

## Zusammenfassung

Bei 20 Patienten mit einem funktionell instabilen Sprunggelenk sowie bei einer Kontrollgruppe von 20 Probanden wurde die Einbeinsprungfähigkeit mit Hilfe eines Würfel-Sprung-Testes dokumentiert. Gleichzeitig wurde der Einfluß von zwei Sprunggelenksorthesen evaluiert.

Bei den gesunden Probanden waren die Gesamtsprungzeiten tendenziell besser als bei den Patienten mit instabilen Sprunggelenken. Die Zeitdauer zum Stabilisieren des Sprunggelenkes (Standzeiten) waren schon bei der Kontrollgruppe mit Orthese deutlich geringer als ohne. Auch bei den verletzten Beinen wiesen die Stabilisierungszeiten signifikante Verbesserungen nach Anlegen der Orthese auf. Zwischen den beiden verwendeten Orthesen zeigte sich keine signifikante Differenz. Die Stabilisierungsphasen bei Supinationsbelastungen waren sowohl in der Kontrollgruppe als auch in der Patientengruppe tendenziell kürzer als die bei Pronationsbelastungen.

**Fazit:** Bei dem vorliegendem Versuchsaufbau zeigte sich ein positiver Einfluß von Sprunggelenksorthesen auf die Einbeinsprungfähigkeit. Supinationsbelastungen können besser stabilisiert werden als Pronationsbelastungen.

**Schlüsselwörter:** Propriozeption, sportspezifische Fähigkeiten, oberes Sprunggelenk, Orthesen

## Summary

We compared single leg jumping capability in 20 patients with a functional unstable ankle joint with a control group of 20 volunteers with a healthy ankle joint. Additionally we evaluated the influence of two ankle braces.

The healthy subjects presented with a slightly shorter total time for finishing the parcours without showing a significant difference. Looking specifically for the time the subjects needed for ankle stabilisation after landing, even in the control group the stabilisation time was shorter with than without a brace. In patients with unstable ankle joints this time was also significant shorter with a brace. There was no difference between both

# Der Einfluß von Stabilisierungshilfen des oberen Sprunggelenkes auf sportspezifische Fertigkeiten beim Einbeinsprung in Abhängigkeit von der Pro- und Supinationsbelastung

## Influence of stabilizing devices for the ankle joint on sport specific capabilities in a single leg jump test with special reference to pronation and supination strain

Klinik und Poliklinik für Allgemeine Orthopädie<sup>1</sup>, Institut für Sportmedizin<sup>2</sup>  
Westfälische-Wilhelms-Universität Münster

braces. In both groups supination strain showed shorter stabilizing time than pronation strain.

**Conclusion:** In the presented setup ankle braces had a positive effect on single leg jumping capability. Supination strain can be stabilized better than pronation strain.

**Key-words:** proprioception, sportspecific capabilities, ankle joint, braces

## Einleitung

Propriozeption ist das Ergebnis der Synthese der afferenten Signale von verschiedenen lokalisierten Mechanorezeptoren (17, 38, 41). Sie setzt sich nach herkömmlichem Verständnis aus Stellungssinn, Bewegungssinn und Kraftsinn zusammen und ermöglicht eine Wahrnehmung der Positionen (Lagesinn) und Bewegungen (Kinästhesie) von Gelenken und Gliedmaßen, sowie eine Abschätzung der notwendigen Muskelkraft (Kraftsinn) zur Einhaltung oder Änderung einer Gelenkposition (22, 25). Die Sensoren der Propriozeption werden von den Rezeptoren in den Gelenkstrukturen, in der partizipierenden Muskulatur, in den Sehnen und in der über dem

Gelenk liegenden Haut gebildet. Sie gehören zum Typ der Mechanorezeptoren, die mechanische Reize wahrnehmen und in nervöse Erregungen umwandeln.

Viele Autoren sprechen heute den Gelenkrezeptoren den größten Einfluß zu (3, 4). *Craske* (6) hingegen sieht in den Muskelspindeln und *Moberg* (30) in den Hautrezeptoren die Hauptinformation für die Propriozeption. Wahrscheinlich ist ein komplexes Zusammenspiel verschiedener Rezeptoren für eine präzise Propriozeptivität der Sprunggelenke verantwortlich, wobei der traumatisch bedingte Ausfall von Gelenkrezeptoren offensichtlich nicht vollständig durch andere Proprio- und Exterozeptoren kompensiert werden kann. Eine Vielzahl von Studien belegen, daß Sprunggelenksverletzungen zu propriozeptiven Defiziten führen (8, 11, 12, 15, 22, 23, 24, 26) und als eine der Ursachen für die funktionelle Instabilität der Sprunggelenke angesehen werden können. *Freeman et al.* (8), *Gleitz et al.* (11) und *Litt* (26) empfahlen Koordinations- und Reflexttraining, propriozeptive Übungen und die Kräftigung des Sprunggelenks zur Behebung dieses Defizits. Angesichts der hohen Verletzungsrate im Bereich des oberen Sprunggelenks (23.000 Verletzungen täglich in den USA) (32) haben ex-

# ORIGINALIA

terne Stabilisierungshilfen sowohl auf dem Gebiet der Rehabilitation als auch auf dem Gebiet der Prävention enorm an Bedeutung gewonnen. Unterschiedlichste Formen von wiederverwendbaren Orthesen sind so konzipiert, daß sie den maximal erreichbaren Inversionsgrad des Fußes reduzieren (21) und so einem Supinationstrauma vorbeugen. Die Handhabung dieser Orthesen ist in der Regel einfach und ermöglicht dem Freizeit- und Breitensportler ein fachkompetentes Anlegen.

Eine Vielzahl von Untersuchungen zur Frage der mechanischen Stabilisierung zeigt die Effizienz wiederverwendbarer Orthesen bezüglich ihrer stabilisierenden Wirkung auf (27, 42). Bei diesen Orthesen konnte nach sportlicher Belastung kein (14) oder nur ein geringer Verlust der stabilisierenden Wirkung festgestellt werden (1). Tapeverbände hingegen verzeichnen kurz nach der Applikation eine gute mechanische Stabilisierung, jedoch nach 20-minütiger sportlicher Betätigung bereits einen 40%igen Stabilitätsverlust (1, 13).

Verschiedene umfassende empirische Untersuchungen (9, 10, 34, 37, 40) belegen, daß das Risiko eine Sprunggelenksverletzung zu erleiden, mit angelegter Stabilisierungshilfe deutlich reduziert werden kann. Aus diesem Grunde wird verschiedentlich die Empfehlung für die Verwendung von prophylaktischen Orthesen laut. Die Befürchtung von Betreuern und Athleten ist hierbei jedoch, daß sich durch die Applikation einer Orthese eine Einschränkung in der Leistungsfähigkeit ergibt.

Ziel der vorliegenden Untersuchung war somit die Abklärung der Frage, inwieweit derartige Orthesen zu einer Beeinträchtigung sportspezifischer Fertigkeiten führen. Da hierbei Sportarten mit Sprungkomponenten von besonderem Interesse sind, wurde besonderer Wert auf die Einbeinsprungfähigkeit gelegt. Gleichzeitig wurde eine differenzierte Betrachtung von Pronations- und Supinationsbelastungen durchgeführt.

## Material und Methoden

Bei 20 Patienten mit funktionell instabilen Sprunggelenken wurde die Einbeinsprungfähigkeit mit einer Kontrollgruppe von 20 gesunden Probanden verglichen.

**Kontrollgruppe:** Das durchschnittliche Alter der 20 gesunden Probanden (10 Frauen,

10 Männer) betrug  $22,5 \pm 1,7$  Jahre. Die Körpergröße lag bei  $176,8 \pm 10,2$  cm, das Gewicht bei  $68,3 \pm 9,5$  kg. Diese Gruppe war seit mehreren Jahren körperlich aktiv und betrieb jede Woche im Durchschnitt  $4,3 \pm 2,4$  Stunden Sport. Kein Proband trug während des Sports oder in der Freizeit eine Stabilisierungshilfe.

**Verletzte Gruppe:** Die 20 verletzten Probanden (10 Frauen, 10 Männer) waren im Durchschnitt  $25,2 \pm 2,0$  Jahre alt, hatten eine Körpergröße von  $178,1 \pm 9,8$  cm und ein Gewicht von  $71,8 \pm 9,3$  kg. Alle Probanden trieben in den letzten Jahren regelmäßig Sport. Die wöchentliche sportliche Aktivität lag bei  $6,9 \pm 3,6$  Stunden. In der Freizeit wurde von keinem Probanden, während des Sports von zwei männlichen Probanden eine Stabilisierungshilfe getragen. Die Probanden zogen sich ihre Verletzungen im Durchschnitt vor  $4,5 \pm 3,0$  Jahren zu. In den letzten sechs Monaten waren keine derartigen Sprunggelenksverletzungen mehr aufgetreten. Die Sportpause nach einem Trauma im oberen Sprunggelenk lag bei  $7,82 \pm 4,93$  Wochen.

**Ausschlusskriterien:** Keiner der Probanden wies Verletzungen der unteren Extremitäten auf. Auch in der Patientengruppe waren nur Verletzungen im Bereich des Sprunggelenkes zugelassen. Chronische Beschwerden und andere Beeinträchtigungen des körperlichen Wohlbefindens stellten Ausschlusskriterien dar. Eine Verletzung im Sprunggelenk in den letzten drei Monaten wurde ebenso ausgeschlossen, um eine Beeinflussung der Testergebnisse durch kurzfristige Störung der Propriozeption zu verhindern.

**Testverfahren:** Als Testverfahren wurde ein sogenannter Würfel-Sprung-Test verwendet

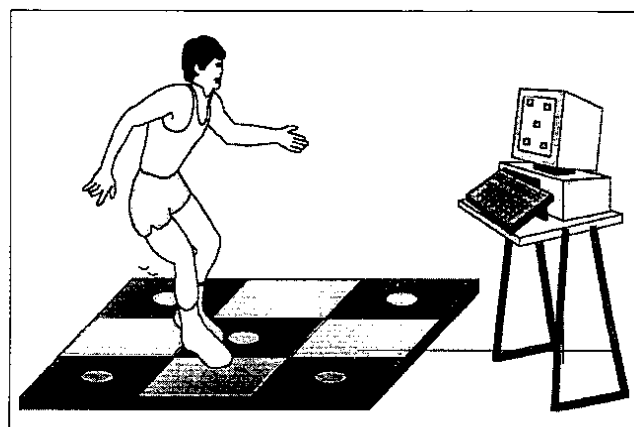


Abb. 1: Sprungparcour mit dem KOMET-System

(Abb.1). Obwohl bei diesem Test die gesamte Körperkoordination eine Rolle spielt, liegt die Beanspruchung im Bereich des oberen Sprunggelenks besonders hoch.

Das Testverfahren wird mit einem KOMET (Koordinations Mess- und Trainingssystem) (ORTHO-DATA, Lüdenscheid) durchgeführt. Das Testsystem besteht aus aktiven und passiven Bodenplatten mit einer Größe von  $0,4\text{ m} \times 0,8\text{ m}$ . Die aktiven Bodenplatten lassen sich durch einen weißen Punkt in der Mitte der Platte von den passiven unterscheiden und sind mit einem Computer verbunden, so daß exakte Zeitmessungen möglich sind. Sie werden auf dem Computermonitor als grüne oder rote Quadrate dargestellt, wobei die rote Platte immer die Zielplatte darstellt. Durch Kontakt der auf dem Monitor rot markierten Bodenplatte kommt es zum Farbwechsel nach grün. Dieser Farbumschwung entspricht der Signalregistrierung des Computers. Der Rechner ermittelt die Gesamtzeit aller Plattenkontakte, die Flugzeiten zwischen zwei Platten und die Standzeiten auf den einzelnen aktiven Bodenplatten.

Die Bodenplatten des KOMET-Systems wurden so angeordnet, daß ein Rechteck von 2 m Länge und 1,6 m Breite entsteht. Die vier Ecken dieses Rechtecks sind mit jeweils einer aktiven Bodenplatte versehen. Im folgenden wird die aktive Bodenplatte vorne rechts als Platte 2, hinten rechts als Platte 3, vorne links als Platte 4 und hinten links als Platte 5 bezeichnet. Die fünfte aktive Bodenplatte (Platte 1) befindet sich in der Mitte und ist von vier passiven Platten umgeben. Diese Anordnungsweise der aktiven Platten gleicht einer Fünf auf einem Würfel. Sie ermöglicht seitliche Sprünge mit Vorwärts- bzw. Rückwärtsbewegungen. Weiterhin können Supinations- und Pronationsbewegungen des Fußes differenziert analysiert werden. So wurde beispielsweise ein Sprung mit dem linken Bein zur vorderen linken Platte als Supinationsbelastung und ein Sprung mit dem linken Bein zur hinteren rechten Platte als Pronationsbelastung definiert.

**Aufgabenstellung:** Die Probanden konnten den Beginn eines jeden Durchgangs durch Auslösen des

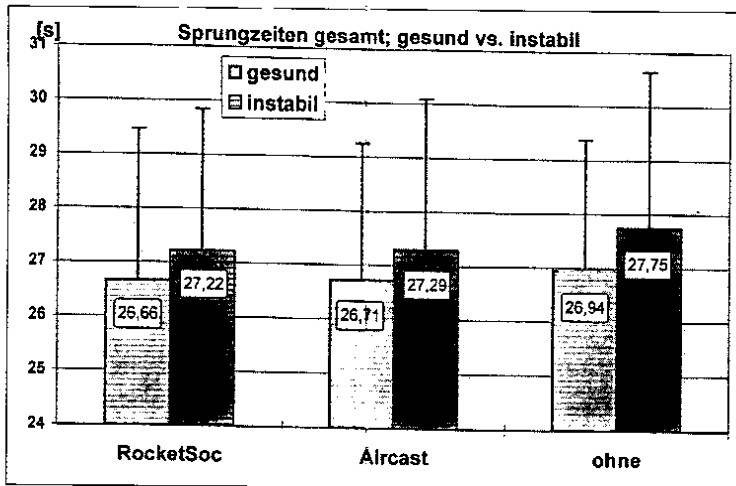


Abb. 2: Gesamtsprungzeiten für stabile und instabile Sprunggelenke in Abhängigkeit von der verwendeten Stabilisierungshilfe

Kontaktes auf der mittleren aktiven Bodenplatte selbst bestimmen. Nach Auslösen dieses ersten Kontaktes gibt der Rechner am Monitor durch Farbwechsel eines Quadrates von grün nach rot die nächste Zielplatte vor. Nach Erreichen der Zielplatte erfolgte unmittelbar der Rücksprung zur zentralen aktiven Platte. Jede äußere aktive Bodenplatte leuchtete auf dem Monitor in randomisierter Reihenfolge dreimal rot auf. Mit Auslösen des ersten Kontaktes wurden 25 Plattenkontakte benötigt, um einen Durchgang zu beenden.

Der Würfel-Sprung-Test mußte von den Probanden einbeinig ohne Zuhilfenahme des anderen Beins absolviert werden. Kleine einbeinige Zwischenhüpfen zur besseren Erhaltung des Gleichgewichts waren nur auf der mittleren Bodenplatte erlaubt. Die Rücksprünge von den vier äußeren aktiven Bodenplatten zur mittleren Platte sollten so schnell wie möglich erfolgen.

Das standardisierte Aufwärmprogramm beinhaltete verschiedene Sprungkombinationen mit dem Seil, Dehnübungen für die unteren Extremitäten und Lockerungsübungen für den Bereich der Füße. Diese Aufwärmphase nahm zehn Minuten in Anspruch. Die Probanden konnten sich danach mittels mehrerer Testdurchgänge an den Ablauf eines Durchgangs mit 25 auszulösenden Kontakten und an die Entfernung der äußeren Bodenplatten zur mittleren gewöhnen.

Insgesamt wurden 18 Durchgänge durchgeführt, von denen sechs ohne eine Stabilisierungshilfe absolviert wurden. Bei den anderen zwölf Durchgängen wurden beide Sprunggelenke der Probanden mit Stabilisierungshilfen versorgt. Die sechs Durchgänge ohne bzw. mit einer Stabilisierungshilfe wurden direkt hin-

tereinander gemessen, so daß ein mehrmaliges Anlegen derselben Orthese umgangen werden konnte.

Die Orthesenreihenfolge wurde randomisiert. Bei der Kontrollgruppe und der Gruppe der verletzten Probanden wurden beide Sprunggelenke mit den Stabilisierungshilfen versorgt. Da das

einbeinige Hüpfen eine hohe Belastung des oberen Sprunggelenkes darstellte, wurde das Testbein nach jedem Durchgang gewechselt. Jeder Proband bestritt den Würfel-Sprung-Test neunmal mit dem rechten und neunmal mit dem linken Bein.

Die einzelnen Sprungkombinationen des Würfel-Sprung-Tests wurden nach jedem Durchgang verändert. Es standen vier unterschiedliche Sprungkombinationen mit jeweils 25 auszulösenden Kontakten zur Verfügung. Die Anzahl der auszulösenden Kontakte war auf allen vier äußeren Bodenplatten gleich.

**Verwendete Orthesen:** Für diese Untersuchung wurden die Aircast-Sportschiene (Aircast EUROPA GmbH) und das RocketSoc Ankle Brace (SMITH & NEPHEW DON JOY INC.) verwendet.

### Statistische Auswertung:

Die statistische Auswertung erfolgte mit SPSS für Windows. Alle Ergebnisse wurden mit Hilfe des Wilcoxon-Tests für Paardifferenzen ausgewertet und miteinander verglichen.

### Ergebnisse

Bei den gesunden Probanden waren die Gesamtsprungzeiten für alle Kategorien tendenziell besser als bei den Patienten mit instabilen Sprunggelenken (Abb.2). Signifikante Unterschiede lagen jedoch nicht vor.

Die Standzeit auf der Platte 3 ließ bei der Kontrollgruppe sowohl bei „Aircast“ ( $p = 0,006$ ) als auch bei „RocketSoc“ ( $p = 0,006$ ) eine hoch signifikante Differenz zur Kategorie „Ohne Schiene“ erkennen. Weiterhin konnte auf der Platte 5 ein signifikanter Unterschied zwischen den Kategorien „Ohne Schiene“ und „Aircast“ festgestellt werden ( $p = 0,02$ ). Einen tendentiellen Unterschied zur Kategorie „Ohne Schiene“ zeigte die Standzeit der Kategorie „Aircast“ auf der Platte 2 ( $p = 0,078$ ) und „RocketSoc“ auf der Platte 5 ( $p = 0,09$ ) (Abb. 3).

Die Standzeiten des verletzten Beins wiesen auf allen Platten signifikante Verbesserungen nach Anlegen der Orthese auf (Abb.4). Zwischen den beiden Stabilisierungshilfen zeigte sich keine signifikante Differenz.

Die Rücksprungzeiten zur mittleren Bodenplatte berechneten sich aus der Summe der Standzeiten mit den entsprechenden Flugzeiten. Diese zeigten in der Kontroll-

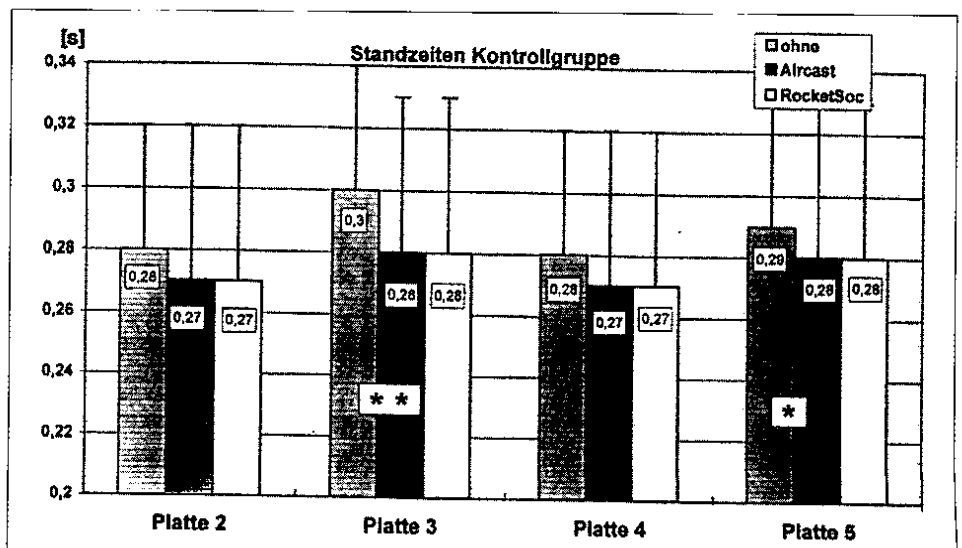


Abb. 3: Standzeiten der Kontrollgruppe auf den unterschiedlichen Platten in Abhängigkeit von der verwendeten Stabilisierungshilfe

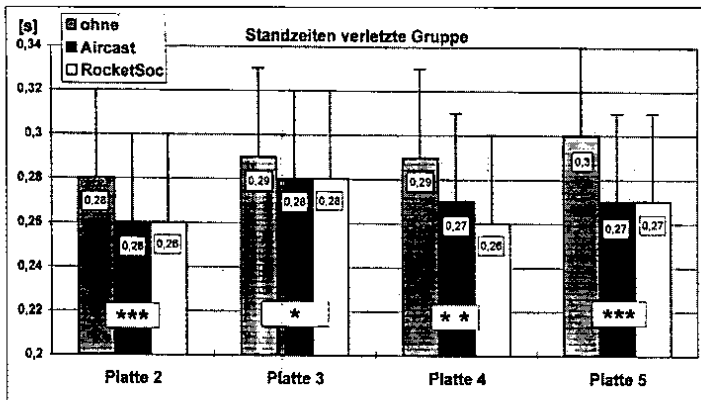


Abb. 4: Standzeiten der Probanden mit instabilen Sprunggelenken auf den unterschiedlichen Platten in Abhängigkeit von der verwendeten Stabilisierungshilfe

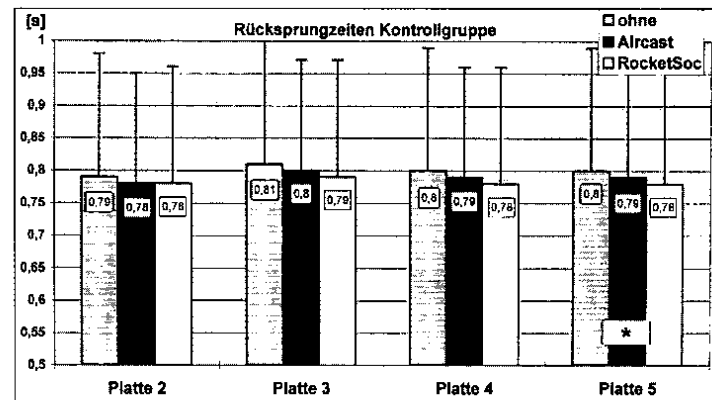


Abb. 5: Rücksprungzeiten der Kontrollgruppe auf den unterschiedlichen Platten in Abhängigkeit von der verwendeten Stabilisierungshilfe

gruppe keinerlei Unterschiede zwischen den Gruppen (Abb. 5). Bei den Patienten hingegen fanden sich wiederum dokumentierbare Unterschiede, die teilweise das Signifikanzniveau erreichten (Abb. 6).

Abbildung 7 zeigt die unterschiedlichen Standzeiten bei Pronations- und Supinationsbewegungen in der Kontrollgruppe auf. Die Standzeiten bei Supinationsbelastungen waren tendentiell kürzer als die bei Pronationsbelastungen. Bei den Supinationszeiten lag die Kategorie „RocketSoc“ mit  $0,27 \pm 0,43$  s an erster Stelle, dicht gefolgt von „Aircast“ mit  $0,27 \pm 0,46$  s und „Ohne Schiene“ mit  $0,29 \pm 0,50$  s. Bei den Pronationszeiten erreichten „RocketSoc“ ( $0,28 \pm 0,46$  s) und „Aircast“ ( $0,28 \pm 0,50$  s) ebenfalls bessere Ergebnisse als die Durchläufe ohne Schiene ( $0,287 \pm 0,499$  s). Alle Standzeiten der Kategorie „Ohne Schiene“ waren demnach höher als die der Stabilisierungshilfen (Abb. 7).

Bei den Supinations- und Pronationsbelastungen zeigten die Kategorien „Aircast“ ( $p = 0,05$ ) und „RocketSoc“ ( $p = 0,04$ ) im Vergleich zur Kategorie „Ohne Schiene“ einen

signifikanten Unterschied auf. Zwischen den beiden Stabilisierungshilfen und zwischen den Pronations- und Supinationszeiten ließ die statistische Auswertung keine aussagekräftigen Differenzen erkennen.

Abbildung 8 läßt erkennen, daß die Standzeiten bei Supinationsbelastungen bei der verletzten Gruppe ebenfalls geringfügig kürzer waren als die Standzeiten bei Pronationsbelastungen. Bei Supinationsbelastungen erreichten „RocketSoc“ mit  $0,271 \pm 0,047$  s und „Aircast“ mit  $0,273 \pm 0,043$  s bessere Ergebnisse als die Kategorie „Ohne Schiene“ mit  $0,28 \pm 0,045$  s. Die gleiche Reihenfolge ergab sich bei der Pronationsbelastung, bei der „RocketSoc“ ( $0,273 \pm 0,046$  s), „Aircast“ ( $0,274 \pm 0,046$  s) und „Ohne Schiene“ ( $0,282 \pm 0,049$  s) erreichten. Sämtliche Standzeiten der Kategorie „Ohne Schiene“ waren also höher als die der Orthesen.

Die Standzeiten bei Pronations- und Supinationsbelastungen unterschieden sich in der Kategorie „Aircast“ signifikant ( $p = 0,03$ ) und in der Kategorie „RocketSoc“ hoch signifikant ( $p = 0,008$ ) voneinander. Der Vergleich

der Stabilisierungshilfen und der Vergleich von Pronation und Supination zeigte keine signifikanten Differenzen.

## Diskussion

Während früher die Qualität von funktionellen Sprunggelenksorthesen hauptsächlich an ihrer Fähigkeit zur passiven Stabilisation gemessen wurde, focussiert sich das Interesse heutzutage zunehmend auf die Unterstützung propriozeptiver Fähigkeiten.

So überprüften *Feuerbach et al.* (7) die Auswirkungen einer Stabilisierungshilfe sowie der Anästhesie von ein oder zwei lateralen Bändern (Lig. fibulotalare ant. oder Lig. fibulocalcaneare ant.) auf die Propriozeptivität der Sprunggelenke. In ihren Versuchen hatte die Betäubung der Kollateralbänder keine Auswirkungen auf die Winkelreproduzierfähigkeit. Bedeutender waren nach Ansicht der Autoren die Rückkopplung der Haut, der Muskulatur und anderer Rezeptoren, da der Winkelreproduktionsfehler mit

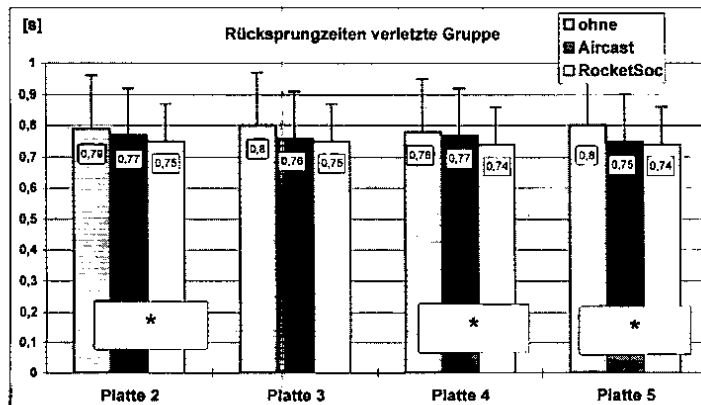


Abb. 6: Rücksprungzeiten der Probanden mit instabilen Sprunggelenken auf den unterschiedlichen Platten in Abhängigkeit von der verwendeten Stabilisierungshilfe

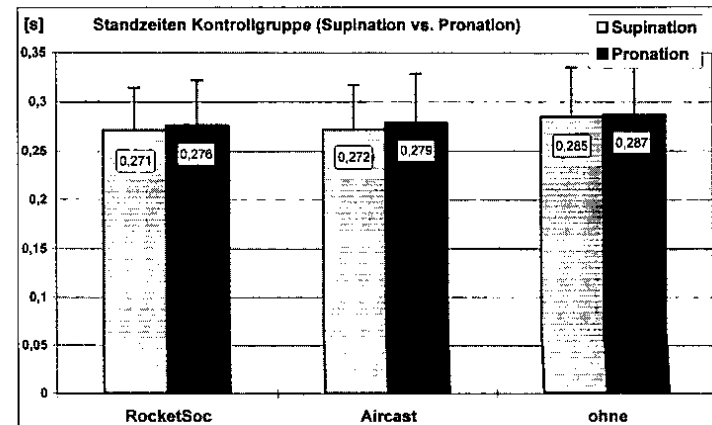


Abb. 7: Analyse der Standzeiten in Abhängigkeit von Pronations- und Supinationsbelastung bei der Kontrollgruppe

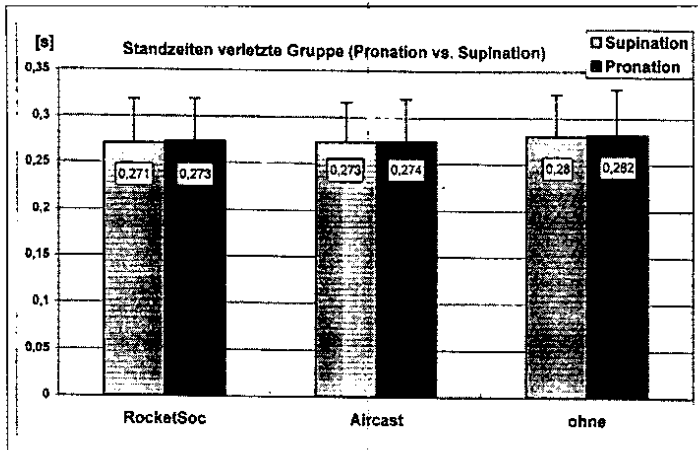


Abb. 8: Analyse der Standzeiten in Abhängigkeit von Pronations- und Supinationsbelastung bei Probanden mit instabilen Sprunggelenken

applizierter Orthese signifikant geringer war als ohne. *Kimura et al.* (21) vermuteten, daß sich die Luftpolster an der Innenseite der Aircast-Schiene eng an den Fuß und den Unterschenkel anlegen und somit eine zusätzliche propriozeptive Rückmeldung während sportlicher Aktivität ermöglichen. *Karlsson et al.* (20) wiesen bei instabilen Sprunggelenken eine positive Wirkung von Tapeverbänden auf die propriozeptive Fähigkeit nach. Diese Effekte könnten auch den Ergebnissen der vorliegenden Untersuchung zugrunde liegen.

*Glencross und Thornton* (12) konnten die Abnahme des Stellungssinns mit zunehmender Plantarflexion des Fußes nachweisen. Ebenso stellte *Schenker* (35) eine hohe Korrelation zwischen dem eingestellten Fle-

xionsgrad und dem Reproduktionsfehler fest. Aufgrund genauerer Reproduktionsergebnisse junger Erwachsener gegenüber älteren Erwachsenen erkannten *Meeuwesen et al.* (29) eine Altersabhängigkeit der propriozeptiven Fähigkeiten im Sprunggelenk. Beides war jedoch nicht Gegenstand der eigenen Untersuchung.

*Scheuffelen et al.* (36) untersuchten drei Stabilisierungshilfen (Aircast, Ligafix-Air, Stabil-schuh) und einen Joggingschuh unter funktionellen Bedingungen und dokumentierten dabei den zeitlichen Verlauf sowie die Ausprägung der neuromuskulären Aktivitäten vom M. peroneus longus, M. tibialis anterior, M. gastrocnemius und M. vastus medialis. Es zeigte sich eine Reduzierung der EMG-Signale bei den Stabilisierungshilfen, während die typischen Innervationscharakteristika jedoch erhalten blieben.

Durch Stabilisierungshilfen verbesserte propriozeptive Fähigkeiten konnten *Jerosch et al.* (15, 16) sowohl bei posttraumatischen als auch bei klinisch gesunden Sprunggelenken aufzeigen. Die verletzten Probanden

fürten drei unterschiedliche Tests mit applizierter Orthese mit genauso einem Erfolg durch wie die gesunden Probanden ohne eine Stabilisierung.

Weiterhin untersuchten *Jerosch et al.* (18, 19) bei Sportlern mit funktionell instabilen Sprunggelenken sowie gesunden Probanden sportspezifische Fähigkeiten mit und ohne externe Stabilisierungshilfen (Aircast, Ligafix-Air, Malleoloc, Tapeverband). Sie fanden keine negative Beeinflussung der sportspezifischen Fertigkeiten nach Applikationen einer Orthese bei gesunden Probanden und sogar positive Wirkungen in der Patientengruppe. *Stuessi et al.* (39) wiesen weder einen positiven noch negativen Einfluß von Sprunggelenksorthesen auf die Propriozeption nach. Die EMG-Aktivität des M. peroneus longus war bei den Messungen mit und ohne Orthese ähnlich und zeigte somit keine geringeren EMG-Werte bei stabilisierten Sprunggelenken auf.

Durch die Applikation der Aircast-Sportschiene und der RocketSoc Ankle Brace wurden in der vorliegenden Untersuchung sowohl bei der Kontrollgruppe als auch in der verletzten Gruppe bessere Gesamtzeiten, Standzeiten, Rücksprungzeiten, Pronationszeiten und Supinationszeiten erreicht. Besonders auffallend waren hier die statistisch signifikant besseren Standzeiten beider Gruppen mit angelegter Orthese. Die kürzeren Standzeiten bei Supinationsbelastungen

## Nachgewiesene Wirkung\* von Enzym-Hefezellen:

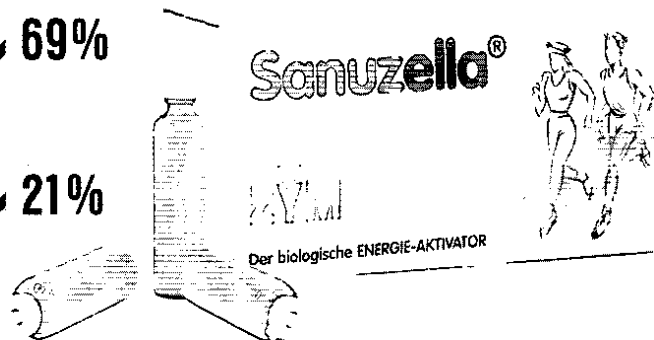
Bei Sportlern Reduzierung von:

Oxidativem Streß ↓ 12%  
(Oxy-LDL-Antikörper)

Muskulärem Streß ↓ 69%  
(Kreatinkinase)

Reaktiver Entzündungsreaktion ↓ 21%  
(Fibrinogen)

Dr. Wolz  
**Zell**  
GmbH  
Hefepräparate



Immunstimulierung und biologische Antioxidative

Schutzsysteme: Enzym-Hefezellen Dr. Wolz®

Glucane, Mannane, aktive SH-Gruppen, aktives Glutathion, Katalase, Proteasen, Superoxid-Dismutase (SOD), Co-Enzym Q10, Co-Enzym A, β-Carotin, Vitamin C, E, natürliches Selen, Vitamin B-Komplex (einschließl. Folsäure, Biotin), Mineralstoffe, Spurenelemente

Informations-Gutschein:

- „Sauerstoffmangelsyndrom“ Dr. Buist
- Muster „Sanuzella ZYM“
- Studie Universitätsklinik Freiburg
- Produktinformation

Weitere Informationen:

Dr. Wolz Zell-Hefepräparate GmbH  
Postfach 1128 · 65358 Geisenheim  
Tel. 0 67 22/82 62 · Fax 0 67 22/87 63

im Vergleich zu Pronationsbelastungen wurden in der Literatur unseres Wissens bisher noch nicht dokumentiert und könnten u.E. auf eine bessere neurophysiologische Kopplung der pronatorisch wirksamen Muskulatur hindeuten.

Unsere Ergebnisse lassen eine Verbesserung der sportspezifischen Fähigkeiten, die unter anderem von der Propriozeptivität der Sprunggelenke abhängen, durch die Applikation der Aircast-Sportschiene und der Rocket-Soc Ankle Brace vermuten. Die stark verkürzten Standzeiten deuten auf eine schnellere Stabilisierung des Sprunggelenks mit applizierter Orthese hin. Besonders deutlich fiel die Verbesserung bei Patienten mit instabilen Sprunggelenken aus.

Im Gegensatz hierzu finden andere Autoren für unterschiedliche sportspezifische Bewegungsmuster nicht immer einen positiven Einfluß der Orthesen. So untersuchten *Pienkowski et al.* (31) bei zwölf Basketballspielern den Einfluß von drei Stabilisierungshilfen (Universal, Kallassy, Air-Stirrup) auf die sportliche Leistungsfähigkeit. Im Abstand von einer Woche wurden vier basketballverwandte Übungen mit und ohne Orthesen durchgeführt. Die Ergebnisse zeigten in keiner Übung signifikante Auswirkungen der drei Orthesen auf die sportliche Leistungsfähigkeit. Das prophylaktische Stabilisieren konnte anhand dieser Studie unterstützt werden, da keine negativen Einflüsse festgestellt wurden.

In einer ähnlich konzipierten Studie beschäftigten sich *MacKean et al.* (28) ebenfalls mit dem Ortheseneinfluß auf die sportliche Leistungsfähigkeit. Elf Basketballspielerinnen wurden an beiden Sprunggelenken mit vier verschiedenen Stabilisierungshilfen versorgt (Tapeverband, Swede-O-Universal, Active Ankle, Aircast) und führten vier basketball-typische Übungen mit und ohne Orthesen durch. Es fand sich bei allen Stabilisierungshilfen eine Beeinträchtigung der Leistungsfähigkeit.

An sechs Probanden testeten *Robinson et al.* (33) den Stabilisierungseffekt am Sprunggelenk. Mit einem hohen Schuh ohne Stabilisierung und drei weiteren hohen Basketballschuhen, die mit Hilfe von Verstärkungsstreifen einen zunehmenden Stabilisierungsgrad erhielten, durchliefen die Probanden einen Hinderniskurs auf einem Basketballfeld. Mit stabilisierten Schuhen wurden schlechtere Ergebnisse erzielt als mit Schuhen ohne Stütze.

*Cottman und Mize* (5) untersuchten den Einfluß einer Aircast-Schiene und von Tapeverbänden bei vier Basketballspielern und vier Studenten. Die Probanden absolvierten einen Sprinttest und einen Sprungtest mit und ohne Stabilisierungshilfen. Mit Aircast-Schiene und Tapeverband wurden signifikant schlechtere Zeiten beim Sprinttest erreicht als ohne Stabilisierungshilfe. Beim Sprungtest wurde nur für das Tape ein signifikant schlechteres Ergebnis im Vergleich zu den Zeiten, die ohne Orthese erzielt wurden, verzeichnet.

Der Einfluß des Tapeverbands, der Swede-O Brace und der Kallassy Brace auf die sportliche Leistungsfähigkeit wurde von *Burks et al.* (2) untersucht. Vier verschiedene Übungen wurden von 30 Studenten, die beidseitig mit Orthesen versorgt wurden, durchgeführt. Der Tapeverband und die Swede-O Brace reduzierten die Leistung signifikant. Im Gegensatz dazu wies die Kallassy Brace nur bei einer Übung eine signifikante Verschlechterung der Leistung auf. Nach Meinung des Autors ist die Verminderung der sportlichen Leistungsfähigkeit jedoch nicht so groß, um die Vorteile des prophylaktischen Stabilisierens von Sprunggelenken aufzuwiegen.

Zusammenfassend kann man festhalten, daß die positiven prophylaktischen Effekte von Sprunggelenksorthesen mehrfach bewiesen wurden und daß diese Effekte höchst wahrscheinlich auf neurophysiologische Mechanismen zurückzuführen sind. Bezüglich der Auswirkungen auf sportspezifische Fertigkeiten gibt es je nach Studiendesign und überprüfem Bewegungsmuster differente Aussagen. Die meisten Autoren sind sich jedoch einig in der Aussage, daß, falls überhaupt eine Beeinträchtigung vorliegt, diese im Vergleich zum prophylaktischen Nutzen sehr gering ist, und prophylaktisches Bracing am Sprunggelenk als deshalb durchaus empfehlenswert anzusehen ist.

## Literatur

1. *Bunch, R.P., K.Bednarski, D.Holland, R.Mancinatti*: Ankle joint support: A comparison of reusable Lace-on-Braces with taping and wrapping. *Physician and Sports Med.* 13 (1985) 59-62
2. *Burks, R. T., B. G. Bean, R. Marcus, H.B. Barker*: Analysis of athletic performance with prophylactic

- ankle devices. *Am. J. Sports Med.* 19 (1991) 104-106
3. *Cotton, Y., J.C.Gilhodes, J.L.Velay, J.P.Roll*: A neural network model for the intersensory coordination involved in goal directed movements. *Biol.Cybern.* 66 (1991) 167-176
4. *Cordo, P., L.Carlton, L.Beveau, M.Carlton, G.K.Kerr*: Proprioceptive coordination of movement sequences: Role of velocity and position information. *J.Neurophysiol.* 71 (1994) 1848-1861
5. *Cottmann, J. L., N. L. Mize*: A comparison of ankle taping and the Aircast-Sport-Stirrup on athletic performance. *Athletic Training* 24 (1989) 123
6. *Craske, B.*: Perception of impossible limb positions induced by tendon vibration. *Science.* 196 (1977) 71-73
7. *Feuerbach, J. W., M. D. Grabiner, T.J. Koh, G. G. Weiker*: Effect of an ankle orthosis and ankle ligament anesthesia on ankle joint proprioception. *Am. J. Sports Med.* 22 (1994) 223-229
8. *Freeman, M. A. R., M. R. E. Dean, J. W. F. Hanham*: The etiology and prevention of functional instability of the foot. *J. Bone Joint. Surg.* 47-B (1965) 678-685
9. *Garrick, J. G.*: The frequency of injury, mechanism of injury, and epidemiology of ankle sprains. *Am. J. Sports Med.* 5 (1977) 241-242
10. *Garrick, J.G., R.K.Requa*: Role of external support in the prevention of ankle sprains. *Med Science Sports* 5 (1973) 200-203
11. *Gleitz, M., T. Rupp, T. Hess, T. Hopf*: Bei instabilen Sprunggelenken: Reflexttraining und Stabilisierung. *Orthopädie Schuhtechnik* 5 (1993) 65-68
12. *Glencross, D., E. Thornton*: Position sense following joint injury. *J. Sports Med.* 21 (1981) 23-27
13. *Greene, T.A., S.K. Hillman*: Comparison of support provided by a semirigid orthosis and adhesive ankle taping before, during and after exercise. *Am. J. Sports Med.* 18 (1990) 498-506
14. *Gross, M. T.*: Effects of recurrent lateral ankle sprains on active and passive judgement of joint position. *Phys. Ther.* 10 (1987) 67-69
15. *Jerosch, J., I.Hoffstetter, H.Bork, M.Bischoff*: The influence of orthoses on the proprioception of the ankle joint. *Knee Surg., Sports Traumatol., Arthroscopy* 3 (1995) 39-46
16. *Jerosch, J., L.Thorwesten, H.Bork, M.Bischof*: Is prophylactic bracing of the ankle cost effective? *Orthopedics* 19 (1996) 405-414
17. *Jerosch, J., M.Prymka*: Proprioception and joint stability. *Knee Surg., Sports Traumatol., Arthroscopy* 4 (1996) 171-179
18. *Jerosch, J., L.Thorwesten, T.Frebel*: Einfluß von externen Stabilisierungshilfen am Sprunggelenk auf sportmotorische Fähigkeiten beim Einbeinsprung. *Sportverl.-Sportschad.* 11 (1997) 27-32
19. *Jerosch, J., L.Thorwesten, T.Frebel, S.Linnebecker*: Influence of external stabilizing devices of the ankle on sport-specific capabilities. *Knee Surg., Sports Traumatol., Arthroscopy* 5 (1997) 50-57
20. *Karlsson, L., G. O. Andreasson*: The effect of external ankle support in chronic lateral ankle joint instability. An electromyographic study. *Am. J. Sports Med.* 20 (1992) 257-261
21. *Kimura, I. F., D. A. Nawocenski, M. Epler, M. G. Owen*: Effect of the Air-Stirrup in controlling ankle inversion stress. *J. Orthop.Sports Phys. Ther.* 9 (1987) 190-193

22. Klein J, D. Rixen, T. Albring, T. Tilling: Funktionelle versus Gipsbehandlung bei der frischen Außenbandruptur des oberen Sprunggelenkes. Unfallchir. 94 (1991) 99-104
23. Konradson, L., J. B. Ravn: Ankle instability caused by prolonged peroneal reaction time. Acta Orthop. Scand. 61 (1990) 388 - 390
24. Konradson, L., J. B. Ravn, A. I. Sorensen: Proprioception at the ankle: The effect of anaesthetic blockade of ligament receptors. J. Bone Joint Surg. 75-B (1993) 433 - 436
25. Lephart, S.M., D.M. Pincivero, J.L. Giraldo, F.F. Fuu: The role of proprioception in the management and rehabilitation of athletic injuries. Am. J. Sports Med. 25 (1997) 130-137
26. Litt, K. C.: The sprained ankle. Diagnosis and management of the lateral ligament injuries. Aust. Fam. Physician. 21 (1992) 452 - 456
27. Löfvenberg, R., J. Kärrholm: The influence of an ankle orthosis on the talar and calcaneal motions in chronic lateral instability of the ankle. Am. J. Sports Med. 21 (1993) 224-230
28. MacKean, L. C., G. Bell, R. S. Burnham: Prophylactic ankle bracing vs. taping: Effects on functional performance in female basketball players. JOSPT 22 (1995) 77 - 81
29. Meeuwisen, H. J., T. M. Sawicki, G. E. Stelmach: Improved foot position sense as a result of repetitions in older adults. J. Gerontol 48 (1993) 137 - 141
30. Moberg, E.: New facts about hand control kinesthesia. Am. Chir. Main. 4 (1985) 6466
31. Pienkowski, D., M. McMorrow, R. Shapiro, D. N. M. Caborn, J. Stoyton: The effect of ankle stabilizers on athletic performance. Am. J. Sports Med. 23 (1995) 757 - 762
32. Renström, P., M. Theis: Die Biomechanik der Verletzungen der Sprunggelenkbänder. Sportverl. Sportschad. 7 (1993) 29-35
33. Robinson, J. R., E. C. Frederick, L. B. Cooper: Systematic ankle stabilization and the effect on performance. Med. Science in Sport and Exerc. 18 (1986) 625 - 628
34. Rovere, G. D., Th. J. Carke, C. S. Yates, K. Burley: Retrospective comparison of taping and ankle stabilizers in preventing ankle injuries. Am. J. Sports Med. 16 (1988) 228 - 233
35. Schenker, M.: Tape versus Mikros - Eine experimentelle Untersuchung zum Einfluß äußerer Stabilisierungshilfen auf die Propriozeption am Fußgelenk. Vorgelegt als Diplomarbeit an der Physiotherapieschule Inselspital, Bern (1989)
36. Scheuffelen, C., A. Gollhofer, H. Lohrer: Sprunggelenksorthese Ligafix-Air zur Therapie der lateralen Kapselbandverletzung des oberen Sprunggelenkes. Wissenschaftliches Gutachten des Instituts für Sport und Sportwissenschaft der Universität Freiburg (1995)
37. Sittler, M., J. Ryan, B. Wheeler, J. McBride, R. Arciero, J. Anderson, M. Horodyski: The efficacy of a semirigid ankle stabilizer to reduce acute ankle injuries in basketball. Am. J. Sports Med. 22 (1994) 454-461
38. Skoglund S.T.: Joint receptors and kinesthesia. In: Handbook of sensory physiology. Vol. 2, Springer-Verlag, 1973, pp. 111-136
39. Stuessi, E., V. Tigermann, H. Gerber, H. Raemy, A. Stacoff: A biomechanical study of the stabilization effect of the Aircast Ankle Brace. Intern. Series on Biomechanics 6 (1987) 159 - 164
40. Surve, I., M.P. Schweltnus, T. Noakes, C. Lombard: A fivefold reduction in the incidence of recurrent ankle sprains in soccer players using the Sport-Stirrup orthosis. Am. J. Sports Med. 22 (1994) 601-606
41. Takebayashi, T., T. Yamashita, Y. Minaki, S. Ishii: Mechanosensitive afferent units in the lateral ligament of the ankle. J. Bone Joint Surg. 79-B (1997) 490-493
42. Vaes, P., H. De Boeck, F. Handelberg, P. Opdecam: Comparative radiologic study of the influence of joint bandages on ankle stability. Am. J. Sports Med. 13 (1985) 46-50

**Anschrift für die Autoren:**

**Prof. Dr. J. Jerosch**  
**Klinik und Poliklinik für**  
**Allgemeine Orthopädie**  
**Westfälische Wilhelms-Universität**  
**48129 Münster**

**Herausgeber:**

Verein zur Förderung der  
Sportmedizin Hannover e. V.  
(Für den Vorstand Prof. Dr. Dieter Böning)

**Redaktionsanschrift:**

Max-Cohen-Str. 30, 53121 Bonn,  
Tel. (02 28) 62 22 49, Fax (02 28) 61 15 03  
ISDN (0228) 62 69 89

**Verlags- und Anzeigenleitung:**

WWF Verlagsgesellschaft mbH  
Am Eggenkamp 37-39, 48268 Greven  
Postfach 18 31, 48257 Greven  
Tel. (0 25 71) 93 76-30, Fax (0 25 71) 93 76-50  
ISDN (0 25 71) 93 76-45  
e-mail: wwf.verlag@t-online.de  
Anke Breenkötter

**Geschäftsführer:**

Manfred Wessels

**Schriftleitung:**

Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. W. Hollmann, Haupt-  
schriftleiter, Institut für Kreislaufforschung  
und Sportmedizin, Deutsche Sporthochschule  
Köln, 50933 Köln;  
Univ.-Prof. Dr. W. Kindermann, Saarbrücken;  
Priv.-Doz. Dr. H. Mellerowicz, Berlin; Dr. W. Pfei-  
fer, Kaiserslautern; Univ.-Prof. Dr. H. Rieckert,  
Kiel; Univ.-Prof. Dr. R. Rost, Köln.

**Wissenschaftlicher Beirat:**

H. Adlercreutz, Helsinki/Finnland; H.-J. Appell,  
Köln; K. H. Arndt, Erfurt; G. Badtke, Potsdam; I.  
Bausenwein, Nürnberg; D. Clasing, Münster;  
E. Ernst, Exeter, U. K.; H. Gabriel, Saarbrücken,  
J. Jerosch, Münster, D. Jeschke, München; J. Keul,  
Freiburg; H. G. Knuttgen, Boston/USA; P. V. Kom-  
mi, Jyväskylä/ Finnland; H. Liesen, Paderborn;  
B. Paul, Berlin; L. Prokop, Wien/ Österreich; P.  
Renström, Göteborg/Schweden; G. Rompe, Hei-  
delberg; D. Schmidtbleicher, Frankfurt; V. Smod-

laka, New York/USA; K. Steinbrück, Stuttgart; A.  
Urhausen, Saarbrücken, H. Weicker, Heidelberg;  
A. N. Witt, München.

**Redaktion:**

Dr. Urte Künstlinger (Chefredakteurin),  
Dipl.-Designer Tinos Otto (Titelbildgestaltung)

**Vertrieb:**

Renate Ganswindt

Die Zeitschrift erscheint 10 x jährlich, zuzüglich  
1 bzw. 2 Sonderausgaben. Bezugsgebühr für  
Postbezieher jährlich DM 97,90 ermäßigter Preis  
für Studenten DM 70,95, Einzelheft DM 8,90 (in-  
kl. 7% Mehrwertsteuer). Bestellungen werden  
vom Verlag entgegengenommen. Die Kündi-  
gungsfrist für Abonnements beträgt 3 Monate  
zum Ende des Kalenderjahres.

ISSN-Nr.: 0344-5930