportes gibt es in jeder Disziplin aussichtsreiche Möglichkeiten zur Senkung des Verletzungsrisikos, ohne dadurch den Nutzen der Sportausübung in irgendeiner Form zu schmälern. Diese betreffen Sportgeräte, Schutzausrüstung, Sportstätten und deren Wartung, Regelwerke und deren Überwachung, sowie Ausbildung und Training der Übungsleiter und Sportausübenden. Sicherheitsbezogene Qualitätsstandards und Qualitätsmarken sind dabei nützliche Instrumente.

Zur wirksamen Umsetzung von Sicherheitsempfehlungen sind gezielte Kampagnen erforderlich, die über ausreichende Ressourcen verfügen müssen. Dafür ist ein Zusammenwirken aller Leistungsträger zumindest innerhalb einer Sportart wünschenswert. Gelingt es, alle Beteiligten innerhalb eines derartigen Subsystems koordiniert für mehr Sicherheit zu mobilisieren, sind auch in relativ wenigen Jahren erhebliche Rückgänge der Verletzungszahlen zu erreichen.

Literaturhinweise

Bässler, R. (1998) Sport und Gesundheit. Forschungsbericht. Wien: Sport Union.

Bauer, R. (1998) Unfallstatistik 1997. Wien: Institut „Sicher Leben.

Goethals, B. & Kisser, R. (1999) „Sichere Gemeinden“ in Vorarlberg. Fachbuch Nr.8. Wien: Institut „Sicher Leben“.

Institut „Sicher Leben“ (Hrsg.) (1996). Risiko und Sicherheit im Sport. Symposiumsbericht. Wien: Hrsg.

Kisser, R., Goethals, B. & Wrobel, M. (1994) Skiunfälle und Unfallverhütung in einer österreichischen Skiregion. Fachbuch Nr. 5. Wien: Institut „Sicher Leben“.

Svanström, L. (1993) What is a Safe Community and how can we plan a community safety programme? Sundbyberg, Sweden: Karolinska Institutet, Department of Social Medicine.

Anschrift für die Verfasser:
Dr. Rupert Kisser
Institut "Sicher Leben"
Traungasse 14-16
1030 Wien

Sicherheit und Leistung: Vibrationsbelastungen in Sportpraxis und Training

Mester, J., Schwarzer, J., Seifriz, F., Spitzenpfeil, P.

Institut für Trainings- und Bewegungslehre
Deutsche Sporthochschule Köln

1. Einführung

Seit langer Zeit werden mechanische Vibrationen als bedenklich für den menschlichen Organismus angesehen. So wurde bereits im 17. Jahrhundert besondere Aufmerksamkeit auf die Rückenbeschwerden von Kutschenfahrern gelegt, die den Schwingungsbelastungen auf den Pferdekutschen der damaligen Zeit ausgesetzt waren. Heutzutage können vielfältige Quellen von Vibrationsbelastungen in verschiedenen Bereichen der Technik identifiziert werden. Das reicht von solchen Maschinen, die in den Händen gehalten werden, wie z.B. Motorsägen, mit einer Übertragung von Vibrationsreizen von den Händen auf den gesamten Körper, bis hin zu Ganzkörpervibrationen in verschiedenen Transportmitteln. Hier können sehr unterschiedliche Fahrzeuge genannt werden, wie z.B. Autos, Motorräder, Traktoren, Boote, Züge, Hubschrauber und viele mehr.

Da Vibrationsbelastungen inzwischen potentiell als gesundheitsgefährdend angesehen werden, existieren sehr strenge Regeln für chronische Vibrationseinflüsse an verschiedenen Arbeitsplätzen. Diese Regeln sind in internationalen Konventionen, wie z.B. bei der ISO 2631, niedergelegt.

Im Sport existieren dagegen keine solcher Regeln, obwohl in verschiedenen Sportarten beträchtliche Vibrationsbeanspruchungen auftreten. Hier können das Segeln, Surfing, alpiner Skilauf, Inline-Skating, Mountainbiking, Reiten u.a. als Beispiele genannt werden. Da die potentiellen Gefahren dieser Vibrationsbelastungen hier zunächst einmal ähnlich eingeschätzt werden müssen, wie an den oben genannten Arbeitsplätzen, ist es verwunderlich, dass auf dem Gebiet des Sports nur geringes wissenschaftliches Interesse für eine derartige Gesundheitsgefährdung aufgebracht wurde. Andererseits werden Vibrationsbelastungen jedoch darüber hinaus auch als Trainingsmittel zur Verbesserung der sportlichen Leistung, z.B. im Krafttraining, eingesetzt.

Der Umfang oder die Intensität der Vibrationsbelastung und damit mögliche Gefährdungen sind jedoch ebenso weitgehend unbekannt, wie auf der anderen Seite auch mögliche Effekte des Trainings in diesen Sportarten kaum gesichert sind. Der vorliegende Beitrag gibt deshalb einen Überblick über verschiedene Untersuchungsansätze im Bereich der Arbeitsphysiologie und in der Sportwissenschaft im Hinblick auf Vibrationsbelastungen und Vibrationstraining. Besonderes Gewicht wird dabei auf die Frage der Sicherheit und Schadensverhütung gelegt. Gleichzeitig

wird jedoch versucht, die Frage leistungssteigernder Effekt von mechanischen Vibrationen zu beleuchten.

2. Kategorien, Messungen und Effekte von Vibrationsbelastungen

Vibrationen - im Sinne von oszillatorischen Bewegungen - können in vielfältiger Form auftreten. Die wichtigsten Kategorien sind in der folgenden Abbildung 1 zusammengefasst. Es ist wichtig, darauf hinzuweisen, dass diese „reinen“ Formen der Vibrationsbeanspruchungen normalerweise in der sportpraktischen Situation natürlich nicht auftreten. Dennoch muss auf sie hingewiesen werden, um die Gefahren von möglichen Schäden besser zu verstehen.

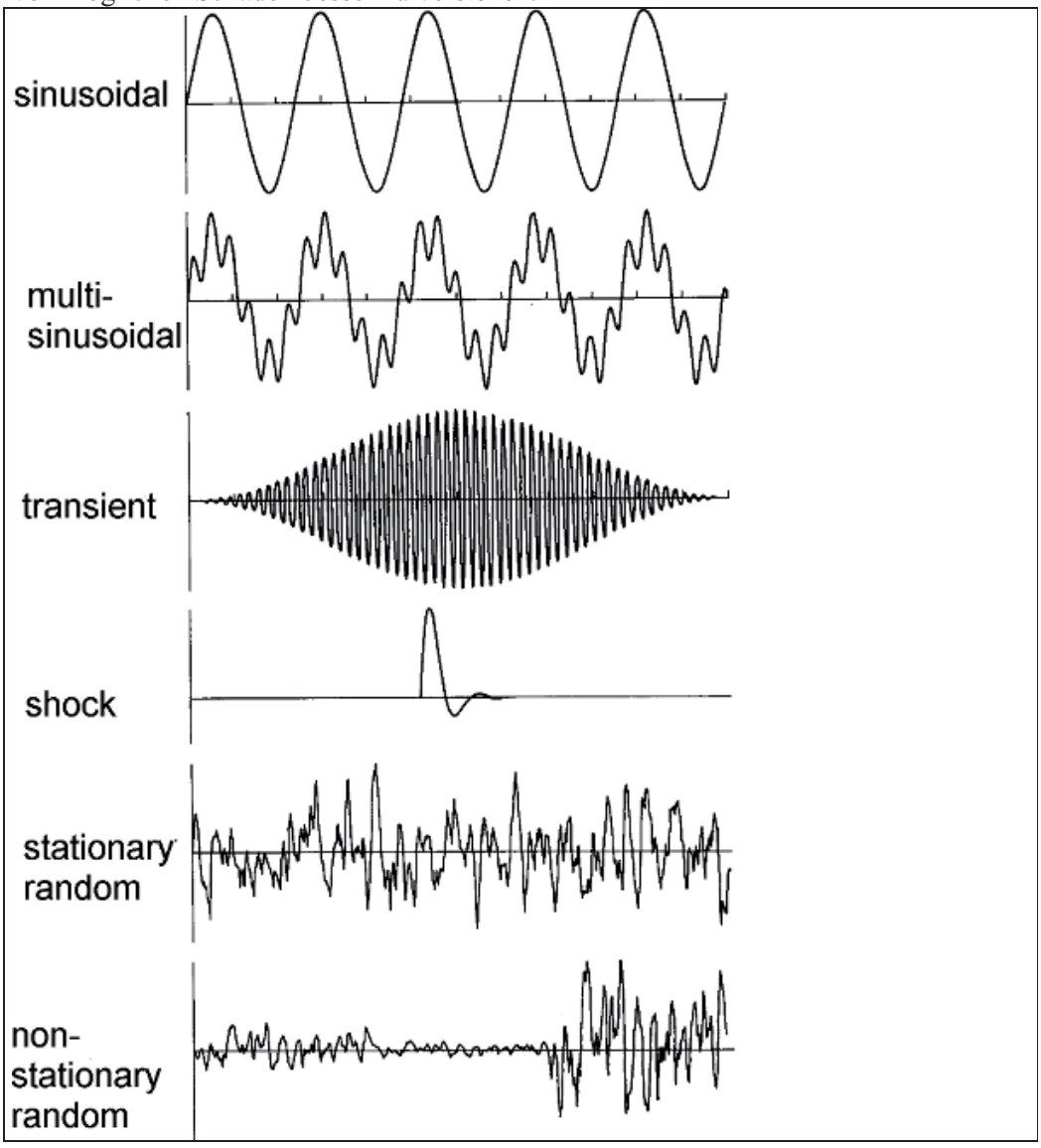


Abb. 1: Kategorisierung von oszillatorischen Bewegungen (GRIFFIN 1994)

Die einfache Form sinusförmiger Schwingungen wird in den meisten Sportarten nicht anzutreffen sein. In der Regel muss man von schockförmigen Signalen oder aber stationären oder nichtstationären Zufallssignalen ausgehen, wie sie in der obigen Abbildung verdeutlicht sind. Zur Messung von Vibrationserscheinungen werden unterschiedliche Methoden eingesetzt. Für großamplitudige und niedrigfrequente Bewegungen reicht oft das einfache Wegmaß der Verlagerung zwischen zwei Spitzen aus. Dynamische Charakteristika werden normalerweise mit Hilfe der Geschwindigkeit oder, was noch weiter verbreitet ist, im Sinne einer peak-to-peak-Beschleunigung dargestellt. In vielen Situationen mit komplexen Bewegungen können jedoch unrepräsentative Beschleunigungsspitzen auftauchen, so dass das am weitesten verbreitete Maß das „root-mean-square"(RMS) ist (GRIFFIN 1994,5). Dieses wird dann oft als das „root-mean-square" der Beschleunigung (ms^{-2} r.m.s.), eine besonders für menschliche Vibrationsbelastung geeignete Größe, verwendet.

Frühe und aktuelle physiologische Studien zeigen, dass sich die biologische Antwort auf Vibrationsbelastung naturgemäß hauptsächlich auf die Faktoren Amplitude, Frequenz, Muskelspannung und Muskel- oder Segmentsteifigkeit zurückführen lässt (HAGBARTH, EKLUND, 1966; MARTIN, PARK 1997). Die Spannbreite von Amplitude und Frequenz der Vibrationsbeanspruchung steht dabei für die Intensität der Belastung, während die Reflexinteraktion zusammen mit der Muskelspannung und den Steifigkeitsparametern als neuromuskuläre Antwort auf den Vibrationsreiz angesehen werden können.

Die Auswirkungen von Vibrationsbelastungen, die von einer großen Zahl von arbeitsphysiologischen Studien bekannt sind, sind sehr vielfältig. Einige von diesen Effekten sind durchaus als dramatisch zu bezeichnen und reichen von massiven Schädigungen auf der einen Seite aber bis hin zu potentiellen positiven Wirkungen auf der anderen (FRITTON et al., 1997). Wenn z.B. Menschen einer chronischen Vibrationsbelastung über einen längeren Zeitraum ausgesetzt sind, können Auswirkungen wie z.B. Schwindel, Rückenbeschwerden mit oder ohne degenerativen Folgen in der Wirbelsäule, Beeinträchtigung der Sehschärfe, Epillepsie, cerebrovaskuläre Schäden, hämodynamische Auswirkungen und vieles andere mehr beobachtet werden (BOVENZI; GRIFFIN 1997; FRITZ, 1997; MARTINHO PIMENTA, CASTELO BRANCO, 1999; von GIERKE, PARKER 1994; POPE, MAGNUSSON, WILDER 1998; u.a.m.). Ähnliche Ergebnisse sind auch aus Tierversuchen Anfang der 50er Jahre bekannt, wo eine bestimmte Vibrationsbelastung sogar zum Tode der Tiere aufgrund von gastro-intestinalen Blutungen führte (ROMAN 1958; SCHAEFER et al. 1959; SASS 1969).

Diese und andere Studien haben dazu beigetragen, dass die von der ISO-Norm festgelegten Regeln sehr streng sind. In der folgenden Abbildung sind die Zonen von Vibrationsbelastungen dargestellt, die als bedenklich und unbedenklich einzustufen sind.

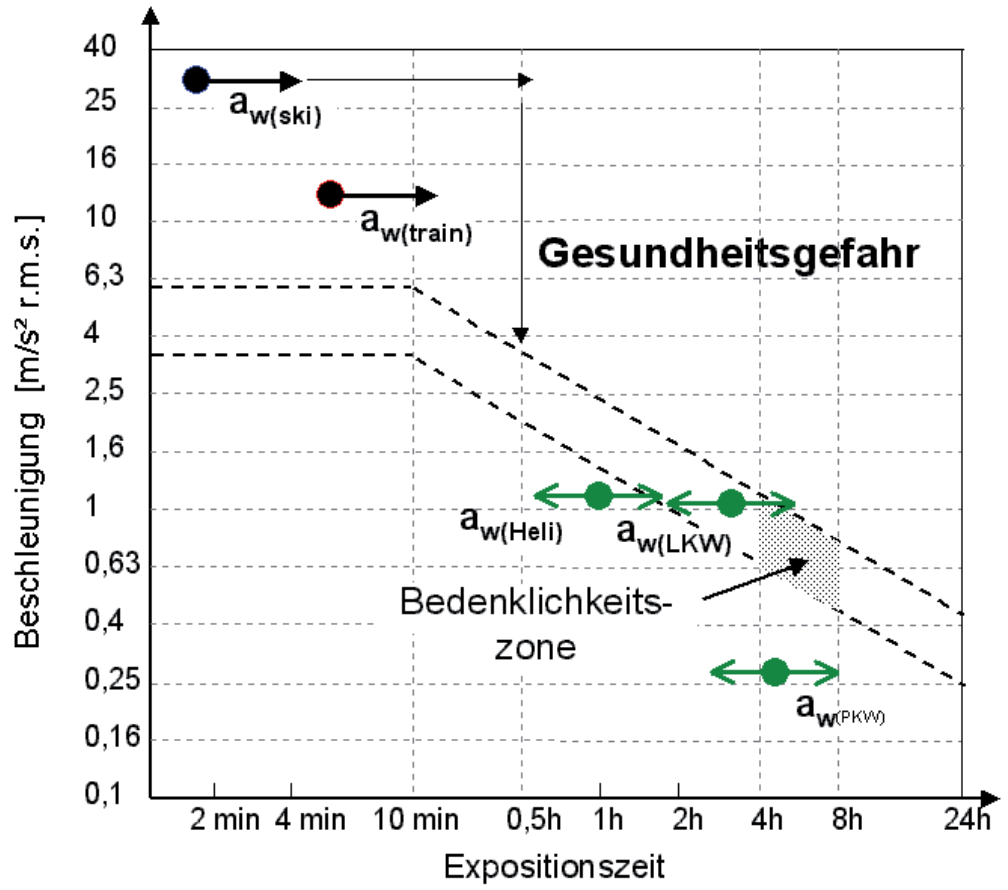


Abb. 2: Gefahrenzonen für Vibrationsbelastungen (ISO 2631) (SCHWARZER et al. 2000)

Legt man z.B. im alpinen Rennlauf bei einem Trainingstag eine Frequenz von 30 Hz und eine Amplitude von 3 mm und eine Belastungsdauer von 90 min zugrunde, so befindet man sich in dem o.g. Schema im deutlichen Gefahrenbereich (a_{wski}). Dabei ist zu berücksichtigen, dass die ISO-Normen für eine chronische Vibrationsbelastung im Arbeitsalltag entwickelt wurden, nicht aber für die Situation des sportlichen Leistungs- und Hochleistungstrainings. Bedenklich wird jedoch die Situation dann, wenn kommerzielle Vibrationstrainingsgeräte ohne Berücksichtigung derartiger Aspekte eingesetzt werden. Hier kann man sich bei längerer täglicher Anwendung dann durchaus solchen Zonen nähern, die als gesundheitsgefährend einzustufen sind.

Diese Gesundheitsgefährdung ist prinzipiell den Resonanzbereichen des menschlichen Organismus zuzuordnen. Seit längerer Zeit sind folgende Resonanzbereiche bekannt:

- Ganzkörper : ca. 5 Hz,
- Innere Organe : ca. 8 Hz,
- Kopf : ca. 18 Hz,
- Augen : ca. 20 Hz.

Zusammengefasst kann festgestellt werden, dass nahezu jedes biologische Teilsystem oder Subsystem durch eine Vibrationsbelastung beeinflusst werden kann. Das gilt insbesondere dann, wenn diese Belastung chronisch bzw. lang andauernd unter bestimmten Bedingungen auftritt. Da diese Effekte prinzipiell als eine Kombination zwischen dem mechanischen Reiz und der biologischen Reaktion verstanden werden müssen, kann generell nicht ausgeschlossen werden, dass negative Auswirkungen von Vibrationsbelastungen auch im Sport auftreten können. Es liegen jedoch keine empirischen Daten vor, die diese These stützen oder widerlegen. Im Vergleich zu den Ergebnissen der Arbeitsphysiologie beschäftigen sich nur sehr wenige Ansätze mit einer möglicherweise gesundheitsgefährdenden biologischen Reaktion auf Vibrationsbelastungen

3. Biologische Besonderheit: Der Tonische Vibrationsreflex

Bei den biologischen Reaktionen, die zunächst einmal als bio-neutral eingestuft werden können, ist der sog. „Tonische Vibrationsreflex“ einzuordnen. Er ist etwa seit den 60er Jahren wissenschaftlich intensiver erforscht und bezieht sich darauf, dass unter mechanischer Vibration naturgemäß auch eine Aktivierung der Ia-Fasern der Muskelspindeln stattfindet. DESMEDT und GODAUX (1978) fanden heraus, dass eine entsprechende Vibration zunächst zu einer Rekrutierung einzelner motorischer Einheiten führt, die dem bekannten Größenprinzip auf polysynaptischen Innervationswegen folgt. Es ist darüber hinaus seit längerer Zeit bekannt, dass ein Vibrationsreiz, der auf einen Muskel oder auf eine Sehne aufgebracht wird und von einer bestimmten initialen Muskelkontraktion ausgeht, zu einer Erhöhung der Muskelaktivität und auch der damit verbundenen Muskelkraft führt.

MARTIN und PARK (1997) führten entsprechende Spektralanalysen der EMG-Aktivität des m. flexor carpi radialis durch und fanden heraus, dass bis auf eine bestimmte Grenzfrequenz ein signifikanter Anstieg der Muskelkraft unter Vibrationsbelastung zu verzeichnen war. Diese Grenzfrequenzen hängen mit der Rezeptorantwort zusammen, die nur ungefähr bis zu einer Frequenz von 100 – 150 Herz synchronisiert werden kann. Steigen die Frequenzen darüber hinaus, gibt es keine harmonische Antwort der Spindel mehr (s. folgende Abbildung).

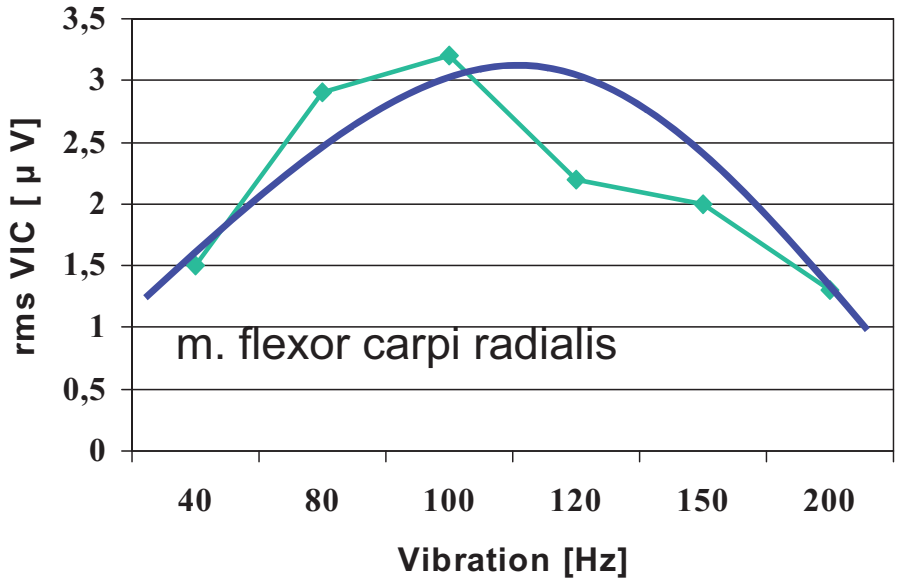


Abb. 3: Steigerung der Muskelkontraktion durch den „Tonischen Vibrationsreflex“ (PARK, MARTIN 1993)

Zu den für den Sport wichtigen Effekten, die im Zusammenhang mit dem tonischen Vibrationsreflex auftreten, gehört die Tatsache, dass sogar vorermüdete Motoneuronen wieder re-rekrutiert werden können. Auch die Anzahl der innervierten Motoneurone kann unter Vibrationsbelastung steigen. Bei längeren Vibrationseinwirkungen kann dieses durchaus zu Erscheinungen eines schweren Muskelkaters oder auch akuten Muskelrissen führen (PARK, MARTIN 1993). Diesen prinzipiell leistungssteigernden Effekt nutzen nun viele Studien aus, die sich mit Krafttraining unter Vibrationsbelastung beschäftigen (s. folgendes Kap.)

4. Studien im Sport: Sicherheit und Leistung

Es mag charakteristisch für die Situation im Sport und insbesondere im Leistungssport sein, dass über die leistungssteigernden Effekte von Vibrationsbelastungen mehr bekannt ist als über die auf diesem Gebiet notwendigen Sicherheitsaspekte.

Betrachtet man zunächst die Sicherheitsaspekte, so können hier exemplarische Ergebnisse aus Studien zum alpinen Skilauf und zum Inline-Skating angeführt werden. Besonders auf eisharten Pisten im Skilauf, wie sie unter den Bedingungen des alpinen Rennlaufs anzutreffen sind, ist von hohen Vibrationsbeanspruchungen aus-

zugehen. Diese können zum einen auf die Piste selbst wie auch auf Steuerbewegungen des Ski zurückgeführt werden. Sind auf der Piste Rillen und Rippen vorhanden, kann der Ski nicht mehr auf einem idealen Radius fahren und ein seitliches Versetzen ist die Folge. In Abhängigkeit von Geschwindigkeit und Materialeinflüssen sind dann hochfrequente Stöße die Folge. Ähnliches kann eintreten, wenn die Schwungsteuerung nicht optimal ausgeführt wird und der Ski ebenfalls in ein seitliches Versetzen gebracht wird.

In verschiedenen anderen Untersuchungen hat sich gezeigt, dass Frequenzen von 70 Hz am Ski direkt auftreten. Darüber hinaus können am Skischuh etwa 60 Hz und an der Hüfte noch 30 Hz gemessen werden. Selbst am Schlüsselbein waren noch Frequenzanteile von bis zu 30 Hz zu verzeichnen. Untersuchungen der vertikalen Bodenreaktionskräfte unter Rennbedingungen haben gezeigt, dass hier Frequenzanteile oberhalb von etwa 50 Hz naturgemäß auf Schwingungen des Materials zurückzuführen sind. Deutliche Frequenzspitzen in einem Bereich von ca. 15 – 25 Hz sind allerdings durchaus aufmerksam zur Kenntnis zu nehmen, da hier, wie oben dargestellt, die Resonanzbereiche des menschlichen Körpers angesiedelt sind.

Eigene Untersuchungen im Labor haben gezeigt, dass Vibrationsbelastungen in einem derartigen Frequenzbereich zu unterschiedlichen Leistungseinbußen und damit potentiellen Sicherheitsrisiken führen können. Bei einem Anstieg der Vibrationsbelastung von 5 bis 25 Hz in Stufen von jeweils 5 Hz zeigt sich beispielsweise von 5 – 20 Hz keine signifikante Änderung der Gesamtkörperschwankungen, die als Weg des Kraftangriffspunktes auf einer Kraftmessplatte gemessen wurden. Steigt dagegen die Vibrationsfrequenz auf 25 Hz, so vergrößern sich die Körperschwankungen exponentiell, was auf eine Irritation der neuronalen Netzwerke hindeutet, die an der Stabilisierung der Körperhaltung beteiligt sind (SEIFRIZ et al. 1999).

Als ernstzunehmende Beeinträchtigung der Sicherheit bei Vibrationsbelastungen sind auch die Effekte für das visuelle System einzustufen. Wie oben dargestellt, liegt der Resonanzbereich der Augen bei ungefähr 20 Hz. In eigenen Versuchen wurden - aus Sicherheitsgründen - sehr kurzzeitig Ganzkörpervibrationen in diesem Frequenzbereich eingeleitet. Es zeigten sich sehr ähnliche Ergebnisse wie die aus arbeitsphysiologischen Untersuchungen (SCHWARZER et al. 2000) (s. folgende Abbildung).

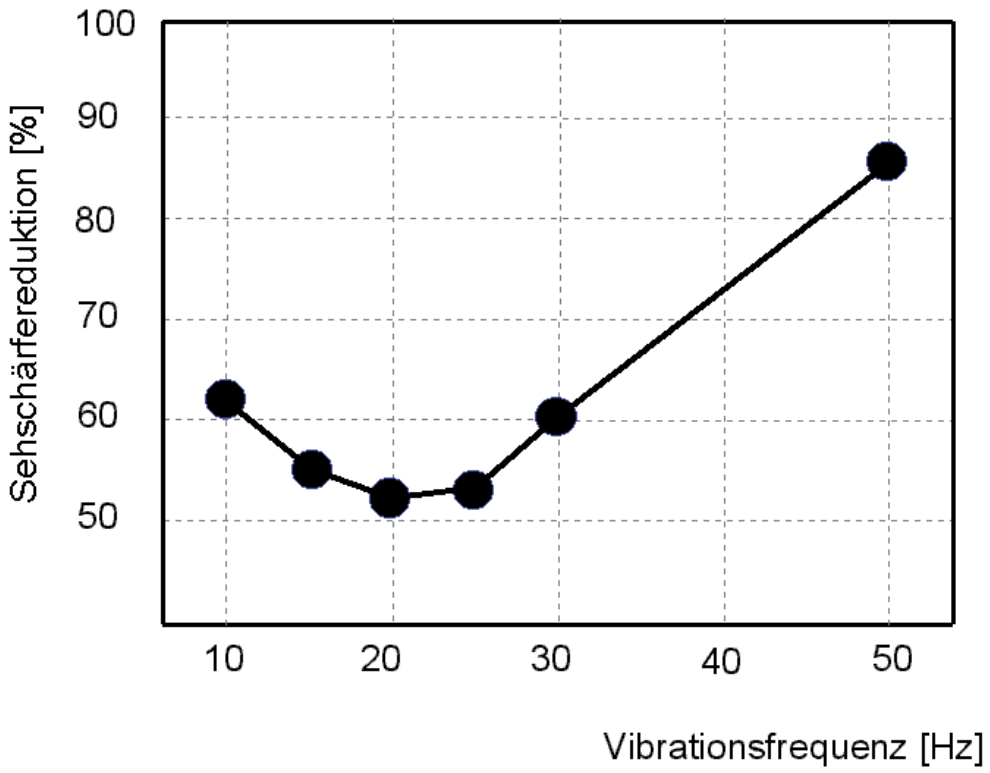


Abb. 4: Prozentuale Reduktion der Sehschärfe bei verschiedenen Vibrationsbelastungen (O´BRIANT 1970)

In der Abbildung zeigt sich, dass die Sehschärfe bereits bei 10 Hz auf ca. 60 % der Ausgangssehschärfe sinkt. Wird die Vibrationsbelastung in den Bereich der Resonanzfrequenz gesteigert, ist das mit einer Reduktion des Visus von nahezu 50 % verbunden. Erst wenn der Resonanzbereich nach oben verlassen wird, verbessert sich auch wieder die Sehschärfe. Die Gründe für diese Reduktion der visuellen Leistungsfähigkeit sind vor allem darin zu suchen, dass die Flüssigkeitskompartimente des Auges durch die Oszillationen ebenfalls angeregt werden. Durch die Inkompressibilität der Flüssigkeit wird der Druck auf den Bulbus erhöht, was dann wiederum zu Verformungen des Augapfels führt. In der Folge dieser Verformungen verändern sich die optischen Brechungs- bzw. Abbildungsverhältnisse im Auge mit negativen Konse quenzen für das scharfe Sehen. Derartige Verformungen wurden von Coquart (1992) mit Hilfe der Methode finiter Elemente berechnet.

Vibrationsbelastungen sind per se allerdings nicht nur als sicherheitsgefährdend einzustufen. Zu den Mechanismen der Leistungssteigerung gehört der Zuwachs an Muskelkraft, der durch Vibrationsbelastungen erzielt werden kann. Studien zu diesen Effekten liegen seit längerem vor (NAZAROV, SPIVAK 1985) und erleben zur Zeit eine Art Renaissance.

So fanden ISSURIN et al. (1994) sowie ISSURIN UND TENENBAUM (1999) bei Vergleichen zwischen traditionellen Krafttraining und Vibrationskrafttraining deutliche Leistungsvorteile bei der letzteren Methode. Ähnlich sind die Ergebnisse von BOSCO et al. 1999 einzuordnen, der jeweils ein Bein von Probanden mit Vibrationsbelastungen trainierte. Allerdings fanden KÜNNEMEYER, SCHMIDTBLEICHER (1997) dagegen keine Verbesserung, sondern eine Verlängerung der Kontaktzeit und Verringerung der Sprunghöhe bei Tiefsprüngen nach Vibrationsbelastungen. Auch Ergebnisse in unserer eigenen Arbeitsgruppe sind z.T. widersprüchlich. Während bei hochintensiven Vibrationsbelastungen im Einzelfall auch bei Spitzensportlern außergewöhnliche Leistungssteigerungen im Bereich der Maximalkraft gefunden werden konnten, waren diese Effekte bei Gruppenvergleichen im Längsschnitt nicht zu sichern (SPITZENPFEIL et al. 1999).

In der folgenden Abbildung ist das Ergebnis einer Einzelfall-Längsschnittstudie dargestellt, bei dem ein Spitzensportler über einen Zeitraum von 17 Tagen an einem Krafttrainingsprogramm mit Vibrationsbelastungen teilgenommen hat. In Intervallen von jeweils drei Tagen wurde jeweils mit (VIBR. TRAIN) und ohne (NORM. TRAIN) Vibrationsreize trainiert. Nach einem anfänglich kurzen Anstieg der isometrischen Maximalkraft am achten Trainingstag eine Reduktion festzustellen. Gleichzeitig hatte sich in diesem Zeitraum, beginnend am zweiten Tag, die Kreatinkinase sehr deutlich erhöht. Auch die subjektiven Symptome des Probanden bestätigten das Vorliegen von massiven Schädigungen der Skelettmuskulatur („Muskelkater“). Während die Kreatinkinase sich rasch zurückbildet und etwa am 10. Tag ihren Ausgangswert annimmt, steigt die isometrische Maximalkraft bei dem 14. Tag deutlich an und erreicht danach einen Maximalwert.

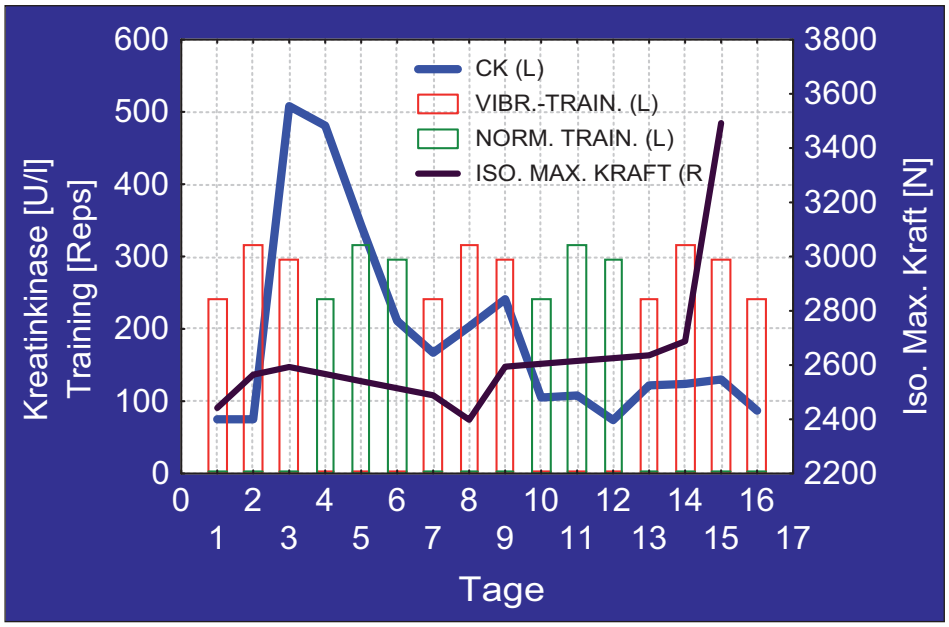


Abb. 5: Leistungssteigerung durch Vibrationskrafttraining: Einzelfall-/Zeitreihenexperiment (MESTER et al. 1999).

Bei der Analyse der Ursachen für widersprüchliche Ergebnisse im Zusammenhang mit Leistungssteigerungen durch Vibrationstraining müssen folgende Aspekte betrachtet werden:

- Ist die Ausgangsspannung der Muskulatur gering, sind durch mechanische Vibrationen eher Effekte im Sinne einer Massage zu erwarten.

- Bei höherer Ausgangsspannung können Effekte des „Tonischen Vibrationsreflexes“ ebenso auftreten wie Dehnungs-Verkürzungs-Zyklen, vorausgesetzt die Vibrationsfrequenz liegt nicht höher als etwa 20 Hz. Bei deutlich höheren Vibrationsfrequenzen reicht die Zeit, die für den Reflexweg und die Innervation der Muskulatur benötigt wird, für einen Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus nicht mehr aus.

- Werden gleichzeitig zu der Vibration hochintensive Kraftübungen, wie z.B. Tiefsprünge auf der Vibrationsplattform durchgeführt, sind besonders ausgeprägte Anpassungsreize zu erwarten.

5. Zusammenfassung

Seit recht langer Zeit ist bekannt, dass mechanische Vibrationen für den menschlichen Organismus potentiell u.U. in erheblichem Ausmaß gefährdend wirken können. Diese Gefährdungen reichen von einfachem Unwohlsein bis hin zu lebensbedrohenden Effekten bei lang andauernden und intensiven Vibrationsbelastungen. In Kenntnis dieser Sicherheitsrisiken hat die Arbeitsphysiologie strenge Grenzwerte für derartige Belastungen erstellt, die in einer internationalen ISO-Konvention niedergelegt sind. Da eine gezielte empirische Erprobung sich hier aus ethischen Gründen verbietet, sind die in der ISO-Norm festgelegten Grenzwerte mit sehr großen Sicherheitsintervallen versehen.

Die Gründe, die zur Erstellung der ISO-Norm geführt haben, sind in der Arbeitswelt mit chronischen Vibrationsbelastungen zu suchen. Prinzipiell existiert im Sport eine große Zahl von Sportarten und Situationen, wo ebenfalls beträchtliche Vibrationsbelastungen anzutreffen sind. Wissenschaftliche Studien, die sich mit potentiellen Sicherheitsrisiken im Sport beschäftigen, sind nur sehr selten.

Demgegenüber stieg die Zahl der Studien, die den leistungssteigernden Effekt von Vibrationen untersuchen, in den letzten Jahren stark an. In erster Linie gilt dieses für das Krafttraining. Auf dem Gebiet der Rehabilitationswissenschaft wird zwar auch mit Vibrationen gearbeitet. Jedoch sind hier die verwendeten Intensitäten so gering, dass Gefährdungen weitgehend ausgeschlossen sind. Das gilt jedoch für solche Situationen, in denen eine Steigerung der Muskelkraft beabsichtigt ist, in keiner Weise. Gerade hohe Intensitäten und länger dauernde Belastungen führen z.T. u.a. wegen des „Tonischen Vibrationsreflexes“ zu bemerkenswerten Leistungssteigerungen.

Einen Kompromiss zwischen Sicherheit und Leistung mit genauen Empfehlungen über das Ausmaß der Vibrationsbelastung zu finden, ist zum gegenwärtigen Zeitpunkt noch zu früh. Eine Orientierung an der ISO-Norm würde der Forderung nach größtmöglicher Sicherheit zweifellos sehr nahe kommen. Da jedoch gleichzeitig der leistungssteigernde Effekt minimiert oder sogar ausgeschlossen würde, legt die Erfahrung aus dem Spitzensport, aber auch nicht viel weniger diejenige aus dem leistungsorientierten Breitensport, die Befürchtung nahe, dass Empfehlungen erst dann ernst genommen werden, wenn sie Sicherheit und Leistung gleichermaßen berücksichtigen.

Literatur

Bosco C., Colli, R., Introini, E. (1999), Adaptive responses of human skeletal muscle to vibration exposure. Clin Physiol (England), 19: 183-7.

Bovenzi, M., Griffin, M.J. (1997), Haemodynamic changes in ipsilateral and contralateral fingers caused by acute exposures to hand trsnmitted vibration, Occup Environ Me 54: 566-576.

Desmedt, J.E., Godaux, E. (1978), Mechanism of the vibration paradox: Excitatoty and inhibitory effects of tendon vibration on single soleus muscle motor units in man, J Physiol 285: 197-207.

Fritton, J.C., Rubin, C.T., Qin, Y.X., McLeod, K.J. (1997), Whole-body vibration in the skeleton: development of a resonance-based testing device, Ann Biomed Eng 25: 831-839.

Fritz, M. (1997), Estimation of spine forces under whole-body vibration by means of a biomechanical model and transfer functions, Aviat Space Environ Med 68: 512-519.

Gierke von, H.E., Parker, D.E. (1994), Differences in otolith and abdominal viscera graviceptor dynamics: implications for motion sickness and perceived body position, Aviat Spave Environ Med 65: 747-751.

Griffin, M.J. (1994), Handbook of Human Vibration, Second printing, Academic Press, London.

Hagbarth, K.E., Eklund, G. (1966), Motor effects of vibratory muscle stimuli in man. In: Granit, R. (ed.), Proceedings of the first nobel symposium. Stockholm 1965, Almquist and Wiksel, Stockholm, 177-186.

Issurin, V. B.; Kuksa, S. V.; Temnov, P.N. (1989), Effectiveness of different vibrostimulational regimes during speed-strength exercises. In: Proceedings of the Conf. „Speed-strength training in top-level athletes“, Moskow.

Issurin, V.B., Liebermann, D.G., Tenenbaum, G. (1994), Effect of vibratory stimulation training on maximal force and flexibility, J Sp Sc 12: 561-566.

Issurin, V.B., Tenenbaum, G. (1999), Acute and residual effects of vibratory stimulation on explosive strength in elite and amateur athletes. J Sports Sci 17(3): 177-82.

Künnemeyer, J., Schmidtbleicher, D. (1997), Die neuromuskuläre Stimulation RNS, Leistungssport 2: 39-42.

Martin, B.J., Park, H.S. (1997), Analysis of the tonic vibration reflex: Influence of vibration variables on motor unit synchronization and fatigue, J Appl Physiol 75: 504-511.

Martinho Pimenta, A.J., Castelo Branco, N.A. (1999), Neurological aspects of vibroacoustic disease, Aviat Space Environ Med 70: 91-95.

Mester, J., Spitzenpfeil, P., Schwarzer, J., Seifriz, F. (1999), Biological reaction to vibration – Implications for sport. Jour Sc Med Sport 2: 211-226.

Mester, J., Hartmann, U., Hoffmann, U., Seifriz, F., Schwarzer, J., Spitzenpfeil, J. (2000), Biological response to vibration load – General principles, lab and field studies in alpine skiing. (in print).

Nazarov, V., Spivak, G. (1985), Development of athlete's strength abilities by means of biomechanical stimulation method, Theory and Practice of Physical Culture 12: 445-450.

Niessen W., Müller E., Raschner C., Schwameder H. (1997), Structural dynamic analysis of alpine skis during turn. In: Müller, E., Schwameder, H., Kornexl, E., Raschner, C. (eds). Science and skiing. E & F Spon, London, 216-225.

O'Briant C.R., Ohlbaum M.K. (1970), Visual acuity decrements associated with whole body plus or minus Gz vibration stress. Aerosp Med 41(1): 79-82.

Roman J. (1958), Effects of severe whole body vibration on mice and methods of protection from vibration injury. WADC Technical Report 58-107.

Park, H.-S., Martin, B.J. (1993), Contribution of the tonic vibration reflex to muscle stress and muscle fatigue, Scand J Work Envorin Health 19: 35-42.

Pope, M.H., Magnusson, M., Wilder, D.G. (1998), Kappa Delta Award: Low back pain and whole body vibration, Clin Orthop 354: 241-248.

Pope, M.H., Magnusson, M., Wilder, D.G. (1998), Kappa Delta Award: Low back pain and whole body vibration, Clin Orthop 354: 241-248.

Sass, D.J. (1969), Mechanisms of injury due to intense $\pm G_z$ vibration in water immersed cats. Jour Appl Physiol 26: 819-826.

Schaefer, V.H., Link, H.J., Farrar, J.U., Weins, D. (1959), Lethality in rats as a function of frequency in constant-displacement vibration. USA Medical Research Lab. Report No. 390.

Schwarzer, J., Spitzenpfeil, P., Mester, J. (2000), Physical Assessment and quantification of vibration load. In print.

Seifriz, F., Spitzenpfeil, P., Schwarzer, J., Mester, J. (1999), Influence of various whole body vibrations on body sway. In: Parisi, P., Pigozzi, F., Prinzi, G. (Eds.): Sport Science in Europe ´99. University Institute of Motor Science. Rom. 88.

Spitzenpfeil, P., Schwarzer, J., Fiala, M., Mester, J. (1999), Strength training with whole body vibration – Single case studies and time series analyses. In: Parisi, P., Pigozzi, F., Prinzi, G. (Eds.): Sport Science in Europe ´99. University Institute of Motor Science. Rom 1999. 613.

Anschrift für die Verfasser:
Prof. Dr. Joachim Mester
Deutsche Sporthochschule Köln
Institut für Trainings- und Bewegungslehre
Carl-Diem-Weg 6
50933 Köln

Sicherheit im Sport aus internistischer Sicht

(Gesundheitliche Voraussetzungen, Sporttauglichkeitsuntersuchungen, Medikamentenmissbrauch)

H. Heck

Ruhr-Universität Bochum

Einleitung

Hätte Sport keine jahrtausendalte Tradition, so müsste man ihn heute neu erfinden. Denn infolge der Technisierung unserer Umwelt liegt die tägliche motorische Beanspruchung des Menschen unter dem Level, der für die Gesundheitserhaltung notwendig ist. So zeigen zahlreiche epidemiologische Studien, dass Bewegungsmangel die Entstehung von Arteriosklerose begünstigt. Beispielsweise konnten PAFFENBARGER und Mitarbeiter (4) auf der Basis einer prospektiven epidemiologischen Untersuchung an Harvard-Absolventen belegen, dass das Risiko des Auftretens einer koronaren Herzkrankheit auf mehr als die Hälfte verringert wurde, wenn sportliche Aktivitäten mit einem zusätzlichen Energieverbrauch von ca. 3000 kcal pro Woche durchgeführt wurden. Dabei war die Auswahl der Sportart unerheblich. Bezogen auf das Laufen bedeutet dies ca. 5× pro Woche jeweils ca. 30 min Dauerlauf.

Sport hat jedoch nicht nur eine präventive Bedeutung zur Vermeidung von Krankheiten, sondern er wird bei zahlreichen Erkrankungen als wirkungsvolles zusätzliches Therapeutikum eingesetzt. Beispielhaft sei hier der Koronarsport bei Herzpatienten genannt. Von den ersten Anfängen um 1970 zeigte sich ein exponentieller Anstieg der Herzsportgruppen. Ihre Zahl liegt heute in der Bundesrepublik Deutschland bei über 4000. Neuere Untersuchungen zeigen, dass sogar bei einem Teil von Patienten mit Herzmuskelschwäche (sog. Herzinsuffizienz) positive Anpassungen durch geringfügige Belastungen erzielt werden können, mit dem Erfolg einer besseren Bewältigung der Anforderungen im Alltagsleben. Weiterhin sei erwähnt Sport mit Patienten bei Diabetes mellitus, Bluthochdruck u. a.

Epidemiologie von Todesfällen im Sport

Leider hat Sport nicht nur positive Aspekte bei Gesunden und Kranken, sondern stellt selbst einen Risikofaktor für die Gesundheit dar. Eine Ursache hierfür ist, dass Sport immer verbunden ist mit mehr oder weniger hohen Geschwindigkeiten von Gesamtkörper- oder Teilkörpermassen. Werden diese unkontrolliert abgebremst, so treten Kräfte auf, die oberhalb der Bruchfestigkeit von Knochen bzw. der

Reißfestigkeit von Sehnen und Bändern sowie anderen Geweben liegen. Folge davon sind Verletzungen (sog. Traumata).

Neben den traumatischen Gefährdungen durch Sport existieren Gefahren für die Gesundheit durch Überlastung von inneren Organen bzw. Organsystemen. Hier gilt jedoch die Faustregel, dass durch Sport beim Gesunden innere Organe keinen Schaden nehmen. Es besteht ein Überlastungsschutz dahingehend, dass zunächst die Muskulatur ermüdet, ehe ein inneres Organ überfordert wird (1). Diese Regel kann ihre Gültigkeit für den Gesunden bei Medikamentenmissbrauch (Doping) verlieren. Anders liegen die Verhältnisse beim Kranken oder nur scheinbar Gesunden. Bei letzteren handelt es sich um Personen ohne vorhandene Krankheitszeichen bei bestehender und bisher noch nicht diagnostizierter Erkankung, z. B. koronare Herzerkrankung. In der Regel sind hier ältere Menschen häufiger betroffen als jüngere, Männer mehr als Frauen. Im Extremfall kommt es während oder kurz nach dem Sport zu Todesfällen. Somit muß ein Ziel von "Sicherheit im Sport" sein, solche Erkrankungen frühzeitig zu erkennen und durch Sportverbot bzw. Dosierung der sportlichen Aktivität das Risiko der Verschlimmerung von Krankheiten oder im Extremfall sogar das Risiko des Todes zu verhindern. Im folgenden werden zunächst Angaben zur Häufigkeit von Todesfällen im Sport und ihren Ursachen gemacht. Danach werden Präventionsmaßnahmen beschrieben, die das Risiko von Todesfällen mindern sollen.

Der Tod im Zusammenhang mit sportlichem Wettkampf oder Training stellt beim Gesunden immer ein unerwartetes Ereignis dar, vor allem, wenn der Tod nicht durch Verletzungen bedingt ist (sog. nichttraumatischer Tod). Beispielhaft ist hier zu erinnern an den Tod des Eiskunstläufers Heiko Fischer, der während einer sportlichen Belastung plötzlich zusammenbrach und verstarb.
Die Häufigkeit von Todesfällen im Sport wird von PARZELLER und RASCHKA (5) mit 1-5 pro 1 Million Sportler pro Jahr angegeben.
RASCHKA und Mitarbeiter (6) berichten über Todesfälle im Vereinssport in der Bundesrepublik Deutschland. Die Untersuchung basiert auf dem Datenmaterial der Sportversicherung der ARAG Allgemeine Versicherungs-AG, das in acht Landessportverbänden über 13 Jahre und in zwei über zwei Jahre erhoben wurde. Insgesamt wurden 1569 plötzliche Sporttodesfälle gemeldet, davon 1502 Männer und 67 Frauen. Die nichttraumatischen Todesfälle während des Trainings betrugen 603 (585 Männer, 18 Frauen) und während des Wettkampfs 542 (535 Männer, 7 Frauen). Sie machten insgesamt 73% aller Todesfälle aus. Es handelte sich hierbei um sog. optische Todesfälle, da keine Autopsie durchgeführt wurde. Aufgrund der Befunde von anderen Studien muß davon ausgegangen werden, dass es sich bei einem wesentlichen Anteil um kardiovaskuläre (herz-kreislaufbedingte) Todesfälle gehandelt hat.

JUNG und SCHÄFER-NOLTE (2) untersuchten retrospektiv Todesfälle im Zusammenhang mit Sport in den Jahren 1973 – 1977 in Nordrhein-Westfalen im Bereich des Breitensports. Bei insgesamt 154 Fällen betrug die nichttraumatische Ursache mit organpathologischen Veränderungen 65% (101 Fälle). Im Fußball fanden

sich mit 50 Fällen ca. 50% aller Todesfälle gefolgt von Turnen, Handball, Versehrtensport mit jeweils 8 Fällen sowie Kegeln und Tischtennis mit jeweils 5 Fällen als weitere häufigste Sportarten. Bei nur 15 der 101 Verstorbenen wurde die Ursache durch Obduktion ermittelt. Bei den 86 anderen Fällen handelte es sich um sog. "optische Todesfälle". Es handelt sich dabei um solche Todesfälle, bei denen ein Unfallereignis nicht vorgelegen hat, die sich aber unmittelbar bei der sportlichen Betätigung oder kurz danach ereignet haben. Dennoch konnte aufgrund der Angaben der Ärzte am Unfallort und aufgrund der Krankenvorgeschichte 81 mal die Ursache auf vorbestehende Herz-Kreislauf-Krankheiten, insbesondere Myokardinfarkt, zurückgeführt werden. Auch bei den 15 autopsierten Verstorbenen standen die Herz-Kreislauf-Ursachen im Vordergrund (9 Myokardinfarkte, 3 Koronarinsuffizienzen, 1 Herzversagen bei Myokarditis, 2 Hirnblutungen). 41 Verstorbene und damit ca. 50% befanden sich im Altersbereich zwischen 41 und 60 Jahren.

In einer neueren Arbeit berichten RASCHKA und Mitarbeiter (7) über 76 sportbedingte Todesfälle in Deutschland, Österreich und der Schweiz, bei denen die Ursache mittels Autopsie gesichert wurde. Häufigste Sportarten waren Fußball (n = 22), Laufen (n = 14) und Wandern (n = 8). Auch hier waren die Herz-Kreislauf-Erkrankungen mit 60 Fällen (Herzinfarkt: 48, Herzmuskelentzündung: 12) die häufigste Todesursache.

Ursachen für nichttraumatische Todesfälle

Nach KINDERMANN und URHAUSEN (3) sterben in Deutschland pro Jahr über hunderttausend Menschen am plötzlichen Herztod. Das macht etwa 15% aller Todesfälle aus. Da nur einige hundert Todesfälle während sportlicher Betätigung auftreten, ist das Risiko während des Sporttreibens zu sterben, relativ gering. Dennoch besteht statistisch betrachtet eine Übersterblichkeit bei sportlichen Aktivitäten, d. h., das Risiko, einen Tod während körperlicher Belastung zu erleiden, ist höher als in Körperruhe. Als direkte Todesursache kommen hauptsächlich infolge elektrischer Instabilität des Herzmuskels Herzrhythmusstörungen, vor allem Kammerflimmern, in Frage. Hierbei handelt es sich um kreisende Erregungen im Herzen mit einer Frequenz von 300 und mehr pro Minute. Eine geregelte Pumpwirkung des Herzens ist damit nicht mehr erreichbar, so dass das Kammerflimmern funktionell mit einem Herzstillstand gleichzusetzen ist.

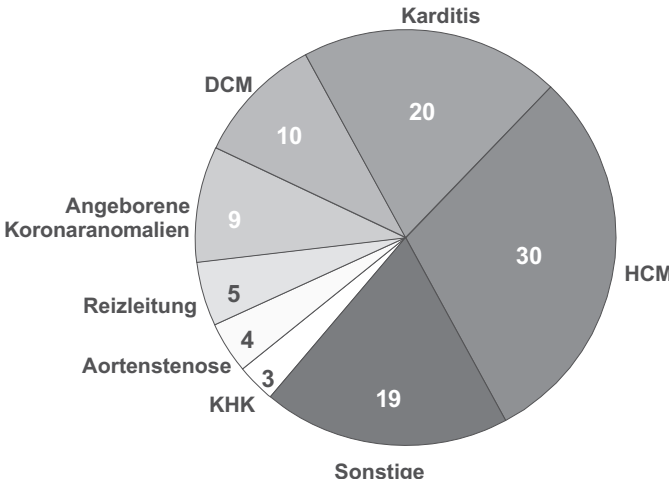


Abb. 1: Ursachen für den plötzlichen Herztod bei 207 Personen im Alter bis 24 Jahre (Angaben in Prozent) (3)

DCM	= Dilatative Kardiomyopathie
HCM	= Hypertrophe Kardiomyopathie
KHK	= Koronare Herzkrankheit
MKP	= Mitralklappenprolaps
RV-Dysplasie	= Arrhythmogene rechtsventrikuläre Kardiomyopathie

Bei jüngeren Sporttreibenden bis zu einem Alter von 24 Jahren sind Herzmuskelerkrankungen (Kardiomyopathien, 40%), oft erblich bedingt, die häufigste Todesursache. An zweiter Stelle rangiert die Herzentzündung (Karditis, 20%). Dabei handelt es sich häufig um Sekundärentzündungen basierend auf Entzündungsherden in anderen Bereichen, wie z. B. im Bereich der Mandeln, Nebenhöhlen und Zähnen. Bei älteren Sporttreibenden liegt die Hauptursache in einer Verengung der Herzkranzarterien, was zu einer Minderdurchblutung des Herzmuskels führt. Bei einer vorliegenden kritischen Einengung der Herzkranzgefäße kann eine zusätzliche muskuläre Belastung, die den Sauerstoffbedarf des Herzens erhöht, zu einem akuten Angina pectoris Anfall (sog. Herzenge) führen oder (schlimmer noch) einen Herzinfarkt auslösen. Folge des Herzinfarkts ist das Absterben des Herzmuskelbereichs, der von der verschlossenen Arterie versorgt wird. Ca. 40 – 50% der Patienten sterben infolge des ersten Infarktes.

Doping als mögliche Ursache für Todesfälle im Sport

Auch die Anwendung von Dopingmitteln wird häufig als Ursache für den sportbedingten Herztod angesehen, obwohl hierfür eindeutige Belege fehlen. Vor allem die Einnahme von Aufputschmitteln, sog. Stimulantien, wird als gefährdend angesehen. Hierzu gehören die Amphetamine, Metamphetamine u. a. Spektakulär waren die Todesfälle der Radsportler Knut Jenson bei den Olympischen Spielen 1960 in Rom und Tom Simpson 1968 während der Tour de France. Bei beiden wurden Aufputschmittel nachgewiesen. In beiden Fällen kamen noch ungünstige Witterungsbedingungen hinzu. Hohe Temperaturen und in Rom zusätzlich eine hohe Luftfeuchtigkeit begünstigten die Entstehung eines Kreislaufzusammenbruchs. Auch die Anabolika, die in der Regel zur Vergrößerung der Skelettmuskulatur und zur Erhöhung der Trainings- und Wettkampfbelastbarkeit verbotenerweise eingenommen werden, haben möglicherweise eine negative Wirkung auf den Herzmuskel. Zumindestens sprechen tierexperimentelle Untersuchungen dafür. Beim Menschen wurden nach Anabolika-Missbrauch krankhafte Herzmuskelverdickungen beobachtet (3).

In letzter Zeit wird Erythropoietin, das 1998 bei der Tour de France einer breiten Öffentlichkeit als Dopingmittel bekannt wurde, im Zusammenhang mit plötzlichen Todesfällen im Sport gesehen (3). Erythropoietin, auch kurz EPO genannt, ist ein körpereigenes Hormon, das im wesentlichen in der Niere gebildet wird und das Knochenmark zur Bildung von roten Blutkörperchen anregt. Nach Injektion von EPO steigt die Zahl der Erythrozyten im Blut. Hierdurch will man eine Verbesserung des Sauerstoff-transportes erzielen, was zu einer höheren Ausdauerleistungsfähigkeit führt. Bei einer längeren unphysiologisch hohen Dosierung von EPO neigen die roten Blutkörperchen in Verbindung mit intensiver körperlicher Belastung zur vermehrten Aggregation (Zusammenballung), was zum Verschluss von kleinen Gefäßen, auch in lebenswichtigen Organen wie Herz und Gehirn führen kann. Einige ungeklärte Todesfälle werden im Zusammenhang mit Erythropoietin-Missbrauch gesehen (1).
Seit einiger Zeit ist das Wachstumshormon, das beim Menschen in der erbsengroßen Hirnanhangsdrüse (Hypophyse) gebildet wird, als gentechnisch hergestelltes Medikament in größerer Menge vorhanden. Es hat teilweise vergleichbare Wirkungen wie die Anabolika. Es führt jedoch zusätzlich zu einer Vergrößerung der inneren Organe und somit auch zum vergrößerten Herzen.

In Sportarten mit gewichtsgestuften Klasseneinteilungen, wie z. B. Gewichtheben, Ringen, Boxen u. a. werden häufig harntreibende Mittel (Diuretika) zum "Gewichtmachen" verbotenerweise eingenommen. Neben dem massiven Verlust an Wasser werden auch Elektrolyte ausgeschieden. Die Veränderungen der Mineralstoffkonzentration im Blut haben möglicherweise auch Herzrhythmusstörungen zur Folge.

Nach intensiver muskulärer Belastung besteht nach Abbruch der Muskelarbeit Kollapsneigung. Es kommt hierbei zur Weitstellung der venösen Gefäße. Als Folge hiervon ist das Blutangebot am linken Herzen reduziert. Daraus resultiert eine Minderdurchblutung des Gehirns, was zum kurzfristigen Bewusstseinsverlust führt. Infolge der Erdschwere nimmt der Körper in der Regel ungewollt eine horizontale Position ein. Dadurch wird das Blutangebot am Herzen wieder größer, und die kollapsbedingte Bewusstlosigkeit verschwindet. Falls es sturzbedingt nicht zu Verletzungen kommt, hat der Kollaps in der Regel keine negativen Folgen. Gefährlich werden Kollapszustände jedoch beim Fliegen oder beim Klettern in den Bergen, da Folge der Bewusstlosigkeit der tödliche Absturz sein kann.

Eine weitere Ursache für den plötzlichen Herztod ist der sog. "Wasserschlag". Er kann auftreten, wenn der überhitzte Körper ohne entsprechendes Abkühlen plötzlich in kaltes Wasser gebracht wird, wie z. B. beim Sprung in ein Schwimmbecken. Ursache für den Herztod ist die reflektorische Wirkung der Kälterezeptoren der Haut auf das vegetative Nervensystem. Bei einem vorgeschädigten Herzen kann dies Kammerflimmern auslösen.

Prävention

Wenn auch wie oben aufgeführt der Herztod ein seltenes Ereignis ist, so sollte jedoch das Risiko des Auftretens durch präventive Maßnahmen reduziert werden. Zu diesen Maßnahmen gehört im Hochleistungssport das sportmedizinische Untersuchungssystem für Angehörige der A-, B- und C-Kader der Spitzenverbände des Deutschen Sportbundes. Dieses System wurde 1971 eingeführt. Im Nachwuchsbereich schloss sich auf Landesebene das D-Kader - Untersuchungssystem an. Beim Aufbau dieses Systems wurde vor allem von der Erkenntnis ausgegangen, dass die Mehrheit der Olympia-Teilnehmer bei den Olympischen Spielen 1968 in Mexiko überhaupt nicht sportmedizinisch untersucht worden ist. Die Gesundheitsuntersuchung sollte einmal pro Jahr durchgeführt werden. Die Untersuchung beinhaltet: Krankheits-/Gesundheitsvorgeschichte (Anamnese), körperliche Untersuchung (Herz-Kreislauf-System, Bewegungsapparat u. a.), Ruhe- und Belastungs-EKG, Ergometrie, Ultraschall-Untersuchung des Herzens und Laborwerte (Urinuntersuchung, rotes und weißes Blutbild, BKS, Gamma-GT, GPT u. a.). Neben der Gesundheitsuntersuchung ist es möglich, leistungsdiagnostische Untersuchungen auch mehrmals pro Jahr durchführen zu lassen. Letztere Untersuchungen dienen im wesentlichen der Diagnostik der sportartspezifischen Leistungsfähigkeit und zur Trainingssteuerung. Die Bundeskader-Untersuchungen werden in sog. lizenzierten sportmedizinischen Untersuchungszentren durchgeführt, die häufig identisch sind mit sportmedizinischen Instituten der Universitäten bzw. assoziierten Instituten. D-Kader-Untersuchungen werden im wesentlichen durch lizenzierte niedergelassene Ärzte vorgenommen. Leider ist in zahlreichen Bundesländern die Finanzierung der Landeskader-Untersuchungen nicht mehr sichergestellt.

Neben den organisierten Untersuchungen auf Landes- und Bundesebene wird jedem Sporttreibenden empfohlen, sich sportärztlich untersuchen zu lassen. Vor allem Personen, die als Freizeit-/Breitensportler oftmals nach längerer Sportpause mit dem Sporttreiben wieder beginnen, wird dringend angeraten vor Aufnahme des sportlichen Trainings eine sportärztliche Vorsorgeuntersuchung vornehmen zu lassen. Eine solche Untersuchung muß in jedem Fall ein Belastungselektrokardiogramm (EKG) beinhalten. Relativ häufig werden Veränderungen im Belastungs-EKG beobachtet, die auf eine Erkrankung des Herzens hinweisen, ohne dass dem Betroffenen dies bisher bekannt war bzw. subjektive Beschwerden auf eine mögliche Erkrankung hingewiesen haben.
Weiterhin gehört zum sicheren Sporttreiben die Beachtung von Kontraindikationen (Gegenanzeigen) bei akuten und chronischen Erkrankungen. Die wichtigsten Kontraindikationen gegenüber sportlichen Belastungen sind (1):

- frischer Herzinfarkt oder Schlaganfall,
- manifeste Herzinsuffizienz,
- maligner arterieller Hochdruck,
- Aortenklappenisthmusstenose,
- instabile Angina pectoris,
- schwere Arrhythmie,
- Aneurysma (Ausbeulung von Gefäßen bzw. Herzkammer),
- Thrombophlebitis (Thrombenbildung und Entzündung von Venen)
- akute oder chronische Infektionen oder Entzündungen,
- größerer Fokus (Herd), speziell im Bereich der Tonsillen (Mandeln) oder in den Nasennebenhöhlen,
- unbehandelte höhergradige Hyperthyreose (Überfunktion der Schilddrüse),
- sonstige, für eine Belastung bedenkliche Organveränderungen (besonders Leber, Lunge, Nieren).

Vor allem bei chronischen Mandelentzündungen wird häufig gegen das Sportverbot verstoßen. Erwähnt sei hier der Fall eines 14jährigen Eiskunstläufers, bei dem anlässlich einer A-, B,- C-Kader-Untersuchung eine deutlich erhöhte BKS und hohe Eiweißkonzentrationen im Urin festgestellt wurden. Im Ruhe- und Belastungs-EKG traten gehäuft Extrasystolen (Extraschläge) auf, was auf eine Mitbeteiligung des Herzmuskels hinwies. Vorgeschichte und akuter Befund der Mandeln wiesen auf eine chronische Entzündung hin. Der Empfehlung, nach Abklingen der akuten Beschwerden eine Mandeloperation vornehmen zu lassen, wurde nicht entsprochen, da die Zeitplanung für Training und Wettkämpfe kein Zeitfenster für die Durchführung der Operation mit nachfolgender Rekonvaleszenz übrig ließ. Bei der Kontrolluntersuchung nach einem Jahr fanden sich weiterhin vergrößerte und zerklüftete Mandeln mit einem Weiterbestehen der Herzrhythmusstörungen in Ruhe und während Belastung. Hier haben vor allem die Eltern unverantwortlich mit dem Leben ihres Sohnes gespielt.

Die Erhöhung der Körpertemperatur (Fieber) ist häufig Zeichen für einen allgemeinen oder lokalen Infekt. In diesem Zustand besteht absolutes Sportverbot. Die Gefahr, dass selbst durch einen banalen grippalen Infekt der Herzmuskel (Myokarditis) mitbeteiligt wird, ist sehr groß. Auch nach Abklingen der Beschwerden, selbst nach Normalisierung von Laborwerten, ist die volle Trainings-, vor allem aber Wettkampfleistungsfähigkeit noch einige Tage reduziert.

Sport bei Inneren Erkrankungen

Nicht jede chronische Erkrankung verbietet das Sporttreiben. Im Gegenteil Sport kann sogar ein wesentlicher Teil der Rehabilitation sein. Von den zahlreichen inneren Erkrankungen sollen im folgenden der Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit), das Asthma bronchiale und Sport nach Herzinfarkt exemplarisch dargestellt werden, da bei diesen Krankheitsbildern umfangreiche Erfahrungen im Bereich der Sportmedizin vorliegen.
Der Diabetes mellitus (Zuckerkrankheit) ist eine Störung des Kohlenhydratstoffwechsels infolge eines absoluten oder relativen Mangels an dem körpereigenen Hormon Insulin. Nach Aufnahme von Kohlenhydraten mit der Nahrung (Kartoffeln, Nudeln, Brot u. a.), Aufspaltung in Glucose (Traubenzucker) und Resorption im Darm steigt der Blutzuckerspiegel an. Daraufhin wird in der Bauchspeicheldrüse das Hormon Insulin in die Blutbahn freigesetzt. Dies bewirkt die verstärkte Aufnahme von Zucker in die Leber und in die Muskulatur mit Speicherung des Zuckers in Form von Glykogen (tierische Stärke). Man unterscheidet zwei Formen von Diabetes. Der sog. Typ I-Diabetes kommt vor allem im jugendlichen Alter vor und wird deshalb auch „Jugendlichen- Diabetes„ genannt. Er ist gekennzeichnet durch einen absoluten Insulinmangel infolge der Zerstörung der insulinbildenden Zellen. Der Typ II-Diabetes tritt meistens im fortgeschrittenen Alter auf und ist häufig mit Übergewicht verbunden. Hier liegt zumeist eine Störung der Insulinverwertung vor; denn im Anfangsstadium der Erkrankung werden häufig sogar erhöhte Insulinwerte beobachtet. In der Regel ist eine Störung der Signalweitergabe an den Zellrezeptoren für Insulin gegeben. Etwa 3% der Bevölkerung der Bundesrepublik Deutschland ist an Diabetes mellitus erkrankt, davon 10% Typ I-Diabetes. Da bei dem Typ I-Diabetes durch Zerstörung der Hormonzellen kein Insulin mehr gebildet wird, muß Insulin gespritzt werden, während der Typ II-Diabetiker die Insulinproduktion durch Tabletten anregen kann oder teilweise sogar nur durch Reduktion des Körpergewichts diabetesfrei wird. Gerade für den jugendlichen Diabetiker ist Sport oftmals ein wichtiger Faktor der sozialen Integration. Durch die Überängstlichkeit von Eltern, aber auch Sportlehrern vor dem sportbedingten Entgleisen der Zuckerkrankheit werden Kinder häufig vom Sport ferngehalten. Bei richtiger Kenntnis des Krankheitsbildes und dem Verhalten bei intensiver muskulärer Belastung lassen sich sogar Höchstleistungen im Sport erzielen. Selbst in ausdauerbetonten Sportarten gibt es Diabetiker, die Olympiasieger geworden sind. Gefährdet ist der Diabetiker beim Sporttreiben durch die drohende Hypoglykämie (Unterzuckerung). Dies wird dadurch verursacht, dass der arbeitende

Muskel in der Lage ist, auch bei fehlendem Insulin oder nur geringen Konzentrationen von Insulin vermehrt Glukose aufzunehmen. Beim Gesunden wird die Konstanthaltung des Blutzuckers dadurch geregelt, dass die hormonbildenden Zellen bei Absinken des Blutzuckers die Insulinausschüttung reduzieren bzw. einstellen. Anders ist die Situation beim Typ I-Diabetiker. Das einmal gespritzte Insulindepot im Unterhautfettgewebe setzt unabhängig von der aktuellen Blutzuckerkonzentration Insulin frei und führt damit zum weiteren Absinken des Glucosespiegels. Durch Reduktion der Insulindosis und/oder Erhöhung der Aufnahme der Kohlenhydrate vor der sportlichen Belastung lässt sich eine Unterzuckerung vermeiden. Zudem gibt es Warnzeichen einer beginnenden Unterzuckerung. Der erfahrene Sportler wird dann durch Belastungsunterbrechung und Aufnahme von leicht resorbierbaren Kohlenhydraten dieser Unterzuckerung begegnen können.

Das Asthma bronchiale ist gekennzeichnet durch eine anfallsweise auftretende Verengung der kleinen und mittleren Bronchien. Durch die Einengung der Atemwege ist die Ventilation gestört. Es kommt zur Atemnot. Im anfallsfreien Intervall können Asthmatiker sehr leistungsfähig sein. Auch bei diesem Krankheitsbild sind zahlreiche Weltmeister und Olympiasieger bekannt. Neben exogenen Faktoren, z. B. allergische Reaktionen auf Blütenstäube, Tierhaare, Hausstaub u. a., kann auch körperliche Belastung einen Asthmaanfall, in der Regel nach 2-5minütiger Belastung, auslösen. Als Ursache dafür wird angenommen, dass es bei einem bestehenden hyperreagiblen Bronchialsystem infolge der verstärkten Atmung zu einer zusätzlichen Reizung durch Austrocknung und Abkühlung der Bronchien kommt. Aus diesem Grunde ist es sinnvoll, Sportarten wie Schwimmen zu empfehlen, da hier die Luftfeuchtigkeit und die Umgebungstemperatur relativ hoch sind. Auch scheinen intervallartige Belastungen von einer Intervalldauer bis zu 60 s günstiger als kontinuierliche Ausdauerbelastungen zu sein. Falls dennoch Anzeichen für den Beginn eines Asthmaanfalls auftreten, so lässt sich in den meisten Fällen durch Medikation in Aerosol-Sprayform die Engstellung der Bronchien verhindern oder zumindestens die Symptomatik bessern. Da es sich bei den meisten Asthmatikern um Kinder und Jugendliche handelt, gilt es auch hier vor allem für die Eltern, die Kinder nicht aus falsch verstandener Fürsorge vom Sport fernzuhalten, sondern im Sport eine Möglichkeit zu sehen, die körperliche, psychische und soziale Entwicklung des Kindes zu fördern.

In der Bundesrepublik Deutschland ereignen sich jährlich ca. 230 000 Herzinfarkte, davon werden ca. 120 000 überlebt. Bis Ende der Sechziger Jahre ging man davon aus, dass Herzinfarkt-Patienten sportlich nicht belastbar sind. Anfang der siebziger Jahre haben verschiedene Arbeitsgruppen in Deutschland aufzeigen können, dass unter Beachtung bestimmter Sicherheitsregeln Sport im Rahmen der Herzinfarktrehabilitation durchgeführt werden kann. Ziel der sportlichen Rehabilitationsmaßnahmen sind die Steigerung der Leistungsfähigkeit und Belastbarkeit, Ökonomisierung der Herz-Kreislauf-Tätigkeit und psychosoziale Effekte (8). Bei der Durchführung des Herzinfarktsports sind hohe Sicherheitsanforderungen notwendig, da der Patient nach einem Herzinfarkt besonders

gefährdet ist und durch unkontrolliert hohe Belastungen ein Reinfarkt oder aber ein plötzlicher Herztod ausgelöst werden kann.

In Abhängigkeit von der Lage und der Größe des zerstörten Herzmuskelbereichs kommt es zu unterschiedlichen Einschränkungen der kardialen Leistungsfähigkeit. Somit sind nicht alle Herzpatienten für ein Herzsporttraining geeignet. Als Voraussetzung für die Teilnahme an einer Trainingsgruppe wird eine Belastbarkeit von mindestes 1 Watt pro kg Körpergewicht verlangt. Ausgetestet wird die Belastbarkeit mit Hilfe der Fahrradergometrie. Bis zu dieser Grenzbelastung dürfen keine subjektiven Beschwerden auftreten bzw. Zeichen für eine Reduzierung der Herzdurchblutung im Belastungs-EKG (z. B. ST-Streckensenkungen ≥ 0,2 mV oder gefährliche Rhythmusstörungen) beobachtet werden. Übertragen auf das tägliche Leben bedeutet diese Belastbarkeit die Fähigkeit, locker traben zu können. Patienten mit einer geringeren Belastbarkeit, mit jedoch mindestens noch 0,5 Watt/kg Körpergewicht, können an einer sog. Übungsgruppe teilnehmen. In der Regel wird ein Lauftraining nicht durchgeführt, da die Belastbarkeit der Patienten dazu nicht ausreicht. Das Programm besteht im wesentlichen aus Gymnastikübungen sowie einfachen Spielformen. Ein Hauptziel zu Beginn der Sporttherapie ist, den Patienten die Fähigkeit zu vermitteln, ihre individuelle Belastbarkeit kennen zu lernen und motorische Beanspruchung unabhängig von der der anderen Gruppenmitglieder einzustellen. Hierzu dienen verschiedene organisatorische Maßnahmen wie Dreieckslauf und gemeinsames Laufen mit gleichbelastbaren Gruppenmitgliedern. Als weitere Sicherheitsaspekte sind zu nennen, dass in Deutschland Herzsport nur in Anwesenheit eines Arztes durchgeführt wird und die Übungsleiter eine spezifische Ausbildung für Sport mit Herzpatienten erfahren haben. Apparativ ist jede Sportübungsstätte für Herzpatienten mit einem ärztlichen Notfallkoffer und einem Defibrillator ausgestattet. In der Kölner Arbeitsgruppe um Prof. Rost/Prof. Hollmann, die seit nunmehr 25 Jahren Erfahrung in der Betreuung von Herzsportgruppen hat, konnte in mehreren Fällen mit Hilfe des Defibrillators ein Kammerflimmern beherrscht werden. So wird ein tragbarer Defibrillator selbst während des Ski-Langlaufs und beim alpinen Skilaufen vom betreuenden Arzt mitgeführt.

Zusammenfassung

Sport hat in unserer heutigen Gesellschaft einen hohen präventiven Wert zur Gesunderhaltung. Gleichzeitig geht von ihm eine Gefährdung für die Gesundheit aus, die für verschiedene Sportarten unterschiedlich ausfällt. Zum einen sind es die durch die mit dem Sport verbundenen Kraftwirkungen, die häufig Verletzungen nach sich ziehen. Auf der anderen Seite können intensive Belastungen bei vorbestehenden akuten oder chronischen inneren Erkrankungen das Risiko einer Verschlimmerung der Erkrankung bzw. die Wahrscheinlichkeit für das Auftreten von Todesfällen erhöhen. Durch Kenntnisse um die Zusammenhänge und Anwendung entsprechender Vorsichtsmaßnahmen lässt sich die Häufigkeit von Zwischenfällen reduzieren, ohne sie ganz verhindern zu können.

Literatur

1. HOLLMANN, W.; HETTINGER, T.: Sportmedizin – Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. Schattauer, Stuttgart 2000

2. JUNG, K.; SCHÄFER-NOLTE, W.: Todesfälle im Zusammenhang mit Sport. Dtsch Z Sportmed 33: 6-11 (1982)

3. KINDERMANN, W.; URHAUSEN, A.: Plötzlicher Herztod beim Sport. Strauß, Köln 1999

4. PAFFENBARGER, R.; WING, A.; HYDE, R.: Physical activity as an index of heart attack risk in college alumni. Am. J. Epidemiol. 108: 161 (1978)

5. PARZELLER, M.; RASCHKA, C.: Der plötzliche und unerwartete Tod im Vereinssport der Bundesländer Berlin und Brandenburg (Januar 1992 - April 1997) Versicherungsmedizin 51: 157-160 (1999)

6. RASCHKA, C.; PARZELLER, M.; GLÄSER, H.: Der Tod im Vereinssport in der Bundesrepublik Deutschland – epidemiologische Erhebung in 8 Landessportbünden über 13 Jahre und 2 Landessportbünden über 2 Jahre. Dtsch Z Sportmed. 47: 17-22 (1996)

7. RASCHKA, C.; PARZELLER, M.; KIND, M.; BANZER, W.: Organpathologische Ursachen des akuten Sporttodes in Deutschland, Österreich und der deutschsprachigen Schweiz. Dtsch Z Sportmed 49: 157-160 (1998)

8. ROST, R.: Sport- und Bewegungstherapie bei inneren Krankheiten. Deutscher Ärzteverlag, Köln 1995

Anschrift des Verfassers:
Prof. Dr. med. Hermann Heck
Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Sportmedizin
Overbergstraße 19
D-44780 Bochum,

Risiko-Kommunikation risikolos und effektiv gestalten

Krause, R.

Diplom Psychologin, Frankfurt

Einleitung

Dieser Beitrag beschäftigt sich mit verschiedenen *Formen* von Kommunikation und *wie* sie genutzt werden können, um das Ziel „Mehr Sicherheit im Sport“ zu unterstützen. Kann die Frage noch generell gestellt werden, erfordert die Antwort einen hohen Grad an Differenzierung nach Zielen, Zielgruppen, spezifischen Situationen und Motivation der Zielpersonen. Grundsätzlich geht es um drei Aspekte ...

- *Wissen und Fähigkeiten* vermitteln, die die Sicherheit im Sport fördern.
- *Positive Einstellungen* zu sicherem Verhalten im Sport erzeugen oder festigen. Das bedeutet gleichzeitig, ein Klima zu schaffen, in dem Sicherheit ein akzeptabler, ja sogar positiver Wert ist und nicht als „uncool“ empfunden wird.
- *Motivieren*, Wissen und Fähigkeiten zu nutzen und in entsprechende Handlungen umzusetzen.

Der Beitrag stellt verschiedene Erkenntnisse der Kommunikations- und Verhaltenswissenschaften vor und zeigt in den Schlussfolgerungen auf, wie sie in der Kommunikation mit den Zielgruppen genutzt werden können. (Im mündlichen Vortrag ergänzen Beispiele den Beitrag.) Bei dem Thema beziehe ich mich vor allem auf den Freizeit- und Gesundheitssport. Beim Leistungssport spielen noch eine Reihe anderer Motivationen eine Rolle, die die Risikoreduktion teilweise erheblich erschweren.

1. Massen- und Personale Kommunikation

Die beiden Kommunikationsformen werden zu Beginn vorgestellt, da sie in den Schlussfolgerungen für die Praxis immer wieder erwähnt werden.
Es können grundsätzlich zwei große Gruppen von Kommunikation unterschieden werden ...

Massenkommunikation

wie Broschüren, Plakate, Handzettel, Anzeigen usw. zum Thema Sportsicherheit
- Massenkommunikation wendet sich an große Gruppen von Menschen,

- sie ist daher ökonomisch.
- Massenkommunikation ist einseitig, nicht dialogisch. Die Botschaft geht nur vom Sender zum Empfänger. Es gibt keine Gelegenheit der Rückkoppelung.
- Wegen der notwendigen Allgemeinheit der Aussagen und Empfehlungen ist der Zielerreichungsgrad meist geringer als bei Personaler Kommunikation.

Personale Kommunikation

Damit sind Kommunikationsformen „von Mensch zu Mensch“ gemeint, also im direkten Kontakt von zwei Menschen oder einer überschaubaren Menge von Menschen.
- Personale Kommunikation ist sehr wirksam, ...
- erreicht aber immer nur relativ wenige Menschen gleichzeitig,
- ist daher sehr zeitaufwendig und kostenträchtig.
- Die Empfehlungen und Erklärungen können sehr individuell auf den oder die Kommunikations-Partner abgestimmt werden, auf seine Bedürfnisse, Befürchtungen und Bedenken.

Bei allen organisierten Sportangeboten wie Verein, Schule, Lauftreff, Kurse zum Inline-Skaten usw. bietet sich, viel mehr als in anderen Lebensbereichen, die Möglichkeit die effektive Personale Kommunikation zu nutzen.

Schlussfolgerungen für die Praxis
- ♦ Kommunikationsformen nach den angestrebten Zielen wählen.
- ♦ Sehr wirkungsvoll ist eine Kombination von beiden Kommunikationsformen.
- ♦ Übungsleiter und -leiterinnen sollten in wirkungsvoller Personaler Kommunikation geschult werden.

2. Erkenntnisse der Kommunikations- und Verhaltenswissenschaften

Die folgenden Kapitel beschäftigen sich mit wissenschaftlichen Erkenntnissen, die für die Gestaltung der Kommunikation für mehr Sportsicherheit genutzt werden können.

2. 1 Risiko-Kommunikation oder Kommunikation mit Furchtappellen

Die Art von Kommunikation, über die wir hier sprechen, wird in der Fachsprache „Risiko-Kommunikation“ genannt. Kommunikation über Risiken weist einige beachtenswerte Besonderheiten auf.

Furchtappelle

In der Risikokommunikation wird häufig mit Furchtappellen gearbeitet. Die negativen Folgen des nicht erwünschten Verhaltens werden mehr oder weniger massiv dargestellt. Bis vor einigen Jahren war dies noch völlig verpönt. Neuere Forschungsergebnisse sowie eine Meta-Analyse zeigten allerdings, dass Furcht-Appelle in bestimmten Zusammenhänge durchaus Wirkungen zeigen können.
- ♦ Menschen *ohne* Risikoverhalten, z.B. Anfängern in einer Sportart, reagieren häufig positiv auf gemäßigte Furchtappelle,

- wenn gleichzeitig Hinweise für präventives Handeln gegeben werden.
- wenn die Hinweise möglichst konkret und einfach sind.
- wenn die Empfehlungen als wirksam angesehen werden.

♦ Der zusätzliche Hinweis auf *positive soziale Konsequenzen* beim Bemühen um Sicherheit ist bei Menschen *ohne* Risikoverhalten in dieser Gruppe wirkungsvoll.

♦ Bei Menschen *mit* Risikoverhalten ist die Verarbeitung komplexer:

- Die Dissonanz zwischen dem eigenen Verhalten und der Sicherheitsempfehlung birgt die Gefahr von Abwehrreaktionen wie:
  - ➢ Die Aussagen über die Gefahren einer Handlung werden zwar generell akzeptiert, sich selbst sieht man allerdings als Ausnahme (defensiver Optimismus).
  - ➢ Der Kommunikator wird für unglaubwürdig erklärt, z.B. kann einer Krankenkasse vorgeworfen werden, bei ihrem Engagement zur Sicherheit im Sport gehe es ihr gar nicht um die Versicherten sondern nur darum, Geld zu sparen.
  - ➢ Die Einstellungs- und / oder Verhaltensänderung ist nur vorübergehend.
  - ➢ Die Kommunikation über Sicherheit im Sport wird gänzlich abgebrochen.
- *Negative soziale Konsequenzen* scheinen argumentativ ebenso wirkungsvoll zu sein wie die negativen Folgen für die (erlebbare) Leistungseinschränkung.

Ein genereller Unterschied besteht bei der Art der Kommunikation. In der Personalen Kommunikation ist es möglich, individuelle Lösungen zur Vermeidung des Risikos zu erarbeiten und auftauchende Ängste und Befürchtungen zu besprechen. Dadurch kann die Furcht eher reduziert werden als durch standardisierte Argumentationen und Lösungsvorschläge in der Massenkommunikation.

Risikoschätzung oder „Wir sind hoffnungslose Optimisten“

Menschen schätzen Gefährdungen unterschiedlich ein, je nachdem, ob sie an sich selbst oder an andere denken. Das gilt nicht nur für Risiken im Sport sondern für verschiedene Lebensbereiche. Leider liegen m. W. keine sport-spezifischen Untersuchungen vor.

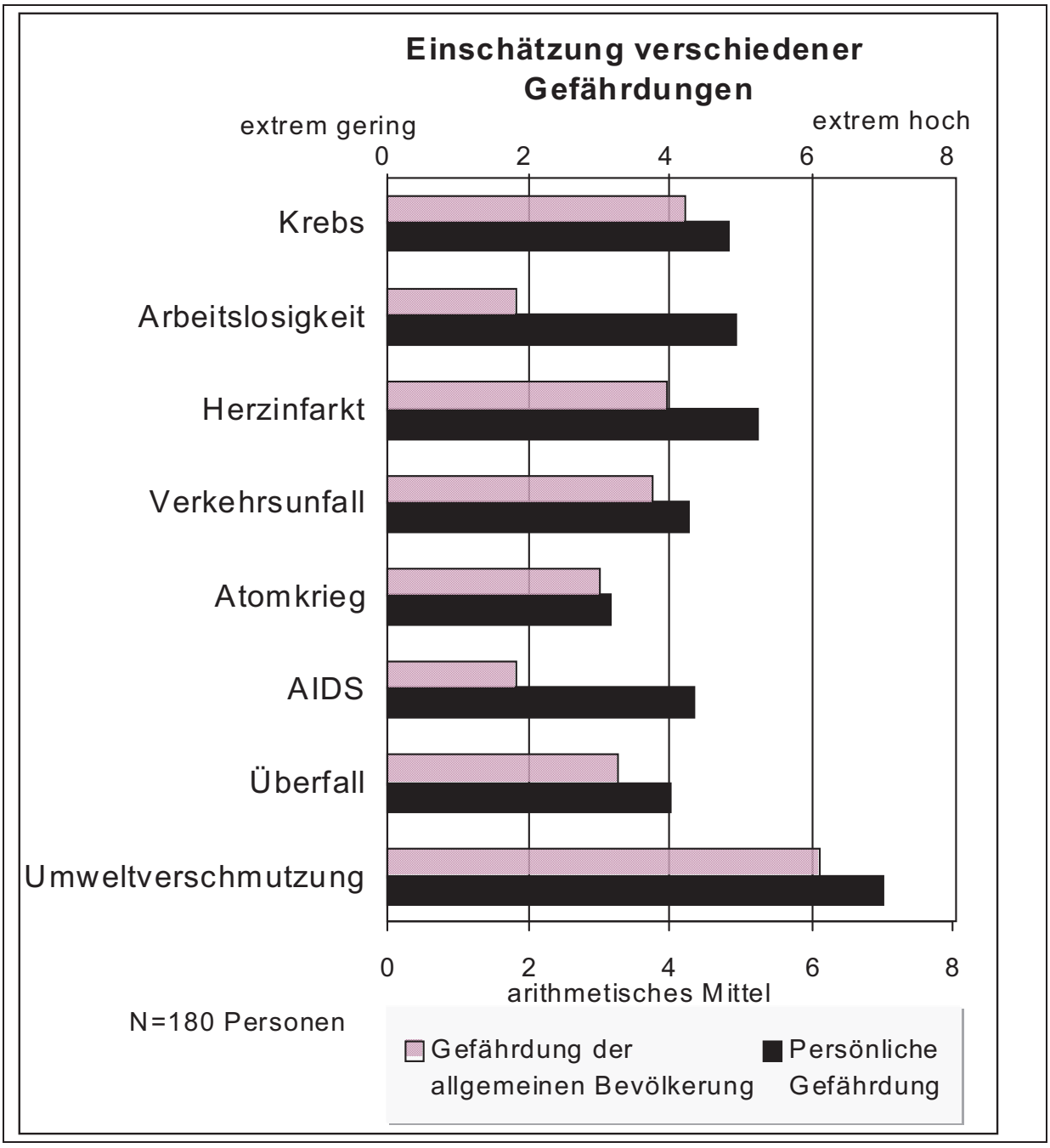


Abb. 1: Einschätzungen verschiedener Gefährdungen

Eine Gefahr schätzen die meisten Menschen für sich selbst geringer ein als für andere Menschen. Darin könnte sich zum Teil die Abwehrreaktion „man sieht sich selbst als Ausnahme“ manifestieren. Fragt man sich, was die Risikoeinschätzung beeinflusst, konnten folgende Faktoren festgestellt werden:

Tabelle 1: Allgemeine Einflüsse auf die Risikoeinschätzung

Risiken werden höher eingeschätzt ...

- wenn sie aufgezwungen sind, ...
  z.B. Kernkraftwerk oder Müllverbrennung in der Nähe.
- wenn man sich ihnen gegenüber hilflos fühlt,
  z.B. Luftverschmutzung durch starken Verkehr an der Wohnstraße.
- wenn das Risiko die Allgemeinheit trifft, der Nutzen aber wenigen zufällt,
  z. B. den Betreibern des Kernkraftwerks.
- wenn viel darüber berichtet wird,
  z. B. Flugzeugunfälle im Vergleich zu Autounfällen.

Risiken werden geringer eingeschätzt, ...

- wenn man sie freiwillig übernimmt,
  z. B. Drachenfliegen, Skifahren.
- wenn man glaubt, darauf Einfluss zu haben,
  z. B. Alkoholgenuss, Rauchen.
- wenn man selbst davon den Nutzen hat,
  z.B. Autofahren
- wenn wenig darüber berichtet wird,
  z. B. Sportunfälle.

Wir müssen also feststellen, dass sportliche Aktivitäten eine „Gering-Schätzung“ von Risiken geradezu herausfordern. Umso wichtiger ist es, mit Mitteln der Kommunikation zu einer realistischen Risikoeinschätzung beizutragen.

Das „Rätsel“ der Überschrift zu diesem Beitrag wird nun verständlicher: Die Kommunikation deswegen „risikolos“ oder wenigstens risikoarm gestaltet werden, um Abwehrhaltungen zu vermeiden. Und natürlich effektiv, das versteht sich von selber.

Positive Zielformulierung

Auch die Zielformulierung spielt für die Akzeptanz einer Botschaft eine wichtige Rolle. Einem positiven Ziel wenden sich Menschen eher und einfacher zu als einem negativen. Den Organisatoren sei aus diesem Grunde Dank, dass sie dem Kongresstitel gleich zwei positive Zielvorstellungen mitgegeben haben, „Sicherheit“ und „Spaß“ und uns einen Titel wie etwa „Risiko- und Unfallbekämpfung bei der Sportausübung" erspart haben.

Schlussfolgerungen für die Praxis

- Bei den Überlegungen zur Zielgruppe sollte bei massenkommunikativen Medien entscheiden werden,
  - an welche Gruppe von Menschen sich das Medium wendet: Alter, Geschlecht, Vorerfahrung, Risikobewusstsein, Art der Sportausübung. Medien, die sich an

„alle“ oder „*die* Fußballer“ wenden, sind wenig bis nicht wirkungsvoll.
- ob Menschen mit oder ohne Risikoverhalten angesprochen werden sollen.

- Generell keine zu starke Furchterzeugung wegen möglicher Abwehrreaktionen. In der Personalen Kommunikation kann potentiell mit größerer Furchtinduktion gearbeitet werden als in der Massenkommunikation.
- Neben gesundheitlichen und Auswirkungen auf die Leistungsfähigkeit kann auch mit (positiven und / oder negativen) sozialen Konsequenzen argumentiert werden, z. B. bei sicherheitsbewußtem Verhalten zu einer attraktiven Gruppe zu gehören.
- Der Überzeugung entgegenwirken, dass zwar andere, man selbst aber nicht gefährdet ist. Zu einer realistischen Einschätzung von Risiko und Handlungsmöglichkeiten beitragen.
- Die positiven Zielvorstellungen in den Mittelpunkt stellen, z. B. Sicherheit und Spaß hervorheben statt der Gefahren. Die objektiven und subjektiven Vorteile von Sicherheit in dieser Sportart ansprechen

2.2 Kohärenz-Sinn

Das Konzept des „sense of coherence“ stammt aus der Salutogenese-Forschung, die Antonovsky und seine Nachfolger entwickelten. Im Salutogenese-Konzepts stehen die Ressourcen, d.h. die Eigenschaften und Fähigkeiten im Mittelpunkt, die dazu beitragen, *Gesundheit* zu erhalten oder wieder zu gewinnen. Das steht im Gegensatz zur traditionellen medizinisch-epidemiologischen Forschung, die Faktoren untersucht, die zu Krankheiten führen.

Ein grundlegender Faktor zum Erhalt von Gesundheit ist der Kohärenz-Sinn. Darunter versteht man ein überdauerndes, dynamisches Gefühl des (Selbst-) Vertrauens des Menschen,

1. dass die Anforderungen der Umwelt verstehbar sind (comprehensibility)
   Im Sport sollte sich daraus eine realistische Einschätzung der Gefahren ergeben.
2. dass man über Ressourcen verfügt oder sie entwickeln kann, um die Anforderungen zu bewältigen (managebility).
   Sportler mit Kohärenz-Sinn sind in der Lage, sich gegen auftretende Gefahren zu schützen, z.B. durch Training zusätzlicher Fähigkeiten, z.B. „geschicktes“ Fallen.
3. Anforderungen werden als Herausforderungen empfunden, für die es sich lohnt, Energie und Zeit einzusetzen (Sinnhaftigkeit).
   Für den kohärenten Sportler macht es Sinn, Zeit und Energie in das Erlernen einer Sportart zu investieren, statt sich sofort hinein zu stürzen.

Je größer also das Ausmaß an Kohärenz eines Sportlers oder einer Sportlerin ist, desto geringer die Gefahr, unvernünftige Risiken einzugehen. Es wäre also günstig, im Sport den Kohärenz-Sinn und das Selbstvertrauen von Sportlern und Sportlerinnen zu stärken. Dieses Ziel weist weit über den Sport hinaus und hat fast general-präventive Wirkungen. Menschen mit gut ausgeprägtem Kohärenz-Gefühl kommen in allen Lebensbereichen gut zurecht. In der Suchtprävention wird das schon seit einigen Jahren mit dem Ansatz der unspezifischen Prävention in die Praxis umgesetzt, z. B. in der sucht-

präventiven Kampagne der Bundeszentrale für gesundheitliche Aufklärung (BZgA) „Kinder stark machen“, die auch der organisierte Sport mit Werbung und Veranstaltungen unterstützt. Der Sport könnte damit einen weiteren wichtigen Beitrag zur psychischen und physischen Gesundheit leisten.

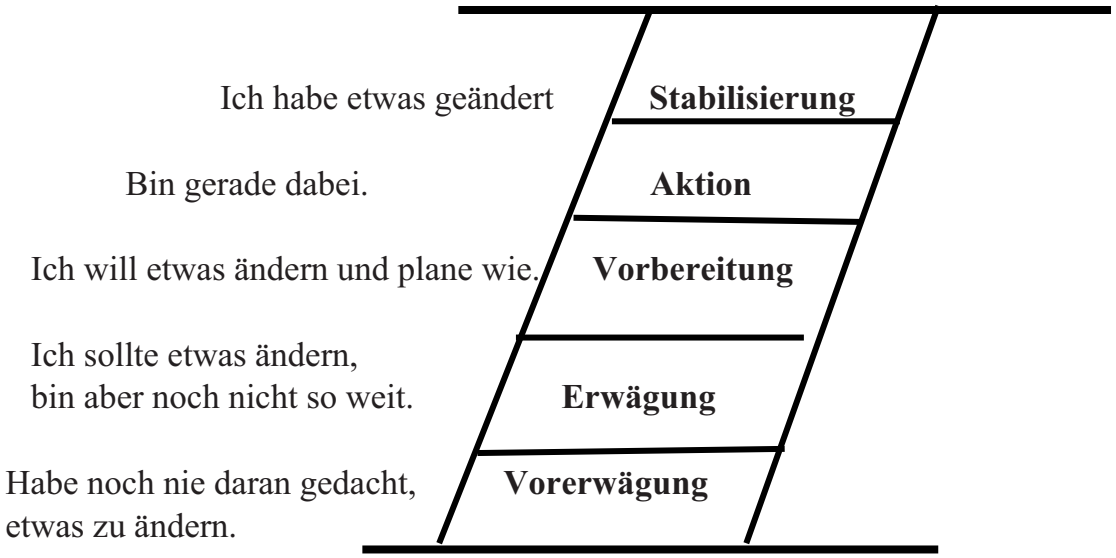
Schlussfolgerungen für die Praxis

- Die Kommunikation soll eine *realistische* Einschätzung der Gefahren unterstützen und die Menschen *verstehen* lassen, wie die Gefahren entstehen. Weiter vermittelt die Kommunikation Möglichkeiten, die Sicherheit zu verbessern.
- Personale Kommunikation ist eine hervorragende Methode, zu Sicherheitsverhalten anzuleiten.
- Mit den Mitteln der Massenkommunikation kann Problembewußtsein geschaffen und darauf hingewiesen werden, wie und wo man diese Fähigkeiten erlernen kann, z.B. Schnupperkurse Joggen, die bei Vereinen oder Lauftreffs angeboten werden; , Inline-Skate-Kurse mit Fahr-, Brems- und Falltraining; Anleitungen zu gefahrlosem Nutzen der Geräte im Fitness-Studio.
- Kommunikation stärkt das Selbstbewußtsein der Menschen, die Risiken bewältigen zu können (Selbstwirksamkeit).
- Kommunikation versichert, dass es sich lohnt, Zeit und Energie für mehr Sicherheit einzusetzen. Vorteile sind Spaß, Leistung, Mitmachenkönnen usw.

2.3 Leiter der Verhaltensänderung

Die Leiter der Verhaltensänderung ist die praktische Umsetzung des „non-theoretical model of behavior change“, das Prochaska, seine Kollegen und Nachfolger entwickelten und testeten. Das Modell beschreibt die Stadien, die ein Mensch bei einer Einstellungs- und Verhaltensänderung durchläuft, z. B. um von einer risiko-betonten zu einer risiko-armen Sportausübung zu kommen.

Abb. 2: Leiter der Verhaltensänderung



Die Stufen werden schrittweise durchlaufen, es ist nicht möglich, eine Stufe zu überspringen. Die Aktionsphase dauert bei häufig praktizierten Verhaltensweisen in der Regel ca. drei Monate, dann ist das neue risikoärmere Verhalten in den normalen Sportalltag integriert. Das Verhalten ist allerdings noch weitere neun Monate nicht so stabil, dass nicht besondere Lebenssituationen oder Umstände einen Rückfall bewirken könnten.

Bevor es allerdings überhaupt zu einer Verhaltensänderung kommt, müssen Erwägungs- und Vorbereitungsphase durchlaufen werden. Die Vorbereitungsphase kann unter Umständen sehr kurz sein, besonders wenn attraktive Angebote gemacht werden. Die Erwägungsphase dauert dagegen häufig sehr lange, manchmal jahrelang. Viele Menschen, die z.B. mit dem Rauchen aufgehört haben, wissen das aus eigener Erfahrung nur zu gut. Es ist nicht selten, dass erst eine eigene Verletzung oder die eines Sportkollegen dazu führt, die Stufe der Vorbereitung zu erklimmen und nach Änderungsmöglichkeiten und / oder Angebote Ausschau zu halten.

Zu einem gegebenen Zeitpunkt, werden sich die meisten Menschen auf der Stufe der Vorerwägung oder Erwägung für ein Thema befinden. Nur wenige sind in der Vorbereitungs- oder Aktionsphase, wenn z.B. eine Übungsleiterin im Handball, eine oder mehrere Unterrichtseinheiten zum Thema Sicherheit durchführt. Konkrete Maßnahmen stoßen aber nur in der Aktionsphase auf offene Ohren und auf die Bereitschaft engagiert mitzumachen. In den anderen Phasen sind eher informations-orientierte Massnahmen sinnvoll, um Menschen auf die nächst höhere Stufe steigen zu lassen.

Schlussfolgerungen für die Kommunikations-Praxis

- Es ist wichtig herauszufinden, auf welcher Stufe der Leiter der Verhaltensänderung sich die Personen der Zielgruppe befinden.
- Nur in der Aktions- und Stabilisierungsphase sind konkrete und handlungsorientierte Angebote erfolgversprechend, z.B. Trainingseinheiten, Videos, die Fähigkeiten vermitteln sollen. Besonders erfolgversprechend sind Massnahmen der Personalen Kommunikation, ggf. in Kombination mit Medien der Massenkommunikation
- Für die Vorerwägungs-, Erwägungs- und Vorbereitungsphase sind dagegen informations-orientierte Kommunikationsformen dienlich. Das können Massenmedien sein wie Broschüren, Plakate, Spots oder Videos, die risko-armes Sportausüben attraktiv darstellen. Sie zeigen, dass es möglich ist, sicheres Sportausüben zu genießen. Die Inhalte ...
  - Es gibt Risiken und Verletzungsgefahren, die Gesundheit und Lebensqualität gefährden können (geringe bis mittlere Furchtappelle).

- Es gibt aber erfolgversprechende, (möglichst) einfache und attraktive Möglichkeiten, den Gefahren zu begegnen.
- Es lohnt sich, Zeit und Energie für Sicherheit zu investieren.
- Sicherheit hat attraktive, Vorteile.
- An konkreten Angeboten gibt es ...

2.4. Motive für Sportausübung und für sicherheitsbewußtes Verhalten

Die Motive für das Ausüben von Sport generell sowie die Vorteile durch die Wahl einer bestimmten Sportart sind bei den verschiedenen Menschen sehr unterschiedlich. Wichtig ist, dass die Vorteile und der Nutzen, den der Sport für den Einzelnen mit sich bringt, durch Sicherheitsmaßnahmen nicht oder möglichst wenig beeinträchtigt wird. Andernfalls wird die Verstärker-Bilanz negativ. Als Folge werden entweder die Sicherheitsmaßnahmen und / oder die Sportart aufgegeben.

Abb. 3: Motive, die berücksichtigt werden sollten

Mögliche Motive *für Inline-Skaten* (Pros)	
- Spaß	- Gesundheit / Lebensqualität[1]
- zu einer bestimmten Gruppe gehören	- Stellung in der Gruppe erhalten / gewinnen
- der Schnellste / Beste sein wollen	- neue Menschen kennen lernen
- Spaß im Freien zu sein	- Spaß am Gleiten
- Sportlichkeit / Fitness demonstrieren	- etwas mit anderen zusammen tun
Mögliche Motive *gegen* Sicherheitsmaßnahmen (Contras)	
- Schützer / Helm sehen „unwohl“ aus	- bin doch kein Angsthase
- trau mich nicht, absichtlich zu fallen	- keine Zeit zum Lernen
- brauche ich nicht, werde schon geschickt fallen.	- keine Zeit zum Lernen - wird schon nichts passieren

Schlussfolgerungen für die Praxis

- Lernen der Sicherheitsfähigkeiten und die Kommunikation sollten so gestaltet sein, dass sie den Contras entgegenwirken und die Pros nicht beeinträchtigen.
- Ein Klima schaffen, dass sicherheitsbewußtes Verhalten unterstützt.

[1] Das Gesundheits-Motiv ist für den Einzelnen natürlich viel differenzierter. Für verschiedene Menschen sind verschiedene Aspekte wichtig, z. B. Herz-Kreislauf-Fitness, Wohlbefinden, Stressausgleich, Senken des Cholesterin-Quotienten, Beweglichkeit, Muskelkraft und -ausdauer fördern, Lebensqualität verbessern, durch gute Gesundheit, andere (Freizeit-) Aktivitäten durchführen können.

3. Zusammenfassung der Empfehlungen

Abschließend eine Zusammenfassung der Schlussfolgerungen, die in die Kategorien „Inhalte“ und „Formen“ der Kommunikation unterteilt ist.

Zu den Inhalten der Kommunikation

- Inhalte ziel- und zielgruppen-spezifisch wählen; längst nicht alle Inhalte sind für alle Zielgruppen geeignet.
  - Alter und Geschlecht berücksichtigen
  - Risikobewußtsein und Risikoerfahrung
  - Art der Sportausübung
  - An den Stufen der Leiter der Verhaltensänderung ausrichten
    > Vorerwägungs-, Erwägungs-, Vorbereitungsphase = informations-orientiert
    > Aktions- und Stabilisierungsphase = handlungs-orientiert
- „Alle“ können *niemals* eine sinnvolle Zielgruppe sein.
- Positive Zielvorstellungen in den Mittelpunkt stellen: Sicherheit vs. Gefahren.
- *Realistische* Risikoeinschätzung ermöglichen. Der Überzeugung entgegenwirken, dass man selbst nicht betroffen sein könnte.
- Wissen vermitteln, wie und warum Verletzungen entstehen.
- Das Bewußtsein stärken, den Gefahren begegnen zu können (Selbstwirksamkeit).
- Aufzeigen, welche konkreten, wirksamen und realistischen Möglichkeiten es gibt, sicher Sport zu treiben, und dass es sich lohnt, dafür Zeit und Energie aufzuwenden.
  (Handlungswirksamkeit)
- Aufzeigen *wie* man diese möglichst einfach erlernen und umsetzen kann.
- Motive berücksichtigen
  - aufzeigen, dass *Vorteile und Nutzen* der Sportausübung „trotz“ risikoarmen Sporttreibens gewahrt bleiben.
  - *objektive und subjektive* Argumente gegen sicherheitsbewusstes Handeln ernst nehmen und Verständnis zeigen.
- Konsequenzen von Gefahren aufzeigen mit kurz- und langfristigen Folgen (geringe bis mittlere Furchtappelle je nach Kommunikationsform)
  - Verletzungen, Schmerz
  - mehr oder weniger große Einschränkung beim Sporttreiben.
  - Einschränkungen bei anderen Freizeitaktivitäten, ggf. auch berufliche Einschränkung der Leistungsfähigkeit
  - positive soziale Konsequenzen für sicherheitbewusstes Handeln aufzeigen und negative für risiko-orientiertes Handeln.

Zur Form der Kommunikation

- Personale und Massenkommunikation
  - Personale Kommunikation ist sehr wirksam, besonders in der Handlungsphase. Ist aber auch am aufwendigsten. Auch wichtig, um ein geeignetes Klima für sicherheitsbewußtes Sporttreiben zu schaffen
  - Massenkommunikation zeigt breite, weniger tiefgehende Wirkung und erreicht viele Menschen. Besonders für Information geeignet und um ein geeignetes Klima zu unterstützen.
  - Die Kombination von Personaler und Massenkommunikation ist am wirksamsten.
- Zielgruppenspezifische Wahl des Mediums und der Gestaltung, z.B. keine Erwachsenen-Gestaltung für Jugendliche und umgekehrt.

Anschrift für die Verfasser:
Dr. Regina Krause
Dipl. Psychologin
Taunusstr. 9
65779 Kelkheim

Bewegungsförderung und Unfallrisiko

Martin, B. W.

Sportwissenschaftliches Institut des Bundesamts für Sport Magglingen und Institut für Sozial- und Präventivmedizin der Universität Zürich

Dem oberflächlichen Betrachter können vielleicht die Unfallverhütung einerseits und die Förderung von Bewegung und Sport andererseits als Gegensätze erscheinen. Dass dies nicht der Fall sein muss und wie sich im Gegenteil in der Schweiz eine ausgezeichnete Zusammenarbeit zwischen den in den beiden Bereichen tätigen Organisationen etabliert hat, soll im folgenden Beitrag aufgezeigt werden.

Bewegung, Sport und Gesundheit - die Ausgangssituation in der Schweiz

Aufgrund der klaren Evidenz zur Bedeutung der körperlichen Aktivität für die Gesundheit sind vom Bundesamt für Sport, vom Bundesamt für Gesundheit und vom Netzwerk Gesundheit und Bewegung Schweiz gemeinsame Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung herausgegeben worden (Abbildung 1, *). Die Mindest- oder Basisempfehlungen, die bereits bedeutende und vielfältige Wirkungen auf Gesundheit und Lebensqualität versprechen, haben aus Public-Health-Sicht die grösste Bedeutung: Frauen und Männer jeden Alters wird eine halbe Stunde Bewegung täglich empfohlen mit einer Intensität, die zumindest zügigem Gehen entspricht. Neben den meisten Spielen und Sportarten entspricht eine Vielzahl von Alltagsaktivitäten dieser Beschreibung, so auch Treppensteigen, Velofahren, Schneeschaufeln oder Rasenmähen. Wer sich nicht dreissig Minuten am Stück bewegen kann, hat ausserdem die Möglichkeit, „Bewegungsepisoden“ über den ganzen Tag zusammenzuzählen, wobei Aufteilungen bis zu etwa 10 Minuten noch sinnvoll sind.
Wer diese Mindestempfehlungen bereits erreicht, kann mit einem gezielten Training von Ausdauer, Kraft und Beweglichkeit noch mehr für Wohlbefinden, Gesundheit und Leistungsfähigkeit tun. Ein Training der Ausdauer oder der kardiorespiratorischen Fitness umfasst mindestens 3 Trainingseinheiten pro Woche über 20 bis 60 Minuten bei einer Intensität, die leichtes Schwitzen und beschleunigtes Atmen verursacht, das Sprechen aber noch zulässt. Krafttraining trägt in jedem Alter zu Wohlbefinden und Gesundheit bei, besonders wichtig für die Leistungsfähigkeit und die Erhaltung der Selbständigkeit wird es etwa ab dem 50. Lebensjahr. Es sollte zweimal in der Woche durchgeführt werden und durch Gymnastik- oder Stretchingübungen zur Verbesserung der Beweglichkeit ergänzt werden.
Neueste Untersuchungen zeigen, dass ein gutes Drittel der Schweizer Bevölkerung sich nicht eine halbe Stunde täglich bewegt und somit als inaktiv zu betrachten ist [1]. Etwa ein weiteres Drittel ist aktiv entsprechend den Mindestempfehlungen, aber

betreibt kein Ausdauertraining und ein weiteres Drittel ist sportlich trainiert im Sinne eines Trainings vom Ausdauertyp. Aus Sicht der Volksgesundheit hat die Förderung von Bewegung und Sport bei Inaktiven die grösste Bedeutung. Eine detaillierte Studie zu den volkswirtschaftlichen Auswirkungen des Bewegungsmangels in der Schweiz ist zur Zeit im Gange, erste Abschätzungen gehen von jährlich 4000 bis 5000 vermeidbaren Todesfällen durch körperliche Inaktivität aus.



- **Frauen und Männern in jedem Lebensalter wird mindestens eine halbe Stunde Bewegung täglich in Form von Alltagsaktivitäten oder Sport mit mindestens „mittlerer“ Intensität empfohlen. Hiermit werden bedeutende und vielfältige Wirkungen auf Gesundheit und Lebensqualität erreicht.**
- **Bereits Aktive können mit einem zusätzlichen Training von Ausdauer, Kraft und Beweglichkeit noch mehr für ihr Wohlbefinden, ihre Gesundheit und ihre Leistungsfähigkeit tun.**
- **Bei Trainierten bringen weitergehende sportliche Aktivitäten zusätzlichen gesundheitlichen Nutzen. Dieser nimmt aber nicht mehr in gleichem Masse zu.**

Abbildung 1. Zusammenfassung der Empfehlungen für gesundheitswirksame Bewegung von BASPO, BAG und Netzwerk Gesundheit und Bewegung Schweiz in der Bewegungspyramide.

Zu den negativen Folgen des Sports liegen genauere Daten vor. Jährlich gibt es in der Schweiz 300’000 Sportunfälle mit etwa 160 Todesfällen. Die volkswirtschaftlichen Gesamtkosten werden auf 2.1 Milliarden Franken pro Jahr geschätzt, die Heilungskosten auf etwa 230 Millionen Franken pro Jahr, entsprechend etwas mehr als 0.5% der Gesamtkosten im Gesundheitswesen.
Diese Zahlen machen sowohl die Notwendigkeit einer verstärkten Förderung von Bewegung und Sport als auch einer Weiterführung und gezielten Weiterentwicklung der Massnahmen zur Unfallprävention deutlich.

Bewegungsförderung und Unfallprävention

Diese Auffassung wird auch vom Netzwerk Gesundheit und Bewegung Schweiz geteilt, in dem sich die Organisationen treffen, die sich auf nationaler Ebene für die Gesundheitsförderung durch Bewegung und Sport einsetzen (Tabelle 1). So sind die Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu und die Schweizerische Unfallversicherungsanstalt SUVA aktive Mitglieder im Netzwerk und im Grundsatzdokument „gesundheitswirksame Bewegung“ (*) findet sich die klare Aussage: "Gesundheitsförderung durch Bewegung und Sport heisst auch, die möglichen Risiken, die damit verbunden sind, weiter zu senken."

Arbeitsgemeinschaft Tabakprävention AT

Kampagnen (Die neue Lust - Nichtrauchen, Ropeskipping), Information, Stellungnahmen

Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu

Informationsmaterial, Schulsupport, Präventionsprojekte, Forschung

Bundesamt für Gesundheit BAG

Aktionsplan Umwelt und Gesundheit (nationale und internationale Kontakte, Projektunterstützung), amtsinterne Bewegungsförderung (bewegtes Amt)

Bundesamt für Sport BASPO

Netzwerkaktivitäten, Forschung, Ausbildung, Sport mit Sondergruppen, internationale Kontakte

CSS Versicherungen

Bewegungsangebote für Versicherte, betriebliche Gesundheitsförderung

Dipartimento delle opere sociali del Cantone Ticino

Präventionsprogramme, Bewegungsförderungs- und Sturzprophylaxe-Interventionen

Féderation vaudoise des ligues de la santé

Präventionsprogramme, Kursangebote, <<Allez Hop!>>

Helsana Managed Care

<<Allez Hop!>>, Bewegungsangebote für Versicherte, Qualitätssicherung in Fitnesscentern (Qualitop), Informationsmaterial, Sport bei Krebs

IG Velo Schweiz

Aktion Velo-Alltag, betriebliche Veloförderung (Velo-Events, Informationsmaterial, Coaching)

Institut für Bewegungs- und Sportwissenschaften der ETH Zürich

Ausbildung, interne Gesundheitsprojekte, Beratung externer Projekte

Institut für Sozial und Präventivmedizin der Universität Basel

Forschung (Umwelt und Gesundheit, Evaluation), lokale Gesundheitsförderungsangebote

Institut für Sozial und Präventivmedizin der Universität Bern

Forschung (Gesundheitsverhalten, Evaluation, Messinstrumente für Fitness)

Institut für Sozial und Präventivmedizin der Universität Zürich

Forschung (Gesundheitsverhalten, Evaluation, Interventionsmodelle)

Institutsleiterkonferenz für Sport der universitären Sportinstitute

Informationsaustausch, Koordination

Institut für Sport der Universität Basel

Ausbildung, Forschung (Leistungsfähigkeit im Alter, Sozialisierung im Sport)

Institut für Sport und Sportwissenschaften der Universität Bern

Ausbildung, Forschung (Qualitätssicherung. Didaktik/Methodik, lebensphasenspezifische Gesundheitsförderung)

Konferenz der kantonalen Sportverantwortlichen

Erfahrungsaustausch, Koordination der Sportangebote der Kantone, Stellungnahmen

Konferenz der kantonalen Verantwortlichen für Gesundheitsförderung

Informationsaustausch, Stellungnahmen, Pilotprojekte (Gsund und Zwäg 99)

Tabelle 1. Übersicht über die Aktivitäten der ordentlichen Mitglieder des Netzwerks im Bereich Gesundheit und Bewegung.

Konkordia Managed Care

<<Allez Hop!>>, Bewegungsangebote für Versicherte, Qualitätssicherung in Fitnesscentern (Qualitop)

Migros-Genossenschafts-Bund

Bewegungsangebote, Ausbildung, Kommunikationskampagnen

Qualitop

Qualitätssicherung bei Fitnesscentern und Gesundheitssportleitern

RADIX Gesundheitsförderung

Vita Parcours, gemeindeorientierte Gesundheitsförderung

Schweizerische Arbeitsgemeinschaft für Sportpsychologie SASP

Forschung, Erfahrungsaustausch

Schweizerische Gesellschaft für Prävention und Gesundheitswesen SGPG

Informationsaustausch, Stellungnahmen

Schweizerische Gesellschaft für Soziologie, Forschungskommission Sportsoziologie

Forschung, Erfahrungsaustausch

Schweizerische Gesellschaft für Sportmedizin

Informationsaustausch, Ausbildung, Stellungnahmen

Schweizerische Herzstiftung

Aufklärungskampagne Impuls

Schweizerische Krebsliga

Sport bei Krebs, weitere Aktivitäten in Vorbereitung

Schweizerische Rheumaliga

Rückenschule (Back Academy), Osteoporose-Prävention (Osteogym),
Wassergymnastik

Schweizerische Unfallversicherungsanstalt SUVA

Unfallpräventions- und Bewegungsförderungsangebote (Dänk a Glänk. Bewegen bringt's).

Schweizerischer Olympischer Verband SOV

<<Allez Hop!>>-Kurse und Treffs, Breitensportaktivitäten, Suchtprävention im Sportverein

Schweizerischer Turnverband STV

Breitensport, <<Allez Hop!>>, Ausbildung, Informationsvermittlung

Schweizerischer Verband für Gesundheitssport und Sporttherapie

Informationsaustausch, Ausbildung

Schweizerischer Verband für Sport in der Schule SVSS

Informationsaustausch, Ausbildung

Schweizerische Stiftung für Gesundheitsförderung

<<Allez Hop!>>, Unterstützung weiterer Projekte, Kommunikationskampagnen, Netzwerkaktivitäten

Visana

Diabetes-Projekte, Bewegungsangebote für Versicherte

Wincare

Bewegungsangebote für Versicherte

Tabelle 1. Übersicht über die Aktivitäten der ordentlichen Mitglieder des Netzwerks im Bereich Gesundheit und Bewegung (Fortsetzung).

Im Bereich der oben erwähnten Mindestempfehlungen ist aufgrund der propagierten Aktivitäten das Risiko für Sportunfälle im traditionellen Sinn eher gering [2], das vorgeschlagene Risikoscreening ist vor allem auf die Verhütung von Herz-Kreislauf-Zwischenfällen ausgerichtet [3]. Eine aktive Unfallverhütung im Strassenverkehr hingegen ist für die Förderung des Langsamverkehrs oder - etwas dynamischer und attraktiver formuliert - der „human powered mobility“ eine essentielle Voraussetzung, eine Verlagerung vom motorisierten auf den Fuss- und Veloverkehr hingegen kann selber als Massnahme der Unfallprävention betrachtet werden.
Beim Training von Kraft und Ausdauer sowie bei weiteren sportlichen Aktivitäten ist die Bedeutung einer gezielten Unfallverhütung offensichtlich. Die Erkenntnisse, Empfehlungen und Unterlagen der Unfallverhütungsinstitutionen werden von den übrigen Organisationen gerne aufgenommen und fliessen ein in die Empfehlungen der Bewegungsförderung. Sowohl in der Forschung als auch in der Umsetzung besteht eine gute Zusammenarbeit. Ein Beispiel aus jüngerer Zeit ist die Studie der bfu zu Verletzungen und Beschwerden beim Training in Fitness-Centern. Hier wurde in Zusammenarbeit mit der Qualitätssicherungsorganisation Qualitop einerseits das geringe Verletzungsrisiko in gut geführten Fitnesscentern bestätigt, andererseits konnten aber auch typische Verletzungsmechanismen identifiziert und damit Interventionsansätze zur Verletzungsprophylaxe entwickelt werden [4]. Wichtige Gründe für die gute Zusammenarbeit mit bfu und SUVA sind, dass einerseits diese beiden Organisationen nie als Bewegungs- oder Sportgegner aufgetreten sind oder wahrgenommen worden wären, und dass andererseits auch die übrigen Netzwerkmitglieder eine Philosophie der Unfallverhütung und des Risk Management kennen. So findet sich beispielsweise im Gesundheitsleitbild des nationalen Sportförderungsprogrammes Jugend+Sport die Passage: "Das Erkennen von Sicherheits- und Risikoelementen und der kontrollierte Umgang mit ihnen ist Teil der Ausbildung."

Zusammenfassung

Die Zahlen zu Sport- und Verkehrsunfällen und ihren Folgen wie auch die bisherigen Erfolge sprechen klar für eine Weiterführung und Weiterentwicklung der Unfallverhütung. Auch wenn die Daten zur volkswirtschaftlichen Bedeutung der körperlichen Inaktivität erst erarbeitet werden, besteht ein breiter Konsens darüber, dass in der Schweiz ein grosses Public-Health-Potential für die Gesundheitsförderung durch Bewegung und Sport besteht. Ein effizientes Risk Management und insbesondere auch eine gezielte Unfallprävention sind unabdingbarer Bestandteil einer seriösen und glaubwürdigen Förderung von gesundheitswirksamer Bewegung, die ihrerseits nicht zu einer Erhöhung des Unfallrisikos führen muss. Diese Überlegungen sind die Basis der guten Zusammenarbeit im Netzwerk Gesundheit und Bewegung Schweiz.

Literatur

1. Martin BW, Mäder U, Calmonte R. Einstellung, Wissen und Verhalten der Schweizer Bevölkerung bezüglich körperlicher Aktivität: Resultate aus dem Bewegungssurvey 1999. Schweiz Z Sportmed Sporttraumatol. 1999; 47 (4): 165-169.
2. Stam P, Velthuisen JW, Backx F, Hildebrandt V. Health effects of sport: costs and benefits. Summary of: Sportief bewegen en gesondheitsaspecten: een verkennende studie naar kosten en baten. SEO report 372. 1996.
3. SGSM (Marti B, Villiger B, Hintermann M, Lerch R). Plötzlicher Herztod beim Sport: sinnvolle Vorsorgeuntersuchungen und Präventionsmassnahmen. Schweiz Z Sportmed Sporttraumatol 1998; 46 (2): 83-85.
4. Müller R. Fitness-Center. Verletzungen und Beschwerden beim Training. Bfu-Report 39. Bern: bfu; 1999.

* Bezugsquelle für die im Text erwähnten Unterlagen und weitere Informationen:
Bundesamt für Sport BASPO
Netzwerk Gesundheit und Bewegung Schweiz
2532 Magglingen
Tel +41 32 327 61 23
Fax +41 327 64 05
Email hepa@baspo.admin.ch
Website www.hepa.ch

Anschrift für die Verfasser:
Dr. med. Brian Martin
Sportwissenschaftliches Institut
Bundesamt für Sport
2532 Magglingen

Gütezeichen im Sport

Alt, W.

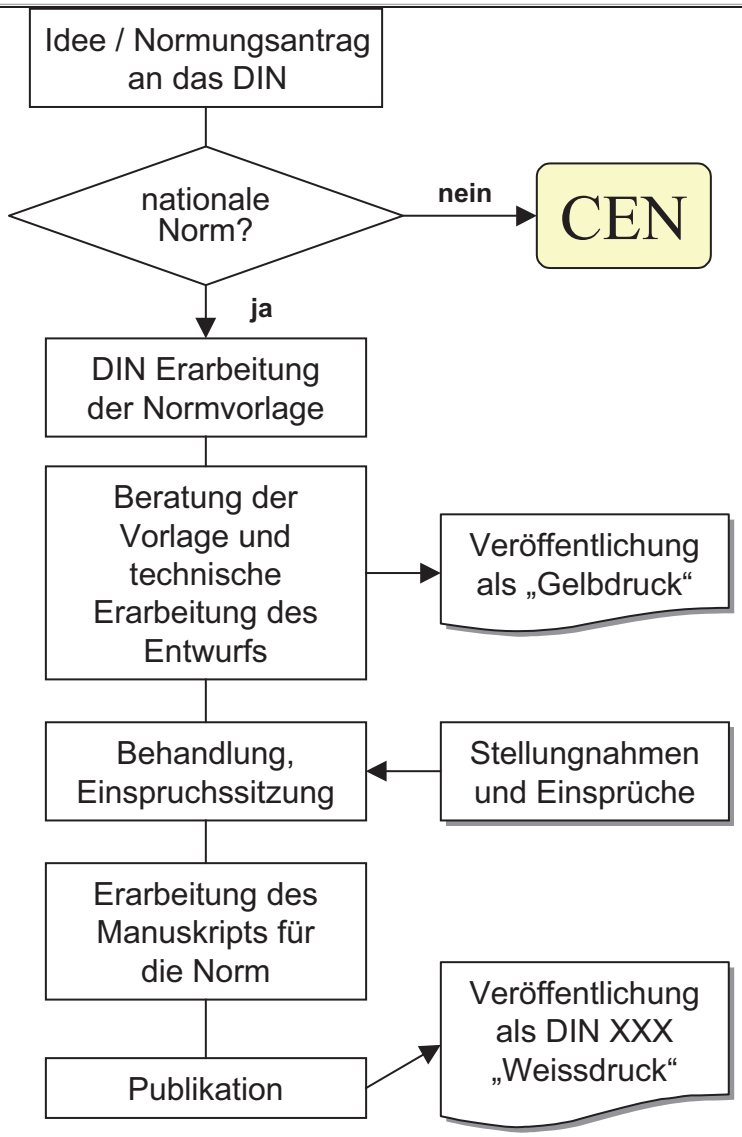
TÜV Product Service, München

Gütezeichen, in welcher Form sie auch immer auftreten, sind letztendlich Warenkennzeichnungen, die dem Informationsaustausch zwischen Anbietern und Abnehmern dienen. Typenschilder, Stempelungen, Prägezeichen oder Aufkleber verschiedenster Art sind hierfür sichtbarer Ausdruck. Der Informationsgehalt der Kennzeichen kann sich dabei auf Warenmerkmale beziehen, die sowohl anbieterspezifisch als auch allgemein vereinbart sind. Da es sich im letzteren Fall bei der Kennzeichnung auch um wertende Beurteilungen handelt, ist die allgemeine Gültigkeit - also der einheitliche Maßstab eine wesentliche Voraussetzung für das Verständnis und die Sinnfälligkeit der Kennzeichnung.
Solche allgemein verbindlichen Regeln werden als ***Normen*** bezeichnet. Sie stellen technische Maßstäbe, Regeln und Vorschriften dar, die als orientierende Richtschnur oder Ideale technischen oder wissenschaftlichen Handelns aufzufassen sind und in einem komplizierten Prozess entwickelt und veröffentlicht werden. Unter Normung versteht man die: "...planmäßige, durch interessierte Kreise gemeinschaftlich durchgeführte einheitliche Festlegung (Norm) von Begriffen, Kennzeichen, Messtechniken, sowie produkt- oder materialspezifischen Eigenschaften (Qualität, Abmessungen, Form, Farbe, Rezeptur, technische Leistungsparameter)".[1]
Generell ist die Erarbeitung einer Norm davon abhängig, ob sie nationale oder europäische Gültigkeit erlangen soll. Im letzteren Fall obliegt der Prozess dem Verantwortungsbereich der Europäischen Normungsinstitution **CEN** (Comité Européen de Normalisation) während im Falle einer deutschen Norm das DIN (Deutsches Institut für Normung e.V.) zuständig ist (Abbildung 1).

[1] Brockhaus - Die Enzyklopädie, 20. Auflage, Band 16, Leipzig Mannheim, 1998, S. 11f.

Abbildung 1

Die Abbildung beschreibt den Geschäftsgang des Entstehen einer nationalen Norm. Ausgangspunkt ist die Idee oder ein Normungsantrag an das DIN den grundsätzlich jeder oder jede Institution an das Institut richten kann. Nach der Annahme dieses Antrages entscheidet ein zuständiger Normenausschuß, ob der Antrag auf nationaler oder europäischer Ebene zu bearbeiten ist. Für den Fall der nationalen Bearbeitung erfolgt die Einladung von Vertretern der Industrie, zuständiger Behörden, zugelassener Prüfstellen und anderen Sachverständigen, die an der Erarbeitung des Normentwurfes mitwirken können oder wollen, zur ersten konstituierenden Sitzung. Es schließt sich die Phase der technischen Erarbeitung sowie der Beratung der Normvorlage und des Erstellens eines Normentwurfes an. Diese Phase endet mit der Veröffentlichung des Normenentwurfs als „Gelbdruck“.



Zu dem Entwurf einer Norm kann von jedem oder jeder Institution Stellung genommen werden, die durch die Norm in irgendeiner Art und Weise betroffen sind. Es kommt in einer oder mehrerer Einspruchssitzungen zu entsprechenden Modifikationen und zur Erarbeitung des Manuskriptes für die entsprechende Norm, nachdem Konsens aller Beteiligten hergestellt wurde. Im Anschluß daran wird die Norm als Weißdruck veröffentlicht und mit einer entsprechenden Nummer (DIN xyz) versehen. Wichtig ist, daß die Norm bereits in der Entwurfsphase (Gelbdruck) als anerkannte Regel der Technik zu betrachten ist.

Grundlage der Normungsarbeit ist die DIN 820, die die Grundsätze, Geschäftsgang und Gestaltung von Normen behandelt. Gegenwärtig existieren auf nationaler Ebene etwa 20.000 DIN-Normen. Diese Vielfalt ist aber um so verständlicher, da gerade auch im Sport die Tendenz zu technisch hochwertigen und qualitativ anspruchsvollen Produkten immer stärker an Bedeutung gewinnt (Abbildung 2).

Abbildung 2

Betrachtet man nur einmal die historische Entwicklung von dem frühen Rollschuh-entwicklungen des beginnenden 19. Jahrhunderts bis hin zu Hightech-Produkten, die sich aus:

- Schalenschuh aus gegossenem Polyurethan,
- schaumgepolsterten Innenstiefeln,
- Grundplatten aus glasfaserverstärktem Nylon oder Aluminium,
- Polyurethanrollen mit mehreren Kugellagern,
- Stopperbremsen oder Scheibenbremsen

zusammensetzen.
Berücksichtigt man nun noch die Zahl etwas 2 Millionen Skater in Deutschland, so wird klar, daß für diese Produkte an hohes Maß an Qualität und Sicherheit zu fordern ist.
(xx modifiziert aus : Inlineskating, 1995)

1998



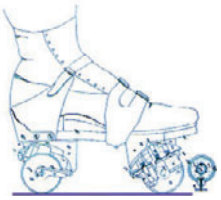
1980



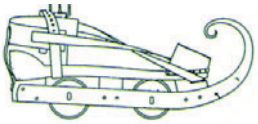
1894



1863



1849



Als besondere Form der Warenkennzeichnung haben sich die sogenannten Prüfzeichen (Zertifizierzeichen, Zulassungszeichen oder auch Zertifikate und Produkt-Informationen entwickelt. Diese werden vor allem beim Angebot baugleicher Produkte unter verschiedenen Firmenmarken, insbesondere aber für den sensiblen Bereich der Sicherheit, als drittwertige, unabhängige Absicherung im Interesse des Abnehmers oder Anwenderschutzes gehandhabt. Von unabhängiger Seite gestützt, sollten diese Zeichen dem Abnehmer gegenüber eine ausreichend qualitätsgesicherte Kennzeichenaussage signalisieren.

Historisch betrachtet, läßt sich zeigen, daß Kennzeichnungen etwa in Form von Siegeln, Medaillen oder Orden schon immer begehrt waren und nicht etwa eine Eigenart des technisierten Zeitalters darstellen, gleichwohl durch rasante technische Entwicklungen der Bedarf an qualitätssichernden Maßnahmen wächst.
In engerem Zusammenhang mit der Warenkennzeichnung ist der Begriff der Zertifizierung und des Zertifikats zu nennen. Häufig wird, wenn es um die Erteilung eines vom Gesetzgeber vorgeschriebenen Prüfzeichens oder Zertifikats geht, von „Zulassung“ gesprochen (KFZ-Zulassungsstelle). Das Prüfzeichen wird am Produkt selbst angebracht, während das Zertifikat ein Zeugnis darstellt, das im Original normalerweise bei seinem Inhaber verbleibt und sich häufig in den

Werbematerialien wiederfindet. Antragsteller für ein Prüfzeichen muß nicht unbedingt der Hersteller sein. In aller Regel erfolgt die Prüfung an einem Baumuster nach einheitlichen Grundlagen wie sie zumeist in den „Regeln der Technik“ (Normen) festgelegt sind.
Für bestimmte Qualitätszeichen wird neben der Typprüfung (Baumusterprüfung) eine Begehung der Fertigungsstätte oder eine Werkskontrolle zur Überprüfung des Qualitätssicherungssystems und die Gewähr für ein gleichbleibendes Qualitätsniveau durchgeführt. Bei Verstößen reicht die Palette der Sanktionen von Verwarnungen über Entzug der Berechtigung und gar dessen öffentliche Bekanntgabe bis hin zur empfindlichen Konventionalstrafe. Die Vielfalt der am Markt befindlichen Formen von Prüfzeichen, Qualitätszeichen, Zulassungszeichen, Kennzeichen, Überwachungszeichen, Prüfständen, Gütesiegeln, Zulassungsmarken, ist fast unüberschaubar. Die Gemeinsamkeit dieser Zeichen besteht im wesentlichen darin, daß sie eine Konformität mit Normen oder auch mit in anderen Regelwerken festgelegten Mindestanforderungen ausdrücken. Sie sind meist durch einen Eintragung in die Warenzeichenrolle des Bundespatentamtes oder durch Gesetz geschützt. Es lassen sich vier Gruppen verschiedener Zeichen zusammenfassen.

- **Zulassungszeichen**
- **Sicherheitszeichen**
- **Konformitätszeichen**
- **Gütezeichen/Qualitätszeichen**

Die unter Punkt 1. genannten **Zulassungszeichen** spielen im Sport eine ungeordnete Rolle. Besondere Anforderungen an die Produktkennzeichnung ergeben sich aus der Harmonisierung des europäischen Marktes. Grundsätzlich ist hier zu berücksichtigen, ob es für eine Produktgruppe oder Produktklasse eine Europäische Richtlinie gibt, die grundlegende Anforderungen formuliert. Ist dies der Fall, so obliegt dem Hersteller grundsätzlich die Pflicht, das Produkt für das Inverkehrbringen im europäischen Markt, hinsichtlich der Konformität mit den Festlegungen der Europäischen Richtlinie zu kennzeichnen.

Abbildung 3

Das einheitliche in der Europäischen Gemeinschaft hierfür zu verwendende **Konformitätszeichen** ist das CE-Kennzeichen.



Oftmals wird die CE-Kennzeichnung (Abbildung 3) mit Sicherheits- oder Qualitäts- oder Gütezeichen vom Endverbraucher verwechselt. Dies geschieht irrtümlich in der Annahme, daß es dem Hersteller möglicherweise freigestellt sei, das CE-Zeichen anzubringen oder auch nicht. Fakt ist, daß sich die CE-Kennzeichnung nicht an den Verbraucher richtet sondern den staatlichen Behörden (z.B. in Deutschland die Gewerbeaufsicht oder die Zollbehörden) zur Überwachung eines

europäischen Marktes dient. Für den Bereich des Sports spielt die CE-Kennzeichnung eine wichtige Rolle, da es seit 1989 eine Richtlinie **über Persönliche Schutzausrüstungen (PSA)** gibt. In den Anwendungsbereich dieser Richtlinie fällt "...jede Vorrichtung bzw. jedes Mittel, daß dazu bestimmt ist, von einer Person getragen oder gehalten zu werden und das sie gegen Risiken schützen soll, die ihre Gesundheit sowie ihre Sicherheit gefährden können"[2].

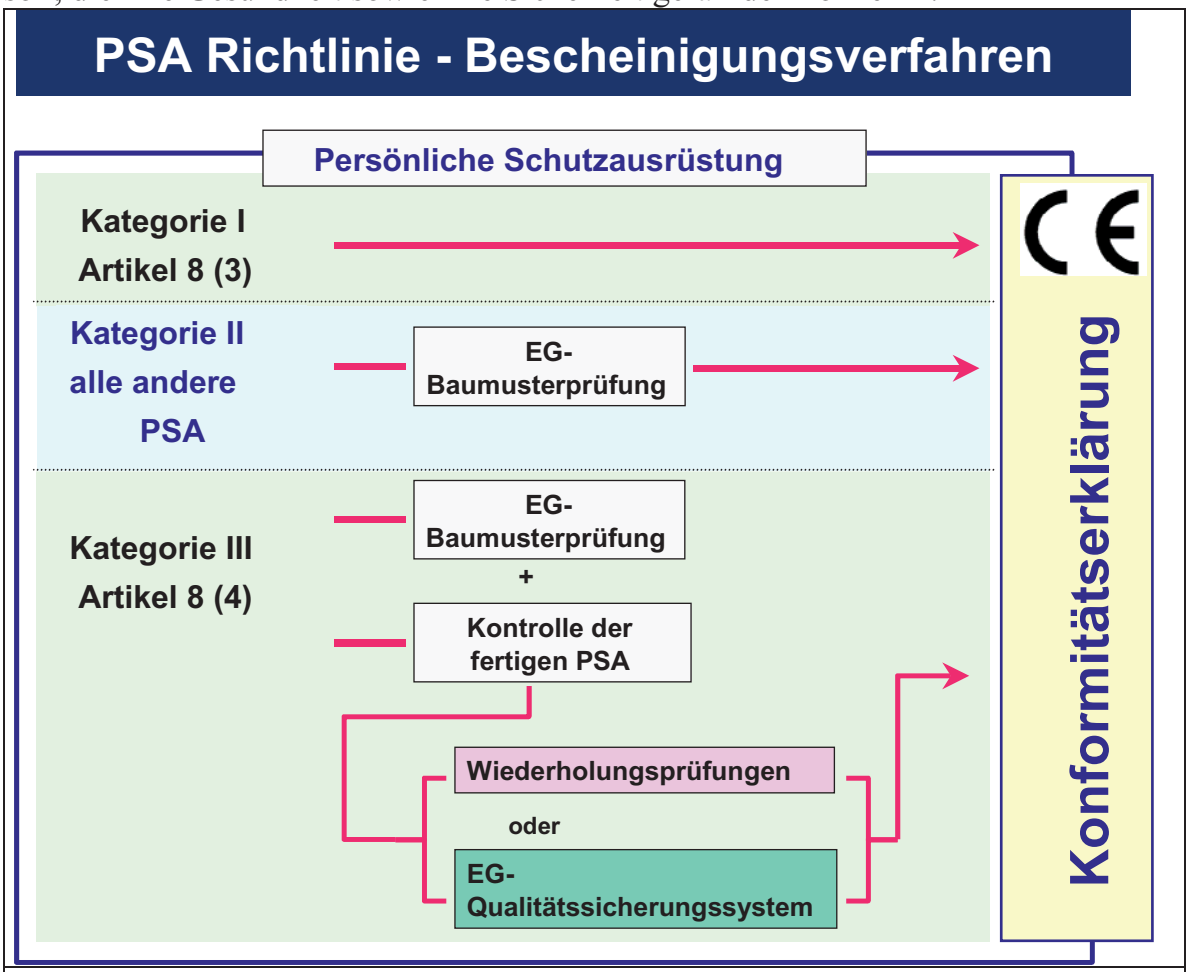


Abbildung 4

Die EG-Kennzeichnungspflicht ist für Persönliche Schutzausrüstung (PSA) verbindlich und obliegt der Verantwortung des Herstellers. Bei Produkten der Kategorie II muß eine Baumusterprüfung durch ein unabhängiges Prüfhaus ("Notified Body") durchgeführt werden. Bei Kategorie III Produkten wird zusätzlich die Qualität der gefertigten Produkte überwacht: entweder durch Wiederholungsprüfungen oder durch ein EG-Qualitätssicherungssystem der Herstellerfirma.

Ob Fußballschienbeinschützer oder Protektoren für Inline-Skating oder Karabiner, Gurte zum Bergsteigen, Helme, Brillen, Handschuhe und vieles andere mehr. All diese Produkte werden von der Europäischen Richtlinie erfaßt. Da es einerseits unmöglich scheint, alle bestehenden Produkte zu erfassen, andererseits aber auch flexibel auf zukünftige Entwicklungen reagiert werden muß, wird die Persönliche

[2] Gerätesicherheitsgesetz, 8. Verordnung zum Gerätesicherheitsgesetz

Schutzausrüstung in drei Kategorien eingeteilt. In der Kategorie I werden alle einfachen Modelle zusammengefaßt, bei denen der Konstrukteur davon ausgeht, daß der Benutzer selbst die Wirksamkeit gegenüber geringfügigen Risiken beurteilen kann. In die Kategorie III gehören Schutzausrüstungen, die gegen tödliche Gefahren oder ernste und irreversible Gesundheitsschäden schützen sollen und bei denen man davon ausgehen muß, daß der Benutzer die unmittelbare Wirkung der Gefahr nicht rechtzeitig erkennen kann. Beispiele hierfür sind: Atemschutzgeräte, Ausrüstungen zum Schutz vor Temperaturen von mehr als 100°C, Ausrüstungen zum Schutz gegen Stürze aus der Höhe oder gegen Risiken der Elektrizität. Produkte, die weder der Kategorie I noch der Kategorie III zuzuordnen sind, werden automatisch in Kategorie II zusammengefaßt (z.B. Gehörschützer, Maschinenschutzanzüge, Arbeitsschutzhelme, Schutzhandschuhe). Je nach Zuordnung der Persönlichen Schutzausrüstungen zu einer der oben genannten Kategorien führen verschiedene Wege zur CE-Kennzeichnung (Abbildung 4).

Neben der Europäischen Konformitätskennzeichnung sind es vor allem die **Sicherheitszeichen,** die im Sport eine weite Verbreitung gefunden haben.

Grundlage hierfür ist die Zuordnung von Sport- und Freizeitgeräten zum Gesetz über technische Arbeitsmittel (**Gerätesicherheitsgesetz**). Dieses Gesetz regelt neben allgemeinen Vorschriften das Inverkehrbringen und Ausstellen von technischen Arbeitsmitteln, unter die laut § 2 Abs. 4 dieses Gesetzes auch Sport-, Freizeit- und Bastelgeräte zu zählen sind. Unter § 3 Abs. 4 dieses Gesetzes ist die Produktkennzeichnung geregelt: „Soweit Rechtsverordnungen nach § 4 nichts anderes bestimmen, dürfen technische Arbeitsmittel mit den vom Bundesminister für Arbeit und Sozialordnung im Bundesarbeitsblatt bekannt gemachten Zeichen „GS = geprüfte Sicherheit“ versehen werden, das eine zugelassene Stelle auf Antrag der Hersteller oder ihrer in den europäischen Gemeinschaften oder einem anderen Vertragsstaat des Abkommens über den europäischen Wirtschaftsraum niedergelassenen Bevollmächtigten zuerkennt, wenn sie für das technische Arbeitsmittel aufgrund einer Bauartprüfung eine Bescheinigung ausgestellt hat.“[3]

Abbildung 5 Das Zeichen für geprüfte Sicherheit mit Information über das Prüfhaus	

Voraussetzungen hierfür sind:

- die oben genannten Baumusterprüfung,
- die Herstellung des Produktes in Übereinstimmung mit dem geprüften Baumuster,
- die Überwachung der Herstellung und der rechtmässigen Verwendung des Zeichens

[3] Gerätesicherheitsgesetz, 13. Auflage, Carl Heymanns Verlag, 1996, S. 5

- sowie die Verpflichtung des Herstellers, sich dieser Überwachung zu unterziehen.

Im Gegensatz zu den eingangs genannten Zulassungszeichen ergibt sich bei den Sicherheitszeichen ein wesentlicher Unterschied: Ihre Anwendung ist freiwillig, die Grundlagen bilden die anerkannten "Regeln der Technik". **Sicherheitszeichen** wenden sich tatsächlich an den Verbraucher, um ihm eine bessere Basis zu geben, wirkliche Sicherheitszeichen auch deutlich zu erkennen. Das GS-Zeichen wird mit dem Identifikationszeichen der prüfenden bzw. erteilenden Stelle ergänzt (Abbildung 5)

Die Gütezeichen im engeren Sinn haben den Zweck, eine bestimmte Qualität von Erzeugnissen oder auch Leistungen zu garantieren und dem Verbraucher den Warenvergleich zu erleichtern. Die Vergabe und Handhabung von Gütezeichen ist nicht gesetzlich geregelt sondern stellt sich als Selbstverwaltungsaufgabe der Wirtschaft dar, die insbesondere durch Güte-Gemeinschaften ausgeübt wird. Diese sind meist rechtsfähige Vereine und ordentliche Mitglieder des **RAL** - Dt. Institut für Gütesicherung und Kennzeichnung e.V.[4]

Abbildung 6 Private Prüfzeichen verschiedener Anbieter, die neben Produktionsüberwachung und Baumusterprüfung auch über andere Eigenschaften (z.B. "Für Sportzwecke getestet und geeignet") informieren können, und damit dem Verbraucher als Entscheidungskriterium mit zur Verfügung stehen.	
Abbildung 7 Privates Prüfzeichen, eines Weltverbandes zur Sicherung einer hohen Qualität, der vom Verband verbindlich zur Benutzung im Wettkampf vorgeschriebenen Ausrüstung.	

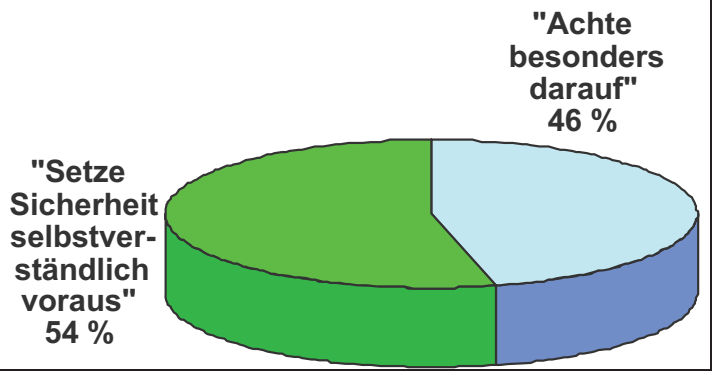
Neben den von Prüfinstituten herausgegebenen Qualitäts- und Sicherheitszeichen (Abbildung 5+6) gibt es auch von großen Sportförderationen- und Verbänden in Eigeninitiative entwickelte und bekanntgemachte Zeichen, die vom Hersteller bestimmter Ausrüstungsgegenstände oder von Sportgeräten ein besonderes Maß an Qualität verlangen, das oftmals über die in Normen festgelegten Kriterien hinausgeht und meist von unabhängigen Prüfstellen überwacht wird (Abbildung 7).

[4] Aus dem ehemaligen **R**eichs**a**usschuß für **L**ieferbedingungen hervorgegangen mit Sitz in St Augustin

Letztlich stellt sich die Frage, ob und inwieweit die Vielfalt der beschriebenen Kennzeichnungen tatsächlich - soweit es deren Intention ist - eine Entscheidungshilfe für Verbraucher darstellen.
In einer Befragung von 2500 Verbrauchern (Infratest Mehrthemabefragung, 1999) wurden verschiedene Aspekte der Wirksamkeit von Prüfzeichen statistisch untersucht. So antworteten **59**% der befragten auf die Frage, ob sie Prüfzeichen beim Kauf überhaupt beachten mit "**ja**" und **41**% mit "**nein**"!

Abbildung 8

Gebrauchs- und Funktionssicherheit als Kriterium der Kaufentscheidung



Literatur

Brockhaus - Die Enzyklopädie, 20. Auflage, Leipzig Mannheim
Gerätesicherheitsgesetz, 1996, 13. Auflage, Carl Heymanns Verlag, Köln
Masing, W.(Hrsg.): Handbuch der Qualitätssicherung, 1988, Carl Hanser, München, Wien
Sauter, U.: In-Line Skating, 1996, Falken Verlag, Niedernhausen

Anschrift des Verfassers:
Priv. Doz. Dr. Wilfried Alt
TÜV Product Service und
Universität Stuttgart
Ridlerstr. 65
80339 München

Prävention in der Schule

Fister, U.

Bundesverband der Unfallkassen, München

Bevor wir zu Präventionsmaßnahmen in der Schule kommen, soll etwas ausgesagt werden über die Institutionen, die diese Präventionsmaßnahmen einleiten.
Seit April 1971 sind Kindergartenkinder, Schüler und Studenten in der Bundesrepublik Deutschland gesetzlich unfallversichert (Sozialgesetzbuch VII (SGB VII) § 2 Nr. 8). Das heißt, sie haben bei Unfällen in Zusammenhang mit dem Besuch ihrer Bildungseinrichtung einschließlich der Wege dorthin und wieder nach Hause, den gleichen Unfallversicherungsschutz wie Arbeitnehmer bei einem Arbeitsunfall. Das Gleiche gilt für Auszubildende beim Besuch beruflicher Schulen. Seit 1997 ist dieser Unfallversicherungsschutz ausgedehnt auf Kinder in Kindertageseinrichtungen (Krippen, Horte), auf Schülerinnen und Schüler beim Besuch von Betreuungseinrichtungen.
Die Träger dieser gesetzlichen Schüler-Unfallversicherung sind die Gemeindeunfallversicherungsverbände und die Unfallkassen. 30 Unfallversicherungsträger sind für die gesetzliche Schüler-Unfallversicherung zuständig, d.h., pro Bundesland kann es mehrere Unfallversicherungsträger geben (z.B. Bayern)

Statistik

Der Bundesverband der Unfallkassen ist der Verband, in dem die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung der öffentlichen Hand zusammengeschlossen sind. Ereignet sich in der Schule ein Unfall, wird dieser Unfall den zuständigen Unfallversicherungsträgern gemeldet. Bei diesen wird der Unfall erfasst und entschädigt. Beim Bundesverband der Unfallkassen werden diese Zahlen zusammengefasst zu einer bundesweiten Statistik.
Im Jahre 1998 - das ist die letzte vollständig vorliegende Statistik - ereigneten sich insgesamt *1.633.000 Schüler-Unfälle*. 17.659.000 Schülerinnen und Schüler waren versichert. Hier, auf diesem Kongress interessieren insbesondere die Sportunfälle. 1998 ereigneten sich im Zusammenhang mit dem Schulbesuch ca. *730.000 Sport-Unfälle*, das sind also knapp 50 % aller für den Schulbereich gemeldeten Unfälle.
Zur gesetzlichen Unfallversicherung müssen die Versicherten, also die Kinder bzw. ihre Eltern, keine Beiträge bezahlen. Die Beiträge werden allein durch die Kommunen getragen, deshalb wissen viele Versicherte auch nicht, dass sie versichert sind. Die gesetzliche Schüler-Unfallversicherung wird durch Steuergelder bezahlt – somit von uns allen.

Im Jahre 1998 wurden über 650 Millionen DM für die Entschädigung der Schüler-Unfälle ausgegeben.
Die gesetzliche Schüler-Unfallversicherung hat gegenüber der privaten Unfallversicherung große Vorteile. Bei der gesetzlichen Unfallversicherung gibt es keine Höchstgrenze bei der Entschädigung. Bei einer privaten Unfallversicherung erhält der Verunfallte lediglich einen einmaligen Betrag, der sich nach der Schwere der Verletzung richtet. Bei der gesetzlichen Schüler-Unfallversicherung hingegen erhält der Verunfallte so lange Leistungen, wie er unter den Folgen des Unfalls zu leiden hat - das kann mit unter ein Leben lang sein, z.B. bei einer Querschnittlähmung. Die Heilbehandlung wird nach den neuesten Erkenntnissen durchgeführt, ebenso die Rehabilitation. Die gesetzliche Unfallversicherung ist also hauptsächlich von Vorteil für Betroffene, die einen Unfall mit schweren Folgen erlitten haben.
Vor dem Hintergrund des Leidens, das es in jedem einzelnen Fall für diese jungen Menschen bedeuten kann und der eingangs genannten Unfallzahlen sowie der finanziellen Mittel, die für die Entschädigung aufgebracht werden müssen, erklärt es sich zum einen, dass die Unfallversicherungsträger und der Bundesverband sich um die Prävention von Schulunfällen bemühen.
Zum anderen haben die Unfallversicherungsträger gemäß dem SGB VII, § 14 die Aufgabe, mit allen geeigneten Mitteln für die Verhütung von (Schüler) Unfällen und für eine wirksame erste Hilfe zu sorgen.
Unfälle in Schulen können verhütet werden durch:

- geeignete Baulichkeiten und Einrichtungen, die Gefährdungen ausschließen (Technik)
- organisatorische Maßnahmen, die in der Schule die Sicherheit Gewähr leisten (Organisation) und
- die Erziehung von Schülerinnen und Schüler zu sicherheits- und gesundheitsbewusstem Verhalten (Erziehung)

Zu diesen Bereichen wurden Materialien und Hilfen erarbeitet, die dann noch näher vorgestellt werden.
Um insbesondere die Prävention im Schulsport voranzutreiben, haben die Unfallversicherungsträger sehr unterschiedliche Anstrengungen unternommen. Es wurden technische Vorschriften erstellt, Schulungen veranstaltet und auch inhaltliche Vorschläge für die Gestaltung des Unterrichts entwickelt.
In der Vergangenheit lag der Schwerpunkt der Arbeit im technischen Bereich. Es wurden Regelungen erarbeitet, die festschreiben wie die Schule und ihre Umgebung aussehen sollen, um Gefährdung weitestgehend aus zu schließen; z.B. wurde geregelt, wie eine Sporthalle gestaltet sein muss
Jedoch reicht für eine sichere Umwelt die technische Sicherheit allein nicht aus. Auch die Organisation gehört dazu. D.h., damit bestimmte technische Begebenheiten wirksam werden können, muss mitunter auch der Ablauf in der Schule entsprechend organisiert werden.
Als dritten und wichtigsten Punkt haben wir die Erziehung zur Prävention. In der Schule erziehen die Lehrerinnen und Lehrer. Die Lehrkraft gestaltet den Unterricht und sie wird nur das in den Unterricht einbeziehen, was ihr selbstverständlich ist. Also müssen die Lehrerinnen und Lehrer von der Notwendigkeit einer Prävention in der Schule über-

zeugt werden. Da die Unfallversicherungsträger auf die Lehrpläne der einzelnen Bundesländer kaum Einfluss haben, konzentrieren sich die Bemühungen auf die Information und Fortbildung von Lehrerinnen und Lehrern.

Bevor ich Ihnen einige konkrete Massnahmen vorstelle, noch ein Wort zum Sportunterricht:

Der Sportunterricht muss sich verändern. Sportunterricht darf nicht mehr nur an den traditionellen Sportarten und an Wettkampf- und Leistungsvergleich orientiert sein. In den Sportunterricht müssen neue Elemente aufgenommen werden, wie z.B. intensive Schulung der Wahrnehmungsfähigkeit, der Koordinationsfähigkeit und Förderung der Bewegungssicherheit. Die Gründe hierfür sind bekannt: Die Kinder bewegen sich heute in ihrer Freizeit zu wenig, sie ziehen Freizeitbeschäftigungen wie Fernsehen, Game Boy- oder Computerspielen vor. Darum wird die Schule mehr und mehr zu dem Ort, wo diesem Bewegungsmangel entgegen zu wirken ist. Dies schließt ein verändertes Verständnis von Sportunterricht mit ein, nach welchem Bewegungsförderung in der Schule, im Klassenraum, in der Pause stattfinden kann und nicht nur an die Sporthalle und den Sportunterricht gebunden ist. Insbesondere ist hier die Grundschule gefordert.

Bewegungsförderung im Unterricht und in den Pausen kann dazu beitragen, den Auswirkungen des Sitzzwangs und dem Schulstress entgegenzuwirken und dadurch den Spaß am Lernen und die Leistungsfähigkeit der Schülerinnen und Schüler zu erhöhen und Unfällen vorzubeugen.

Nun zu den Materialien und konkreten Maßnahmen, um die Prävention in der Schule zu unterstützen:

An alle Schulen in der Bundesrepublik kommt viermal im Jahr unsere Zeitschrift "pluspunkt". Diese Zeitschrift gibt Lehrerinnen und Lehrern vielfältige Tipps, wie die Prävention in der Schule unterstützt werden kann.

In der Broschüre **"Bewegungsfreudige Schule"** wird aufgezeigt, wie die Bewegung in den Schulalltag außerhalb des Sportunterrichtes integriert werden kann.

Für den Schulsport liegen Broschüren, Merkblätter, Informationshefte und Filme vor. Z.B. Broschüren zu den Themen Turnen, Minitrampolin, Kondition und Sicherheit, Wahrnehmen und Bewegen und Alternative Nutzung von Sportgeräten. Mit diesen Broschüren erhält die Lehrkraft Tipps und Hinweise, wie der Unterricht in diesen Bereichen auch in Richtung Prävention von Unfällen gestaltet werden kann.

In einigen Broschüren wird explizit die Ausstattung von Sporthallen angesprochen. In der Broschüre "Sportgeräte und Einrichtungen in Sporthallen" wird aufgezeigt, wie die Sportgeräte beschaffen sein müssen (nach DIN). Die Sportlehrkraft kann mit Hilfe dieser Broschüre kontrollieren, ob das Gerät noch in einem einwandfreien Zustand ist.

Oder z.B. die Broschüre "Alternative Nutzung von Sportgeräten": Immer häufiger werden die Sportgeräte nicht mehr für den traditionellen Gebrauch eingesetzt, sondern es werden Bewegungslandschaften gebaut. Hier werden z.B. Bänke in Barrenholme eingehängt und auch auf Kästen abgelegt, um neue Geräte zu schaffen, die den Kindern mehr Anreiz für eine sportliche Bewegung bieten sollen. In dieser Broschüre ist aufgezeigt, wie Geräte alternativ genutzt werden können. Es wird aber auch gezeigt, wie Geräte **auf keinen Fall** genutzt werden dürfen. Die Lehrkräfte erhalten Hinweise, worauf zu achten ist, wenn Gerätearrangements gebaut werden.

Zu einigen der angesprochenen Themen wurden auch Filme produziert, die die Broschüren zwar ergänzen, aber auch für sich allein sprechen und Informationen für die Lehrkräfte enthalten.

Um zu Gewähr leisten, dass bereits die Lehramtsanwärter mit dem Thema "Sicherheit oder Prävention in der Schule" bekannt gemacht werden, haben wir in einer Arbeitsgruppe gemeinsam mit der Kultusministerkonferenz eine Mappe mit verschiedenen Themen für die zweite Phase der Lehrerausbildung erarbeitet. Zurzeit wird noch eine Mappe mit Vorschlägen für Unterrichtsthemen für die zweite Phase der Sportlehrerausbildung konzipiert.

Die Broschüren und Filme der Unfallversicherungsträger werden ergänzt durch Informationsblätter, z.B. zum Inline Skaten und Klettern.

Diese Informationen sind nicht nur für den Sportlehrer bestimmt, sondern auch für den Übungsleiter. Denn schließlich sind beide daran interessiert, dass die Kinder nach der sportlichen Betätigung gesund aus der Sporthalle gehen.

Anschrift für die Verfasser:
Ulrike Fister
Bundesverband der Unfallkassen
Fockensteinstr. 1
81539 München

Sicherheitstechnische Betreuung im Sportverein

Wehmeyer, K.

Verwaltungs-Berufsgenossenschaft, Bergisch-Gladbach

1 Sportvereine als Unternehmen der Verwaltungs-Berufsgenossenschaft

Die gesetzliche Unfallversicherung ist ein Zweig des im Grundgesetz der Bundesrepublik Deutschland verankerten Systems der „Sozialen Sicherheit“. Ihre Rechtsgrundlagen sind im Siebten Buch des Sozialgesetzbuches (SGB VII) beschrieben. In der gesetzlichen Unfallversicherung sind die Beschäftigten der Unternehmen und andere Personengruppen (§§ 2, 3 und 6 SGB VII) gegen die Folgen von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten versichert.

Träger der gesetzlichen Unfallversicherung sind unter anderem die fachlich gegliederten gewerblichen Berufsgenossenschaften, denen die Unternehmen der gewerblichen Wirtschaft als Pflichtmitglieder angehören. Die Leistungen der Berufsgenossenschaften werden ausschließlich über die Beiträge ihrer Unternehmen finanziert. Hinsichtlich dieser Finanzierung unterscheidet sich die gesetzliche Unfallversicherung von der Kranken-, Pflege-, Renten- und Arbeitslosenversicherung, die von den Arbeitgebern und Arbeitnehmern gemeinsam finanziert werden. Diese besondere Finanzierungsart der Berufsgenossenschaften beruht auf dem Grundgedanken der Ablösung der Unternehmerhaftung für die Herbeiführung eines Arbeitsunfalls oder einer Berufskrankheit.

Für Sportvereine ist der zuständige Träger der gesetzlichen Unfallversicherung die Verwaltungs-Berufsgenossenschaft (Verwaltungs-BG).

2 Gesetzlich unfallversicherte Personen im Sportverein

Der Schutz der gesetzlichen Unfallversicherung erfasst nicht die Mitglieder von Sportvereinen, die Sport ausschließlich aus Freude am Sport treiben. Dieser Personenkreis fällt unter Sportversicherungsverträge, die die Landessportverbände/-bünde mit privaten Versicherungen abgeschlossen haben.

Zu den gesetzlich unfallversicherten Personen im Sportverein gehört zunächst einmal eine ständig wachsende Gruppe aus Sportlern und Nichtsportlern, die im Rahmen eines Beschäftigungsverhältnisses für den Verein tätig sind (§ 2 Abs.1 SGB VII). Ein Beschäftigungsverhältnis ist insbesondere durch eine persönliche Abhängigkeit gekennzeichnet, deren Merkmale unter anderem eine Eingliederung in die Vereinsorganisation und eine Weisungsgebundenheit gegenüber dem Verein sind. Diese Merkmale treffen jedoch nicht nur auf haupt- und nebenberufliche Berufssportler, Trainer und Verwaltungsmitarbeiter zu, die ihren Lebensunterhalt - zumindest teilweise und über einen begrenzten Zeitraum hinweg - durch eine Tätigkeit im Verein verdienen, sondern häufig auch auf Übungsleiter, die nur eine steuerfreie Aufwandsentschädigung beziehen.

Eine weitere versicherte Personengruppe setzt sich aus Personen zusammen, die zwar nicht in einem persönlichen Abhängigkeitsverhältnis stehen, deren Tätigkeit jedoch ähnlich wie die eines Beschäftigten ausgeübt wird (§ 2 Abs.2 SGB VII):

- Es muss sich um eine ernstliche, dem Sportverein dienende Tätigkeit handeln,
- die dem ausdrücklichen oder mutmaßlichen Willen des Vereins als juristischer Person entspricht,
- dem allgemeinen Arbeitsmarkt zugänglich ist und
- im Einzelfall nicht aufgrund mitgliedschaftsrechtlicher Verpflichtung (Satzung, Gremienbeschluss, allgemeine Übung) oder unternehmerähnlich ausgeübt wird.

Zu dieser Versichertengruppe gehören z.B. Übungsleiter und andere Funktionsträger (Boots-, Platzwarte usw.), die ihre Tätigkeit ohne Entgelt ausüben und die mehr für den Verein leisten, als er allein aufgrund der Mitgliedschaft erwarten kann.

Vorstandsmitglieder und Personen in anderen Wahlämtern stehen nicht unter dem Schutz der gesetzlichen Unfallversicherung, da sie weder in einem Beschäftigungsverhältnis zum Verein stehen, noch ihre Tätigkeit dem allgemeinen Arbeitsmarkt zugänglich ist.

Die genaue Zahl der im Sportbereich gesetzlich unfallversicherten Personen ist nicht bekannt. Es ist jedoch deutlich geworden, dass es sich nicht nur um einige wenige Berufssportler und -trainer handelt, sondern um einen umfangreichen Personenkreis, der während seiner Tätigkeit für den Sportverein unter dem Schutz der gesetzlichen Unfallversicherung steht.

3 Arbeitssicherheit und Gesundheitsschutz im Sportverein

3.1 Berufsgenossenschaftliche Vorschriften und Regeln - gültig in Sportvereinen mit gesetzlich Unfallversicherten

Der Gesetzgeber hat die Berufsgenossenschaften nicht nur beauftragt, für die Folgen von Arbeitsunfällen und Berufskrankheiten ihrer Versicherten aufzukommen, sondern sie gleichzeitig auch verpflichtet, mit allen geeigneten Mitteln für die Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten, arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und für eine wirksame Erste Hilfe zu sorgen (§ 14 Abs.1 SGB VII).

Zur Erfüllung dieses Auftrags hat die Verwaltungs-BG für ihre Unternehmer und Versicherten verbindliche Berufsgenossenschaftliche Vorschriften für Sicherheit und Gesundheit bei der Arbeit (BG-Vorschriften; Bezeichnung bis 1998: Unfallverhütungsvorschriften) erlassen, deren Einhaltung sie überwacht und zu deren Umsetzung sie berät (§§ 15 und 17 SGB VII). Die BG-Vorschriften (BGVs) sind zwar nicht unter spezieller Berücksichtigung des Vereinssports erarbeitet worden, jedoch gelten die in ihnen enthaltenen Bestimmungen für alle Unternehmen der Verwaltungs-BG und damit auch für Sportvereine.

Verantwortlich für die Durchführung der Maßnahmen zur Verhütung von Arbeitsunfällen, Berufskrankheiten und arbeitsbedingten Erkrankungen und zur Sicherstellung einer wirksamen Ersten Hilfe ist der Unternehmer (§ 21 Abs.1 SGB VII). Unternehmer im Sportverein ist der Verein als juristische Person, die vom Vorstand vertreten wird.

In der BG-Vorschrift „Allgemeine Vorschriften“ (BGV A 1) wird der Vorstand nicht nur zur Einhaltung der von der Verwaltungs-BG erlassenen Vorschriften verpflichtet, sondern darüber hinaus auch noch zur Beachtung der allgemein anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln (§ 2 Abs.1 BGV A 1). Neben einigen Berufsgenossenschaftlichen Regeln für Sicherheit und Gesundheitsschutz bei der Arbeit (BG-Regeln), die sich unmittelbar auf den Sportbereich bzw. einzelne Sportarten anwenden lassen, gehören hierzu insbesondere sportgerätebezogene Normen und interne Regelungen der Sportorganisationen, deren Anwendung sich bewährt hat, z.B.:

- Sicherheitsregeln für mechanische Kegel- und Bowlingbahnen (BGR 158)
- DIN EN 967 - 1 Stationäre Trainingsgeräte - Allgemeine sicherheitstechnische Anforderungen und Prüfverfahren
- Schießstand-Richtlinien des Deutschen Schützenbundes.

Der Vorstand darf von den allgemein anerkannten sicherheitstechnischen und arbeitsmedizinischen Regeln abweichen, sofern die Sicherheit auf gleiche Weise gewährleistet wird (§ 3 Abs.2 BGV A 1).

Auch bei der Durchführung von handwerklichen Arbeiten gelten für die Tätigkeiten von Versicherten die entsprechenden BG-Vorschriften; so sind beim Bau eines Vereinsheimes unter anderem die Bestimmungen der BG-Vorschrift „Bauarbeiten“ (BGV C 22) einzuhalten.

Von aktueller Bedeutung für Sportvereine sind zwei BG-Vorschriften, die staatliches Arbeitsschutzrecht für die Branchen der Verwaltungs-BG konkretisieren:

- „Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ (BGV A 6)
- „Betriebsärzte“ (BGV A 7).

Das diesen beiden BG-Vorschriften zugrunde liegende Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG) ist Bestandteil des staatlichen Arbeitsschutzrechts und regelt die sicherheitstechnische und betriebsärztliche Betreuung von Betrieben.

Bevor die Konsequenzen erläutert werden, die sich für Sportvereine aus dem Arbeitssicherheitsgesetz und den beiden BG-Vorschriften zur sicherheitstechnischen und betriebsärztlichen Betreuung für Sportvereine ergeben, wird im folgenden Abschnitt zunächst auf die Bedeutung des staatlichen Arbeitsschutzrechts für Sportvereine eingegangen.

3.2 Staatliches Arbeitsschutzrecht- gültig in Sportvereinen mit Beschäftigten

Aufrund der Verpflichtung der Bundesrepublik Deutschland zur Umsetzung von EG-Richtlinien, ist das staatliche Arbeitsschutzrecht in den letzten Jahren kontinuierlich überarbeitet worden. Mit dem „Gesetz zur Umsetzung der EG-Rahmenrichtlinie Arbeitsschutz und weiterer Arbeitsschutzrichtlinien“ vom 07.08.1996 ist insbesondere die Gewerbeordnung weitgehend durch das neue Arbeitsschutzgesetz (ArbSchG) abgelöst worden. Da dieses Gesetz ausdrücklich für den Schutz der Beschäftigten bei der Arbeit in allen Tätigkeitsbereichen gilt (§ 1 Abs.1 ArbSchG), sind die in ihm enthaltenen Bestimmungen auch in Sportvereinen mit Beschäftigten zu beachten.

Die Verantwortung für die Umsetzung der Bestimmungen des Arbeitsschutzgesetzes trägt der Vorstand des Vereins (§ 13 Abs.1 ArbSchG); zu seinen grundlegenden Pflichten gehören u.a.:

- Beurteilen der Arbeitsbedingungen - Ermitteln von Gefährdungen - Ableiten von Arbeitsschutzmaßnahmen - Überprüfen der Wirksamkeit der Maßnahmen - ggf. Anpassen der Maßnahmen (§§ 3, 4 und 5 ArbSchG); bei mehr als 10 Beschäftigten

sind die Ergebnisse der Gefährdungsbeurteilung einschließlich der abgeleiteten Maßnahmen schriftlich zu dokumentieren (§ 6 ArbSchG).
- Unterweisen der Beschäftigten über die Sicherheit und den Gesundheitsschutz bei der Arbeit (arbeitsplatz- bzw. aufgabenbezogen) (§ 12 Abs.1 ArbSchG).

Neben dem Arbeitsschutzgesetz enthält das staatliche Arbeitsschutzrecht weitere Gesetze und Verordnungen, denen die Tätigkeiten von Beschäftigten bzw. Arbeitnehmern im Sportbereich unterliegen bzw. unterliegen können, z.B. das Arbeitssicherheitsgesetz (ASiG), die Bildschirmarbeitsverordnung (BildscharbV) und die Gefahrstoffverordnung (GefStoffV).

Die Zielgruppe des staatlichen Arbeitsschutzrechts ist durch die Beschränkung auf Beschäftigte bzw. Arbeitnehmer wesentlich kleiner als die Zielgruppe der Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften und Regeln, die aus den gesetzlich unfallversicherten Personen besteht.

4 Sicherheitstechnische Betreuung im Sportverein

Neben dem Arbeitsschutzgesetz, das den neuen Kern des staatlichen Arbeitschutzrechts bildet, stellt das bereits 1973 in Kraft getretene Gesetz über Betriebsärzte, Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit (Arbeitssicherheitsgesetz - ASiG) besondere Anforderungen an Sportvereine, die Arbeitnehmer beschäftigen.

Dieses Gesetz enthält die Verpflichtung der Arbeitgeber zur Betreuung ihrer Betriebe durch Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte und beschreibt deren Qualifikation und Aufgaben. Die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung erhielten in diesem Gesetz die Möglichkeit, es durch Unfallverhütungsvorschriften (seit 1999 neue Bezeichnung: BG-Vorschriften) branchenspezifisch umzusetzen (§ 14 Abs.1 ASiG), z.B. durch Festlegen der erforderlichen Einsatzzeiten der Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte entsprechend der in einer Branche vorhandenen Gefährdung der Arbeitnehmer.

Da bei Inkrafttreten des Gesetzes noch nicht genügend qualifizierte Fachkräfte für Arbeitssicherheit und Betriebsärzte am Markt zur Verfügung standen, legten die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung in ihren Unfallverhütungsvorschriften zunächst fest, dass nur Betriebe ab einer bestimmten Größenordnung Fachkräfte und Betriebsärzte zu bestellen hatten. Sportvereine fielen aufgrund der von der Verwaltungs-BG erlassenen Unfallverhütungsvorschriften „Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ und „Betriebsärzte“ erst ab 250 Arbeitnehmern, d.h. nur in sehr wenigen Einzelfällen, unter diese Verpflichtung.

Vor dem Hintergrund des Europarechtes, das die Betreuung aller Betriebe unabhängig von ihrer Größe vorsieht, forderte das Ministerium für Arbeit und Sozialordnung die Träger der gesetzlichen Unfallversicherung bereits 1992 auf, die sicherheitstechnische und betriebsärztliche Betreuung nun - wie im ASiG ja eigentlich auch von vornherein vorgesehen - auf jeden Betrieb auszudehnen.

Seit dem Inkrafttreten des 3. Nachtrags zur Unfallverhütungsvorschrift „Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit“ am 01.01.1997 muss nun jeder Arbeitgeber - und damit auch jeder Sportverein in Arbeitgeberfunktion - die sicherheitstechnische Betreuung seines Betriebes durch eine Fachkraft für Arbeitssicherheit sicherstellen. Im Gegensatz zu dieser Unfallverhütungsvorschrift wurde die Unfallverhütungsvorschrift „Betriebsärzte“ noch nicht entsprechend geändert.

Die Fachkraft für Arbeitssicherheit hat die Aufgabe, den Arbeitgeber in allen Fragen der Arbeitssicherheit zu unterstützen (§ 6 ASiG):

- Beraten des Arbeitgebers (Vereinsvorstand) und der sonst verantwortlichen Personen hinsichtlich
  - der Planung und Ausführung von Betriebsanlagen (z.B. Sporthallen und -plätze),
  - der Beschaffung technischer Arbeitsmittel (z.B. Sportgeräte) und
  - der Auswahl persönlicher Schutzausrüstung (z.B. Sportschutzhelme)
- Sicherheitstechnisches Überprüfen von Betriebsanlagen und technischen Arbeitsmitteln
- Begehen der Arbeitsstätten, Melden der Mängel an den Arbeitgeber, Vorschlagen von Maßnahmen zur Mängelbeseitigung und Hinwirken auf deren Durchführung
- Achten auf die Benutzung persönlicher Schutzausrüstung
- Untersuchen der Ursachen von Arbeitsunfällen und Vorschlagen von Verhütungsmaßnahmen
- Beeinflussen des Verhaltens der Arbeitnehmer.

Der Arbeitgeber darf als Fachkraft für Arbeitssicherheit nur Personen bestellen, die über die zur Erfüllung der zu übertragenden Aufgaben erforderliche sicherheitstechnische Fachkunde verfügen (§7 Abs.1 ASiG). Die Fachkunde kann als nachgewiesen angesehen werden, wenn folgende Bedingungen erfüllt sind (§ 3 BGV A 6):

- Berufsbezeichnung Ingenieur, Technikerprüfung oder Meisterprüfung mit mindestens zweijähriger entsprechender praktischer Tätigkeit; ohne Techniker- oder Meisterprüfung ist eine mindestens vierjährige praktische Tätigkeit in einer gleichwertigen Funktion erforderlich
- erfolgreicher Abschluss eines staatlichen oder berufsgenossenschaftlichen bzw. staatlich oder berufsgenossenschaftlich anerkannten Ausbildungslehrgangs.

Der Arbeitgeber und damit auch der Vorstand eines Sportvereins mit Arbeitnehmern hat für die Sicherstellung der sicherheitstechnischen Betreuung grundsätzlich drei verschiedene Möglichkeiten:

- Anstellung einer Fachkraft im eigenen Verein
- Bestellung einer externen, freiberuflich tätigen Fachkraft
- Verpflichtung eines überbetrieblichen Dienstes.

Für die konkrete Ausgestaltung der Betreuung stehen dem Vorstand in Abhängigkeit von der Anzahl der Arbeitnehmer im Verein zwei verschiedene Modelle zur Verfügung:

- Regelbetreuung mit besonderen Regelungen für Vereine mit bis zu 10 Arbeitnehmern:

  - Hat der Verein bis zu 10 Arbeitnehmer, so beträgt die Einsatzzeit der Fachkraft 2 Stunden pro Jahr. Diese Stunden können über einen Zeitraum von 3 Jahren zu 6 Stunden aufsummiert werden.
  - Hat der Verein mehr als 10 Arbeitnehmer, so beträgt die Einsatzzeit 0,3 Stunden pro Jahr und Arbeitnehmer und ist jährlich zu erbringen.

- Unternehmermodell für Vereine mit maximal 99 Arbeitnehmern:

  Entscheidet sich der Vorstand für das Unternehmermodell, nimmt er an Informations- und Motivationsmaßnahmen teil, die von der Verwaltungs-BG angeboten werden. Umfang und Inhalt dieser Maßnahmen werden von der Verwaltungs-BG auf der Basis der Rahmenrichtlinien des Bundesministeriums für Arbeit und Sozialordnung vom 23.06.92 festgelegt. Zur Aktualisierung der erworbenen Kenntnisse nimmt der Vorstand zusätzlich alle drei Jahre an Fortbildungslehrgängen teil.

  Über diese Maßnahmen hinaus hat er ergänzend eine bedarfsgerechte sicherheitstechnische Beratung durch eine externe Fachkraft für Arbeitssicherheit im Umfang von 0,15 Stunden pro Jahr und Arbeitnehmer in Anspruch zu nehmen. Die errechnete Einsatzzeit ist auf volle Stunden aufzurunden.

  Im Verein sind bei Wahl des Unternehmermodells folgende Unterlagen vorzuhalten:

  - Teilnahmenachweis an Informations- und Motivationsmaßnahmen
  - betriebliche Gefährdungsanalysen sowie auf dieser Grundlage durchgeführte Maßnahmen und Planungen
  - Nachweis der Verpflichtung, Inanspruchnahme und Ergebnisse der externen Beratung

5 Verantwortung für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz im Sportverein

Die Verantwortung für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz der im Sportverein Beschäftigten bzw. der gesetzlich unfallversicherten Personen trägt der Vorstand als Vertreter der juristischen Person „Sportverein“ (§ 13 Abs.1 ArbSchG und § 21 Abs.1 SGB VII). Sofern er nicht alle Aufgaben, die sich aus den entsprechenden staatlichen und berufsgenossenschaftlichen Bestimmungen ergeben, selbst wahrnehmen will, bleibt ihm - wie jedem anderen Verantwortlichen in gewerblichen Unternehmen auch - nur die Möglichkeit, Aufgaben zu delegieren (§ 13 Abs.2 ArbSchG und § 12 BGV A 1).

Für die Aufgabendelegation gelten folgende Grundsätze (§ 13 Abs.1 ArbSchG und Durchführungsanweisungen zu § 12 BGV A 1):

- Führungskräfte, deren Stellung im Regelfall arbeitsvertraglich vereinbart ist, sind für die Erfüllung der eigentlich dem Vorstand obliegenden Pflichten in ihrem Verantwortungsbereich ohnehin verantwortlich. Es bedarf keiner besonderen Delegation der Vorstandspflichten.
- In kleinen Vereinen ohne Führungskräfte hat der Vorstand die Möglichkeit zur formellen Übertragung von Pflichten auf Personen, die keine Führungsverantwortung tragen. Dies hat jedoch in übereinstimmender Willenserklärung zwischen dem Vorstand und dem Verpflichteten in schriftlicher Form zu geschehen.

Sowohl die Führungskräfte als auch die Verpflichteten treten hinsichtlich der Erfüllung der übernommenen Aufgaben straf- und zivilrechtlich an die Stelle des Vorstandes. Dies gilt allerdings nur dann, wenn ihnen die für die Aufgabenerfüllung erforderlichen Mittel zur Verfügung gestanden haben (z.B. Weisungsbefugnis und finanzielle Mittel).
In kleinen Vereinen ohne ausgeprägte Führungsstrukturen wird es dem Vorstand häufig nicht gelingen, ihm obliegende Pflichten formell auf andere Personen zu übertragen. Es bleibt ihm dann nur die Möglichkeit, sich Unterstützung bei der Aufgabenerfüllung durch den Aufbau einer Sicherheitsorganisation zu verschaffen. Dies ist umso erforderlicher, je weniger Zeit der Vorstand selbst für die Aufgabenerfüllung erübrigen kann und umso weniger Fachkenntnisse er hinsichtlich des Sportartenspektrums seines Vereins besitzt.

6 Sicherheitsorganisation im Sportverein

Die Struktur einer Sicherheitsorganisation in einem Sportverein wird sehr stark von der Größe und dem internen Aufbau des Vereins beeinflusst, weshalb hier nur die wichtigsten möglichen Strukturelemente aufgeführt werden:

- Der Vorstand betraut ein Mitglied des Vorstandes mit der Wahrnehmung der Pflichten, die sich aus den staatlichen und den berufsgenossenschaftlichen Arbeitsschutzbestimmungen ergeben.

- Das verantwortliche Vorstandsmitglied

  - sorgt für eine entsprechende Ausbildung der Führungskräfte des Vereins, z.B. bei der Verwaltungs-BG.
  - stellt die sicherheitstechnische Betreuung des Vereins durch die Bestellung einer Fachkraft für Arbeitssicherheit oder die Teilnahme am Unternehmermodell sicher.
  - lässt Gefährdungsanalysen erstellen, die u.a. eine Überprüfung der Sportstätten- und Gerätesicherheit beinhalten. Hierbei kann es sich von der Fachkraft für Arbeitssicherheit beraten lassen.
  - benennt Sicherheitsbeauftragte und lässt sie fachlich aus- und weiterbilden. Im Regelfall sind Sportvereine nicht verpflichtet, Sicherheitsbeauftragte zu bestellen, da selten mehr als 20 Personen gleichzeitig an einer räumlich zusammenhängenden Betriebsstätte beschäftigt werden (§ 22 SGB VII und § 9 BGV A 1 mit Anlage 1). Sicherheitsbeauftragte unterstützen den Vorstand ohne für die Nichterfüllung ihrer Aufgaben straf- oder zivilrechtlich belangt werden zu können. Sie sind nicht weisungsbefugt.
  - führt regelmäßige Besprechungen zur Arbeitssicherheit und zum Gesundheitsschutz durch, in denen aufgetretene Probleme, insbesondere Unfälle und Ergebnisse von Gefährdungsanalysen, behandelt werden.
    In Vereinen mit mehr als 20 Beschäftigten muß der Vorstand ohnehin einen Arbeitsschutzausschuss einrichten, der mindestens einmal vierteljährlich zusammentritt. Mitglieder sind das verantwortliche Vorstandsmitglied bzw. ein Vertreter, die Fachkraft für Arbeitssicherheit, die Sicherheitsbeauftragten und sofern erforderlich bzw. vorhanden der Betriebsarzt und zwei Betriebsratsmitglieder (§ 11 ASiG).
  - organisiert regelmäßige Unterweisungen der Versicherten (§ 12 Abs.1 ArbSchG und § 7 Abs.2 BGV A 1), z.B. hinsichtlich der Sportstättennutzung und des Tragens von Schutzausrüstung.
  - stellt die Erste Hilfe (BGV A 5) im Vereinsbetrieb sicher.

Der Vorstand trägt jedoch nicht nur die Verantwortung für die Arbeitssicherheit und den Gesundheitsschutz der Beschäftigten bzw. der gesetzlich unfallversicherten Personen im Sportverein, sondern auch für den sicheren Sportbetrieb der übrigen Mitglieder. Insbesondere die Minimierung der Sportverletzungen und -schäden ist Voraussetzung dafür, dass der Sport sein gesellschaftliches Ziel, die „Bessere Aktive Lebensgestaltung“ mit den Komponenten „Zunahme der Freude am Leben“, „Zunahme sozialer Kontakte“ und „Steigerung der körperlichen Leistungsfähigkeit“ (1), erreicht. Hierbei kann eine Sicherheitsorganisation einen wesentlichen Beitrag leisten.

7 Zukunft der sicherheitstechnischen Betreuung im Sportverein

Sportvereine werden hinsichtlich der Arbeitssicherheit und des Gesundheitsschutzes ihrer Beschäftigten bzw. gesetzlich unfallversicherten Personen wie alle anderen Unternehmen auch behandelt.
Verantwortlich für die Umsetzung des staatlichen Arbeitschutzrechts und der Berufsgenossenschaftlichen Vorschriften und Regeln ist der Vorstand als Vertreter der juristischen Person „Sportverein".
Die Verwaltungs-BG ist sich der Umsetzungsproblematik der sicherheitstechnischen Betreuung in Sportvereinen bewusst und hat daher bereits 1997 entsprechende Gespräche mit dem Deutschen Sportbund und den Landessportverbänden/-bünden begonnen. Ziel ist eine den organisatorischen Rahmenbedingungen des Vereinssports angepaßte Umsetzung der staatlichen und berufsgenossenchaftlichen Vorgaben.
Diese Gespräche wurden zwischenzeitlich ausgesetzt, da die Verwaltungs-BG dem Bundesministerium für Arbeit und Sozialordnung einen Entwurf für einen weiteren Nachtrag zur derzeit gültigen BG-Vorschrift „Sicherheitsingenieure und andere Fachkräfte für Arbeitssicherheit" (BGV A 6) vorgelegt hat. Dieser Entwurf trägt insbesondere der Situation in Kleinbetrieben durch Modifizierung der pauschalen Regelbetreuung und des Beratungsumfangs im Rahmen des Unternehmermodells Rechnung. Der Entwurf ist von der Vertreterversammlung der Verwaltungs-BG bereits verabschiedet worden.
Ziel der künftigen Gespräche ist ein speziell für den Sportbereich konzipiertes Umsetzungsmodell für die sicherheitstechnische Betreuung, bei dem die Spitzenorganisationen des Sports und die ohnehin bereits bestehenden Ausbildungsstrukturen einbezogen werden.

Literatur

1. de Marées, H./H. Weicker: Sport und Gesundheit - Chancen, Gefahren, Forderungen. In: Deutscher Sportbund (Hrsg.): Die Zukunft des Sports - Materialien zum Kongreß „Menschen im Sport 2000". Frankfurt 1986.

Anschrift des Verfassers:
Dr. Klaus Wehmeyer
Verwaltungs-Berufsgenossenschaft
Bezirksverwaltung S
Kölner Str. 20
51429 Bergisch-Gladbach

Unfallverhütung im Sport

Gutes Sehen, Gefahren erkennen, richtig reagieren

Jendrusch, G., Heck, H.

Lehrstuhl für Sportmedizin, Ruhr-Universität Bochum

1 Einleitung

Das Thema „Sicherheit im Sport“ gewinnt in den letzten Jahren in unterschiedlichen gesellschaftlichen Bereichen (Wissenschaft, Politik, Sportverbände) zunehmend an Bedeutung. Nicht zuletzt aufgrund der ansteigenden Kosten im Gesundheitswesen, wird immer häufiger auch der „Risikofaktor Sport“ – speziell in den angeblichen Risikosportarten wie z. B. Skifahren – diskutiert.
Sportunfallforschung erstreckt sich auf nahezu alle Bereiche der Sportwissenschaft. Neben zahlreichen statistischen Erhebungen zu Sportunfällen in verschiedenen Sportarten werden ständig neue medizinische Behandlungsmöglichkeiten sowie Präventions- und Rehabilitationsmaßnahmen erprobt. Mit Hilfe biomechanischer und bewegungsanalytischer Verfahren werden Verletzungsmechanismen und Unfallhergänge analysiert und rekonstruiert und in Konsequenz technische Verbesserungen im Bereich der Ausrüstung oder der Sportgeräte (z. B. Optimierung des Vibrationsverhaltens beim Tennisschläger) entwickelt. Last but not least werden sportmedizinische und trainingswissenschaftliche Ansätze zur Vermeidung von Sportverletzungen, z. B. durch spezielle präventive Trainingsmaßnahmen für sportartspezifisch „verletzungsanfällige“ Körperregionen (z. B. Ausbildung einer „muskulären Orthese“ am Sprunggelenk des Volleyballspielers) oder durch Optimierung von Trainingsmethoden etc. geschaffen.

Die *Bedeutung des Sehvermögens als ein Aspekt von „Sicherheit im Sport“* wurde dabei – anders als z. B. im Straßenverkehr – bisher wenig berücksichtigt. In Anbetracht der Tatsache, daß ein direkter Zusammenhang zwischen der Seh- und Wahrnehmungsleistung und möglichen Verletzungs- und Unfallhergängen kaum herzustellen ist, versucht der folgende Beitrag vielmehr, das *Problembewußtsein zur Notwendigkeit Guten Sehens auch im Sport* zu „schärfen“.
Die dargestellten Forschungsergebnisse aus den Sportarten *Tennis (Kap. 2)* und *Skifahren (Kap. 3)* sind sicher auch auf andere Bereiche übertragbar.

2 Beleuchtungssituation und altersabhängige Veränderungen der Sehleistung auch unter dem Aspekt „Sicherheit im Tennis“

Betrachtet man die aktuelle Mitgliederstatistik des Deutschen Sportbundes, so fällt auf, daß der Anteil der in Sportvereinen Organisierten an der Gesamtbevölkerung in den höheren Altersstufen im Trend deutlich abnimmt. Auf der anderen Seite zeigt die Mitgliederentwicklung vor allem auch in der Altersgruppe der über 50jährigen deutliche Zuwachsraten.
Dieser Trend gilt auch für das Tennisspiel, das zunehmend als *„Lifetime“-Sportart* auch von älteren Menschen freizeit- aber auch leistungsorientiert betrieben wird.

Analysiert man die Beanspruchungscharakteristik des Tennisspiels, so dominiert vorwiegend reaktives und antizipatives Handeln auf der Grundlage visueller Informationen, z. B. über Ballflugwege oder Gegnerverhalten. Dementsprechend ist *gutes und präzises Sehen* eine Voraussetzung für den Spielerfolg. Literaturbefunde und eigene Untersuchungen zeigen, daß die Sehleistung eine leistungsbeeinflussende Größe im Tennis darstellt. Das heißt, daß Sportler(innen) mit Sehschwächen – vor allem im Bereich des Bewegungssehens und des Räumlichen Sehens – auch beim Tennisspielen „gehandicapt“ sind (ABERNETHY & RUSSELL 1983, MESTER 1988, JENDRUSCH 1995, 1996 und 1998, SCHNELL 1996 u. a.).

Im folgenden sollen Aspekte der *altersabhängigen Veränderung der Sehleistung* speziell am Beispiel der (Tages-)Sehschärfe, des Dämmerungssehvermögens und der Blendungsempfindlichkeit dargestellt und mögliche Konsequenzen für die Sportpraxis – auch aus unfallprophylaktischer Sicht – aufgezeigt werden.

2.1 Gute Beleuchtung als ein Aspekt von „Sicherheit im Sport“

Gerade die letztgenannten Problembereiche des „Dämmerungssehens“ und der „Blendungsempfindlichkeit“, die Aspekte der Beleuchtung(-ssituation) und der Kontrastverhältnisse beinhalten, sind für den Tennisspieler von besonderer Bedeutung: So zeigen eigene Untersuchungen[1], daß im Bereich des Hallentennis häufig *un*günstige Beleuchtungsbedingungen vorliegen. Die stichprobenartig durchgeführte Bestandsaufnahme der Beleuchtungssituation in nordrheinwestfälischen Tennishallen ergab, daß ca. *90%* der untersuchten Tennishallen die von der DIN-Norm festgelegten Kriterien (mittlere Horizontal-Beleuchtungsstärkewerte von 400 Lux für den Wettkampfsport) nicht erfüllen. *Mit anderen Worten*: Ca. 90% der Hallen waren unzureichend beleuchtet. Darunter befinden sich auch Tennishallen, in denen leistungsorientiert trainiert und Spitzentennis gespielt wird (JENDRUSCH 1995,

[1] gefördert mit Mitteln des Bundesinstituts für Sportwissenschaft (Köln); Projekt-Nr.: VF 0407/06/13/94

MARTENS et al. 1998, JENDRUSCH et al. 1999). Dabei ist außerdem noch zu berücksichtigen, daß die Messungen unter optimalen Bedingungen durchgeführt wurden, d. h. auf den jeweiligen benachbarten Tennisplätzen war die Beleuchtung ebenfalls eingeschaltet. Aktive Tennisspieler wissen, daß dies z. B. bei unbespielten Nachbarplätzen (aus Kostengründen!) nicht immer der Fall ist.

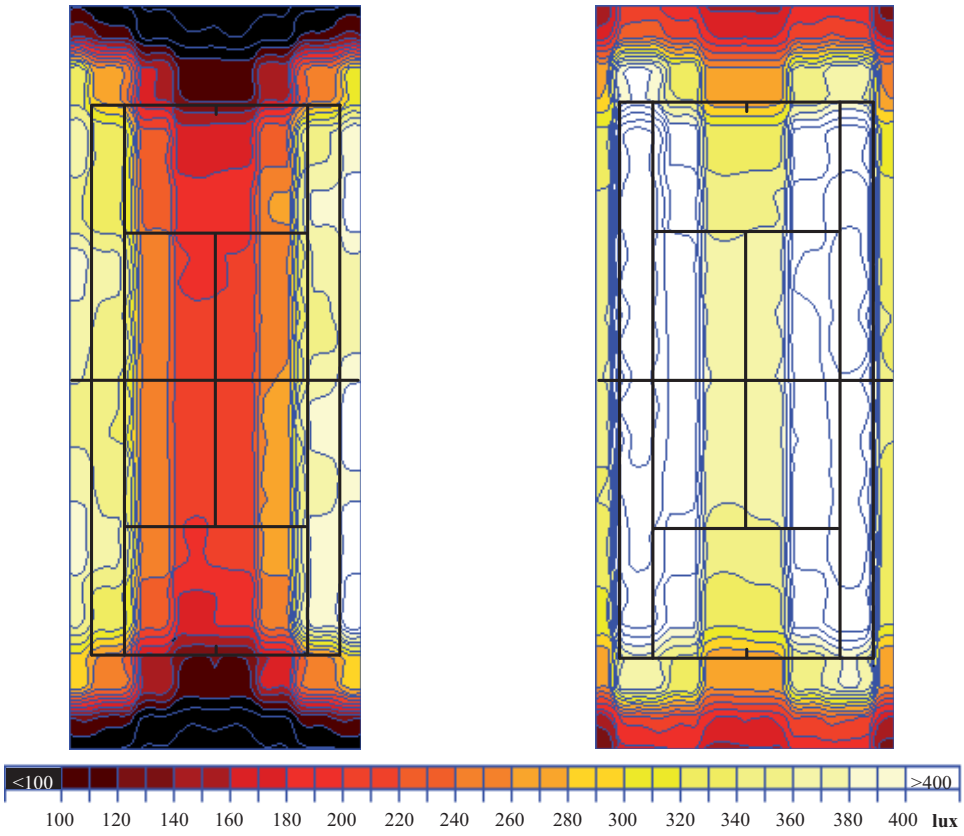


Abb. 1: Kartographischer Vergleich der Beleuchtungsstärkeverteilungen zweier unterschiedlich gleichmäßig ausgeleuchteten Tennishallen
Die photometrischen Beleuchtungsstärkemessungen wurden an Meßpunkten, die in einem Raster über das gesamte Tennisfeld (und darüber hinaus) verteilt wurden, durchgeführt.
links = *Negativbeispiel* mit einer mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke von 268 Lux (± 71 Lux)
rechts = *Positivbeispiel* mit einer mittleren horizontalen Beleuchtungsstärke von 424 Lux (± 54 Lux)

Die o. g. Defizite werden durch Ergebnisse einer Befragung von 122 Tennisranglistenspielern (allesamt Teilnehmer der Deutschen Jugend- und Senioren-Hallen-Meisterschaften) und 60 Vereins- bzw. Wettkampfspielern zur Beleuchtungssituation in Tennishallen untermauert, die zeigen, daß gut ein Drittel der Befragten (nach ihrer subjektiven Einschätzung) *häufig* in schlecht beleuchteten Tennishallen spielen bzw. trainieren. Danach bewerten ferner 53,7% der Ranglistenspieler(innen) und 56,7% der Vereinsspieler(innen) den Einfluß der

Beleuchtungssituation auf einer Ratingskala als „hoch“ oder „sehr hoch“. *Mit anderen Worten*: Bei *un*günstigen Beleuchtungsbedingungen verschlechtert sich subjektiv auch die individuelle Spielleistung (JENDRUSCH 1995).

Die exemplarischen kartographischen Beleuchtungsstärke-Darstellungen in Abbildung 1 zeigen, daß gerade die spielwichtigen Positionen (wie Grundlinien-, Drehscheiben- und Volleypositionen) von „*Beleuchtungsstärkeminderungen*“ betroffen sind. Dies resultiert natürlich vorwiegend aus der normentechnisch empfohlenen seitlichen Anordnung der Beleuchtungskörper.



Abb. 2: Tennisspezifischer Ballmaschinen-Test mit Trefferquotenbestimmung
Neben dem Spielfeld sind die – zur stufenweisen Beleuchtungsstärkeregulation eingesetzten – HMI-Scheinwerfer auf den Kurbelstativen zu erkennen.

Neuere Befunde zeigen ferner, daß bei einer Reduktion der mittleren Horizontal-Beleuchtungsstärke auf Werte unter 200 Lux (also unter das z. Zt. gültige DIN-Norm-Niveau für „Trainingsbedingungen“) signifikante Leistungseinbußen in der Zielschlagkoordination („Auge-Hand-Schläger-Koordination“) resultieren. Die Spielpräzision in einem tennisspezifischen Ballmaschinen-Test (Abb. 2), bei dem die Spieler die Aufgabe haben, von der Ballmaschine zugespielte Bälle in festgelegter Abfolge mit Vorhand-Cross-, Rückhand-Cross-, Vorhand-Longline- und Rückhand-Longline-Schlägen in markierte Trefferzonen im gegnerischen Feld zu spielen, nimmt dabei um bis zu 25% ab (Abb. 3). *Mit anderen Worten*: Der Ball wird – aufgrund der abnehmenden Präzision bei der Ballberechnung und der schlechteren Auge-Hand-Schläger-Koordination – nicht mehr optimal im sog. „Sweet-Spot“ auf der Schlägerbespannung getroffen. Letzteres führt dann möglicherweise – über eine deutliche Zunahme der Schlägervibrationen und der Handgelenksbelastung – zu akuten Verletzungen oder längerfristigen Schäden am Muskel-/Sehnen- oder Skelettapparat (JENDRUSCH 1995, MARTENS et al. 1998, JENDRUSCH et al. 1999).

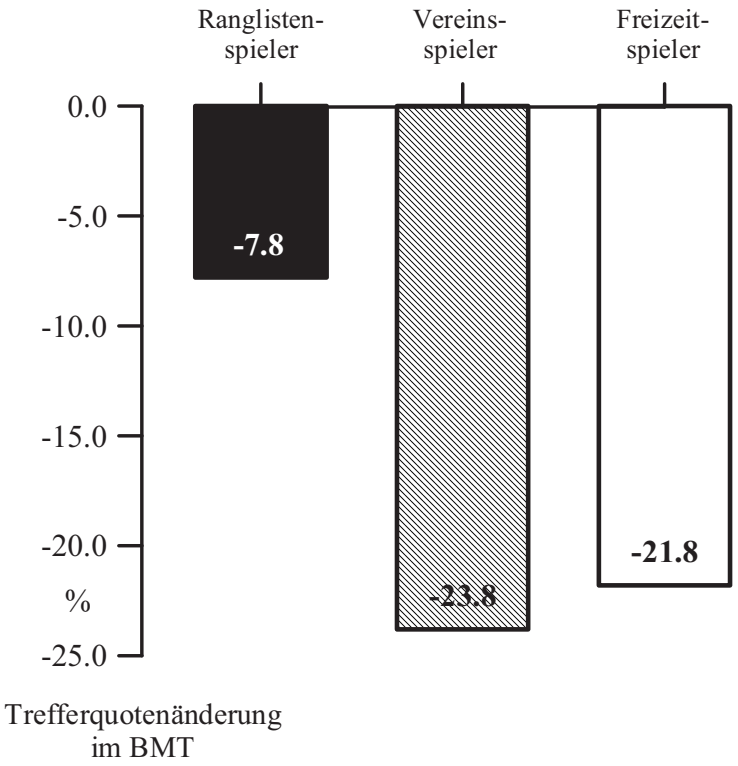


Abb. 3: Abnahme der Spielpräzision in einem Ballmaschinen-Treffertest bei Reduzierung der mittleren Horizontal-Beleuchtungsstärke unter DIN-Norm-Niveau

Bei den Ranglistentennisspielern fällt die Reduktion der Spielpräzision – vermutlich aufgrund des höheren Automatisationsgrades – mit ca. 8% deutlich geringer aus.
Wird die Horizontal-Beleuchtungsstärke deutlich – über das Niveau der z. Zt. gültigen DIN-Normvorgaben (s. o.) – erhöht (auf Werte bis zu ca. 900 Lux; vgl. auch Abb. 2), resultieren in der Regel deutliche Leistungsverbesserungen (MARTENS et al. 1998, JENDRUSCH et al. 1998). Ähnliche Befunde werden auch von WHITING et al. (1972) vorgelegt, die bei Tischtennisspielern bei hohen horizontalen Beleuchtungsstärken (2.100 Lux) im Vergleich zu regelwerksbezogenen niedrigeren Werten (220, 500 und 600 Lux) signifikant kürzere Antwortreaktionen nachweisen konnten. Beurteilt wurde die Schnelligkeit und Präzision bei der Einschätzung der Ballflugrichtung von Tischtennisbällen, die mit einer Ballmaschine zugespielt wurden (WHITING et al. 1972).

2.2 Altersabhängige Veränderung der Sehleistung bei Tennisspieler(inne)n

Bekanntermaßen nimmt die Sehleistung im Alter ab (ORTLEPP et al. 1971, SCHNELL 1982, SCIALFA et al. 1988, LONG & CRAMBERT 1990, BERKE & MÜNSCHKE 1996 u. v. m.). Es ist daher zu prüfen, welche Bedeutung mögliche altersabhängige Veränderungen der Sehleistung im Tennis vor dem Hintergrund oft unzureichender Beleuchtungsbedingungen haben.
Insgesamt nahmen 207 aktive Tennisspieler und -spielerinnen an den Untersuchungen teil. Davon 136 Spieler/-innen der deutschen und internationalen Ranglisten im Alter zwischen 10-75 Jahren und 71 Vereinsspieler/-innen unterschiedlichen Leistungsniveaus im Alter von 10-80 Jahren. Die Ranglistenspieler waren ausnahmslos Teilnehmer der Deutschen Hallen-Tennismeisterschaften.

Im folgenden sollen kurz die untersuchten *visuellen Teilleistungen* (Statische Sehschärfe, Dämmerungssehschärfe und Blendungsempfindlichkeit) charakterisiert, das methodische Vorgehen erläutert und im Anschluß jeweils direkt die wesentlichen Ergebnisse zu den entsprechenden Parametern dargestellt und diskutiert werden.

2.2.1 Statische Sehschärfe

Die *Statische Sehschärfe* kennzeichnet das räumliche Auflösungsvermögen des Sehsystems für ruhende Objekte und damit die Fähigkeit, zwei möglichst eng beieinanderliegende Punkte gerade noch getrennt wahrzunehmen. Die zentrale Sehschärfe, d. h. die Sehschärfe an der Stelle des schärfsten Sehens auf der Netzhaut der Augen (unter photopischen Bedingungen die sog. Fovea centralis), wird als Visus bezeichnet.
Aus der Literatur ist bekannt, daß erhebliche Sehschärfeminderungen selbst beim Vorliegen automatisierter Bewegungsabläufe zu deutlichen koordinativen Verschlechterungen führen (SCHNELL 1982, 1984 und 1996, JENDRUSCH 1995, 1996 und 1998 u. a.).

Unter standardisierten Bedingungen wurde bei allen Sportlern die ein- und beidäugige Statische (Fern-)Sehschärfe cum correctione, d. h. bei „optisch-korrigierten“ Sportlern mit der vorhandenen Sehhilfe, bei Tageslichtbedingungen mit Hilfe von Landoltringen bestimmt (Binoptometer nach Reiner).

In bezug auf die Sehschärfe besteht zunächst kein signifikanter Unterschied zwischen den Ranglistentennisspielern (mittlerer Visuswert 1,66 ± 0,60) und den Vereinstennisspielern (mittlerer Visuswert 1,57 ± 0,62; $p = 0{,}311$). Tendenziell erreichen die Ranglistenspieler etwas bessere Visuswerte: So verfügen 74,3% der Ranglistenspieler über eine beidäugige Sehschärfe von Visus 1,6 und höher. Bei den Vereinsspielern liegt der prozentuale Anteil mit nur 56,3% deutlich niedriger.

Bei Betrachtung der Ergebnisse in den Altersgruppen (Abb. 4) zeigt sich eine signifikante Verschlechterung der Sehschärfe ($p \leq 0{,}001$) mit zunehmendem Alter. Diese setzt bei den Ranglistentennisspielern in der Altersklasse „45plus“ aufwärts ein. Bei den Vereinsspielern verläuft der Sehschärfeabfall kontinuierlicher über alle Altersstufen.

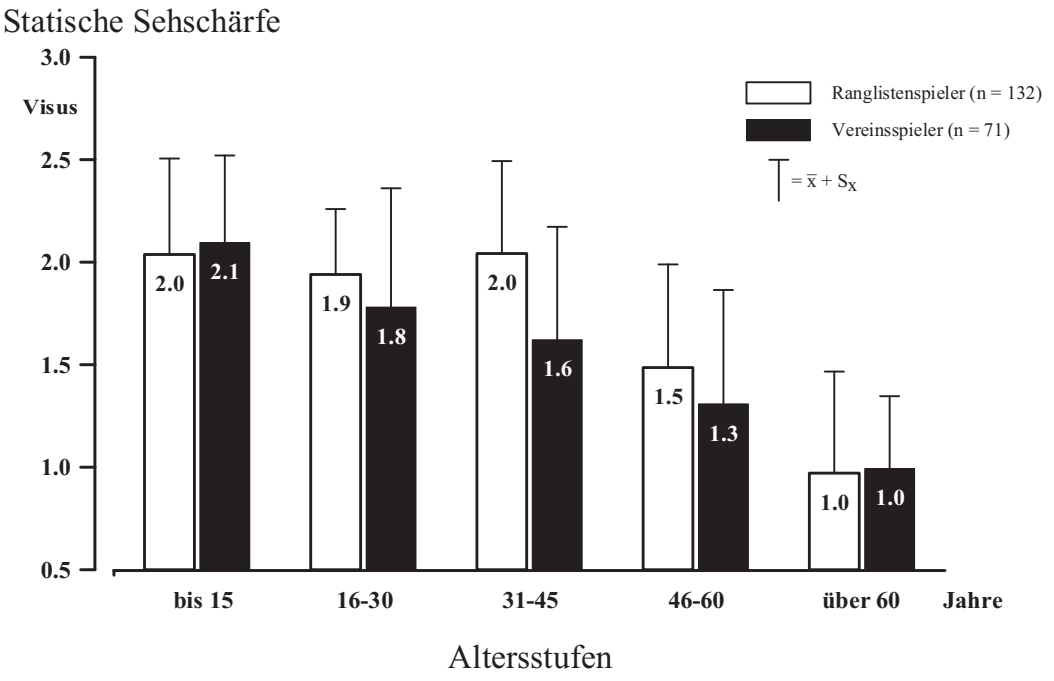


Abb. 4: Altersgruppenspezifische Darstellung der Statischen Sehschärfe (Visuswerte) von Tennisspieler(inne)n unterschiedlichen Leistungsniveaus

Ein Visus von 1,0 entspricht in etwa dem Durchschnittswert über alle Altersstufen. Daher wurde dieser Wert früher häufig mit einer Sehschärfe von 100% gleichgesetzt.

Vor dem Hintergrund der von MESTER (1988) für leistungsorientierte Spieler geforderten Mindestanforderungen an die Sehschärfe von Visus ≥ 1,6 (für breitensport- bzw. freizeitorientierte Spieler werden Visuswerte von ≥ 1,0 angegeben) sind die Werte der getesteten Tennisspieler im Mittel (über alle Altersklassen) zumindest als „ausreichend“ einzustufen.

Ein Teil der Spieler – vor allem der Senioren – zeigt aber deutliche ein- oder beidseitige Visusminderungen, die den jeweils Betroffenen zum Meßzeitpunkt z. T. nicht bekannt waren. Da die Statische Sehschärfe quasi als „Grundvoraussetzung“ auch andere Teilleistungen des Sehens wie das Dämmerungssehen oder das Räumliche Sehvermögen beeinflußt, sind individuell möglichst hohe Werte (falls nötig mit Korrektur durch eine Sportbrille oder Kontaktlinsen) zu fordern. Nach einer entsprechend optimalen Korrektur sind möglicherweise sogar Leistungssteigerungen in der Spielfähigkeit zu erwarten (JENDRUSCH 1995, SCHNELL 1996, JENDRUSCH & HECK 1998).

2.2.2 Dämmerungssehschärfe

Als Parameter der visuellen Leistungsfähigkeit bei *un*günstigen Beleuchtungsbedingungen wurde die Dämmerungssehschärfe (mit Hilfe des Mesoptometers II) erhoben.
Im Gegensatz zum räumlichen Auflösungsvermögen (zur Sehschärfe), als Fähigkeit des Auges, möglichst kleine Details bei hohen Sehzeichen-Hintergrund-Kontrasten zu erkennen (s. o.), beschreibt die *Kontrastempfindlichkeit*, bei welchem Mindestkontrast das Sehsystem Objekte unterschiedlicher Größe und Sehanforderung erkennen kann (RASSOW 1988).

Im Rahmen unserer Untersuchungen wurde die „Kontrastempfindlichkeit im mesopischen Beleuchtungsbereich“ (sog. *Dämmerungssehschärfe*) erhoben (JENDRUSCH 1995).

Als Kenngröße für die Dämmerungssehschärfe gilt der Kontrast, bei dem die Öffnungsrichtung eines Landolt-C´s definierter Größe (Visus 0,10-0,63) noch korrekt benannt werden kann. Aufgrund der methodischen Vorgehensweise am Mesoptometer II resultiert eine Funktion aus Kontrast- und Visusanforderung. Das heißt, daß neben der Verkleinerung der Landolt-C´s (und damit steigender Visusanforderung) der Kontrast zwischen Sehzeichen und Hintergrund variiert wird (Abb. 5.).

Hohe numerische (Kontrast-)Werte (vgl. Abb. 5) repräsentieren eine gute Dämmerungssehschärfe, d. h., der Proband kann die Öffnungsrichtung des Landoltringes auch noch bei geringen Sehobjekt-Hintergrund-Kontrasten erkennen. Leistungsschwache Probanden benötigen dementsprechend große Objekt-Hintergrund-Kontraste (im Sport also z. B. einen hellen gelben Tennisball vor einem dunklen Hintergrund).

Zunächst einmal ist eine nahezu lineare Abnahme der Kontrastempfindlichkeit bei steigenden Visusanforderungen festzustellen (Abb. 5, oben und unten). Generell erreichen die Ranglistenspieler im Trend bessere Ergebnisse und damit eine höhere Sehleistung bei *un*günstigen Beleuchtungs- und Kontrastbedingungen als die Vereinsspieler.

Die altersgruppenspezifische Darstellung in Abbildung 5 zeigt ferner, daß hochsignifikante Alterseffekte – mit einer kontinuierlichen Verschlechterung (d. h. Abnahme) der Dämmerungssehschärfe im Altersgang – vorliegen ($p \leq 0{,}001$).

Die deutliche Abnahme der Leistungsfähigkeit im Bereich des „Dämmerungssehens“ beginnt bei den *Ranglistentennisspielern* bereits in der Gruppe der über 30jährigen (Jungsenioren). Gravierender ist aber sicherlich die rapide Verschlechterung der Dämmerungssehschärfe bei den über 60jährigen (Abb. 5, oben).

Mit steigenden Visusanforderungen nimmt die „Kontrastempfindlichkeit“ generell ab; die Kurven nähern sich folglich einander an.

Bei den *Vereinstennisspielern* sind analoge – allerdings im Vergleich zu den Ranglistenspielern im Trend auf niedrigerem (Leistungs-)Niveau liegende –Kurven-

verläufe vorzufinden (Abb. 5, unten). Die Altersgruppen der über 45jährigen und der über 60jährigen Vereinsspieler erreichen deutlich schlechtere Dämmerungssehschärfewerte als die vergleichbaren Altersgruppen der Ranglistenspieler. Das heißt, daß hier Sehobjekte (wie der Ball) oder Objektdetails von den „Senioren“ bei entsprechend ungünstigen Bedingungen nicht mehr – *oder nicht mehr rechtzeitig* – erkannt werden können.

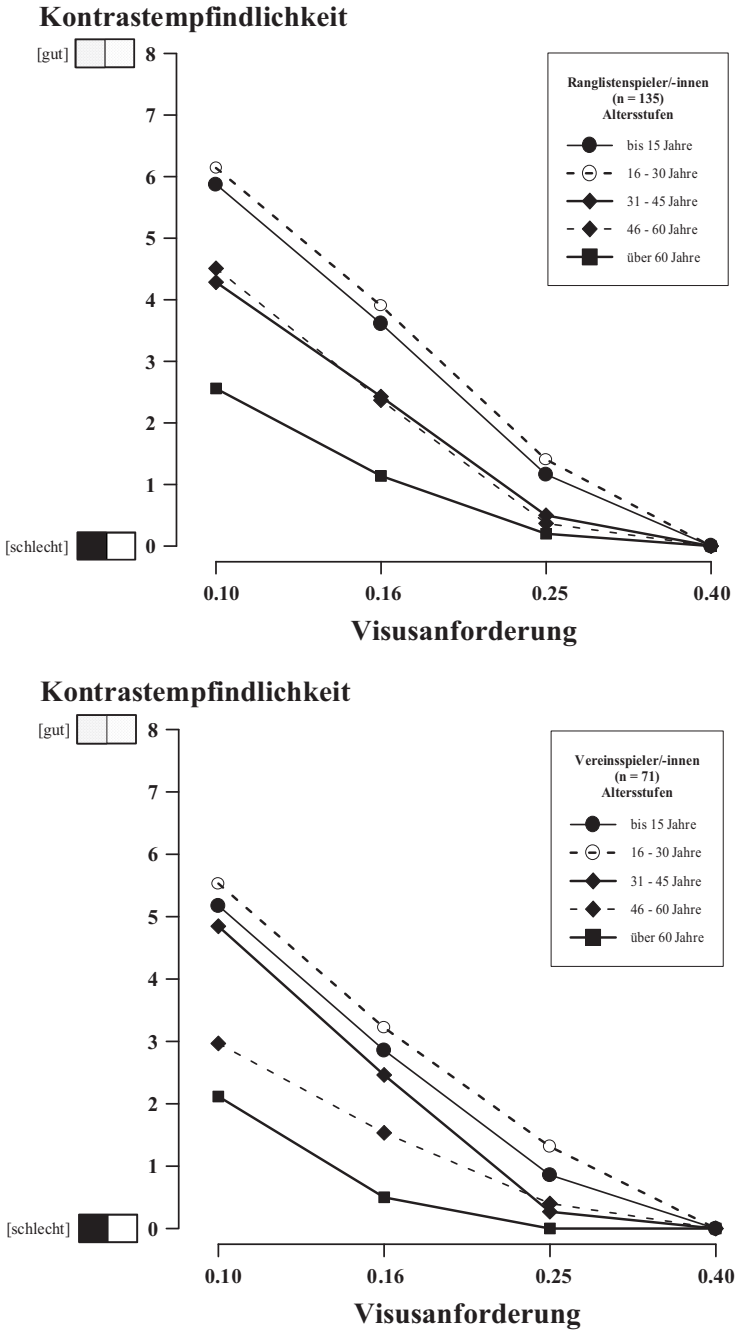


Abb. 5: Altersabhängige Veränderung der Dämmerungssehschärfe bei Tennisspieler(inne)n unterschiedlichen Leistungsniveaus

oben: Ranglistenspieler
unten: Vereinsspieler

2.2.3 Blendungsempfindlichkeit

Die Verlangsamung visueller Prozesse – und damit auch die Verlängerung der „visuellen Reaktionszeiten“ – bei *un*günstigen Beleuchtungsbedingungen zeigt sich besonders im Readaptationsverhalten nach kurzzeitiger Blendung (im Tennis also z. B. die Adaptation an „normale“ Lichtverhältnisse nach kurzzeitigem direkten Blick in die Sonne oder in einen Hallenscheinwerfer z. B. beim Ballanwurf während des Aufschlags).

Bei der Messung der *Blendungsempfindlichkeit* im Labor (mit dem Mesoptometer II) hat der Sportler die Aufgabe, nach einer 10sekündigen Blendung so schnell wie möglich die Öffnungsrichtung eines Landoltringes zu identifizieren. Bestimmt wird die *Readaptationszeit nach Blendung* bei einem Blendwinkel von 2° und einer Blend-(beleuchtungs)stärke von 3,5 Lux – das entspricht in etwa der Blendung durch einen entgegenkommenden PKW mit aufgeblendeten Scheinwerfern. Die (Test-)Umfeld-leuchtdichte beträgt 0,1 cd/m^2. Die Zeitmessung erfolgt über ein automatisiertes – durch den Versuchsleiter bedientes – Stoppuhr-System, das im Testgerät integriert ist.

Kenngröße für die „Blendungsempfindlichkeit“ ist hier also die *Readaptationszeit* in Sekunden, die der Proband benötigt, um die entsprechende Öffnungsrichtung zu erkennen und korrekt zu benennen.

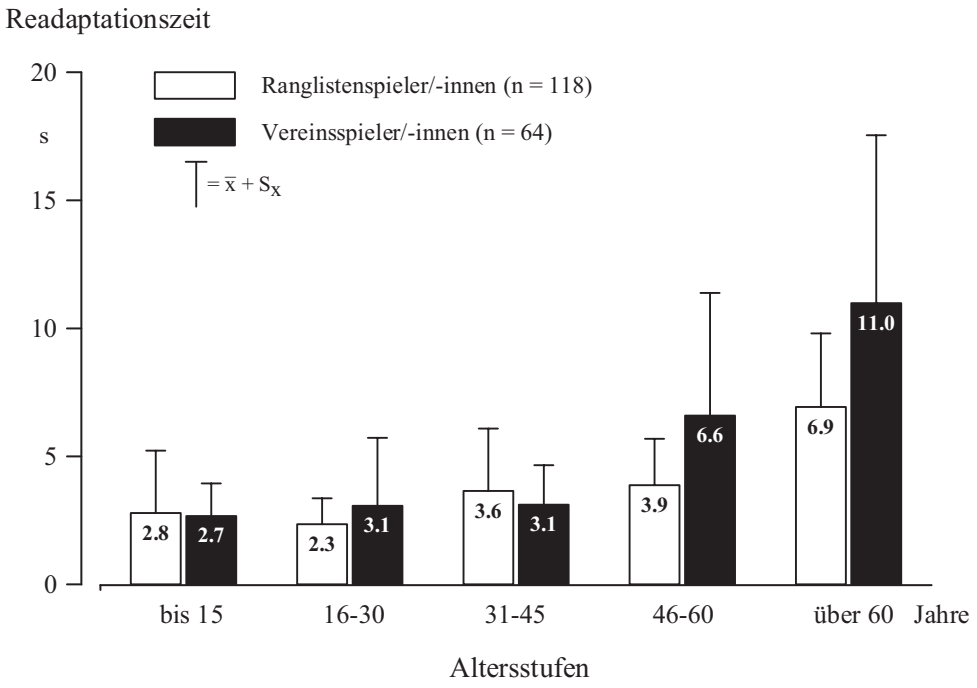


Abb. 6: Readaptationszeitverhalten nach kurzzeitiger Blendung bei Ranglisten- und Vereinstennisspieler(inne)n unterschiedlicher Altersgruppen
Visusanforderung (0,10) und Sehzeichen-Hintergrund-Kontrast (1 : 1,47)

Abbildung 6 zeigt Ergebnisse der Readaptationszeitmessungen: Auch in bezug auf das Readaptationszeitverhalten, d. h. die möglichst schnelle retinal-neuronale Anpassung

an gegebene Umfeldbeleuchtungsbedingungen nach einer kurzzeitigen starken Blendung, sind mittlere, signifikante Alterszusammenhänge zu verzeichnen.

Die Readaptationszeiten sind bei den Ranglistenspielern in der Altersgruppe der über 60jährigen – bei den Vereinsspielern schon in der Altersgruppe der über 45jährigen – im Vergleich zu den jüngeren Altersgruppen signifikant verlängert (Abb. 6). Mit zunehmenden Sehschärfeanforderungen oder geringer werdenden Sehzeichen-Hintergrund-Kontrasten wird der Alterseinfluß größer.

2.3 Diskussion und Schlußfolgerungen

Die *Befunde zur Dämmerungssehschärfe* zeigen, daß gerade im Seniorentennis die Beleuchtungssituation eine wesentliche – die tennisspezifische Leistung beeinflussende – Rolle spielt. Dafür sprechen auch weitere Befunde der BOCHUMER Arbeitsgruppe, die einen deutlichen Zusammenhang zwischen den Beleuchtungsbedingungen und der Spielleistung aufzeigen (JENDRUSCH 1995, JENDRUSCH & HECK 1995, MARTENS et al. 1998, JENDRUSCH et al. 1999).

Die signifikanten Verschlechterungen der Tagessehschärfe und der Dämmerungssehschärfe sowie die signifikanten Verlängerungen der Readaptationszeiten nach Blendung im Altersgang weisen auf eine generelle Abnahme der Sehleistung vor allem im Seniorenbereich hin.
Bei individuellen Schwächen im Bereich des Dämmerungssehvermögens sind lange Adaptationszeiten – und damit ein möglichst frühzeitiges Aufsuchen des (*un*günstig beleuchteten) Spielortes – notwendig. Daneben sollte im Zweifelsfall der Vitamin A-Status überprüft werden; bei Vorliegen von Mangelzuständen sollte Vitamin A substituiert oder über eine angepaßte Ernährung zugeführt werden.

Der signifikante Zusammenhang zwischen der Statischen (Tages-)Sehschärfe und der Dämmerungssehschärfe ($r = 0{,}70$ bei den Vereinsspielern und $r = 0{,}61$ bei den Ranglistenspielern) weist nachdrücklich darauf hin, daß es – auch schon bei jüngeren Sportlern – sinnvoll erscheint, die beidäugige und einäugige (Tages-)Sehschärfe regelmäßig zu kontrollieren und (wenn nötig) mit entsprechenden Sehhilfen zu optimieren.

Eine individuell (auch schon bei jüngeren Spielern) vorliegende „Blendungsempfindlichkeit“ – mit den entsprechenden Konsequenzen im Wahrnehmungsbereich – kann durch das Tragen von Sonnen(schutz)brillen oder Schirmmützen vermindert oder sogar kompensiert werden.

Ferner ist es sinnvoll, nicht nur im Wettkampfbetrieb, sondern gerade auch im Training *zumindest im Seniorenbereich* möglichst neue (leuchtstarke) Bälle zu verwenden, um optimale Ball-Hintergrund-Kontraste – und damit das rechtzeitige Erkennen des Balles bzw. des Ballflugweges – zu gewährleisten.

Analog zu anderen leistungsbestimmenden Faktoren erscheint es außerdem notwendig, die *visuelle Leistungsfähigkeit als (eine) leistungsbeeinflussende – und*

sicherheitsrelevante – Größe gerade auch im Seniorenbereich mitzuberücksichtigen und einer regelmäßigen Kontrolle zu unterziehen. Nur so lassen sich möglichst frühzeitig Defizite in einzelnen Sehleistungen aufdecken und – soweit möglich – korrigieren oder kompensieren.

Die deutliche Verschlechterung der Sehleistung im Seniorenbereich insbesondere bei *un*zureichender Beleuchtung weist – vor dem Hintergrund größtenteils unzureichend beleuchteter Tennishallen – auch auf entsprechenden Handlungsbedarf seitens des Deutschen Tennisbundes e. V., schon aus *unfall- und verletzungsprophylaktischen Gründen,* hin. Untersuchungen anderer Autoren belegen derartige Abnahmen der Leistungsfähigkeit bei *un*günstiger Beleuchtung auch für das im Tennis und in anderen Ballsportarten wichtige Bewegungssehen (LUDVIGH & MILLER 1956, METHLING 1970, MAYYASI et al. 1971, BROWN 1972, CAMPBELL et al. 1987 u. a.). MESTER (1988) beschreibt eine signifikante Gesichtsfeldeinengung bei Abnahme der Leuchtintensität des „peripheren Reizes“ (z. B. stark verschmutzten Tennisbällen).

All dies führt zu einer generell *un*sichere(re)n Bewegungsausführung mit der Konsequenz, daß vor allem im Seniorenbereich vermehrt Kopf- und Augenverletzungen (z. B. durch „Abpraller“ vom Schläger), sowie Verletzungen im Bereich der Sprunggelenke („auf dem Boden liegende Bälle werden nicht oder zu spät wahrgenommen“ o. ä.) auftreten.
Folglich sollte auf Verbandsebene im Interesse einer optimalen Sportausübung über die Einführung eines *„DTB-Gütezeichens“* nachgedacht werden, das die regelmäßige Überprüfung der Beleuchtungsqualität bescheinigt und die Einhaltung entsprechender Grenzwerte garantiert.
Dies erscheint insbesondere auch vor dem Hintergrund der stetig wachsenden Aktivenanzahl in der „*Lifetime-Sportart*“ Tennis und dem – analog zur Bevölkerungspyramide – zunehmenden Senior(inn)enanteil notwendig. Hier sind die negativen Auswirkungen unzureichender Beleuchtung, wie bereits dargestellt, besonders gravierend.

3 Zur Notwendigkeit Guten Sehens beim Skifahren

3.1 Einleitung

Ca. 3,8 Millionen Sportler/-innen fahren in ihrer Freizeit Ski. Unabhängig von der jeweiligen Disziplin (Alpiner Skilauf, Langlauf, Snowboard etc.) spielt dabei die Leistungsfähigkeit der Augen eine bedeutende Rolle.
Beim (Alpin-)Skifahren muß der Skifahrer z. B. die eigene „Abfahrtsspur“ beobachten. Gleichzeitig muß er die Fahrwege anderer Skifahrer wahrnehmen und gegebenenfalls mit einem „Ausweichmanöver“ reagieren, um eine Kollision oder einen Sturz mit möglicherweise folgenschweren Verletzungen zu vermeiden. Dies alles erfordert eine hohe Aufmerksamkeit und eine gute zentrale und periphere Sehleistung.

Daneben erfordern plötzlich wechselnde Pistenverhältnisse (vereiste Abschnitte, Harsch, Tiefschnee, Sulz etc.), unterschiedliche Lichtbedingungen (schattige bzw. sonnenüberflutete Passagen z. B. bei einer Waldabfahrt, Blendeffekte, einsetzende Dämmerung etc.) und ungünstige Wetterverhältnisse (Schneefall, Nebel etc.), auf die sich der Skifahrer einstellen muß, optimales Sehvermögen.

Analysen der Skiunfallzahlen der Auswertungsstelle für Skiunfälle der ARAG Sportversicherung (ASU) zeigen, daß ca. 80% aller Skiunfälle im alpinen Skisport auf „Seh-“ und „Wahrnehmungsfehler“ zurückgeführt werden können. „Nahezu die Hälfte aller verletzten Skifahrer“, so berichtet Heribert Gläser von der ASU-Ski, „gaben Unaufmerksamkeit verbunden mit einem Fahrfehler“ als Ursache für Ihren Unfall an. Dazu kämen „plötzlich wechselnde Schneeverhältnisse“ (13%), „Hindernis übersehen“ (10%), „Kollision“ (6%) und „schlechte Sicht“ (5%). In vielen Fällen wurde eine sich plötzlich verändernde Situation nicht richtig gesehen oder nicht rechtzeitig wahrgenommen.
Nach SCHNELL (1996) sind ca. 30% der Freizeit-/Breitensportler „fehlsichtig“, verfügen also z. B. über eine *un*zureichende Sehschärfe. Übertragen auf den Skisport heißt das, daß jährlich über 1 Million Skifahrer „*fehlsichtig*“ auf die Piste gehen; ein sicher nicht als unwesentlich einzuschätzendes Risiko für die Betroffenen und andere Pistenteilnehmer.

3.2 Sehtests sicherheitshalber!: Zur Sehleistung von Freizeitskifahrern

Untersuchungen des Lehrstuhls für Sportmedizin der Ruhr-Universität Bochum und der TÜV Product Service GmbH (BASiS Institut) München, die im Auftrag der *Stiftung Sicherheit im Skisport e. V.* und in Zusammenarbeit mit der *ARAG-Sportversicherung* (Düsseldorf) durchgeführt wurden, bestätigen die o. g. Zahlen.
So war bei 28,8% der – auf dem Kitzsteinhorn (Österreich) und in Garmisch-Partenkirchen – im Hinblick auf ihre Sehleistung untersuchten Freizeitskifahrer eine optische Korrektur der Sehschärfe dringend notwendig oder zumindest aus augenärztlicher Sicht „empfehlenswert“. Defizite im räumlichen Sehvermögen, d. h. dem stereoskopischen, beidäugigen Sehen (Tiefensehvermögen), das z. B. auch bei der Einschätzung von Entfernungen von großer Bedeutung ist, wurden bei 19,7% der Alpin-Sportler diagnostiziert.
26,6% der Skifahrer zeigten deutliche Einschränkungen im Bereich der Kontrastempfindlichkeit. Bei einem großen Teil der Skifahrer wurden ferner Sehschärfedefizite bei ungünstiger Beleuchtung (18,2%) oder bei Blendung (38,6%) festgestellt.

Daß auch bei Sportlern bezüglich des Zusammenhangs zwischen *„(Fahr-)Sicherheit und Sehleistung“* oft das notwendige Problembewußtsein fehlt, zeigt ein *Einzelfallbeispiel*: So reagierte eine 32jährige Skifahrerin, die in Alltagssituationen (also z. B. beim Autofahren) regelmäßig eine Fernbrille trägt, auf die Frage, warum Sie ohne Sehhilfe Ski fährt, mit der Bemerkung, daß *„eine Brille*

beim Skifahren doch wohl nicht notwendig wäre". Man beachte: Bei eben dieser Skifahrerin wurden beim Sehtest (unter den Bedingungen wie die Sportlerin Ski fährt, also *ohne Korrektur*) Visuswerte von nur 0,25 (das entspricht einer Sehschärfe von nur 25%) auf dem linken wie rechten Auge festgestellt.
Ferner war Ihr Tiefensehvermögen und Ihre Dämmerungssehschärfe, d. h. die Sehschärfe bei ungünstigen Beleuchtungsbedingungen, im Vergleich zu den entsprechenden Durchschnittswerten Ihrer Altersgruppe, deutlich reduziert. Die o. g. Skifahrerin bildet folglich aus Unwissenheit oder Unvernunft eine erhebliche Gefahr für sich und andere.

Die Studie zeigt ferner, daß von den getesteten Skifahrern im Alltag ca. 39,7% eine Sehhilfe (Brille oder Kontaktlinsen) für den *Fernbereich* tragen. Bemerkenswert ist allerdings, daß ca. 34,5% der „im Alltagsleben Korrigierten" generell keine Sehhilfe beim Skifahren tragen. *Gründe*: Ca. 50% der o. g. Skifahrer sind der Auffassung, die Sehhilfe sei „*un*nötig"; 20% verzichten darauf, weil sie „unbequem" ist oder beschädigt werden könnte.
Daneben tragen 46,4% der „Korrigierten" (darunter speziell Brillenträger) die Sehhilfe nicht unter der Skibrille (die „Brille paßt nicht unter die oft zu enge Skibrille" oder die „Brille beschlägt" u. a.).

Neben der Förderung eines adäquaten Problembewußtseins – das ja z. B. im Bereich der Verkehrssicherheit nahezu selbstverständlich ist – durch entsprechende Aufklärungsarbeit seitens der Skiverbände und der Sport- bzw. Unfallversicherer aber auch der Augenärzte speziell bei den „optisch-korrigierten" Skifahrern, besteht hier sicherlich auch Handlungsbedarf seitens der Skibrillenhersteller.

Vor dem Hintergrund, daß ca. 63% der Skisportler, denen Sehhilfen verordnet wurden, ausschließlich eine Brille tragen (und keine Kontaktlinsen zur Verfügung haben), ist hier sicher auch ein „Markt" für neue Skibrillenkonzepte zu erschließen, die das Tragen der Alltagssehhilfe unter der Skibrille ermöglichen bzw. komfortabler machen.
Die Tatsache, daß ca. 90% der Kontaktlinsenträger die „Linsen" auch bei der Ausübung des Skisports verwenden, zeigt, daß bei Skisportlern aufgrund der besseren Akzeptanz und des besseren Tragekomforts schon aus unfallprophylaktischer Sicht die Versorgung mit Kontaktlinsen – soweit dies aus augenärztlicher Sicht möglich ist – die optimalste „Korrekturmethode" darstellt. Letztere können auch unter jeder Ski-, Gletscher- oder Sonnenbrille (UV-Schutz, Blendschutz und Schutz vor dem Fahrtwind) problemlos getragen werden.

3.3 Frühzeitiges Erkennen von „Gefahrenstellen auf der Piste" hilft Fahrfehler zu vermeiden

Die Notwendigkeit, Bodenunebenheiten wie Buckel oder Mulden oder schwierige Pistenverhältnisse (z. B. vereiste Abschnitte) auch bei hoher Fahrgeschwindigkeit rechtzeitig und genau *über die Augen* zu erkennen und skifahrerisch richtig zu reagieren, um Fahrfehler – als primäre Ursache für Stürze und folgenschwere

Verletzungen – zu vermeiden, verdeutlicht nachdrücklich die hohen Anforderungen an die Sehleistung beim Skifahren.

In umfangreichen (Feld-)Untersuchungen an über 200 Freizeitskifahrern in Valmorel (Frankreich) und Kaprun (Österreich) wurde versucht, Zusammenhänge zwischen der Sehleistung und der Wahrnehmungsleistung auf der Skipiste unter unfall- und verletzungsprophylaktischen Aspekten näher zu analysieren.
Zu diesem Zweck wurde ein „*Wahrnehmungstest*“ konstruiert, bei dem die Probanden die Aufgabe hatten, unfallrelevante „Gefahrenstellen“ (Gelände- oder Bodenunebenheiten) zu erkennen: Abbildung 7a zeigt das Testfeld, in dem in verschiedenen Beobachtungsentfernungen (5-50 m) jeweils links und rechts einer Markierung (Entfernungsschilder 1-10) Bodenunebenheiten wie Buckel, Mulden oder Abrißkanten etc. präpariert wurden. Diese „Gefahrenstellen“ sollten erkannt und hinsichtlich ihrer „räumlichen Tiefe“ (vor oder hinter dem Schild bzw. auf Schildebene; Abb. 7b) eingeordnet werden.

3.3.1 Zusammenhänge zwischen der Sehschärfe und der Erkennbarkeit von „Gefahrenstellen auf der Piste“

Zur Aufdeckung von Zusammenhängen zwischen der Sehschärfe und der Erkennensleistung im Wahrnehmungstest auf der Piste (Abb. 7) wurde bei augengesunden, normalsichtigen Skifahrern künstlich die Sehschärfe stufenweise während der Durchführung des „Wahrnehmungstestes“ reduziert.
Zur (künstlichen) Herabsetzung der Sehschärfe wurden mit speziellen Folien beklebte Brillen verwendet, mit deren Hilfe die Sehschärfe auf beiden Augen oder aber nur auf einem Auge auf Visuswerte von 0,8, 0,4 und 0,2 (d. h. 80%, 40% und 20% der „normalen“ Sehschärfe (Visus 1,0)) reduziert werden konnte.

Es konnte gezeigt werden, daß bei einer Reduktion der „normalen“ beidäugigen Sehschärfe (Visus ≥ 1,0) auf Visus 0,2 die Wahrnehmungsleistung signifikant abnimmt (Abb. 8a). Werden im „Normalfall“ im Mittel ca. 80% der dargebotenen Gefahrenstellen richtig erkannt, so reduziert sich diese Quote bei einem Visuswert von nur 0,2 auf ca. 48% (Abb. 8a, durchgezogene Kurve).

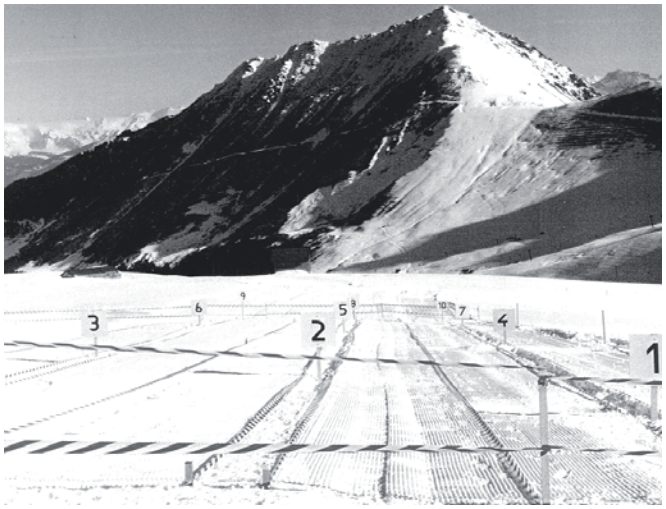


Abb. 7a:
Skispezifischer Wahrnehmungstest

Testfeld in Valmorel (1996)



Abb. 7b:
Skispezifischer Wahrnehmungstest

Bodenunebenheiten in unterschiedlicher räumlicher Tiefe

links = Mulde hinter dem Entfernungsschild

rechts = Buckel auf Schildebene

Potentielle Gefahrenstellen werden folglich schlechter (und später) erkannt. Aber auch schon bei geringeren Sehschärfeherabsetzungen sind deutliche Einschränkungen festzustellen.
Gleiches gilt für die Qualität der Einschätzung von Entfernungen von (möglichen) Gefahrenstellen (sog. „Tiefenzuordnung“). Auch hier nimmt mit zunehmender Reduktion der Sehschärfe das Einschätzungsvermögen rapide ab (Abb. 8a, gestrichelte Kurve).

Abbildung 8b zeigt Ergebnisse bei einseitiger Sehschärfeminderung: Auch hier sind erhebliche Einschränkungen der Erkennensleistung und der Entfernungseinschätzung festzustellen.

Schon aus verletzungspräventiver Sicht ist es daher bei vorhandener Sehschärfeminderung notwendig, die verordnete Sehhilfe auch auf der Piste zu tragen. Unkorrigierte Fehlsichtigkeiten sollten - soweit möglich - optimal korrigiert werden.

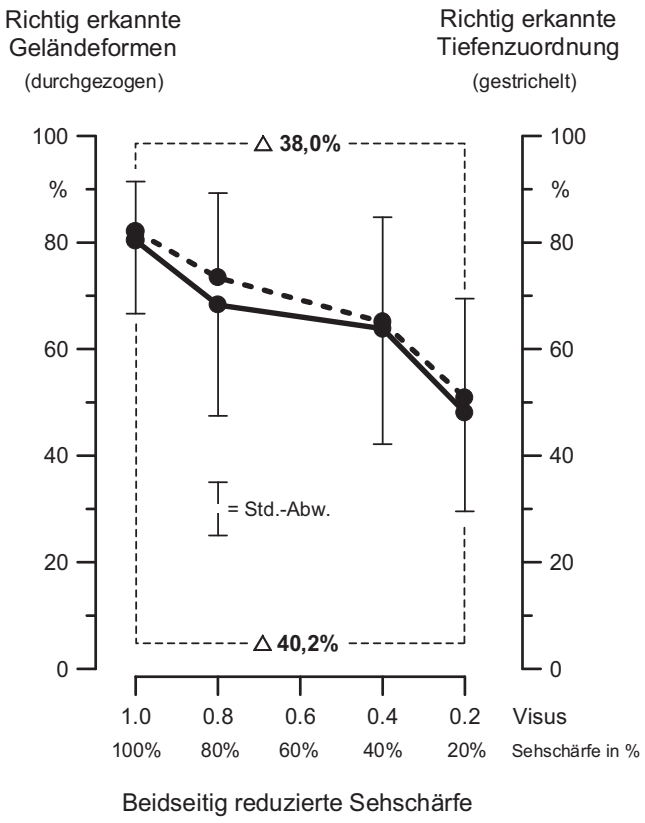


Abb. 8a:

Veränderung der skispezifischen Wahrnehmungsleistung bei beidäugiger Reduktion der Sehschärfe

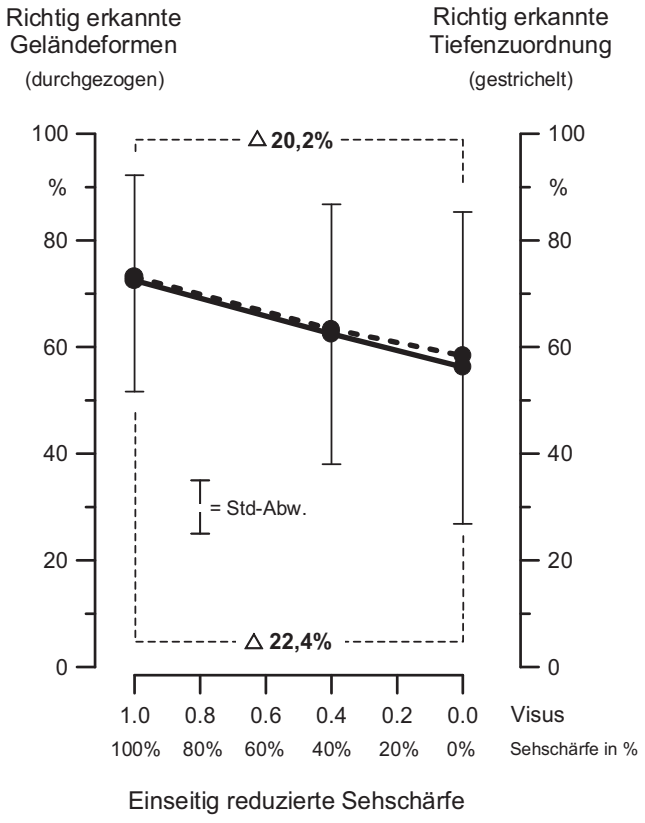


Abb. 8b:

Veränderung der skispezifischen Wahrnehmungsleistung bei Reduktion der Sehschärfe auf nur einem Auge

3.3.2 Abnahme der Sehschärfe verlängert die Reaktionszeit und verändert das Reaktionsverhalten

Bei Studien mit Freizeitskifahrern unterschiedlichen Fahrkönnens (vom Anfänger bis zum Skilehrer) konnten in Fahrversuchen auf der Skipiste ferner deutliche Zusammenhänge zwischen der Sehleistung und dem skispezifischen Reaktions- und Regulationsverhalten nachgewiesen werden. Mit anderen Worten: Bei Reduktion der Sehschärfe verlängerten sich die Reaktionszeiten, d. h. die Zeiten bis zum (ersten) Reagieren auf ein optisches Signal, erheblich und das Ausweich- bzw. sicherheitsrelevante Verhalten beim plötzlichen Auftreten einer Gefahrensituation verschlechterte sich.

Um den Einfluß der Sehschärfe auf das Reaktionsvermögen des Skifahrers unter realen, pistentypischen Bedingungen untersuchen zu können, wurden weitere Fahrversuche durchgeführt: Bei diesen sog. „*Kantenversuchen*“ fährt der Skifahrer aus einem flacheren Bereich in einen steileren Pistenabschnitt, den er nicht einsehen kann. Nach Überfahren dieser „Kante“ tauchen plötzlich Hindernisse auf, denen der Skifahrer ausweichen muß: So steht z. B. ein „Skifahrer“ (ein Dummy) mitten in der Fahrspur, oder ein Dummy kreuzt die Fahrspur (gezogen an einem Seilzug, der quer über die Piste gespannt ist). Als weitere potentielle Gefahrenstelle dient eine in der Fahrspur liegende (kontrastarme, künstliche) „Eisplatte“. Auch hier durchlaufen die Testpersonen mehrere Meßfahrten ohne und mit künstlicher Sehschärfereduktion (Visus 0,2 = Sehschärfe 20%; SENNER et al. 1999).

Bei zusammenfassender Betrachtung der Ergebnisse zeigt sich, daß trotz der deutlichen Sehschärfereduktion im Vergleich zu den Fahrten „mit normaler Sehschärfe“ (ohne Reduktionsfolien) bei den Testsituationen „Skifahrer steht in der Fahrspur“ oder „Skifahrer kreuzt die Fahrspur“ nur tendenzielle (nicht signifikante) Reaktionszeitverlängerungen festzustellen sind. Möglicherweise ist dies auch der Grund für das oft mangelnde Problembewußtsein bei den im Alltagsleben „optisch-korrigierten“ Skifahrern, die beim Skisport auf das Tragen ihrer Sehhilfe verzichten (Argument: „die Sehhilfe ist *un*nötig“ oder „Ich seh die Hindernisse auch ohne Brille“).
Die Versuchsanordnung mit den – in die Fahrspur gelegten – „*Eisplatten*“ veranschaulicht aber nachdrücklich, daß letzteres „verhängnisvoll“ sein kann: Hier führt die Reduktion der Sehschärfe zu einer signifikanten, deutlichen Verlängerung der Reaktionszeit. Mit anderen Worten: Die Reaktionszeit verlängert sich im Mittel um ca. 35%. Die „Eisplatte“ wird folglich erst deutlich später als potentielle Gefahrenstelle erkannt.

3.3.3 „Skispaß mit 50!“: Auch die altersabhängige Veränderung der Sehleistung muß berücksichtigt werden

Betrachtet man die Mitgliederstatistiken der Freunde des Skisports e. V. (FdS), so fällt

auf, daß der Anteil von Skifahrer(inne)n der höheren Altersstufen in den letzten Jahren deutlich zunimmt. So waren 1986 nur ca. 10% der FdS-Mitglieder über 50 Jahre alt. 1996 stieg der Anteil auf ca. 25%. Der alpine Skisport wird also zunehmend als *„Lifetime“-Sportart* auch von älteren Menschen betrieben.
Die Statistiken belegen ferner, daß das *Verletzungsrisiko* ab dem 50. Lebensjahr deutlich ansteigt. Bei den Frauen erfolgt dieser Anstieg bereits ab dem 45. Lebensjahr.

Vor diesem Hintergrund ist zu berücksichtigen, daß die Sehleistung mit zunehmendem Lebensalter abnimmt. Abbildung 9 zeigt exemplarisch die Abnahme der Sehschärfe im Altersgang bei einer Normalpopulation.
Aber auch die Akkommodationszeit, d.h. die Zeit, die benötigt wird, um die Brechkraft des Auges an unterschiedliche Beobachtungsentfernungen anzupassen (vergleichbar dem Autofocus beim Fotoapparat) und damit das Bild „scharf einzustellen“, verlängert sich mit zunehmendem Alter. Ferner verringert sich der maximale Pupillendurchmesser. Damit fällt bei geringer Beleuchtungsstärke weniger Licht auf die Netzhaut als bei jüngeren Menschen.
Die Dämmerungssehschärfe, d. h. die Sehschärfe bei ungünstiger Beleuchtung, verschlechtert sich somit ebenfalls. Hinzu kommt, daß viele ältere Menschen blendungsempfindlich sind (vgl. Kap. 2.2).

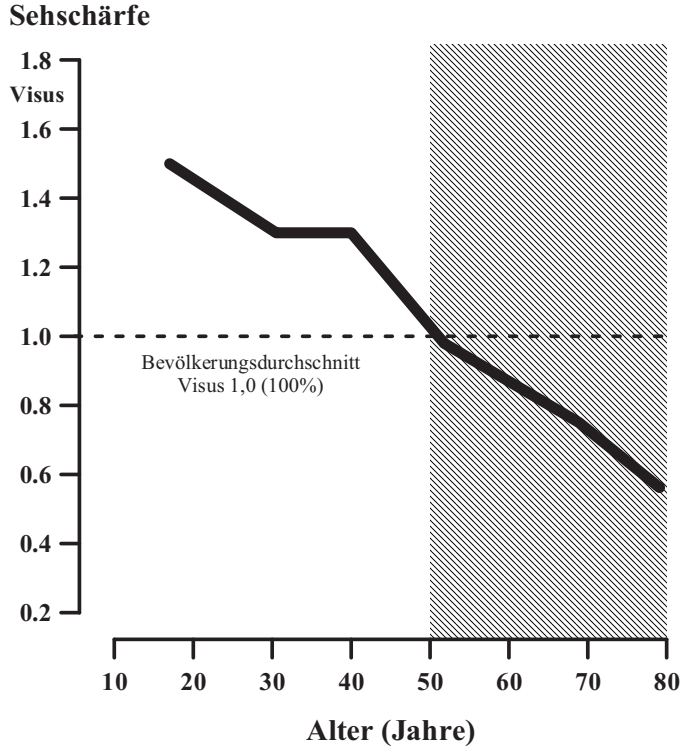


Abb. 9:

Abnahme der Sehschärfe im Altersgang
mod. nach PITTS 1982, ref. in BERKE & MÜNSCHKE 1996, S. 107

Last but not least nimmt auch die Leistungsfähigkeit der Augenmuskulatur, und damit des Bewegungssehens, mit steigendem Lebensalter ab.
Auf weitere altersspezifische Veränderungen im Bereich des visuellen Systems (z. B. Linsentrübungen) soll hier nicht näher eingegangen werden.

Die Verschlechterung der Sehleistung im Seniorenbereich und das z. T. nur unzureichend ausgeprägte Problembewußtsein bei den Skisportler(inne)n zum Zusammenhang zwischen Wahrnehmungsleistung und Sicherheit beim Skifahren weisen darauf hin, daß hier – schon aus unfall- und verletzungsprophylaktischen Gründen – Handlungsbedarf auch seitens der Skiverbände besteht. Hier ist vermehrt Aufklärungsarbeit zu leisten.

3.4 Gesichtsfeldeinschränkung durch Skibrillen!

Skibrillen werden zum Schutz vor schädigender UV-Strahlung, vor Blendung, Witterungs- und Fahrtwindeinflüssen eingesetzt. Skibrillen können aber auf der anderen Seite – aufgrund ihrer Paßform – auch die periphere Wahrnehmung einschränken. Derartige Gesichtsfeldeinschränkungen sind bei Alltagssehhilfen (Brillen) quantifiziert worden.

Eigene Untersuchungen mit einem Sortiment von Skibrillen (Modelle der Wintersaison 1997/98) zeigen, daß deutliche modellbezogene Unterschiede im Hinblick auf die Gesichtsfeldeinschränkung bestehen. Dabei wurde bei insgesamt 80 Probanden (Durchschnittsalter: 25,8 ± 4,3 Jahre) mit Hilfe eines Tübinger Perimeters die Einschränkung des „normalen“ Gesichtsfeldes im Vergleich ohne und mit Skibrille bestimmt.

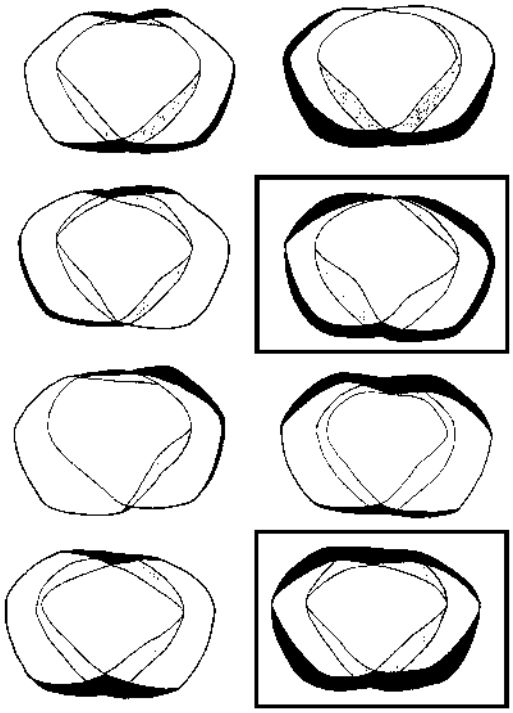


Abb. 10: Gesichtsfeldeinschränkung durch Skibrillen

Gerahmte Skibrillen = Modelle für Brillenträger

Die getesteten Skibrillen schränkten das normale Gesichtsfeld (über alle Gesichtsfeldmeridiane betrachtet) im Mittel um ca. *20%* signifikant ein. Gesichtsfeldeinschränkungen fanden sich vorwiegend in der vertikalen Gesichtsfeldausdehnung (oben, oben-innen, unten und unten-innen; vgl.

Abb. 10). Temporale (und nasale) Gesichtsfeldbereiche waren hingegen kaum betroffen.

Das heißt, der Skifahrer muß den Kopf im Vergleich zur Fahrt mit einer herkömmlichen Sportsonnenbrille mehr nach unten neigen, damit er peripher seine Skispitzen wahrnehmen und somit seine Bewegungsausführung optimal koordinieren und kontrollieren kann. Aus der stärkeren Kopfneigung resultiert andererseits aber eine schlechtere Voraussicht.

Skibrillenmodelle, die speziell für Brillenträger konstruiert wurden, zeigten die deutlichsten Einschränkungen – vor allem im Gesichtsfeldbereich unten-außen. Der erkaufte und im Sinne optimaler Sehvoraussetzungen auch notwendige Komfort, die vorhandene Alltagsbrille unter der Skibrille verwenden zu können, beinhaltet also andererseits deutliche Verschlechterungen in der peripheren Informationsaufnahme.

Hier bietet die Kombination von Kontaktlinsen mit einer „normalen“ Skibrille zumindest eine Alternative [SINDERMANN 1997].

Die horizontale, blickmotorische Leistung wurde durch das Tragen der Skibrillen im übrigen nur geringfügig vermindert.

3.5 Schlußfolgerungen und weitere Tips zum Thema „Gutes Sehen, Gefahren erkennen, richtig reagieren

- *Gutes Sehen* in Form einer guten Sehschärfe, eines guten Kontrastsehvermögens und eines ausreichenden Tiefensehvermögens ist eine wesentliche Voraussetzung, um *„Sicher(er) Skifahren“* zu können. Das gilt natürlich auch für andere Sportarten.

  Schon aus verletzungs- und unfallprophylaktischer Sicht wäre es daher notwendig:
  - die *Sehleistung regelmäßig zu kontrollieren* (in Abhängigkeit vom Lebensalter alle 1-2 Jahre einen *Sehtest* durchzuführen),
  - vorhandene *Sehschwächen oder Fehlsichtigkeiten regelmäßig* zu *kontrollieren* und bisher *un*korrigierte Fehlsichtigkeiten soweit wie möglich zu korrigieren und
  - die verordnete *Sehhilfe auch auf der Skipiste* und ggf. auch unter der Skibrille oder Sonnenbrille zu tragen.
- Generell ist immer (bei allen Freiluftsportarten, vor allem im Gebirge) auf *ausreichenden UV-Schutz und den Lichtverhältnissen angepaßten Blendschutz* zu achten. Noch immer verzichten leider ca. 6% der (480 befragten) Skifahrer auf jeglichen Blend- und UV-Schutz.
- Zum *Schutz vor Blendung* müssen lichtabsorbierende Brillen verwendet werden. Aber Vorsicht: Bei zu starker Absorption kann die Sehleistung auch beeinträchtigt werden.

  Ski- oder Sonnenbrillen mit sehr starker Absorption sollten folglich nur dann eingesetzt werden, wenn es die Lichtverhältnisse wirklich erfordern. Bei geringer

Helligkeit und in der Dämmerung können gegebenenfalls auch farblose, absorptionsarme Skibrillen verwendet werden. Auch Fahrtwind und Kälte können, z. B. durch vermehrten Tränenfluß, die Sehleistung beeinträchtigen.

- Bei *kontrastarmen Sichtverhältnissen* (Dämmerung, Nebel, diffuses Licht) können gelbe Brillen die Wahrnehmungsleistung verbessern (LOESEL 1981, KINNEY et al. 1983, ZIGMAN 1992, LINGELBACH 1995, JENDRUSCH et al. 1997 und 1999 u. v. m.).
- Eine ideale Skibrille für alle Witterungs- und Lichtverhältnisse gibt es nicht (Alternativen für unterschiedliche Sicht- und Witterungsbedingungen bereithalten).
- *„Skispezifisches Aufwärmen“* am Morgen und nach längeren Fahrpausen ist nicht nur zur Vorbereitung der Muskulatur und des Herz-Kreislauf-Systems, sondern auch zur Erhöhung der Aufmerksamkeit und zur Verbesserung der Wahrnehmungsleistung sinnvoll und daher auch zur Vermeidung von Skiunfällen und Verletzungen dringend zu empfehlen. Dabei ist zu beachten, daß neben Dehn- und Stretchingübungen auch kreislaufaktivierende Übungen (Laufübungen ohne Ski, „Hampelmann“ etc.) durchgeführt werden.
- Vorsicht mit *Alkohol auf der Piste*: Die Aufmerksamkeit und auch die Seh- und Wahrnehmungsleistung (speziell das Bewegungssehen) werden schon bei geringen Alkoholmengen reduziert. Die Reaktionszeit verlängert sich.

4 Literatur

ABERNETHY, B., RUSSELL, D. G.: Skill in Tennis: Considerations for Talent Identification and skill development. Australian Journal of Sport Sciences 3 (1983) 3-12

BERKE, A., MÜNSCHKE, P.: Screening – Prüfmethoden der Optometrie. Optische Fachveröffentlichung GmbH, Verlag der Deutschen Optikerzeitung, Heidelberg 1996

BROWN, B.: The effect of target contrast variation on dynamic visual acuity and eye movements. Vision Research 12 (1972), 1213-1224

CAMPBELL, F. W., ROTHWELL, S. E., PERRY, M. J.: Bad light stops play. Ophthalmic & physiological optics 7 (1987) 2, 165-167

JENDRUSCH, G.: Visuelle Leistungsfähigkeit von Tennisspieler(inne)n. Verlag Sport und Buch Strauß, Köln 1995

JENDRUSCH, G.: Altersabhängige Veränderung der Sehleistung im Tennis. TENNISSPORT - Tennis in Theorie und Praxis 7 (1996) 1, 15-18

JENDRUSCH, G.: Aspekte der visuellen Leistungsfähigkeit in den Großen Spielen und Rückschlagspielen. In: BARTMUS, U., HECK, H., MESTER, J., SCHUMANN, H., TIDOW, G. (Hrsg.): Aspekte der Sinnes- und Neurophysiologie im Sport - In memoriam Horst de Marées. Verlag Sport und Buch Strauß, Köln (1996), 287-303

JENDRUSCH, G., HECK, H.: Zum Zusammenhang zwischen Beleuchtungsbedingungen, Sehleistung und Spielerfolg im Tennis. Unveröffentlichter Abschlußbericht zum BISp-Forschungsprojekt VF 0407/ 06/13/94, Bochum 1995

JENDRUSCH, G., HECK, H.: Gutes Sehen als Voraussetzung für sportlichen Erfolg? Optometrie 44 (1998) 3, 4-10

JENDRUSCH, G., HECK, H.: Zur Bedeutung der Sehleistung als leistungsbeeinflussender Faktor im Tennis. Tennis - VDT-Report (1998) 3, 4-9

JENDRUSCH, G., MARTENS, O., HECK, H.: Wenn die (Hallen-)Beleuchtung zum Problem wird ...! Aspekte der Beleuchtung und altersabhängigen Veränderung der Sehleistung im Sport. Optometrie 45 (1999) 1, 15-21

JENDRUSCH, G., SENNER, V., SCHAFF, P., HECK, H.: Zur Effektivität von Skibrillen beziehungsweise Farbfiltern auf die Wahrnehmungsleistung. Zeitschrift für praktische Augenheilkunde (ZPA Extra) 18 (1997) 2, 59-62

JENDRUSCH, G., SENNER, V., SCHAFF, P., HECK, H.: Zur Notwendigkeit guten Sehens beim Skifahren. Optometrie 44 (1998) 4, 31-36

JENDRUSCH, G., SENNER, V., SCHAFF, P., HECK, H.: Vision – An Essential Factor for Safety in Skiing: Visual Acuity, Stereoscopic Depth Perception,

Effect of Colored Lenses. In: JOHNSON, R. J. (Ed.): Skiing Trauma and Safety, Twelfth Volume. ASTM STP 1345, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 1999, pp. 23-34

KINNEY, J. A. S., LURIA, S. M., SCHLICHTING, C. L., NERI, D. F.: The perception of depth contours with yellow goggles. Perception 12 (1983), 363-366

LINGELBACH, B.: Kontrastverstärkende Filter. Deutsche Optiker Zeitschrift (DOZ) (1995) 8, 20-28

LOESEL, H.: Farbfilter, Notwendigkeit oder psychologischer Effekt? Deutsche Schützenzeitung 28 (1981) 1, 30-35

LONG, G. M., CRAMBERT, R.: The nature and basis of age-related changes in dynamic visual acuity. Psychology and Aging 5 (1990), 138-143

LUDVIGH, E. J., MILLER, J. W.: The results of testing the dynamic visual acuity of 1000 naval cadets. Joint Project, Report No. NM 001.110.501.10, United States School of Aviation Medicine, Pensacola 1956

MARTENS, O., JENDRUSCH, G., HECK, H.: Schwaches Licht - schwaches Spiel? TENNISSPORT - Fachzeitschrift für Tennistraining in Theorie und Praxis 8 (1998) 5 (Sep./Okt.), 19-23

MARTENS, O., JENDRUSCH, G., HECK, H.: Wer Tennis mal bei rechtem Licht betrachtet... - Zum Einfluß der Beleuchtung auf die Spielleistung im Hallentennis. Tennis - VDT-Report (1998) 3, 10-15

MAYYASI, A. M., BEALS, R. P., TEMPLETON, A. E., HALE, P. N.: The effects of ambient illumination and contrast on dynamic visual acuity. American journal of optometry 48 (1971), 844-848

MESTER, J.: Diagnostik von Wahrnehmung und Koordination im Sport. Verlag Hofmann, Schorndorf 1988 (Wiss. Schriftenreihe des Deutschen Sportbundes, Bd. 20)

METHLING, D: Sehschärfe bei Augenfolgebewegungen in Abhängigkeit von der Gesichtsfeldleuchtdichte. Vision Research 10 (1970), 535-541

ORTLEPP, J., HEYDENREICH, A., SCHMAUTZ, K. H., GEYER, G.: Monokulare und binokulare Normalwerte der Sofortadaptation und Blendungsempfindlichkeit in ihrer Altersabhängigkeit. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde 158 (1971), 652-663

RASSOW, B.: Zur Bestimmung der Kontrastempfindlichkeit. Klinische Monatsblätter für Augenheilkunde 193 (1988), 93-98

SCHNELL, D.: Die Bedeutung des Sehens bei sportlicher Betätigung in verschiedenen Lebensaltern. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 33 (1982) 3, 77-87 und 4, 118-127

SCHNELL, D.: Die Sehanforderungen an Hochleistungssportler der Olympiakader. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 35 (1984) 7, 249-256

SCHNELL, D.: Sehorgan und Sport. In: BARTMUS, U., HECK, H., MESTER, J., SCHUMANN, H., TIDOW, G. (Hrsg.): Aspekte der Sinnes- und Neurophysiologie im Sport - In memoriam Horst de Marées. Verlag Sport und Buch Strauß, Köln 1996, 175-240

SCIALFA, C. T., GARVEY, P. M., GISH, K. W., DEERING, L. M., LEIBOWITZ, H. W., GOEBEL, C. C.: Relationships among measurers of static and dynamic visual sensitivity. Human Factors 30 (1988), 677-687

SENNER, V., JENDRUSCH, G., SCHAFF, P., HECK, H.: Vision - An Essential Factor for Safety in Skiing: Perception, Reaction and Motion Control Aspects. In: JOHNSON, R. J. (Ed.): Skiing Trauma and Safety, Twelfth Volume. ASTM STP 1345, American Society for Testing and Materials, West Conshohocken, PA, 1999, pp. 11-22

SINDERMANN, R.: Veränderung der peripheren Wahrnehmungsleistung durch Skibrillen. Unveröffentlichte Staatsexamensarbeit, Fakultät für Sportwissenschaft, Ruhr-Universität Bochum 1997

WHITING, H. T. A., ALDERSON, G. J. K., COCUP, D., HUTT, J. W. R., RENFREW, T. P.: Level of illumination and performance in a simulated table-tennis task. International Journal of Sports Psychology, 3 (1972), 32-41

ZIGMAN, S.: Light filters to improve vision. Optometry & Vision Science 69 (1992) 4, 325-328

Anschrift für dieVerfasser:

Dr. rer. nat. Gernot Jendrusch
Lehrstuhl für Sportmedizin
Ruhr-Universität Bochum
Overbergstraße 19 (Gebäude: OVBD)
D-44780 Bochum

E-Mail: gernot.jendrusch@ruhr-uni-bochum.de

Sportschuhe – Bodenbelag

Belastungen des Bewegungsapparates

Thomas Milani

Universität Essen, Fachbereich II – Sport, 45131 Essen, FRG

Belastungen des Bewegungsapparates beim Sport

Infolge des Anstiegs an Freizeitsportlern ist eine wachsende Häufigkeit an Sportverletzungen und Beschwerden des Bewegungsapparates zu verzeichnen, die, insbesondere im Bereich der unteren Extremitäten, eine direkte Folge von mechanischen Überbelastungen sind. Degenerative Veränderungen des Fusses, wie sie wahrscheinlich durch die biologische Adaptation des Körpers an Umwelteinflüsse wie das Tragen von Schuhen, Laufen auf betonierten Strassen u.a. auftreten, tragen vermutlich zum erhöhten Verletzungsrisiko bei.
Die Kenntnis der Kräfte und Belastungen, wie sie beim Sport auftreten, bildet eine wichtige Grundlage für das Verständnis der Fussmechanik während dieser dynamischen Belastungssituationen und entsprechenden präventiven Massnahmen. Diese Belastungen können nach Nigg (1) in externe und interne Faktoren differenziert werden, wobei zu den internen u.a. anthropometrische Merkmale, zu den externen Faktoren der Einfluss unterschiedlicher Bodenbeläge oder auch Sportschuhe zu zählen sind.
Der Einfluss unterschiedlicher Bodenbeläge auf die Belastungen des Körpers ist in mehreren Studien (2-10) untersucht worden. Auch der Einfluss unterschiedlicher Fussformen auf die Belastung des Körpers konnte von Hennig (11) gezeigt werden. Es ist jedoch zu vermuten, dass aufgrund unterschiedlicher anthropometrischer Merkmale wie unterschiedliche Fussformen eine Interaktion zwischen diesen beeinflussenden Faktoren vorliegt.
In diesem Beitrag sollen Möglichkeiten zur Erfassung der Belastungen bei sportlichen Bewegungen erörtert werden. Dabei werden insbesondere Studien vorgestellt, die die Belastungen auf unterschiedlichen Bodenbelägen in Abhängigkeit der Fußstruktur untersuchen. Desweiteren wird der Einfluss von Laufschuhen auf das Belastungsmuster und deren Messbarkeit bei dynamischen Bewegungen dargestellt.

Belastungen des Bewegungsapparates auf unterschiedlichen Bodenbelägen

Tierstudien haben gezeigt, dass vielfache Impulsbelastungen von Gelenken wesentliche Belastungsfaktoren in der Entstehung von degenerativen Gelenkverschleisserscheinungen wie Ostheoarthrose darstellen (12-14). Auch bei sportlichen Bewegungen, insbesondere beim Laufen und allen Aktivitäten, die mit Sprungbelastungen einhergehen, treten hohe Impulsbelastungen in Form von Vibrationswellen auf. Diese Impulsbelastungen lassen sich durch Beschleunigungsmesser, die am Körper angebracht werden, quantifizieren. Es konnte ebenfalls gezeigt werden, dass unterschiedliche Belastungsvariablen, wie sie bei der Erfassung von Belastungskräften über Kraftmessplatten evaluiert werden, hoch mit Variablen der Beschleunigungsmessung korrelieren (15). In der hier vorgestellten Studie wurden Beschleunigungsmessungen am Calcaneus beim Barfuss-Laufen mit einer Geschwindigkeit von 2.9m/s und Niedersprüngen aus einer Höhe von 45cm auf unterschiedlichen Bodenbelägen durchgeführt. In früheren Studien, die Belastungen beim Sport untersuchten, wurden die Beschleunigungsmesser an der Tibiakante angebracht (1, 16-18). Da das Sprunggelenk und die Unterschenkelmuskulatur schon erheblich zur Abpufferung von Vibrationsbelastungen beitragen, wurde zur besseren Differenzierung der entsprechenden Belastungsmuster die Messung in der vorliegenden Studie am Calcaneus durchgeführt.



Abb. 1: Messeinheit

33 Probanden wurden anhand ihres Fussabdruckes entsprechend dem Algorithmus nach Cavanagh (1985) in die Gruppen Planus, Cavus und Rectus eingeteilt.
Ein Beschleunigungsmesser (Kistler 8616A-500) wurde auf einem rechtwinkligen Aluminiumstück aufgeklebt (Gesamtgewicht < 1g). Diese Messeinheit wurde an die mediale Seite des rechten Calcaneus aufgeklebt. Die Probanden liefen in jeweils drei Versuchen mit dieser Messeinrichtung eine Strecke von 25m auf den Bodenbelägen Gras, Tartan und Beton bei einer Geschwindigkeit von 2.9m/s. Anschliessend führten die Probanden Niedersprünge aus einer Höhe von 45cm auf die unterschiedlichen Bodenbeläge durch. Dabei standen die Probanden auf einer Bank und balancierten ihr Gewicht auf dem linken Bein aus. Bei ruhigem Stand wurden die Probanden dann aufgefordert, ihr linkes Knie



Abb. 2: Niedersprung

hochzuziehen und auf dem rechten Fuss zu landen. Spitzenbeschleunigungen, die Zeit bis zur Spitzenbeschleunigung und die Bodenkontaktzeiten aus drei Versuchen je Bodenbelag (Niedersprünge & Laufversuche) wurden jeweils gemittelt und in einer "ANOVA" statistisch analysiert.

Die statistische Analyse der Ergebnisse der Laufversuche zeigte eine hochsignifikante Interaktion zwischen den Faktoren Fusstyp und Bodenbelag (Abb.3). Die Analyse der drei unterschiedlichen Fusstypgruppen ergab hochsignifikante Unterschiede zwischen den Bodenbelägen Gras, Tartan und Beton. Erstaunlicherweise wurden auf dem Bodenbelag Beton für die Gruppe Rectus deutlich höhere Spitzenbeschleunigungen festgestellt als für die Cavus- und Planusgruppe. Die Analyse der Bodenkontaktzeiten ergab ebenfalls hochsignifikante Unterschiede zwischen den Bodenbelägen (Gras: 251ms; Tartan: 244ms; Beton: 242ms). Alle Spitzenbeschleunigungswerte in dieser Studie sind deutlich höher als Vergleichswerte in der Literatur. Die Verwendung eines extrem leichten Beschleunigungsmessers und die Anbringung am Calcaneus gegenüber der tibialen Messung tragen zu diesem Ergebnis bei.

Während die Spitzenbeschleunigungen zwischen den Fusstypgruppen auf Gras nur geringfügig sind, erstaunen die enorm grossen Spitzenbeschleunigungen der Rectusgruppe auf Beton. Vor allem Probanden aus der Cavusgruppe klagten über Schmerzen beim Laufen auf Beton.

Die Beschleunigungsdifferenzen zwischen den Gruppen lassen den Schluss zu, dass die Planus- und Cavusgruppe aufgrund der hohen Belastungen ihren

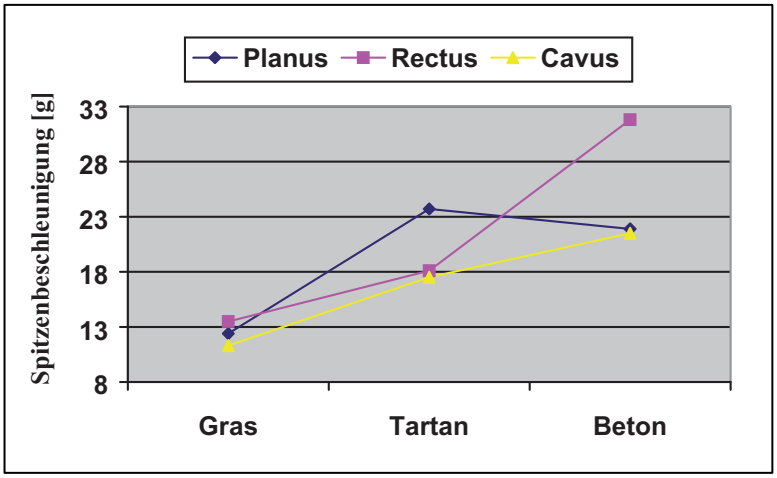


Abb. 3: Calcaneale Spitzenbeschleunigung beim Laufen

Laufstil auf Beton änderten, um Schmerzen und Verletzungen vorzubeugen. Diese Schlussfolgerung wird durch die Tatsache unterstützt, dass die kürzesten Bodenkontaktzeiten auf Beton für die Rectusgruppe ermittelt wurden. Die hochsignifikante Interaktion zwischen Fusstyp und Bodenbelag könnte das Ergebnis unterschiedlicher adaptiver Muskelaktivitäten sein, die innerhalb der Fusstypen generiert werden, um den Körper vor zu hohen Belastungen zu schützen.

Die Auswertung der Niedersprungdaten zeigt hochsignifikante Unterschiede der Spitzenbeschleunigungen zwischen den Bodenbelägen (Abb. 4). Demgegenüber konnten keine signifikanten Unterschiede zwischen den Fusstypen ermittelt werden. Obwohl für die Planus- und Cavusgruppen auf allen drei Bodenbelägen höhere Beschleunigungsspitzen ermittelt wurden als für die Rectusgruppe, sind diese Spitzenwerte nicht signi-fikant unterschiedlich. Es scheint, dass die extrem

hohen Belastungen, wie sie beim Niedersprung auftreten, nicht mehr durch entsprechende Muskel-aktivität kompensiert werden können.
Dies bedeutet, dass die Fußstruktur und ihre stossdämpfenden Eigenschaften wesentlich an Bedeutung in derart hohen Belastungssituationen gewinnt. Daher ist die Tendenz der Cavusgruppe zu hohen Beschleunigungswerten, wie sie in dieser Studie evaluiert wurden, nicht überraschend.
Der Fusstyp Cavus wird durch eine steife Struktur charakterisiert, die nur ungenügend schockabsorbierende Funktionen wahrnehmen kann (19). Überraschenderweise wurden für die Planusgruppe ebenfalls hohe Beschleunigungsspitzen analysiert. Dieser Fusstyp wird allgemein als weiche und lockere Struktur angesehen, da die Gewölbestruktur zusammengebrochen ist. Man könnte diese Struktur auch mit einem defekten Stossdämpfer vergleichen, der über keine stossdämpfenden Eigenschaften mehr verfügt. Bei hohen Kraftspitzen schlagen diese Strukturen durch und lassen daher hohe Belastungen auf den Körper einwirken. Dieses Ergebnis ist auf einen Belastungsmechanismus zurückzuführen, der wesentliche Unterschiede zu den Belastungen beim Laufen aufweist. Während sich der Körper beim Gehen und Laufen durch adaptive Prozesse wie Muskelaktivität zumindest teilweise vor Belastungen schützen kann, scheint dies bei diesen hohen Kräften nicht mehr der Fall zu sein.

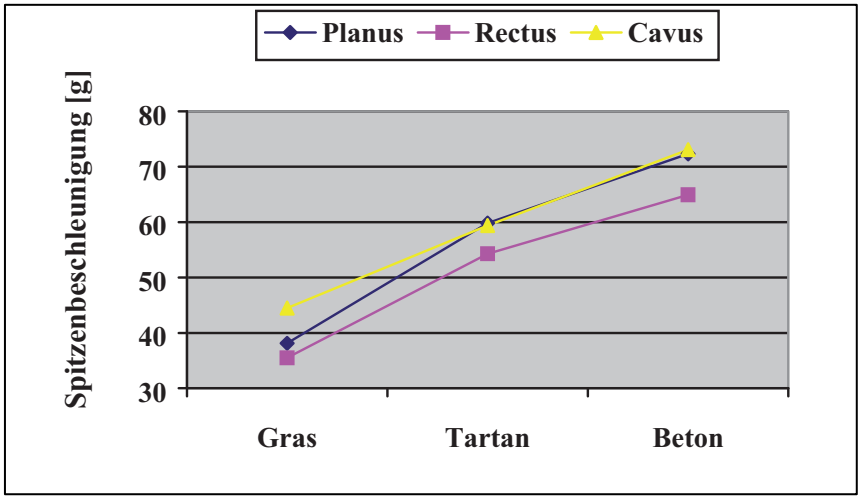


Abb. 4: Spitzenbeschleunigungen beim Niedersprung

Die Ergebnisse dieser Studie zeigen, dass nicht nur die unterschiedlichen Bodenbeläge die Belastungen des Körpers reduzieren oder erhöhen können, sondern u.a. auch die Fußstruktur wesentlichen Einfluss auf die Belastungen hat.

Einfluss von Laufschuhen auf die körperliche Belastung

Der Einfluss von Schuhen auf die Belastung des Körpers beim Sport wird in der Biomechanik unter dem Aspekt einer kontrovers geführten Diskussion untersucht. In Tierstudien konnte gezeigt werden, dass hohe Vibrationsbelastungen zu Ostheoarthrosen im Kniegelenk führen, und die Verwendung von stossdämpfenden Materialien in Schuhen (12-14, 20) diese Vibrationsbelastungen reduzieren und damit Überlastungen vorbeugen. 1992 entwickelten Nigg & Segesser (21) Konzepte *(cushioning, support, guidance),* die ein Laufschuh erfüllen sollte, um in

biomechanischer und orthopädischer Sicht präventiv Belastungen beziehungsweise Verletzungen vorzubeugen. Die Autoren glauben, daß

> „the goals outlined in the concepts can be achieved by altering the material properties or the construction of the shoe[1]“ (S. 595).

Ob durch entsprechende Laufschuhkonstruktionen Verletzungen wirklich verhindert werden können, ist letztendlich unklar. Es gibt Äußerungen von Forschergruppen, die diese präventiven Aspekte in Frage stellen.
Demnach vertritt Robbins (22-27) die Meinung, dass durch die Verwendung stossdämpfender Materialien im Laufschuh das natürliche adaptive Verhalten bei Läufern - sich durch eine Veränderung des Laufstils vor Verletzungen zu schützen - beeinträchtigt und in seinem Wirkmechanismus reduziert ist.
In mehreren Studien versuchte die Gruppe um Robbins nachzuweisen, daß das Laufen in stoßdämpfenden Schuhen die Wahrnehmungsfähigkeit des Läufers für Stoßbelastungen reduziert und eine *„perceptual illusion“* über die tatsächlich vorhandene Stoßbelastung aufbaut. Aufgrund dieser nicht mehr funktionstüchtigen Wahrnehmungsfähigkeit in Bezug auf die Stoßbelastung sei der Läufer nicht mehr in der Lage, entsprechend auf eine verletzungsrelevante Belastung zu reagieren und vor allem verletzungspräventiv zu adaptieren. Die Autoren stellen für ihre Untersuchungen folgende Hypothese auf:

> „..... Modern athletic footwear is unsafe because it attenuates plantar sensations that induce the behaviour required to prevent injuries. ..... .[2]“ (S.218)

Nach ihren Untersuchungen sehen sich die Autoren in ihrer Hypothese bestätigt. Diese Interpretation der Ergebnisse beruht jedoch auf einem methodischen Vorgehen, das eine realistische Laufbewegung und die dafür typischen biomechanischen Parameter nicht einbezieht. Auch wenn subjektive Wahrnehmungen von Probanden mit biomechanischen Parametern in Zusammenhang gebracht wurden, muß jedoch berücksichtigt werden, daß die für die Wahrnehmung entscheidende Belastungssituation statischer Natur (Kraftapplikation 1s) war. Dementsprechend wurden keine lauftypischen Belastungsstimuli appliziert und demnach auch keine lauftypischen biomechanischen Parameter gemessen.
Die traditionell gemessenen verletzungsrelevanten Parameter lassen sich in zwei messtechnisch unterschiedlich zu analysierende Gruppen unterteilen.

Mechanische Parameter

Die mechanischen Eigenschaften von Laufschuhen werden traditionell durch sogenannte Materialtests bestimmt. Die Materialtests haben gegenüber Probandentests den Vorteil, daß sie weniger zeitaufwendig und weniger anfällig für Reliabilitätsprobleme sind. Es stehen hierfür unterschiedliche Testgeräte und Verfahren zur Verfügung.

---

[1] ---------(21)

[2] ---------(26)

Die zwei wichtigsten Geräte für die Beurteilung von Stoßdämpfungseigenschaften stellen der INSTRON- und der EXETER- Impacter dar. Während beim EXETER-Impacter über einen vertikal fallenden Stößel mit definiertem Gewicht in einem einmaligen Vorgang die Stoßdämpfung von Schuhmaterialien bestimmt werden (4), kann beim INSTRON- Impacter durch repetitive Stoßbelastungen die mehrmalige Belastung des Materials, wie sie dynamisch beim Laufen vorkommt, simuliert werden.

Eine weitere Möglichkeit, Informationen über mechanische Eigenschaften von Schuhen und/oder Stoßdämpfungsmaterialien zu erhalten, sind rein statische Meßverfahren. Bei diesen Verfahren wird die Eindringtiefe von Kugeln oder Stößeln mit definierten Gewichten bestimmt und damit eine Aussage über die „Stiffness [Kraft/Eindringtiefe]“ von Materialien getroffen (28). Nachteilig an statischen Meßverfahren ist die Tatsache, daß die dynamischen Effekte der getesteten Stoffe auf bestimmte Gewichtsbelastungen nicht erfaßt werden und damit die realistische Laufbelastung, die sich durch dynamische Belastungsprozesse auszeichnet, nicht wiedergegeben wird.

Die in mechanischen Tests gemessenen wichtigsten Variablen sind die über einen Beschleunigungsmesser erfaßte Spitzenbeschleunigung, die in das Material stattfindende Eindringtiefe des Stößel, und die für das jeweilige Testverfahren charakteristische Stiffness. Diese Werte können als mechanische Parameter Aussagen über die Materialeigenschaften von Schuhen liefern und damit z.B. als Rechts/Links - Vergleich bei Schuhen die Fertigungstoleranzen oder auch mechanischen Stoßdämpfungseigenschaften von Materialien bestimmen. Weiterhin lassen sich Aussagen über Altersveränderungen der Materialeigenschaften von Laufschuhen treffen (29). Materialtests mit den hier angesprochenen Techniken liefern zwar reliable Aussagen über Materialeigenschaften, können jedoch keine Informationen über die Schuheigenschaften geben, die über eine Interaktion zwischen menschlichem Fuß und dem Schuh beim Laufen beeinflußt werden.

(30) zeigten, daß zwischen den Ergebnissen biomechanischer Parameter für die Stoßdämpfung (tibiale Spitzenbeschleunigung) und der mechanischen Spitzenbeschleunigung, die über einen Impacter gemessen wurde, keinerlei Zusammenhang besteht. In dieser Untersuchung standen 19 Laufschuhe mit einem Härtebereich von 11g - 15,5g (Impacterbeschleunigung) zur Verfügung. (31) untersuchten unterschiedliche Schuhkonstruktionen und ihren Einfluß auf biomechanische Parameter. Die Autoren weisen darauf hin, daß Veränderungen der Schuhkonstruktion, die zwar das Laufmuster von Läufern beeinflußen, sich nicht bedingtermaßen über einen Materialtest nachweisen lassen.

Es hat sich gezeigt, daß Impactertests hervorragend geeignet sind, mechanische Eigenschaften von Laufschuhen im Fersenbereich zu evaluieren. Aufgrund ihrer Reliabilität und dem geringen Arbeitsaufwand lassen sich Impactertests gut dazu einsetzen, Teilinformationen über die Qualität von Laufschuhen zu liefern.

Biomechanische Parameter

Die Bodenreaktionskräfte (G_{round} $R_{eaction}$ F_{orces}) beim Laufen werden traditionell mit Kraftmeßplatten bestimmt.

Tab. 1:Variablen der GRF - Signale

- 1. vertikale Kraftspitze [N; *b*ody *w*eight]
- 2. vertikale Kraftspitze [N; bw]
- max. vertikale Kraftanstiegsrate [N/s; bw/s]
- Horizontalkräfte [N; bw]
- Center of Pressure
- freies Drehmoment [Nm]
- Fuß-Bodenkontaktzeit [ms]

Die in den Boden eingesetzten Meß-plattformen registrieren mit Dehnungsmeßstreifen (Beispiel AMTI, USA) oder piezoelektrischen Quarzaufnehmern (Beispiel KISTLER, Schweiz) die Vertikal (F_z)- und Horizontalkräfte (F_x & F_y). Desweiteren können die Kraftangriffspunkte und das freie Drehmoment M_z der Vertikalachse bestimmt werden. Aufgrund der Tatsache, daß die Größe der GRF wesentlich von der Lauf-geschwindigkeit beeinflußt wird, wird bei entsprechenden Untersuchungen die Laufgeschwindigkeit bestimmt und/oder limitiert. (32) wiesen darauf hin, daß die Laufgeschwindigkeit alle Komponenten der GRF - Daten wesentlich beeinflußt. Die aus den GRF - Signalen bestimmten Variablen, wie sie im Folgenden vorgestellt werden, werden auf der Basis von mindestens drei „guten“ Laufversuchen ermittelt. In Tabelle 1 sind die wichtigsten Variablen kurz aufgelistet.

Die vertikale Bodenreaktionskraft beinhaltet mehrere aussagekräftige Variablen zur Bestimmung von Belastungen auf den Körper. Eine der traditionell wichtigsten Variablen stellt die erste vertikale Kraftspitze dar. Da dieser „Impact“ in seiner Größenordnung vornehmlich durch die Art des Fersenaufsatzes bestimmt wird, ist diese Variable zur Bestimmung von Belastung oder zur Charakterisierung von Schuhen bezüglich ihrer Härte ungeeignet. So konnten (33) und (34) zwischen verschieden harten Schuhen keine Unterschiede in der Größe der ersten Kraftspitze nachweisen. (35) und in einer weiteren Studie (36) fanden hingegen für Schuhe mit harten Zwischensohlen niedrigere erste Kraftspitzen als für Schuhe mit weichen Zwischensohlen. Die Autoren führten dieses Ergebnis auf adaptives Laufverhalten der Probanden zurück, um Druckspitzen im Fersenbereich beim Fersenaufsatz zu vermeiden. Unter diesem Gesichtspunkt stellt die erste Kraftspitze eine aussagekräftige Variable dar, da sie indirekt die Art des Fersenaufsatzes und damit in gewisser Weise den Laufstil eines Läufers mitcharakterisiert. Unter der Voraussetzung, daß ein Läufer den Fuß immer in der gleichen Position auf der Kraftmeßplatte aufsetzt, könnte die erste Kraftspitze auch als Variable zur Bestimmung der Schuhhärte herangezogen werden. Die erste Kraftspitze ist in ihrer Größe wesentlich von der Laufgeschwindigkeit abhängig. Bei Geschwindigkeiten von 3-6 m/s liegt die erste Kraftspitze im Bereich zwischen

dem 1,5 - 3-fachen des eigenen Körpergewichtes [bw] (37). In diesem Geschwindigkeitsbereich wird die erste Kraftspitze bereits nach ca. 20 - 30ms erreicht. Bei einer Laufgeschwindigkeit von 3,3 m/s berichteten (15) von ersten vertikalen Kraftspitzen von 1,45 bw - 1,95 bw und einer durchschnittlichen Zeit bis zur ersten Kraftspitze von 30,9 ms.
Während die erste Kraftspitze als „passiver Impact“ wichtige Informationen liefert, hat die zweite vertikale Kraftspitze als „aktive Kraftspitze“ (38) für die Beurteilung von verletzungrelevanten Belastungen weniger Bedeutung. In dem obengenannten Geschwindigkeitsbereich liegt die zweite Kraftspitze bei dem 2,5 - 2,8-fachen des eigenen Körpergewichtes (37).
Die maximale Kraftanstiegsrate des vertikalen Kraftsignals stellt eine überaus wichtige Variable in der Bestimmung der körperlichen Belastung beim Laufen dar. Vor allem im Hinblick darauf, daß bei Läufern, die den Fuß im Mittelfußbereich aufsetzen, der erste Kraftpeak fehlt (39), gewinnt diese Variable für die Bestimmung der körperlichen Belastung an Bedeutung. (30) zeigten, daß es einen hohen Zusammenhang der maximalen Kraftanstiegsrate mit verletzungsrelevanten Variablen des tibialen Beschleunigungssignals gibt. Die Autoren zeigten die Möglichkeit auf, daß aus GRF - Daten berechnete Variablen wie die Kraftanstiegsrate und die „Median Power Frequency“ die tibiale Spitzenbeschleunigung vorhergesagt werden kann. (38) wies auf einen engen Zusammenhang zwischen der Anstiegsrate und der ersten vertikalen Kraftspitze und auf die physiologische Bedeutung dieses Parameters in Bezug auf Dehnungsbeanspruchungen von menschlichem Gewebe hin. Die Größe der maximalen Kraftanstiegsrate korreliert positiv mit der Härte von Laufschuhen (37). Die Autorin berichtete für Geschwindigkeiten von 3 - 5 m/s von maximalen Kraftanstiegsraten von 77,2 - 113 bw/s. (30) veröffentlichten maximale Kraftanstiegsraten im Bereich von 64,5 - 107,6 bw/s für eine Laufgeschwindigkeit von 3,3 m/s.
Mit der maximalen Kraftanstiegsrate eng korreliert ist das Frequenzspektrum der vertikalen Kraftkomponente. (38) weist darauf hin, daß vor allem der hochfrequente Anteil des Kraftsignals (> 5Hz) eine belastungsintensive Komponente darstellt und nennt diesen Signalanteil „passive Kräfte“. Dieser Signalanteil liefert wichtige Informationen für die Beurteilung der Stoßdämpfungseigenschaften von Laufschuhen (30). Eine Methode der Aufspaltung der einzelnen Frequenzkomponenten stellt die **F**ast **F**ourier **T**ransform (FFT) - Analyse dar. Die Fourier-Transformation ist ein mathematisches Mittel, ein Zeitsignal in seine Einzelkomponenten zu zerlegen. Mit Hilfe einer FFT-Analyse kann aus den Frequenzkomponenten der vertikalen Bodenreaktionskraft die Median Power Frequency (MPF) berechnet werden, wobei ein Tiefpassfilter von 10 Hz gewählt werden sollte, da nur das Frequenzspektrum der ersten Kraftspitze für die Beurteilung der Stoßbelastung von Bedeutung ist (38). Eine Verschiebung der Median Power Frequency zu höheren Frequenzen beinhaltet eine zeitlich komprimierte Stoßbelastung. Für das Laufen in herkömmlichen Laufschuhe werden Werte des Frequenzspektrums (MPFZ) in der Größenordnung von 13,34 - 15,56 Hz angegeben (30).

Die Horizontalkräfte lassen sich in F_x und F_y unterscheiden. Während die posterior-anterior - Kraft (F_x) die Brems- und Abdruckbewegung des Fußes charakterisiert, beschreibt die medio-laterale Kraft (F_y) das Abduktions- und Adduktionsverhalten des Fußes in Bezug auf den Boden. Die Größen von F_x und F_y sind stark von der Laufgeschwindigkeit abhängig (32). Deshalb kann vor allem die anterior-posterior - Kraft als Variable zur Bestimmung einer konstanten Laufgeschwindigkeit herangezogen werden. Zu diesem Zweck wird die Variable des Horizontalimpulses bestimmt, die je nach Laufgeschwindigkeit im Bereich von 0,15 bwi (body weight impulse) (3 m/s) bis 0,25 bwi (5 m/s) berechnet wird (40). Desweiteren unterliegt vor allem die medio-laterale Kraft hohen interindividuellen Variabilitäten. Bei Laufgeschwindigkeiten im Bereich von 3 - 4 m/s weist die Fy eine Größenordnung von 0,1 - 0,2 bw auf (40).
Eine weitere Variable des Kraftsignals stellt der „Center of Pressure“ dar. (39) unterscheiden aufgrund des Fußaufsatzes Läufer in „heel striker, midfoot striker and forefoot striker“. Die Autoren entwickelten einen „footstrike index“, der auf der Grundlage der Bodenreaktionskräfte und ihrem berechneten Center of Pressure den Aufsatzpunkt des Fußes eines Läufers bestimmt.
Zusätzlich zu den genannten Variablen läßt sich aus dem Kraftsignal und dem Kraftangriffspunkt das Drehmoment in Bezug auf die vertikale Drehachse berechnen. Die Größe des Drehmoments ist abhängig von der Reibung zwischen der Schuhsohle und der Plattenoberfläche. Aufgrund der Komplexität dieser Kraft wird diese Variable selten zur Auswertung herangezogen.
In der Regel werden Untersuchungen mit Kraftmeßplatten in Labors durchgeführt. Da diese Räumlichkeiten meistens beengt sind, stellt sich die Frage, ob die in einem Labor gemessenen Werte und ihre Interpretationen überhaupt auf das Laufen im Freien übertragen werden können. (41) untersuchte in diesem Rahmen, welchen Einfluß die Anlaufstrecke bis zum Erreichen der Kraftmeßplatte auf biomechanische Ergebnisse hat. Die Autoren konnten zeigen, daß ein 5-Schritt - Anlaufrythmus bis zur Kraftmeßplatte, wie er in biomechanischen Labors durchgeführt werden kann, im Vergleich zum freien Laufen valide biomechanische Ergebnisse produziert.

Messung der Rückfußbewegung

Messungen der Pronations- und Supinationsbewegung im unteren Sprunggelenk sind aufgrund der Drehachsen, um die diese kombinierten Bewegungen stattfinden, ausgesprochen schwierig. Es gibt in der Literatur bis heute keine Hinweise, daß diese Bewegungen direkt dynamisch beim Laufen erfaßt wurden. Aufgrund der Tatsache, daß das Ausmaß von Pronationsbewegungen beim Laufen wesentlichen Einfluß auf Charakteristika von Verletzungen hat (42-44), wird in der biomechanischen Forschung diesem Belastungsfaktor ein großer Stellenwert eingeräumt.
In der Literatur läßt sich eine Vielzahl von Studien finden, die die Bewegung des Rückfußes bei unterschiedlichen Laufgeschwindigkeiten, auf dem Laufband,

barfuß und in Schuhen, und mit unterschiedlichen Laufschuhkonstruktionen untersuchten (45-53), (54-58).
In der Regel werden zwei unterschiedliche Verfahren zur Messung der Pronations- und Supinationsbewegung angewandt: eine Möglichkeit, Bewegungen des Rückfußes zu messen, besteht in kinematographischen Aufnahmen, bei denen der Fuß beim Aufsetzen auf den Boden und beim Abrollvorgang von hinten mit hohen Frequenzen gefilmt wird. Da die für die jeweiligen Studien interessanten anatomischen Stellen des Fußes nach der Filmaufnahme digitalisiert und analysiert werden müssen, stellt dieses Verfahren aufgrund seines hohen Zeitaufwandes keine optimale Möglichkeit dar, Pronationsparameter in groß angelegten Studien mit hohen Probandenzahlen zu untersuchen.
Die andere, zeitsparende Möglichkeit, indirekt das Pronationsausmaß und die ebenfalls für Verletzungen relevante Pronationsgeschwindigkeit zu messen, liegt in elektronischen Verfahren. Diese Verfahren arbeiten auf unterschiedlichen Meßprinzipien wie Dehnungsmeßstreifen oder Spannungsveränderungen von Potentiometern. Ein elektronisches Goniometer ermöglicht hinreichend genau (46) die indirekte Erfassung der Bewegungen des Rückfußes im Winkel zum Unterschenkel. Es sollte betont werden, daß mit dieser Anordnung Pronation/Supination nicht direkt gemessen werden kann, sondern nur der Achillessehnenwinkel in Relation zur Vertikalachse der Schuhfersenkappe. Allerdings hat sich die Bestimmungsgröße des Achillessehnenwinkels als aussagekräftiger (indirekter) Parameter für das Ausmaß der Fußpronation in der Biomechanik durchgesetzt. In neueren Studien (49, 50, 59) wurde über intracortikale Hofmann - Pins die Pronationsbewegung beim Laufen untersucht und zu extern am Schuh angebrachten Markern verglichen. Dreidimensionale Hochgeschwindigkeitsaufnahmen zeigten, dass Orthesen nur geringen Einfluss auf die Eversion des Fusses und tibiale Rotationsvariablen haben. Gleichzeitig konnte gezeigt werden, dass externe Marker die im Knochen gemessene Eversionsbewegung dramatisch überschätzen.
(45) berichtet bei Geschwindigkeiten von 3,3 - 6 m/s von maximalen Pronationswinkeln von 6,8° - 13,5°. Desweiteren hat sich gezeigt, daß Pronationsparameter durch das Tragen von Schuhen gegenüber dem Barfußlaufen wesentlich vergößert werden.

Laufschuhkonstruktionen und ihre Beziehung zu Laufverletzungen: Unterschiedliche Konzepte und ihre Auswirkungen

(42) weisen daraufhin, daß vornehmlich drei Faktoren bei der Verletzungshäufigkeit von Läufern eine Rolle spielen: Fehler in der *Trainingsgestaltung, anatomische Faktoren,* das *Schuhwerk* und der *Bodenbelag*. (21) halten drei wesentliche Laufschuhkonzepte für präventiv bedeutsam: *cushioning (Dämpfung), support (Stützung), guidance (Führung*). Diese Konzepte beruhen auf den in der Literatur vorhandenen Hinweisen, daß fehlende Dämpfung,

übermäßige Pronation, und geringe Führung beim Abdruck als übermäßige Belastungen beim Laufen zu Verletzungen führen können. So werden Verletzungen der unteren Extremitäten mit hohen Stoßbelastungen in Verbindung gebracht, wie sie bei jedem Bodenkontakt des Fußes auftreten (12, 14, 20, 60). Durch stoßdämpfende Materialien im Schuhwerk lassen sich diese hohen Stoßbelastungen reduzieren.

Neben der Stoßdämpfung spielt übermäßiges Pronationsverhalten im Hinblick auf lauftypische Verletzungen eine entscheidende Rolle. In vielen Studien werden exzessive Pronation und Pronationsgeschwindigkeiten als primäre Gründe für Überlastungsbeschwerden beim Laufen genannt (43, 44, 61-64). (42) verbinden vornehmlich Verletzungen wie das mediale Streßsyndrom, tibiale Tendinitis, Achillodynien, Plantarfasciitis mit übermäßiger Pronation. (65) veröffentlichten hochsignifikante positive Korrelationen zwischen dem Auftreten von Chondromalacia patellae und dem Ausmaß der Pronation.

Das schon oben vorgestellte Konzept von (21) berücksichtigt diesen wichtigen Gesichtspunkt durch das für einen präventiv wirksamen Schuh geforderte Prinzip der *Stützung (Support),* das übermäßige Pronation und zu hohe Pronationsgeschwindigkeiten vermeiden soll. Interessanterweise wird durch das Tragen von Schuhen die natürlich vorhandene Pronation durch die vergrößerte Hebelwirkung erhöht (66). Desweiteren wurde schon auf den Zusammenhang zwischen Pronation als stoßabsorbierendes Element und der Stoßdämpfungskapazität eines Schuhes hingewiesen (46).

Auch andere Studien belegen, daß mit Veränderung der Zwischensohlenhärte das Pronationsausmaß und die Pronationsgeschwindigkeit dramatisch beeinflußt werden können (3, 57). Die Fersengestaltung des Schuhes kann ebenfalls das Ausmaß der Pronation beeinflussen (46, 49, 51, 53, 57). Weiterhin ist der Läufer zusätzlich in der Lage, sich durch Änderung seines Laufstils (Kniebeugewinkel und andere) an unterschiedliche Belastungssituationen anzupassen und damit Belastungen zu reduzieren.

Die obigen Ausführungen zeigen, dass sowohl durch anthropometrische Gegebenheiten, als auch durch externe Faktoren wie Bodenbelag und verwendetes Schuhwerk Belastungen, die beim Sport auf den Körper einwirken, beeinflusst werden können.

Literatur

1. Nigg BM. Causes of injuries - extrinsic factors. In: Dirix A, Knuttgen G, Tittel K, editors. The Olympic Book of Sports Medicine. Oxford: Blackwell Scientific Publications; 1988. p. 363-390.
2. Nigg B. The valididty and relevance of tests used for the assessment of sports surfaces. Med. Sci. Sports Exerc. 1989;22(1):131-139.
3. Clarke TE, Frederick EC, Hamill C. The study of rearfoot movement in running. In: Frederick EC, editor. Sport shoes and playing surfaces. Champaign, Il.: Human Kinetics Pub.; 1984. p. 166-189.
4. Frederick EC, Clarke TE, Hamill CL. The effect of running shoe design on shock attenuation. In: Frederick EC, editor. Sport shoes and playing surfaces. Champaign, Il.: Human kinetics publisher; 1984. p. 190-198.
5. Fukuda H. Biomechanical analysis of landing o surfaces with different stiffnesses. In: Groot I, Hollander, Hujing, Schenau, editors. International Series on Biomechanics XI. Amsterdam: Free University Press; 1988.
6. Hennig E. The influence of footwear and playing surfaces onto loads of the human body. Gastvortrag. Seoul, Korea: Korea Sport Science Institute; 1991 19. Nov. 1991.
7. Mc Mahon TA, Greene PR. The influence of track compliance on running. In: Frederick EC, editor. Sportshoes and playing surfaces. Champaign: Human Kinetics books; 1984. p. 138 - 162.
8. Nigg B, Yeadon M, Herzog W. The influence of construction strategies of sprung surfaces on deformation during vertical jumps. 1987;20(4):396-401.
9. Nigg B, Yeadon M. Biomechanical aspects of playing surfaces. J. Sports Sciences 1987;5:117-145.
10. Nigg B, Segesser B. The influence of playing surfaces on the load on the locomotor system and on football and tennis injuries. Sports Medicine 1988;5:375-385.
11. Hennig EM. Pressure distribution under the impact human foot during expected and unexpected falls. Doct. Diss., Pennsylvania State; 1984.
12. Dekel S, Weissman SL. Joint changes after overuse and peak overloading of rabbit knees in vivo. Acta Orthop. scand. 1978;49:519-528.
13. Radin EL, Paul IL, Rose RM. The role of mechanical factors in pathogenesis of primary ostheoathritis. The Lancent 1972:519 - 521.
14. Radin EL, Orr RB, Kelman JL, Paul IL, Rose RM. Effects of prolonged walking on concrete on the knees of sheep. J. Biomech. 1982;15:487 - 492.
15. Hennig EM, Milani TL, Lafortune MA. The use of ground reaction force parameters for the prediction of peak tibial accelerations in running with different footwear. J. Appl. Biomech. 1993;9(4):306 - 314.
16. Nigg BM. Sprung, Springen, Sprünge. Zürich: Juris Verlag; 1974.
17. Nigg BM. Measurement and magnitude of loads in selected sports. In: IX. International Congress Biomech.; 1983; Waterloo Ontario; 1983. p. 1-8.

18. Nigg BM, Neukomm PA, Spirig J, Unold E. Erschütterungen beim Skifahren, Kunstturnen, beim Gehen und Laufen. Medizinische Welt 1975;26:765-770.
19. Hennig E. Pressure distribution under the foot during expected and unexpected falls Doct. Diss. The Pennsylvania State University; 1984.
20. Voloshin A, Wosk J. An in vivo study of low back pain and shock absorption in the human locomotor system. J. Biomech. 1982;15(1):21-26.
21. Nigg BM, Segesser B. Biomechanical and orthopedic concepts in sport shoe construction. Med. Sci. Sports Excerc. 1992;24(5):595-602.
22. Robbins SE, Hanna AM, Gouw GJ. Overload protection: avoidance response to heavy plantar surface loading. Med. Sci. Sports Exerc. 1988;20(1):85-92.
23. Robbins SE, Hanna A, Jones LA. Sensory attenuation induced by modern athletic footwear. J. Test. Eval. 1988;16:412-416.
24. Robbins SE, Gouw GJ, Hanna AM. Running-related injury prevention through innate impact-moderating behavior. Med. Sci. Sports Exerc. 1989;21(2):130-139.
25. Robbins SE, Gouw GJ. Athletic footwear and chronic overloading: a brief review. Sports Medicine 1990;9(2):76-85.
26. Robbins SE, Gouw GJ. Athletic footwear: unsafe due to percetual illusions. Med. Sci. Sports Exerc. 1991;23(2):217-224.
27. Robbins S, Gouw GJ, McClaran J, Waked E. Protective sensation of the plantar aspect of the foot. Foot & Ankle 1993;14(6):347-352.
28. Denoth J, Kälin X, Stacoff A. Schockabsorption beim Jogging - Materialtest kontra Versuchspersonentests. D. Z. Sportmed. 1985;7:196-202.
29. Hennig EM, Milani TL. Pressure distribution for the evaluation of running shoes. accepted in Sportverletzung - Sportschaden 2000.
30. Hennig EM, Milani TL, Lafortune MA. Use of ground reaction force parameters for the prediction of peak tibial accelerations in running with different footwear. J. Appl. Biom. 1993;9(4):306-314.
31. Nigg B. Experimental techniques used in running shoe research. In: Nigg B, editor. Biomechanics of running shoes. Champaign, Il.: Human Kinetics Pub.; 1986. p. 27-62.
32. Nilsson J, Thorstensson A. Ground reaction forces at different speeds of human walking and running. Acta Physiol. Scand. 1989;136:217-227.
33. Clarke TE, Frederick EC, Cooper LB. Effects of shoe cushioning upon ground reaction forces in running. Int. J. Sports Med. 1983;4:247-251.
34. Snel JG, Delleman NJ, Heerkens YF, van Ingen Schenau GJ. Shock-absorbing characteristics of running shoes during actual running. In: D. Winter, R.W. Norman, R.P. Wells, K.C. Hayes, Patla AE, editors. Biomechanics IX B. Champaign, Il.: Human Kinetics; 1985.
35. Hennig EM, Milani TL. The perception of cushioning during impact loads on the human body. In: Brueggemann, editor. II. Symp. on The Biomechanics of Functional Footwear; 1995; Köln, Germany: Dt. Sporthochschule Koeln; 1995.

36. Milani TL, Hennig EM, Lafortune MA. Perceptual and biomechanical variables for running in identical shoe constructions with varying midsole hardness. Clin. Biomech. 1997;12(5):294 - 300.
37. Miller DI. Ground reaction forces in distance running. In: Cavanagh PR, editor. Biomechanics of distance running. Champaign, Il.: Human Kinetics Pub.; 1990. p. 135-164.
38. Nigg BM, Bahlsen AH, Denoth J, Luethi SM, Stacoff A. Factors influencing kinetic and kinematic variables in running. In: Nigg BM, editor. Biomechanics of running shoes. Champaign, Il.: Human Kinetics Pub.; 1986.
39. Cavanagh PR, Lafortune MA. Ground reaction force in distance running. J. Biomech. 1980;13:398 - 406.
40. Miller DI. Ground reaction forces in distance running. In: Cavanagh PR, editor. Biomechanics of distance running. Champaign, Il.: Human Kinetics Pub.; 1990. p. 135-164.
41. Hennig EM, Valiant GA. The influence of run-up distance on ground reaction force and pressure distribution parameters. In: Draganich L, Wells R, Bechtold J, editors. NACOB II: 2nd North American Congress on Biomechanics; 1992; Chicago, Ill., USA: Org. Comm. of ASB & CSB; 1992. p. 163-164.
42. James SL, Jones DC. Biomechanical aspects of distance running injuries. In: Cavanagh PR, editor. Biomechanics of distance running. Champaign, Ill.: Human Kinetics Books; 1990. p. 249 - 270.
43. Lorenzton R. Causes of injuries - instrict factors. In: Dirix A, Knuttgen G, Tittel K, editors. The Olympic Book of Sports Medicine. Oxford: Blackwell Scientific; 1988. p. 376 - 390.
44. Viitasalo JT, Kvist M. Some biomechanical aspects of the foot and ankle in athletes with and without shin splints. Am. J. of Sports Med. 1983;11:125.
45. Edington CJ, Frederick EC, Cavanagh PR. Rearfoot motion in distance running. In: Cavanagh PR, editor. Biomechanics of distance running. Champaign, Il.: Human Kinetics Books; 1990. p. 135 - 164.
46. Milani TL, Schnabel G, Hennig EM. Rearfoot motion and pressure distribution patterns during running in shoes with varus and valgus wedges. J. of Appl. Biom. 1995;11(2):177 - 187.
47. Hennig EM, Moering H, Milani TL. Measurement of rearfoot motion during running with an in-shoe goniometer device. In: Northamerican Congress on Biomechanics; 1998; Waterloo, Ont., Canada; 1998. p. 323 - 324.
48. Stacoff A, Reinschmidt C, Stuessi E. The movement of the heel within a running shoe. Med. Sci. Sports Exerc. 1992;24(6):695 - 701.
49. Stacoff A. Skeletal lower extremity motions during running Doct. Diss. Calgary, Alberta: University of Clagary; 1998.
50. Reinschmidt C, van den Bogert AJ, Murphy N, Lundberg A, Nigg BM, Stacoff A, et al. Tibiofemoral and tibiocalcaneal motion during walking: external versus skeletal markers. Gait and Posture 1997;6:98-109.
51. Stacoff A, Kaelin X, Stuessi E, Segesser B. The torsion of the foot in running. Int. J. Sport Biom. 1989;5(4):375-389.

52. Milani TL, Hennig EM. Measurement of rearfoot motion during running. accepted in Sportverletzung - Sportschaden 2000.
53. Stacoff A, Kaelin X. Pronation and sport shoe design. In: Nigg BM, Kerr BA, editors. Biomechanical aspects of sport shoes and playing surfaces. Calgary: University of Calgary; 1983. p. 143-151.
55. Nigg BM, Morlock M. The influence of lateral heel flare of running shoes on pronation and impact force. Medicine and Sciences in Sports and Exercise 1987;19(3):294 - 301.
56. Van Woensel W, Cavanagh PR. A perturbation study of lower extremity motion during running. Int. J. Sports Biom. 1992;8:30 - 47.
57. Nigg BM, Bahlsen HA. Influence of heel flare and midsole construction on pronation, supination, and impact force for heel - toe running. Int. J. Sports Biom. 1988;4:205-219.
58. Nigg BM, Bahlsen HA, Luethi LM, Stokes S. The influence of running velocity and midsole hardness on external impact forces in heel-toe running. J. Biomechanics 1987;20:951-959.
59. Stacoff A, Reinschmidt C, Nigg BM, van den Bogert AJ, Lundberg A, Denoth J, et al. Effects of foot orthoses on skeletal motion during running. Clin. Biom. 2000;15(1):54-64.
60. Voloshin A. Shock absorption during running and walking. J. Am. Pod. Med. Assoc. 1988;78(6):295-299.
61. Becker NL. Laufspezifische Verletzungen und Überlastungsbeschwerden - medizinische Anforderungen an den Sportschuh. Erlangen: Perimed; 1987.
62. Desidero VG. Patellar Tendinitis (Jumper`s knee); 1988.
63. Clement DB, Taunton JE, Smart GW, McNicol KL. A survey of overuse running injuries. The Physician and Sportsmedicine 1981;9(5):47-58.
64. Glickman HB. Plantar fasciitis. In: Taylor DK, Taylor PM, editors. Conquering athletic injuries. Champaign, Il.: Leisure Press; 1988. p. 68 - 70.
65. Jernick S, Heifitz NM. An investigation into the relationsship of foot pronation to chondromalacia patellae. J. of Sports Medicine 1979;79:1-31.
66. Bates BT, Osternig LR, Mason B, James SL. Lower extremity function during the support phase of running. In: Jorgensen EAK, editor. Biomechanics VI-B. Baltimore: University Park; 1978. p. 30-39.

Anschrift des Verfassers:
Priv. Doz. Dr. Thomas Milani
Universität Essen
Fachbereich II – Sport

45131 Essen

Sportverletzungen in Deutschland

Basisdaten, Epidemiologie, Prävention, Risikosportarten, Ausblick

Henke, T., Gläser H., Heck H.

[1] *Ruhr-Universität, Bochum*
[2] *Arag Sportversicherung, Düsseldorf*
[3] *Ruhr-Universität, Bochum*

Einleitung

Sports for all: Injuries and their prevention

Sport für jedermann: Prävention von Sportverletzungen.

So lautet das Motto einer Resolution der europäischen Sportminister aus dem Jahre 1986, in deren Rahmen europaweit zu einer Analyse von Sportunfällen und zur Entwicklung von Präventivmaßnahmen aufgefordert wurde. Mittlerweile sind einige Jahre vergangen, und auch im deutschsprachigen Raum wurden einige Anstrengungen unternommen, um das Verletzungsrisiko im Sport zu verringern.

Der Sport gerät in der heutigen Zeit häufig durch spektakuläre Unfälle von Spitzensportlern, Fan-Ausschreitungen und Dopingfälle negativ in die Schlagzeilen der Presse. So verwundert es nicht, dass der Nutzen des Sports oft in Frage gestellt wird und die Belastungen durch den Sport - seien sie ökologischer oder auch finanzieller Art - in den Vordergrund der Diskussionen geschoben werden. Dies hat auf Dauer negative Auswirkungen auf den Sport, insbesondere auf den Breitensport und damit auch auf unser gesellschaftliches Leben.

Der gesundheitliche Nutzen des Sport kann heute von niemandem mehr ernsthaft in Frage gestellt werden. Im Hinblick auf die zunehmende Zahl von Herz-Kreislauf-Erkrankungen wird immer wieder von den Ärzten darauf hingewiesen, dass der Sport eine wichtige Maßnahme ist, um derartigen Krankheiten vorzubeugen. Auch trägt er wesentlich dazu bei, im höheren Alter fit zu sein. So konnte die sportmedizinische Forschung experimentell belegen, dass es durch ein körperliches Training möglich ist, “20 Jahre lang 40 Jahre alt zu bleiben“(24).

Hinsichtlich sozialer Aspekte hat der Sport eine in den letzten Jahren immer bedeutendere Rolle übernommen. Insbesondere im Sportverein - als Stätte sozialer Kommunikation – können Eigenschaften, wie z. B. Integrationsfähigkeit, Toleranz, Mitteilungsfähigkeit, Kameradschaft usw., die im täglichen Umgang miteinander zu verkümmern drohen, erworben werden.

Als gewichtiger Wirtschaftsfaktor bietet der Sport in Deutschland nahezu 700.000 Erwerbstätigen eine Beschäftigung. Er trägt mit ca. 34 Mrd. DM rund 1,4% zum Bruttosozialprodukt in Deutschland bei. Diese Wertschöpfung entspricht der der Landwirtschaft oder der Mineralöl verarbeitenden Industrie.(1)
Leider ist der Sport aber auch mit einem nicht unerheblichen Verletzungsrisiko verbunden. Rund 1,25 Mio. Sportler der Bundesrepublik Deutschland verletzen sich jedes Jahr bei der Sportausübung so schwer, dass sie ärztlich versorgt werden müssen. Dadurch entstehen der Volkswirtschaft jährliche Kosten von rund 8 Mrd. DM, wovon allein 2,6 Mrd. DM auf das Gesundheitswesen entfallen.
Die Entwicklung der Kosten im Gesundheitswesen hat in den letzten Jahren zu heftigen Diskussionen über geeignete Maßnahmen zur Kostensenkung geführt. Auf der Suche nach Einsparmöglichkeiten ist auch der Sport aufgrund des ihm zugeschriebenen Verletzungsrisikos immer stärker in diese Diskussionen mit einbezogen worden. Es wurden sogar Forderungen erhoben, Sportunfälle aus der gesetzlichen Krankenversicherung auszugrenzen.(15)
Es werden im folgenden zunächst einige Basisdaten zur Häufigkeit von Sportverletzungen in Deutschland vorgestellt. Im weiteren folgen Zahlen zur Häufigkeit und Art von Verletzungen. Die anschließenden Analysen des Sportunfallgeschehens in einzelnen Sportarten führt hin zu Aussagen über Unfallschwerpunkte in ausgewählten Sportarten und die sich daraus ergebenden Präventivmaßnahmen. Den Abschluß bildet eine kritische Betrachtung zu Risikosportarten.

Basisdaten

Den folgenden Überlegungen und Abschätzungen liegen im wesentlichen Daten aus zwei Forschungsprojekten zugrunde, die von der Sportministerkonferenz des Europarates bzw. von der Europäischen Gemeinschaft initiiert bzw. in Auftrag gegeben worden sind.
Zum einen ist dies die von der ARAG Sportversicherung und dem Lehrstuhl für Sportmedizin der Ruhr-Universität Bochum (RUB) geführte Datenbank, in der mittlerweile 120.000 Sportunfälle aus dem Vereinssport detailliert dokumentiert sind.
Zum anderen wird auf die Befragung der Bundesanstalt für Arbeitsschutz (BAU) zurückgegriffen, die im Auftrag der Europäischen Union in Zusammenarbeit mit Infratest rund 166.000 Haushalte in Deutschland zum Unfallgeschehen im Heim- und Freizeitbereich befragt hat. (28, 29)
Als dritter großer Bereich, in dem Sportunfälle verzeichnet werden, ist die Schule zu nennen. Hier sind über den Bundesverband der Unfallkassen (BUK) etwa 12,7 Mio. Schüler erfasst, die mehr oder minder regelmäßig Schulsport betreiben.
Weitere Daten stammen aus folgenden Untersuchungen bzw. Befragungsaktionen:
Allensbacher Werbeträger Analyse, Mediaanalyse Intermedial, Kids Verbraucheranalyse, Freizeit in Deutschland 96 (14), Geräteunfälle Heim und Freizeit, Bundesanstalt für Arbeitsschutz (26).

Sporttreibende und Sportunfälle

Etwa 23 Mio. Bundesbürger sind regelmäßig, d. h. mehrmals im Monat, sportlich aktiv. 13 Mio. (57%) üben ihren Sport im Verein aus und 10 Mio. (43%) betreiben den Sport unorganisiert, also außerhalb eines Sportvereins. Wie bereits oben erwähnt, kommen zu diesen Zahlen etwa 12,7 Mio. Schüler. Tab. 1 auf der folgenden Seite gibt eine Übersicht über die Zahlen von Sporttreibenden und Sportverletzungen in Deutschland.

Tab. 1: Sporttreibende und Sportverletzungen in Deutschland

	Sporttreibende	Verletzungen	Verletzungsquote
im Verein	13 Mio.	665.000	5,1%
Nicht organisiert	10 Mio.	585.000	5,9%
in der Schule	13 Mio.	686.000	5,4%

Von den 23 Mio. Bundesbürgern, die außerhalb der Schule Sport treiben, verletzen sich pro Jahr 1,25 Mio. so schwer, dass sie ärztlich versorgt werden müssen. Das sind etwas mehr als 5% aller Sporttreibenden. Rund 665.000 oder 53% der Unfälle können dem organisierten (Vereinssport) und 585.000, das sind 47%, können dem nicht organisierten Sport zugeordnet werden.
Aus dem Schülerbereich sind 686.000 Sportunfälle zu vermelden. Es ist allerdings anzumerken, dass es sich hierbei häufig auch um Bagatellunfälle handelt, bei denen es nicht zur Verletzung kommt, sondern lediglich ein Arzt aus der Sorgfaltspflicht des Lehrers heraus konsultiert wird. Umgerechnet auf die Zahl von 12,7 Mio. Schülern erhält man eine Verletzungsquote von 5,4%.

Kosten der Sportunfälle

Vereinssport

Nach den Untersuchungen der ARAG/RUB müssen etwa 10% der Sportunfälle stationär versorgt werden. Dies sind im Jahr rund 68.000 verunglückte Sportler. Die Dauer des Krankenhausaufenthalts beträgt im Schnitt 11,5 Tage. Bei einem angenommenen Tagessatz von 600 DM ergibt sich pro Sportunfall im Durchschnitt ein Betrag von 6900 DM. Die Gesamtkosten aller stationär versorgten Sportverletzungen im organisierten Sport betragen somit 470 Mio. DM.
597.000 Sportverletzungen werden ambulant versorgt. Im statistischen Mittel wird ein Arzt 6 mal pro Sportunfall aufgesucht. Für einen Sportunfall mit ambulanter Behandlung wird ein Kostenaufwand von 900 DM angenommen. Dieser errechnet sich aus

350 DM für die Erstbehandlung, jeweils 100 DM für die 5 Folgebehandlungen sowie 50 DM für Arzneimittel. Daraus ergeben sich Gesamtkosten für die ambulante Behandlung der Sportverletzungen in Höhe von rund 540 Mio. DM. Alle Sportunfälle im organisierten Sport verursachen somit bei den Krankenversicherungsträgern Kosten in Höhe von gut 1 Mrd. DM. Die wesentlichen Zahlen hierzu sind in Tab. 2 auf der folgenden Seite zusammengefasst.

Tab. 2: Kosten der Sportunfälle im Vereinssport

	Sportunfälle	Behandlungsumfang pro Verletzung	Kosten pro Verletzung	Kosten der Sportunfälle
stationäre Behandlung	68.000	11,5 Krankenhaustage	6.900,- DM	470 Mio. DM
ambulante Behandlung	597.000	6 Arztkonsultationen	900,- DM	540 Mio. DM

Schulsport

Nach Angaben der Bundesunfallkassen (13) erfordern von den 686.000 Schulsportunfällen etwa 3,5% (24.010) eine stationäre Behandlung. Auch dies unterstreicht die Vermutung, dass es sich bei den gemeldeten Unfällen vielfach um Bagatellunfälle handelt. Die Kosten pro Schulsportunfall lassen sich nach Angaben von BUK und Gemeindeunfallversicherungsverband Westfalen-Lippe mit etwa 460 DM pro Fall abschätzen. Die Gesamtkosten durch Sportunfälle in der Schule sind mit etwa 316 Mio. DM zu veranschlagen. Tab. 3 zeigt die Zahlen im Überblick.

Tab. 3: Kosten der Sportunfälle im Schulsport

	Sportunfälle	Kosten pro Verletzung	Kosten der Sportunfälle
stationäre Behandlung	24.010	460,- DM	316 Mio. DM
ambulante Behandlung	661.990		

Nicht organisierter Sport

Über die Sportunfälle im nicht organisierten Sport liegen, mit Ausnahme des alpinen Skisports, keine derartigen statistisch gesicherten Erkenntnisse vor. Es ist aber bekannt, dass der Anteil der alpinen Skiunfälle an der Gesamtzahl der Sportunfälle im nicht organisierten Sport 10,9% beträgt. Weiterhin ist davon auszugehen, dass die Verletzungen bei alpinen Skiunfällen im allgemeinen als schwerer einzustufen sind als die in den meisten anderen Sportarten (16). Eine lineare Hochrechnung auf der Basis der Kosten für den alpinen Skisport kann deshalb als Obergrenze der Kosten für den nicht organisierten Sport angesehen werden.
Pro Saison verletzen sich rund 64.000 Skifahrer bei der Ausübung des alpinen Skisports so schwer, dass sie den Arzt aufsuchen mussten. Bei ca. 9.900 Verletzten ist eine stationäre Behandlung erforderlich. Die mittlere Behandlungsdauer im Krankenhaus beträgt 12 Tage. Für die ambulante Behandlung muss der Arzt im Durchschnitt 8 mal aufgesucht werden. Dies führt zu Kosten von 67 Mio. DM für die ambulante Behandlung, 72 Mio. DM für die stationäre Behandlung und zu 32 Mio. DM für Anwendungen, Medikamente, Rehabilitation usw. Die durch Skiunfälle entstandenen Kosten beliefen sich 1996 somit auf rund 171 Mio. DM oder rund 0,06% der Gesamtkosten des Gesundheitswesen. Daraus ergibt sich – bei linearer Hochrechnung - eine Kostenbelastung durch Unfälle im nicht organisierten Sport in Höhe von 1,6 Mrd. DM (Tab. 4).

Tab. 4: Kosten der Sportunfälle im nicht organisierten Sport

	Sportunfälle	Kosten pro Verletzung	Kosten der Sportunfälle
Ski alpin	64.000	2670,- DM	171 Mio. DM
sonstige Sportarten	521.000	≤ 2670,- DM	≤1.392 Mio. DM
nicht organisierter Sport	585.000	≤ 2670,- DM	≤1.563 Mio. DM

Abschätzung der Gesamtkosten durch Sportunfälle

Für den organisierten Sport wurde ein Betrag von 1.010 Mio. DM und für den nicht organisierten Sport ein Betrag von 1.563 Mio. DM errechnet. Im Schulsport ist ein Betrag von 316 Mio. DM zu verzeichnen. Dies ergibt einen Gesamtbetrag von knapp 2,9 Mrd. DM oder 1% der Gesamtkosten im Gesundheitswesen (Tab. 5). Im Vergleich hierzu verursachen ernährungsbedingte Krankheiten und deren Folgen etwa ein Drittel der Kosten im Gesundheitswesen. (23)

Tab. 5: Anzahl und Kosten der Sportverletzungen in Deutschland

	Verletzungen	Kosten
im Verein	665.000	1.010 Mio. DM
nicht organisiert	585.000	1.563 Mio. DM
in der Schule	686.000	316 Mio. DM
gesamt	1.936.000	2.889 Mio. DM

Diese Zahlen zeigen deutlich, dass durch eine Ausgrenzung von Sportunfällen aus der Gesetzlichen Krankenversicherung dem Gesundheitswesen in Deutschland kaum geholfen wäre. Im Hinblick auf eine Senkung der Kosten durch Sportunfälle sollte man deshalb in erster Linie vermehrte Anstrengungen auf dem Gebiet der Unfallprävention unternehmen. Dazu sind genauere Betrachtungen und Analysen des Sportunfallgeschehens notwendig.

Epidemiologie

Wenn man von einer Epidemiologie der Sportunfälle im deutschen Bereich spricht, so fallen zunächst die groß angelegten Studien auf, die über lange Jahre hinweg an verschiedenen Kliniken durchgeführt worden sind (27). Der Vorteil dieser Studien liegt in der Tatsache begründet, dass Sportverletzungen, die eine Behandlung im Krankenhaus erfordern, dort in ihrer Schwere und im Genesungsprozeß genauer dokumentiert werden können. Zusätzlich können in diesem Rahmen auch neue Behandlungsverfahren validiert werden. Diesen Vorteilen, den sog. Klinikportalstudien, stehen allerdings auch einige Nachteile gegenüber. Zum einen werden hierbei lediglich schwerere Verletzungen berücksichtigt, denn die Aufnahme in ein Krankenhaus und die damit verbundene zumindest ambulante Behandlung stellt ein Ausschlußkriterium dar. Zum anderen kann es aufgrund verschiedener Konstellationen zu einer eingeschränkten Repräsentativität gewonnener Ergebnisse kommen. Zu nennen wären hier etwa regionale Besonderheiten in der Art des Sporttreibens oder auch durch eine Nachbarschaft der Klinik zu bestimmten Sportstätten eine übergroße Gewichtung bestimmter Sportarten oder Verletzungsmuster. Dies ist zu beachten, falls allgemeinere Aussagen zum Verletzungsgeschehen oder zu Unfallschwerpunkten in verschiedenen Sportarten gemacht werden sollen. Um dieses zu leisten ist eine möglichst flächendeckende bzw. repräsentative Erfassung von Sportunfällen notwendig.

Datenquellen

Im Rahmen eines gemeinsamen Forschungsprojektes wird seit 1987 vom Lehrstuhl für Sportmedizin der Ruhr-Universität Bochum und der ARAG Sportversicherung das Ziel verfolgt, auf der Grundlage statistisch gesicherter Erkenntnisse wirksame Konzepte zur Vermeidung von Sportunfällen zu erarbeiten.
Hierzu können Sportunfalldaten aus unterschiedlichen Datenquellen herangezogen werden. Die wichtigsten bzw. die im Projekt durchgeführten Erhebungen sollen im folgenden kurz aufgeführt werden:

Vereinssportunfälle

Annähernd 65% der deutschen Vereinssportler in 12 Landessportbünden sind bei der ARAG Sportversicherung gegen die Folgen eines Sportunfalls versichert. Datenerhebungen zu Sportunfällen wurden bislang in den Landessportbünden Schleswig-Holstein, Nordrhein-Westfalen, Hessen, Saarland und Baden-Württemberg durchgeführt. Damit sind nahezu 40% aller im Deutschen Sportbund organisierten Sportler in dieses Projekt integriert.
Sportler, die dem Versicherungsbüro ihres Landessportbundes einen Sportunfall melden, erhalten von dort einen Fragebogen zugesandt. Der Fragebogen enthält zahlreiche Fragen zum Unfallhergang, zur Verletzung und deren Behandlung, zu den sportlichen Aktivitäten innerhalb und außerhalb des Sportvereins sowie allgemeine Fragen zur Person.
Die Tatsache, dass über den gesamten Zeitraum nahezu 65% der angeschriebenen verunfallten Sportler den Fragebogen ausgefüllt zurückgesandt haben, zeigt, dass dieses Projekt eine breite Unterstützung bei den Sportlern findet. Inzwischen sind die Daten von etwa 120.000 Sportunfällen erfasst worden (Stand: Januar 2000). Damit verfügt die ARAG Sportversicherung gemeinsam mit dem Lehrstuhl für Sportmedizin der Ruhr-Universität Bochum über die größte Datenbank zu Vereinssportunfällen in Deutschland.

Skiunfälle

Seit 1980 wurden die Skiunfälle von den rund 380.000 Freizeit-Skifahrern, die als Mitglied bei den Freunden des Skisports (FdS) gegen die Folgen eines Skiunfalls versichert sind, erfasst und analysiert. Etwa 10% aller deutschen Skifahrer sind Mitglied bei den FdS. Die Daten von rund 46.000 Skiunfällen sind derzeit in der Datenbank verfügbar. Durch die Kontinuität der langjährigen Erfassung lassen sich dezidierte Trenduntersuchungen durchführen.

Unfälle im organisierten und nicht organisierten Sport

In Kooperation mit der BARMER-Ersatzkasse wurde im Jahre 1999 eine Mitgliederbefragung durchgeführt. Mit dieser Befragung, die sich in wesentlichen Fragen an der o. g. Erhebung von Vereinssportunfällen orientiert, konnten die Daten von etwa 8500 Sportunfällen gewonnen werden.

Sonstige Erhebungen

Im Rahmen spezieller Fragestellungen und Untersuchungen wurden innerhalb des Forschungsprojektes folgende Daten zusätzlich gewonnen bzw. analysiert:

- Todesfälle im Vereinssport
- Skiunfälle im nicht organisierten Bereich
- Fußballunfälle im Verein
- Fußballunfälle im nicht organisierten Bereich
- Fußballunfälle in der 1. und 2. Bundesliga
  (in Kooperation mit der Verwaltungsberufsgenossenschaft)
- Tennisunfälle im Vereins- und Leistungssportbereich
- Judounfälle im Verein
- Reitunfälle im Verein
- Vereinssportunfälle in den großen Ballsportarten -
  Fußball, Handball, Volleyball und Basketball
- Vereinssportunfälle in den Bereichen Gymnastik und Turnen

Sportunfallstatistik

Sämtliche der folgend dargestellten Ergebnisse entstammen den Daten, die im Rahmen des gemeinsamen Forschungsprojektes von ARAG Sportversicherung und Lehrstuhl für Sportmedizin der Ruhr-Universität erhoben wurden. Lediglich bei der Gesamtübersicht zu den häufigsten Unfallsportarten im nicht organisierten Sport und im Schulsport werden Zahlen der Bundesanstalt für Arbeitsschutz (28, 29) und des Bundesverbandes der Unfallkassen (13) mit herangezogen.

Die Abbildungen 1, 2 und 3 zeigen die häufigsten Unfallsportarten im nicht organisierten Sport im Schulsport und im Vereinssport.

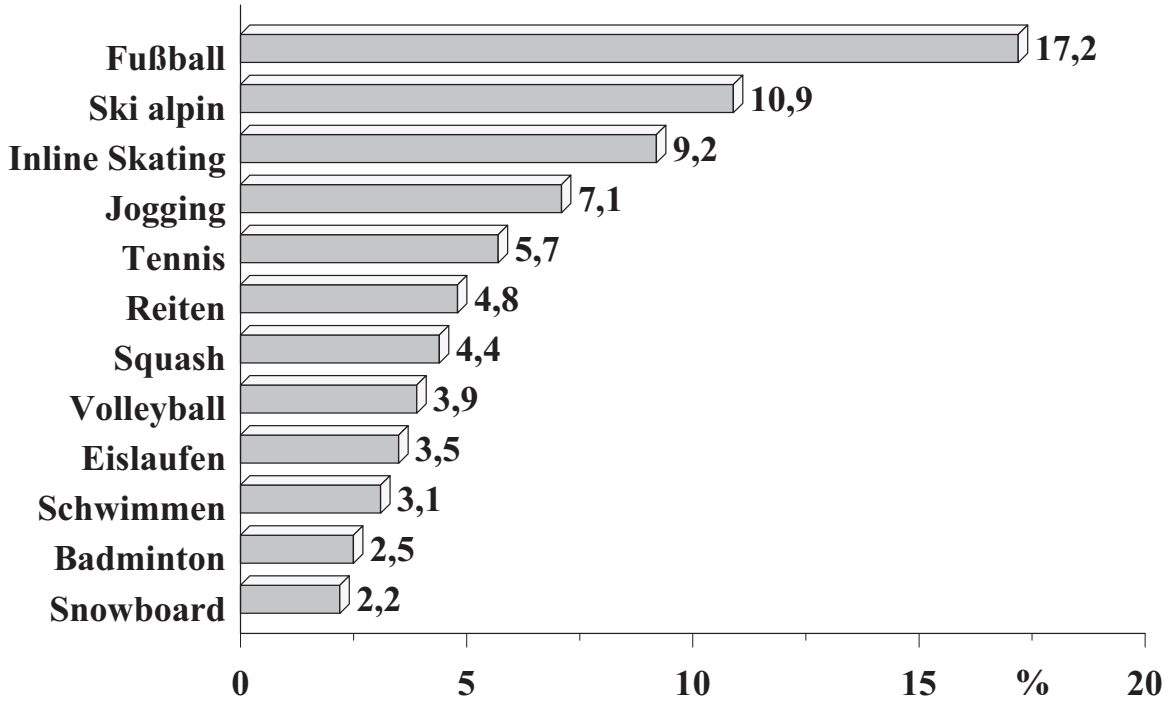


Abb. 1: Unfallsportarten im nicht organisierten Sport (17, 26, 28, 29)

Im nicht organisierten Sport (Abb. 1) liegt der Fußball mit 17,2% an der Spitze, gefolgt von Ski alpin (10,9%) und Inline Skating (9,2%). Laufen (7,1%) und Tennis (5,7%) folgen auf den Plätzen 4 und 5. Es ist zu beachten, dass es im nicht organisierten Bereich im Trend mehrerer Jahre zu signifikanten Verschiebungen in den Unfallhäufigkeiten der einzelnen Sportarten kommen kann, da der nicht organisierte Sportbereich in stärkerem Maße modischen Tendenzen unterworfen ist. Abb. 1 zeigt den Stand von 1995. In der Zwischenzeit sind z. B. Mountainbiken, Snowboarden oder Inline Skaten stärker in Mode gekommen, so dass vermutlich eine höhere Anzahl von Unfällen in diesen Sportarten erfolgt.

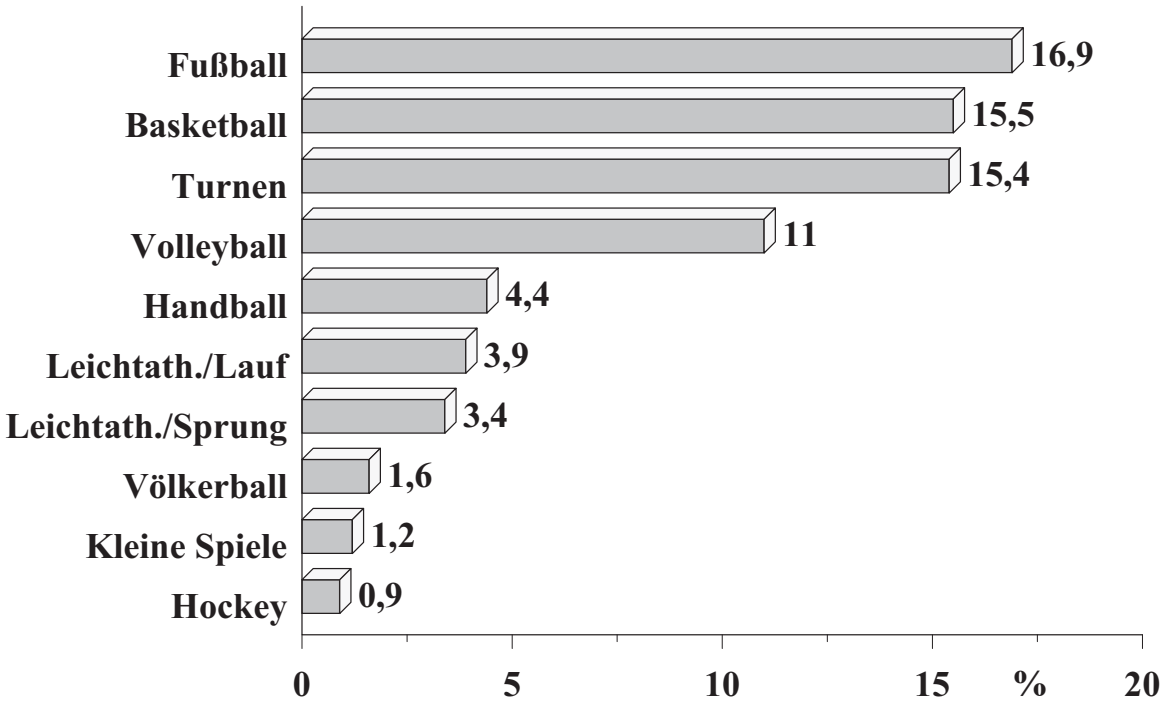


Abb. 2: Unfallsportarten im Schulsport (13)

Im Schulsportbereich (Abb. 2) führt der Fußball mit 16,9% vor Basketball (15,5%) und Gerätturnen (15,4%). Auf den folgenden Plätzen liegen Volleyball (11%), Handball (4,4%) und Leichtathletik mit den Disziplinen Lauf und Sprung. Kleine Spiele, Völkerball und Hockey nehmen kaum am Unfallgeschehen teil.
Bei der Reihung der Sportarten ist zu beachten, dass 79% der Unfälle sich in Sporthallen ereignen. Dies verwundert nicht, da doch der überwiegende Teil des Sportunterrichtes in der Halle stattfindet. Es erklärt aber auch den relativ hohen Anteil der Basketball- und Turnverletzungen.
Beim Gerätturnen, das mit 15,4% der Verletzungen an dritter Stelle der Unfallhäufigkeit liegt, ist generell die Landephase nach Sprüngen über bzw. von Kasten, Bock oder Pferd am unfallträchtigsten. (13)
Interessant hierbei ist es, sich die Unterrichtsanteile der verschiedenen Sportarten vor Augen zu halten. Danach entfällt auf Leichtathletik 16,6% des Sportunterrichtes. Turnen liegt bei 15,1%, gefolgt von Basketball (9,7%) und Volleyball (9,6%). Fußball kommt noch auf 5,1% und Handball liegt mit 3,5% am Ende der Statistik. (25)
Das Verhältnis von verletzten Mädchen und Jungen lag in der zitierten Untersuchung bei 51% zu 49%, während die Anteile am Gesamtkollektiv der Schülerinnen und Schüler 49% zu 51% betragen. Aufgrund dieser relativ geringen prozentualen Differenzen kann nicht von einem geschlechtspezifischen Unfallrisiko gesprochen werden.

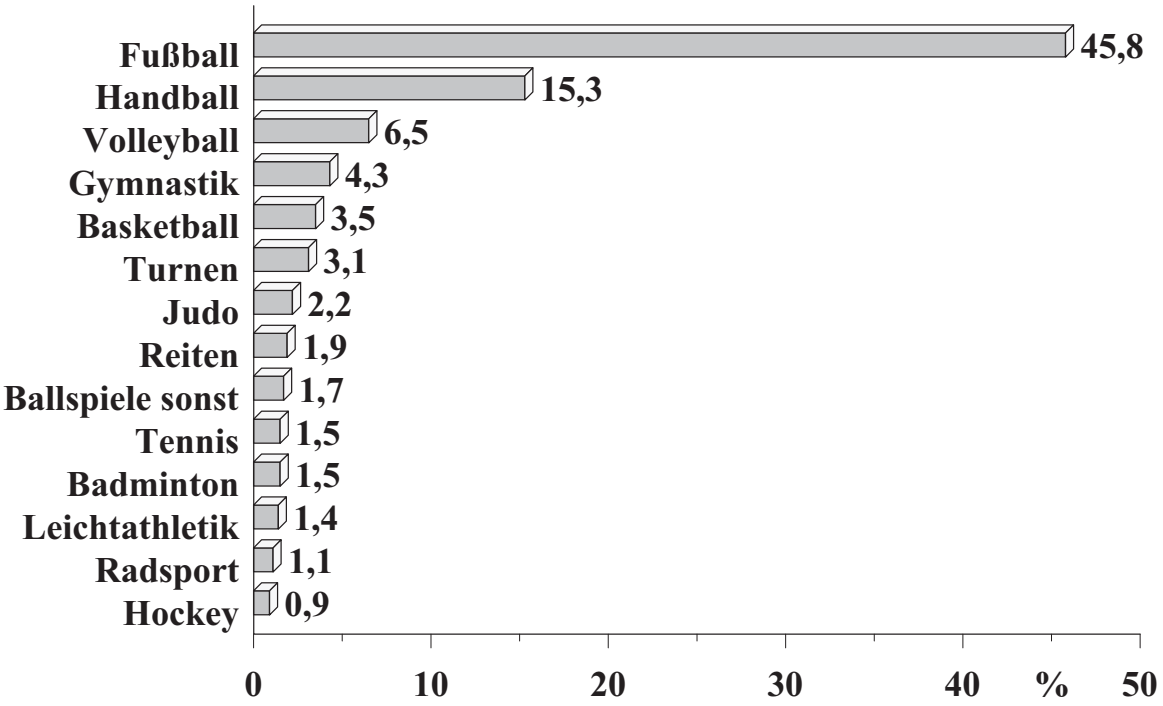


Abb. 3: Unfallsportarten im Vereinssport

Im Vereinssport (Abb. 3) liegt ebenfalls der Fußball, hier mit knapp 46%, vorne. Dies verwundert nicht, da Fußball nicht nur die am häufigsten ausgeübte Sportart in Deutschland ist, sondern vor allem auch überwiegend in Vereinen gespielt wird. Der Deutsche Fußballbund (DFB) mit seinen 6,3 Mio. Mitgliedern ist der größten Fachverband innerhalb des Deutschen Sportbundes (DSB). Auf den weiteren Plätzen folgen Handball 15%, Volleyball 7%, Gymnastik (4%) und Basketball (3,5%).

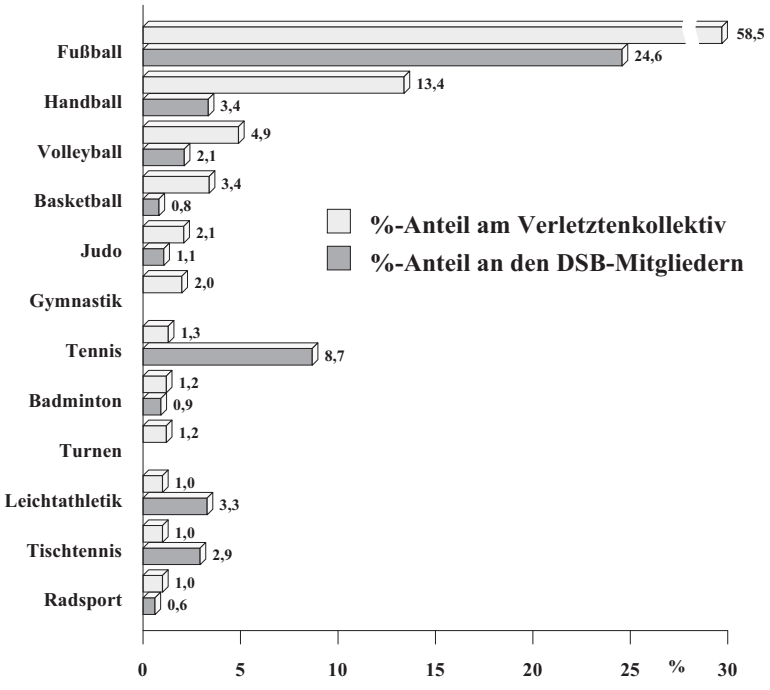


Abb. 4: Unfallsportarten im Vereinssport bei Männern

Bei den Männern (Abb. 4) führt der Fußball die Liste der Unfallsportarten noch deutlicher mit 59% an, bei den Frauen (Abb. 4) liegt er mit 8% an 5. Stelle. Hieran zeigt sich bereits, dass es sinnvoll ist, zwischen Frauen und Männern zu differenzieren, wenn von Verletzungen und deren Häufigkeit in verschiedenen Sportarten gesprochen wird. So stammen bei den Männern etwa 80% aller Verunfallten aus den 4 großen Ballsportarten Fußball (59%), Handball (13%), Volleyball (5%) und Basketball (3%). Berücksichtigt man jedoch die Anzahl der DSB-Mitglieder, die in den entsprechenden Fachverbänden organisiert sind, so sind dies zusammen

31% (Fußball 25%, Handball 3%, Volleyball 2%, Basketball 1%). Dies legt die Vermutung nahe, dass das relative Verletzungsrisiko in den Ballsportarten, in denen der direkte Zweikampf zur Spielidee gehört,- auch beim Volleyball ist dies zumindest in eingeschränkter Form der Fall-, höher ist als in anderen Sportarten wie z. B. im Tennis. Dort sind zwar knapp 9% der DSB- Mitglieder organisiert, aber nur 1,3% der Verletzten zu finden.

Eine solche Risikoabschätzung in einzelnen Sportarten kann selbstverständlich nur Trends aufzeigen und keinen Anspruch auf Allgemeingültigkeit erheben, da folgende Annahmen den Überlegungen zugrunde liegen:

- Die Landesverbände, in denen die Erhebung durchgeführt wird, sind repräsentativ für den gesamten DSB.
- Das Verhältnis von aktiven und passiven Mitgliedern ist in den betrachteten Fachverbänden gleich.
- Eine bestimmte sportliche Aktivität lässt sich zweifelsfrei einem Fachverband zuordnen.

Zum ersten Punkt läßt sich anmerken, dass durch den Vergleich der eigenen Erhebung mit repräsentativ durchgeführten Befragungen seitens der Bundesanstalt für Arbeitsschutz (BAU) eine fast identische Reihung der Unfallsportarten im Vereinssport festgestellt wurde, wobei die größten Differenzen ± 2,5% betrugen. Die Repräsentativität der eigenen Erhebung kann damit als gegeben angesehen werden.(17, 29)

Der zweite Punkt, also das Verhältnis zwischen passiven und aktiven Mitgliedern erscheint insofern problematisch, als dass z. B. im Fußball etwa 50% der Vereinsmitglieder passiv sind, während in sogenannten Trendsportarten, die zudem überwiegend von Jugendlichen ausgeübt werden, wie z. B. Basketball, ein höherer Anteil (ca. 90%) aktiv ist. (18)

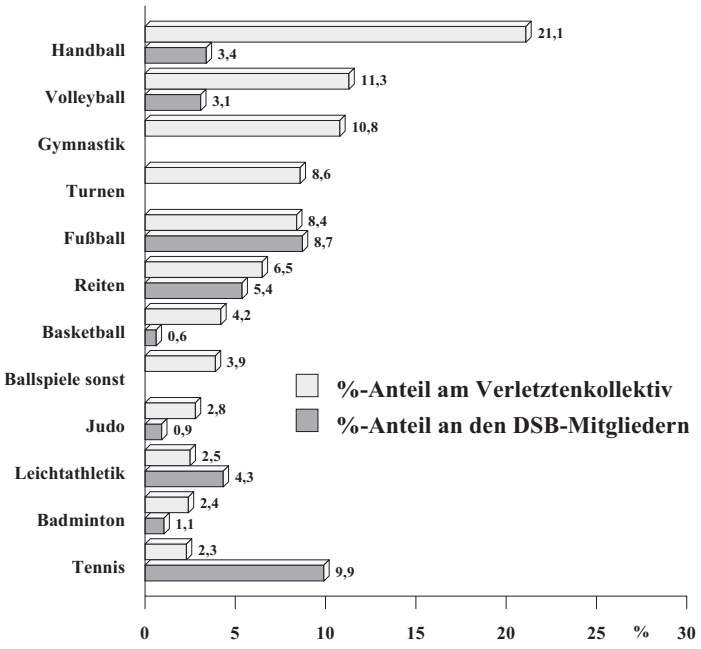


Abb. 5: Unfallsportarten im Vereinssport bei Frauen

Gerade der letztgenannte Punkt der Zuordnung einer bestimmten sportlichen Aktivität zu einem speziellen Fachverband erlangt Bedeutung, wenn man die Bereiche Gymnastik und Turnen betrachtet, auf die bei den Männern 3,2% und bei den Frauen 19,4%, also fast ein Fünftel der Verletzungen entfallen. Zum einen kann gymnastische oder turnerische Aktivität z. B. als Ausgleichssport unter verschiedenen Fachverbänden durchgeführt, und zum anderen stellt sich das Problem, dass diese Bereiche relativ diffus sind, was die jeweilige Aktivität des Verletzten zum Unfallzeitpunkt betrifft. Es ist denkbar, dass diverse

Ballspiele, aber auch andere Trainingsformen - wie Konditionsgymnastik oder Zirkeltraining - diesen Bereichen zugeordnet werden, die damit erst in der Addition der verschiedenen Teilaktivitäten ihren Spitzenplatz in der Sportunfallstatistik erhalten.
Bei den Frauen führt der Handball mit 21%, gefolgt vom Volleyball mit knapp 11%. An dritter Stelle folgt, wie bereits erwähnt, der Bereich Gymnastik mit 11%. Reiten nimmt bei den Frauen mit 6,5% die 6. Stelle ein, während es bei den Männern nicht unter den 10 häufigsten Unfallsportarten zu finden ist. Allerdings ist auch hier zu berücksichtigen, dass mehr als 2/3 der organisierten Reitsportler weiblichen Geschlechts sind.
Das Verhältnis von verletzten Frauen und Männern im Vereinssport beträgt etwa 1:3.

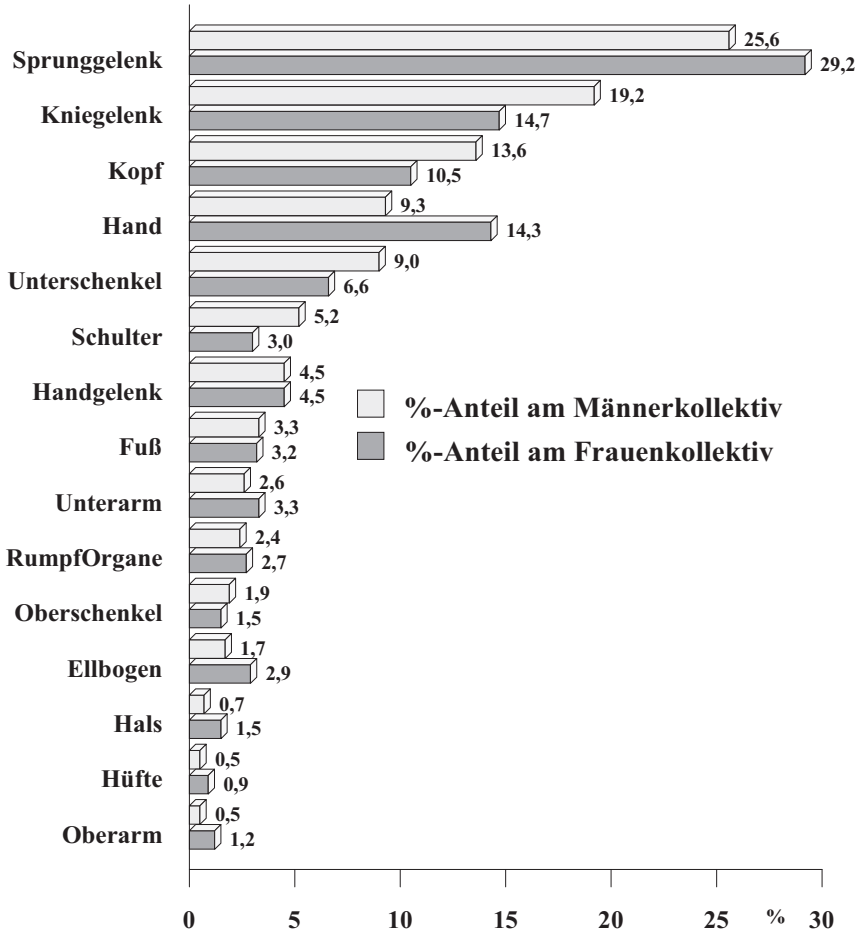


Abb. 6: Verletzte Körperregionen bei Männern und Frauen im Vereinssport

Betrachtet man die verschiedenen Körperregionen, die von Verletzungen betroffen sind, so liegen Sprunggelenksverletzungen bei Männern als auch bei Frauen an der Spitze, gefolgt von Verletzungen des Kniegelenks (Abb. 6). In diesem Zusammenhang ist jedoch zu beachten, dass es sich bei Verletzungen des Sprunggelenks meistens um Verstauchungen und Umknicktraumen handelt, die selten schwererer Natur sind. Im Gegensatz dazu kommt es bei Knieverletzungen häufiger zu schweren Bandverletzungen, die operativ versorgt werden müssen. Trotz intensiver Rehabilitationsmaßnahmen ist jedoch eine bleibende Instabilität des Kniegelenks keine Seltenheit. Auch der Kopf- und der Handbereich sind häufiger von Verletzungen betroffen, wobei es im Kopfbereich hauptsächlich zu Kontusionen kommt.

Prävention

Die Erfahrung hat gezeigt, dass allgemeine präventive Empfehlungen und Maßnahmen - wie etwa Hinweise zum Aufwärmen, zum Fair Play usw. - wenig erfolgversprechend sind, da das Unfallgeschehen überwiegend von sportartspezifischen und individuellen Faktoren geprägt ist. Diese Erkenntnisse veranlassten den Lehrstuhl für Sportmedizin der Ruhr-Universität Bochum und die ARAG Sportversicherung, ein Konzept zur Unfallverhütung zu entwickeln, das auf einer detaillierten sportartbezogenen statistischen Analyse beruht. So wird zunächst ermittelt, ob und wo es in einer bestimmten Sportart Unfallschwerpunkte gibt. Im Volleyball z. B. entfallen mehr als 50% aller Verletzungen auf das Sprunggelenk, im alpinen Skisport dominieren mit 38% die Knieverletzungen und im Handball liegen Hand- bzw. Sprunggelenksverletzungen mit jeweils knapp 25% gleichauf an der Spitze. Im Fußball wiederum ergab die statistische Auswertung der Unfälle, dass die Art der Verletzung in starkem Masse vom Alter abhängt. Auch bei Reitsportunfällen spielt das Alter eine große Rolle, denn hier sind insbesondere junge Reiterinnen und Reiter bis zu einem Alter von 14 Jahren unfallgefährdet.
Mit Unterstützung namhafter Experten der jeweiligen Sportart - z. B. Bundestrainer, Sportwissenschaftler, Sportmediziner - werden dann anhand derartiger statistischer Erkenntnisse Maßnahmen diskutiert und erarbeitet, die gezielt auf die Vermeidung dieser sportartspezifischen Verletzungen ausgerichtet sind. Die Ergebnisse dieser Arbeit werden dann in Form von mehrseitigen Faltblättern zusammengefaßt und interessierten Sportlern, Sportlehrern oder Trainern zur Verfügung gestellt. Auf der Basis der bisher im Rahmen des Forschungsprojektes erfaßten und ausgewerteten Sportunfalldaten wurden bislang für die Sportarten Fußball, Handball, Volleyball, Tennis, Reiten sowie Ski alpin und Inline Skaten Unfallverhütungsmaßnahmen erarbeitet.

Fußball

Das Verletzungsgeschehen im Fußball gestaltet sich in den verschiedenen Altersstufen recht unterschiedlich (Abb. 7). Während sich Kinder bis 14 Jahre vorwiegend im Bereich der Arme, der Schultern und des Kopfes verletzen, überwiegen bei den 15 bis 21jährigen die Sprunggelenksverletzungen und bei den 22 bis 35jährigen die Knieverletzungen. Dieses Ergebnis macht deutlich, dass eine praxisnahe Unfallverhütung für die jeweilige Altersstufe unterschiedliche Schwerpunkte setzen muss. (19)
Verletzungen im Kinderfußball treten am häufigsten in Zweikampfsituationen auf, meist als Folge eines Zusammenpralls mit einem Gegen- oder Mitspieler und eines unkontrollierten Sturzes, den Kinder häufig mit einem nach hinten ausgestreckten Arm abzufangen versuchen. Hier zeigt sich, dass Kinder heutzutage über weniger Bewegungserfahrung verfügen als früher, denn die sich daraus ergebende Defizite sind am deutlichsten in Zweikampfsituationen bemerkbar (22). Experten weisen insbesondere darauf hin, dass die übliche Trainingsmethoden aus dem Erwachsenenbereich, bei denen die jungen Fußballspieler mehr oder weniger als „kleine Erwachsene“ angesehen werden und Trainingsumfang und -intensität bei Kindern lediglich reduziert werden, abzulehnen sind. Deshalb wurde bei den Empfehlungen zur Verletzungsprävention,

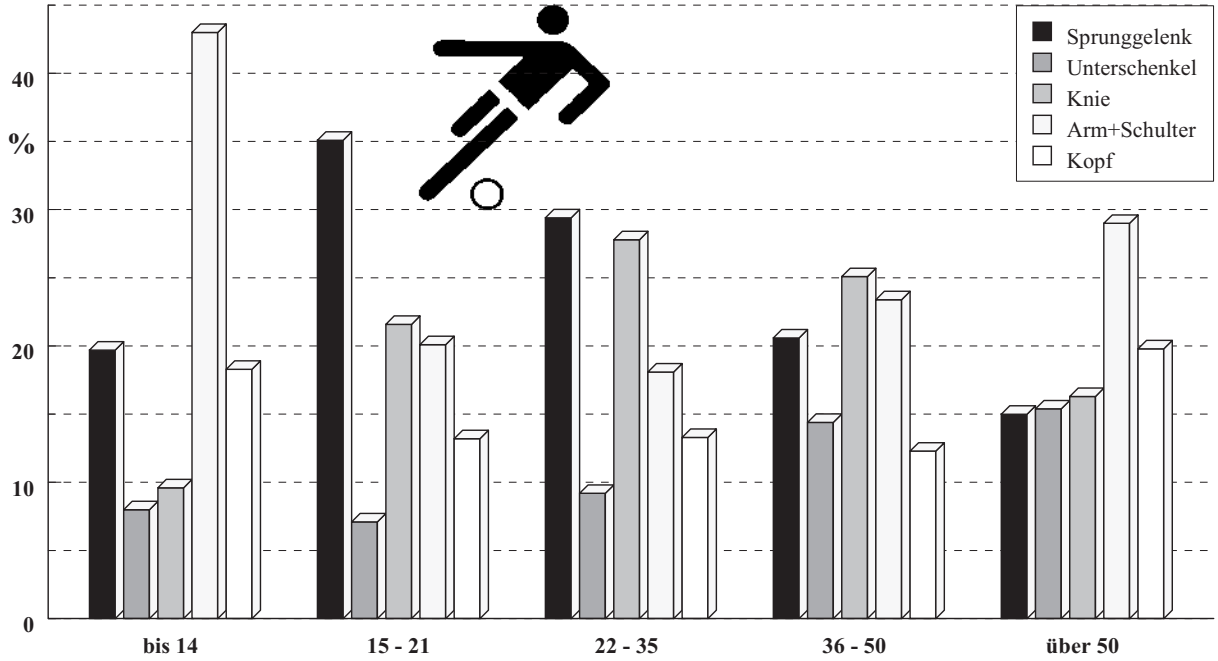


Abb. 7: Verletzte Körperregionen im Fußball in verschiedenen Altersstufen

d. h. bei den Übungen zur Koordination, Aufmerksamkeit und Ausdauer, auf kindgerechte Übungsformen geachtet. Dabei soll der Umgang mit Gegner und Ball in spielerischer Form trainiert werden. (3)

Bei Heranwachsenden im Alter zwischen 15 und 21 Jahren zeigt sich wiederum ein anderes Verletzungsbild. Hier kommt es am häufigsten zu Verletzungen des Sprunggelenkes, das in über einem Drittel der Fälle betroffen ist. Auffallend ist der sprunghafte Anstieg dieser Verletzungen bei den 16 bis 18jährigen. Bei 80% der Sprunggelenksverletzungen handelt es sich um Bänderrisse bzw. -zerrungen. Aus diesem Grund stand in dem zweiten Faltblatt zur Unfallverhütung im Fußball, das in erster Linie für den Juniorenbereich konzipiert wurde, das Sprunggelenk im Mittelpunkt der empfohlenen Maßnahmen. Ziel der empfohlenen Übungen ist die Dehnung und Mobilisation der Sprunggelenksregion, Kräftigung und Stabilisation der Sprunggelenksmuskulatur sowie die Schulung koordinativer Fähigkeiten und der Reflexe. Hier konnten bereits neueste Ergebnisse eines Forschungsprojektes, das sich - am Beispiel Sprunggelenk - mit präventiven Aspekten im Sport befasst, berücksichtigt werden. Um eine größtmögliche Akzeptanz unter den Juniorenfußballspielern zu erreichen, wurde Wert darauf gelegt, dass die Übungseinheiten sportartnah und überwiegend mit dem Ball durchgeführt werden. (7)

Bei den Spielern im Alter zwischen 22 und 35 Jahren, die etwa 50% des untersuchten Kollektivs ausmachen, sind die Sprunggelenksregion (30%) und das Kniegelenk (28%) nahezu gleich häufig von einer Verletzung betroffen. Im Falle des Kniegelenkes sind 56%, beim Sprunggelenk sind 41% der Verletzungen Rupturen. Kopf- und Fußverletzungen spielen eine untergeordnete Rolle. Zu Knieverletzungen kommt es in höherem Maße als bei anderen Verletzungen auch ohne direkten Einfluß von Gegenspielern. Jeder dritte Fußballspieler mit Knieverletzung gibt an, dass schlechte Platz- oder Bodenverhältnisse als Mitursache für seine Verletzung in Frage kommen. Dabei

scheint besonders die Verblockung zwischen Schuh, Stollen und Boden der verletzungsauslösende Vorgang im engeren Sinne zu sein. Beispiele hierfür findet man z. B. bei einem abrupten Richtungswechsel in der Landphase nach einem Kopfball. Um Knieverletzungen zu vermeiden wurde ein Trainingsprogramm zusammengestellt, das spezielle Übungen zu Verbesserung von Beweglichkeit, Kraft und Koordination beinhaltet. (11)
Für den Bereich der „Alten Herren“ mit Verletzungsschwerpunkten im Arm/Schulter- und Kopfbereich sind bislang keine speziellen Empfehlungen erarbeitet worden.

Handball

Aufgrund der relativ hohen Zahl an aktiven Handballspielern ist der Handball auch bei den Unfallsportarten häufiger zu finden. So entfallen 13,4% der Sportunfälle von Männern und 21,1% der Sportunfälle von Frauen auf diesen Bereich. Damit liegt der Handball bei den Männern auf Platz 2, bei den Frauen auf Platz 1 der Unfallsportarten.
Handball ist ein körperbetontes Spiel. So verwundert es nicht, dass sich etwa 2/3 aller Unfälle im Wettkampf ereignen bzw. 13% bei Trainingsspielen und anderen zweikampfgeprägten Trainingsformen. Die Verletzungen verteilen sich dabei im wesentlichen auf vier Körperregionen (Abb. 8).

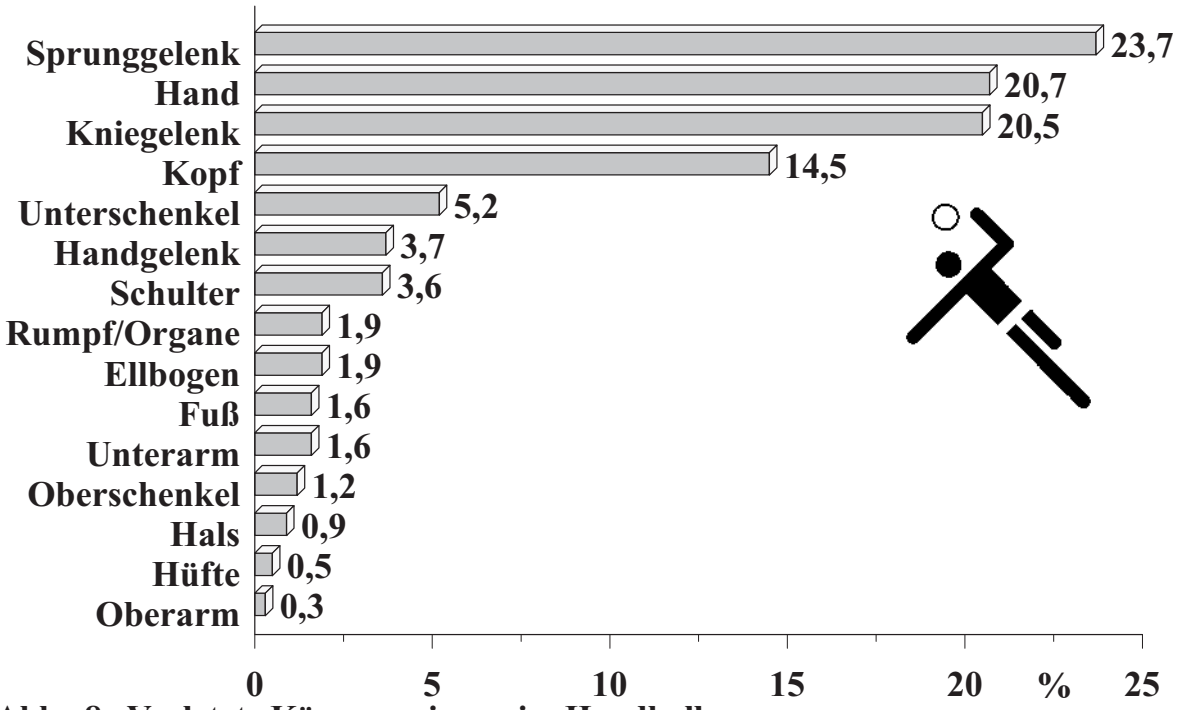


Abb. 8: Verletzte Körperregionen im Handball

Das Sprunggelenk und der Hand- bzw. Handgelenkbereich sind jeweils in knapp einem Viertel der Fälle betroffen. Es folgen das Kniegelenk mit 20% sowie der Kopf- und Halsbereich mit etwa 15%. Bei Kopf- und Handverletzungen ist häufig der Gegenspieler mit verursachend, während Verletzungen der unteren Extremitäten in vielen Fällen auch ohne direkte Gegnereinwirkung erfolgen. Im Sinne einer schwerpunktzentrierten Prävention von Sportverletzungen im Handball bietet es sich daher an, Knie-

und Sprunggelenksverletzungen einerseits sowie Kopf- und Handverletzungen andererseits mit verschiedenen Präventivmaßnahmen anzugehen.
Zur Verringerung des Verletzungsrisikos im Knie- und Sprunggelenksbereich sollte im Training auf die Dehnung und Kräftigung der Beinmuskulatur sowie auf eine Verbesserung der Koordination Wert gelegt werden. Richtige Gestaltung und Dosierung des Trainings und die Beachtung ausreichender Erholungsphasen nach erhöhten Belastungen durch Training und Wettkampf tragen ebenfalls dazu bei, Verletzungen zu vermeiden. Im Rahmen der realisierten Unfallverhütungsmaßnahmen wurden auch aktuelle Forschungsergebnisse aus dem Sportschuhbereich sowie in Sachen Hallenboden berücksichtigt. (4)
Verletzungen der oberen Extremitäten sind in der Regel als leichtere Verletzung einzustufen. Hierbei ist jedoch zu beachten, dass durch wiederholte kleinere Blessuren im Rahmen der Spiel- und Wettkampfpraxis, die vom Sportler selbst nicht bewußt als Verletzung wahrgenommen werden, es möglicherweise zu Dauerschäden - in erster Linie ist hier das Schultergelenk zu nennen - kommen kann. Hand- und Handgelenksverletzungen werden fast ausschließlich in Spielsituationen - überwiegend sind es Fehler bei der Ballannahme - beobachtet. (5)

Volleyball

Im Volleyball ist in den letzten Jahren eine immer stärkere Trennung zwischen klassischem (Hallen-) Volleyball und Beach-Volleyball zu beobachten. So sind jugendliche Volleyballspieler bereits in über 80% der Fälle im Beach-Volleyball aktiv. Auch das Verletzungsgeschehen gestaltet sich entsprechend differenziert. (Abb. 9)

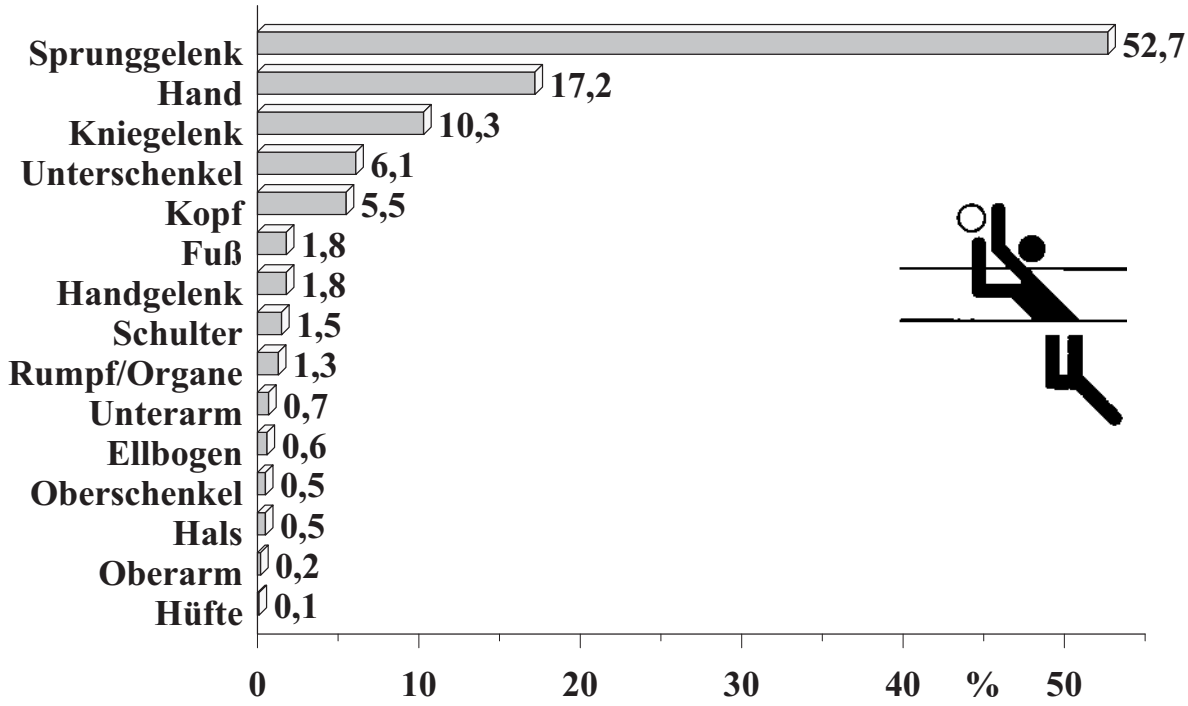


Abb. 9: Verletzte Körperregionen im Volleyball

Während im Beach-Volleyball hauptsächlich die Körperregionen oberhalb der Hüfte von Verletzungen betroffen sind, liegt beim klassischen Volleyball der Verletzungs-

schwerpunkt im Sprunggelenk. Über die Hälfte der Verletzungen betreffen diese Körperregion. Auffällig ist, dass nur ein Viertel der Unfälle beim offiziellen Wettkampf geschehen. Häufiger erfolgen Unfälle im Training und in Turn-, Spiel- und Freizeitgruppen, in denen Volleyball als eine beliebte Ausgleichssportart betrieben wird. Im Hinblick auf eine sich an den Unfallschwerpunkten orientierende Prävention sollte das Sprunggelenk im Mittelpunkt stehen. So könnenn im Training Übungen durchgeführt werden, die das Sprunggelenk bei sportlichen Aktionen stabilisieren und so das Umknicken verhindern. Stabilisierend wirkt vor allem eine gekräftigte Muskulatur im Sprunggelenksbereich und eine gute Koordination der am Sprunggelenk angreifenden Muskulatur. Die entsprechenden Übungen können zum Teil auch außerhalb des eigentlichen Trainings durchgeführt werden und sind gegenüber rein passiven Maßnahmen zu bevorzugen. Zusätzlich können passive Maßnahmen greifen, wie etwa die Verwendung von Sprunggelenksstützen (Orthesen). Insbesondere bei vorhandener Vorschädigung sollte zumindest zeitweise eine Sprunggelenksstütze getragen werden. Im Training sowie im nicht offiziellen Spielbetrieb kann auch eine Volleyballschutzplane, die das Übertreten in das gegnerische Spielfeld verhindert, eingesetzt werden. (2)
Die bislang erarbeiteten Maßnahmen beziehen sich im wesentlichen auf das klassische Volleyball mit Schwerpunkt Sprunggelenk. Die avisierte Überarbeitung dieser Maßnahmen wird den Bereich Beach-Volleyball stärker berücksichtigen.

Reitsport

Der Reitsport zählt zu den sogenannte Massensportarten, der sowohl innerhalb eines Reitvereins, aber mehrheitlich außerhalb eines Vereins betrieben wird. Demzufolge verwundert es nicht, dass Unfälle beim Reiten mit zu den häufigsten Sportunfällen zu zählen sind. Abb. 10 gibt eine Übersicht über die Körperregionen, die beim Reitsport-

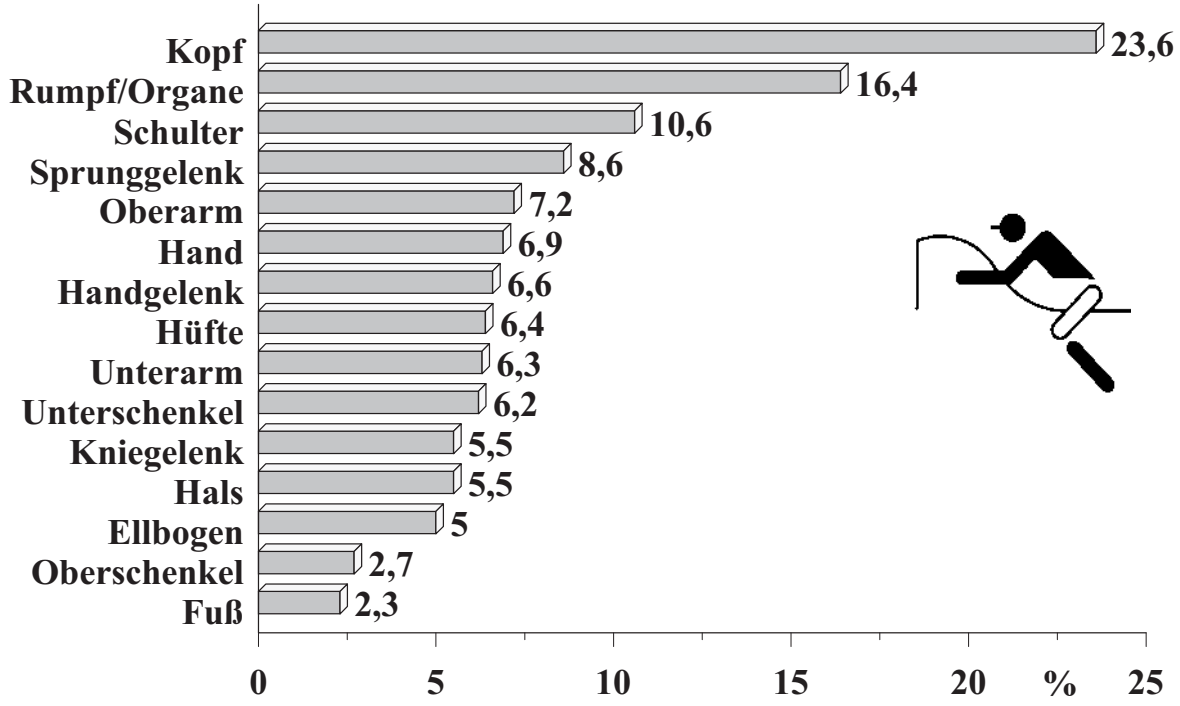


Abb. 10: Verletzte Körperregionen im Reitsport

unfällen hauptsächlich von Verletzungen betroffen sind. Auffallend ist der relativ große Anteil der Kopf- und Halsverletzungen, auf die zusammen fast ein Drittel der Verletzungen entfallen.
Besonders gefährdet sind junge Reiterinnen in der Altersstufe von 6 bis 14 Jahren. Die Ursache dafür liegt in erster Linie in fehlenden Kenntnissen über die natürlichen Verhaltensweisen des Pferdes und dem Umgang mit dem Pferd. Dies führt oftmals zu falschem Verhalten in kritischen Situationen. Auch die Tatsache, dass mehr als 70% dieser Unfälle dem nicht organisierten Sport, also der reiterlichen Betätigung außerhalb der Reitvereine, zuzuordnen sind, läßt darauf schließen, dass bei der Reitausbildung - besonders außerhalb der Reitvereine - nur unzureichend über die Vermeidung von Unfällen aufgeklärt wird. Aus diesem Grunde wurde ein Faltblatt erarbeitet, das sich in erster Linie an junge Reiterinnen und Reiter bis zu einem Alter von 14 Jahren wendet. Schwerpunkt der Empfehlungen ist die Schulung der jungen Reiterinnen und Reiter über den richtigen Umgang mit dem Pferd und die sorgfältige Aufklärung über die typischen Verhaltensweisen des Pferdes. Darüber hinaus wird darauf hingewiesen, dass die Ausrüstung des Reiters, aber auch die des Pferdes den Sicherheitsanforderungen entsprechen muss. (6)

Tennis

Die häufigsten Unfälle im Tennis treten im Bereich der unteren Extremitäten auf. Jede dritte Verletzung betrifft das Sprunggelenk (Abb. 11). Ein weiteres Drittel entfällt auf Unterschenkel und Kniegelenk. Als Gründe hierfür sind unter anderem häufige Richtungswechsel bzw. plötzliches Abstoppen zu nennen, die sowohl die Gelenke als auch die sie schützende Muskulatur stark belasten.

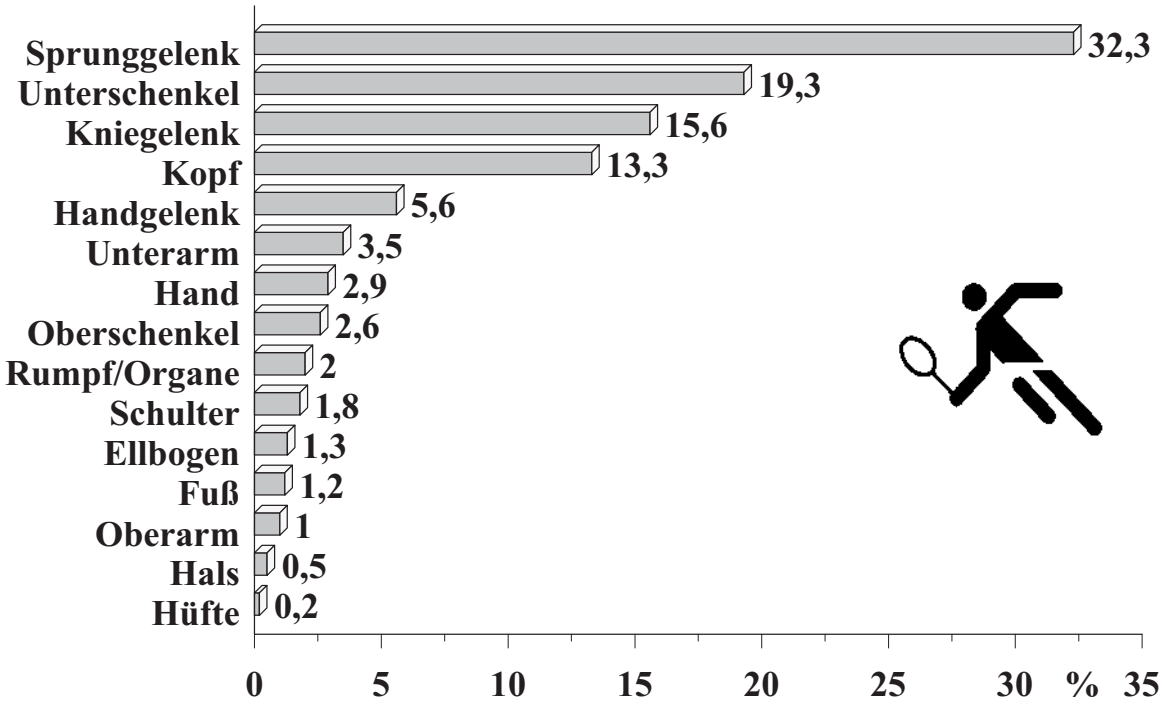


Abb. 11: Verletzte Körperregionen im Tennis

Weitere Problembereiche stellen der Schultergürtel, der Ellbogen sowie Wirbelsäule und Hüfte dar. Allerdings kommt es hier – im Gegensatz zu den unteren Extremitäten- nur selten zu akuten Verletzungen, sondern überwiegend zu Überlastungsreaktionen. Problematisch ist insbesondere auch mangelndes Aufwärmen zu sehen, da hierdurch die angesprochenen Überlastungsreaktionen verstärkt werden können. Interessant in diesem Zusammenhang ist die Tatsache, dass fast ein Viertel der akut Verletzten mangelndes Aufwärmen als eine Ursache für ihre Verletzung angeben.
Die erarbeiteten Präventivmaßnahmen beinhalten daher sowohl ein Aufwärmprogramm als auch Übungen zur Mobilisierung, Dehnung, Kräftigung und Stabilisierung, die entweder zu Hause durchgeführt oder in das Training integriert werden. (9)
Besonders hingewiesen wird im Rahmen der Verletzungsproblematik auf die Zusammenhänge zwischen guter Sehleistung, guter Platzbeleuchtung und sicherem Tennisspiel.

Ski alpin

Rund 63.000 Bundesbürger verletzen sich pro Jahr beim Skifahren so schwer, dass sie ärztlich versorgt werden müssen. Für knapp 10.000 endet der Skispass im Krankenhaus und rund 1.000 Skifahrer behalten eine dauerhafte Beeinträchtigung ihrer Gesundheit zurück. Obwohl die Ursachen von Skiunfällen recht vielfältig sind, lassen sich viele Unfälle auch auf eine mangelhafte Vorbereitung auf den Skiwinter zurückführen. Mehr als die Hälfte aller Skifahrer versäumt es, vor der Saison ihre Ausrüstung zu checken und sich körperlich gezielt fit zu machen. (10)
Am häufigsten sind Verletzungen im Kniebereich (Abb. 12). Nahezu 40% aller ernsthaften Verletzungen betreffen diese Körperregion. Skifahrerinnen über 35 Jahre sind hier besonders gefährdet. Der Anteil der Knieverletzungen liegt bei über 50%. Schulter- und Oberarmverletzungen liegen in ihrer Häufigkeit an zweiter Stelle. Männer über 40 Jahre sind hier dominierend. Sie verletzen sich in diesem Körperbereich 3 mal

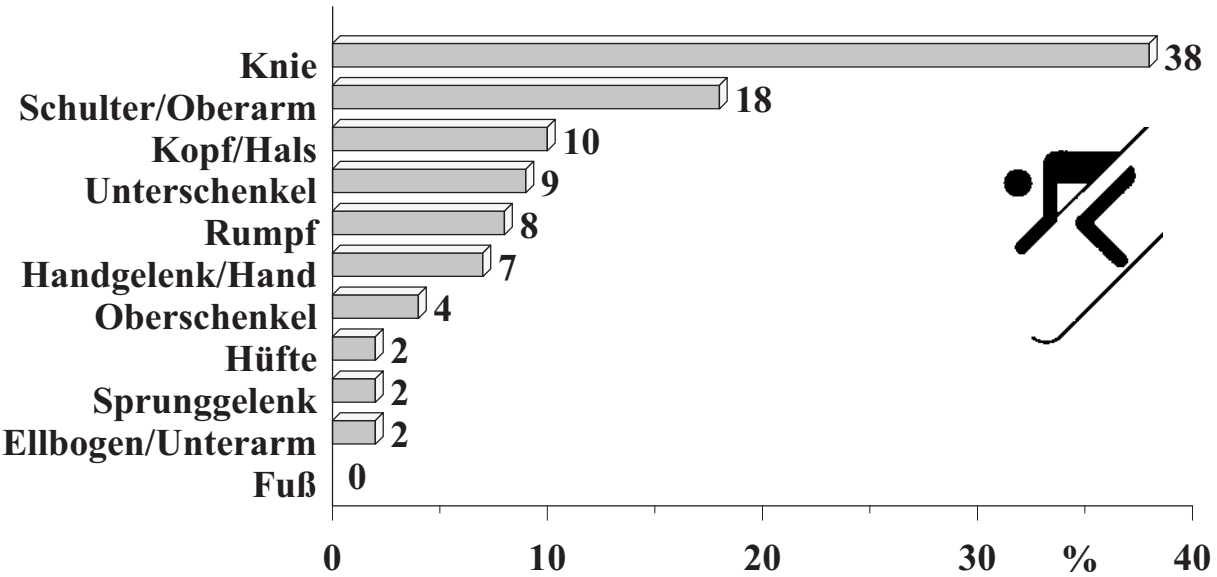


Abb. 12: Verletzte Körperregionen im alpinen Skilauf

so häufig wie die übrigen Skifahrer. Der Skidaumen, d. h. die Verletzung des Daumengrundgelenkes in Form einer Zerrung oder Fraktur, ist eine im alpinen Skisport ebenfalls häufig zu beobachtende Verletzung, die aber in vielen Fällen ohne ärztliche Versorgung bleibt. Deshalb liegen hierzu recht widersprüchliche statistische Zahlen vor. Darüber hinaus ist gutes Sehen eine wichtige Voraussetzung für sicheres Skifahren. Nahezu 80% der Stürze ohne Fremdbeteiligung werden durch Wahrnehmungsfehler oder durch Unaufmerksamkeit verursacht. Dies verwundert nicht, denn plötzlich wechselnde Schnee- oder Lichtverhältnisse sowie kontrastarme Sichtbedingungen (Nebel, Schneefall, Dämmerung) stellen hohe Anforderungen an Sehleistung und Aufmerksamkeit. Das dies vielen Skifahrern nicht bewusst ist, zeigt die Tatsache, dass 30% der Skifahrer "fehlsichtig" Skifahren. Das fehlende Problembewusstsein zeigt sich auch darin, dass über 40% derjenigen Skifahrer, die im Alltag eine Sehhilfe tragen, diese beim Skifahren nicht benutzen. Mehr als die Hälfte dieser Skifahrer (53%) ist der Auffassung, dass die Sehhilfe beim Skifahren nicht nötig ist und 28% verzichten darauf, weil sie unbequem ist oder beschädigt werden könnte. (8)
In den letzten Jahren hat das sog. Carven einen immer höheren Stellenwert erlangt. In wieweit das Carven oder auch nur die Benutzung von Carving-Ski das Unfallgeschehen beeinflusst, läßt sich derzeit noch nicht exakt feststellen. Die ersten statistischen Trends lassen allerdings vermuten, dass sich durch die Carving-Ski weder das Verletzungsrisiko noch das Verletzungsbild grundlegend ändern.

Inline Skaten

Ausdauertraining durch regelmäßiges Skaten verbessert die Leistungsfähigkeit, steigert die Lebensqualität und das Lebensgefühl. Dabei wird der gesamte Körper trainiert. Beim Inline Skaten kann es allerdings auch zu ernsthaften Verletzungen kommen. 25% der erwachsenen Inline-Skater haben sich schon einmal verletzt. Fast 90% dieser Verletzungen sind Bagatellverletzungen, aber 10% müssen ärztlich behandelt werden.
Die am häufigsten betroffenen Körperregionen sind Ellbogen, Unterarm, Hand (32%), Knie, Fuß, Unterschenkel (26%), gefolgt von Kopf- und Halsverletzungen (16%) (Abb. 13). Zwei Drittel aller Frakturen entfallen auf den Bereich Unterarm und Hand.

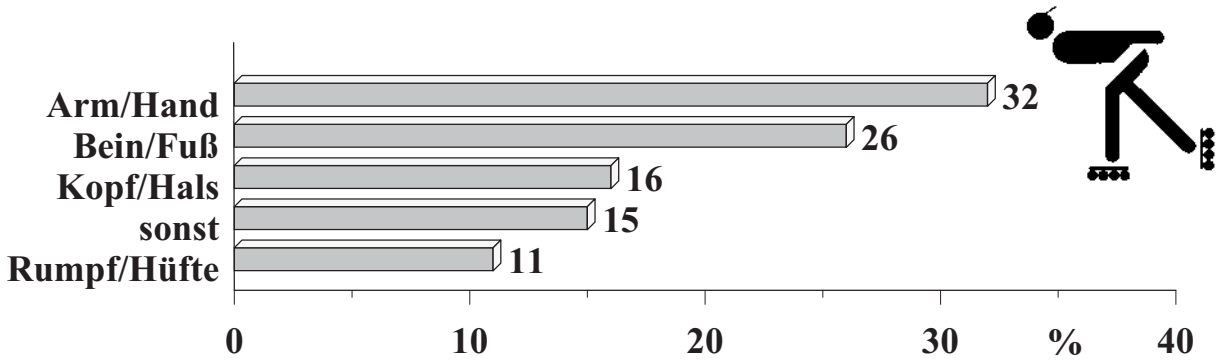


Abb. 13: Verletzte Körperregionen im Inline Skaten

Häufigste Ursachen für Verletzungen sind mangelnde Fahrtechnik, fehlende Schutzausrüstung und nicht angepaßte Geschwindigkeit. Durch das Tragen von Schutzausrüstung, d. h. Protektoren und Helm, kann das Verletzungsrisiko deutlich verringert werden. Noch viel zu wenige Inline-Skater benutzen eine Schutzausrüstung. So tragen z. B. 32% der jugendlichen Skater gar keine Schutzausrüstung, und nahezu alle Erwachsenen (98%) fahren ohne Helm. Zum sicheren Skaten gehört neben der Beherrschung der Basisfahrtechniken auch die Fähigkeit, auf engem Raum bremsen und notfalls kontrolliert fallen zu können.
Diese und weitere Punkte zum Aufwärmen und zum aggressive Skating werden in den Empfehlungen zur Unfallverhütung im Inline Skaten angesprochen. (12)

Risikosportarten

Dargestellt wurde im vorhergehenden Abschnitt, wie sich die Situationen bei Sportunfällen in Deutschland von der Häufigkeit her darstellt. Es wurde auf Verletzungsschwerpunkte in den einzelnen Sportarten hingewiesen und daraus resultierende Präventionsmaßnahmen vorgestellt.
Möchte man Aussagen über das Risiko machen, sich bei einer bestimmten sportlichen Tätigkeit zu verletzen, ist es sinnvoll, die Anzahl der Verletzungen auf die Zeitdauer des Sporttreibens zu beziehen. Im Rahmen spezieller Fragestellungen wurde dies anhand zusätzlich erhobenen Datenmaterials für häufig betriebene Sportarten durchgeführt. Die folgende Tabelle 6 gibt eine Übersicht über das Verletzungsrisiko in den 4 großen Ballsportarten und im alpinen Skisport.

Tab. 6: Relative Verletzungsrisiken in verschiedenen Sportarten

A: Anzahl der Verletzungen bei 100 Sportlern im Jahr (ARAG/RUB)
B: Anzahl der Verletzungen in 1000 Stunden der betreffenden sportlichen Aktivität (ARAG/RUB)
C: Anzahl der Verletzungen in 1000 Stunden der betreffenden sportlichen Aktivität (diverse Fremderhebungen)

	A	B	C
	Verletzungen / Jahr 100 Sportler	**Verletzungen 1000 Std.**	**Verletzungen 1000 Std.**
Fußball	15,3	1,0	5-10
Handball	14,2	1,2	4-8
Basketball	14,9	1,2	4-6
Volleyball	9,5	0,9	4-6
Ski alpin	1,5	0,3	1,0-1,5

Hier zeigt sich, dass die Sportarten, in denen der direkte Zweikampf mit Gegnerkontakt zur Spielidee gehört, also Fußball, Handball und Basketball, an der Spitze liegen. Dahinter folgt Volleyball, wo der Gegnerkontakt zumindest eingeschränkt möglich ist. Der alpine Skisport, der von vielen Menschen als besonders gefährlich angesehen wird, liegt als Individualsportart deutlich hinter den 4 Ballsportarten.
Der Einfluß der Dauer des Sporttreibens wird deutlich, wenn man die Zahlen für Fußball und Ski alpin gegenüberstellt. Betrachtet man 100 Sportler über ein Jahr hinweg in den genannten Sportarten, so wird man beim Fußball mit 15,3 Verletzungen etwa 10 mal so viele Verletzungen zählen wie bei Ski alpin mit 1,5. Ski alpin wird allerdings nur in einem recht kurzen Zeitraum – im Mittel etwa 12 Tage im Jahr - aktiv betrieben, Fußball hingegen etwa 40 Wochen im Jahr. Daher ist es sinnvoll, die Anzahl der Verletzungen auf die Anzahl der jeweiligen Stunden der Aktivität zu beziehen. So liegt der Fußball bzgl. der Verletzungen pro 1000 Stunden um den Faktor 3 höher als der alpine Skisport, nämlich 1 gegenüber 0,3.
Zieht man in einem weiteren Vergleich Ergebnisse anderer Erhebungen heran, die in der Fachliteratur zitiert werden, so fällt auf, dass die dort angegebenen Verletzungsindizes um den Faktor 5-10 über denen der eigenen Untersuchungen liegen. Die Verletzungsrate z. B. im Fußball wird mit 5-10 Verletzungen pro 1000 Stunden angegeben. Nach eigenen Untersuchungen liegt der Wert bei 1 Verletzung pro 1000 Stunden Sporttreibens. Der Grund hierfür ist in der Verletzungsdefinition zu sehen. Bei den eigenen Untersuchungen hat mindestens eine Arztkonsultation stattgefunden, bei anderen Untersuchungen werden häufig Bagatellverletzungen mitgezählt.
Damit sind die beiden wesentlichen Punkte genannt, nämlich die genaue Dauer der sportlichen Aktivität und der Schweregrad der Verletzung, die eine sportartspezifische objektive Bewertung des Verletzungsrisikos erschweren. Die Problematik bei der Bestimmung des Schweregrades der Verletzung ergibt sich daraus, dass z. B. ein Umknicktrauma im Sprunggelenk bei einem Sportler zu mehreren Arztbesuchen führt, während ein anderer Sportler die Verletzung selbst behandelt. Es ist daher auch diskutiert worden den Schweregrad der Verletzung durch die Dauer zu erfassen, die der Athlet mit seinem Sport auf Grund der Verletzung aussetzen muss. Doch steht man auch bei dieser Definition vor dem Problem, dass ein und dieselbe Verletzung von verschiedenen Personen subjektiv und damit unterschiedlich bewertet wird. Hier sei nur an die Verfahrensweise bei Eishockeyspielern erinnert, deren Platzwunden in kurzen Spielpausen genäht werden, wogegen Fußballspieler sich auch bei leichteren Prellungen minutenweise Auszeiten leisten, was selbstverständlich auch als spieltaktische Maßnahmen eingesetzt wird. Die aufgeführten Beispiele sollen erläutern, weshalb es derart schwierig ist, das sportartspezifische Verletzungsrisiko zu erfassen, geschweige denn eine Risikohierarchie der Sportarten aufzustellen. (21)
Was den Laien eher interessiert und zum Risikoimage verschiedener Sportarten beiträgt sind spektakuläre Unfälle. Die Statistik der ARAG Sportversicherung weist etwa 1 Todesfall auf 100.000 Sporttreibende im Jahr aus. Hierbei ist allerdings zu berücksichtigen, dass nur jeder 5te Todesfall aus einem Unfall resultiert. Über 70% der Todesfälle im Sport sind in Herz-Kreislaufkrankheiten bzw. –komplikationen begründet. Damit resultiert der Tod in diesen Fällen nicht unbedingt aus einem sportartspezifi-

schen Risiko. Das Ereignis hätte auch bei irgendeiner anderen Tätigkeit erfolgen können. Der Anteil der traumatisch bedingten Todesfälle variiert von Sportart zu Sportart recht stark. So finden sich im Luft- oder Motorsport fast ausschließlich traumatische also unfallbedingte Todesfälle, während im Fußball oder Handball nicht einmal jeder 10te Todesfall als Unfallfolge auftritt.

In der Reihenfolge der Todesfälle in den Sportarten liegt Fußball mit 28,2% vor Tennis mit 8% und Radsport mit 6,3%. Es folgen Turnen (5,4%), Tischtennis (4,5%) und weitere. Hierin ist, wie bereits oben angesprochen, ein variierender Anteil von Todesfällen enthalten, die traumatisch bedingt sind. Interessanter ist es daher, nach dem relativen Risiko zu fragen, mit dem ein traumatisch bedingter Todesfall innerhalb einer bestimmten Sportart auftritt (Abb. 14).

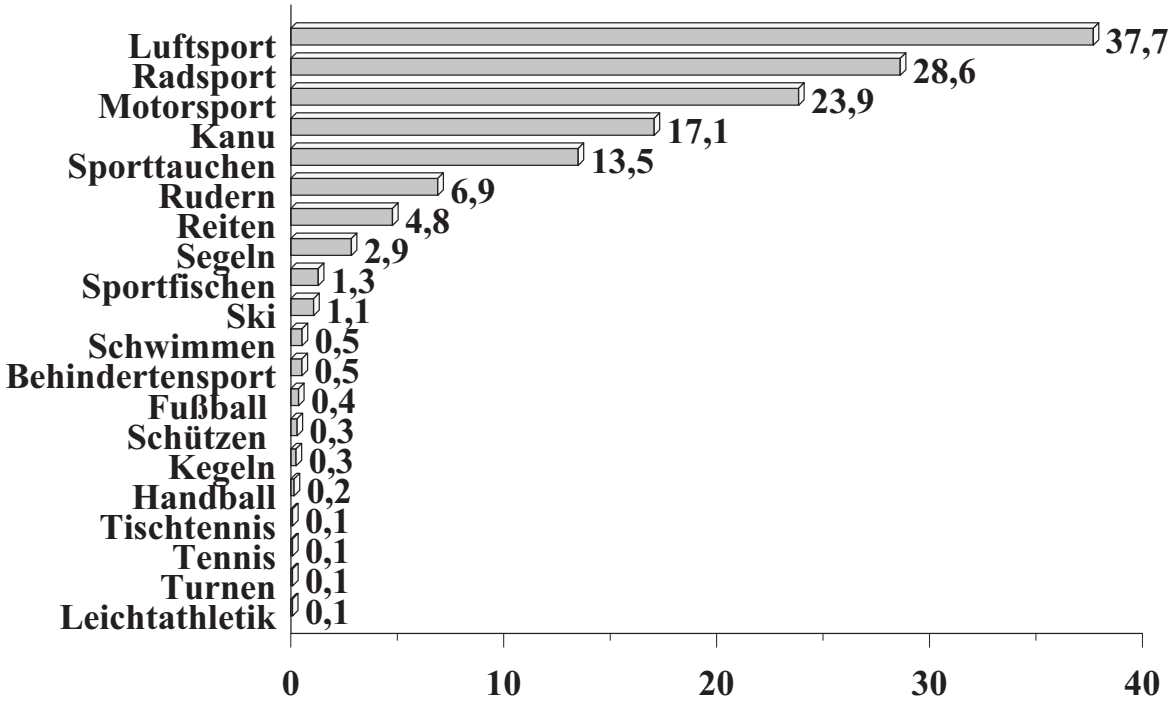


Abb. 14: Relatives Risiko eines Unfalltodesfalles in verschiedenen Sportarten

Der zu den Sportarten aufgeführte Faktor ergibt sich, wenn man den Prozentwert der jeweiligen Sportart in der Todesfallstatistik durch den entsprechenden Prozentwert der Mitgliederstatistik teilt. Wäre das Todesrisiko in allen Sportarten gleich groß, so ergäbe sich für den Faktor stets der Wert 1. D. h. der Prozentwert einer bestimmten Sportart in der Todesfallstatistik entspräche dem in der Mitgliederstatistik. Anders gesagt Mitgliedszahlen und Todesfälle wären über die Sportarten gleich verteilt. Wird demnach das durchschnittliche Risiko, während der Ausübung einer bestimmten Sportart unfallbedingt zu versterben, mit 1 angesetzt, so geht man im Luftsport, Motorsport oder etwa Radsport ein 38fach, 23fach bzw. 28fach höheres Risiko ein.

Im Luftsport ist das Risiko im Vergleich zu Fußball um den Faktor 100 höher. Relativ niedrig ist das Risiko demnach bei Individualsportarten (Tischtennis, Tennis, Turnen, Leichtathletik) gefolgt von Mannschaftsportarten (Fußball, Handball). In der Risikohierarchie folgen Wassersportarten mit Tauchen an der Spitze. Vorne liegen, wie bereits angesprochen, Luft-, Rad- und Motorsport. Die Positionen von Kegeln, Schieß-

sport und Behindertensport in dieser Hierarchie sind nicht weiter zu interpretieren, da die den Unfällen zugrunde liegenden Situationen zu unterschiedlich sind. Auch Ski und Reiten nehmen eine Sonderstellung ein, da man sich in beiden Fällen mit relativ großer Geschwindigkeit im freien Gelände bewegt, wobei im Falle des Reitens die vergleichsweise große Masse des Pferdes eine Rolle spielt. Betrachtet man die Nicht-Wassersportarten, d. h. die Sportarten, bei denen die Gefahr des Ertrinkens nicht besteht, so scheint das Risiko von Unfällen mit Todesfolge recht eng an die Geschwindigkeit gekoppelt zu sein, mit der Kollisionen bzw. Stürze stattfinden.
Diese Übersicht erhebt nicht den Anspruch auf Vollständigkeit und absolute Repräsentativität, da viele der sog. Extremsportarten wie z. B. Paragliding, Free-Climbing oder Mountain-Biking nicht im Verein ausgeübt werden, die vorliegenden Daten sich aber ausschließlich auf den Vereinssport beziehen. Aufgrund der dargelegten Überlegungen erscheint es allerdings plausibel, auch dort eine Risikohierarchie zu vermuten, die sich an den Kollisions- bzw. Aufprallgeschwindigkeiten orientiert.
Zum Abschluß sei noch angeführt, dass ein Risikovergleich zwischen verschiedenen Sportarten zum Teil deswegen nicht möglich bzw. sinnvoll ist, weil es z. B. in Individualsportarten Risiken gibt, bei denen der Sportler selbst entscheidet, ob er sie eingeht. Demgegenüber ist in Ballsportarten, wie z. B. im Fußball, der Zweikampf ein fester Bestandteil des Spiels. Dabei kann ein Spieler selbst bei größtmöglicher eigener Vorsicht nicht beeinflussen, welchem Risiko er durch die Gegenspieler ausgesetzt ist.

Ausblick

In den vorangegangenen Kapiteln wurde veranschaulicht, wie die Risiken von Verletzungen sich in einzelnen Sportarten darstellen, und wie diese Risiken durch sportartspezifische Prävention gemindert werden können. Für die größeren Sportarten liegen solche Präventionskonzepte bereits vor. Eine objektive Validierung der Massnahmen konnte im vorgegebenen Kostenrahmen des Forschungsprojektes von ARAG Sportversicherung und Ruhr-Universität Bochum bislang nicht erfolgen. Allerdings zeigt die große Akzeptanz im Sport, dass das Problembewusstsein hinsichtlich der Sportunfälle gestiegen ist. Durch die wachsende Zahl an dokumentierten Sportunfällen aus verschiedenen Bereichen eröffnet sich die Möglichkeit, auch für solche Sportarten Präventivmaßnahmen zu entwickeln, die sich bislang aufgrund kleiner Fallzahlen einer genaueren Analyse entzogen.
Vor diesem Hintergrund ist insbesondere eine Ausweitung der Sportunfallerhebung und -analysen mit dem Ziel der Entwicklung sportartspezifischer Präventionsmaßnahmen auf dem Bereich der Europäischen Union zu befürworten (20).

Literatur

1. Anders, G., Hartmann, W.: Wirtschaftsfaktor Sport, Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Band 15, 1996
2. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin: Unfallverhütung im Volleyball: Maßnahmen zur Vermeidung von Sprunggelenksverletzungen, Düsseldorf 1991
3. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin, Gemeindeunfallversicherungsverband Westfalen-Lippe: Unfallverhütung im Fußball - Teil 1: Spielformen für den Kinder- und Jugendbereich, Düsseldorf 1993
4. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin: Unfallverhütung im Handball - Teil 1: Maßnahmen zur Vermeidung von Knie- und Sprunggelenksverletzungen, Düsseldorf 1994
5. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin: Unfallverhütung im Handball - Teil 2: Maßnahmen zur Vermeidung Verletzungen und Schäden im Hand- und Schulterbereich, Düsseldorf 1995
6. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin: Unfallverhütung im Reiten: Tips und Ratschläge für junge Reiterinnen und Reiter, Düsseldorf 1995
7. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin, Gemeindeunfallversicherungsverband Westfalen-Lippe: Unfallverhütung im Fußball - Teil 2: Maßnahmen zur Vermeidung von Sprunggelenksverletzungen - insbesondere bei Junioren, Düsseldorf 1996
8. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin, TÜV Product Service: Unfallverhütung im alpinen Skisport - Teil 2: Gutes Sehen – Gefahren erkennen – Richtig reagieren, Düsseldorf 1997
9. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin: Unfallverhütung im Tennis: Maßnahmen zur Vermeidung von Verletzungen und Überlastungsschäden, Düsseldorf 1999
10. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin, TÜV Product Service: Unfallverhütung im alpinen Skisport - Teil 1: Vorbereitung auf den Skiwinter, Neuauflage, Düsseldorf 2000
11. ARAG Allgemeine Versicherungs AG, Ruhr-Universität Bochum / Lehrstuhl für Sportmedizin, Verwaltungsberufsgenossenschaft: Unfallverhütung im Fußball - Teil 3: Maßnahmen zur Vermeidung von Knieverletzungen, Düsseldorf 2000
12. Arbeitsgemeinschaft Sicherheit im Sport: Inline Skaten – Mit Sicherheit mehr Spaß, Köln 1999
13. Bundesverband der Unfallkassen: Statistik-Info zum Schülerunfallgeschehen 1998, München 1999
14. Deutsche Gesellschaft für Freizeit: Freizeit in Deutschland 1996, Aktuelle Daten und Grundinfomationen, Jahrbuch der Deutschen Gesellschaft für Freizeit
15. Deutscher Ärztetag: Beschluss, Dresden 1993

16. Gläser, H., Hauser, W.: Alpine Skiunfälle und Verletzungen, Schriftenreihe des Deutschen Skiverbandes 1985
17. Gläser, H., Henke, T., Henter, A., de Marées, H., Heck, H.: Zur Kostenbelastung im Gesundheitswesen durch Sportunfälle, Dtsch. Zschr. Sportmed. 1994, 45, 317-321
18. Heinemann, K., Schubert, M.: Der Sportverein, Schriftenreihe des Bundesinstitutes für Sportwissenschaft, Band 80, 1994
19. Henke, T., Gläser, H. de Marées, H.: Zur Epidemiologie und Prävention von Verletzungen im Fußball. Dtsch. Z. Sportmed. 1994, 45, 450-464
20. Henke, T.: Epidemiology and prevention of sports injuries in Germany. Fourth World Conference on Injury prevention and Control Vol. 1, Amsterdam 1998, 101
21. Henke, T. Gläser, H.: Die Risikobewertung der verschiedenen Sportarten. In: Bergler, R.: Irrationalität und Risiko. Köln 2000, 300-307
22. Henke, T.: Epidemiologie und Prävention von Verletzungen im Kindes- und Jugendalter. In: „Sicher Leben“ -Fachbuchreihe, Band 8: Kindersicherheit: Was wirkt?. Institut „Sicher Leben“, Wien 1997, 379-385
23. Heseker, H. in: Ärztezeitung v. 25.11.97 – Ein Drittel aller Krankheitskosten ernährungsbedingt, Ärztezeitung 1997
24. Hollmann, W, Hettinger, Th.: Sportmedizin: Grundlagen für Arbeit, Training und Präventivmedizin. Schattauer 2000, 8
25. Mirbach, A.: Schulsportunfälle an allgemeinbildenden Schulen in Westfalen-Lippe, Gemeindeunfallversicherungsverband Westfalen-Lippe, Gesundheitsschutz in Schule und Beruf, Band 6, Münster 1995
26. Schlude, I., K. Zeitfang: Untersuchungen von Geräteunfällen in Heim und Freizeit, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz und Arbeitsmedizin, Sonderschrift S 51, Dortmund/Berlin 1998
27. Steinbrück, K: Epidemiologie von Sportverletzungen - 25-Jahres-Analyse einer orthopädisch-traumatologischen Ambulanz, Sportverletzung - Sportschaden 13 (1999) 38 - 52
28. Zeitfang, K., Hötzel B.: Unfallgeschehen in Heim Und Freizeit – Repräsentativbefragung in den neuen Bundesländern, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz S 33, Dortmund 1993
29. Zeitfang, K., Pfleiderer, R..: Unfallgeschehen in Heim Und Freizeit – Repräsentativbefragung in den neuen Bundesländern, Schriftenreihe der Bundesanstalt für Arbeitsschutz S 30, Dortmund 1990

Anschrift für die Verfasser:
Dr. Thomas Henke
Ruhr-Universität Bochum
Universitätstr. 150
44801 Bochum

Prävention für das Kniegelenk

Entwicklung eines Verfahrens zur komplexen, neuromuskulären und mechanischen Diagnostik des Kniegelenkes

Gollhofer, A., Alt, W., Lohrer, H.

[1] *Institut für Sportwissenschaft, Universität Stuttgart*
[2] *TÜV Product Service, München*
[3] *Sportmedizinisches Institut Frankfurt am Main*

Problem

- Neben dem Sprunggelenk ist das Kniegelenk die verletzungsanfälligste Struktur des Stütz- und Bewegungsapparates im Sport.
- Kniegelenkverletzungen führen im Leistungssport zu einer erheblichen Belastung der Kostenträger.
- Kniegelenkverletzungen führen im Leistungssport zu teilweise erheblichen Ausfällen im Training und Wettkampf und reduzieren so den sportlichen Erfolg.

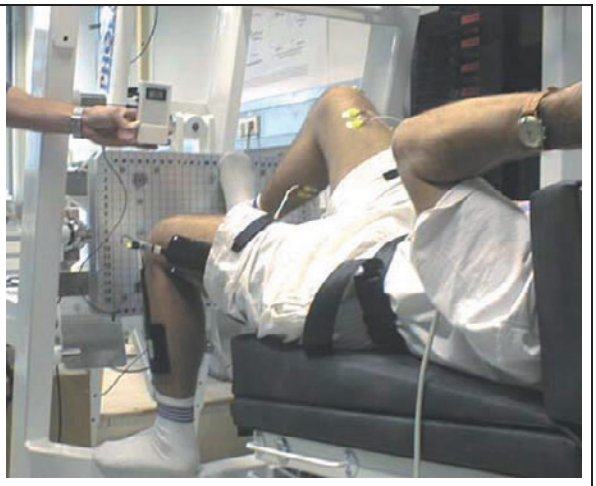
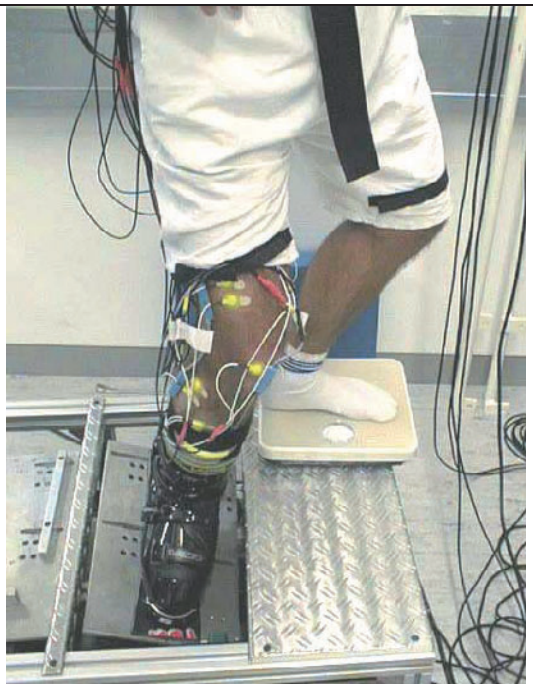
Die Evaluierung der Behandlungskonzepte am bandverletzten Kniegelenk (GOLLHOFER et al., 1999) stützte sich bisher nahezu ausschließlich auf die Untersuchung der mechanischen Stabilisierungseigenschaften (KIM, 1995). Oberstes Kriterium war dabei die mechanische Stabilität (CLANCY et al., 1982; NOYES et al., 1990).
Die Frage des Zusammenhanges zwischen funktioneller und mechanischer Stabilität beziehungsweise Instabilität ist am Kniegelenk noch unzureichend untersucht.
Eine aktive Sicherung des Kniegelenkes muß angestrebt werden. Für die primäre und sekundäre Prävention von Knieverletzungen im Leistungssport muß ein Konzept entwickelt werden, mit dem eine Reduktion der Kniegelenkverletzungen erreicht wird.
Mit dem vorgelegten Projekt soll die Frage beantwortet werden, ob durch ein propriozeptives Training das komplexe motorische System unter Einschluß reflektorischer, neuromuskulärer und koordinativer Komponenten verbessert werden kann.

Methode

Der modifizierende Einfluß der kontrollierten Bedingungen barfuß, semirigid (Aircast®) und rigid (Skistiefel) fixiert sollte in einem Trainingsexperiment durch einen

komplexen Ansatz erfaßt werden. Für den im Rahmen des Trainingsexperimentes durchgeführten Eingangs- und Ausgangstest waren insgesamt 4 Stationen vorgesehen.

- isometrische Maximalkraft (Station 1)
- polysynaptische Reflexaktivität (Verletzungssimulation) (Station 2)
- posturale Stabilisierungsfähigkeit im Einbeinstand (Posturomed®) (Station 3)
- monosynaptische Reflexaktivität (Tibiatranslation) (Station 4)

Abbildung 1: Versuchsaufbau zur Bestimmung der isometrischen Maximalkraft (Station 1)	
Abbildung 2: polysynaptische Reflexaktivität (Verletzungssimulation) (Station 2). Das Auslösen der Plattform im belasteten Zustand führt zu Valgus- und Rotationsstress, dessen mechanische und neurophysiologischen Auswirkungen goniometrisch bzw. mittels Oberlflächenelektromyographie bestimmt wurden.	

An der Durchführung des Pilotversuchs nahmen 69 Sportstudenten teil.
Die Durchführung des Trainings erfolgte nur unter Aufsicht des Versuchsleiters nach exakter Instruktion und nach einem festgelegten Trainingsplan.

Abbildung 3: posturale Stabilisierungsfähigkeit im Einbeinstand (Posturomed®) (Station 3). An der horizontal beweglich gelagerten Standfläche des Gerätes wurden Linearbeschleunigungsaufnehmer befestigt zur Objektivierung der mechanischen Auswirkungen gezielter Auslenkungen auf die Stanstabilität im Einbeinstand mit untergelegter Weichmatte vom Typ Airex®

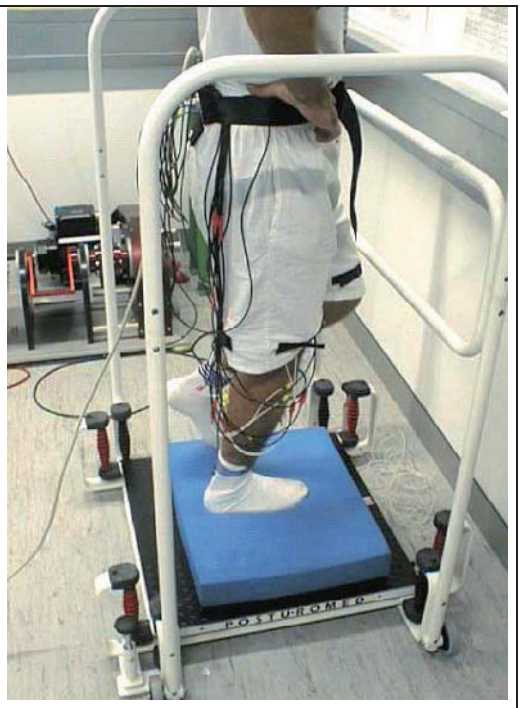
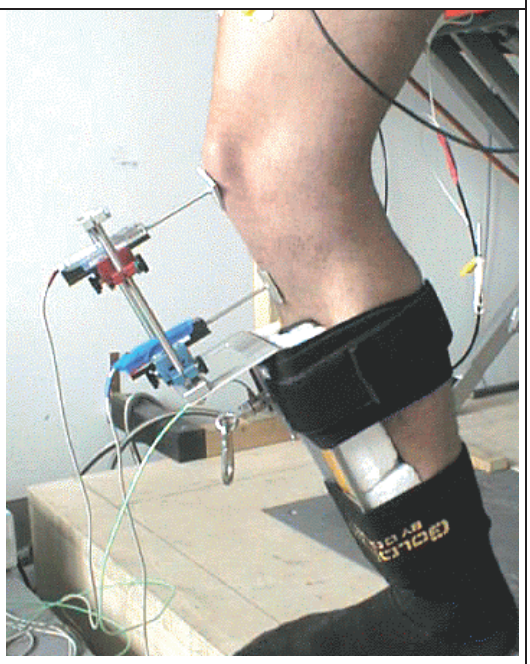


Abbildung 4: monosynaptische Reflexaktivität (Tibiatranslation) (Station 4). Zwei hochauflösende Linearpotentiometer (an der Patella und an der Tibia ermöglichen die Erfassung der Relativbewegung der Tibia zum Femur auch bei hochdynamischen Translationsbewegungen nach anterior. Die Reflexaktivität auf solche Reizbewegungen wurde mittels Oberflächenelektromyographie bestimmt.



Als Übungsgeräte wurden Kippbrettchen, Therapiekreisel, Posturomed® und Airexmatte® eingesetzt. Die Übungsdauer für die Probanden betrug 40 Minuten, die Anzahl der Trainingseinheiten betrug 16 (4 / Woche).

Ergebnisse

Eine Veränderung des Maximalkraftwertes (Station 1) der Beinstreckmuskelschlinge ist nach dem vierwöchigen propriozeptiven Training nicht zu verzeichnen. Die Trainingsbedingungen barfuß, Aircast und Skischuh unterscheiden sich hinsichtlich dieser Kennwerte nicht.

Die Verbesserungen des Kraftanstieges (Zeitraum bis zum Erreichen der halben Maximalkraft) sind in allen drei Untersuchungsgruppen eindeutig nachweisbar. Die barfüßig Trainierenden und die Probanden, die mit dem Skistiefel trainierten, zeigten diesen Effekt besonders deutlich.

Der Mechanismus des Verletzungssimulators (Station 2) induziert am Kniegelenk eine Valgusbewegung, die mit einer tibialen Außenrotation gekoppelt ist. Es ergibt sich so eine relative femorale Innenrotation bezogen auf die Tibia.

Mit dem Torsionsgoniometer gemessen, erreicht diese tibiale Außenrotation in den drei Untersuchungsgruppen 8 bis 9 Grad. In der Nachuntersuchung erhöhen sich die Werte geringfügig auf 10 bis 12 Grad in allen Untersuchungsgruppen. Gruppenspezifische Unterschiede bestanden nicht.

Auch die Maximalwerte der Valgusbewegung im Kniegelenk sind nach dem vierwöchigen Experimentaltraining etwas höher. Eine Gruppenspezifität besteht nicht. Die Analyse des Winkel-Zeitverlaufes ergibt für den Bereich der reflektorischen Bewegung keine Veränderung. Während der willkürlich kontrollierten Phase, etwa nach 120 ms, kommt es in allen Gruppen zu einer eindeutigen Zunahme der Valgusbewegung.

Die Elektromyogramme einzelnen Muskeln weisen durchgängig Steigerungen der polysynaptischen Reflexaktivität auf. Eine spezifische Ausprägung dieses Effektes durch eine spezielle Sprunggelenkfixation während der Trainingsphase ist nicht vorhanden.

Eine Verbesserung der Standsicherheit kann auf dem Posturomed® (Station 3) gezeigt werden. Die Reduktion des zurückgelegten Gesamtweges ist jedoch nicht abhängig von der Art der Sprunggelenkfixation. Tendenziell sind die Ergebnisse nach barfüßigem Training besser als nach rigider Fixation.

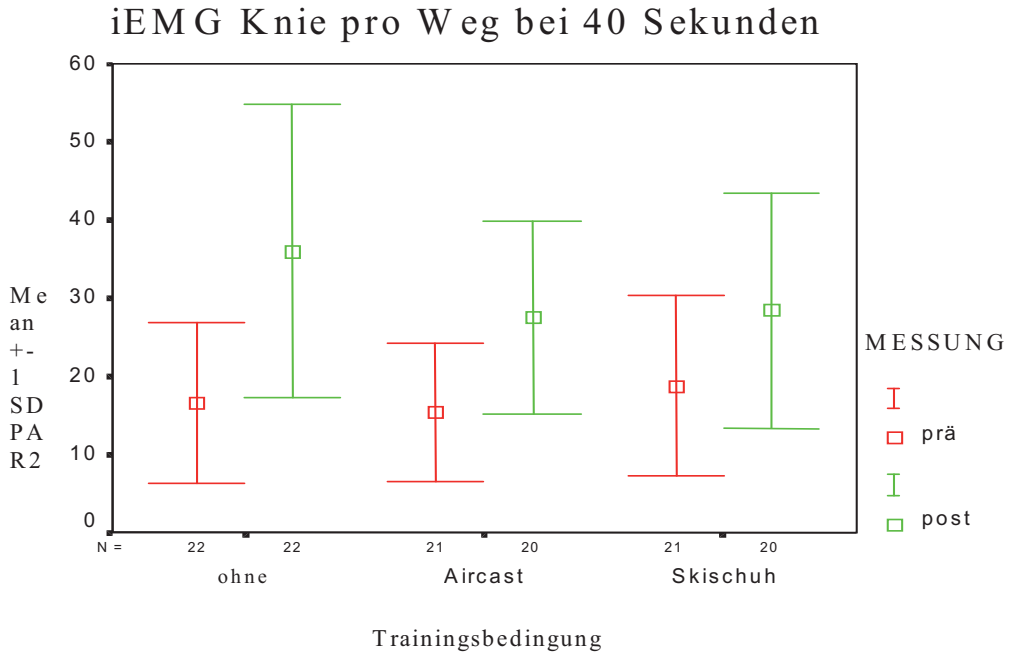
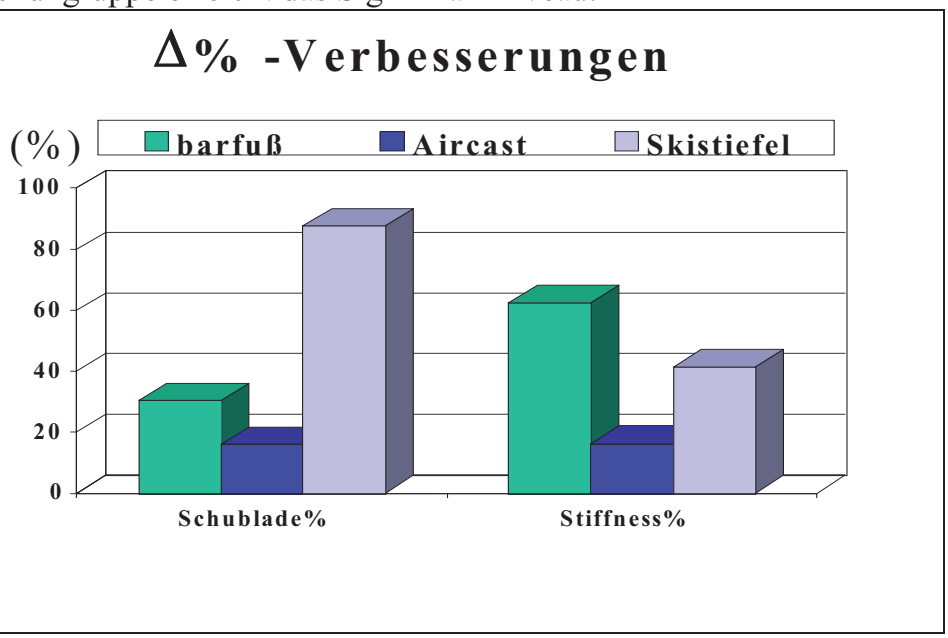


Abbildung 5: Relative Muskelaktivität im 40 sec Test auf dem Posturomed®

Die muskuläre Aktivität auf dem Posturomed® wird, im Verhältnis zur zugrundeliegenden Bewegung, nach der propriozeptiven Trainingsphase in allen Gruppen erhöht. Dieser Befund ist bei der barfuss trainierenden Gruppe vergleichsweise höher ausgeprägt. Hinsichtlich dieser Ergebnisse findet sich kein Unterschied zwischen den knie- und den sprunggelenkstabilisierenden Muskeln (Abb. 5).
Die ventrale Auslenkung der Tibia bei der dynamischen Tibiatranslation (Station 4) weist bei allen Testgruppen eine Verbesserung auf, die durchschnittlich 1,5 mm (Skischuhgruppe), 0,7 mm (Barfußgruppe) und 0,4 mm (Aircastgruppe) beträgt. Die Verbesserung der Skischuhgruppe erreicht das Signifikanzniveau.

Abbildung 6: Prozentuale Verbesserungen der beiden Meßparameter der dynamischen Tibiatranslation



Relativiert auf die jeweils erforderliche Zugkraft beim Erreichen der maximalen Tibiaauslenkung bei der dynamischen Tibiatranslation (Stiffness) findet sich eine Verbesserung der Werte nach dem vierwöchigen Experimentaltraining (Abb. 6) zwischen 20 (Aircastgruppe) und 40 N/mm (Barfußgruppe).

Diskussion

Der positive Einfluß des Trainingsprogrammes kann bezüglich der zur Verfügung stehenden Meßgrößen als gesichert angesehen werden. Offenbar kann diese Trainingsmaßnahme selbst im mechanischen Bereich (Stiffness, Winkelwerte am Knie) relevante Änderungen hervorrufen, die einer Verletzung entgegenwirken können. Dieser Befund ist unerwartet, aber eindeutig.
Neuromuskuläre Parameter (Standstabilität, Kraftanstieg, relative reflektorische Muskelaktivität) dagegen haben sich erwartungsgemäß verbessert. Dabei sind sowohl die willkürlichen Phasen, als auch die kurzfristigen Regulationen im Rahmen mono- und polysynaptischer Reflexe gesteigert, was für einen präventiven Nutzen spricht.

Liegt eine Sprunggelenkverletzung vor, so kann der Schutz des Gelenkes vor weiteren traumatisierenden Kräften durch eine Sprunggelenkorthese (z.B. Aircast) auch während des Trainings erfolgen, ohne dadurch einen relevanten Verlust an Trainingswirkung erwarten zu müssen.

Das dargestellte und in dieser Untersuchung evaluierte propriozeptive Trainingsprogramm ist nach den vorliegenden Daten hocheffizient im Sinne der Anforderungen einer präventiven Funktion.

Wiederholungszahlen und Pausenlängen sowie Gesamtbelastungszeiten basieren auf Erfahrungswerten. Vergleichende wissenschaftliche Daten zu diesen Fragestellungen sind anschließenden Projekten vorbehalten.

Literatur

1. GOLLHOFER, A., ALT, W., LOHRER, H.: Prevention of excessive forces with braces and orthotics. In NIGG, B.M., HERZOG, W. (eds.), Handbook of Sports Science. Champaign, IL, Human Kinetics, 2000 (im Druck).
2. KIM, S.-J., KIM, H.-K.: Reliability of the Anterior Drawer Test, the Pivot Shift Test, and the Lachman Test. Clin. Orthop. Rel. Res. 317, 237-242 (1995) BRAND, R. A.: Knee Ligaments: A New View.. J Biomech Eng, 108 (2): 106-110, (1986)
3. CAWLEY, P. W., FRANCE, E. P., PAULOS, L. A.: The Current State of Functional Knee Bracing Research. Am J Sports Med, Vol. 19, No. 3: 226-233, (1991)
4. HEWETT, TE.; LINDENFELD, TN.; RICCOBENE, JV.; NOYES, FR.: The effect of neuromuscular training on the incidence of knee injury in female athletes. A prospective study.. Am J Sports Med, Vol. 27, No. 6: 699-706, (1999)
5. JOHANSSON, H., SJÖLANDER, P., SOJKA, P.: Receptors at the Knee Joint Ligaments and Their Role in the Biomechancs of the Joint. Crit Review Biomed Enging, 18: 341-368, (1991)
6. KIM. S. J., KIM, H. K.: Reliability of the Anterior Drawer Test, the Pivot Shift Test, and the Lachmann Test. Clin Orthop, No. 317 (Aug): 237-242, (1995)
7. NOYES, FR., DE, LUCAS JL., TORVIK, PJ.: Biomechanics of anterior cruciate ligament failure: an analysis of strain-rate sensitivity and mechanisms of failure in primates.. J Bone Joint Surg, Vol. 56, No. 2: 236-53, (1974)
8. WOO, S.L.-Y., DEBSKI, R.E., WITHROW, J.D., JANAUSHEK, M.A.: Biomechanics of Knee Ligaments. Am J Sports Med, Vol. 27, No. 4: 533-543, (1999)

Anschrift für die Verfasser:
Prof. Dr. Albert Gollhofer
Universität Stuttgart
Institut für Sportwissenschaft
Allmandring 28
70569 Stuttgart

Propriozeptives Training im Rahmen der Prophylaxe des Supinationstraumas

Lohrer, H., Gollhofer, A. Alt, W.

[1] *Sportmedizinisches Institut Frankfurt am Main*
[2] *TÜV Product Service, München*
[3] *Institut für Sportwissenschaft, Universität Stuttgart*

Einführung

Sowohl das gesunde als auch das vorgeschädigte obere Sprunggelenk kann vor einem Supinationstrauma prinzipiell einerseits mechanisch durch eine äußere Stabilisierungshilfen (Tape, Orthesen, Stabilschuhe) geschützt werden (1,2,7,8), andererseits wird aber immer wieder der prophylaktische Wert bestimmter Kraft- und koordinativer Trainingsformen erörtert (3).
TROPP (11) und EKSTRAND (3) haben in großen prospektiven Feldtests das Verletzungsrisiko erheblich reduzieren können, wenn ein konsequentes Propriozeptorentraining umgesetzt wurde. Dabei wurden neben prophylaktischem Krafttraining vor allem auch der sensorische Anteil der Rezeptoren in der Gelenkkapsel und den Ligamenten und deren Einfluß auf die stabile Sprunggelenkfunktion diskutiert (1,4, 7, 9, 10).

Zielstellung

In einer prospektiv randomisierten Studie wurde der Wert von Krafttraining, koordinativ-propriozeptivem Training und einer gemischten Trainingsform vergleichend untersucht.

Material und Methoden

Das Design der Studie war ein Trainingsexperiment mit Kontrollgruppe. Vierzig Sportstudenten wurden randomisiert in vier Untersuchungsgruppen (n=10) eingeteilt. Eine Kontrollgruppe nahm lediglich am Ein- und Ausgangstest zu Beginn bzw. am Ende der Studie teil. Die Experimentalgruppen übten nach Durchführung des Eingangstestes für 4 Wochen täglich, d.h. 5 x pro Woche, unter Aufsicht eines Krankengymnasten jeweils 30 Minuten. Die Krafttrainingsgruppe führte dabei ein Pronatorentraining mit zunehmender Belastung unter Widerstand eines

Latexgummibandes (Theraband®) durch. Die propriozeptiv trainierende Gruppe übte auf einem speziell konstruierten Kippbrettchen (Abbildung2 und 3). In der kombiniert trainierenden Gruppe wurde der halbe Belastungsumfang der Kraft- und propriozeptiven Gruppe kombiniert. Zusätzliches allgemeines Training (kein spezifisches Sprung- oder Lauftraining) fand im Rahmen des Sportstudiums statt, wurde dokumentiert und war über die Gruppen gleichmäßig verteilt.

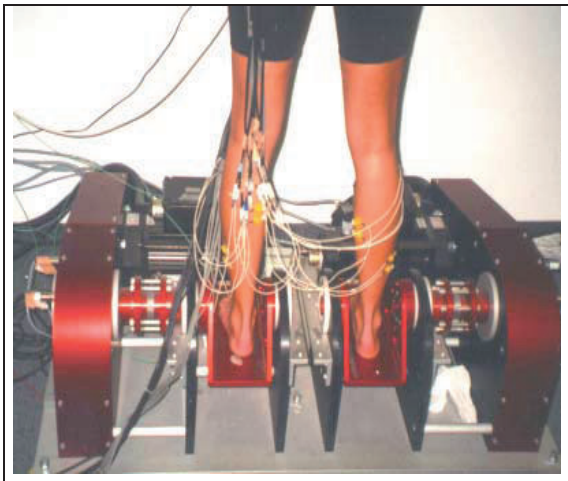


Abbildung 1: Gerät zur Stimulation eines Dehnungs-Verkürzungszylusses des M. triceps surae.
Bei gleichmäßger Gewichtsverteilung erfolgten Dorsalflexionsreize mit unterschiedlicher Winkelgeschwindigkeit, die Drehachse lag in etwa im Verlauf der Achse des oberen Sprunggelenkes.



Abbildung 2: Kippbrettchen zum spezifischen Propriozeptorentraining

Mit einem speziell entwickelten Gerät wurde die Reflexaktivität der Sprunggelenkmuskulatur untersucht (Abbildung 1).

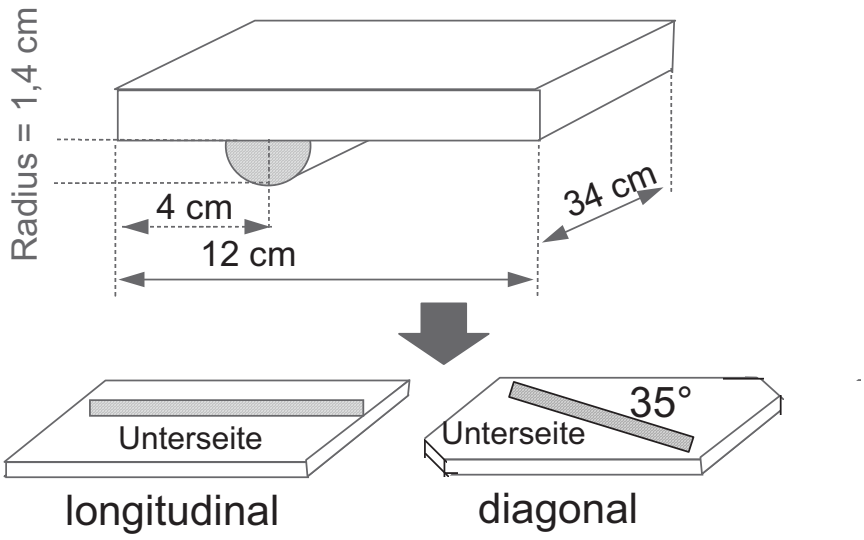


Abbildung 3: Kippbrettchen - Konstruktionsplan

Die muskuläre Aktivität wurde mittels Oberflächen EMG unter verschiedenen Reizbedingungen erfasst. Dabei standen die Probanden im Beidbeinstand auf einem Gerät, dass die Applikation von schnellen Dorsal- Plantarbewegungen zulies. Drehmoment, Drehwinkel und EMG wurden synchronisiert aufgezeichnet. Insgesamt wurden drei verschiedene Reizgeschwindigkeiten (60, 120 und 240°/s) und drei unterschiedliche Winkelgeschwindigkeiten (3, 6 und 12°) in den entsprechend möglichen Kombinationen appliziert. Die Messdauer betrug 5 Minuten, die Pausen zwischen den Reizen zwischen 6 und 15 Sekunden. Die Messungen wurden für die Reizkombinationen aufsummiert, gleichgerichtet und gemittelt(5).. Zur Auswertung wurde das integrierte EMG (iEMG) der Reflexaktivität berechnet. Diese Parameter wurden jeweils auf den Wert normiert (= 100%), der bei der mittleren Reizgeschwindigkeit (120°/s) und bei der mittleren Amplitude (6°) bestimmt wurde.
Die maximale isometrische Pronationskraft wurde eindimensional mit einer Unterschenkelfixation auf einer Kistler® Kraftmessplattform ermittelt. Die Messungen wurden dreimal wiederholt und der beste Versuch kam zur Auswertung. Die Kraftwerte wurden in vier 100 ms-Schritten (F100 ...F400) analysiert und der Maximalwert wurde ermittelt.

Ergebnisse

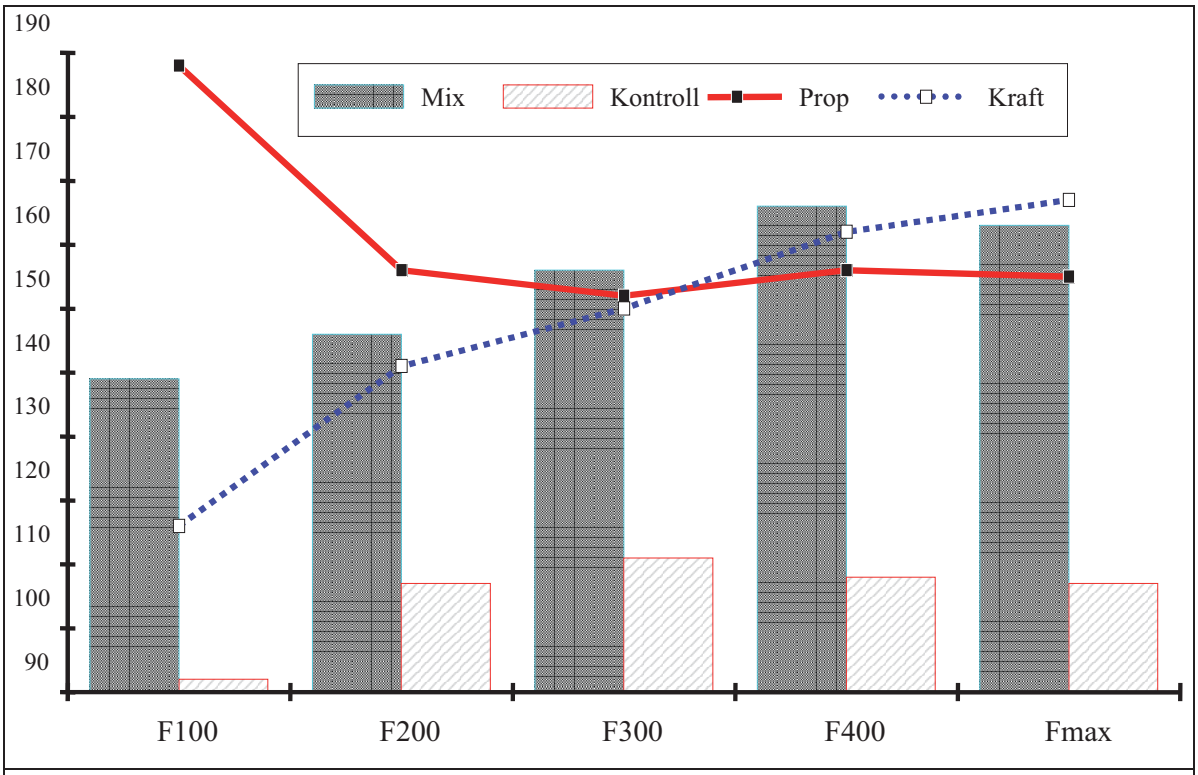


Abbildung 4: Isometrische Maximalkraft prozentual im Vergleich zum Eingangstest nach einem 4-wöchigen Sprunggelenktraining (Mittelwerte, n=10 je Gruppe). Die Balken repräsentieren die Ergebnisse der Mischgruppe Mix (Propriozeptives + Krafttraining) und die Kontrollgruppe – Kontroll. Die Linien kennzeichnen die Gruppe mit ausschließlich propriozeptivem (Prop) bzw. Kraft Training.

Alle Experimentalgruppen zeigten einen Anstieg der isometrischen Maximalkraft der Pronatoren. Die Kontrollgruppe wies keine statistisch relevante Zunahme des Kraftniveaus auf (Abbildung 4).
Die Verbesserung war bei der Gruppe, die propriozeptives Training durchgeführt hatte bei dem nach 100 ms gemessenen Kraftwert (F100) am größten.
Die Zuwachsraten aller Experimentalgruppen bei der maximalen Kraft (Fmax) betrugen durchschittlich 60%.
Bei den Reflexuntersuchungen (Dehnungs-Verkürzungszyklus) fand sich sowohl in der Eingangsuntersuchung als auch nach vier Wochen Training für alle Untersuchungsgruppen eine direkte Abhängigkeit der Höhe der reflexinduzierten integrierten EMG Antwort von der Geschwindigkeit des applizierten Reizes (Abbildung 5). Für die Modulation der Reizamplitude konnte dieser Zusammenhang nicht gezeigt werden.
Nach der vierwöchigen Trainingsperiode zeigte sich keine Beeinflussung Reflex-aktivitäten für die Kontrollgruppe. Das EMG der Versuchsgruppen zeigte insgesamt eine Anhebung auf einen definierten Reiz im Vergleich zur Eingangsuntersuchung. Diese Zunahme war bei der propriozeptiv trainierenden Gruppe ausgeprägter. Unverändert blieb die direkte Abhängigkeit der elektromotorischen Antwort von der Geschwindigkeit des auslösenden Reizes, während die Amplitudenmodulation erneut keine Veränderung der Reflexaktivität erbrachte.
Betrachtet man das neuro-muskuläre Verhalten im Verlauf der reflexinduzierten Kontraktion, so findet sich lediglich in der Frühphase (bis 200 ms) ein signifikant höheres Potential der propriozeptiv trainierten Gruppe.

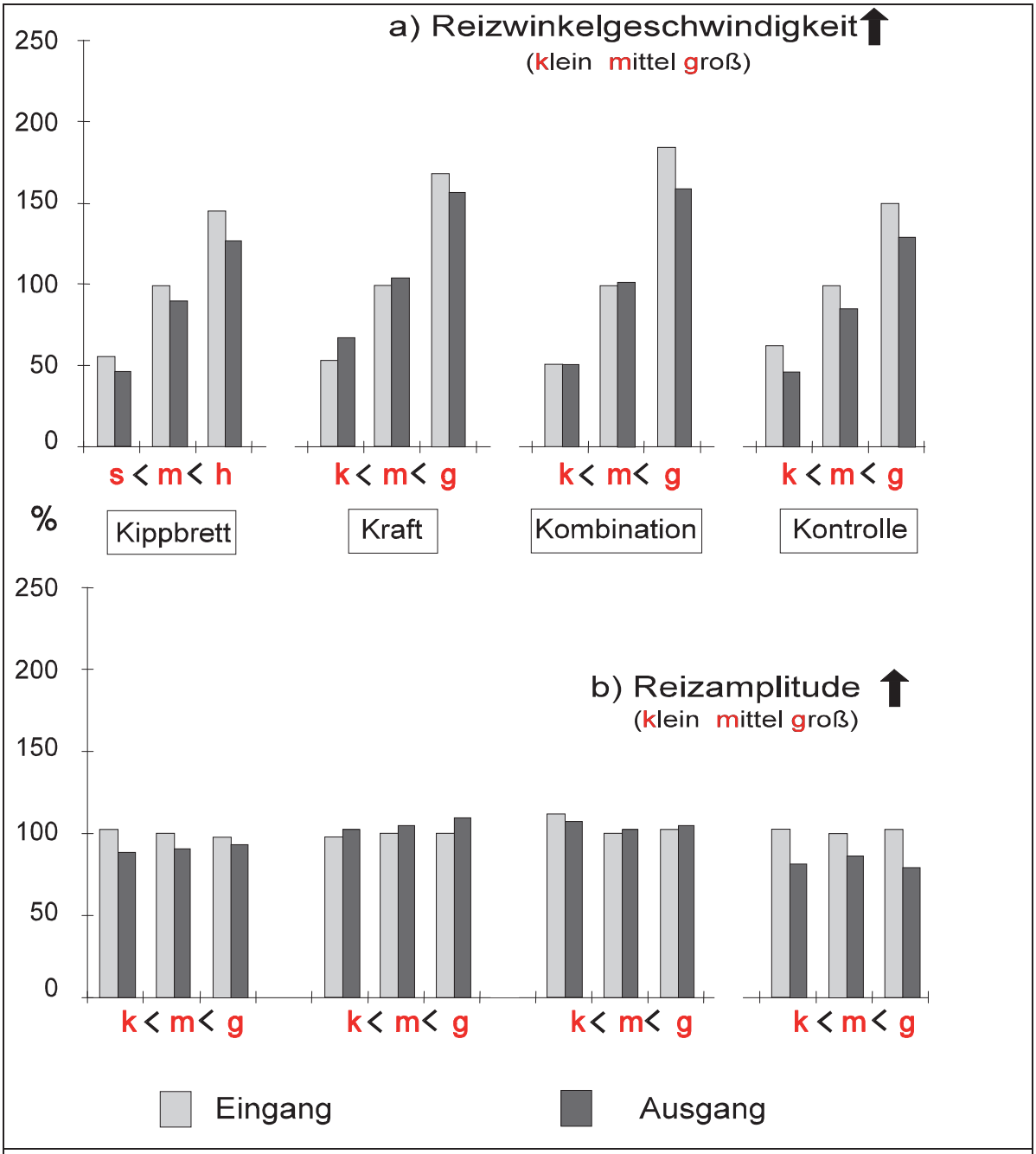


Abbildung. 4: Integriertes EMG - IEMG bei Dehnungsreizen des M. Gastrocnemius lareralis. in Abhängigkeit von der Reizwinkelgeschwindigkeit (a) mit klein = 60°/sec, mittel = 120°/sec und groß =240°/sec, sowie der Reizamplitude (b) mit klein = 3°, mittel = 6° und groß = 12°

Diskussion

Bisher vorliegende Trainingsexperimente haben den prophylaktischen Wert des propriozeptiven Trainings für das Sprunggelenk nachgewiesen (3,11). Die Frage, welche physiologischen Parameter diese Verletzungsreduktion bedingen, ist aber bisher nicht untersucht worden. Wir haben deshalb ein Testdesign gewählt, mit dem die direkte Auswirkung der standardisierten Trainingsmaßnahmen vergleichend geprüft werden konnte (4). Bezüglich der Dosierung des Krafttrainings wurden Trainingsempfehlungen aus der Trainingswissenschaft (6), für die Dosierung des propriozeptiven Trainings dagegen Übungen und Trainingsbelastungen verwandt, wie sie aus der krankengymnastischen Praxis bekannt sind.

Erstaunlich und unerwartet war der Befund, daß das alleinige propriozeptive Training tatsächlich eine Zunahme der isometrischen Kontraktionskraft der Pronatoren zur Folge hat, die einem isolierten Krafttraining zumindest gleichgestellt werden kann. Vorteile für die propriozeptive Trainingsform zeigte aber vor allem die zeitabhängige Auswertung des durch einen standardisierten monosynaptischen Dehnungsreflex induzierten Elektromyogramms. Die propriozeptiv trainierende Gruppe zeigte einen statistisch zu sichernden Vorteil in der Frühphase der Kontraktionen. Dies ist besonders deshalb wichtig, da beim plötzlichen und unerwarteten Umknicken im Sprunggelenk die schützende muskuläre Aktivität vor allem in der Frühphase, d.h. zu Beginn der Kontraktion, erfolgreich sein kann. Dieser Befund läßt sich möglicherweise dadurch erklären, daß die schnellen FT-Fasern der Muskulatur vor allem durch exzentrisch wirkende Belastung trainiert werden, wie sie auf dem Kippbrettchen induziert wurden.

Die Tatsache, daß durch das kombinierte Training eine entsprechende Beeinflussung der Frühphase der Kontraktion nicht möglich war, weist darauf hin, daß der dort applizierte propriozeptive Reizumfang offenbar zu niedrig war.

Für die Prophylaxe von Sprunggelenkverletzungen scheint damit das konsequente Propriozeptorentraining die ideale Möglichkeit darzustellen. Das dabei benutzte Kippbrett verwirklicht die dargestellten Befunde der Abhängigkeit der reflektorischen Muskelantwort von der Reizgeschwindigkeit, nicht aber von der Reizamplitude. So wurde der Radius der Kippleiste bewußt niedrig gehalten, so daß der maximale Kippwinkel bei ca. 10°, also in einem noch völlig ungefährlichen Bereich liegt. Die gewählte Konstruktion der Kippleiste aus Holz, verbunden mit dem niedrigen Radius, führt zu einer hohen Bewegungsgeschwindigkeit des Systems während des propriozeptiven Trainings.

Mit dem so konstruierten Kippbrett ist es möglich, auch laterale Kapselbandrupturen am oberen Sprunggelenk im Rahmen der frühfunktionellen Nachbehandlung ab dem 2. bis 4. Tag nach einem Trauma oder postoperativ zu trainieren.

Literatur

1. ALT, W., LOHRER, H., GOLLHOFER, A.: Functional Properties of adhesive Ankle Taping. Neuromuscular and Mechanical Effects before and after Excercise. Foot Ankle Int, Vol. 20, No. 4: 238-245, (1999)
2. ALT, W., LOHRER, H., GOLLHOFER, A.: Tape wirkt doch!? Propriozeptive und mechanische Untersuchungen zur Wirksamkeit stabilisierender Tapeverbände am Sprunggelenk. Sportorthop Sporttraumat, 14.2: 75-85, (1998)
3. EKSTRAND, J., J. GILLQUIST: The Avoidability of Soccer Injuries. Int. J. Sports Med. 4: 124-128, 1983.
4. GOLLHOFER, A., C. SCHEUFFELEN, H. LOHRER: Neuromuskuläre Stabilisation im oberen Sprunggelenk nach Immobilisation. Sportverletzung Sportschaden 7, Sonderheft 1: 23-28, 1993.
5. GOLLHOFER, A.: Komponenten der Schnellkraftleistungen im Dehnungs- und Verkürzungszyklus. Erlensee: SFT-Verlag, 1987.
6. HOLLMANN, W.: Sportmedizin: Arbeits- und Trainingsgrundlagen. Stuttgart, New York, Schattauer, 1990.
7. LOHRER, H., ALT, W., GOLLHOFER, A.: Neuromuscular Properties and Functional Aspects of Adhesive Ankle Taping. Am J Sports Med, Vol. 27, No. 1: 69-75, (1999)
8. LOHRER, H., ALT, W., GOLLHOFER, A.: Orthesen. In: GOTS-Manual Sporttraumatologie , Engelhardt, M., B. Hintermann, B. Segesser (eds.), Verlag Hans Huber, Bern Göttingen Toronto Seattle: 473-482, (1997)
9. MICHELSON, J. D., HUTCHINS, CH.: Mechanoreceptors in human ankle ligaments. J Bone Joint Surg Br, Vol. 77-B, No. 2: 219-224, (1995)
10. TAKEBAYASHI, T., YAMASHITA, T., MINAKI, Y., ISHII, S.: Mechanosensitive Afferent Units in the Lateral Ligament of the Ankle. J Bone Joint Surg Br, Vol. 79-B, No. 3: 490-493, (1997)
11. TROPP, H.: Pronator muscle weakness in functional instability of the ankle joint. Int. J. Sports Med., 7: 291-294, 1986.

Anschrift für die Verfasser:
Dr. med. Heinz Lohrer
Sportmedizinisches Institut Frankfurt am Main
Otto-Fleck-Schneise 10
60528 Frankfurt /M.

Belastungen und Belastungsfolgen der Wirbelsäule im Sport unter besonderer Berücksichtigung des Kunstturnens - Ableitung präventiver Maßnahmen zur Risikoreduktion

Brüggemann, G.-P., Assheuer, J., Eckhardt, R.

Deutsche Sporthochschule, Köln
Institut für Kernspintomographie und Nuklearmedizin, Köln

1. Einleitung

Die Mehrzahl von Verletzungen, die mit Sport in Verbindung gebracht werden können, sind Verletzungen der Extremitäten mit deutlicher Häufung von Verletzungen an Knie, Unterschenkel, Sprunggelenk und Fuß. Ungefähr 65 % aller sportbezogenen Verletzungen können als akute oder chronische Verletzungen der unteren Extremität klassifiziert werden. Nur etwa 5 % akuter Verletzungen finden sich an Rumpf und Wirbelsäule (Steinbrück 1987). Obwohl Wirbelsäulenverletzungen nicht die häufigsten sportverursachten Verletzungen darstellen, sind sie wegen ihres größten Potentials katastrophaler Verletzungen mit gefährlichen Auswirkungen auf essentielle Körperfunktionen bis hin zur Paralyse und zum Tod von besonderem Interesse. Daneben sind die Strukturen der Wirbelsäulen häufig von chronischen Verletzungen und daraus folgend lang andauernden Beschwerden mit resultierenden Unannehmlichkeiten betroffen. Langzeitwirkungen von mechanischer Belastung, die auf sportliche Aktivität zurückzuführen sind, in Form von Rücken- und Wirbelsäulenproblemen sowie pathologischen Degenerationen der Wirbelsäule wurden von Videman et al. (1995) bei 937 ehemaligen Athletinnen und 620 Kontrollpersonen analysiert. Gewichtheben mit extremen Lasten konnte mit einer höheren Rate von Degenerationserscheinungen der Bandscheiben und reduzierten Bandscheibenhöhen über die gesamte Wirbelsäule in Verbindung gebracht werden. Bei Fußballspielern fanden die Autoren eine signifikante Häufung von Degenerationsformen im Bereich der lumbalen Wirbelsäule. Keinerlei Anzeichen einer beschleunigten Bandscheibendegeneration oder von Bandscheibenverletzungen wurden bei ehemaligen Läufern identifiziert. Bemerkenswert ist, daß Rücken- und Wirbelsäulenbeschwerden bei Athleten durchgängig deutlich weniger häufig auftraten als bei den Kontrollpersonen. Ähnliche Resultate in bezug auf subjektiv wahrgenommene Rückenbeschwerden bei ehemaligen Athletinnen wurden von Tsai und Wredemark (1993) beschrieben, die das Auftreten und die Häufigkeit von Rückenbeschwerden bei ehemaligen Kunstturnerinnen und bei einem nicht belasteten Normalkollektiv verglichen. In dieser Arbeit konnte kein Unterschied in bezug auf die Häufigkeit von Rü-

ckenbeschwerden zwischen den ehemaligen Athletinnen und der Kontrollgruppe identifiziert werden. Die genannten Studien zeigen, daß körperliche Aktivität und Sport in der Regel mit weniger Rückenbeschwerden im späteren Erwachsenenalter in Verbindung zu bringen sind, gleichzeitig jedoch werden bei ehemaligen Athleten zumindest einiger Sportarten höhere Raten degenerativer Veränderungen insbesondere im lumbalen Wirbelsäulenabschnitt gefunden.

Es ist denkbar, daß eine (gegenüber der Alltagsbelastung) zusätzliche und hochfrequente Belastung eine Voraussetzung für eine Verletzung oder zumindest eine partielle Überbelastung der biologischen Strukturen der Wirbelsäule darstellen kann. Aus diesem Grunde ist die Relation zwischen Wirbelsäulenverletzung, Wirbelkörperdeformation und beschleunigter Gewebedegeneration sowie der durch Sport induzierten mechanischen Belastung sowohl von wissenschaftlichen als auch von praktischem Interesse. Ein grundsätzliches Verständnis der Relation zwischen sportinduzierter mechanischer Belastung und Überbelastungserscheinungen ist eine Voraussetzung zur Formierung geeigneter Präventionsstrategien und zur Entwicklung von begründeten sportartspezifischen Veränderungen.

Die Anforderungen an die Festigkeit und Flexibilität der Wirbelsäule erscheinen in einer Anzahl von Sportarten extrem und scheinen intuitiv ein deutliches Risiko von Überbelastung und Überbelastungsverletzungen darzustellen. Die Vulnerabilität der Wirbelsäulenstrukturen in der Phase des Wachstums ist bekannt und das Risiko einer Verletzung wird während des Wachstumsspurts als am höchsten beschrieben (Alexander 1977, Schmorl und Junghanns 1971), Hellström et al. (1990) berichten von verschiedenen Typen radiologischer Abnormalitäten, die bei Athleten, aber auch z. T. bei Nichtsportlern in diesem Alterssegment gehäuft auftreten. In manchen Sportarten, wie etwa dem Kunstturnen und dem Ringen, in denen das Training in einem sehr jungen Alter beginnt, finden die Autoren die größte Häufigkeit von Normabweichungen.

Aus diesen Gründen werden sich die folgenden Ausführungen nicht ausschließlich auf katastrophale bzw. fatale Wirbelsäulenverletzungen im Sport konzentrieren, sondern auch die Überbeanspruchung und damit chronischen Verletzungen mit beschleunigter Gewebedegeneration und Mikrotraumen mitberücksichtigen. Unter Verwendung experimenteller biomechanischer Daten und Modellberechnungen soll ein Beitrag geleistet werden, eine Basis zu einem besseren Verständnis von Verletzungsmechanismen zu schaffen. Gleichzeitig sollen Formen einer physiologischen Adaptation beanspruchter Strukturen diskutiert und darauf aufbauend präventive Maßnahmen für eine Risikoreduktion abgeleitet werden.

2. Sportverursachte Wirbelsäulenverletzungen und verletzte biologische Strukturen

In Relation zu anderen Teilen des Körpers ist die Wirbelsäule relativ selten gebrochen und Wirbelsäulenfrakturen machen nur 0,5 bis 1 % aller Frankturen aus. Frakturen von Wirbelkörpern sind von besonderer Bedeutung, da sich diese knöchernen Strukturen nahe am spinalen Kanal befinden und gelöste Knochenfragmente in diesen eindringen und zu schweren neuronalen Verletzungen führen können. Reid und Saboe (1991) präsentierten eine Übersicht über 1,081 Wirbelsäulenfrakturen, von denen 12 % ihre Ursache in körperlichen Aktivitäten in Sport oder Freizeit hatten. Sport und Freizeit waren insgesamt die vierthäufigste Ursache für Wirbelsäulenfrakturen und die zweithäufigste Ursache für eine mit der Fraktur verbundene Lähmung. Demgegenüber fand sich bei Autounfällen mit mehr als 50 % aller Frakturen die größte Häufigkeit. Bei den Sport- und Freizeitaktivitäten ist das Wasserspringen bzw. das Springen in flaches Wasser mit der größten Häufigkeit katastrophaler Verletzungen (etwa 25 % der berichteten sport- und freizeitinduzierten Wirbelbrüche) verbunden. Bei den Verletzungen beim Springen in (flaches) Wasser handelt es sich in der Regel um Halswirbelfrakturen in der Höhe C4 bis C6 mit kompletter motorischer und sensorischer Schädigung. Reitsport, Fallschirmspringen und Skydiving sind mit 10-12 % aller sportinduzierten spinalen Frakturen die zweithäufigste Verletzungsursache. Ältere Quellen berichten von relativ großen Verletzungshäufigkeiten der Halswirbelsäule beim American Football. Eine axiale Belastung bei leicht gebeugter Halswirbelsäule beansprucht die Halswirbelkörper in einer Form, daß eine typische Burstfraktur das Resultat eines Zusammenstoßes mit relativ hoher Energie darstellt. Helme mit einem ausgeprägten Nackenteil wirkten sich in dieser Sportart wie eine Guillotine bei Hyperexention aus (Schneider 1973). Durch Veränderung der Helmkonstruktion nahm die Anzahl der schweren Verletzungen mit Lähmungen in der Zeit von 1976 bis 1984 von 34 bis auf 5 Verletzungen ab (Murphy 1985). In den Sportarten Trampolinturnen und Gerätturnen wird in Einzelfällen von fatalen Verletzungen berichtet. Hier ist in der Regel die Halswirbelsäulen bei Stürzen betroffen. In der Statistik (vgl. Reid und Saboi 1991) finden sich diese Disziplinen jedoch erst nachrangig. In Relation zur Aktivitätsdauer treten fatale und katastrophale Wirbelsäulenverletzungen in diesen Sportarten relativ selten auf. Die Verletzungsrate pro Athlet oder pro Aktivitätsdauer ist gering, die Konsequenzen jedoch sind dramatisch. Auffällig sind die akuten Verletzungszahlen bei Hochgeschwindigkeitssportarten, wie Snowmobil, Rodeln und alpines Skilaufen.

Während die Halswirbelsäule bei den fatalen Verletzungen mit schweren neuronalen Störungen im Vordergrund steht, sind die thorakalen und lumbalen Wirbelsäulenabschnitte durch chronische Überbeanspruchungsverletzungen und Gewebedegeneration besonders ausgezeichnet. Die Mehrzahl der Verletzungen dieser Region stellen Muskelverletzungen, Bandverletzungen, partielle Wirbelkörperfrakturen und Bandscheibenverletzungen sowie Frakturen der Wirbelbögen dar.

Die Wirbelbogenfraktur am Pas interarticularis oder der am Istmus zwischen dem superioren und inferioren Gelenkfortsatz sind bekannt und sind als Spondololysis zusammengefaßt.

Bei insgesamt geringer Frakturrate in den thoracalen und lumbalen Wirbelsäulenabschnitten ist die Kompressionsfraktur einer der häufigsten Typen von Wirbelsäulenverletzungen im thoraco-lumbalen Bereich. Sie wird vorrangig im vorderen Teil des Wirbelkörpers angetroffen. Die Kompressionsfraktur induziert einen Defekt am anterioren Teil der Wirbelsäule (Denis 1983). Erst wenn die Kompressionsfraktur auf die mittlere Säule der Wirbelsäule ausgedehnt ist, tendiert das Bewegungssegment zur Instabilität. Die Wirbelkörper in der Region des thoracolumbalen Übergangs (Th11 bis L3) sind besonders für diese Fraktur besonders anfällig, da die Position dieser Wirbelsäulenregion geometrisch neutral ist und die Übergangszone zwischen der relativ steifen Brustwirbelsäule und der mehr flexiblen lumbalen Wirbelsäule darstellt. Generell werden akute und traumatische Frakturen an der Brust- und Lendenwirbelsäule nicht sehr häufig im Sport registriert bzw. berichtet. Ausnahmen sind Verletzungen bei extremen Stößen, die direkt in die Wirbelsäule eingeleitet werden. Rodrigo und Boyd (1979) etwa berichten von einer Inzidenz von 50% lumbaler Wirbelkörperfrakturen bei schlechten Landungen von Fallschirmspringern. Hirsch und Nachemson (1963) untersuchten 100 Piloten, die von ihrem Jet per Schleudersitz katapultiert wurden und fanden in 45% der Fälle traumatische Verletzungen der Wirbelkörper nach dem Herausschleudern. Bei 15 Piloten wurden 23 Wirbelkörperfrakturen gefunden, die im allgemeinen im Areal des thorakolumbalen Übergangs lokalisiert werden konnten.

Eine typische Fraktur insbesondere bei jungen Sportlern ist der Einbruch der Wirbelkörperdeckplatte, welche eine Kompressionsfraktur darstellt, die durch ein Einbrechen des Nucleus Pulposus in den Wirbelkörper verursacht wird. Da die Festigkeit der Bandscheibe größer als die der kortikalen Deckplatte des Wirbelkörpers ist, wird unter extremen Kompressionskräften die Deckplatte zuerst frakturieren. Wird die Deckplatte in der beschriebenen Form frakturiert dringt Bandscheibenmaterial in den Wirbelkörper ein und die Bandscheibe kann beschleunigt dehydrieren.

Radiologische Abnormalitäten knöcherner Strukturen der thorakalen Wirbelsäule und insbesondere des thorakolumbalen Übergangs finden Swärd und Mitarbeiter (1990) in 36 bis 55% der untersuchten Athleten. Die Häufigkeit wird bei Ringern mit 55.2%, bei Kunstturnern mit 42.3%, bei Fußballspielern mit 35.5%, bei Tennisspielern mit 46.7% und bei Kunstturnerinnen mit 42.8% angegeben. Die Autoren schließen aus ihren Ergebnissen auf eine ursächliche Beziehung zwischen intensiven Sportaktivitäten, radiologischen Abnormalitäten und Rückenbeschwerden. Dabei indizieren die radiologischen Befunde sowohl direkte traumatische Erscheinungen als auch ein gestörtes vertebrales Wachstum. Eine kürzlich durchgeführte klinisch und radiologische Untersuchung ehemaliger Turnerinnen (Fröhner 2000) unterstützte die zitierten Ergebnisse im Prinzip und berichtete von einer Mehrzahl schwerer und moderater vertebraler Deformitäten im thoracolumbalen Übergang. Über 1/3 der untersuchten ehemaligen Athletinnen

(n = 37) zeigte schwerere vertrebrale Abnormalitäten. Ein anderes Drittel wies moderatere Befunde auf. Bei den männlichen Turnern (n = 23) wurden in 50% der Fälle ehemaliger Athleten schwere Deformitäten identifiziert.

Insbesondere in der Periode des Wachsturmsspurts (Alexander 1976) erscheint die knorpelige Verbindung zwischen Wirbelkörper und der Ringapophyse an dem unteren und oberen Rand des Wirbelkörpers als kritisches Areal im diskovertrebralen Komplex. Abnormalitäten in der vorderen Ringapophyse werden generell als Resultat einer intravertebralen durch die Bandscheiben induzierte Verletzung (marginale Schmorl'sche Knoten) (Schmorl und Junghanns 1971) betrachtet.

Abnormalitäten in der posterioren Teil der Ringapophyse sind relativ selten. Hellström et al. (1990) fanden bei 143 jungen Athleten 26 Abnormalitäten im anterioren und nur zwei im posterioren Teil der Ringapophyse. Auch Eckhardt und Lohrer (2000) sowie Fröhner (2000) berichten bei aktiven und ehemaligen Kunstturnerinnen von relativ häufigen Abnormalitäten an der vorderen oberen Kante der Wirbelkörper und entsprechenden Folgen solcher Abnormalitäten während des Wachstumsspurts. Abnormalitäten der Wirbelkörper (abnormaler Konfiguration, Schmorl'sche Knoten, apophysiale Veränderungen) zeigen sich danach bei Athleten relativ häufig. Dazu ist zu bemerken, daß die sogenannte Apophysitis eine häufige Erscheinung auch bei Nichtsportlern in der Wachstumsperiode darstellt. Hellström et al. (1990) finden leicht größere Häufigkeiten von abnormalen Wirbelkörpern bei jungen Athleten als bei Nichtathleten. Sie argumentieren, daß das Ausheilen moderater Wirbelkörperfrakturen bei Kindern und Jugendlichen durch hohe und intensive Belastungen im Sport gestört werden kann und erklären damit die abnormale Konfigurationen. Auf dieser Argumentationsbasis sind auch die Befunde von Pollähne (1991) zu interpretieren und zu erklären.

Die häufigsten Ostechondrosen an Wirbelkörpern konnten dem Alterssegment von 12 bis 15 Jahren zugewiesen werden (Eckhardt und Lohrer 2000, Fröhner 2000). Diese Daten der klinischen und radiologischen Untersuchungen von traumatischen Erscheinungen und Abnormalitäten fokussieren auf die Vulnerabilität der Wirbelsäule insbesondere in der Phase des Wachstums. Sowohl das Alter bei Beginn der sportlichen Aktivität als auch der Grad mechanischer Belastung auf die Wirbelsäule durch die Sportart scheinen – zumindest intuitiv – als verursachende Faktoren in der Entwicklung der beschriebenen Abnormalitäten zu diskutieren sein.

In Ergänzung der beschriebenen Deformitäten der Wirbelsäule bei jungen und sporttreibenden Stichproben ist die junge und sporttreibende Population mit zwei spezifischen Verletzungen konfrontiert: Spondylolysis und Spondylolisthesis. Diese Krankheitsbilder beeinflussen vor allem die knöchernen Strukturen der Wirbelkörper in der Regel in der Höhe L4/L5 und L5/S1. Spondylolysis ist definiert als ein Defekt im Bereich zwischen den superioren und inferioren Facettgelenken des pars intercularis. Spondylolisthesis bescheibt die translatorische Bewegung oder das Gleiten von zwei benachbarten Wirbelkörpern. Von zentraler Bedeutung für die jungen Athleten ist der Typ der Spondylolisthesis, bei dem

durch wiederholte Belastungen am pars interarticularis zunächst Mikrofrakturen und dann gegebenenfalls das vollständige Knochenversagen verursachen. Von einer großen Häufigkeit der Spondylolysis bei Sportarten mit Hyperextension und kompressiver Belastung wurde an vielen Stellen berichtet. Über lange Zeiträume wiederholte Überbeanspruchung wird eine klassische Ermüdungsfraktur in der pars interarticularis Region provozieren oder dort bei fehlenden Regenertionszeiten ein Ausheilen kurzfristiger Mikroverletzungen verhindern. Das Resultat ist eine permanente Nichtvereinigung und die Entwicklung der Spondylolysis (Cryon und Hutton 1976). Diese Überlegung ist in Übereinstimmung mit den als höher gefundenen Häufigkeiten von Spondylolysis bei Athleten im Vergleich zur Allgemeinbevölkerung. Sportarten, die mit relativ hohen Kompressionsbelastungen, gleichzeitiger Hyperexension und z. T. lumbaler Rotation verbunden sind, scheinen ein besonderes Risiko für diese Art von Verletzungen darzustellen. Schmitt et al. (1998) berichten von einer großen Häufigkeit von Spondylolysen (61.9 %) und Spondylolisthesen (47.6 %) bei ehemaligen Speerwerfern. Bemerkenswert ist, daß die Zahl der Spondylolysen aktuell im Kunstturnen (Eckhardt und Lohrer 2000) mit einer relativ niedrigen Häufigkeit ansteht (11.1 %). Spondylolisthesen wurden bei den untersuchten Turnerinnen (n = 135) in nur 2.9 % der Fälle identifiziert. Diese Häufigkeit differiert nicht von den Zahlen, die von der Normalbevölkerung berichtet werden. Die Unterschiede zu früher präsentierten Daten scheinen auf die veränderten Anforderungen in den spezifischen Sport des Kunstturnens zurückzuführen sein. Während Elemente mit Hyperextension früher forciert gefordert und gezeigt wurden, ist das moderne Kunstturnen nicht mehr auf die extreme Reklination der lumbalen Wirbelsäule fokussiert. Es wird eine mehr fixierte und gut kontrollierte Wirbelsäulenbewegung gefordert. Hyperextension erhöht nicht die Bewertung, sondern führt sogar in Extremfällen zu einer Reduktion der Punktzahl.

Die auf mechanische Belastung zurückzuführende Bandscheibenveränderung bzw. –schädigung wird in der Literatur sehr kontrovers diskutiert. Tertii et al. (1990) fanden keinen Unterschied in der Bandscheibendegeneration bei jungen Turnern und gleichaltrigen Kontrollen. Goldstein et al. (1991) dagegen berichten von mehr Abnormalitäten bei Sportlern (Turnern und Schwimmern), die sich einem ausgedehnten und langen Training unterworfen haben, als bei weniger (zeitlich) belasteten Athleten. Swärd et al. (1991) registrierten eine veränderte Signalintensität der Bandscheibe im MRI bei erwachsenen männlichen Turnern gegenüber Kontronllen. Hellström et al. (1990) berichten von einer Bandscheibenhöhenreduktion (auf der Grundlage von Röntgenaufnahmen) bei Ringern und Kunstturnern in Relation zu Nichtathleten. Der Grund für diese sehr unterschiedlichen Ergebnisse mag darin liegen, dass die Stichprobe von Tertii et al. (1990) aus relativ jungen Athleten rekrutierte, die noch nicht die Phase des Wachstumsspurts passiert hatten. Goldstein et al. (1991) und Swärd et al. (1991) dagegen untersuchten Populationen deutlich jenseits dieses vulnerablen Lebensabschnitts. Aus diesen Befunden kann geschlossen werden, daß sich mit hohen mechanischen Beanspruchungen der Wirbelsäule grundsätzlich das Risiko für Bandscheibenverletzungen erhöht.

Roy et al. (1985) diskutieren, daß die initiale Bandscheibenverletzung bei Athleten durch eine Scherbeanspruchung verursacht wird, die zu einer Separation der hyalinen Knorpelplatte vom Wirbelkörper führt. Weiterer mechanischer Streß führt zur Ausfaserung und Beschädigung der angrenzenden Annulusfasern. Die Folge kann ein Vordringen des Nucleus Polposus durch die zerstörten Annulusfasern insbesondere im posterioren Bereich der Bandscheibe sein. Weiterhin kann angenommen werden, daß bei Flexion der Bewegungssegmente die posterioren Strukturen einer erhöhten Zugspannung ausgesetzt werden. Dies kann den mechanischen Streß sowohl des posterioren Teils des Annulus pulposus als auch des Ligamentum posterius erheblich vergrößern.

3. Belastungsinduzierte Adaptation von Wirbelsäulenstrukturen

Wie oben diskutiert, berichten eine Reihe von Publikationen einen Zusammenhang zwischen der sportinduzierten Belastung und Wirbelsäulenverletzungen. In bezug auf das Turnen bzw. das Kunstturnen sind entsprechende Diskussionen bei Petrone und Ricciardelli (1987), Snook (1979) sowie Swärd et al. (1990 und 1991) zu finden. Wie aufgearbeitet, konzentriert sich die Warnung vor einer Überbelastung der Wirbelsäule bei einigen Arbeiten auf die vulnarable Phase des Wachstumsspurts und bezieht sich auf eine hohe Belastung von Heranwachsenden. Es ist bemerkenswert, daß den Ergebnissen zu bionegativen Reaktionen des Stütz- und Bewegungsapparates Arbeiten gegenüber stehen, die auf eine mögliche biopositive Gewebereaktion auch bei relativ hohen mechanischen Belastungen schließen lassen: Tertii et al. (1990) finden keine überhäufigen Bandscheibendegenerationen bei jungen Turnern. Grimston et al. (1992) belegten eine höhere Knochenmineraldichte der Lendenwirbelsäule bei mit stoßförmigen Beanspruchungen hochbelasteten jungen Turnerinnen in Relation zu Schwimmerinnen, die ausschließlich aktiven und damit relativ niedrigeren knöchernen Belastungen ausgesetzt werden. Die Arbeiten von McLoyd et al. (1990) weisen darauf hin, daß sinuide repetitive mechanische Belastungen mit einer Wiederholungsfrequenz von 10-15 Hz in Relation zu statischen oder niedrigfrequenten Belastungen zu einer verbesserten Neuformation von Knochen führen. Weniger hochfrequente Belastungen lassen dieses Ergebnis nicht aufscheinen und statische Belastungen bedürfen einer weit höheren Verformungsenergie, um die entsprechenden Adaptationseffekte zu erreichen.

Kunstturnen stellt eine typische Sportdisziplin dar, die sich durch hoch Trainingsumfänge, frühen Trainingsbeginn (6-8 Jahre) und einem frühen Einstieg in ein intensives Hochleistungstraining (10-11 Jahre) auszeichnet. Trainingsumfänge von 20 bis 30 Stunden sind weltweit normal. Die Trainingsbelastungen beinhalten ca. 10.000 – 20.000 stoßartige Belastungen pro Jahr und bis zu 50 solcher mechanischer Beanspruchungen pro Stunde. Die Stoßamplitude ist moderat, da in der Regel elastische oder viskoelastische Widerlager verwendet werden. Die Kompressionskräfte der Wirbelsäule in den verschiedenen Etagen können mit dem 20- bis 35fachen des Körpergewichts approximiert werden. Die Frequenz der Wirbelkompression bewegt sich bei 5 bis 10 Hz und kann damit zunächst im

Frequenzbereich der als von McLoyd et al. (1990) gefundenen biopositiven Beanspruchungsformen eingeordnet werden. Im folgenden soll von den Ergebnissen einer Untersuchung berichtet werden, die Quantifizierung von Veränderungen an Wirbelkörpern und Bandscheiben bei mechanisch hochbelasteten Kunstturnerinnen und wenig belasteten Kontrollen gleichen Alters vorgenommen hat. Es werden Gewebereaktionen identifiziert, die mit mechanischen Belastungen in Verbindung gebracht werden können und es soll der Einfluß des Alterns und der mechanischen Belastung auf die Adaptation und Degeneration der Zwischenwirbelscheiben dargelegt werden.

Sechzehn Kunstturnerinnen im Alter von 9 bis 19 Jahren, die mindestens 20 Stunden Trainingsumfang pro Woche realisierten und einen Trainingsbeginn bei 5 bis 7 Jahren aufwiesen, wurden einer Kontrollgruppen von 16 Mädchen aus dem Alterssegment 9 bis 18 Jahre gegenübergestellt. Diese Kontrollgruppe betätigte sich ausschließlich zwei bis drei Stunden wöchentlich körperlich im Schulsport. Die Wirbelkörperhöhen und -breiten sowie die Grund- und Deckplattenflächen wurden mittels Kernspintomographie für die lumbale und thorakale Wirbelsäule erfaßt. Weiterhin wurde die Tw1 und Tw2 gewichteten Signalintensitäten der Wirbelkörper beschrieben. Die Bandscheibenhöhen und -breiten sowie die Tw1 und Tw2 gewichteten Signalintensitäten der Bandscheiben konnten ebenfalls quantifiziert werden. Alle Daten wurden auf die individuelle Körperhöhe oder den Body-Mass-Index relativiert.

Das Untersuchungsdesign gestattet eine Gruppierung der Probanden in belastete (Kunstturnerinnen) und nicht-belastete (Kontrollgruppe) Mädchen. Weiterhin konnten Jüngere (9-13 Jahre) von Älteren (14-19 Jahre) unterschieden werden. Jede der damit identifizierten 4 Gruppen beinhaltete 8 Athletinnen. Mittels einer mehrfaktoriellen Varianzanalyse wurden die Faktoren „Belastung“ und „Alter“ geprüft und hinsichtlich ihres Einflusses insbesondere auf die Formvariationen und Signaländerungen untersucht.

Die Bandscheibenhöhen der lumbalen Wirbelsäule (relativiert auf die Körperhöhe) zeigen eine Zunahme von L3/L4 nach L5/S1. Weiterhin wird eine Zunahme der relativen Bandscheibenhöhen bei den älteren gegenüber den jüngeren Probandengruppen festgestellt. Auffällig ist eine signifikant höhere Bandscheibe bei der Gruppe der Turnerinnen im Vergleich zur Gruppe der nichtbelasteten Kontrollen. Dies gilt insbesondere für das jüngere Alterssegment. Die Tw2 gerichteten Signalintensitäten, die einen Indikator für die Wasserbindungskapazität der Bandscheiben darstellen, finden höhere Ausprägungen im Bereich der Lendenwirbelsäule im Vergleich zur Brustwirbelsäule. Insbesondere im Bereich des thoracolumbalen Übergangs zeigen die belasteten Turnerinnen eine höhere Signalintensität und damit günstigere Wasserbindungskapazität der Bandscheibe. In der lumbalen Wirbelsäule und insbesondere an den Bewegungssegmenten L4/L5 und L3/L4 und L5/S1 dreht sich dieses Ergebnis um und die Daten der Kontrollgruppe weisen auf eine leicht höhere Wasserbindungskapazität hin. Hier können insbesondere signifikante ($p<0.01$) Unterschiede zwischen den jüngeren und älteren Probandinnen festgestellt werden, wobei die jüngeren eine höhere Wasserbindungskapazität aufweisen als die älteren Probandinnen. Die gefundenen Tw2

gewichteten Signalminderungen der Bandscheibe mit Hinweis auf eine frühe Degeneration der Zwischenwirbelscheibe sind über die beiden Gruppen (Turnerinnen, Kontrollen) nahezu gleich verteilt. Es kann kein statistisch signifikanter ($p<0.05$) Unterschied berichtet werden. In bezug auf Endplattenreaktionen finden sich bei den Athletinnen doppelt so viele wie bei den Nichtathleten, wobei als Endplattenreaktionen auch Inkongruenzen und Rauhigkeiten, die häufig als kleine Einbrüche beschrieben werden, berücksichtigt wurden.

Als wesentliche Ergebnisse sind festzuhalten, daß es zu einer relativen Breitenzunahme der Wirbelkörper bei den Turnerinnen kommt. Weiterhin wurden eine verstärkte Einschnürung der Wirbelkörper jedoch keine Wirbelkörperhöhenunterschiede zwischen belasteten und nicht belasteten jungen Probandinnen beobachtet. Die Unterschiede in der Relation des Tw1 und Tw2 gewichteten Signals bei Analyse der Wirbelkörper deutet auf eine Verdichtung der Spongiosastrukturen hin, ein Ergebnis welches durch die berichteten Daten von Grimston et al. (1992) gestützt wird.

In bezug auf die Bandscheiben kann eine größere relative Bandscheibenhöhe bei den Turnerinnen ($p<0.01$) beobachtet werden. Diese ist verbunden mit einer höheren Wasserbindungskapazität, wobei sich im Alternsgang das Ergebnis bezüglich der lumbalen Wirbelsäule invertiert.

In bezug auf die über das Tw2 Signal festgemachte Bandscheibenqualität ist festzuhalten, daß das Altern einen höheren Effekt als die mechanische Belastung zu haben scheint. Der Einfluß der Faktoren mechanische Belastung durch Sport und Altern ist bei der Brustwirbelsäule geringer ausgeprägt als bei der Lendenwirbelsäule. In bezug auf die Wasserbindungskapazität weist die Varianzanalyse dem Alter eine Varianzaufklärung der Tw2 gewichteten Signalintensitäten der Bandscheibe mit 22,4 Prozent zu; für den Faktor Belastung werden 11,2 % berechnet. 66,4 % der Varianz der Tw2 gewichteten Bandscheibensignale des lumbalen Wirbelsäulenabschnitts sind nicht erklärt. Im Bereich der unteren Brustwirbelsäule sind 28 % durch den Faktor Alter und 26,7 % durch die Belastung erklärbar, 44 % der Varianz werden nicht aufgeklärt. Ähnlich verhält es sich in der oberen Brustwirbelsäule, in der 44,9 % der Varianz des Tw2 Signals nicht aufgeklärt sind. 23,4 % der Varianz können auf das Alter zurückgeführt werden und 31,7 % werden durch die mechanische Belastung induziert. Es kann geschlossen werden, daß hochfrequente und längerfristige mechanische Belastungen der Wirbelsäule zu deutlichen morphologischen Modifikationen und auch Gewebeanpassungen führen können. Im Verlauf der Belastung findet sich u. a. eine Qualitätsverbesserung der Bandscheibe durch eine Verbesserung der Wasserbindungskapazität. Dem Altern der Materialien konnte ein höherer Effekt in bezug auf die Reduktion der Wasserbindungskapazität zugewiesen werden als der mechanischen Belastung. Extreme mechanische Belastungen, wie sie etwa bei schlechten Landungen auf defizitären Unterlagen auftreten können, können ggf. die momentanen Gewebetoleranzgrenzen überschreiten und zu akuten Gewebezerstörungen führen. Dies ist im Einklang mit den Beobachtungen von Swärd et al. (1990), die eine Störung der Ringapophyse nach einer schlechten Landung beobachtet ha-

ben. Nicht hinreichende Regenerationszeiten werden ein Ausheilen von Mikroverletzungen verhindern und zu einer beschleunigten Degeneration führen.

5. Indikatoren der Belastung der Wirbelsäulenstrukturen

Nach den oben dargestellten Überlegungen und der Zusammenstellung der Befundlage kann geschlossen werden, daß verschiedene Strukturen in sehr unterschiedliche Gewebereaktionen involviert sein können. Damit sind die Strukturen der Wirbelsäule (d. h. Wirbelkörper, Bandscheiben und Bänder) und die Strukturen des Muskel-Sehnen-Komplexes (z. B. Muskeln, Muskel-Sehnen-Verbindungen, Sehneninsertionen) zu berücksichtigen.
Die mechanische Belastung der osteoligamentären Wirbelsäule bei Beanspruchungen im Sport besteht aus drei Komponenten (Kompressionskraft, Scherkraft, Rumpfflexion), von denen gemäß vielfältiger in-vitro Studien jede das Potential der Schädigung bzw. der Verursachung einer Verletzung hat.
Hohe Kompressionskräfte sind im wesentlichen durch die Aktivität der Rückenmuskulatur verursacht. Sie können Deck- und Grundplatten der Wirbelkörper frakturieren und das Eindringen der Bandscheibe in den Wirbelkörper verursachen (Perey 1957, Brinckmann et al. 1989). Die Größe der Kompressionskraft hängt vorrangig von der Summe der Muskelkräfte, die Lage des Durchstoßpunktes der resultierenden Gelenkkraft vom Zusammenwirken der Rumpfmuskeln ab.
Bei sportinduzierten Beanspruchungen können Scherkräfte in beträchtlicher Höhe an der Wirbelsäule bzw. an den Bewegungssegmenten auftreten. Ursachen für hohe Scherkräfte sind Gewichts- und Beschleunigungskräfte an der oberen Extremität und in besonderem Maße die Muskelkräfte. Scherkräfte werden vorrangig mit Verletzungen der Wirbelbögen (Lamy et al. 1975, Cryon et al. 1976) und der Facettgelenke in Verbindung gebracht. Überbeanspruchungen des vorderen und hinteren Längsbandes sowie der Bandscheiben-Wirbelkörper-Insertion können bei der Wirkung hoher Scherkräfte bei gleichzeitiger Wirkung von Torsionsmomenten nicht ausgeschlossen werden.
Die Flexion des Rumpfes führt zu einer erhöhten Zugbeanspruchung der posterioren Strukturen der Bandscheibe und der posterioren Bänder der Wirbelsäule. Diese erhöhte Zugspannung kann möglicherweise dieser Strukturen verletzen bzw. schädigen (Adams et al. 1982, Adams et al. 1994).
Die Verletzungen bzw. Überbeanspruchungen des Muskel-Sehnen-Komplexes treten bei hohen Muskelkräften sowie wiederholten Krafteinwirkungen auf. Exzentrische Kontraktionen führen besonders leicht zu Mikrotraumen der Muskulatur. Im allgemeinen sind diese Verletzungen des Muskels relativ schnell ausgeheilt und der Schaden ist in wenigen Tagen oder Wochen reversibel (Armstrong 1984, Stauber 1989).
Nach diesen Überlegungen sind zweckmäßigerweise vier Parametergruppen in die Überlegungen zur Ursachenanalyse von arbeitsbedingten Rückenbeschwerden einzubeziehen: Kompressions- und Scherkräfte an den Bewegungssegmenten der Wirbelsäule, Zugbeanspruchungen bzw. Zugspannungen in der posterioren Säule und Muskelkräfte. Es ist einsichtig, daß diese Parameter nicht voneinander

unabhängig sind. So ist etwa die Kompressionskraft an den Bewegungssegmenten der lumbalen Wirbelsäule hauptsächlich durch Muskelkräfte determiniert.
Aus diesem Grunde wird sich der folgende Abschnitt mit den mechanischen Belastungen während Sportaktivitäten und insbesondere während kunstturnerischer Aktivitäten auseinandersetzen und die Belastungen an den Strukturen, die als klinisch und radiologisch auffällig identifiziert wurden, berücksichtigen.

4. Mechanische Belastung der Wirbelsäule im Sport

Es ist bemerkenswert, daß relativ wenig quantitative Daten bei Abschätzungen der mechanischen Belastung der Wirbelsäule bei verschiedenen Sportarten in der Literatur verfügbar sind. Während mathematische Modelle zur Prognose der Wirbelsäulenbelastung häufig bei arbeitsinduzierten Belastungen und arbeitsbezogenen Aktivitäten, wie Heben und Tragen von Gegenständen, genutzt wurden, finden sich nur sehr wenige Anwendungen, die sich auf konkrete sportliche Bewegungen beziehen. An dieser Stelle soll versucht werden, solche körperlichen Aktivitäten, die intuitiv mit extremen Wirbelsäulenbelastungen in Verbindung zu bringen sind und ggf. als Ursache für Verletzungen oder Überbelastungen darstellen, hinsichtlich ihrer Wirbelsäulenbelastung zu quantifizieren und zu vergleichen. Dazu werden Daten zum Springen, zum Landen und zu dynamischen Flexionen/Extensionen (z. B. Konterschwünge am Reck) zusammengestellt. Weiterhin soll das Laufen mit verschiedenen Geschwindigkeiten als Referenz dienen.
Die abgeleiteten Belastungsparameter können nicht oder zumindest nur unzureichend valide direkt in der sportspezifischen Beanspruchungssituation gemessen werden. Demzufolge besteht die Notwendigkeit Indikatoren für die Belastungsparameter abzuleiten und diese mittels biomechanischer Modelle abzuschätzen. Eine Diskussion über die Güte und Validität solcher modellbasierter Abschätzungen findet sich bei Brüggemann und Arampatzis (2000). Es ist bekannt, daß die modellbasierte Belastungsberechnung streng vom verwendeten Modell, seinen Algorithmen und Annahmen abhängt. Aus diesem Grunde werden im Folgenden im Rahmen einer vergleichenden Betrachtung verschiedene zumindest intuitiv mit hohen Wirbelsäulenbelastungen in Verbindung zu bringende Aktivität mit einem Modell untersucht. Unter Verwendung des Modells von Gao und Brüggemann (1995) wurden Kompressions- und Scherkräfte sowie die Muskelkräfte für verschiedene Aktivitäten auf der Basis experimentell an Sportlern erfaßter Daten berechnet.

Kompressions- und Scherkräfte

Lander et al. (1990) untersuchten die Wirbelsäulenkompressions- und Scherbelastung an der Höhe L5/S1 beim Gewichtheben und errechneten eine maximale Kompressionsbelastung von 10,473 N. Die gehobenen Lasten lagen bei den untersuchten Gewichthebern zwischen 150 und 175 kg. Granhed et al. (1987) berechneten die mittlere Kompressionsbelastung bei sechs Teilnehmern der Welt-

meisterschaften im Powerlifting mit 21,457 N. Die mittlere Hantelmasse lag bei dieser Untersuchung bei 284.5 kg. McGill und Norman (1987) analysierten bei den beim Gewichtheben Kompressionskräfte am Bewegungssegment L 4/L 5 bei den Frauen (Hantelmasse: 120 – 180 kg) zwischen 5,090 N bis 8,019 N. Die mittlere Scherkraft wurde mit 1,666 N (± 229 N) quantifiziert. Bei Männern, die eine Hantelmasse von 190 – 320 kg stemmten, erreichten die Kompressionskräfte 7,442 – 18,449 N. Mittlere Scherkräfte werden 2,832 N (± 413 N) angegeben. Bei den zitierten Untersuchungen wurde von keiner spontanen Wirbelkörperfraktur berichtet. Tabelle 1 faßt diese Daten zusammen und weist aus, daß beim Gewichtheben die mit konservativen Modellen berechneten Kompressionskräfte die in der Literatur angegebenen Festigkeitsgrenzen der Wirbelkörper deutlich überschreiten.

Tabelle 1: Kompressions- und Scherkraft an L5/S1 beim Gewichtheben. Die Dimension der Kraftdaten ist Newton.

Quelle	Hantelmasse	Kompressionskraft	Scherkraft (a-p)
Landner et al. (1990)	150-170 kg	10,473	3,843
Granhed et al. (1987)	x: 284 kg	21,457	
McGill&Norman (1987)	120-180 kg	5,090 - 8,019	1,667 ±229
	190-320 kg	7,442 - 18,449	2,832 ±413

Genaidy et al. (1992) faßten die Angaben zur Wirbelkörperbruchfestigkeit zusammen und gaben für Männer im Alterssegment 20-29 Jahre einen Mittelwert von 7915 N an. Hutton und Adams (1992) fanden experimentell höhere Bruchwerte und publizierten einen Mittelwert von 9665 N. In einem Fall ihrer Proben konnte ein Bruch des Wirbelkörpers erst bei 12000 N dokumentiert werden. Callaghan und McGill (1994) führten Belastungsuntersuchungen bei Wirbelkörpern von Schweinen durch und fanden eine Zunahme der Bruchfestigkeit um 40 %, wenn die Proben in einem physiologischen Umfeld (flüssiges Medium unter physiologischem Druck) gelagert und belastet wurden. Damit wäre eine Grenzlast von ca. 16,800 N auf der Grundlage der Literaturangaben und der Ergebnisse von Callaghan und McGill prinzipiell tolerierbar. Zu berücksichtigen bleibt bei der Diskussion der Grenzwerte in der Literatur weiterhin, daß die für die Festigkeitsuntersuchungen zur Verfügung stehenden Wirbelkörper in der Regel auf Grund

von Krankheit und Bettlägerigkeit maladaptierten Kadavern entstammten. Es kann davon ausgegangen werden, daß die in vivo anzutreffende Bruchfestigkeit möglicherweise morphologisch und funktionell adaptierter Wirbelkörper und Bandscheiben deutlich höher ausfällt. Ein Beleg für die durch Sport induzierten Adaptationsformen wurde in bezug auf eine Vergrößerung der Wirbelkörpergrundfläche, der Veränderung der Wirbelkörpergeometrie (Einschnürung) und mit der Erhöhung der Knochendichte oben ausgeführt.

Tabelle 2 faßt die mit dem Modell von Gao und Brüggemann (1995) generierten Daten zur Kompressions- und Scherkraft am lumbalen Bewegungssegment L5/S1 zusammen. Die Angaben erfolgen im Vielfachen des Körpergewichts und erlauben somit den Vergleich von Aktivität und den damit induzierten Belastungen. Alle Datensätze beinhalten Werte von 8 bis 12 Athleten, die die untersuchten Bewegungsformen technisch beherrschten. Die untersuchten Tiefsprünge erfolgten auf starrem Untergrund, die turnerischen Landungen auf Niedersprungmatten (NSM) mit einer Bauhöhe von 20 cm. Die turnerischen Absprünge (aus Überschlag vorwärts oder rückwärts) wurden auf disziplinspezifischen elastischen Widerlager geturnt. Die sogenannte Kontergrätsche (Tkatchev Grätsche) an Reck bzw. Stufenbarren diente als Repräsentant für extreme Flexions- und Extensionsbewegungen bei langen Schwüngen im Turnen. Die Referenzbewegung Laufen erfolgte auf Tartan.

Laufen: Die Belastungen beim Laufen werden als eine Art Referenz für die Lande- und Sprungaktivitäten herangezogen, da Laufen als eine Aktivität bekannt ist, die mit Wirbelsäulenbelastungen deutlich innerhalb der physiologischen Gewebetoleranzen zusammenfällt (Videman et al. 1995). Wie erwartet, nimmt die Kompressionskraft an der lumbalen Wirbelsäule generell mit zunehmender Laufgeschwindigkeit zu. Die maximale Belastung erscheint während der sogenannten Impactphase sehr kurz nachdem der Fuß auf den Boden aufsetzt. Die maximale Kompressionskraft liegt bei etwa dem 14fachen Körpergewicht bei einer Laufgeschwindigkeit von 6.5 m/s. Im Vergleich mit Hebebewegungen ist diese Belastung mit dem Heben einer Last von 35 kg in gebeugter Rumpfposition zu vergleichen. Selbst wenn das Laufen keine extreme Wirbelsäulenbelastungen darstellt, sollte die mechanische Belastung nicht unterschätzt werden, wenn die hohe Rate von Lastwechseln und Lastwiederholungen bei einer Frequenz von ungefähr 1 Hz berücksichtigt wird. Diese Ergebnisse können herangezogen werden, um zu erklären, warum Läufer mit insuffizienter Muskulatur oder muskulärer Dysbalancen und daher instabiler Wirbelsäule, mehr und häufiger zu Rückenbeschwerden tendieren als Athleten mit einem geeigneten muskulären Korsett. Aus den epidemiologischen Daten (Videman et al. 1995) kann geschlossen werden, daß Laufen in bezug auf seine langfristige Wirksamkeit unterhalb der kritischen Grenze einer beschleunigten Gewebedegeneration der Strukturen der Wirbelsäule zu liegen scheint. Allgemein scheinen Läufer die beschriebenen Kompressions- und Scherkräfte zu tolerieren, auch wenn sie mit hoher Wiederholungsrate wirken und Intensitäten aufzeigen, wie sie zumindest im Maximum beim Heben schwerer Lasten registriert werden. Die langfristige und allmählich

gesteigerte Belastung im Sport mag zu einer entsprechenden Gewebeadaptation und zu einer Zunahme der Belastungstoleranzen führen.

Springen: Tiefsprünge werden in vielen Sportarten als Trainingsübung verwendet. Sie bedingen eine extreme Zunahme der Wirbelsäulenbelastung gegenüber der oben beschriebenen Belastung beim Laufen. Bereits Tiefsprünge aus Fallhöhen von nur 20 cm erzeugen Kompressionskräfte die signifikant höher als die beim Laufen sind. Mit Zunahme der Fallhöhe und damit mit Zunahme der Anfangsenergie wächst die Kompressionsbelastung und die zugeordnete Kraftrate (Kraftanstieg). Maximalwerte des bis zu 40fachen Körpergewichts konnten in Einzelfällen berechnet werden. Kräfte dieser Größenordnung dürfen nicht unterschätzt werden, wenn man berücksichtigt, daß Beschwerden im Bereich der lumbalen Wirbelsäule bzw. Rückenbeschwerden bei solchen Athleten bekannt und relevant sind, die alle Formen von Sprungformen praktizieren. Wettkampfsprünge, wie Hochsprung oder Weitsprung, werden nur in geringer Wiederholungszahl praktiziert. Sprungformen, wie Hürdensprünge, Vielfachsprünge oder auch Tiefsprünge dagegen finden sich mit hoher Frequenz und Wiederholungsrate oft im täglichen Training. Plyometrische Sprungformen, wie die genannten Tiefsprünge, können als Belastungsformen identifiziert werden, die hohe dynamische Wirbelsäulenbelastungen mit ganz spezifischer Ausprägung der Kompressionskraft erzeugen.

Turnspezifische Absprungformen erzeugen Kompressions- und Scherkräfte, die unterhalb der bei Tiefsprüngen auftretenden Belastungen liegen. Diese Aussage ist zumindest für die Wirbelsäulenkompression gültig und statistisch signifikant. Unterschiede zwischen Absprüngen vorwärts und rückwärts erscheinen marginal.

Landungen: Die meisten und schwierigsten klinischen und radiologischen Befunde bei Turnern und Turnerinnen beziehen sich auf den thoracolumbalen Übergang. Es findet sich eine kontroverse Diskussion bzgl. der Ursachen dieser Befunde, die unterschiedliche Bewegungen und Bewegungsformen im Turnen mit hohen bzw. übermäßig hohen Belastungen des thoracolumbalen Übergangs der Wirbelsäule in Verbindung bringt. Simmelbauer (1992) diskutierte den schnellen Wechsel zwischen dynamischer Flexion und Extension der thoracolumbalen Region bei Schwüngen an den Ringen und am Reck als einen ursächlichen Faktor für Wachstumsstörungen der Apophyse. Andere Autoren betrachten die Verletzung der Apophyse bei Turnerinnen als ein Flexionstrauma (z. B. Swärd et al. 1990) und spekulieren, daß diese Flexion und das zugeordnete Trauma mit einer inkorrekten Landung in Verbindung gebracht werden kann. Diese divergierende Diskussion führte dazu, sowohl turnerische Landungen als auch lange Schwünge, die eine Kombination von Extension und Flexion des thoracolumbalen Wirbelsäulenabschnitts darstellen, in die Quantifizierung einzubeziehen. Der Einfluß verschiedener Anfangsenergien bei der Kollision des Körpers mit dem Boden und die resultierende Wirbelsäulenbelastung aus den Angaben ist der Tabelle 2 zu entnehmen.

Tabelle 2: Kompressions- und Scherkraft, Muskelkraft des M.erector spinae und des M.rectus abdominis bei verschiedenen Beanspruchungsformen. Alle Angaben

sind im Vielfachen des Körpergewichts. Die Belastungsabschätzung erfolgte mit dem Modell von Gao und Brüggemann (1995).
Weitere Erläuterungen im Text.

Sportspezifische Beanspruchung		Kompressionskraft	Scherkraft (a-p)	Muskelkraft M. erector sp.	Muskelkraft M rectus abd.
Laufen	2.5 ms^{-1}	7.4 ±1.3	1.7 ±0.8	2.2 ±1.0	0.2 ±0.1
	3.5 ms^{-1}	10.1 ±1.6	2.1 ±0.7	3.5 ±1.2	0.5 ±0.2
	4.5 ms^{-1}	12.0 ±3.2	2.6 ±0.2	4.3 ±2.0	0.7 ±0.2
	5.5 ms^{-1}	14.1 ±2.9	2.5 ±0.2	5.0 ±1.9	1.0 ±0.3
	6.5 ms^{-1}	14.4 ±2.9	3.3 ±1.4	5.2 ±1.8	1.1 ±0.3
Tiefsprünge	20 cm	19.2 ±8.9	3.1 ±0.8	6.1 ±2.1	0.2 ±0.1
	40 cm	23.6 ±7.7	3.5 ±0.9	7.2 ±3.0	0.3 ±0.2
	60 cm	36.5 ±8.7	3.2 ±0.7	7.8 ±2.9	0.3 ±0.1
Absprünge Salto	vorw.	20.0 ±4.4	3.5 ±0.9	5.2 ±2.7	3.6 ±1.7
	rückw.	16.1 ±4.2	3.6 ±0.7	5.2 ±1.6	2.3 ±1.4
Landungen auf NSM	51 cm	22.9 ±4.7	3.6 ±0.9	7.6 ±1.7	2.8 ±1.4
	91 cm	25.9 ±6.0	3.3 ±0.6	8.5 ±2.3	3.0 ±0.9
	171 cm	32.2 ±5.9	3.7 ±0.5	10.4 ±2.1	3.4 ±1.4
	Salto vw. 91 cm	35.1 ±6.8	3.8 ±1.2	12.2 ±2.8	4.3 ±0.8
	Salto rw. 91cm	40.5 ±7.5	5.5 ±1.5	14.0 ±5.4	6.2 ±3.2
Tkatchev	Männer	5.0 ±1.0	2.6 ±0.6	1.6 ±0.3	2.8 ±0.5
	Frauen	4.1 ±1.8	2.0 ±0.7	1.1 ±0.5	2.2 ±0.5

Neben den Landungen bei vertikalen Sprüngen sind die Ergebnisse der Landungen nach vorgeschalteten Flügen mit Vorwärts- oder Rückwärtssalti einbezogen. Die Kompressionskräfte bei Landungen ohne vorgeschaltete Saltobewegungen sind signifikant höher als beim Laufen, jedoch niedriger als bei den oben dargestellten Tiefsprüngen auf nicht elastischem Widerlager. Der Unterschied zwischen den Kompressionsbelastungen an der Wirbelsäule bei den genannten Tiefsprüngen und den turnerischen Landungen ist im wesentlichen auf die energieabsorbierenden Landematten zurückzuführen. Die maximale Kompressionsbelastung von über 10 kN findet sich bei Landungen von 91 cm Fallhöhe. Landungen mit höheren Fallhöhen, etwa von 1.71 m, welches nicht die maximale Höhe von Abgänge im Kunstturnen darstellt, induzieren mehr als das 30fache Körpergewicht. Wie erwartet, nimmt die Kompressionskraft mit zunehmender Anfangsenergie beim Aufprall zu. Die Scherkräfte dagegen bleiben mehr oder weniger konstant. Werden Landungen nach Flügen mit Salti realisiert, erhöhen sich die Kompressions- und Scherkräfte erheblich. Insbesondere bei Landungen nach Rückwärtssalti finden sich die größten Belastungen sowohl hinsichtlich der Kompression als auch der Scherbelastung. Damit ist diesen Landeformen eindeutig das größte Risiko einer mechanischen Überbelastung zuzuordnen. Eine ex-

treme Rumpfvorlage erhöht notwendigerweise die Kraft der Rumpfextensoren, was wiederum zu einer Erhöhung der Kompressionskraft führt. Landungen mit Rumpfvorlage sind infolgedessen geeignet zu einer weiteren Risikoerhöhung beizutragen.
Tkatchev: Intuitiv ist die vorbereitende Riesenfelge zur Kontergrätsche mit hohen Kompressions- und Scherbelastungen verbunden. Die quantitative Analyse jedoch weist dieser Beanspruchungsform nur eine geringe Kompressions- sowie moderate Scherkraft zu. Die subjektiv als hochbelastend für die knöchernen Wirbelsäulensegmente und die Bandscheibe erwartete Kontergrätsche bzw. die vorbereitende Riesenfelge scheint damit kein wesentliches Risiko zumindest für die genannten Strukturen darzustellen.

Muskelkräfte

Für die analysierten Bewegungen sind die errechneten Muskelkräfte ebenfalls in Tabelle 2 zusammengestellt. Als wesentliche Repräsentanten sind die Muskelgruppen M.erector spinae und M.rectus abdominis gewählt. Maximale Muskelkräfte des fast 15fachen Körpergewichts finden sich bei den Landevorgängen. Diese erweisen sich durchgängig als hochbelastend für die Rumpfextensoren und damit auch der posterioren Ligamente. Bei allen Bewegungen sind die Muskelkräfte der Extensoren deutlich höher als die der Flexoren. Die Ausnahme bildet die Kontergrätsche d. h. die vorbereitende Riesenfelge zur Kontergrätsche, bei der die für den M.rectus abdominis errechneten Kräfte deutlich über denen des M.erector spinae liegen.
Landungen mit Vorlage des Rumpfes können die höchste mechanische Beanspruchung in bezug auf die mechanische Belastung der Rumpfextensoren und des posterioren Bandapparates sowie der posterioren Teile des Annulus fibrosus zugesprochen werden.

5. Präventive Maßnahmen zur Risikoreduktion

Das Risiko akuter und insbesondere fataler Wirbelsäulenverletzungen im Turnen kann erheblich reduziert werden, wenn (a) nur Bewegungen vom Sportler abverlangt werden, die entsprechend vorbereitet und motorisch gekonnt werden sowie (b) geeignete Unterlagen für einen Aufprall oder eine (auch unkontrollierte) Landung Verwendung finden. Konsequent sind solche Bewegungen, die das individuelle motorische Könnenspotential aktuell überschreiten, auszuschließen und konsequenterweise zu verbieten. Diese Aussage bezieht sich etwa auf einen nicht oder nur unzureichend methodisch vorbereiteten Doppelsalto vom Minitrampolin oder einen Rondatsprung (z. B. Yurchenko) beim Pferdsprung. Geeignete Vorlagen zu solchen Maßnahmen finden sich in den USA, in denen für bestimmte Alters- und vor allem Könnensgruppen Rondatsprünge im weiblichen Kunstturnen im Wettkampf nicht gestattet sind.
Neben Maßnahmen der Risikoreduktion bei akuten schweren Verletzungen der Wirbelsäule sind Strategien zur Verringerung der partiellen Überlastung mit Langzeitfolgen zu entwickeln und umzusetzen. Dazu sollen einige Konsequenzen

aus den oben dargestellten Befunden und den dazu angestellten Überlegungen zusammengestellt werden:

Der Schwerpunkt der präventiven orthopädischen Diagnostik im Kunstturnen sollte insbesondere bei den Athleten und Athletinnen vor und während der puberalen Wachstumspurts auf der Wirbelsäule liegen. Die frühzeitige Diagnose segmentaler Hypermobilität und/oder Versteifung kann als geeignetes klinisches Frühzeichen einer möglichen Störung herangezogen werden. Subjektive Beschwerden stellen keinen verläßlichen Indikator für morphologische und funktionelle Auffälligkeiten in einem frühen Stadium dar. Daraus leitet sich die unbedingte Notwendigkeit der konsequenten klinischen Untersuchung bereits im frühen Alter der Kunstturnerinnen und Kunstturner ab.

Die Belastungsgestaltung ist zu individualisieren und hat die unterschiedliche Belastbarkeit konsequent zu berücksichtigen. Allgemeine überindividuelle Belastungsnormative sind für den Bereich des Kunstturntrainings mit Jugendlichen abzulehnen.

Das Trainingsprinzip der kontinuierlich steigenden Belastung ist für das Training im Kindes- und Jugendalter zu verwerfen, da die Belastbarkeit nicht progressiv und kontinuierlich im Alternsgang zunimmt. Auf die reduzierte Belastungsverträglichkeit des wachsenden Knochens im Bereich der Epiphysen und Apophysen in der vorpuberalen und frühen puberalen Phase ist besonders hinzuweisen.

Die Belastungsgestaltung in der Trainingseinheit und im Mikrozyklus hat den Aspekt kumulativer Belastungen in höherem Maße als bisher zu berücksichtigen. Auf übermäßig hohe Wiederholungszahlen insbesondere stoßartige Belastungen mit hohen Lastamplituden für die Strukturen der Wirbelsäule ohne entsprechende Regenerationszeiten ist zu verzichten. Es wird empfohlen, als Grenzwert nicht mehr als bis zu etwa 50 Maximallastwiederholungen pro 24 Stunden-Intervall vorzusehen, wobei der individuellen Belastungssteuerung erste Priorität einzuräumen ist.

Durch einen langfristigen Trainingsaufbau sind die Strukturadaptationen über lange Zeiträume anzusteuern. Daraus folgt eine frühzeitige, moderate und wohl geplante Belastungsgestaltung zur Vorbereitung und Optimierung der Belastungsverträglichkeit.

Belastungsreduzierende Bewegungsstrategien sind forciert im Training anzugehen. Landungen mit stark vorgeneigtem Rumpf sind zu vermeiden, optimale neuromuskuläre Einstellung der Dämpferglieder der unteren Extremität bei Landungen sind konsequent in Trainingsmaßnahmen zu integrieren und zu erarbeiten. Landetraining muß ein integraler Bestandteil des Kunstturntrainings sein.

Regenerationsintervalle sind unbedingt auch bei Trainingslagern oder Lehrgängen einzuhalten. Eine kurzfristige Belastungssteigerung bei zentralen Maßnahmen ist unzweckmäßig.

Optimale Bewegungstechniken tragen zur Belastungsreduktion bei. Sie sind bei Ausweitung der Bewegungsrepertoires langfristig im Trainingsprozeß zu entwickeln. Dabei muß dem vorbereitenden Training insbesondere auf dem Trampolin deutlich erhöhte Aufmerksamkeit als bisher gewidmet werden. Mit dieser me-

thodischen Maßnahme sind technomotorische Überpotentiale zu erzielen, die letztlich zur Risikominimierung und Belastungsreduktion beitragen.

Das Krafttraining insbesondere der Stabilisations- und Haltemuskulatur ist deutlich zu intensivieren. Sowohl Trainingsumfang als auch die Belastungsintensität muß aktuell als nicht hinreichend klassifiziert werden. Die Formen des Krafttrainings sind auf Muskelhypertrophie und Muskelkraftausdauer auszurichten. Vorbereitendes Krafttraining ist langfristig zu planen und bereits früh in den Prozess des Nachwuchstrainings als Maßnahme zur Verbesserung der Belastbarkeit zu integrieren. Muskulären Dysbalancen ist rechtzeitig entgegenzuwirken.

Dämpfende und belastungsreduzierende Auflage- und Zusatzmatten müssen konsequente Anwendung finden. Diese Aussage bezieht sich auch auf die Wettkampfsituation. Es wird empfohlen, daß insbesondere in den Nachwuchswettkampfklassen und bei Turnerinnen und Turnern mit verringerter Belastungsverträglichkeit auch bei den Landungen beim Bodenturnen zusätzliche Mattenauflagen verwendet werden. An den Geräten Pferdsprung und Stufenbarren sowie möglicherweise für die Abgänge vom Schwebebalken sollte die Verwendung entsprechend dimensionierter Auflagen (5 cm am Schwebebalken, 10 cm bei Stufenbarren und Pferdsprung) obligatorisch sein.

Die Verwendung von Gruben im Training ist zwar für das Erlernen schwieriger Elemente notwendig, sollte jedoch nicht ausschließliche Anwendung finden, um eine Schulung der Landetechnik und insbesondere der neuromuskulären Ansteuerung der aktiven Gelenkstabilisatoren sowie eine langfristige Verbesserung der Belastungsverträglichkeit nicht negativ zu beeinflussen.

Die Geräteausstattung bei Wettkämpfen ist hinsichtlich der Anforderungen an Matten und auch Bodenturnflächen zu präzisieren und konsequent zu überprüfen.

Literatur

Adams, M. A., Hutton, W.C. (1982): Prolapsed intervertebral disc: a hyperflexion injury. Spine, 7, 184 – 191.

Adams, M. A., Green, T. P., Dolan, P. (1994): The strength in anterior bending of lumbar in

Alexander, C.J. (1976): Effect of growth rate on the strength of the growth plate-shaft junction. Skeletal Radiology 1, 67-76.

Alexander, C.J. (1977): Scheuermann's disease: A traumatic spondylodystrophy? Skeletal Radiology 1, 209-221.

Armstrong, R. B. (1984): Mechanism of exercise – induced delayed onset muscular soreness: a brief review. Medicine and Science in Sports and Exercise, 16, 529-538.

Brinckmann, P., Biggemann, M., Hilweg, D. (1989): Prediction of the compressiv strength of human lumbar vertebrae. Clinical Biomechanics, 4, 1-27.

Brüggemann, G.-P. , Arampatzis (2000): Analyse der mechanischen Belastung des Bewegungsapparates: Die Rolle mathematischer Modelle zur Vorhersage der Wirbelsäulenbelastung am Arbeitsplatz. In: Radandt, S., Grieshaber, R., Schneider, W. (Hrsg.). Prävention von arbeitsbedingten Gesundheitsgefahren und Erkrankungen. 6. Erfurter Tage, Monade-Verlag, Leipzig, im Druck.

Callaghan, J.P., McGill, S.M. (1994): Compressive tolerance of a porcine vertebral fracture model exposed to physiologic pressures. Proceedings of the Eights Biennial Conference, Canadian Society for Biomechanics, Calgary, 76-77.

Cryon, B. M., Hutton, W.C., Troup, J. D.G. (1976): Spondylolytic fractures. Journal of Bone and Joint Surgery – British Volume, 58 B, 462-466.

Denis, F. (1983): The three column spine and its significance in the classification of acute thoracolumbar spinal injuries. Spine 8, 817-831.

Eckhardt, R., Lohrer, H., (2000): Zustand des Stütz- und Bewegungsapparates von aktuellen Kunstturnerinnen des Hochleistungsbereichs.. In: Brüggemann, G.-P., Krahl, H. (Hrsg.): Belastungen und Risiken im weiblichen Kunstturnen. Hofmann Verlag Schorndorf. Schriftenreihe Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Köln, Bd. 111.

Fröhner, G. (2000): Retrospektive Untersuchung von Kunstturnerinnen der ehemaligen DDR. In: Brüggemann, G.-P., Krahl, H. (Hrsg.): Belastungen und Risiken im weiblichen Kunstturnen. Hofmann Verlag Schorndorf. Schriftenreihe Bundesinstitut für Sportwissenschaft, Köln, Bd. 111.

Gao, J., Brüggemann, G.-P. (1995): Distribution problems at lumbar joint L5/S1 – an optimization method combined with EMG-based switch technique. XVth. Congress of the International Society of Biomechanics. University Jyväsylä, Finnland, 310-311.

Genaidy, A.M., Waly, S.M., Kalil, T.M., Hidalgo, J.(1993): Spinal compression tolerance limts for the design of manual material handling operations in the workplace. Ergonomics, 36, 415-434.

Goldstein, J.D., Berger, P.E., Windler, G.E., Jackson, D.W. (1991): Spine injuries in gymnastis and swimmers. An epidemiologic investigation. The American J. of Sports Medicine, 19, 463-468.

Granhed, H., Jonson, R., Hansson, T. (1987): The loads on the lumbar spine during extreme weight lifting. Spine 12, 145-149.

Grimston, S.K., Hanley, D.A. (1992): Bone mineral density in children is related to mechanical loading regime. Med. and Science in Sport and Exercise, 24, Suppl.

Hellström, M., Jacobsson, B., Swärd, L., Petersen, L. (1990): Radiological abnormalities of the thoraco-lumbar spine in athletes. Acta Radiol., 31, 127-132.

Hirsch, C., Nachemson, A. (1963): Clinical observation of the spine in ejicted pilots. Aerospace Medicine, 34, 629-632.

Hutton, W.C., Adams, M.A. (1982): Can the lumbar spine be crushed in heavy lifting? Spine, 7, 586-590.

Junghanns, H. (1986): Die Wirbelsäule unter den Einflüssen des täglichen Lebens, der Freizeit, des Sportes. Die Wirbelsäule in Forschung und Praxis, Bd. 100. Hippokrates Verlag, Stuttgart.

Lamy, C., Bazergui, A., Kraus, H., Farfan, H.F. (1975): The strength of the neural arch and the etiology of spondylosis. Orthopedic Clinics of North America, 6, 215-219.

Lander, J.E., Simonton, R.L., Giacobbe, J.F.K. (1990): The effectiveness of weight-belts during the squat exercise. Med. Sci. Sports Exercise. 22, 117-126.

McGill, S.M, Norman, R.W. (1987): Effects of an anatomically detailed erector spinae model on L4/L5 disc compression and shear. J. Biomech. 20, 591-600.

McLeod, K.J., Bain, S.D., Rubin, C.T. (1990): Dependance of bone adaptation on the frequency of induced dynamic strains. Transactions of the Orth. Res. Society, 15, 103.

Murphy, P. (1985): Still too many neck injuries. Physician and Sportsmed. 13: 29-30.

Newell, R.L. (1995): Spondylolysis. An historical review. Spine, 20, 1950-1956.

Perey, O. (1957): Fracture of the vertebral endplate in the human spine. Acta Orthopedica Scandinavia, Suppl., 25.

Pettrone, F.A., Ricciardelli, E. (1987): Gymnastic injuries: The Virginia experience 1982-1983. Amer. J. of Sports Med., 15, 59-62.

Pollähne, W. (1991): Ergebnisse der Wirbelsäulenlängsschnittauswertungen bei Hochleistungsturnern und Hochleistungsschwimmern aus radiologischer Sicht. Dt. Z. Sportmed., 42, 292-308.

Reid, D., C., Saboe, L. (1991): Spinal trauma in sports and recreation. Journal of Clinical Sports Medicine 1, 75-82.

Rodrigo, J., Boyd, R. (1979): Lumbar spine injuries in military parachute jumpers. Physicians and Sportsmed. 7, 9-12.

Roy, S., Caine, D., Singer, K.M (1985): Stress changes in the distal epiphysis in young gymnasts. Am. J. Sports Med. 13, 301-308.

Schmitt, H., Hausmann, J., Brocai, D.R.C., Loew, M. (1998): Spätschäden am Bewegungsapparat nach Hochleistungssport am Beispiel der Speerwerfer. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 49, S1, 295-299.

Schmorl, G., Junghanns, H. (1971): The human spine in health and disease. Second edition. New York, Grune & Stratton.

Schneider, R.C. (1973): Head and neck injuries. Football: mechanisms, treatment and prevention. Baltimore: Williams & Wilkins; 77-125.

Shirazi-Adl, A., Drouin, G. (1987): Load-bearing role of facets in a lumbar segment under sagittal plane loading. J. Biomechanics, 20, 601-6013.

Simmelbauer, B. (1992): Knorpelverknöcherungsstörungen der Brust- und Lendenwirbelkörper bei Hochleistungsturnern. Krause Verlag, Freiburg.

Snook, G. (1979): Injuries in women's gymnastics. A 5-year study. Am. J. Sports Med., 7, 242-244.

Stauber, W. T. (1989): Eccentric action of muscles: Physiology, injury, and adaptation. Exercise and Sport Sciences Reviews, 17; 157-185.

Steinbrück, K. (1987): Epidemiologie von Sportverletzungen: 15-Jahres-Analyse einer sportorthopädischen Ambulanz. Sportverletzung – Sportschaden, 1, 2-12.

Swärd, L., Hellström, M., Jacobsson, B., Nyman, R., Peterson, L. (1990): Acute injury of the vertebral ring apophysis and intervertebral disc in adolescent gymnasts. Spine 15, 144-148.

Swärd , L., Hellström, M., Jacobsson, B., Nyman, R., Peterson, L. (1991): Disc degeneration and associated abnormalities of the spine in elite gymnasts. A magnetic resonance imaging study. Spine 16, 437-443.

Swärd, L., Hellström, M., Jacobsson, B., Karlsson, L. (1993): Vertebral ring apophysis injuries in athletes. Is it etiology different in the thoracic and lumbar spine? Am. J. Sports Med., 24, 528-534.

Tertti, M., Paajanen, H., Kujala, U.M., Alanen, A., Salmi, T.T., Kormano, M. (1990): Disc degeneration in young gymnasts. A magnetic resonance imaging study. American J. of Sports Medicine, 18, 206-208.

Tsai, L., Wredmark, T. (1993): Spinal posture, sagittal mobility and subjective rating of back problems in former female elite gymnasts. Spine, 18, 872-875.

Videmann, T., Sarna, S., Battié, M.C., Koskinen, S., Gill, K., Paananen, H., Gibbons, L. (1995): The long-Term effect of physical loading and exercise lifestyles on back-related symptoms, disability, and spinal pathology among men. Spine, 20, 6, 699-709.

Anschrift für die Verfasser:
Prof. Dr. Gerd-Peter Brüggemann
Deutsche Sporthochschule
Institut für Leichtathletik und Turnen
Carl-Diem-Weg 6
50933 Köln

Verletzungsschwerpunkt Schulter im Handball und Tennis

Krahl, H., Schratt, H.-E., Stehle P., Görlich P.

Medical Park Chiemsee

1. Einleitung

Handball und Tennis sind wohl zwei Sportarten, die man bis auf die Gemeinsamkeit, daß das Spielgerät über die Arm – Hand Verbindung bzw. mit einer Verlängerung (Schläger) an ihren Zielort befördert wird, selten in einem Atemzug nennt. Beide Sportarten genießen gerade im Breitensport unglaubliche Beliebtheit. Handball als Kontaktsportart im Gruppen- oder Mannschaftsrahmen in geschlossenen Hallen steht der Individualsportart Tennis, welche mit maximal vier Teilnehmern ohne Körperkontakt gespielt wird gegenüber.

Im folgenden soll bei beiden Sportarten der Schulterbereich etwas näher betrachtet werden. Vermutet man beim Handball, bedingt durch die Wurfbewegung und den intensiven Gegenerkontakt, relativ viele Verletzungen und ausführliche wissenschaftlichen Studien, sieht man sich durch eine Literaturrecherche eines besseren belehrt. Ein krasses Gegenteil dazu ist der Tennissport. Im Tennis sind die Biomechanik der Schulter und Schulterverletzungen ausführlich wissenschaftlich thematisiert.

Der Schwerpunkt der Arbeit liegt aufgrund dieser Tatsache auch beim Tennis – ohne jedoch Verletzungen und präventivmedizinische Konsequenzen im Handball vernachlässigen zu wollen.

2. Tennis

Tennis ist eine Ganzjahres- Sportart mit einem außergewöhnlich hohen Anforderungsprofil. Es werden Kondition, Koordination, Technik, Taktik, Psyche und soziales Umfeld der Spieler beansprucht. Neben dem wettkampfmäßig betriebenen Tennis hat sich eine Tennisfreizeitkultur etabliert. Dies läßt sich durch die beeindruckende Zahl von Tennisplätzen in der Halle und im Freien belegen. Waren es 1970 noch ca. 9500 Hallen- und Freiplätze sind es heute ca. 50.000 (vgl. Degwert 1998).

Für eine Sportart mit solch breiter Basis gilt es, ein medizinisches Bewußtsein zu vermitteln, welches vom Tennisnachwuchs bis hin zu den ambitionierten Freizeitsportlern und Leistungssportlern gleichermaßen verinnerlicht wird. Gleichzeitig gilt es, die medizinische Betreuung zu optimieren um den Tennissport als Life- Time Sport zu etablieren. Eine umfassende tennisspezifische medizinisch- therapeutische Betreuung wird von der ATP - Tour praktiziert, der Deutsche Tennisbund baut ein solches System auf.

2.1 Anforderungsprofil Tennis

Tennisverletzungen sind nicht nur einer Körperregion zu zuordnen. Tennis definiert sich über eine Summe komplexer Bewegungsabläufe unter Einfluß apersonaler Faktoren wie Bodenbelag, Tennisschläger, gewählte Bespannung, Tennisbälle, Klima und Windverhältnisse und personaler Faktoren, wie die individuellen Leistungsvoraussetzungen im körperlichen, technischen und taktischen Bereich. Tennisspieler müssen ständig auftretende Notsituationen während des Spiels beantworten. Hohe Schlaggeschwindigkeiten und variierende Ballgeschwindigkeiten müssen mit plötzlichen Starts, Lauf- und Bremsbewegungen in alle Richtungen koordiniert werden. Die Wahl eines günstigen Griffes, einer seitlichen Schlagstellung, einem angemessenen Abstand zum Treffpunkt und eine ausreichende Treffsicherheit zusammen mit einer optimalen Koordination von verschiedenen Teilimpulsen zur Entstehung eines ökonomischen und effektiven Schlages ergänzen diese Anforderungen (vgl. Ferrauti et al 1997).

Physikalisch gesehen handelt es sich beim Tennis um eine Ortsveränderung eines Körpers im Raum und Zeit. Dabei müssen innere und äußere Kräfte für die Bewegung überwunden werden. Die Schwerkraft, der Luftwiderstand, das Trägheitsmoment des Schlägers und des Balles zählen zu den äußeren Kräften, die Trägheit der inneren Organe und die Reibungskräfte der Muskulatur zu den inneren Kräften. Wird der Bewegungsablauf innerhalb der kinematischen Kette (siehe Abb. 1) koordiniert, ist es eine Mischung aus Translation und Rotation. Kommt es jedoch zu Störungen innerhalb der Bewegung und damit in der kinematischen Kette, kann es zu Belastungsspitzen, wie wir sie bei unerfahrenen, ermüdeten oder verletzten Spielern beobachten können, kommen. Idealerweise sollte die kinematische Kette in einer vollständigen Integrität ablaufen. Dies sollte sowohl für das Techniktraining, die entsprechende Prophylaxe und ggf. in der Rehabilitation nachVerletzungen beachtet werden.

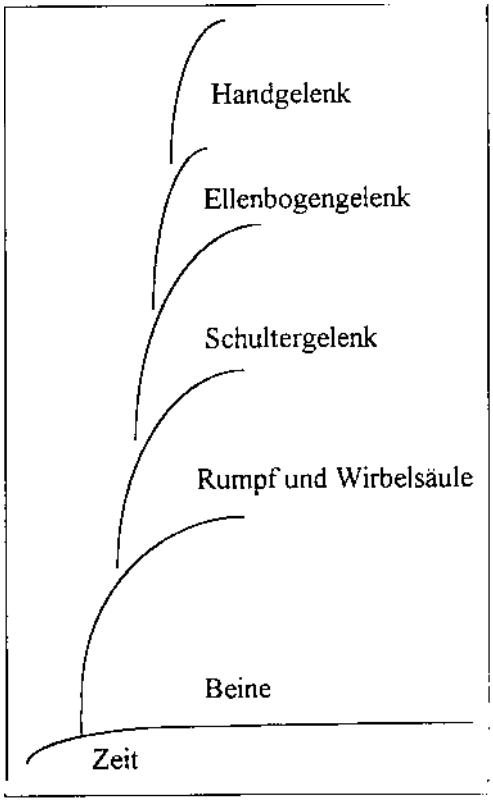


Abb. 1: Kinematische Kette nach KIBLER 1995, 82

2.2 Schulterverletzungen im Tennis

Um Schulterverletzungen in den Mittelpunkt zu rücken, sollen allgemeine Aspekte, die über die kinematische Kette indirekt die Schulter beeinflussen und schulterspezifische Aspekte dargestellt werden. Die primäre Verletzungsursache bei professionellen Spielern ist auf Überlastung zurückzuführen, bei Freizeitspielern auf technische Mängel.

Für Kibler stellt sich die Schulter als ein zentraler, leistungslimitierender Faktor im Tennis dar, *„The shoulder is one of the key joints in tennis performance and one of the frequent joints in tennis injury“* (Kibler 1995, 79). Das medizinische Betreuungsprogramm der ATP - Tour bestätigt durch ihre Untersuchungen das Zitat von Kibler nochmals mit Praxisdaten.

Preventive ckeck - Up 1995 – 1997 orthopaedic evaluations (n = 241)		
Shoulder	**58**	**20 %**
Spine	**40**	**13,8 %**
Foot	**34**	**11,7 %**
Pelvis and Hip	**21**	**7,2 %**
Knee	**21**	**7,2 %**
Elbow	**18**	**6,2 %**
Hand	**6**	**2,1 %**

Abb 2: ATP Tour Medical Service; Krahl, Altckek, Norris, Basthold, Spreen 1998

Obwohl Tennis eine gesamtorganische Belastung darstellt (vgl. Liesen 1991) ist aus orthopädisch- anatomischer Sicht der Schulterkomplex am besten und ausführlichsten erforscht (vgl. Krahl 1995, Kibler 1995). Die Ergebnisse beruhen zum Teil auf dreidimensionalen, kinematischen Analysen, die bspw. die segmentale Rotation bei der Entstehung der benötigten Schlägergeschwindigkeit für den Aufschlag messen können. Aus elektromyographischen Analysen konnte man Erkenntnisse über die Muskelaktivität und das zeitliche Zusammenspiel während des Aufschlages und der Grundschläge gewinnen. Im Schulter - Arm - Ellbogen -Handgelenk Komplex konnten folgende Rotationsgeschwindigkeiten und prozentuale Verteilungen ermittelt werden (siehe Abb. 3)

Körperregion	**Schläger geschwindigkeit**	**Anteil der Körperregion**
1. Oberarm-Innen-rotation	8 m/s	29 %
2. Handgelenks-Flexion	7 m/s	25 %
3. Oberarm-Hori-zontal-Adduktion	6,5 m/s	23 %
4. Unterarm-Pronation	4 m/s	14 %
5. Schulter-Vor-wärtsbewegung	2,5 m/s	9 %
Gesamt	**28 m/s**	**100 %**

(Abb. 3: Anteile der Körperregionen zur Schlägergeschwindigkeit beim Tennisaufschlag zum Zeitpunkt des Balltreffens, Kibler 1995 nach Springings et al)

Die Erzeugung, Summierung, der Transfer und die Regulierung der Kräfte von den Beinen in die Hand bzw. zum Schläger läuft über die kinematische Kette. Man erwartet die meiste Kraft, z. B. beim Aufschlag, in der Schulter. Tatsache ist, dass bei Topspielern ca 51% der gesamten kinetischen Energie (Bewegungsenergie) und 54% der gesamten Kraft (potenzielle Energie, d. h. Ruheenergie und kinetische Energie) jedoch in der Bein - Hüfte - Rumpf - Region entstehen. Die Schulter trägt mit 13 % der Gesamtkraft nur einen kleinen Anteil an der Gesamtsumme, dabei beträgt die Dauer der Schulteraktivität nur 0,11 sec. Die Stabilisierung der Schulter durch die schulternahe Muskulatur ist dabei die wichtigste Aufgabe der Schulteraktivität. Diese besteht in der Umleitung und Kanalisierung der kinetischen Energie bzw. der Beschleunigung aus dem distalen Bereich der Kette Beine - Hüfte - Rumpf und der Bodenreaktionskräfte in die obere Extremität und den Schläger. In dieser Kette

erfährt der Ellbogen 21 % der kinetischen Energie bzw. 15 % der Gesamtkraft und das Handgelenk erfährt 15 % der kinetischen Energie und 10 % der Gesamtkraft (vgl. Kibler 1995).

	Service	**Backhand**	**Forehand**
Rotational Velocity (deg/sec)	1500	895	387
Hand Speed (mph)	47	33	37
Time to Peak (sec)	0. 23	0.34	27
Total Rotation (deg)	165	189	93

Abb. 4 Forces and motions in various tennis strokes, Kibler 1995, 80

Bei Verletzungen eines Körperteiles innerhalb der kinematischen Kette sollten benachbarte Strukturen und Gelenke auf funktionelle oder strukturelle Einschränkungen hin untersucht werden. Ein Ausfall einzelner Verbindungsglieder bzw. Einschränkungen der normalen Funktion der Übertragung von Geschwindigkeiten bzw. Kräften kann zu einer Fehl- oder Überbelastung anderer Bereiche innerhalb der kinematischen Kette führen. Bei einem 10 % Abfall der Bein - Hüfte - Rumpf Energie wird beim Aufschlag eine 18,5 % Zunahme der Schultergeschwindigkeit zur Kompensation benötigt, um die ursprüngliche Energie zu produzieren. Schon alleine durch dieses Beispiel wird die zwingende Integrität der kinematischen Kette und die Belastungszunahmen und -spitzen bei einem Ausfall einzelner Teilabschnitte deutlich. Wie bereits erwähnt muß die Energie der unteren Extremität und des Rumpfes durch den Engpaß Schulter in den Arm bzw. Schläger weitergeleitet werden. *„The shoulder acts like a funnel“ (Kibler 1995, 80).* Bei Störungen im Bewegungsablauf kommt es zu Turbulenzen des Energieverlaufes mit mechanischer Ineffektivität, weiter zunehmender anatomischer Instabilität und einem damit deutlich gesteigerten Verletzungsrisiko. Um die in Abb. 4 dargestellten Geschwindigkeiten und Bewegungsausmaße zu erreichen, benötigt man nicht nur das Glenhumeralgelenk, sondern möglichst alle fünf Gelenke im Schultergelenk. Nach Kapandji ist dies das Glenhumeralgelenk, die subakrominale Gleitschicht, das Sternoclavikulargelenk, das Akromioclavikulargelenk und das scapulothoraklae Gleitlager. Die Bewegungen dieser drei echten und zwei physiologischen Gelenke können nur als Teil einer Bewegungskette betrachtet werden; diese Bewegung wird als scapulohumeraler Rhythmus bezeichnet. Muskeln, Sehnen, Bänder und Hilfsstrukturen wie Kapsel,

Bursae, Knochen und das Labrum glenoidale helfen, beim Aufschlag Scherkräfte nach anterior bis 400 N und Distraktionkräfte bis 500 N aufzufangen und auszugleichen. Die Schulterstabilität wird über den labro- kapsulo- ligamentären Komplex, die Muskeln der Rotatorenmanschette (zu denen funktionell die Bicepssehne gehört) und die scapulastabilisierenden Muskeln erreicht. Eine gesunde Schulter erlaubt beim Aufschlag und anderen Rotationsbewegungen lediglich eine Abweichung des Kraftzentrums von 1 - 2 mm sowie eine anteriore - posteriore Translation von 65 - 100 mm (bei maximaler Innen- oder Außenrotation bzw. Abduktion oder Adduktion) bzw. eine superiore - inferiore Translation von 4 - 5 mm.

„Lehmann und Habermeyer teilen die Schulterschmerzen beim Überkopfathleten in ihrer Entstehung folgendermaßen ein:

- *Vordere Instabilität*
- *Hintere Instabilität*
- *Rotatorenmanschettenpathologie*
- *Mechanisches Outlet-Impingnment*
- *Funktionelles Impingnment*
- *vordere Instabilität*
- *Posterio-superiores Impingnment*
- *Pathologie der langen Bicepssehne*
- *Akromioclavikulargelenkspathologie*
- *Sternoclavikulargelenkspathologie*

(Lehmann, Habermeyer 1997)

Wird eine Insuffizienz der beim Tennis benötigten Muskeln festgestellt, so wird deutlich, welchen kompensatorischen Streß andere Muskeln erfahren, um die notwendige Stabilisation zu gewährleisten. Verliert ein sogenanntes „*force couple*“ (Kraftpaar), wie der M. trapezius und der M. serratus anterior seine benötigte Kontraktionskraft so kann dies weitreichende Folgen haben.

Aufgrund dieser Aspekte hat die ATP- Tour einen Preventive Shoulder Check-Up unter der Leitung von Krahl und Altcheck bereits 1993 ins Leben gerufen. Hierbei werden folgende Punkte überprüft: *„Atrophy Site; active/passive range of motion; focal areas of tenderness, stability tests, strength tests; signs of impingement“* (Krahl, Altchek et al 1993).

Diese Untersuchungen wurden im Nachwuchsbereich des Deutschen Tennis Bundes von Krahl et al. 1999 um einen ausführlichen Muskelfunktionstest mit Längen- und Krafttest ergänzt.

3. Handball

Handball ist geprägt von Dynamik und Tempo, vom schnellen Wechsel der Spielsituationen, von hohem körperlichen Einsatz, von Ballgefühl, Wurfkraft, Antizipation, Koordination und technisch- taktischem Verhalten (vgl. Hallmaier 1998, Jörgensen 1993). Die Risikofaktoren beim Handball können in externe Risikofaktoren, wie z. B. Bodenbelag, Schuhe, die Wettkampf- und Trainingsdichte und das Kollisionsrisiko und interne Faktoren wie konditionelle und koordinative Fähigkeiten, Technik und Taktik aufgeteilt werden. Frühere Verletzungen stellen ein eindeutiges Risiko dar. 80 - 90 % der Akutverletzungen treten während des Wettkampfes bzw. in wettkampforientierten Trainingseinheiten auf. Primär sind es Verletzungen der unteren Extremitäten in Form von Distorsionen, Kontusionen, Sehnen- und Bandverletzungen sowie Muskelverletzungen. Der Anteil der Verletzungen im Bereich der oberen Extremitäten ist entsprechend den Belastungen (ca. 50.000 Wurfbewegungen pro Jahr) vergleichsweise gering. (vgl. Leidinger et al. 1990)

3.1 Schulterverletzungen im Handball

Die häufigsten Akutverletzungen im Schultergelenk stellen Luxationen bzw. Subluxationen der Schulter, Sprengung des Schultereckgelenkes, Läsionen der Rotatorenmanschette und Bizepssehnenverletzungen.

An chronischen Schäden findet man AC- Gelenksarthrosen, posttraumatische Impingnementsyndrome mit degenerativen Rotatorenmanschettenveränderungen bei zunehmender ventraler Instabilität der Schulter, Omarthrosen und Bicepssehnenreizungen. (vgl. Hallmaier 1998)

PIEPER (1998) untersuchte 51 professionelle Handballspieler im Alter zwischen 18 und 39 Jahren hinsichtlich Schulterproblematiken. 38 Spieler hatten keine Schulterprobleme, 13 Spieler hatten chronische Schulterschmerzen. Der Retrotorsionswinkel des Humerus im Wurfarm war im Durchschnitt um 9,4° größer als auf der nicht dominanten Seite. Die Spieler mit chronischen Beschwerden hatten eine durchschnittliche humerale Retrotorsion im Wurfarm von 5,2°. Die humerale Retrotorsion kann als Anpassung an extensive externale Rotation im Wurftraining während der Wachstumsphase gesehen werden.

Prophylaktisch sollte bereits im Jugendbereich auf eine gezielte, individuell geplante Ganzkörperschulung geachtet werden. Ein Erlernen von handballspezifischen Dehn- und Kräftigungsübungen wie auch vor- und

nachbereitenden Übungen sollte bereits im Jugendbereich zur Routine zählen. Auf eine saubere Wurf- und Fangtechnik sollte geachtet werden, um so Schulterverletzungen zu vermeiden. Es empfiehlt sich, in den Trainingsalltag Fallübungen mit korrektem Abrollen, auch in wettkampfnahen Situationen, z. B. mit Gegenerkontakt, gezielt zu integrieren. Zusammmenfassend läßt sich sagen, daß der Individualisierung des Trainingsprozesses im Jugend-, Nachwuchs- und Erwachsenenbereich eine zentrale Bedeutung zukommt.

4. Rehabilitationsmanagement nach Schulterverletzungen

Bei Verletzungen im Bereich des Schultergelenkes und einer damit verbundenen Rehabilitationsmaßnahme ist eine Einteilung der Maßnahme in die klassische Früh- und Spätphase nicht mehr adäquat. In der moderne Rehabilitationsmedizin hat sich eine Einteilung in vier Phasen bewährt. In der Frühphase (Phase 1) findet eine Art rehabilitatives Vortraining mit Schmerzlinderung, Ödemresorption und Atrophieprophylaxe statt. Die Phase 2 kann als Muskelkrafttrainingsphase mit einer Muskelquerschnittsvergrößerung und einer Verbesserung der Ausdauer und Koordination bezeichnet werden.

Das funktionelle Muskelaufbautraining (Phase 3) mit einer Verbesserung der intra- und intermuskulären Koordination, der Bahnung funktioneller Bewegungsmuster und dem Aufbau reaktiver Kraftqualitäten geht fließend in die Phase 4, der arbeits-und sportartpezifischen Trainingsphase über. Hier werden ganz gezielt die erarbeiteten konditionellen und koordinativen Fähigkeiten auf alltags- und sportartspezifische Bedürfnisse umgesetzt und präventivmedizinische Aspekte gegen erneute Überlastung und Erkrankung definiert.

Das eigentliche bewegungstherapeutische Prozedere definiert sich im groben immer gleich. Die Belastungsnormativa werden durch den Arzt oder Operateur vorgegeben, die Beanspruchung wird von den behandelten Therapeuten festgelegt. Einige Bewegungsabläufe müssen bei Schulterverletzungen aufgrund biomechanischer Parameter einzeln angebahnt und trainiert werden, um später in eine Geamtbewegung integriert werden zu können.

Die methodische Reihe in der Schulterrehabilitation läuft über die Aufrichtung der Brustwirbelsäule, die Erarbeitung der interscapulären Spannung hin zu Adduktionsbewegungen zur Anbahnung der Depressoren des Humeruskopfes, innen- und außenrotatorische Beanspruchungsformen und Komplexbewegungen werden zur muskulären Absicherung integriert, bevor Abduktionsbewegungen zur Anwendung kommen.

Literatur

ARAG Sportversicherung 1992. Sportunfälle im Landessportbund NRW. Eigenverlag
Chandler, J. 1995. Exercise Training fot Tennis in Clin. Sports Med. Vol 14; 1
Degwert, R. 1998. Tennis, in: Klümper, A. 1998. Sporttraumatologie. Ecomed
Ellenbecker, T. S. 1995. Rehabilitation of shoulder and ellbow injuries in tennis players; in : Clin. Sport Med. Vol. 14; 1
Engelhardt, M. et al. 1997. GOTS - Manual Sporttraumatologie. Verlag Hans Huber
Ferrauti, A. et al 1997. Beanspruchungsprofil von Golf und Tennis aus gesundheitlicher Sicht; in: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin; 48, 7/8
Hallmaier, B. 1998. Handball, in: Klümper, A. 1998. Sporttraumatologie. ecomed
Internationale Handballregeln Deutscher Handballbund, Strobelallee 56, 44139 Dortmund
Jörgensen, U. 1993. Epidemiology of injuries in handball. 1st IHF- Congress on sportmedicine and handball, Oslo
Kibler, W. B. 1995. Biomechanical analysis of the shoulder during tennis activities, in Clin. Sports Med. Vol. 14,1
Kibler, W. B. 1995. Current concepts of shoulder biomechanics for tennis, in:
Krahl, H. et al. Tennis, sport and science, Rau
Krahl, H. et al. 1995. Tennis, sport and science, Rau
Krahl, H. 1995. Lumbar spine problems of professionell tennis players, in: Krahl, H.et al. Tennis, sport and science, Rau
Krahl, H. 1997. Stressreaktionen im Tennis; in Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 48; 3
Lehmann, M.; Habermeyer, P. 1997. Schulter, AC- und Strenoclavikulargelenk; in Engelhardt, M. et al.: GOTS - Manual Sporttraumatologie; Verlag Hans Huber
Leidinger, A., Gast, W., Pförringer, W. 1990. Traumatologie im Handballsport, in: Sportverletzungen, Sportschaden 4, 65- 68
Liesen, H. 1991. Bedeutung konditioneller Grundlagen im Tennissport; in: Küsswetter, W. et al: Tennis und Sportmedizin, Thieme
Pieper, H-G. 1998. Humeral torsion in the throwing arm of handball players, in: American Journal of Sports Med., Vol. 26, 2, 247- 253

Anschrift für die Verfasser:
Prof. Dr. med. Hartmut Krahl
Medical Park Chiemsee
Birkenallee 41
83233 Bernau

Stellenwert der Diagnostik mittels Kernspintomographie im Sport

Mittelmeier, W., Hof, N., Matter H.-P.

1 Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie/ Technische Universität München,
2 Klinik für Röntgendiagnostik/ Technische Universität München,
3 TÜV Product Service, München

Die Entwicklung der Kernspintomographie brachte in den letzten beiden Jahrzehnten eine wesentliche Verbesserung der diagnostischen Möglichkeiten in verschiedenen Bereichen der Medizin, aber auch besonders in der Erkennung und Beurteilung von Sportverletzungen.

Technische Grundlagen:

Die Kernspintomographie (**oder Magnetresonanztomographie= MRT**) beruht auf der Anwendung eines Magnetfeldes auf ein definierbares Körpersegment, wobei eine Ausrichtung der Atomkerne in Richtung des Magnetfeldes erfolgt. Durch ein hochfrequentes Magnetfeld kann ein bestimmter Gewebeanteil angeregt werden.
Die Signalintensität und das Abklingverhalten vermitteln Informationen über physikalisch-chemische Eigenschaften der Gewebebestandteile. Durch ein in allen drei Raumachsen einstellbares System von sog. Feldgradienten können Bilder errechnet werden.
Durch die **differenzierte Einstellung der Geräteparameter** können bestimmte Aspekte der Diagnostik herausgearbeitet werden, so z.B. Flüssigkeits- oder Fettgehalt des Gewebes.
Neben den sog. Hochfeldmagnet-Systemen (z.B. 1,5 Tesla Feldstärke) können heute auch kleinere und kostengünstigere **Niederfeld-Geräte** (z.B. 0,2 T) insbesondere für die Diagnostik von Extremitäten-Verletzungen erfolgreich eingesetzt werden. Dadurch wird die Verwendung der MRT auch in kleineren medizinischen Einrichtungen ermöglicht. In Vergleichsstudien neuerer Niederfeld- und Hochfeldgeräte konnten für bestimmte Verletzungen eine vergleichbare diagnostische Treffsicherheit ermittelt werden, z.B. für Kreuzbandläsionen (90%) und für Meniskusrisse (75-90%) (Kersting-Sommerhoff et al., 1995, Fortschr. Röntgenstr. 162: S.390-395).

Stellenwert der MRT:

Gegenüber der konventionellen Röntgen-Diagnostik bietet die MRT folgende **Vorteile:**

- Verfahren ohne Belastung durch Röntgenstrahlen, somit auch ein entscheidender Vorteil gegenüber der Computertomographie.
- Bessere Darstellung von Schädigungen oder Veränderungen im Weichgewebe, insbesondere von Sehnen, Gelenk-Kapseln und Muskeln.
- Erkennen von Arealen höheren Flüssigkeitsgehaltes und somit von Ödemen im Gewebe, so auch im Knochen, z.B. sog. „Bone bruise“ als Zeichen einer relevanten Stauchung des Knochen, welche im Röntgenverfahren nicht ausreichend erkennbar ist und Anlaß zur längeren Schonung eines Gelenks geben kann.

Nachteile der MRT bestehen in bislang höheren Kosten, einer längeren Einarbeitungsphase und im Vergleich zur Röntgentechnik schwierigeren Bildinterpretation.

Durch zahlreiche Studien ist in den letzten Jahren der Stellenwert der MRT für verschiedene Erkrankungen und Verletzungen unterschiedlicher Körperregionen erkannt und definiert worden.

Dies gilt im Zusammenhang besonders für Verletzungen von

- Schulter: Rotatorenmanschetten-Schädigung, Verletzung der Gelenkkapsel und des Labrums.
- Knie: Meniskusläsion, Knorpelschädigung im Sinne von abgesprengten Anteilen der Knorpeloberfläche (Flake) oder abgestorbenen Knorpel-Knochen-Segmenten (Osteochondrosis dissecans).
- Hand- und Ellenbogengelenk: Vor allem Verletzungen der Handwurzelknochen mit Bandschädigungen (z.B. Bonél et al., 1997, Radiologe 37: 785-793).
- Sprunggelenk: Knorpelschädigungen wie beim Kniegelenk. Bone bruise nach Stauchungen. Frische Bandverletzungen.
- Achillessehne.
- Bei Kindern zur Erkennung von verschiedensten Verletzungen der Wachstumsfugen und angrenzenden Gewebes. Besonders bei Kindern gewinnt die Diagnostik ohne Röntgenstrahlen einen hohen Stellenwert.

Eine weitreichende Übersicht über den diagnostischen Wert der MRT und entsprechende Studien wurde von D.W. Stoller (1997, Magnetic resonance imaging in orthopaedics & sports medicine, Lippincott-Raven) gegeben.

Spezielle Geräteeinstellungen wie z.B. die frequenz-selektive Fettunterdrückung (in Hochfeldgeräten), haben in den letzten Jahren die Möglichkeit zusätzlichen Informationsgewinns für die tägliche Praxis gezeigt und werden sicherlich in Zukunft Weiterentwicklungen erfahren.

Verbesserungen des Aussagewertes in der MRT erbrachten auch die Anwendungen spezieller **MRT-Kontrastmittel** (z.B. Gadolinium):

- Nach intravenöser Gabe eines solchen Kontrastmittels können über dessen Aufnahme im jeweiligen Gewebe u.a. Informationen über die Durchblutung bestimmter Areale gewonnen werden.
- Über die Einspritzung in eine Gelenkhöhle können Schädigungen von feinen Strukturen wie z.B. des Labrums in der Schulter meist besser festgestellt werden.

Ausblick:

Die MRT-Technologie ist heute bereits in der Diagnostik zahlreicher Sportverletzungen unverzichtbar geworden. Ihre Bedeutung wird durch vereinfachte Gerätebedienung, höhere Auflösung und geringere Erstehungskosten sicherlich in den nächsten Jahren weiter zunehmen. Gerade angesichts der sich wandelnden und immer besseren apparativen Möglichkeiten wird jedoch die fortwährende Schulung der Ärzte in Indikationsstellung und Auswertung der MRT-Technik um so mehr eine wesentliche Voraussetzung für deren diagnostischen Erfolg darstellen.
Eine zusätzliche Bedeutung wird die MRT künftig durch deren Einbindung in die Planung und sog. Navigation im Rahmen operativer Eingriffe erfahren. MRT kann dann als virtuelle räumliche Orientierungshilfe in Weichgewebeanteilen und Knochen das Vorgehen während Operationen entscheidend verbessern.

Abbildungen:

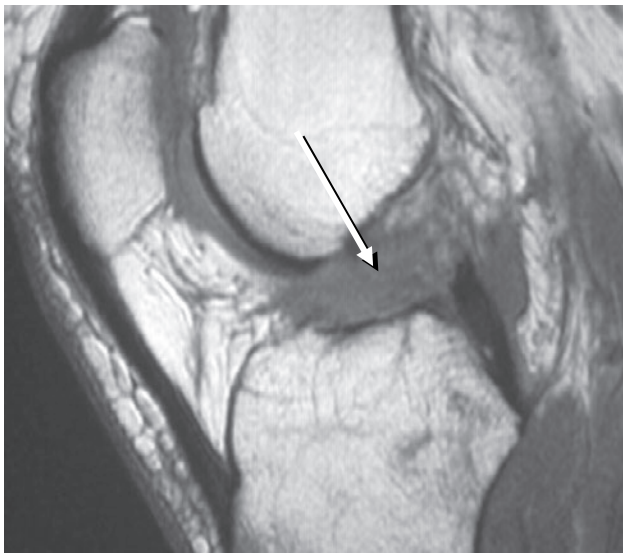


Abb1a:
Komplette Ruptur des vorderen Kreuzbandes (Hochfeldsystem, 1.5T)

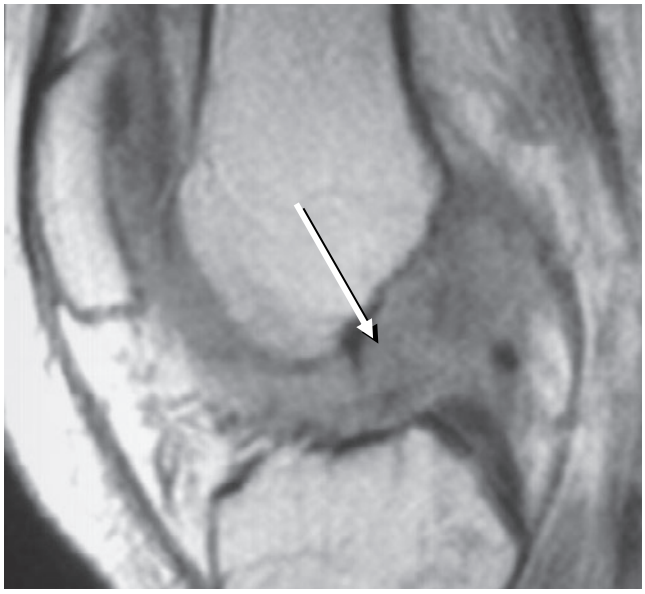


Abb1b:
Komplette Ruptur des vorderen Kreuzbandes (Niederfeldsystem, 0.2 T)



Abb.2:

„Bone bruise“ (Knochenkontusion) am latero- und mediodorsalen Tibiaplateau (Niederfeldsystem 0.2 T; fettunterdrückte T2-gew. SE)

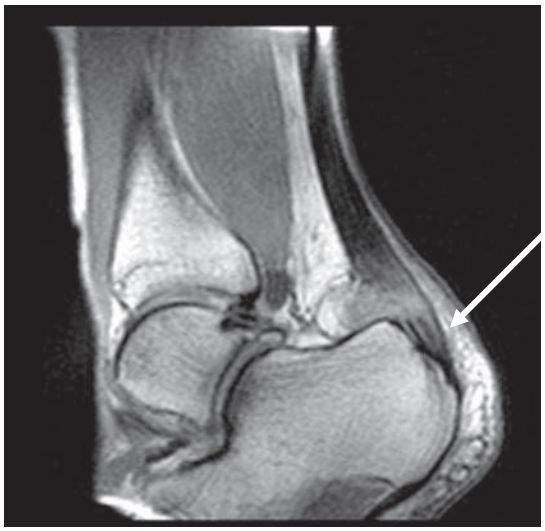


Abb.3a:

Subtotale Ruptur der Achillessehne ansatznah (T1 gew. SE; Niederfeldsystem, 0.2T)

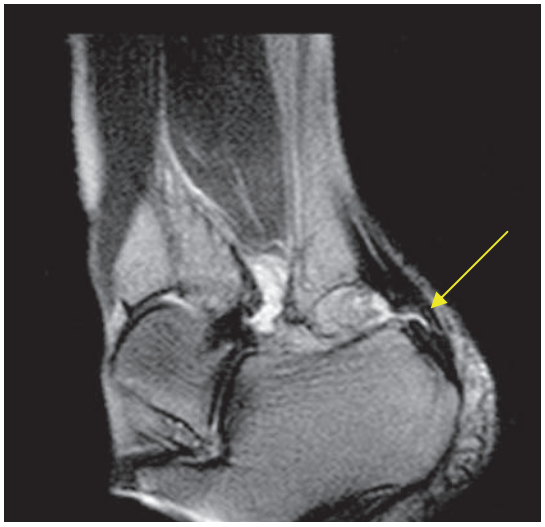


Abb.3b:

Subtotale Ruptur der Achillessehne ansatznah (T2 gew. SE; Niederfeldsystem, 0.2T)

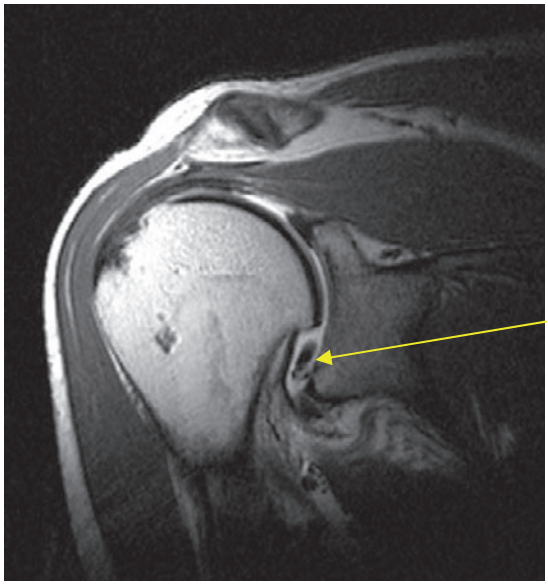


Abb.4:

Z.n. Schulterluxation mit traumatischer Ablösung des unteren und vorderen Labrums. T1-gew. SE nach Füllung des Schultergelenkes mit einer verdünnten Kontrastmittellösung (0.2 mmol i.a. Gadolinium)

Anschrift für die Verfasser:
Priv. Doz. Dr. med. Wolfram Mittlemaier
Technische Universität München
Klinik für Orthopädie und Sportorthopädie
Ismaninger Strasse 22
81675 München

Safer Skating – ein Weg zum sicheren Inline Skating

Schaar, B., Jaeschke, R., Platen, P.

Deutsche Sporhochschule Köln

Einleitung

Inline Skating stellt hohe Anforderungen an die körperliche Leistungsfähigkeit, die physiologische und orthopädische Situationen des Körpers sowie die motorischen Hauptbeanspruchungsformen und kognitiven Dimensionen (wie Aufmerksamkeit, Antizipation, Reaktion etc.) umfassen. Häufige Diskussionen stellen die Gefahren und die resultierenden Verletzungen beim Inline Skating dar. Hautabschürfungen sowie Frakturen werden täglich medizinisch ver-sorgt (vgl. Hilgert et al. 1996, Jerosch et al. 1997). Wissenschaftliche Untersuchungen zeigen, dass leicht Geschwindigkeiten zwischen 20 und 30 km/h erreicht werden können, obwohl angemessene Brems-techniken nicht verfügbar sind (vgl. Schaar/Platen 1997; Thomson/ Rivara 1996).

Die eigentliche Sturzursache bei „Freizeit Inline Skatern“ ist fast immer ein Gleichgewichtsverlust beim Bremsen. Auf Grund der hohen Geschwindigkeiten lässt sich auch der große Anteil an Frakturen erklären. Auch ernste Schädelverletzungen insbesondere bei Kindern sind aufgetreten. Die Untersuchungen zeigen, dass sich der „Freizeit Inline Skater“ nicht ausreichend schützt, obwohl bekannt ist, dass Inline Skating erhebliche Verletzungen mit Folgeschäden hervor-rufen kann. Prophylaktisch ist eine ausreichende Schutzkleidung bestehend aus Helm, Handgelenks-, Ellbogen- und Knieprotektoren unbedingt erforderlich. Ebenfalls ist eine ausreichende Schulung mit einer angepassten methodischen Vorgehensweise unerlässlich. Gerade das Bremsen und das sichere sowie gelände-angepasste Fahren stellen die Basis zum erfolgreichen Inline Skating dar (vgl. Hackl et al. 1997; Hilgert et al. 1996; Jerosch et al. 1996; 1998; Largiader et al. 1998). Erfahrungen im Bereich „physiologische Belastungen beim Inline Skating“ zeigen, dass ein adäquates und moderates Ausdauertraining mit Inline Skates durchführbar ist (vgl. Schulz et al. 1996; Hottenrott 1998; Snyder et al. 1993).

1. Projektidee

Die vorliegenden Ergebnisse zu den Verletzungen und deren Häufigkeiten beim Inline Skating fordern den Bedarf an Kurs-angeboten zum Erlernen und Optimieren einer sicheren technischen Ausführung. Verschiedene Angebote und methodische

Vorgehens-weisen sind publiziert (vgl. Nagel 1997; Pappert/Sindinger 1996; Rappelfeld 1994; Sauter 1996), wobei Evaluationen bisher wenig Berücksichtigung fanden.

Durch das Lernen in „kleinen Schritten“ und dem Tragen der Schutzausrüstung (Handgelenks-, Knie-, Ellenbogenprotektoren und Helm) kann das Inline Skating sicher vermittelt werden. Auch die objektive und subjektive Qualität der Inline Skates (Rollen, Lager, Stopper, Passform etc.) tragen zur Sicherheit bei. Die Projektidee „Safer Skating“ beinhaltet ein Konzept und eine Überprüfung der Effekte bei Anfängerkursen.

2. Fragestellungen

Die übergeordneten Fragestellungen der Untersuchung be-rücksichtigen die Effekte eines methodischen Wegs zum Erlernen des sicheren Inline Skatings.

3. Experimentelles Design

Grundlage der praktischen Vorgehensweise bildete die Überprüfung eines Anfängerkurses, der offen organisiert war. Das Trainings-angebot umfasste 10 Trainingseinheiten mit einer Dauer von 2 Stunden pro Woche über einen Zeitraum von 6 Wochen. Die Teilnehmer konnten die Trainingstermine kurzfristig und frei wählen. Empfohlen wurde eine Teilnahmehäufigkeit von mindestens 2 mal pro Woche. Die Untersuchungen sind im Prä-/Posttest-Design angelegt. Die folgende Abbildung zeigt das experimentelle Design.

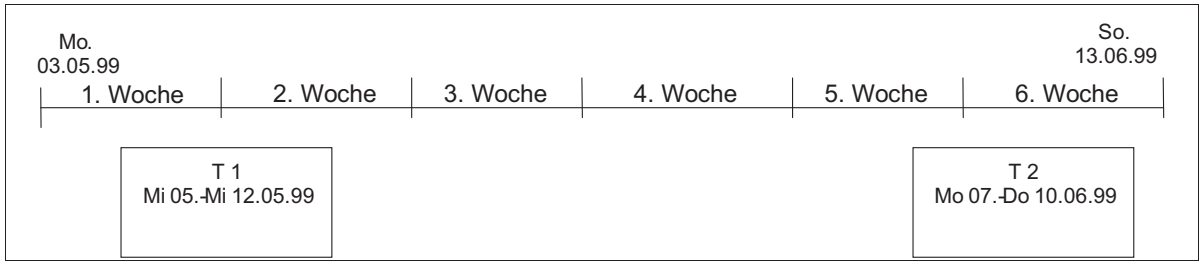


Abbildung 1: Experimentelles Design (T1 – Praetest, T2 – Posttest)

3.1 Untersuchungsinstrumentarien

Zur Überprüfung des technischen Fahrkönnens wurde eine inline-skating-spezifische Testbatterie zusammengestellt, die Aufgaben zur Bewältigung von Alltagsanforderungen beinhalteten. Auf Grund der zeitlichen Realisierung fand eine Aufgabenreduktion mit der praktischen Umsetzung des Bremsens Berücksichtigung. Das An-forderungsprofil des Bremsvorgangs umfasst

koordinative Elemente (insbesondere Gleichgewicht wie „Fahren auf einem Bein“, Gewichtsverlagerung), Kraft zur Umsetzung des Bremsvorgangs und Körperspannung zum Verhindern von rotierenden Bewegungen.
Die Aufgabe des Bremstests war es, auf einer vorgegebenen Strecke mit einer selbstgewählten Geschwindigkeit zu skaten und nach einem visuellen Signal schnellst möglich zum Stehen zu kommen. Ein Lichtschrankensystem erfasste die Geschwindigkeit. Gemessen wurde die Geschwindigkeit (in Kilometer pro Stunde) und der Bremsweg (in Metern). Die folgende Abbildung zeigt den Testaufbau.

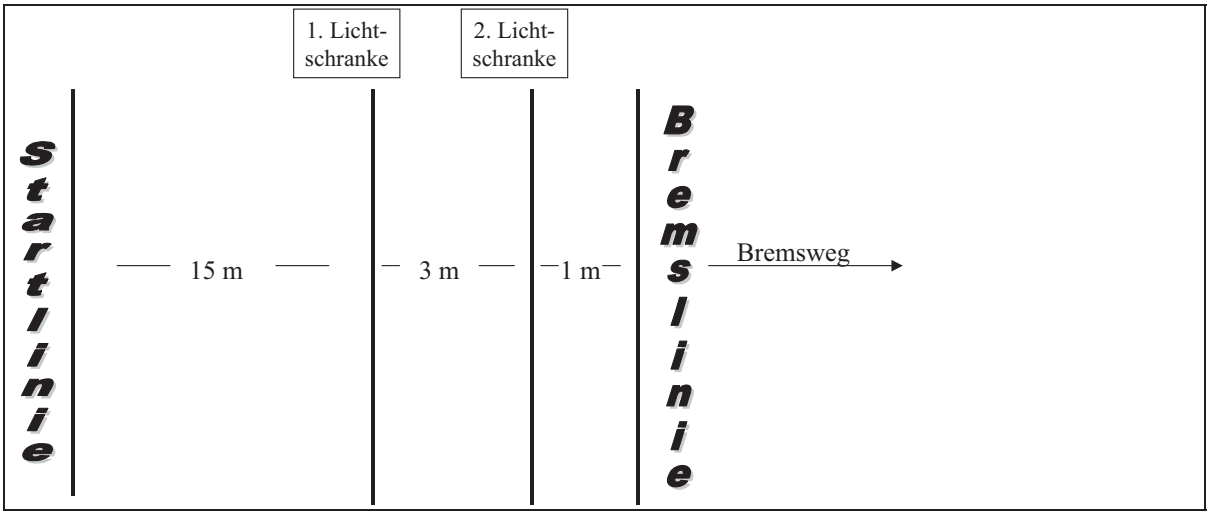


Abbildung 2: Testaufbau

3.2 Stichprobe

Die Stichprobe setzte sich aus insgesamt 316 Kölner Bürgern zusammen, die sich auf Grund einer Pressemitteilung gemeldet hatten. Davon waren 221 weiblich und 95 männlich. Das Alter betrug 39,2 Jahre (± 10,4; Min 17; Max 70). 77 Versuchspersonen im Alter von 40,0 Jahren (± 11,1; Min 17; Max 70), 27 Männer und 50 Frauen haben am Bremstest zu den Testzeitpunkten T1 und T2 teilgenommen. Es kann davon ausgegangen werden, dass die Teilnehmer ein hohes Interesse am Erlernen des Inline Skatings vor Beginn des Programms hatten.

4. Inhalte

Die methodische Vorgehensweise „Safer Skating“ hat übergeordnet das Ziel, schnell zum sicheren, anspruchsvollen und abwechslungs-reichen Inline Skating mit allen Erlebniswerten zu kommen. Ein Schwerpunkt bildet das Tragen der Protektoren, Protektorenge-wöhnung und effektives Bremsen. Die Geländeauswahl beim Üben und Trainieren (Achtung bei abschüssigem Gelände, ungünstiger Bodenbeschaffenheit) muss besonders beachtet werden. Die Zusammenstellung der Übungen ist dem Könnensstand der Teilnehmer individuell anzupassen und zu modifizieren. In der praktischen Umsetzung sollte die sportliche Biographie,

sportliche Vorerfahrungen mit Inline Skating verwandten Sportarten (wie Skifahren, Eislaufen usw.) sowie das Alter der Teilnehmer Berücksichtigung finden.
Die sich ständig verändernden Bedingungen beim Inline Skating erfordern mindestens eine sichere Bremstechnik und variable Verfügbarkeiten für mögliche Ausweichmanöver. Gerade um Ängste zu reduzieren und ein sicheres Empfinden zu erlangen, bildet das Bremsen die Grundlage der methodischen Vorgehensweise. Das Konzept „Safer Skating“ ist phasisch in BASICS I und BASICS II: SPECIALS strukturiert. Diese Phasen beinhalten die technischen Grundlagen und im Bereich SPECIALS die möglichen Endformen (wie Fahren im freien Gelände). Die Vorgehensweise basiert auf der Betrachtung des sportartspezifischen Anforderungsprofils und den Prinzipien „vom Leichten zum Schweren“, „vom Bekannten zum Unbekannten“. Die folgende Abbildung stellt den methodischen Aufbau des Lernwegs zum sicheren Inline Skating dar.

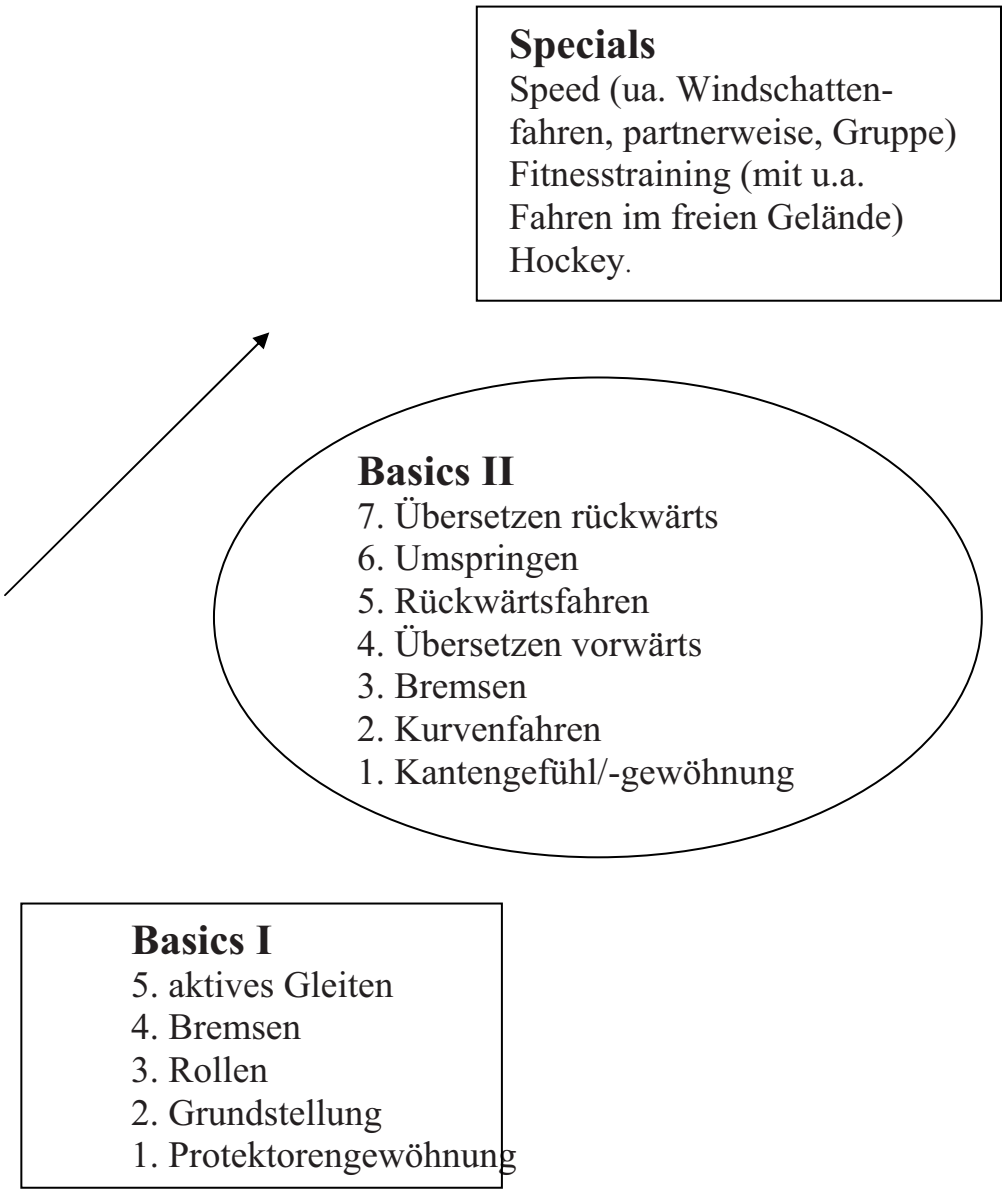


Abbildung 2: Methodische Vorgehensweise „Safer Skating“

5. Ergebnisse

Die Trainingshäufigkeiten der Teilnehmer betrug 1,3 (± 0,96) frei gewählte Trainingseinheiten pro Woche, wobei eine Trainingseinheit 2 Stunden (120 Minuten) entsprach. Am Ende des Programms hat die Trainingshäufigkeit überdurchschnittlich abgenommen.

Nach der Teilnahme am Anfängerkurs lässt sich deutlich eine Verbesserung des Bremswegs nachweisen. Eine geschlechts-spezifische Betrachtung zeigt folgende Ergebnisse: bei gleicher Anfahrtsgeschwindigkeit verkürzten die Frauen ihren Bremsweg im Mittel um 2 Meter. Die Männer steigerten ihre Anfahrtsgeschwindigkeit um 2 km/h und verlängerten ihren Bremsweg um 0,6 Meter. Die folgende Abbildung zeigt eine geschlechtsspezifische Betrachtung der Anfahrtsgeschwindigkeit.

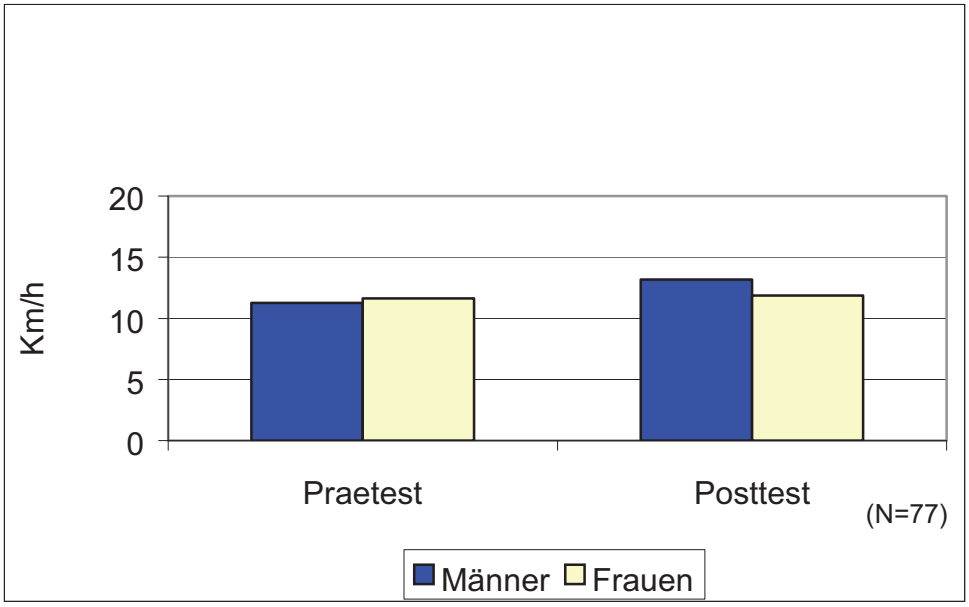


Abbildung 3: Geschlechtsspezifische Betrachtung der Anfahrtsgeschwindigkeit (Männer: n = 27; Frauen: n = 50)

Während des Praetests betrug die Anfahrtsgeschwindigkeit der Männer im Mittel 11,3 km/h (± 2,8), während des Posttests 13,2 km/h (± 1,8). Zum Testzeitpunkt T1 wählten die Frauen eine Geschwindig-keit von 11,7 km/h (± 2) und zum Testzeitpunkt T2 11,9 km/h (± 2,7). Die folgende Abbildung stellt eine geschlechtsspezifische Betrachtung des Bremswegs dar.

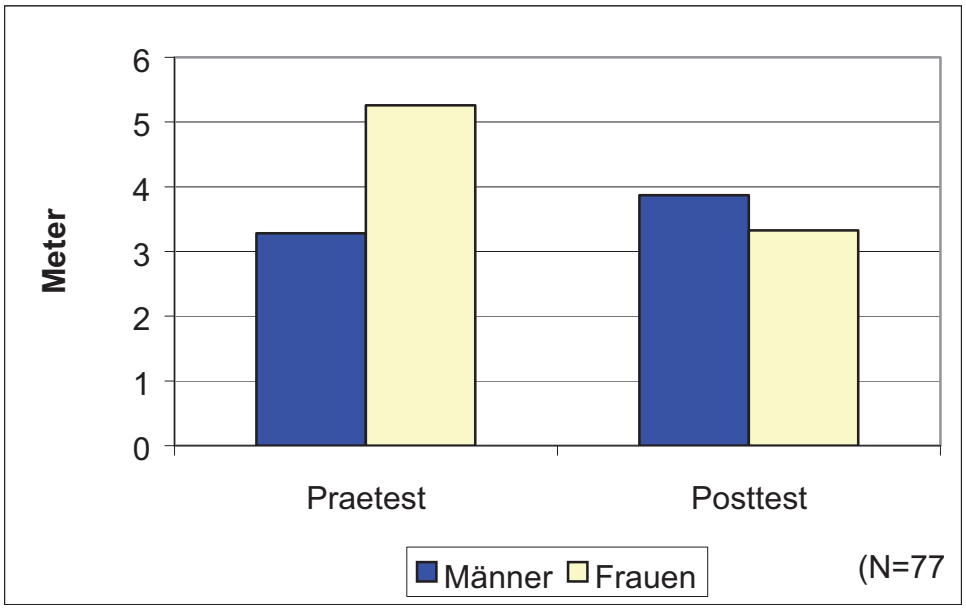


Abbildung 4: Geschlechtsspezifische Betrachtung des Bremswegs (Männer: n = 27; Frauen: n = 50)

Zu Beginn des Programms wurde ein Bremsweg der Männer im Mittel mit 3,3 Meter (± 1) gemessen, am Ende 3,9 Meter (± 1). Die Frauen benötigten innerhalb des Praetests einen Bremsweg bis zum Stillstand von 5,3 Meter (± 3,4), beim Posttest 3,3 Meter (± 1,2). Die negative Beschleunigung hat sich sowohl bei den Männern als auch bei den Frauen von Testzeitpunkt T1 zu T2 verbessert.

6. Diskussion

Die Anzahl der Teilnehmer am Projekt gibt Hinweise zur Attraktivität der Sportart „Inline Skating“. Die geschlechtsspezifische Verteilung bestätigt die Annahme, dass Frauen eher an organisierten Sportangeboten partizipieren. Von der gesamten Stichprobenanzahl (N = 316) haben 77 Versuchspersonen am Bremstest vor und nach der Treatmentphase (T1 und T2) teilgenommen. Die Anforderungen an die Testdurchführung setzt ein dem Test angemessenes Fahrkönnen voraus, über die die Teilnehmer zum Testzeitpunkt T1 teilweise nicht verfügten. Am Ende des Programms haben alle Anwesenden den Bremstest durchgeführt.

Die Ergebnisse zeigen, dass sich nach dem Anfängerkurs ein verbessertes Bremsvermögen eingestellt hat. Während des Anfängerkurses sind keinerlei Unfälle mit Verletzungen aufgetreten. Die methodische Vorgehensweise „Safer Skating“ trägt zentral zur Sicherheit und zum Lernerfolg bei. Die Ergebnisse unterstützen die Forderungen vorliegender Studien, die als Grund für Verletzungen das mangelnde Bremsvermögen und die Nicht-Teilnahme an Kursen sehen (vgl. Hackl et al. 1997; Hilgert et al. 1996; Jerosch et al. 1996 und 1998; Largiader et al. 1998). Insgesamt kann gesagt werden, dass innerhalb von 8 – 12 Stunden unter einer strukturierten methodischen und qualifizierten Anleitung und das Tragen der kompletten

Schutzausrüstung das Inline Skating sicher erlernt werden kann, um ein Fahren im freien Gelände zu ermöglichen.

7. Literatur

Hackl W., Benedetto K.P., Hausberger K. & Fink Ch. (1997). Verletzungsmuster beim In - line – Skating: In: Sportorthopädie – Sporttraumatologie (13) 2, 104-107

Hilgert R.E., Dallek M., Radonich H. & Jungblut K.H. (1996). Das Verletzungsmuster beim Inline – Skating, Verletzungsmechanismen und Prävention. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin (47) 11/12 573-576

Hoffmann M.D., Jones G.M., Bota B., Mandli M. & Clifford P.S. (1992). In-line skating: physiological responses and comparisons with roller skiing. In: International Journal of Sportsmedicine 13 S. 137-144

Hottenrott, K. (1998). Ausdauertrainer Inline Skating. Reinbek: Rowohlt

Jerosch J., Heidjan J. & Thorwesten L. (1998) Verletzungsmuster und Akzeptanz von passiver sowie aktiver Verletzungsprohylaxe bei Inline Skatern. In: Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 49 (1), 3-8

Jerosch J., Heidjann J., Linnenbecker S. & Thorwesten L. (1996). Defizite in der Verletzungsprophylaxe beim Inline – Skating. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin (47) 11/12, 570-573

Nagel, V. & Hatje, T. (1997). Inline-Skating: Das Handbuch. Berlin: Sportverlag.

Nagel, V. (Hrsg.) (1998). Inline Skating. „Neue“ Bewegungskultur sportwissenschaftlich analysiert. Hamburg: Czwalina

Pappert, G. & Sindinger, K. (1996). In-Line-Skating. Sicher, schnell und mühelos. München: BLV

Rappelfeld, J. (1994). In-Line-Skating / Rollerblading. Reinbeck bei Hamburg: Rowohlt

Sauter, U. (1996). In-Line Skating: Ausrüstung, Techniken, Fahrpraxis. Niedernhausen/Ts: Falken.

Schaar B. & Platen P. (1997). Untersuchungen zu Herzfrequenz- und Laktatverhalten bei einem Inline Skating. Unveröffentliche Studie: Deutsche Sporthochschule Köln

Schaar, B., Platen, P., & Kaisser, M. (1998). „SITA“ – Schwimmen und Inline Skating für Teens mit chronischen Atemwegsbeschwerden. Forschung-Innovation-Technologie 1/1998 und 2/1998, Deutsche Sporthochschule Köln

Schieber R.A.,Branche-Dorsey C.M., Ryan G.W., Rutherford G.W., Stevens J.A., & O´Neil J. (1996). Risk factors for injuries from In-line Skating and the effectivness of saftey gear. The New England Journal of Medicine (28),335, 1630-1635

Schulz H., Reiffer S.& Heck H. (1996). Inline–Skating als Ausdauertraining. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin 47 (11/12), 576-577

Snyder, A.C., O´Hagen, K.P., Clifford, P.S., Hoffmann, M.D. & Foster, C. (1993). Exercise responses to In-Line Skating: Comparisons to Running and Cycling. International Journal of Sports of Medicine 14 (1), 38-42.
Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P. & Eid, M. (1994). Testtheoretische Analysen des Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens (MDBF). Diagnostica 40, 320-328.
Steyer, R., Schwenkmezger, P., Notz, P. & Eid, M. (1994a). Handanweisung zum Mehrdimensionalen Befindlichkeitsfragebogens. Vorabdruck des Manuels zum MDBF. Göttingen: Hogrefe.
Thompson, R.S. & Rivara, F.P. (1996). Protective Equipment for In-Line Skates. In: The New England Journal of Medicine 28, (335), 1680-1681
Vieweg, K. (1998). Inline Skating – Rechtssachen, Rechtslage und Reformbedarf. Neue Zeitschrift für Verkehrsrecht 11 (1), 1-7.
Wallick M. E., Porcari J.P., Wallick S.B., Berg K.M., Brice G.A., & Arimond G.R. (1995). Physiological responses to in-line Skating compared to treadmill running. In: Medicine and science in sports and exercise 27 (2), 242-248

Anschrift für die Verfasser:
Dr. Bettina Schaar
Deutsche Sporthochschule
Carl-Diem-Weg 6
50933 Köln

Verletzungen bei Fitness-Skatern

Schulz, H., Heck, H.

Lehrstuhl für Sportmedizin, Ruhr-Universität Bochum

Inline-Skating ist die Sportart mit den weltweit rasantesten Zuwachsraten in den 90er Jahren. Die Begeisterung für die „in einer Linie“ angeordneten Rollen wuchs zu Beginn dieses Jahrzehnts besonders in den USA. In den letzten vier Jahren stieg auch in Deutschland die Zahl der Inline-Skater deutlich an. Während 1993 nach Angaben der Gesellschaft für Konsumforschung nur etwa 370.000 Skater diesen Sport betrieben hatten, wird die Anzahl derzeit auf etwa 11-12 Mio. geschätzt. Während es zu Beginn des Booms fast ausschließlich Kinder und Jugendliche waren, breitet sich die Inline-Faszination nun auch immer mehr unter den Erwachsenen aus.

So empfehlenswert das Inline-Skaten aus sportmedizinischer Sicht ist, es kommt bei der Ausübung dieses Sports zu Verletzungen. Inline-Skating gilt als eine Sportart mit hohem Verletzungsrisiko, was hauptsächlich auf dem Datenmaterial der Unfallkrankenhäuser basiert [1, 3], wo in der Regel nur die schweren Verletzungen behandelt werden, so dass die leichteren Verletzungen, die ambulant versorgt werden, und Inline-Skater, die sich nicht verletzt haben, in diesen Statistiken keine Berücksichtigung finden.

Aufgrund der unterschiedlichen Belastungsstruktur ist für die einzelnen Inline-Disziplinen ein anderes Verletzungsrisiko zu erwarten. Aggressive-Skater nehmen bei ihren Sprüngen und Figuren bewußt ein höheres Sturz- und Verletzungsrisiko auf sich, und beim Inline-Hockey treten zusätzliche Risiken durch Gegner- und Schlägerkontakte in Zweikampfsituationen auf. Daher ist es sinnvoll, das Verletzungsrisiko beim Inline-Skaten nicht pauschal, sondern in den einzelnen Disziplingruppen getrennt zu untersuchen.

Um die Verletzungshäufigkeit der Fitness-Skater (oder Ausdauer-Skater) zu untersuchen, wurden von uns insgesamt 485 Skater mit einem standardisierten Fragebogen erfaßt. Das Untersuchungskollektiv setzte sich aus 186 Jugendlichen (Alter zwischen 12 bis unter 18 Jahren) und 299 Erwachsenen (18 Jahre und älter) zusammen. Die Mehrzahl der Jugendlichen war 13 – 16 Jahre (87%), die erwachsenen Inline-Skater überwiegend unter 35 Jahre alt (84%). Es wurden Angaben zur Dauer und Häufigkeit des Inline-Skatens, Sturzhäufigkeit, Verletzungsart und -lokalisation, zu den beherrschten Skatetechniken sowie zum Tragen von Protektoren und Brillen bzw. Kontaktlinsen gemacht.

Inline-Skater, die zusätzlich zum Ausdauersport noch im Bereich Aggressive (Halfpipe, Street) oder im Inline-Hockey aktiv waren, wurden in der Auswertung nicht berücksichtigt.

Von den befragten Inline-Skatern gaben 8% eine Verletzung an, bei der eine ärztliche Behandlung notwendig war. Bei den Jugendlichen (11,8%) traten mehr ärztlich behandelte Verletzungen auf als bei den Erwachsenen (5,7%). Der größere Anteil der Verletzten bei den Jugendlichen erklärt sich durch die längere Dauer, die diese auf den Inline-Skates aktiv sind (durchschnittlich 10,3 gegenüber 3,6 h pro Woche).

Werden die Verletzungen auf eine gleiche Dauer der Sportaktivität bezogen, liegt das Verletzungsrisiko der Erwachsenen deutlich über dem der Jugendlichen (0,37 gegenüber 0,16 ärztlich behandelte Verletzungen pro 1000 Skatestunden). Dieser Unterschied läßt sich neben der größeren Körpermasse der Erwachsenen und der damit verbundenen größeren kinetischen Energie beim Sturz auch darauf zurückführen, dass Erwachsene Bewegungen schlechter erlernen, und die Qualität der Bewegungskoordination dann oft nicht das Niveau erreicht, wenn Bewegungen bereits im Kindes- oder Jugendalter erlernt werden.

Tab. 2: Verletzungshäufigkeit bei jugendlichen (n=186) und erwachsenen Ausdauerskatern (n=299). Die stationären Verletzungen sind wegen zu geringer Fallzahl für Jugendliche und Erwachsene gemeinsam aufgeführt.

	Jugendliche	**Erwachsene**
Verletzungen (%)	16	8
ärztlich behandelte Verletzungen (%)	11,8	5,7
ärztlich behandelte Verletzungen (pro 1000 Skatestunden)	0,16	0,37
stationär behandelte Verletzungen (%)	1,2	

Beim Vergleich der Verletzungshäufigkeit mit anderen Sportarten liegt das Fitness-Skaten mit 0,24 ärztlich behandelten Verletzungen pro 1000 Stunden (Jugendliche und Erwachsene zusammen) deutlich hinter den Mannschaftssportarten Handball und Basketball (1,2/1000 h), Fußball (1,0/1000 h) sowie Volleyball (0,9/1000 h), die aufgrund der Zweikampfsituationen ein höheres Verletzungsrisiko aufweisen [1]. Die Verletzungshäufigkeit liegt aber mit an der Spitze der Individualsportarten etwa in der Größenordnung des Alpinen Skilaufs (0,3/1000 h) [1]. Ähnlich hoch ist auch die Verletzungsrate bei Aggressive-Skatern mit 0,31 pro 1000 Stunden [5].

Die meisten Verletzungen waren an den Beinen lokalisiert. Dabei handelte es sich überwiegend um Weichteilverletzungen wie Schürfwunden oder Prellungen (Abb. 1). Die schweren Verletzungen fanden sich mit einem Anteil von 72,7% Frakturen an den oberen Extremitäten, was den Befunden aus Unfallkrankenhäusern entspricht.

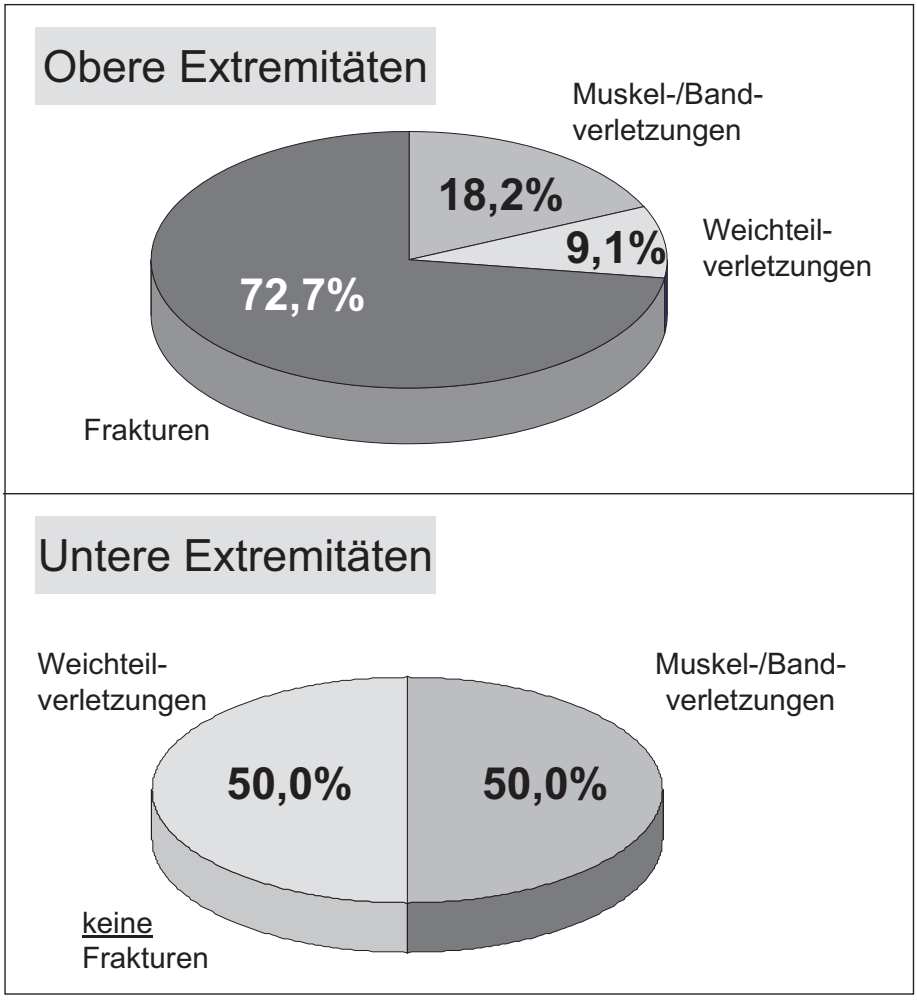


Abb. 1: Art der Verletzungen an den oberen und unteren Extremitäten.

Bemerkenswert ist der relativ hohe Anteil an Kopfverletzungen (17,9%). Obwohl bei den Stürzen nur sehr selten der Kopf betroffen ist (ca. 1%), ist die Wahrscheinlichkeit, sich dabei eine schwerwiegende Verletzung zuzuziehen, größer als bei den anderen Körperteilen. Dies unterstreicht die Notwendigkeit, einen Helm zu tragen. Bei 11% der ärztlich versorgten Verletzungen war eine stationäre Behandlung mit einer durchschnittlichen Dauer von 6 Tagen erforderlich.

Durch einige präventive Maßnahmen kann das Verletzungsrisiko beim Inline-Skaten reduziert werden:

Die Grundtechniken des Inline-Skatens, insbesondere das Bremsen, wird von vielen Skatern nicht ausreichend beherrscht Etwa ein Viertel der Inline-Skater bremsen durch Festhalten z. B. an Geländern, Ampeln, Laternen. Auch das Fallen (7%) wurde relativ häufig als Notstop angewendet.

Daher ist es unbedingt erforderlich, das Inline-Skaten unter fachkundiger Anleitung zu erlernen, wie auch beim Skilaufen die ersten „Gehversuche“ in einer Skischule absolviert werden. Nur so lassen sich Kompetenzen erwerben, die notwendig sind, um Situationen zu „meistern“, in denen sich die Inline-Skater häufig unsicher fühlen: abschüssiges Gelände, unebener Untergrund, enge Kurven und im Straßenverkehr.

Dennoch lernen bisher nur etwa 3% das Inline-Skaten unter fachkundiger Anleitung. Die Technik des Inline-Skatens bringen sich die Erwachsenen (73%) und die Jugendlichen (65%) überwiegend selbst bei, zum Teil mit der Hilfe von Freunden (Erwachsene 24%, Jugendliche 34%).

Daher ist es auch nicht verwunderlich, daß 58% der Verletzungen der erwachsenen Inline-Skater sich innerhalb der ersten 6 Monate ereignen, während das Verletzungsrisiko bei den Jugendlichen möglicherweise aufgrund der günstigeren Voraussetzungen für das Erlernen von Bewegungen unabhängig von der Skateerfahrung ist.

Durch das Tragen einer kompletten Schutzausrüstung (Helm, Handgelenk-, Ellenbogen- und Knieschützer) kann das Verletzungsrisiko verringert werden. Die Schutzausrüstung ist für die richtige Falltechnik eine notwendige Voraussetzung. Dennoch tragen 32% der jugendlichen und 14% der erwachsenen Inline-Skater gar keine Schutzausrüstung. Am häufigsten werden von Erwachsenen die Handgelenkschützer benutzt (Abb. 2), sicherlich beeinflußt von Meldungen in den Medien, daß die meisten Verletzungen an diesem Gelenk auftreten. Schon deutlich seltener werden die anderen Schützer getragen.

Sehr bedenklich ist gerade im Hinblick auf die bereits erwähnten Kopfverletzungen, die geringe Bereitschaft einen Helm zu tragen: Fast alle Erwachsene (97,3%) tragen keinen Helm, bei den Jugendlichen ist die Tragequote zwar höher (9,7%), aber immer noch unzureichend.

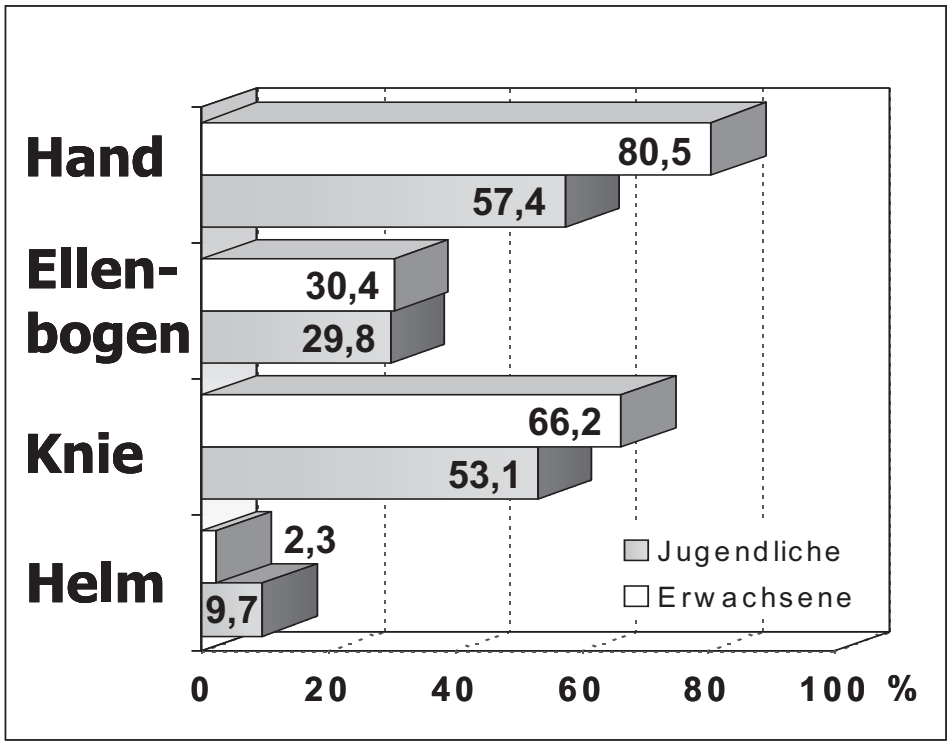


Abb. 2: Tragehäufigkeit der Schutzausrüstung bei jugendlichen und erwachsenen Fitness-Skatern.

Als wesentliche Gründe, warum die Schutzausrüstung nicht oder nur unvollständig getragen wird, werden genannt: Die Schutzausrüstung stört (56%), 34% der Inline-Skater fühlen sich sicher genug – was allerdings nicht immer mit deren skatetechnischen Fähigkeiten korreliert (s. o.) – und für 22% sind die Kosten zu hoch. Während 23% der Jugendlichen das „Aussehen mit Schützer“ als Hinderungsgrund angeben, ist dies für die Erwachsenen ohne Bedeutung.

Beim Inline-Skaten sollte eine Fehlsichtigkeit durch eine Brille bzw. Kontaktlinse ausgeglichen werden. 38,2% der erwachsenen und 22,4% der jugendlichen Inline-Skater gaben an, fehlsichtig zu sein. Davon trugen 12,5% (Erwachsene) und 50% (Jugendliche) keine Visuskorrektur beim Skaten. Dadurch können diese Inline-Skater Bodenunebenheiten oder Hindernisse möglicherweise nicht richtig erkennen und sich durch einen unerwarteten Sturz eine schwere Verletzung zuziehen.

Inline-Skating ist eine abwechslungsreiche und vielseitige Sportart, die viele Menschen unterschiedlichen Alters zu mehr körperlicher Aktivität motiviert. Als Ausdauertraining ist Inline-Skating eine reizvolle Alternative zu anderen Sportarten. Regelmäßiges Inline-Skaten läßt gesundheitlich vorteilhafte Wirkungen erwarten, was aus sportmedizinischer Sicht positiv zu bewerten ist. Die für eine Individualsportart hohe Verletzungsrate kann durch konsequent genutzte präventive Maßnahmen (Schulung der Inline-Basistechniken, Tragen der kompletten Schutzausrüstung, Korrektur einer Fehlsichtigkeit durch Brille bzw. Kontaktlinsen) reduziert werden.

Literatur

1. **Henke T., Gläser H.:** Die Risikobewertung der verschiedenen Sportarten. Epidemiologie von Sportverletzungen. In: Bergler R: Irrationalität und Risiko. Köln 2000, 300-307.
2. **Hilgert R. E., Dallek M., Radonich H., Jungbluth K. H.:** Das Verletzungsmuster beim Inline-Skating, Verletzungsmechanismen und Prävention. Dtsch. Z. Sportmed. 47, 574-576, 1996.
3. **Nagel V., Hatje T.:** Inline-Skating. Sport-Verlag, Berlin 1997.
4. **Schieber R. A., Branche-Dorsey C. M., Ryan G. W**.: Comparison of in-line skating injuries with rollerskating and skateboard injuries. JAMA 271, 1856-1858, 1994.
5. **Schulz H., Reiffer S., Heck H.:** Verletzungen bei Aggressive Inline-Skatern. Vortrag Inline-Skate Kongress, Hamburg 1999, im Druck.

Anschrift für die Verfasser:
Priv. Doz. Dr. med. Henry Schulz
Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Sportmedizin
Overbergstraße 19
44780 Bochum

Nationale Präventionskampagne im Bereich Inline-Skating

I protect myself

Brügger, O.

Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu
Abteilung Sport

I. Ausgangslage

Der Anteil der Schweizer, die in ihrer Freizeit skaten hat von 1992 bis 1999 stetig zugenommen. Die bfu hat 1999 die Aktion "I protect myself" mit dem Ziel initiiert, die Tragquote der Schutzausrüstung im Inline-Skating zu erhöhen.
Die Zahl der Unfälle ist in den letzten Jahren stark gestiegen. Inline-Skating erscheint nun in der Liste der Sportarten mit den meisten Unfällen hinter Fussball und den Schneesportarten in der Spitzengruppe. Im Jahre 1998 mussten 14'000 Personen in Folge eines Unfalls beim Inline-Skating ärztlich ambulant oder stationär behandelt werden.

II. Ziele und Zielgruppen

Die Inline-Skating-Kampagne "I protect myself" strebt folgendes Ziel an:

- Tragquote der persönlichen Schutzausrüstung beim Inline-Skating weiter erhöhen. Die Tragquote soll sich bis zum Jahr 2003 gegenüber 1999 verdoppeln.
- Anfänger im Inline-Skating zur Teilnahme an einem Einführungskurs mit den Themen Steuern, Bremsen, Stürzen, sowie Tragen und Einsetzen der Schutzausrüstung motivieren.

Zielgruppe für die erste Zielsetzung sind alle Inline-Skater.
Zielgruppe für die zweite Zielsetzung sind einerseits direkt die Anfänger, andrerseits die Multiplikatoren (Sportlehrer, SRV-Verbandstrainer, SISA-Instruktoren, Jugend + Sport-Leiter Rollsport, Volksschullehrer).

III. Massnahmen

1. Zusammenarbeit mit Partnern

Die bfu publiziert im Jahr 2000 ein Lern-Lehrmittel Safety Tool "Inline-Skating". Darin wird das Thema der Unfallverhütung speziell behandelt. Das Lehrmittel wird an Ausbilder im Inline-Skating abgegeben und von diesen in der Ausbildung eingesetzt. Zum Zielpublikum dieser Broschüre gehören die Sportlehrer, die J+S-Leiter Rollsport, die Inline-Skating Instruktoren des Schweizerischen Rollsport Verbandes (SISA) und die Ausbilderin den privaten Inline-Schulen.

2. Öffentlichkeitsarbeit

Der Kampagne liegt das Logo und Slogan "I protect myself" zu Grunde. Dieses Logo wird weiterhin als Label für sicheres Inline-Skating kommuniziert.
Die Jugendlichen werden direkt und über Multiplikatoren angesprochen. Über folgende Publikationen und Multiplikatoren wird zum Kauf und Tragen der Schutzausrüstung und zur Teilnahme an Kursen von Inline-Schulen animiert:

- TV-Spot: Message "Schutzausrüstung tragen"
- bfu Medien-Mitteilung
- bfu-Publikationen, bfu-Infobus und Ausstellungen: Informationstätigkeit
- Logo auf Publikationen der Inline-Schulen und der Swiss Inline-Maps plazieren
- Internet: Präsentation der Aktion, Wettbewerb
- Lehrkräfte aller Schulstufen: Safety tool "Rollsport" an Lehrerzimmer, Beiträge in Zeitschriften
- Informationsflyer zur Aktion vor allem in der Inline-Szene und über die Inline-Schulen verteilen

3. Einsatzmittel

- TV-Spot
- Infobroschüre Inline-Skating
- Flyer zur Aktion
- Safety tool "Inline-Skating"
- T-Shirt (Give-away, Wettbewerb)
- bfu Ausstellungsmodul

4. Partnerschaft mit Rollerblade

Für die Umsetzung der Zielsetzung in den Bereichen, die wir nicht mit den Kanälen der bfu abdecken können, wird mit der Firma Rollerblade zusammen gearbeitet. So

tritt die bfu im Rahmen der Inline-Skating Ausdauerrennen dem Swiss Inline Cup SIC mit Rollerblade und einer privaten Versicherungsgesellschaft auf. Die Inhalte der Kampagne werden auch in den Projekten von Rollerblade "Skate your City" und den kostenfreien Schulungsprogrammen an den Volksschulen getragen.

5. Verbilligungsaktion

Mit Rollerblade, die Marktführer im Sportartikelsegment "Inline-Skating" sind, wird eine Verbilligungsaktion für Schutzausrüstungs-Artikel durchgeführt.

IV. Evaluation

Um die Wirkung der Inline-Kampagne zu untersuchen, wird die Häufigkeit des Tragens der Schutzausrüstung jährlich erhoben. Ab Mitte April bis Mitte Mai wird an zufällig ausgewählten Orten in der ganzen Schweiz die Tragquote der Schutzausrüstung im Inline-Skating erhoben. So wird die Entwicklung der Tragquote der Schutzausrüstung in der Zeit der Kampagne ermittelt.
In Zusammenarbeit mit dem Institut für Präventivmedizin der Universität Genf wird die bfu im Jahr 2000 eine Forschungsarbeit durchführen, in der der Unfallhergang und die Unfallursache bei den Kindern (5-15-Jährige), die sich beim Inline-Skating verletzten, untersucht wird. Die Resultate dieser Studie werden als Grundlage für weitere gezielte Präventionsmassnahmen bei den Kindern dienen.



Anschrift des Verfassers:
Othmar Brügger
Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung bfu
Abteilung Sport
Postfach
3001 Bern

Präventive Aspekte beim Mountainbiking

Gaulrapp, H.

Orthopädische Praxisklinik München-Schwabing,

Die Typologie eines klassischen Mountainbikes zeigt eine spezielle Rahmengeometrie aus speziellen Materialien wie Chrom-Molybdän, Karbon, Titan etc., Aluminiumfelgen mit breiten Nockenreifen bzw. je nach Streckenanforderung unterschiedlichem Reifenmaterial, eine leicht zu betätigenden Gangschaltung mit vielen Übersetzungsmöglichkeiten, Spezialbremsen, die auch bei widrigen Umgebungsbedingungen hohe Bremskraft ermöglichen und spezielle Federungssysteme im Gabel- und Hinterbaubereich. Die stetige technologische Verbesserung lässt sich an aktuellen Modellreihen ablesen und trägt letztlich auch zu einer verbesserten Sicherheit bei.
In der vorliegenden Übersicht sollen die auf der Technik des Rades basierenden Überlastungs- und Verletzungsprobleme dargestellt werden. Die typische Verletzungssituation, die von je einem Drittel der befragten Biker als falsche Einschätzung der Fahrsituation, rutschiger Untergrund und überhöhte Geschwindigkeit angegeben wird, kann nur durch präventives Verhalten verhindert werden. Technische Defekte liegen mit 1 % der Verletzungen in einem fast zu vernachlässigenden Bereich (3).
Sportmedizinische Probleme dagegen entstehen aus einem Missverhältnis zwischen Belastung und Belastbarkeit und können zu selbständigen sekundären Problemen führen. Sie werden häufig durch Rahmen, Sattel, Lenker und Pedale verursacht. Das Mountainbiking ist gekennzeichnet durch häufigeren Wechsel der Position des Fahrers auf dem Rad als im Straßenradsport. Dennoch stellen z. B. eine länger andauernd eingenommene Sitzposition oder wiederholt auftretende Stöße und Vibrationen für die Belastbarkeit der jeweiligen Gewebestruktur schwellenübersteigende Reize dar. Im Vergleich zum Straßenradsport erscheint die Belastung einzelner Gelenkabschnitte beim Mountainbiken erhöht. Dies betrifft zum einen das Bergauffahren im Stehen, wodurch die Gelenke der unteren Extremität wie auch Handgelenk, Ellenbogengelenk, Schultergelenk im Vergleich zu einer sitzenden Position im Flachen mehr belastet werden. Bei der Abfahrt kommt es durch Vibrationen und Stöße zu nicht unerheblichen Kräften auf den Körper, die insbesondere bei unregelmäßigen starken Einzelstößen schlecht kompensiert werden können (1, 2, 8).
1999 waren 28 % der Fahrräder mit einem Vollfederungssystem ausgestattet, während 49 % nur mit einer Federgabel ausgerüstet waren. Nur ein Viertel aller Mountainbikes war noch völlig ohne Federungselemente (5). Von Froböse und Tofaute wurden hierzu experimentelle Studien durchgeführt, um zu ermitteln, welchen Einfluss die verschiedenen Federungsmöglichkeiten haben (11). Der Mensch wird von ihnen als biologisches Federungssystem in Bezug auf die rad-

fernen Körperpartien wie z. B. den Kopf aufgefasst. Vibrationen und Stöße werden in Abhängigkeit von Untergrund, Material und Fahrposition zunächst über Hände und Rücken aufgenommen und mittels statischer Muskelarbeit unter hohem Energieaufwand oder reflektorischer dynamischer Muskelarbeit abgefangen. Die Kapazität der Federungssysteme ist dabei von Frequenz und Amplitude von Vibrationen und Stößen abhängig. Messungen über Sensoren an Körper und Rad sowie EMG, konnten zeigen, dass Federgabeln sehr effektiv Stöße abfangen können. Am Lenker wurde eine Reduktion von 33 % gemessen, an den Händen von 26 %, an den Schultern von 12 % und am Kopf von 7 %. Dies unterstreicht die physiologische Minderung der einwirkenden Kräfte in den einzelnen zentripetalen Körperabschnitten. Full-Suspension-Systeme reduzieren die Belastung um weitere 30 Prozent. Federgabeln und insbesondere Full-Suspension-Systeme können andererseits jedoch nicht nur den Komfort verbessern, sondern den Fahrer auch zu einer erhöhten Geschwindigkeit verleiten und somit den durch ausgeglichenere Fahrweise verbesserten Sicherheitsaspekt wieder aufheben.

Überlastungsbedingte Beschwerdebilder betreffen im Radsport in absteigender Reihenfolge Kniegelenke, Wirbelsäule, Handgelenke und Finger, Hüftgelenke sowie Füße (1, 2, 8) Radfahren absolut am häufigsten, im Englischen daher auch als "biker´s knee" bezeichnet, ist das sog. peripatellare Schmerzsyndrom, ein Mischbild femoropatellarer Knorpelstörungen und patellarer Ansatztendinosen (8). Weiterhin finden sich oftmals schmerzhafte Myogelosen der kniegelenkumgebenden Muskulatur. Ursachen sind häufig unkorrekte geometrische Verhältnisse am Rad, insbesondere die Einstellung und die Rotationsfreiheit der Pedale sowie die Höhe des Sattels betreffend, sowie falsches Training mit zu niedrigen Umdrehungszahlen und zu hohen Tretwiderstände. Gelegentlich spielen auch muskuläre Dysbalancen und insbesondere Muskelverkürzungen am Oberschenkelmuskel eine Rolle. Infolge des Auftretens von Sicherheitspedalen 1985 kam es gehäuft zu solchen Problemen, da diese Pedale noch keine Rotations- oder seitliche Verschiebungsmöglichkeit des Fußes zuließen und somit die Schlussrotation des Kniegelenks beeinträchtigt wurde. Den dadurch bedingten Zwangspositionen werden sogar Meniskusläsionen zugeschrieben (4, 6). Gegenmaßnahmen können auf Veränderungen der Radgeometrie und auf Besserung des Pedalierens mit einer höheren Umdrehungszahl abzielen. Die korrekte Einstellung des Kniegelenks, das in 6-Uhr-Position der Ferse auf dem Pedal annähernd durchgestreckt sein sollte und in 3-Uhr-Position nicht vor der Pedalachse stehen darf, ist zu beachten.

Fehlbelastungssyndrome der Wirbelsäule finden sich zu 30 bis 60 Prozent in Form von nicht-radikulären Schmerzsyndromen, die durch die von vielen Fahrern eingenommene fixierte Haltung in lumbaler Kyphosierung bedingt werden. Dazu zählen lokale Myogelosen, die Lumbago und blockierungs-assozierte Schmerzsyndrome. Durch die besonders bei sportlich niedriger Fahrposition ständig überstreckte Kopfposition finden sich häufig schmerzhafte Halswirbelsäulen-Schultersyndrome, die gegebenenfalls auch über die Arme in die Finger ausstrahlen. Auch hier hilft eine Überprüfung und Korrektur der Geometrie von Rahmen, Lenker und Lenkervorbau. Beschwerden, die an der Wirbelsäule durch die Vibrationen bei der Abfahrt entstehen, können durch eine auf den Pedalen stehende, muskulär stabilisierte Abfahrtsposition verbessert oder sogar verhindert

werden, da dann die Schockabsorption weitaus besser ist. Sättel können die aktive Muskelarbeit unterstützen, wenn sie nicht zu komfortabel im Sinne einer Dämpfung ausgerichtet sind. Sie müssen den Körper in die Position bringen, aktive Stabilisierungsarbeit durchführen zu können. Immerhin ist durch Sättel eine weitere Reduktion der effektiven Belastung der Wirbelsäule von 5, in Ausnahmefällen bis zu 20 Prozent möglich (11).

Etwa 25 Prozent an Fehlbelastungssyndromen finden sich im Handgelenks- und Fingerbereich, wobei es sich überwiegend um Dysästhesien, verursacht durch Vibrationen oder Druck auf den N. medianus im Karpaltunnel bzw. den Hautast des N. ulnaris in der Loge de Guyon handelt. Ferner finden sich sehr häufig Sehnenreizungen der handgelenkübergreifenden Sehnen bis hin zu Sehnenscheidenentzündungen sowie Kapsel- und Diskus-triangularis-Reizungen. Als Gegenmaßnahmen sind hier eine Polsterung der Hand, der Lenkergriffe oder ein Speziallenker, der variable Griffpositionen zulässt, möglich. Die einfachste Möglichkeit besteht im seitlichen Anbau von Lenkerhörnchen. Speziallenkergriffe wie der lamelläre Bio-Grip tragen zu einer Absenkung der auf das Handgelenk wirkenden Kräftevon ca. 20 % bei (11). Eine Federgabel kann ebenso erheblich den Input an pathologisch wirksamen Kräften verringern. Sollten Probleme durch eine unökonomische Bremsweise entstehen, so ist hier ein Ansatzpunkt für eine Verringerung der Muskel- Sehnenbeschwerden an Fingern und Handgelenk, z. B. durch Ersatz der Seilzugbremsen mittels eines hydraulischen Bremssystems zu sehen.

Da die Ursache von etwa 90 Prozent der Verletzungen letztlich beim Fahrer selbst zu suchen ist, gilt es, bei der Fahrt, vorausschauendes Fahren sowohl bergauf als auch bergab zu üben und die Geschwindigkeit dem Gelände anzupassen, so dass Stürze wenn nicht vermieden, so doch kontrolliert abgefangen werden können. Eine nicht zu unterschätzende Rolle spielt auch die Schulung des Fahr- und Sturzverhaltens.
Für die gewählte Belastungsart muss ein entsprechender Ausrüstungsstandard vorgehalten werden. Das Fahrmaterial ist entsprechend der o. g. Subspezialisierungen zu wählen, wobei auf regelmäßige Pflege und Wartung in Abhängigkeit von der Fahrintensität zu achten ist.
Die passiven Schutzmaßnahmen umfassen zumindest Helm, Brille und Handschuhe. Dazu ergab eine eigene Untersuchung eine Verbreitung des Helms bei Breitensportlern in 85 %, von Brillen in 55 % und von Handschuhen in 75 %. Insgesamt 83 % der Befragten trugen in irgendeiner Weise Schutzkleidung bezüglich der Kniegelenke, Ellbogen oder Schultern. Bei den Profisportlern besteht bei Rennen Helmpflicht. Handschuhe und Brillen waren zu nur 93 Prozent verbreitet, Spezialschuhe mit Sicherheitsbindung in 77 Prozent, Gelenkschutzkleidung wurde von 47 Prozent der Fahrer eingesetzt (8). Insbesondere auf die Verwendung von Helmen ist hinzuweisen. Sie können zwar Schürfwunden und Kontusionen bis hin zu Frakturen im Gesichtsbereich kaum verhindern, jedoch nach mathematischen Extrapolationen bis zu 70 Prozent der tödlichen Unfälle und 90

Prozent der Schädelhirnverletzungen vermeiden (9, 10). Gegen einen direkten Aufprall in Folge einer Rasanzverletzung können sie natürlich keinen adäquaten Schutz leisten, doch für die Vielzahl an sonstigen, insbesondere seitlichen Anprallverletzungen. McLennan konnte zeigen, das die konsequente Beachtung präventiver Maßnahmen die Zahl schwerer Verletzungen im Radsport um 20 Prozent senken konnte (7).

Literatur

1 Barrios C, Sala D, Terrados N, Valenti JR: Traumatic and overuse injuries in elite professional cyclists. Sports Exercise Injury 3 (1997) 176-179

2 Gaulrapp H: Mountainbike. In: Engelhardt M, Hintermann B, Segesser B: GOTS-Manual Sporttraumatologie. Verlag Hans Huber Bern (1997) 209-213

3 Gaulrapp H, Weber A, Rosemeyer B: Verletzungen beim Mountainbiken: Breitensportler vs. Weltcupfahrer. Dt Z Sportmed. 7/8 (1998) 236-241

4 Gregor RJ, Wheeler JB: Biomechanical factors associated with shoe/pedal interfaces. Sports Med 17 (2)(1994) 117-131

5 Lönne B: Vortrag IFMA Köln 1999

6 Martinek V, Arnold MP, Friederich NF: Rotationsstabile Klickpedale im Radsport. Ursache von Meniskusschäden? Sportorthopädie Sporttraumatologie 15.1 (1999) 7-8

7 McLennan JG, McLennan JC, Ungersma J: Accident prevention in competitive cycling. Am J Sports Med 16, 3 (1988) 266-268

8 Mellion MB: Common cycling injuries. Sports Med 11, 1 (1991) 52-70

9 Sacks JJ, Holmgren P, Smith SM, Sosin DM: Bicycle-associated head injuries and deaths in the United States from 1984 through 1988. JAMA 266 (21) (1991) 3016-3018

10 Thompson RS, Rivara FP, Thompson DC: A case-control study of the effectiveness of bicycle safety helmets. New England J Med 320 (21) (1989) 1361-1367

11 Tofaute K: Diplomarbeit Köln 1998

Anschrift des Verfassers:
Dr. med. Hartmut Gaulrapp
Orthopädische Praxisklinik München Schwabing
Leopoldstr. 250
80802 München

Verletzungen/Schäden und ihre Prophylaxe im Beach-Volleyball

Voigt, H.-F.

Ruhr-Universität Bochum

1 Beach-Volleyball – Fun Sport und Olympischer Sport

Mit Übernahme des Regelwerks vom Hallenvolleyball wurde „Beach-Volleyball“ erstmals in den 20er Jahren in Californien gespielt. Damals waren von den heutigen Techniken der harte Angriffsschlag (hit), das Blockieren und das untere Zuspiel (erst in den frühen 50er Jahren entwickelt) noch unbekannt. Schon in den 30er Jahren (wahrscheinlich infolge Spielermangels für 6er Mannschaften) erfolgte die Reduzierung der Spielerzahlen auf 4:4 und etwas später auch 2:2. Da bis in die 50er Jahre noch nicht geschmettert wurde und Spiele deshalb oft mehrere Stunden dauerten wurden Turniere durch Schönheitswettbewerbe (z.B. Miß Beach-Volleyball) aufgelockert. Insgesamt entwickelte sich in den darauffolgenden Jahren der bis heute oft kopierte Volleyball-Lifestyle als Kombination von Strand, Sonne, Meer, athletischen Spielern und weiblichen Fans. Diese „Lebensphilosophie“ umschrieben SMITH/FEINEMAN (1988) mit *„One: Dont´t work at a straight job a minute more than you have to. Two: Spend every daylight hour on the beach. Three: Figure out a way to make money playing volleyball. Four: Sleep with as many women as you can”* (ebenda, 64).
Um den Andrang der zunehmenden individuellen Spielerzahlen zu kanalisieren wurde an den Stränden entweder nach dem Rating-System (Einteilung in Leistungsstärken ähnlich unseren Ligen) oder nach dem Challenge-Prinzip (der jeweilige Gewinner bleibt auf dem Court, um sich neuen Herausforderern zu stellen) gespielt. Preisgelder waren bis 1976 kaum nennenswert und außerhalb Californiens hatte Beach-Volleyball lediglich Freizeitwert, d.h., es wurde meist ohne Netz und mit unbegrenzter Spielerzahl gespielt.
Mit den ersten Weltmeisterschaften 1976 begann die Professionalisierung, die zum Sponsoring, Preisgeldern (heute bis zu 200000 Dollar pro Turnier), Turnierserien (heute World Series) und Spielervereinigungen führte, wenig später gefolgt von der Hinwendung der Sport- und Freizeitbekleidungsindustrie zur Entwicklung von beachtypischer Mode (dieser Zweig macht heute den größten Teil des Sponsoring aus). In besonderem Maße gilt dies heute für das Beach-Volleyball der Frauen, das zeitlich etwas verzögert eine gleiche Entwicklung vollzog.
Seit 1991 nahm sich der Weltvolleyballverband (FIVB), sicherlich auch aus eigenem finanziellen Interesse, als Dachorganisation des Beach-Volleyball an.

Folgen dieses Engagements sind die schnelle weltweite Vermarktung, Eingliederung in die Olympischen Spiele seit 1996, kontinentale Meisterschaften, ein internationaler Turnierkalender und Rankings nach Punkten und Geld (vgl. dazu z.B. Tennis oder Golf).
In Deutschland wurde Beach-Volleyball seit Ende der 80er Jahre als organisierter Sport betrieben, verfügt ebenfalls über eine Spielervereinigung und hat heute weltweit die zweithöchst dotierte Serie und Nationalmannschaften, die weltweit etwa unter den besten 20 Teams vertreten sind.
Das Interesse an Beach-Volleyball vor allem im unteren Leistungsbereich und für Freizeitspieler steigt gegenwärtig gewaltig. Unterstützt wird diese Entwicklung durch Medienpräsenz, durch die Beachanlagen unter freiem Himmel, die inzwischen sehr viele Vereine zumeist in Eigenarbeit erstellt haben, aber auch durch sogenannte Indoor-Beachsport-Center kommerzieller Ausrichtung, die zusätzlich ein attraktives Ambiente anbieten. Vereine (Verbände) und kommerzielle Anbieter veranstalten inzwischen eine Vielzahl von Turnieren, nach Leistungsklassen gestuft.
Beinahe jeder Landesverband verfügt über mehr als 1000 organisiert spielende Beacher mit schnell wachsender Tendenz; auch die Zahl der nicht organisierten Beacher und Betriebssportgruppen nimmt schnell zu. Dieses Interesse, verbunden mit der Nachahmung des vermeintlichen californischen Lifestyles und der Wunsch nach vom fehlenden Trainer nicht überwachten eigenverantwortlichen Trainingsleistungen und Spielen (im Gegensatz dazu trainieren Spitzensportler heute nach strikten Plänen nicht unter 3-4 Stunden täglich) dokumentiert sich auch in Befragungen zum Freizeitzinteresse von jungen Menschen, wonach Beach-Volleyball bei sportlich orientierten Jugendlichen von allen Sportspielen am meisten favorisiert wird. In den Zuwachsraten der Medien nimmt es trotz des sozialen Aufstiegs vom Trend- zum etablierten olympischen Sport immer noch einen vorderen Rang ein.

2 Verletzungen im Beach-Volleyball und Volkes Meinung

Unter der Fragestellung „Sicherheit im Sport“ ist damit Beach-Volleyball in zweierlei Hinsicht interessant. Es ist offensichtlich für viele (vergleichbar vielleicht mit Skilaufen) eine sehr attraktive und kostengünstige (Court-Miete zumeist um 60.- DM) Freizeitbeschäftigung. Und es bietet über die Freizeitpräsentation auf höchst dotierten Turnieren (Cheerleader selbst in Auszeiten bei Weltmeisterschaften) einen hohen Nachahmungswert über die sportlichen Vorbilder für das breite überwiegend jugendliche Publikum (über 80% der Masters-Serien Zuschauer sind jünger als 40 Jahre).
Dennoch hat sich die Sportwissenschaft, wie für junge Sportarten üblich, noch nicht allzu intensiv mit diesem Sport befasst, wenn auch Untersuchungen zum *Beach-Volleyball* von den unterschiedlichsten wissenschaftlichen Feldern her durchgeführ wurden. Der medizinische Bereich ist dabei nicht unterrepräsentiert und spricht dem Beach Sport durchweg positive Wirkungen für den Körper zu. Eine Publikation der *Gesellschaft für orthopädisch-traumatologische Sportmedi-*

zin (KUGLER 1998) beschäftigt sich auch mit Verletzungen und vergleicht diese mit den Lokalisationen und Häufigkeiten im Hallenvolleyball (vgl. Abb. 1).

Im Vergleich zum Indoor werden bei Spielern durchschnittlicher Leistungsstärke Verletzungen der Schulter viel häufiger beobachtet, wohingegen Sprunggelenke und Finger seltener betroffen sind (es wurden jedoch keine absoluten Zahlenangaben gemacht und auch nicht Angaben über das Sample der chirugisch behandelten Spieler). Verletzungen im Bereich des Kniegelenkes treten ähnlich häufig auf wie bei den Hallenspielern.

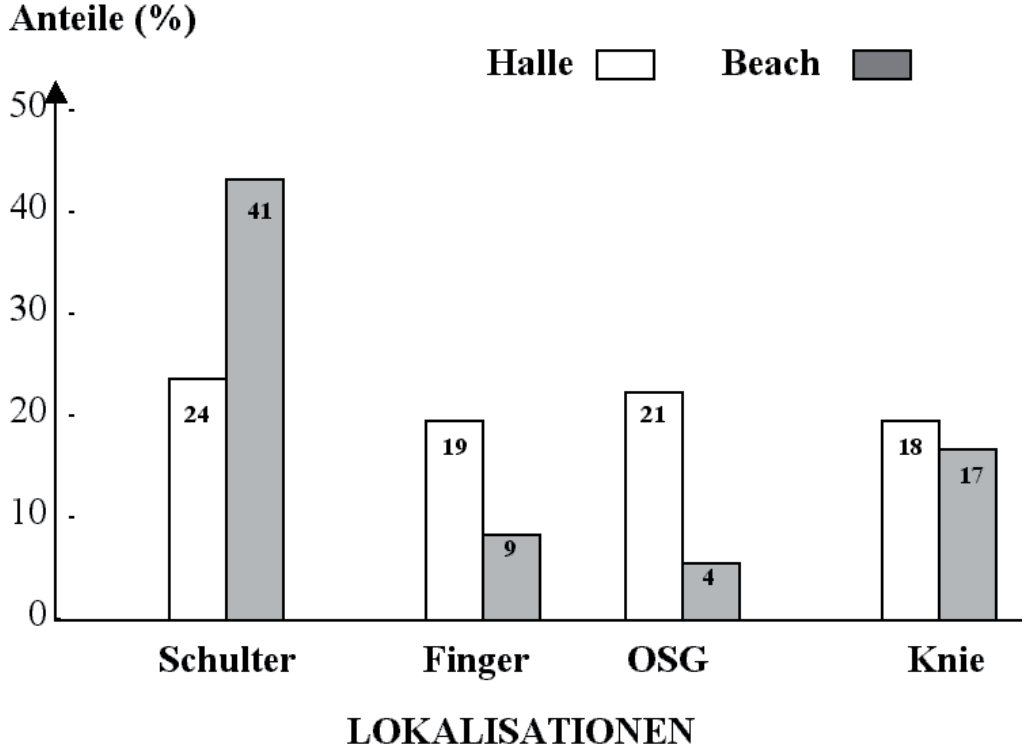


Abb. 1: Anteil der Verletzungen an den Lokalisationen (nach KUGLER 1998)

Wenn die Umfallstatistik auf die Spielsituationen hin betrachtet wird, dann sind beim Block deutlich weniger, beim Angriff etwas weniger Verletzungen bei Beachern zu beobachten, während Verletzungen in der Feldabwehr wesentlich häufiger auftreten (vgl. Abb. 2).

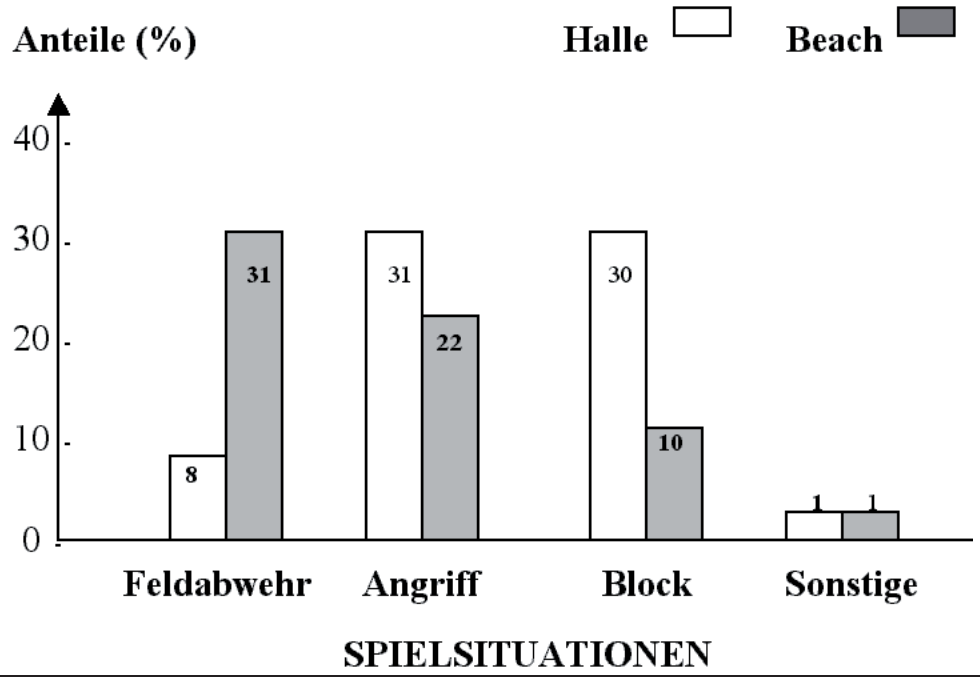


Abb. 2: Anteil der Verletzungen nach Spielsituationen (nach KUGLER 1998)

In den Interpretationen ist (begründungslos) zu lesen, daß „...das Landen ohne Schuhe auf dem unebenen Sandboden im Beachvolleyball als höheres Risiko als das Landen auf ebenem Hallenboden zu werten“ ist (KUGLER 1998, 98). Im Angriff sollen *Wind und Sonne* das Treffen des Balles im anatomisch-physiologischen Optimum deutlich erschweren und damit Schulterbeschwerden provozieren. Hinsichtlich der Lokalisationen geht man davon aus, daß die vermehrten Sprung- und Schlagbelastungen „overuse“-Syndrome bewirken, also „Jumper´s knee“ und „impingment“-Syndrom des Überkopfsportlers. Hingegen ist bei Fingern und OSG mit akuten, traumatischen Schäden zu rechnen.

Gleichwohl geht man insgesamt von folgender Einschätzung aus: „Die Sportler trainieren spielerisch in höchstem Maß ihre Muskelkraft sowie ihre koordinativen Fähigkeiten“ (STEUER 1999, 11) und folgert daraus, daß „Muskulär und koordinativ ideal trainierte Sportler ... deutlich weniger verletzungsgefährdet“ (STEUER 1999, 11) sind.

Angaben darüber, wie *gesund oder schädlich Fun-und Freizeitsport Beach-Volleyball, Training oder sogar Leistungssport Beach-Volleyball* sein werden, darüber gibt es aus traumatologischer Sicht folgerichtig keine differenzierten Aussagen („Überproportional kraftzehrend - aber hocheffektiv für den Körper“ (STEUER 1999, 11)), also auch keine Empfehlungen, wie sich (Leistungs-)Spieler langfristig und prophylaktisch vorbereiten sollten.

Auch Fachleute aus dem physiotherapeutischen Bereich, dazu Allgemeinmediziner, Sportler selber und Trainer lassen an ihrer Einschätzung und Empfehlungen zum Beach-Volleyball keinen Zweifel:

„Im Sand liegt die Kraft“.

Nach Meinung vieler dieser Fachleute macht Beach-Volleyball „Spaß, fördert die Geselligkeit, und -vor allem- es ist gesund, wenn man ein paar simple Regeln beachtet“ (TANK 1997), denn „das weiche Geläuf stärkt und schützt gleichzeitig“ (VOSS 1998). Man geht davon aus, daß zur Stabilisierung der Rumpfmuskulatur Unterschenkel- und Fußmuskeln enorme Arbeit verrichten. Mit Hilfe dieser quasi spielerisch erworbenen Stärkung nimmt die Gefahr des Umknickens ab. Außerdem federt der weiche Boden Stürze und Landungen ab, schont die Gelenke, weil Sand große Teile der Energie schluckt, die bei Sprüngen und Landungen auf das gesamte bradytrophe Gewebe wirken. Man sieht sogar gesundheitsprophylaktische Wirkungen, wenn TANK (1997) behauptet: „Der weiche Boden gleicht Fehlhaltungen aus“.

Neben diesem gesundheitsprophylaktischen Credo hinsichtlich Orthopädie wird auch auf die erheblichen positiven Effekte auf den Kreislauf hingewiesen. Im Sand sich bewegen ist richtig anstrengend und bringt den Kreislauf auf Touren - „die intensive Belastung kann sogar dazu führen, daß die aerob-anaerobe Schwelle überschritten wird (VOSS 1998).

Nur vor Sonnenbrand und Sonnenstich wird gewarnt, auf die Notwendigkeit vermehrten Trinkens hingewiesen (TANK 1998). Es wird sogar behauptet, daß wegen der warmen Temperaturen die Gelenke von vornherein besser „geschmiert“ sind.

Die Meinungen bundesdeutscher Spitzentrainer unterstützen *Baggern im Sand* mit einem ungeheuren Vertrauensvorschuß: „Da kann man eigentlich nicht viel falsch machen: Einfach so lange spielen, wie es geht, das ist dann schon in Ordnung“ (LEE HEE WAN in dvz 1998). „Im Sand werden Knochen und Gelenke geschont, Verletzungen gibt es so gut wie keine“ (BÜRING in dvz 1998). „Eigentlich kann man dabei kaum etwas verkehrt machen“ (MOCULESCU in dvz 1998).

Wahrscheinlich beziehen sich viele dieser Statements auf muskelphysiologische Grundmuster: geht man davon aus, daß der Mensch in seiner Evolutionsgeschichte als Anpassung an die Erfordernisse des Gehens und vielleicht Laufens/Springens ein entsprechendes neuronales Muster entwickelt hat, dann gehen wir auch davon aus, daß, wenn zeitlich dem täglichen Gehen und Laufen *nicht entsprechende Kraftbeanspruchungen* auftreten (sondern die zeitlich verlängerten Kraftbeanspruchungen im Sand), diese zu Gewebestabiliserung /Muskelzuwachs führen werden (Trainingsadaptation). Eine solche Veränderung der Muskulatur ermöglicht eine bessere Dämpfung der auftretenden vertikalen Bodenreaktionskräfte und schont das bradytrophe Gewebe.

Wenn man hilfsweise zur Verdeutlichung die unterschiedlichen Kontaktzeiten zwischen Hallenboden und Sand mit Hilfe entsprechend präparierter Sprungmatten mißt und vergleicht, läßt sich der oben formulierte Befund deutlich veränderter Krafteinwirkungszeiten zweifelsfrei nachweisen (unter den untersuchten 6 Ranglistenspielerinnen befand sich auch eine noch aktive Mittelblockerinnen) (vgl. Tab. 1).

Die ermittelten Kontaktzeiten im Sand gegenüber dem Hallenboden liegen deutlich höher, grob formuliert beim Stemmbein um 50% verlängert, beidbeinig so-

gar um fast 90%. Damit treten auf keinen Fall Belastungsspitzen ähnlich einem Dehnungsverkürzungszyklus (DVZ) auf, der ja deutlich kürzere Zeiten benötigt und auch nicht Muskelzuwachs sondern bessere neuronale Bahnung bewirkt. Längere Dehnungszeiten führen zu einer weitgehenden Außerkraftsetzung des DVZ und Dominanz des monosynaptischen Dehnungsreflexes (Muskel-Spindel-Reflex).
Die positiven Wirkungen des Beachens unter traumatologischem Blickwinkel scheinen damit bestätigt, denn die typischen Schädigungsstöße des Indoorsports treten bei Beach Volleyballern mehr auf.

	Bodenkontakt Stemmbein in ms	Bodenkontakt Beistellbein in ms	Sprunghöhe in cm	Bodenkontakt beidbeinig in ms	Sprunghöhe in cm
Halle	310	260	61	220	59
Sand	475	375	47	405	47

	Bodenkontakt side-step in ms	Bodenkontakt rückwärts-step in ms
Halle	330	410
Sand	490	560

Tab. 1: Kontaktzeiten und Sprunghöhen 6 deutscher Ranglistenspielerinnen im Vergleich Halle-Sand (Saison 1998)

3 Belastungsumfänge von Leistungsspielern und „Verletzungsrisiko“ im Beach-Volleyball

Diese positive Beschreibung beachtypischer Anforderungen steht jedoch im Gegensatz zu den Verletzungs- und Schadensbeschreibungen, die die besten 30 deutschen Ranglistenspieler in der Saison 1998 für die zurückliegenden 2 Jahre gegeben haben (und auch im Gegensatz zu Befunden, die STEUER 1995 erhob (STEUER 1999, 11)).

Die Ranglistenspieler stellen natürlich eine ganz ausgesuchte Stichprobe dar, die am obersten Ende der Leistungsskala des DVV anzusiedeln ist und die durch einige typische Verhaltens- und Strukturmerkmale gekennzeichnet ist: die Zunahme der Preisgelder etwa hat zu einer Zunahme der Trainingsumfänge beigetragen, durch die vielen Wettkämpfe und das vorwiegende Trainingsmittel des *side-out* hat sich eine sehr wettkampfspezifische Intensität eingestellt (beides ganz im Sinne der zunehmenden Professionalisierung des Spitzensports, wie sie MATWEJEW schon 1978 formuliert hat). Er-

gänzend kommt das zunehmend schwierigere *Problem der Regeneration im Spitzensport* hinzu, daß nämlich der nationale und erst recht die Kombination mit dem internationalen Kalender den Athleten internationalen Niveaus ein wünschenswertes wellenförmiges Belasten kaum ermöglichen.

Wenn man den Turnierkalender von Spitzenspielern im Sinne einer Hilfe für die systematische Trainingsplanung auf eine Zeitleiste verteilt, dann fällt die sehr gedrängte Dichte für den Zeitraum von zwei bis drei Monaten innerhalb etwa eines halben Jahres auf. Dazu kommt, daß in aller Regel Spitzenteams an einem Turnierwochenende 6-7 Spiele um etwa 1 Std Spielzeit absolvieren, die nichtqualifizierten Teams eine ähnliche Belastung in den vorausgehenden Qualifikationsturnieren haben. Einschließlich der Einspielzeit von um 20 min erreichen Ranglistenspieler häufiger auf um *10 Std Sandspiel* am Wochenende. Pro Wettspiel von etwa 40 min Dauer absolvieren Spitzenspieler dabei um 80 Sprünge und 230 Antritte über 2-5 m.
Zusätzlich sind die *sandgebundenen Trainingseinheiten* von 3-4 mal je 1,5 bis 3 Std in der Woche noch hinzuzufügen, dies muß noch ergänzt werden um mehr als zwei Krafttrainingseinheiten pro Woche sowie häufig auch Ausdauerbelastungen.
Dieser Hintergrund ist unbedingt einzubeziehen, wenn Spitzenspieler sich in den vergangenen 2 Jahren mit den folgenden Beschwerden herumplagen (vgl. Tab. 2).

Damen	Rangliste 1:	3 Monate wegen Rücken, 2 Monate wegen Schulter
	2:	2 Monate wegen Rücken, 1 Monat wegen Bauch
	7:	3 Turniere wegen Bizeps Femoris
Herren	Rangliste 1:	3 Monate wegen Rücken, 2 Monate wegen Knie
	5:	3 Monate wegen Knie
	7:	2 Monate wegen Knie und LWS
	8:	6 Monate wegen Knie
	9:	2 Monate Schulter

Tab. 2: Verletzungen und Schäden in den Jahren ´97 und ´98 deutscher Spitzenspieler, die zu Trainingsunterbrechung und Turnierabwesenheit geführt haben (private Mitteilungen)

Für Spitzensport hatte schon MATWEJEW (1978) prophezeit, daß gegenwärtig die Höhe des Belastungsumfanges in vielen Sportarten erreicht ist, daß die Intensitätserhöhungen verstanden als spezifisches Training (u.a. VERCHOSHANSKI) bald nicht mehr steigerbar sein werden und formuliert: *„Die Frage des richtigen Verhältnisses zwischen Belastungsumfang und -intensität stellt sich besonders bei Sportarten mit maximal dauernden Anstrengungen* (er meinte damals vor allem Langläufe), *weil dort die Gefahr einer übermäßigen Steigerung des Belastungsumfanges gegeben ist.“*
Wenn die obige Verletzungsliste deutscher Ranglistenspieler betrachtet wird, dann stellt sich wie angesprochen die Frage, ob evtl. ein unzureichendes Verhältnis von *Belastung und Regeneration im Beach-Volleyball* im Gegensatz zu den positiven Beschreibungen des Sandspiels mitverantwortlich wirken könnte.

Die wichtigste Überlegung für die positiven gesundheitsförderlichen Wirkungen des Beachens basiert (unausgesprochen) wahrscheinlich auf der Tatsache, daß kurze Spannungszeiten (Reize) für den Muskelapparat zur Auslösung des Dehnungs-Verkürzungs-Zyklus u.ä. Mechanismen führen. Im Sand treten solche Belastungen nicht auf (s.o.) Aber auch das normale neuronale Aktionsmuster wird im Sand verändert/verzögert. Dadurch könnte insgesamt eine Ermüdung des neuronalen Systems, vor allem aber des Muskel-Spindel-Reflexes erfolgen. Hohe Umfänge und Intensitäten verbunden mit langen Belastungszeiten pro Bewegungsausführung würden einer solchen Veränderung Vorschub leisten. Dieses Phänomen kann sich für Spieler, Trainer und Zuschauer sichtbar in krampfhafter Versteifung der Muskulatur äußern oder/und in fehlendem Spannungserhalt und/oder deutlich gestörter Bewegungssteuerung.
Hinzu kommt, daß die entlang der Wirbelsäule befindliche sehr kurze Muskulatur, die kleinen Dreh- und Federmuskeln etwa, einem gezielten Training nur sehr schwer zugänglich sind. Gerade auf sie wirken in Momenten des nicht optimalen Balltreffpunktes infolge von Sand- und Witterungseinflüssen jedoch viele und große Kraftstöße oder -züge. Ähnliches läßt sich auch von einigen Spielsituationen *(*z.B. *dive)* behaupten, die im Gegensatz zum Indoor ausschließlich zu einer sehr harten vertikalen und auch horinzontalen Stoppbewegung führen: *die Spieler haben es hier mit immensen Stauchbewegungen im Bereich der gesamten Wirbelsäule außerhalb des anatomisch vorbereiteten Biegungsgrades zu tun.*

4 „Kraft, ohne Krafttraining könnte ich die Schulter und den Rücken abhaken“ (Rangliste 22)

Um einige Antworten über die Diskrepanz von unterstellter gesundheitlicher Wirkung des Beachens und berichteten Verletzungen von Beachern zu finden wurden die deutschen Spitzenspieler, die 1998 an Masters-Turnieren teilnehmen, zu *Verletzungen und Beschwerden* befragt. Es handelt sich hierbei wiederum um eine ausgewählte Stichprobe, nämlich nur Spieler und Spielerinnen, die in Deutschland besser als Rang 32 plaziert sind. Teststatistisch gesehen ist deshalb auch davon auszugehen, daß *die Stichprobenabhängigkeit die Gütekriterien bestimmt* (WOTTAWA 1980). Alles, was im folgenden berichtet wird und vieles der Schlußfolgerungen ist damit inhaltlich an die Stichprobe gebunden und bei Versuchen, eine *externe Validität* herzustellen, darf nur unter Bezug auf die angegebenen konkreten Rahmenbedingungen argumentiert werden.
Zu den 20 deutschen Spitzenspielerinnen (deren Angaben verwendet wurden) läßt sich folgendes sagen: sie sind zwischen 22 und 33 Jahre alt und spielen zwischen ein und sechs Jahren Beach, alle darüber hinaus bereits zwischen 3 und 23 Jahren Indoor. Bei der Beurteilung von chronischen Beschwerden muß daher auch von den Einflüssen des Indoor ausgegangen werden. Außerdem betreiben 30% noch eine dritte Sportart mehr oder weniger regelmäßig, was sich insgesamt zu hohen Gesamtbelastungsumfängen addiert (vgl. Tab. 3).

Beach	**Indoor**	**Beach**	**Indoor**
aktiv in Jahren		Training in Std/Woche	
4,0	**11.7**	**12.5**	**6.7**
Turniere	Meistersch.	Tage f. Regeneration/Woche	
12.8	**11.3**	**1.5**	**1.5**

Tab 3: Umfänge der 1. und 2. Sportart deutscher Beach Volleyballerinnen der Masters Serie (Saison 1998, n = 20)

Die Belastung im Beach Training als spezieller Gesamtbelastungsumfang in einer Saison ist in Tab. 4 wiedergegeben (wenn auch die unerwartete Höhe des angegebenen Gesamtbelastungsumfanges nur zu sehr vorsichtiger Interpretation einlädt):

8.o Monate	*Beach Training* und *Turniere*
9 Std/Woche	Training von *Technik, Taktik* und *side-out*
3 Std/Woche	*Kraft*
o.7 Std/Woche	zyklische *aerobe sandungebundene Ausdauer*

pro TE *77 Sprünge*, davon 54 Angriffe, 39 Aufschläge (selten im Sprung) und *25 dives*.

Tab. 4: Saisonaler spezieller Gesamtbelastungsumfang von deutschen Beach Volleyballerinnen der Masters Serie (Saison 1998, n = 20)

Die genannten Belastungen haben bei allen Spielerinnen zu Verletzungen geführt. Nur der Vollständigkeit halber sollen chronische Beschwerden angeführt werden, weil anzunehmen ist, daß die schon zurückliegende oder noch betriebene Sportart Indoor hierauf große Einflüsse hatte. Danach haben laut ärztlicher Diagnose 46% der Beacherinnen chronische Beschwerden, die sich auf die folgenden Lokalisationen verteilen:

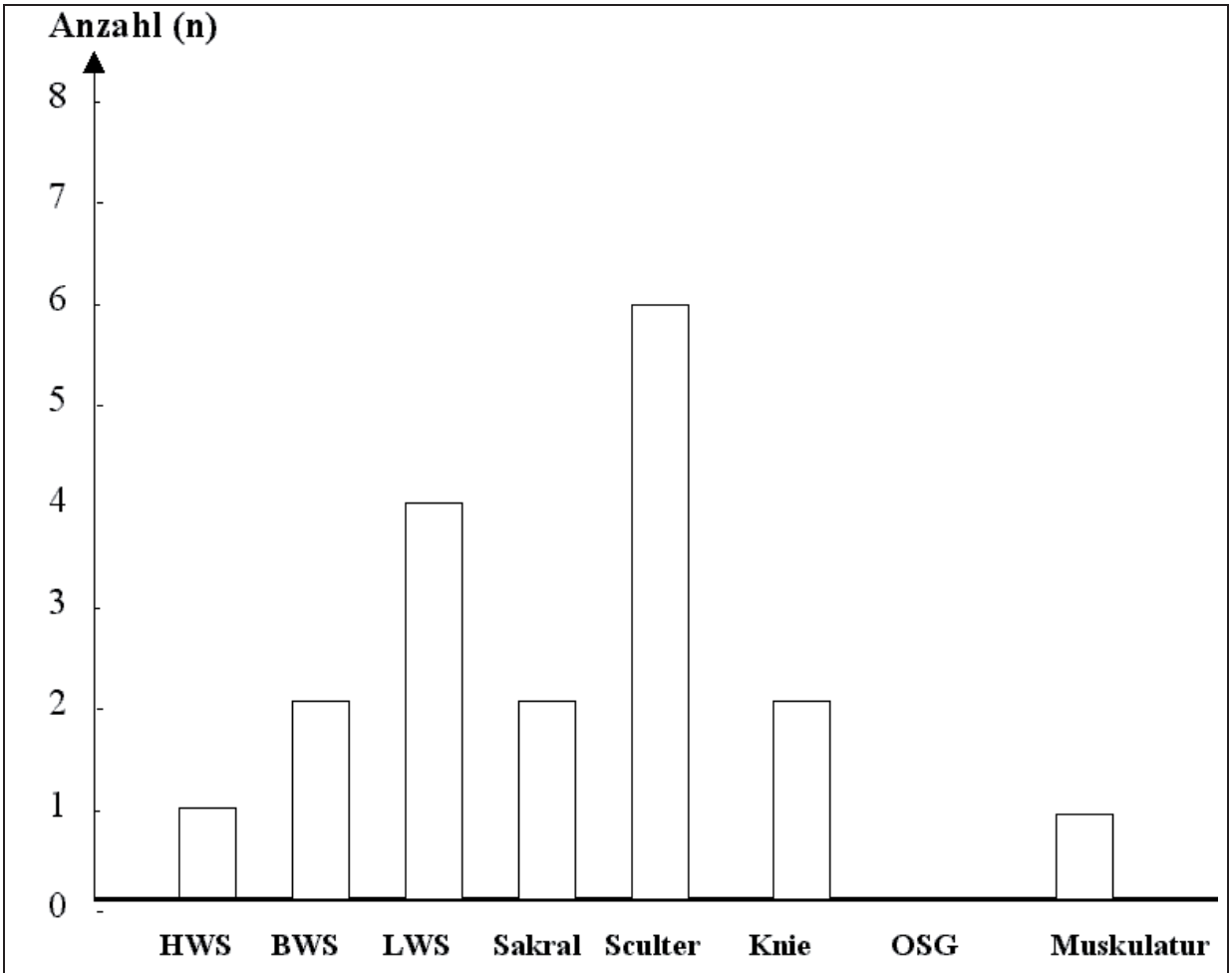


Abb. 3: Häufigkeit chronischer Beschwerden bei deutschen Beach-Volleyballerinnen der Masters Serie (Saison 1998, n = 20)

Danach klagen etwa 30% der Spielerinnen über Schulterbeschwerden (die im Indoor hinsichtlich der Häufigkeit deutlich seltener zu beobachten sind) und über 40% über Beschwerden im Wirbelsäulenbereich (der im Indoor nur selten registriert wird). Entgegen der vielfach geäußerten Meinung von älteren Spielern über die Spätfolgen ihrer Indoor-Karriere können diese chronischen Schäden gemäß der statistischen Befundlage nur schwer losgelöst vom Sandvolleyball gedeutet werden, zumindest sind sie sehr eng an Sandvolleyball zu koppeln.

92% aller Beacherinnen hatten in den vergangenen 3 Jahren teilweise schwere Verletzungen, wobei anzumerken ist, daß für dieses Kollektiv (aber im Gegensatz zu KUGLER 1998) und in Übereinstimmung mit den behaupteten Vorteilen des Beachens Finger- und Sprunggelenksverletzungen fast auszuschließen sind.

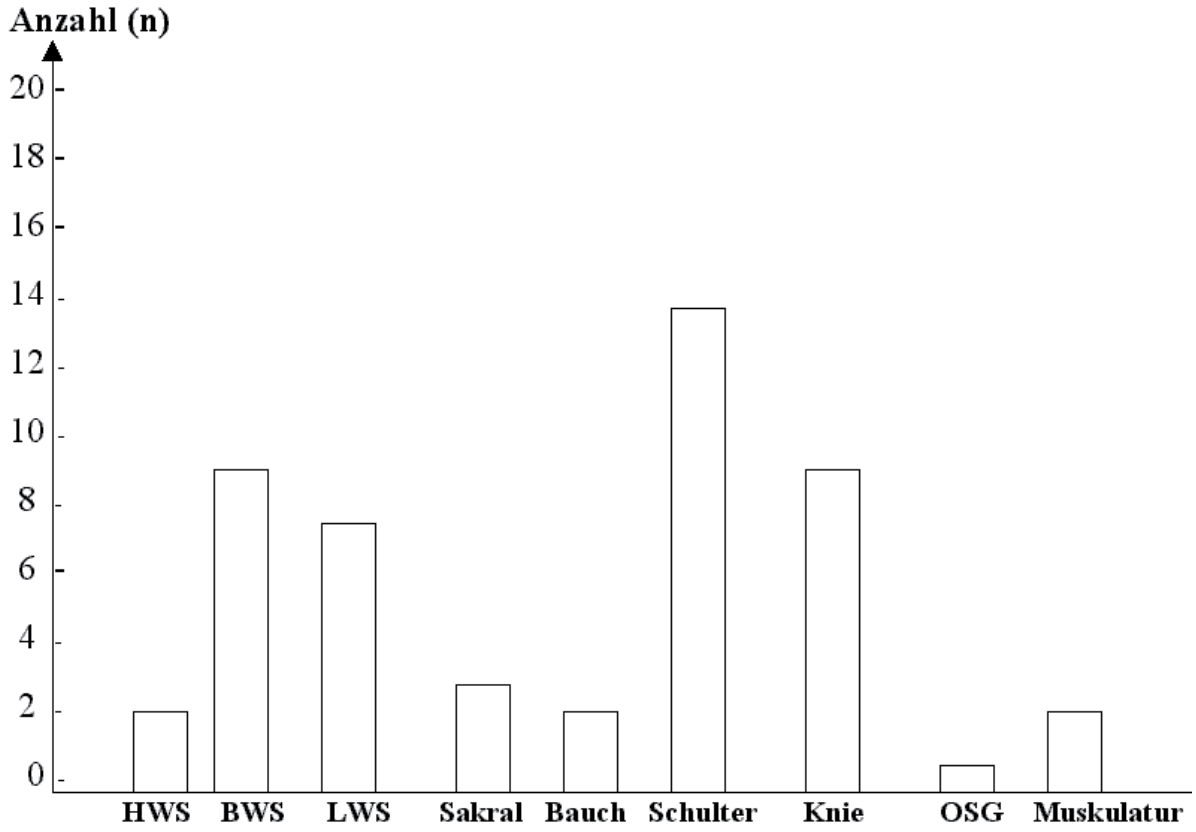


Abb. 4: Lokalisationen der Verletzungen bei deutschen Beach Volleyballerinnen der Masters Serie (Saison 1998, n = 20)

Es dominieren eindeutig Schulterverletzungen (28%) und über alle Bereiche summiert (44%) stellen sich schon dramatische traumatologische Beschwerden im Bereich der Wirbelsäule ein. Eingedenk der oben apostrophierten Vorteile des Beachens sind Knieverletzungen seltener anzutreffen, dann aber von erheblichem Ausmaß.

5 Versuchte Klärungen und Antworten zur „Sicherheit“

Die abschließenden Folgerungen sind natürlich auf die Klientel der untersuchten Sportler (hohe Umfänge und spielnahe Intensitäten) zu beziehen. Für nur *gelegentlich* und *freizeitorientiert spielende Beacher* (vielleicht in einem zeitlichen Rahmen von zwei bis zehn Stunden die Woche und vor allem nicht kontinuierlich über große Teile des Jahres ausgedehnt), deren Muskulatur wahrscheinlich ohnehin weniger gut ausgebildet ist, wird man sich vorstellen können, daß die Vielzahl der beschriebenen *positiven gesundheitlichen* und eingangs referierten *Effekte* eintreten wird.
Je höher jedoch das Leistungsniveau anzusiedeln ist, umso deutlicher werden implizite Gesundheitsaspekte des Beachens (wie auch in anderen Sportarten) zurückgedrängt. Erst recht der Spitzensport der mitgeteilten Umfänge und Intensitäten verstößt zu oft

gegen *ein ausgewogenes Verhältnis von Belastung und Erholung.* Dies dürfte umso bedeutsamer werden je wirklichkeitsnaher die Überlegungen zur Ermüdung des Muskel-Spindel-Reflexes wären.

Unter dem auch selbstgesetzten Druck spielen zu wollen und/oder an Preisgeldern teilhaben zu wollen *werden Verletzungen und selbst Anzeichen chronischer Beschwerden* in ihrer Bedeutung für eine an hohen Belastungen orientierte sportliche Zukunft *verharmlost.* Ähnlich dem weiten Feld psychisch belastender Faktoren für die Leistungsfähigkeit sollten der Coach/die Spieler in Eigenverantwortung die Vielschichtigkeit und mögliche Leistungsbeinträchtigung traumatologischer und orthopädischer Beschwerden kennen und kurieren.
Sicherlich wird den Angaben der Spitzenspieler zufolge der *Prophylaxe* von mehr als 90% der Befragten Raum gegeben, auch und gerade für *Schultern und Rücken.* Wer jedoch die praktizierten Inhalte und Dosierungen mit dem Theraband sieht, der vermag leicht einzusehen, daß dies nicht ausreichend ist. Nach der Gewebefestigung, und die wird oft mit Prophylaxe gleichgesetzt, hat ein sportmedizinischen Trainingsgesichtspunkten folgendes *Aufbautraining* einzusetzen. Und dies verlangt am Seilzug und mit der Kurzhantel sehr *spezifische und umfangsträchtige (hohe Spannungszeiten) Inhalte.*
Ein weiterer Aspekt, der ins Auge fällt, ist die *geringe* (60% der Befragten) *Vorbereitung des Bauches* und die wohl zudem unzureichende Dosierung. Möglicherweise ist ein Zusammenhang zwischen Bauchinnendruck (den erzeugen zu können etliche Mediziner leugnen) und Bandscheibenvorwölbungen unbekannt oder wird als zusammenhanglos angesehen (s.o.); zumindest der Spieler sollte immer gewärtig sein, daß in der Luft jede Bewegung ihren Ursprung im Bauch hat, daß bei der Landung jede Stauchung im lumbalen Übergang und Sakralbereich an die Bauchhöhle weitergegeben wird und bei fehlender reflektorischen Kontraktion infolge der verlängerten Landezeiten zu hohen Beanspruchungen der Bandscheiben führt. Besondere Aufmerksamkeit muß daher dem M. Transversalis eingeräumt werden.
Zusätzlich scheint jeder Schritt auf Sand bei nicht aufrechtem Becken und/oder schwacher Bauchdecke zu einem Eindringen der Wirbelsäule in die Bauchhöhle zu führen.
Auch hinsichtlich der Kniegelenksbelastungen wird meist zu positiv von Stabilisierungswirkungen durch den Sand ausgegangen. Hier erscheint es vielmehr notwendig, vor allem *den muskulären Gürtel um das Kniegelenk isoliert zu festigen*, um den gerade in diesem Bereich sehr hohen Ermüdungsvorgängen lange entgegen wirken zu können.
Noch bedeutsamer, vor allem für Spieler mittleren und unteren Leistungsniveaus und wahrscheinlich auch für Freizeitspieler, erscheint die Notwendigkeit zur ständigen Stabilisierung des Schulterbereiches (vgl. dazu Abb. 1).
Ein weiterer Gesichtspunkt, der bei Spitzenspielern in aller Regel sehr weit entwickelt ist, stellt die Regeneration mittels Stretching dar. In diesem Bereich haben Freizeitsportler, wenn man sie vor allem auf den kommerziellen Anlagen beobachtet, die meisten Defizite. Aber auch Hallenspieler, die im Sommer auf *beach for fun* ausweichen bemühen sich kaum um eine funktionale Vorbereitung und Entmüdung, die ihnen in der Halle als Pflichtprogramm lästig erscheint oder der bloßen Verkürzung anderer ungeliebter Trainingsinhalte dient.

Literatur

dvz Titelstory: Macht Beach-Training in der wettkampffreien Zeit Sinn? H. 8 (1998), 37

HÖMBERG, St./PAPAGEORGIOU, A. Handbuch für Beach-Volleyball. Aachen 1997

KUGLER, A. Beachvolleyball - eine neue olympische Disziplin. In: SportorthopädieSporttraumatologie 14 (1998), H. 2, 96-98

MATWEJEW, L.P. Periodisierung des sportlichen Trainings. Berlin 1978

SMITH, S./FEINEMAN, N. Kings of the Beach: The Story of Beach Volleyball. Los Angeles/Seattle 1988

STEUER, K. Vorbildfunktion im Sport. In: On the beach 1/99, 10-11; Beilage dvz 1/99

TANK, M. Beach Volleyball ist gesund. In: Fit for Fun. Liptonice Masters 1997 Beach Volleyball, 28-29

TANK, M. Beachen geht unter die Haut… In: Volleyballtraining 22 (1998), H. 4, 62-63

VERCHOSHANSKI, J.V. Der langfristig verzögerte Trainingseffekt durch konzentriertes Krafttraining. In: Leistungssport 14(1984), 3, 41-42

VERCHOSHANSKI, J.V. Effektiv trainieren: neue Wege zur Planung und Organisation des Trainingsprozesses. Berlin 1988

VOIGT, H.-F. Leistungssport im Beach-Volleyball aus sportorthopädischer und sporttraumatologischer Sicht. In: KUHN, P./LANGOLF, K. (Hrsg.) Volleyball in Forschung und Lehre 1998. Hamburg 1999, 17-27

VOSS, Ch. Im Sand liegt die Kraft. In: Fit for Fun. Liptonice Masters 1998 Beach Volleyball, 14-15

WOTTAWA, H. Grundriss der Testtheorie. Minden 1980

Anschrift des Verfassers
Dr. Hans-Friedrich Voigt
Arbeitsbereich Sportarten
Fak. f. Sportwissenschaft der
Ruhr-Universität Bochum
Stiepeler Str. 129
44870 Bochum

Therapeutisches Klettern

Förderung der Bewegungssicherheit bei Kindern mit körperlichen und/oder geistigen Behinderungen

Lazik, D. , Bittmann, F.

Institut für Sportmedizin und Prävention der Universität Potsdam

Klettern gewinnt seit ca. 10 Jahren immer mehr an Popularität und stellt derzeit eine der Trendsportarten der Gegenwart dar. Im Resultat entstanden in diesem Zeitraum etwa 200 Kletterhallen in Deutschland.
Klettern stellt eine Belastungsform dar, die koordinative, konditionelle, aber auch mentale Qualitäten fordert und fördert. So werden u.a.:

- große Muskelgruppen wie z.B. die den Rumpf stabilisierende Muskulatur beansprucht,
- die Fähigkeiten zur Raumorientierung und Balance geschult,
- die Koordinationsfähigkeit bei der abgestimmten Bewegung aller vier Extremitäten gefordert und
- Mut, Willenskraft und psychische Ausdauer entwickelt und somit
- Voraussetzungen für sichere Beherrschung komplexer Bewegungsabläufe geschaffen.

Hinzu kommen soziale Komponenten des gemeinsamen Klettererlebnisses und die Fähigkeit eigene Grenzen auszuloten.
Klettern beinhaltet azyklische Bewegungen in Koordinationsmustern, die im Alltag nicht angetroffen werden. Das heißt, jede Bewegung muss bewusst kontrolliert werden, da nicht auf die Basis automatisierter Bewegungsabläufe zugegriffen werden kann. Klettern kann den grundlegenden Bewegungsformen zugeordnet werden und ist gerade für das Kindesalter gut geeignet. Kinder leben ihren Bewegungsdrang oft spontan durch Klettern aus.
Aufgrund der genannten Qualitäten bietet sich Klettern auch gerade für bestimmte Behinderungsarten an, wie z. B. Personen mit geistigen und/oder körperlichen Behinderungen, Verhaltensstörungen, Suchtkranke, Blinde sowie Menschen mit eingeschränkter neuromuskulärer Leistungsfähigkeit.
Die durch Klettern zu erzielenden Effekte sind komplexer Natur. Sie erstrecken sich von:
der Verbesserung der konditionellen Möglichkeiten (Hand- und Fußspannung, Körperspannung, Kraft),
der Ganzkörperkoordination (kinästhetische Differenzierungsfähigkeit, räumliche Orientierung, Balance) bis zu,
positiven psychischen Effekten (Verbesserung des Selbstwertgefühls, Willensschulung, positive Emotionen).

Das Klettern als sinnvolle Ergänzung des bisherigen Trainings in der Therapie und Rehabilitation findet langsam Akzeptanz und wird sich in den nächsten Jahren weiter durchsetzen. Derzeit nimmt der Einsatz dieser Trainingsmöglichkeit in der orthopädisch - traumatologischen Rehabilitation deutlich zu. So wird eine Verbesserung der Koordination und als ein wichtiger Aspekt der sicheren Bewältigung von Alltagsbelastungen angesehen.
In diesem Zusammenhang fällt jedoch auf , dass bislang gezielte Trainingsanleitungen und Empfehlungen für den Einsatz des therapeutischen Kletterns bei verschiedenen Schädigungen und Erkrankungen kaum bzw. nur sehr unzureichend vorliegen. Weiterhin herrscht ein Manko an Forschungsarbeiten auf diesem Sektor, was als Aufforderungen für Aktivitäten der nächsten Jahre angesehen werden kann.
Wir untersuchen diesbezüglich die Auswirkungen des Kletterns auf Koordination und Kondition bei behinderten Personen sowie in der Therapie bei verschiedenen Schädigungen und Erkrankungen.
Dazu kommt ein im Institut für Sportmedizin und Prävention entwickeltes computergesteuertes Klettergerät (boulder 2800®) zum Einsatz. Das weltweit patentierte Gerät ermöglicht erstmalig eine Kombination von Drehung und Neigung der Kletterfläche (∅ 2,80m) über Motoren und läßt eine sehr hohe Variabilität in der körperlichen Beanspruchung der Trainierenden zu. Es können Anfänger bis hin zu Profis anspruchsgerecht an ein- und demselben Gerät trainieren. Hier kommt besonders der sicherheitstechnische Aspekt zum Tragen. Durch die flexible Anpassung kann das Verletzungsrisiko sehr stark eingeschränkt bzw. ausgeschlossen werden.
Im Resultat kann die Trainingsbelastung dem individuellen Leistungsvermögen von gesunden und ebenso von behinderten Personen angepasst werden und über realisierbare Erfolge wird die Motivation zu neuen Trainingszielen erreicht.
Derzeit finden in unserem Institut Untersuchungen zu den Auswirkungen des therapeutischen Kletterns bei Kindern mit verschiedenen geistigen und/oder körperlichen Behinderungen statt, die jedoch noch fundiert augewertet werden müssen. Die Untersuchungen werden durch motorische Tests und bewegungsanalytische Verfahren begleitet. Erste motivierende Ergebnisse bei Kindern mit autistischen Störungen, Down-Syndrom und Cerebralparese liegen vor und können im Mai 2000 vorgestellt werden. Weiterhin werden Empfehlungen für das therapeutische Klettern entwickelt, die zur weiteren Fundierung der bisherigen Arbeiten beitragen.

Anschrift für die Verfasser:
Dr. Dieter Lazik
Universität Potsdam
Institut für Sportmedizin und Prävention
Am Neuen Palais 10
14469 Potsdam

Risikofaktoren beim Snowboarden

Boldrino, Ch., Furian, G., Schneider, K.

Institut „Sicher Leben“

Einleitung

Die Sportart Snowboarden konnte in den letzten Jahren große Zuwachsraten verzeichnen. Damit verbunden kam es aber auch zu einem Anstieg der Verletztenzahlen. Von den etwa 1,2 Millionen Ausübenden in der Wintersaison 1997/98 verletzten sich ca. 14.000 so schwer, daß sie ärztlich versorgt werden mußten. Dieser Anstieg der Popularität und der Unfallzahlen waren Anlaß für das Institut „Sicher Leben“, Snowboardunfälle in sein Forschungsprogramm aufzunehmen und eine Studie zur Erforschung von Risikofaktoren beim Snowboarden durchzuführen (siehe Tabelle 1).

Tabelle 1: Pistensportler in Österreich, Verletzte und Verletzungsquote

		Ausübende[1)]	Verletzte[2)]	Quote
Nach Sportgerät	Alpinskifahrer	8,500.000	75.000	0,9 %
	Snowboarder	**1,100.000**	**14.000**	**1,3 %**
	Andere	-	2.000	-
Nach Herkunft	Inländer	2,800.000	23.000	0,8 %
	Gäste	6,800.000	68.000	1,0 %
Gesamt		9,600.000	91.000	0,9 %

1) Gästebefragung 97/98 des ÖGAF, Nächtigungsstatistik 97/98 des ÖSTAT, Freizeitmikrozensus 98 des ÖSTAT.

2) Skiunfallerhebung ÖSV 97/98 (gerundet auf 100)

Zielsetzung

Das Ziel der Untersuchung „Risikofaktoren beim Snowboarden“ war es, Risikofaktoren, die zu einer Erhöhung des Verletzungsrisikos beim Snowboarden führen, zu identifizieren. Als Grundlage für diese Studie wurde ein Erklärungsmodell für Snowboardunfälle verwendet, das sich an dem personenzentrierten und handlungstheoretischen Unfallursachenmodell von Rümmele (1988) orientiert. Dieses Modell versucht sowohl physische, psychische als auch soziale Variablen, die mit einem Sportunfall in Zusammenhang stehen können, in einen Erklärungszusammenhang zu bringen. Variablen des Gesamtsystems wie z.B. Inhalte der Skikurse, Angebote des Sportartikelhandels usw. werden darin nicht untersucht. Die Kombination dieses Modells mit den Erkenntnissen einer systematischen Literaturanalyse von Studienergebnissen über Snowboardunfälle führte zur Festlegung der Untersuchungsdimensionen.

Methode

Der Großteil bisheriger Untersuchungen über Snowboardunfälle waren deskriptive Verletzungsstudien. Die Aussagekraft dieser Studien ist eingeschränkt, weil ausschließlich verletzte Snowboarder ohne Kontrollgruppe im Design berücksichtigt sind, was keine Schlüsse auf wirksame Risikofaktoren und die Grundgesamtheit der Snowboarder zuläßt. In der vorliegenden Studie wurde daher ein Fall-Kontrollgruppen-Design gewählt.
In vier Unfallspitälern wurden von Jänner bis April 1997 118 verletzte Snowboarder und in fünf Skiregionen 750 nicht verletzte Snowboarder als Kontrollgruppe mittels eines standardisierten Fragebogens mündlich befragt. Wohlwissend, daß ein prospektiver Ansatz genauere Ergebnisse mit einem höheren Validitätsgrad ergeben würde, mußte aus Kostengründen dieser retrospektive Ansatz gewählt werden.
Durch den Vergleich der verletzten mit den nicht verletzten Snowboardern konnten Risikofaktoren festgestellt werden, die in einem signifikanten statistischen Zusammenhang mit dem Verletzungsrisiko stehen.

Ergebnisse

Männliche Snowboarder bis 16 Jahre und weibliche Snowboarderinnen über 25 Jahre haben ein erhöhtes Verletzungsrisiko. Weiters sind Snowboarder gefährdet, die sich selbst als Anfänger bezeichnen und über wenig Snowboarderfahrung verfügen. Die Verwendung von Leihgeräten, Allroundboards und Skischuhen erhöhte ebenfalls das Risiko signifikant.
Die Analyse der Unfallumstände und Verletzungsmuster der Snowboardunfälle zeigte, daß der Großteil der Unfälle Einzelstürze waren, die beim freien Fahren auf eisigen

Pisten vorwiegend am Nachmittag und an Wochenenden passierten. Diese Stürze geschahen bei Bewegungen, von denen die Snowboarder glaubten, sie zu beherrschen. Die Situation vor dem Unfall lief in der Regel so schnell ab, daß keine kognitive Gegenstrategie möglich war. Die Folge dieser Stürze waren vor allem Frakturen des Unterarms und Handgelenks, die zum Großteil ambulant versorgt werden konnten.
Ein weiteres Auswertungsverfahren, das in dieser Studie angewendet wurde, ist die statistische Prozedur CHAID (Chi-squared Automatic Interaction Detector). Mit diesem Verfahren war es möglich, die Überlagerungen der Risikofaktoren im Bezug auf das Verletzungsrisiko zu berechnen, um wichtige Zielgruppen für Unfallverhütungsmaßnahmen zu finden. Als Hochrisikogruppe wurden vor allem die Anfänger „bis 16 Jahre“ identifiziert. Die Hochrisikogruppe kam in der Verletztengruppe insgesamt auf einen Anteil von rund 13%, in der Gesamtpopulation der Skifahrer umfaßte sie 3%. Dies bedeutet für die Prävention, daß man mit speziellen Maßnahmen für die Risikogruppen nur eine Minderheit der Snowboarder erreicht und somit auch Präventionsmaßnahmen, die an alle Snowboarder gerichtet sind, notwendig sind.

Zusammenfassung der Risikofaktoren

Bei einem Vergleich der verletzten Snowboarder mit der Kontrollgruppe können sogenannte Risikofaktoren berechnet werden. Die für diese Studie charakteristische Risikofaktorenverteilung stellt sich wie folgt dar:

- Ein erhöhtes Verletzungsrisiko beim Snowboarden haben männliche Snowboarder in der Altersgruppe „bis 16 Jahre“ und weibliche Snowboarderinnen in der Altersgruppe „über 25 Jahre“.
- Snowboarder, die diese Sportart erst seit kurzem ausüben, haben ein erhöhtes Verletzungsrisiko, wobei das aber nur für die Altersgruppen der „bis 16 Jährigen“ und „über 25 Jährigen“ gilt. Snowboarder, die sich selbst als Anfänger bezeichnen, haben ebenfalls ein erhöhtes Verletzungsrisiko, aber nur in der Altersgruppe der jungen Snowboarder („bis 16 Jahre“). Bei den „über 25 Jährigen“ Snowboardern haben die mittelmäßigen Fahrer ein erhöhtes Verletzungsrisiko. Weibliche Snowboarderinnen, die sich selbst als Alpinboarder (im Gegensatz zu Freestylern) bezeichnen, haben ein erhöhtes Verletzungsrisiko. Exposition und Ausbildung haben keinen Einfluß.
- Das Leihen von Ausrüstungsgegenständen erhöht das Risiko, wobei vor allem die Verwendung von Allroundboards und Skischuhen gefährlich ist.
- Gesamtheitlich betrachtet haben die verletzten Snowboarder bessere sportmotorische Fähigkeiten als die Kontrollgruppe. Ob tatsächlich bessere körperliche Fitness das Verletzungsrisiko erhöht oder hier eine kontextbezogene Verfälschung auftritt (sozial erwünschte Angaben), kann mit dieser Studie nicht beantwortet werden. Körperliche Vorbereitung auf die Wintersaison und Aufwärmen haben keinen Einfluß auf das Verletzungsrisiko.
- Motive zur Ausübung des Snowboardsports liegen zum Großteil in der Freude an der Bewegung, der Absicht sportlich aktiv zu sein und sich in der Natur zu

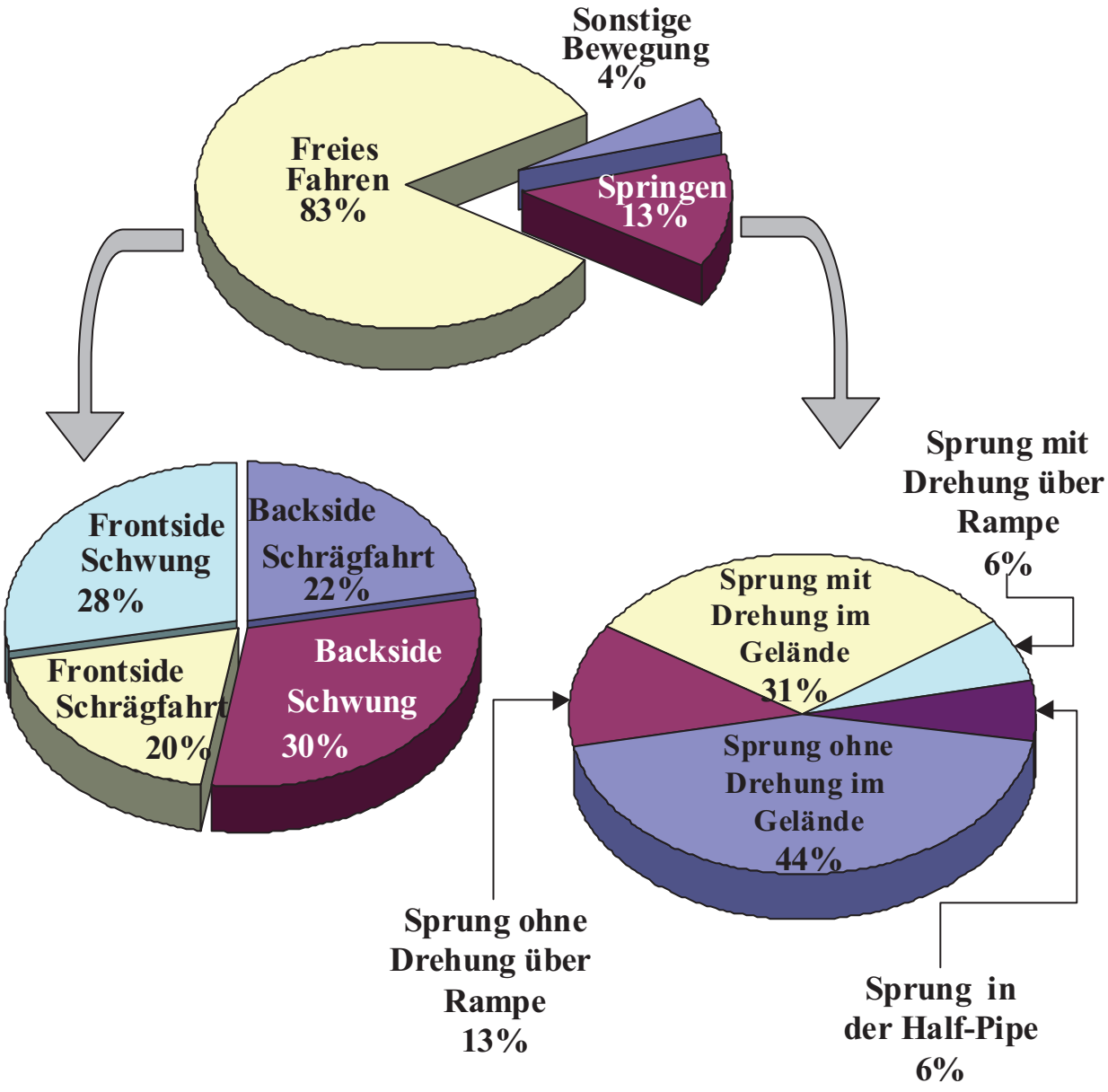
bewegen. Leistungsmotive sind weniger wichtig. Snowboarder, die diese Leistungsmotive suchen, haben auch kein erhöhtes Verletzungsrisiko. Ebenso haben Snowboarder, die den Snowboardsport als gefährlich einschätzen bzw. Angst vor Verletzungen haben, kein erhöhtes Risiko.

- Obwohl es große Defizite im Wissen der Snowboarder gibt, hat dies keinen Einfluß auf das Verletzungsrisiko.
- Die Snowboarder beurteilen vor allem die *„Selbstüberschätzung“*, die *„Rücksichtslosigkeit anderer Pistenbenützer“,* den *„Konsum alkoholischer Getränke“* und *„eisige Pisten“* als riskante Umstände beim Snowboarden. *„Schlechte Kondition“* und *„fehlendes Aufwärmen“* werden als am wenigsten riskant beurteilt. Bis auf die Selbstüberschätzung werden vor allem Faktoren als risikoreich bewertet, die nicht mit der eigenen Person zu tun haben.
- Allgemein werden Sicherheitsmaßnahmen von Snowboardern hoch befürwortet, wobei die höchste Akzeptanz eine verbindliche *„Pistenordnung“* und die *„behördliche Überwachung der Skiregionen zur Einhaltung der Sicherheitsstandards“* haben. Maßnahmen also, die optimale sicherheitsrelevante Rahmenbedingungen schaffen. Die Einführung von *„Pistenbetreuern“,* die auf der Piste für die Einhaltung der Pistenregeln sorgen (und bei Bedarf auch die Liftkarte abnehmen dürfen), wird am wenigsten befürwortet, wobei die verletzten Snowboarder die Pistenbetreuer noch eher akzeptieren als die nicht verletzten Snowboarder.
- Stürzen muß nicht unbedingt eine negative Erfahrung beim Snowboarden sein. Snowboarder, die behaupten, daß sie unbedingt versuchen, nicht zu stürzen, haben ein erhöhtes Verletzungsrisiko (mit Ausnahme der Anfänger). Stürze stellen eine unmittelbare Rückmeldung für die Snowboarder dar, die zu positiven Lernprozessen führen kann (vgl. dazu Mehl, 1995). Die nicht verletzten Snowboarder stürzen auch signifikant häufiger als die verletzten Snowboarder.
- Stürze bewußt zu vermeiden fällt meist auch schwer, weil bei einem Großteil der Stürze die Situation vor dem Sturz so schnell abläuft, daß die Snowboarder keine Zeit mehr zum Überlegen haben. Weiters passieren die meisten Stürze bei Routinehandlungen, denen kein besonderer Schwierigkeitsgrad beigemessen wird. Nur wenigen ist vor dem Sturz bewußt, daß die Situation gefährlich ist und ebenfalls nur wenige nehmen das Risiko bewußt in Kauf.

Unfalltätigkeit

Über 80% der Verletzungen geschehen beim freien Fahren („Free-Riden“), wobei die unterschiedlichen Techniken (Backside und Frontside) ungefähr gleich verteilt sind (siehe Abbildung 1). Bei Unfällen infolge von Sprungbewegungen dominieren Sprünge ohne und mit Drehung im Gelände. Eine Berücksichtigung des Fahrkönnens zeigt, daß Anfänger, mittelmäßige Snowboarder und Alpinboarder sich überdurchschnittlich oft beim freien Fahren verletzen, gute bzw. ausgezeichnete Fahrer und Freestyler hauptsächlich beim Springen.
Diese Ergebnisse werden in der Literatur bestätigt. Außer in der Studie von Dann et al. (1997), bei der mehr Verletzungen beim Springen passierten (26%). Im Verletztenkollektiv sind aber in dieser Studie auch überproportional viele Freestyler vertreten, bei denen Sprungbewegungen eine wichtige Bewegungsart darstellen.

Abbildung 1: Unfalltätigkeit nach Techniken



Unfallart

Über 95% der Snowboarder verletzen sich nach einem Einzelsturz. Kollisionen treten nur selten auf, wobei hier vor allem Kollisionen mit Skifahrern dominieren. Die überwiegende Mehrzahl sind Stürze nach vorne (48%), gefolgt von Stürzen nach hinten (34%) und den Stürzen zur Seite (18%). Anfänger stürzen überdurchschnittlich häufig nach hinten (47%) und ausgezeichnete Fahrer nach vorne (63%). Diese Ergebnisse entsprechen den Ergebnissen der Literaturanalyse.

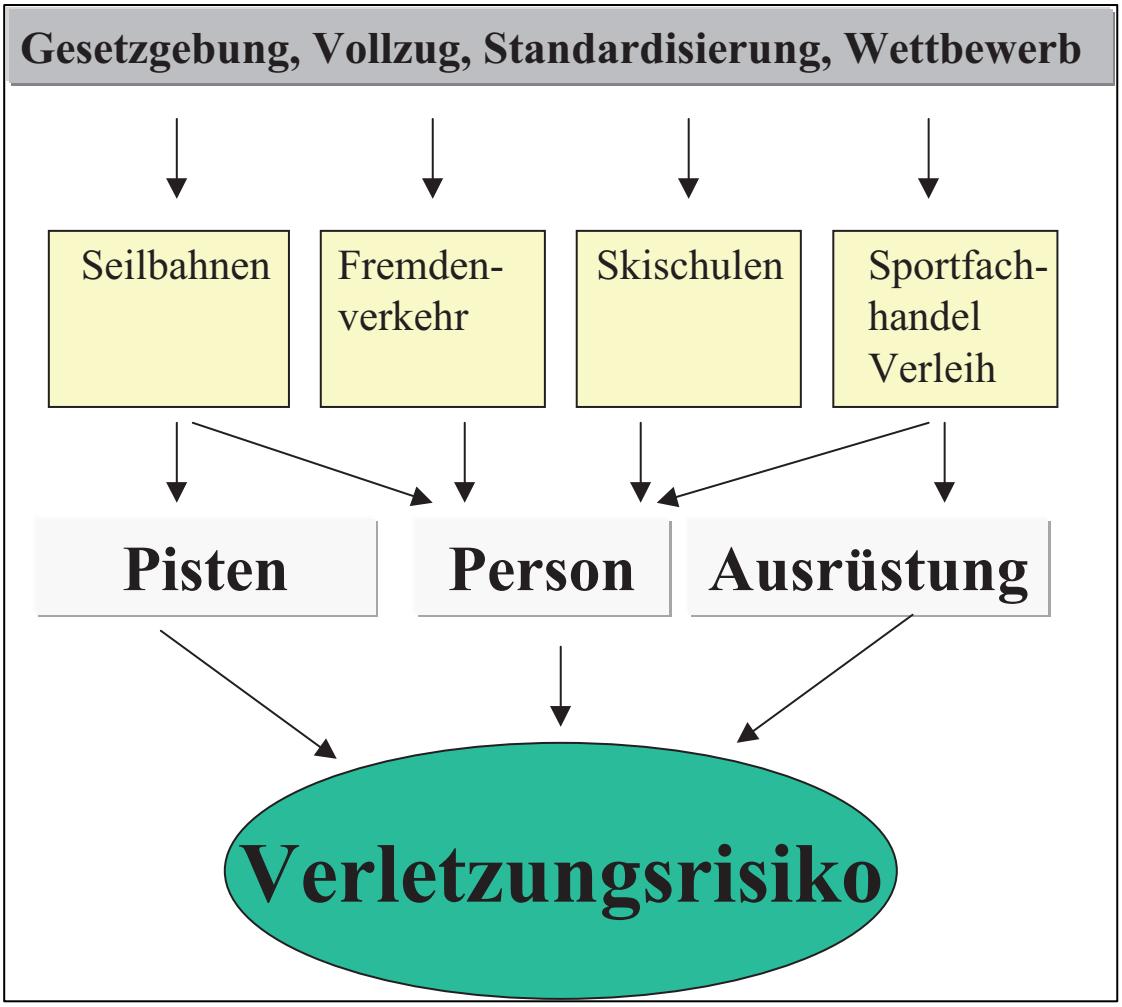


Abbildung 2: Konzept – eines netzwerkähnlichen Modells „Sichere Skiregion“

Präventive Maßnahmen

Unter präventiven Maßnahmen werden im folgenden Maßnahmen verstanden, mit denen durch die Modifikation und Beseitigung von Risiko- und Unfallfaktoren Verletzungen verhindert werden können:

- Erlernen der Grundtechniken
- Kontinuierlicher Aufbau des Schwierigkeitsgrades
- Anfänger sollten mit Softboots mit dem Snowboarden beginnen; auf keinen Fall mit Skischuhen
- Verwendung von Handgelenksprotektoren
- Beherrschen der richtigen Falltechnik
- Aufwärmen
- Pausen einlegen, um der Ermüdung entgegenzuwirken

Schlußfolgerungen

Eine verhaltenswirksame Berücksichtigung sicherheitsrelevanter Maßnahmen erfordert zielgruppenspezifische und vernetzte Informationskampagnen. Alle Leistungsträger in den Skiregionen (Seilbahnen, Sportfachhändler, Snowboardschulen etc.) sowie die sozialen Systeme Familie, Beruf, Schule und Freundeskreis sollen bei Unfallverhütungsmaßnahmen berücksichtigt werden. Wie ein derartiges netzwerkähnliches Modell in der Praxis realisiert werden kann, zeigt das Konzept für eine „Sichere Skiregion".

Generelle Empfehlungen für eine „sichere Skiregion" sind umfassende Programme zur besseren Information der Gäste, Qualitätskontrolle von Pisten und Liften, Qualitätskontrolle im Handel und Qualitätskontrolle von Skischulen. Die Einführung eines Sicherheitsstandards für Skiregionen sollte erzielt werden (siehe Abbildung 2).

Literatur

Bauer, R. (1998). Unfallstatistik 1997. Verletzte nach Heim-, Freizeit- und Sportunfällen in Österreich. Wien: Institut „Sicher Leben“.

Berghold, F. (1993). Alpine Gefahrentheorie und Risikosituationen beim Bergsteigen und Skifahren. In: Österreichisches Kuratorium für alpine Sicherheit (Hrsg.).Sicherheit im Bergland. Jahrbuch 1993. Wien: Österreichisches Kuratorium für alpine Sicherheit, 155 – 162.

Boldrino, Ch., Furian, G. (1999). Risikofaktoren beim Snowboarden. Eine empirische Studie. Wien: Institut “Sicher Leben”.

Dann, K., Boldrino, C., Kristen, K-H. und Ring, G. (1997). Verletzungsrisiko und Risikofaktoren beim Snowboarden. Ohne richtige Ausrüstung und Schulung nicht auf die Piste. TW Sport + Medizin, 9,3,128-132.

Furian, G., Boldrino, Ch. (1998). Risikofaktoren beim Skifahren. Eine empirische Studie. Wien: Institut “Sicher Leben”.

Kisser, R. (1996). Ursachen und Verhütung von Pistenunfällen. Zeitschrift für Verkehrsrecht, 4, 121-128.

Österreichische Gesellschaft für angewandte Fremdenverkehrswissenschaft 1998. Gästebefragung. Österreich. Winter 1997/98. Wien: Österreichische Staatsdruckerei.

Österreichisches Statistisches Zentralamt. Mikrozensus 1998. Wien.

Österreichisches Statistisches Zentralamt. Fremdenverkehrsstatistik 1998. Wien.

ÖSV–Unfallerhebung Wintersaison 1997/98. In: Sicherheit im Bergland. Österreichische Kuratoruim für alpine Sicherheit (1998) Jahrbuch 1998. Innsbruck, 7 – 25.

Rümmele, E. (1988). Unfallforschung und Unfallverhütung im Schulsport. Frankfurt am Main. Verlag Harri Deutsch.

Anschrift für die Verfasser:
Katrin Schneider
Institut "Sicher Leben"
Traungasse 14-16
1030 Wien

Unfälle und Präventionsmassnahmen beim Snowboarden

Müller, R.

Laboratorium für Biomechanik ETH Zürich

Snowboardunfälle in der Schweiz

In der Schweiz werden in der UVG-Statistik[1] (BFU 1998) pro Jahr jeweils über 40'000 Wintersportunfälle gezählt. Erfasst sind dabei Arztbesuche von etwa der Hälfte der in der Schweiz wohnhaften Personen. Damit steht der Wintersport bezüglich absoluter Unfallzahlen an zweiter Stelle der Nichtberufsunfälle im Bereich Sport. Etwa drei Viertel dieser Unfälle ereignen sich beim Skifahren oder Snowboarden.

Gemäss SVS-Unfallstatistik[2] (BFU 1991-99) – welche pro Jahr etwa 3'000 von Rettungsdiensten in knapp 30 Schweizer Skigebieten erfassten Schneesportunfälle umfasst – hat der Anteil der Snowboardunfälle an den Schneesportunfällen in den letzten Jahren markant zugenommen und liegt momentan bei etwa 30% (siehe Abb. 1). Der Anteil variiert dabei aber je nach Skigebiet zwischen 6% und 53% (Saison 1998/99), da auch der Anteil Snowboarder an den Schneesportlern in den verschiedenen Skigebieten sehr unterschiedlich ist.

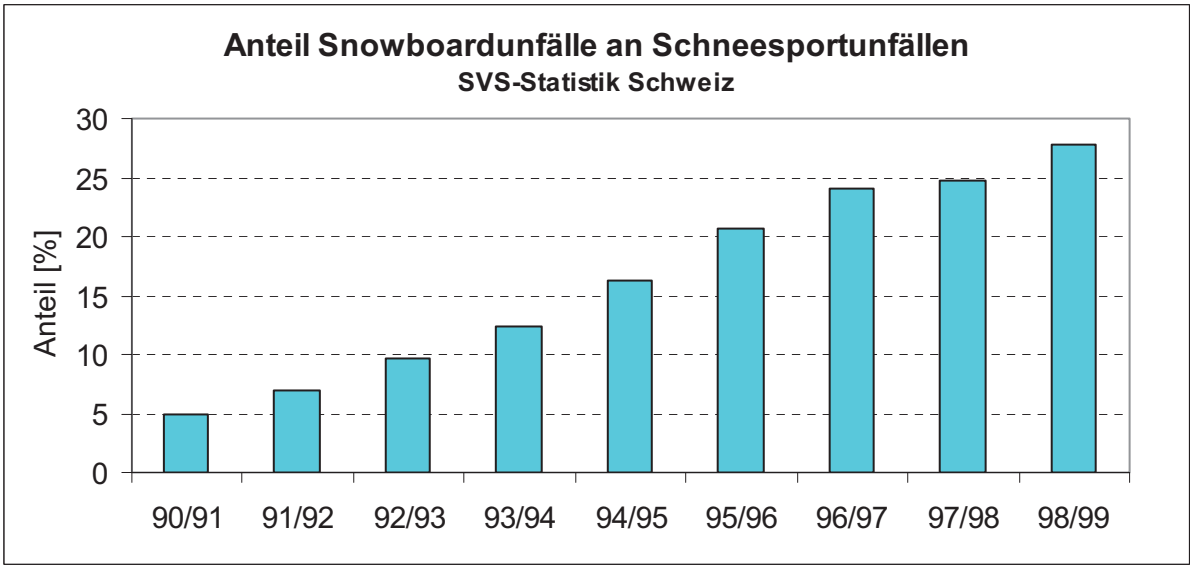


Abb. 1: Anteil Snowboardunfälle an den Schneesportunfällen in Schweizer Skigebieten (SVS-Statistik, n~3'000).

[1] Statistik der Unfälle nach dem Bundesgesetz über Unfallversicherung

[2] Schweizerischer Verband der Seilbahnunternehmungen (ab 1999 neu: Seilbahnen Schweiz)

Eine Untersuchung (MÜLLER 2000) in Skigebieten der Region Davos ergab, dass Skifahrer und Snowboarder eine vergleichbare tägliche Fahrleistung erbringen. Frequenzzählungen ergaben in den zwei untersuchten Skigebieten Snowboarderanteile von 10% bzw. 25-30%, wohingegen der Anteil Snowboarder an von den Rettungsdiensten erfassten Unfällen 20% bzw. 47% betrug. Daraus kann abgeleitet werden, dass Snowboarder ein doppelt so grosses Unfallrisiko haben wie Skifahrer. Mögliche Ursachen sind u.a. die andere Altersstruktur der Snowboarder (zu 90% unter 30-jährig), ein grösserer Anteil Anfänger sowie weniger akzeptierte Präventionsmassnahmen.

Als Unfallursachen stehen beim Snowboarden die Stürze im Vordergrund (knapp 95%). Kollisionen mit Personen (3-4%) und mit Objekten (ca. 2%) spielen eine relativ kleine Rolle (BFU 1991-99).

Die Spitalstatistik des Spitals Davos zeigt die Verteilung der Verletzungen auf die verschiedenen Körperteile (MÜLLER 2000). Es besteht ein signifikanter Unterschied zwischen Snowboardern und Skifahrern in dem Sinne, dass sich Snowboarder vermehrt die oberen Extremitäten und weniger die unteren Extremitäten verletzen (siehe Abb. 2). Zusätzlich ist – betrachtet man nur die Verletzungen der unteren Extremität – bei den Snowboardern das Knie weniger betroffen als bei den Skifahrern, dafür vermehrt Unterschenkel und Fuss. Verglichen mit den Skifahrern erleiden Snowboarder vermehrt Frakturen, dafür weniger Bänderrisse.

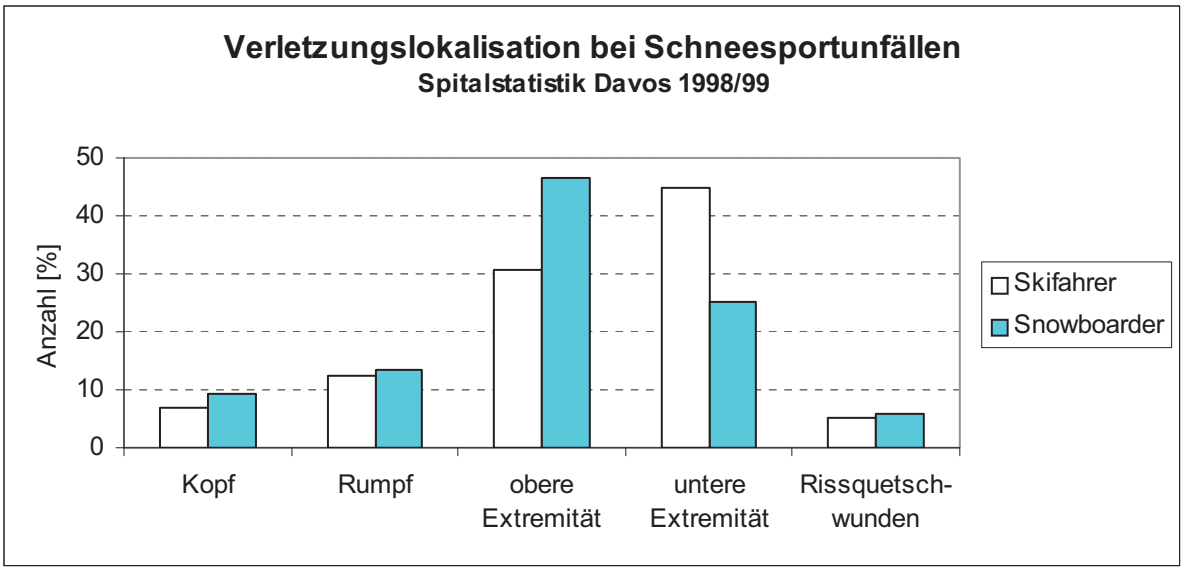


Abb. 2: Verletzungslokalisation bei erfassten Schneesportverletzungen (Spital Davos, Winter 1998/99, n=1'265 bzw. n=612).

Die Untersuchung von FISCHLER & RÖTHLISBERGER (1996) zeigt in Übereinstimmung mit den anderen Statistiken, dass bei den Snowboardern nur in knapp 5% der Fälle eine Kollision Unfallursache war. Erwähnenswert ist, dass die dabei aufgetretenen Verletzungen im Vergleich zum Gesamtkollektiv leichterer Natur waren. Nur 30% der verletzten Snowboarder trugen einen Handgelenkschutz, wobei keiner dieser eine Vorderarmfraktur erlitt, im Gegensatz zu denjenigen ohne Handgelenk-

schutz. Dafür verzeichneten sie aufgrund der Kräfteumlagerung vermehrt Handgelenk- und Ellbogendistorsionen. Die Snowboarder mit Softboots erlitten anteilmässig mehr Verletzungen der oberen Körperhälfte als diejenigen mit Hardboots. 58% der Verletzungen wurden als Bagatellverletzungen eingestuft. Häufigste Verletzungen waren Kniedistorsionen (17%), Radiusfrakturen (14%), Handgelenk- und Sprunggelenkdistorsionen (je 9%).

Die Studie von CAMPELL (1995) zeigt Unterschiede in der Ausbildung und Ausrüstung von verunfallten und gesunden Snowboardern auf. Auffallend ist das erhöhte Unfallrisiko der Anfänger, derjenigen mit geliehenen/gemieteten Boards und derjenigen mit Skischuhen, wobei diese drei Faktoren teilweise zusammenhängen. Häufigste der 346 Verletzungen waren Unterarmfrakturen (21%, v.a. Radiusfraktur: häufiger bei Anfängern und Frauen), Sprunggelenks- (11%) und Kniedistorsionen (9%, häufiger bei Frauen). Bei knapp zwei Dritteln der Verletzungen der unteren Extremität war das Standbein (= vorderes Bein) betroffen. Häufigste Unfallursache waren Fahrfehler, welche v.a. zu Rückwärts- und Vorwärtsstürzen führten. Anfänger stürzten häufiger rückwärts und verletzten sich dabei an den oberen Extremitäten. Das Tragen einer Schutzausrüstung (z.B. Handgelenkschutz) verringerte das Unfallrisiko. Nur etwa 4% der Snowboarder benutzten eine Sicherheitsbindung.

In der bizentrischen Studie von GORSCHEWSKY et al. (1994) wurden 193 Snowboardunfälle erfasst. Über 75% der Verunfallten waren zwischen 10 und 25-jährig. Als weitaus häufigste Unfallursache wurde Eigenverschulden (schlechte Technik, mangelnde Ausbildung) angegeben. Gemäss dieser Untersuchung stürzen Snowboarder bis zu zehn mal häufiger als Skifahrer und ist die Zahl der Verletzungen unter den Einsteigern überproportional. Die meisten Stürze verlaufen in anterioposteriorer Richtung ab, Drehstürze sind weniger häufig. Zwei Drittel aller Beinverletzungen betrafen das vordere Standbein. Sprunggelenksverletzungen traten dabei vermehrt beim Tragen von Softboots auf, Knieverletzungen hingegen mehr beim Tragen von Hartschalenschuhen.

Snowboardunfälle in der internationalen Fachliteratur

In einer Pilotstudie der Schweizerischen Beratungsstelle für Unfallverhütung wird momentan die aktuelle internationale Literatur über Snowboardverletzungen aufgearbeitet. Die Resultate werden am Kongress präsentiert.

Präventionsmassnahmen

Verschiedene Untersuchungen zeigen, dass beim Snowboarden in erster Linie mit Verhaltensprävention etwas erreicht werden kann, da meistens der Snowboarder selbst der Unfallverursacher ist. Dabei gibt es mehrere Ansatzpunkte:

Das Tragen eines Handgelenkschutzes verteilt die Belastung bei Stürzen und führt so zu weniger Vorderarmfrakturen. Ein Helm ist insbesondere Kindern zu empfehlen, da bei ihnen der Anteil Kopfverletzungen grösser ist als bei den Erwachsenen.

Das Erlernen einer richtigen Sturztechnik ist eine Notwendigkeit. Insbesondere Anfänger stürzen häufig und versuchen sich gegen den Sturz zu wehren statt ihn zu kontrollieren, was dann zu lokalen Überbelastungen führt.

Die Kenntnis der Pistenmarkierungen ermöglicht dem Schneesportler zumindest teilweise, eine seinem Können angemessene Abfahrtsroute zu wählen und seine Fahrweise der Situation anzupassen. Eine Befragung von 938 Schneesportlern in Davos (MÜLLER 2000) ergab, dass Snowboarder einen geringeren Wissensstand aufweisen als Skifahrer (siehe Abb. 3). Häufig verwechselt werden v.a. die rote und blaue Piste. Grundsätzlich zeigt sich, dass je jünger die Schneesportler sind desto weniger Kenntnisse haben sie; erst ab ca. 30 Jahren ist eine Konsolidierung festzustellen. Dies erklärt – aufgrund der anderen Altersstruktur – zumindest teilweise den geringeren Wissensstand der Snowboarder.

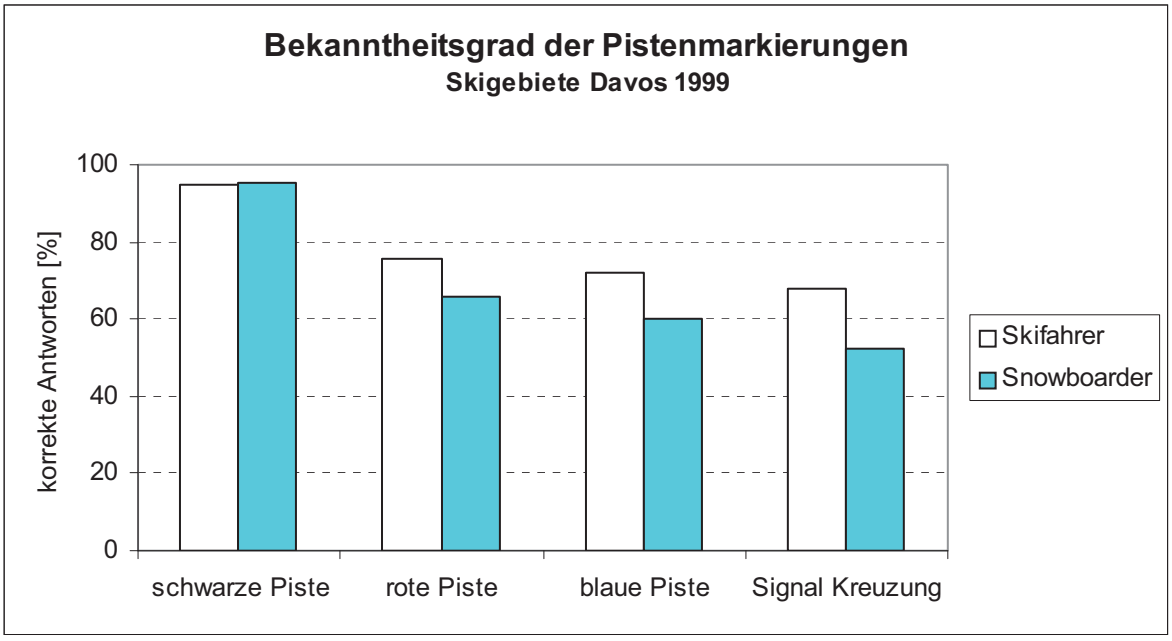


Abb. 3: Bekanntheitsgrad der Pistenmarkierungen bei Skifahrern und Snowboardern in Davoser Skigebieten (Saison 1998/99, n=593 bzw. n=345).

Im Rahmen einer Schneesportkampagne versucht die SUVA[3] im Winter 99/00 in vier Schweizer Skigebieten einzelne Pisten nicht nur aufgrund ihrer Hangneigung, sondern auch aufgrund ihrer Charakteristik einzuteilen und so eine Entflechtung der verschiedenen Pistenbenutzer zu erreichen. Die vier dazu verwendeten Piktogramme signalisieren *learning* für Anfänger, *carving* für Carver, *bumps* für Freestyler und *powdersnow* für Freerider.

Das Wissen um die Inhalte der 10 FIS-Regeln sollte zur Vermeidung von Personen-Kollisionen beitragen. Die Davoser Befragung zeigt, dass hier insbesondere Lücken bezüglich Geschwindigkeitsanpassung („auf Sicht fahren“) und Anhalten auf Skipisten bestehen (FIS-Regeln 2 und 6).

Untersuchungen von JENDRUSCH & SENNER (1995) haben gezeigt, dass eine verminderte Sehschärfe das Erkennen von Bodenunebenheiten erschwert und damit eine Ursache von vermehrten Selbstunfällen sein könnte. Die Davoser Befragung zeigt, dass 79% der 10-19-jährigen und 64% der 20-29-jährigen brillentragenden Snowboarder ihre Sehhilfe beim Boarden nicht trugen, im Gegensatz zu nur 4% der Kontaktlinsenträger. Dies scheint nicht nur bei den Snowboardern ein altersabhängiges Problem zu sein (siehe Abb. 4).

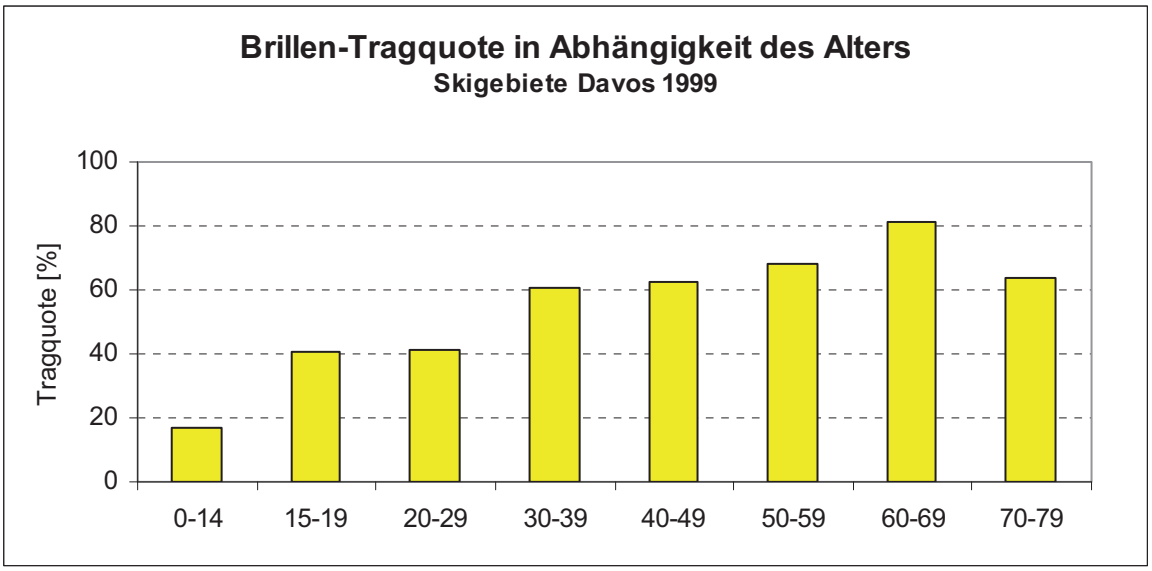


Abb. 4: Brillentragquote in Abhängigkeit des Alters bei Schneesportlern in Davoser Skigebieten (Saison 1998/99, n=938).

Eine der Temperatur angemessene Bekleidung vor allem der Beine sowie ein Aufwärmen – insbesondere nach Sesselliftfahrten – sind empfehlenswert. Eine Untersuchung (GEBAUER et al. 1987) zeigt einen erheblichen Einfluss der Kälte auf das Reaktionsvermögen und die motorische Schnelligkeit der Probanden. Hier könnte auch mit Verhältnisprävention (Schutzhauben bei Sesselliften) ein Beitrag geleistet werden.

[3] Schweizerische Unfallversicherungsanstalt

Bezüglich Schuhe ist von Skischuhen abzuraten. Ob von gewissen Schuhtypen eine Reduktion der Verletzungen oder nur eine Verlagerung der Verletzungslokalisation zu erwarten ist, scheint noch unklar.

Wenig verbreitet in der Szene sind Auslösebindungen (inklusive Stopper), obwohl schon seit längerer Zeit funktionstüchtige Modelle auf dem Markt sind (Meyer, Miller, Galde) und die Erfahrungen sehr positiv sind. Bedenken bestehen in erster Linie wegen einer nur einbeinigen Auslösung, was in der Realität aber kein Problem darstellt, da der zweite Fuss meist innerhalb kurzer Zeit ebenfalls freigegeben wird. Im weiteren werden Fehlauslösungen (z.B. beim Freestylen) befürchtet, was aber bei einer korrekten Bindungseinstellung nicht der Fall ist. Durch das Weglösen des Boardes kann ein Sturz besser aufgefangen werden; insbesondere scheinen auch Mehrfachüberschläge seltener zu sein. Auslösebindungen sind daher insgesamt sehr zu empfehlen. In der Schweiz werden sie von Instruktoren der Sportausbildungsstätten (ESSM Magglingen, ETH Zürich) auch seit mehreren Jahren eingesetzt und empfohlen.

Literatur

Campell L.R. (1995): *Snowboardunfälle – Multizentrische schweizerische Snowboardstudie 1992/93*. bfu-Report 29; Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern.

Fischler L., Röthlisberger M. (1996): *Ski- und Snowboardunfälle im Vergleich. Ein aktueller Überblick von Arosa (Schweiz) (1988/89 bis 1994/95)*. Schweizerische Rundschau für Medizin (PRAXIS), 85, 24, 777-782.

Gebauer D., Reithmeier J., Betz C., Bernett P. (1987): *Alkohol und Kälte als Einflussfaktoren des Reaktionsvermögens beim alpinen Skilauf*. Praktische Sport-Traumatologie und Sportmedizin, 1, 42-45.

Gorschewsky O., Goertzen M, Zollinger H. (1994): *Snowboardverletzungen*. Deutsche Zeitschrift für Sportmedizin, 45, 3, 109-112.

Jendrusch G., Senner V. (1995): *Ermittlung sicherheitsrelevanter Parameter bei Freizeit-Skisportler(inne)n – Aspekte des visuellen Systems beim Skifahren*. Stiftung Sicherheit im Skisport.

Müller R. (2000): *Personen-Kollisionen beim Schneesport*. bfu-Report 43; Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern.

bfu (Hrsg.) (1998): *Unfallgeschehen in der Schweiz – Statistik 1998*. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern.

bfu (Hrsg.) (1991-99): *SVS-Unfallstatistik 1990/91-1998/99 – Ski- und Snowboardunfälle im Vergleich*. Schweizerische Beratungsstelle für Unfallverhütung, Bern.

Medien

Richtlinien für das Verhalten der Skifahrer und Snowboarder (Informationsbroschüre Ib 9121, SKUS 1995).

Sicherheitsbindungen „Meyer“ im Einsatz an der Eidgenössischen Sportschule Magglingen / Montana 92 (Arbeits-Video, ESSM 1992).

Snowboarden. Aber sicher! (Informationsbroschüre Ib 9424, bfu 1994).

Snowboarden. Aber sicher! (Video V 77.190, ESSM 1994).

Anschrift für die Verfasser:
Roland Müller
Institut für Biomechanik
Wagistr. 4
8952 Schlieren

Priv. Doz. Dr. med. Peter Schaff
TÜV Product Service
und Universität Stuttgart
Ridlerstr. 65
80339 München

Prof. Dr. med. D. Jeschke
Lehrstuhl und Klinik für Präventive
und Rehabilitative Sportmedizin
Technische Universität München
Conollystrasse 32
80809 München

Dr. Rupert Kisser
Institut "Sicher Leben"
Traungasse 14-16
1030 Wien

Prof. Dr. Joachim Mester
Deutsche Sporthochschule Köln
Institut für Trainings- und
Bewegungslehre
Carl-Diem-Weg 6
50933 Köln

Prof. Dr. med. Hermann Heck
Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl Sportmedizin
Overbergstraße 19
44780 Bochum

Dr. Regina Krause
Dipl. Psychologin
Taunusstr. 9
65779 Kelkheim

Dr. med. Brian Martin
Sportwissenschaftliches Institut
Bundesamt für Sport
2532 Magglingen

Priv. Doz. Dr. Wilfried Alt
TÜV Product Service und
Universität Stuttgart
Ridlerstr. 65
80339 München

Ulrike Fister
Bundesverband der Unfallkassen
Fockensteinstr. 1
81539 München

Dr. Klaus Wehmeyer
Verwaltungs-Berufsgenossenschaft
Bezirksverwaltung S
Kölner Str. 20
51429 Bergisch-Gladbach

Dr. Gernot Jendrusch
Ruhr-Universität Bochum
Universitätstr. 150
44801 Bochum

Priv. Doz. Dr. Thomas Milani
(ehem.) TÜV Product Service,
Boulder
5541 Central Avenue
Boulder CO 80301-2846

Dr. Thomas Henke
Ruhr-Universität Bochum
Universitätstr. 150
44801 Bochum

Prof. Dr. Albert Gollhofer
Universität Stuttgart
Institut für Sportwissenschaft
Allmandring 28
70569 Stuttgart

Dr. med. Heinz Lohrer
Sportmedizinisches Institut
Frankfurt am Main
Otto-Fleck-Schneise 10
60528 Frankfurt /M.

Prof. Dr. Gerd-Peter Brüggemann
Deutsche Sporthochschule
Institut für Leichtathletik und
Turnen
Carl-Diem-Weg 6
50933 Köln

Prof. Dr. med. Hartmut Krahl
Medical Park Chiemsee
Birkenallee 41
83233 Bernau

Priv. Doz. Dr. med. Wolfram
Mittlemaier
Technische Universität München
Klinik für Orthopädie und
Sportorthopädie
Ismaninger Strasse 22
81675 München

Dr. Bettina Schaar
Deutsche Sporthochschule
Carl-Diem-Weg 6
50933 Köln

Priv. Doz. Dr. med. Henry Schulz
Ruhr-Universität Bochum
Lehrstuhl für Sportmedizin
Overbergstraße 19
44780 Bochum

Othmar Brügger
Schweizerische Beratungsstelle für
Unfallverhütung bfu
Abteilung Sport
Postfach
3001 Bern

Roland Müller
Institut für Biomechanik
Wagistr. 4
8952 Schlieren

Dr. Hans-Friederich Voigt
Ruhr-Universität Bochum
Fakultät für Sportwissenschaft
Universitätstr. 150
44801 Bochum

Dr. med. Hartmut Gaulrapp
Orthopädische Praxisklinik
München Schwabing
Leopoldstr. 250
80802 München

Dr. Hans-Friedrich Voigt
Arbeitsbereich Sportarten
Fak. f. Sportwissenschaft der
Ruhr-Universität Bochum
Stiepeler Str. 129
44870 Bochum

Dr. Dieter Lazik
Universität Potsdam
Institut für Sportmedizin und
Prävention
Am Neuen Palais 10
14469 Potsdam

Katrin Schneider
Institut "Sicher Leben"
Traungasse 14-16
1030 Wien

Dr. med. Peter Stehle
Medical Park Chiemsee
Birkenallee 41
83233 Bernau

Peter Görlich
Klinik Chiemseewinkl
Birkenallee 41
83233 Bernau-Felden

Dr. med. Joseph Assheuer
Institut für Kernspintomographie
und Nuklearmedizin
Genovevastr. 24
51065 Köln

Manuela Dahlinger
Sportomed - Reha GmbH
Im Pfeifferswörd 4
68167 Mannheim

Prof. Dr. med. Eckehard Hille
Allgemeines Krankenhaus
Barnbeck, Hamburg
Rübenkamp 148
22307 Hamburg

Erich Rutemöller
Deutscher Fussball-Bund
Birresbornerstrasse 21
50935 Köln

Bundesinstitut für Sportwissenschaft (BISp)
Carl-Diem-Weg 4, 50933 Köln, Postfach 45 02 49, 50877 Köln
Telefon (0221) 49 79-0, Telefax (0221) 49 51 64
e-mail: info@bisp.de — http://www.bisp.de

ISBN 3-89001-336-8